

**Collembolengemeinschaften
in baden-württembergischen Waldböden**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

durchgeführt am

Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie

– Bereich Tierökologie –

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Thomas Stierhof

aus Gaildorf

Gießen, September 2003

Erstgutachter: Prof. Dr. Volkmar Wolters

Zweitgutachter: Prof. Dr. Bernd Werding

Datum der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 2003

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg ermöglichte diese Arbeit durch Überlassung von Daten aus dem Ökologischen Wirkungskataster. Die Rohdaten zu Collembolen und Standortvariablen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen habe ich aus der Datenbank der Landesanstalt sowie schriftlichen Berichten entnommen. Die Quellen werden im Text genannt. Mein besonderer Dank gilt Herrn Kurt Kreimes für seine große Hilfsbereitschaft, Frau Prof. Dr. Umlauff-Zimmermann und Frau Baumann.

Herrn Prof. Dr. Wolters danke ich für die Betreuung der Arbeit, ebenso seinem Mitarbeiter Dr. Klemens Ekschmitt für seine Anregungen und Kritik. Herr Dr. Ekschmitt hat zudem die Extrapolation der Gesamtartenzahlen vorgenommen.

Herr Dr. Hans Schick (Gesellschaft für Umweltbewertung, Umweltplanung, Umweltüberwachung mbH, GEFU, in Heidelberg) gab mir zahlreiche Hinweise zu den von ihm erhobenen Collembolendaten.

Herr Dr. Jörg Spelda vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Karlsruhe war mir bei der Erstellung der Fundortkarten behilflich.

Inhalt

| | Seite |
|---|-----------|
| 1. Einleitung | 7 |
| 1.1. Hintergrund | 7 |
| 1.2. Aktueller Kenntnisstand | 8 |
| 1.3. Fragestellung | 9 |
| 2. Material und Methoden | 10 |
| 2.1. Untersuchungsgebiet | 10 |
| 2.1.1. Baden-Württemberg – naturräumliche Gliederung | 10 |
| 2.1.2. Witterung | 12 |
| 2.2. Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters | 15 |
| 2.3. Datenerhebung Collembolen | 19 |
| 2.4. Datenbestand Collembolen und Standortvariablen | 20 |
| 2.5. Datenaufbereitung | 22 |
| 2.6. Auswertungsverfahren | 24 |
| 3. Ergebnisse | 27 |
| 3.1. Korrelationen zwischen Umweltvariablen | 28 |
| 3.2. Artenspektrum | 30 |
| 3.3. Gesamtabundanz | 32 |
| 3.4. Phänologie | 38 |
| 3.5. Artenzahl | 39 |
| 3.6. Artenabundanz und Zahl der Fundorte (abundance – occupancy relationship) | 44 |
| 3.7. Vikarianz | 46 |
| 3.8. Interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur | 48 |
| 3.9. Evenness | 49 |
| 3.10. Lebensformen | 50 |
| 3.11. Beziehungen zwischen biozönotischen Parametern | 54 |
| 3.12. Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) | 55 |
| 4. Diskussion | 68 |
| 4.1. Die Collembolengemeinschaften der Wald-Dauerbeobachtungsflächen | 68 |
| 4.1.1. Flächenauswahl und Untersuchungszeitraum | 68 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.1.2. | Artenspektrum und Artenzahl | 69 |
| 4.1.3. | Collembolen-Gesamtabundanz und ihre Dynamik | 70 |
| 4.1.4. | Interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur | 72 |
| 4.1.5. | Lebensformen | 73 |
| 4.1.6. | Gibt es typische Collembolenzönosen unterschiedlicher Waldstandorte ? | 73 |
| 4.2. | Artenabundanz und Zahl der Fundorte | 75 |
| 4.2.1. | Das Phänomen | 75 |
| 4.2.2. | Artefizielle Einflüsse | 76 |
| 4.2.3. | Natürliche Mechanismen | 77 |
| 4.2.4. | Praktische Aspekte | 78 |
| 4.3. | Collembolen als Reaktionsindikatoren | 79 |
| 4.3.1. | Grundsätzliche Gesichtspunkte | 79 |
| 4.3.2. | Beispiel Boden-pH | 82 |
| 4.3.3. | Beispiel Schwermetallbelastung | 84 |
| 5. | Zusammenfassung | 86 |
| | Literatur | 88 |
| | Anhang | 103 |
| A 1: | Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters | 103 |
| A 2: | Übersicht über die Standortvariablen und Wertebereiche | 112 |
| A 3: | Datenbestand Collembolen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-1993 | 119 |
| A 4: | Korrelationen zwischen Umweltvariablen auf den Wald-Dauerbeobachtungs- flächen des Ökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg | 121 |
| A 5: | Artenspektrum und Individuenzahlen 1986-1993 | 126 |
| A 6: | Vikarianz / Affinität: Beziehungen zwischen dem Auftreten einzelner Collembolenarten | 132 |
| A 7: | Biozönotische Kenngrößen der Collembolenzönosen der Wald-Dauer- beobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters 1986-1993 | 138 |
| A 8: | Kurzbezeichnungen der Arten in den Abbildungen zu Kapitel 3.12. | 140 |

GESONDERTER ERGÄNZUNGSBAND

Angaben zu Verbreitung und Autökologie der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Collembolenarten

Literaturverzeichnis zu Collembolen aus Baden-Württemberg und unmittelbar benachbarten Gebieten

Verzeichnis der in Baden-Württemberg und den unmittelbar benachbarten Gebieten nachgewiesenen Collembolenarten

1. Einleitung

1.1. Hintergrund

Collembolen (deutsch: Springschwänze) sind über alle Landlebensräume der Erde verbreitet und bilden zumeist neben den Milben die individuenreichste Gruppe der Bodenarthropoden. Ihr ältester fossiler Vertreter lebte bereits vor ca. 400 Millionen Jahren (HOPKIN 1997). Ergebnisse jüngster molekulargenetischer Untersuchungen legen nahe, dass sich die Springschwänze als ein früherer Zweig der Pancrustaceen (Crustacea und Insecta sensu lato) entwickelten und von den anderen Hexapoden unabhängig an das Leben an Land anpassten (NARDI et al. 2003). Derzeit sind weltweit etwa 7500 Collembolenarten bekannt (BELLINGER et al. 1996-2003), davon 416 aus Deutschland (SCHULZ et al. 2002). Neubeschreibungen und -nachweise erweitern von Jahr zu Jahr die globalen und regionalen Faunenlisten.

Ihr Artenreichtum und die Möglichkeit quantitativer Aufnahmen nach standardisierten Verfahren haben zu intensiven Untersuchungen über ihren Einsatz in der Bioindikation geführt (z.B. DUNGER 1982, EHRNSBERGER 1993, Übersicht in HOPKIN 1997). Auf den Gebieten der Taxonomie, Chorologie, Ökologie und Biologie fehlen jedoch für zahlreiche Arten noch genauere Kenntnisse.

Die erste systematische Bearbeitung von Funden aus dem Königreich Württemberg wurde im Jahre 1900 von C. SCHÄFFER publiziert. Seither ist eine Vielzahl weiterer Arbeiten aus dem heutigen Bundesland Baden-Württemberg und den Nachbarregionen erschienen, die lokale oder regionale Aufnahmen der Collembolenfauna enthalten (z.B. SCHUBERT 1935, STREBEL 1938, GISIN 1943, BOCKEMÜHL 1956, HAYBACH 1959, HÜTHER 1961, DOBAT 1975, KOGLIN 1980, JENI 1983, KAMPMANN 1987, VOLZ 1989, KOPESZKI & MEYER 1994, KRAUB 1996, FOX 2000).

Die erste landesweite Untersuchung dieser Tiergruppe wird von der Landesanstalt für Umweltschutz im Rahmen des Ökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg durchgeführt (SCHICK & KREIMES 1993). Dieses Kataster, heute unter der Bezeichnung Biologische Umweltbeobachtung, besteht seit 1984 und hat die Aufgabe, Schadstoffwirkungen in der belebten Natur nachzuweisen und zu gewichten. Dazu werden die Methoden des aktiven und passiven Bio-monitoring bei Pflanzen und Tieren angewandt, daneben physikalisch-chemische Messungen (ERHARDT et al. 1992, LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a, 1994b). Dauerbeobachtungsstellen in Wäldern und Grünland, an Fließgewässern und in Ballungsräumen wurden eingerichtet.

Bei den faunistischen Erhebungen werden seit 1985 die streu- und bodenbewohnenden Collembolen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen erfasst (SCHICK 1985, 1986, 1987, 1990a, 1990b, 1992, SCHICK & JACOBI 1994). Sie dienen im passiven Monitoring als Reaktionsindikatoren, deren Artenzahl und Abundanzentwicklung aufgezeichnet werden. Aus den Erhebungen liegt ein

Datenbestand vor, der zu den umfangreichsten in der Bundesrepublik Deutschland zählen dürfte, und der für eine Metaanalyse über die Intention des Wirkungskatasters hinaus wertvolle Informationen enthält.

1.2. Aktueller Kenntnisstand

Die Collembolenbesiedlung von Waldböden ist bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Individuendichten und Artenzahlen sind in diesem Habitattyp meist größer als in offenen Biotopen, z.B. Wiesen oder Äckern (vgl. z.B. die Übersicht bei PETERSEN & LUXTON 1982). Dies kann vor allem auf ein ausgeglichenes Bestandesklima, den Reichtum an organischer Substanz im und auf dem Boden sowie die größere Vielfalt an Mikrohabitaten zurückgeführt werden. Maximale Individuenzahlen wurden in Wäldern mit Rohhumusaufgabe, d.h. niedriger Zersetzungsrate der Streu festgestellt (z.B. KOPESZKI & MEYER 1994). Einige wenige Arten dominieren die Gemeinschaften, während die meisten Taxa nur in geringer Abundanz vorkommen. Die Dominanzstruktur gilt im Allgemeinen als sehr stabil (BENGTSSON 1994).

Das Auftreten und die Individuendichte von Collembolenarten sind bedingt durch eine Reihe von Umweltfaktoren. Besondere Bedeutung haben Bodenfeuchte, Luftfeuchtigkeit, Temperatur sowie die Menge und Art organischer Substanz als Grundlage der Ernährung (HOPKIN 1997, PFLUG 2001). Als bedeutender Teil des Destruenten-Nahrungsnetzes im Boden sind Springschwänze beteiligt an der Zersetzung des Bestandesabfalls. Sie zerkleinern Pflanzenreste, reichern das Substrat mit ihren Faeces an, schaffen günstige Bedingungen für das Wachstum der Mikroflora, fördern durch Abweiden von Hyphen und Verschleppen von Sporen das Wachstum von Pilzmycelien (BECK 1983, DUNGER 1983, HOPKIN 1997 sowie darin zitierte Literatur). Besonders in Böden, denen Lumbriciden fehlen, z.B. im sauren Rohhumus, leisten sie neben den Oribatiden (Hornmilben) einen bedeutenden Beitrag zur Mineralisierung (BECK 1983, SCHÄFER & SCHAUERMANN 1990).

Auf anthropogene Störungen reagieren Collembolenzönosen durch Artenverarmung und Veränderungen der Dominanzstruktur, jedoch nicht immer durch Minderung der Gesamtabundanz. Zuvor dominierende Taxa gehen zurück, resistente Formen nehmen zu (HOPKIN 1997 und die dort zitierte Literatur). Von Bedeutung sind Art, Intensität und zeitlicher Ablauf der Eingriffe. Die europäischen Waldböden haben sich in den vergangenen Jahrzehnten z.T. nachhaltig verändert durch atmosphärische Deposition von Säurebildnern, die dadurch verursachte Versauerung, verstärkte Schwermetallfreisetzung und Aluminiumtoxizität. Collembolengemeinschaften wurden in verschiedenen Ländern Nord- und Mitteleuropas auf ihre Zusammensetzung bei unterschiedlichen pH-Werten oder nach Versauerung untersucht, sowohl an natürlichen Standorten (z.B. HAGVAR & ABRAHAMSEN 1984, KOPESZKI 1992, KOPESZKI & MEYER 1994) wie auch in experimentellen Ansätzen mit künstlichem saurem Regen oder Kalkung (z.B. BÅÅTH et al. 1980, FRITSCH 1994, HAGVAR 1984, WOLTERS 1991). Unter den

Springschwänzen gibt es sowohl acidophile wie säuremeidende Formen. Allerdings stimmt die Verbreitung einer Art in einem natürlichen pH-Gradienten nicht immer mit ihrem Verhalten bei künstlich herbeigeführten Änderungen überein (FRITSCH 1994).

Auch in der Reaktion auf Schwermetalle gibt es große Unterschiede zwischen den Arten. HOPKIN (1997) weist daher ausdrücklich darauf hin, dass Arbeiten zur Bioindikation mit Collembolen eine sorgfältige taxonomische Bearbeitung des Materials erfordern. Er gibt darüber hinaus eine umfassende Literaturübersicht zur Ökotoxikologie der Collembolen und verschiedenen Schadstoffgruppen. Die Speicherung von Schwermetallionen in intrazellulären Granula aus unlöslichen Salzen in den Zellen des Mitteldarmepithels gilt als Hauptweg zur Entgiftung, da bei jeder Häutung das Mitteldarmepithel ausgeschieden und erneuert wird (HUMBERT 1981, JOOSSE & VERHOEF 1983) – eine physiologische Besonderheit der Collembolen, welche sie von anderen Hexapoden unterscheidet wie auch das lebenslange Wachstum mit fortwährenden Häutungszyklen.

1.3. Fragestellung

Ziel dieser Arbeit soll es sein, Aussagen über Vorkommen und Verbreitung von Collembolenarten in Baden-Württemberg, zu ihrer Ökologie sowie über die Struktur und Dynamik ihrer Gesellschaften in Waldböden bei unterschiedlichen standörtlichen Bedingungen in einem größeren geographischen Raum zu gewinnen. Die Grundlage hierfür bilden Daten, welche von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg in den Jahren 1986 bis 1993 auf 57 Dauerbeobachtungsflächen in Wäldern erhoben wurden. Während die einzelnen Arten in einem separaten Ergänzungsband behandelt werden, sollen die synökologischen Aspekte Gegenstand dieser Dissertation sein. Drei Fragen geben den Grundriss vor:

1. Gibt es typische Collembolengemeinschaften verschiedener Waldgesellschaften und wie lassen sie sich charakterisieren ?
2. Welche Standortfaktoren sind entscheidend für die Ausprägung der Zönosen in Waldböden und in welcher Weise wirken sie sich aus ?
3. Wie eng sind die Springschwänze heimischer Waldböden an bestimmte Umweltvariablen gebunden und was lässt sich über ihre Eignung als Indikatoren für anthropogene Belastungen bzw. Veränderungen daraus ableiten ?

Der Arbeit ist ein gesonderter Ergänzungsband angefügt, der Verbreitungskarten und ausführliche Angaben zur Autökologie der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters in Baden-Württemberg aufgefundenen Collembolenarten enthält sowie die Liste aller im Land und angrenzenden Gebieten nachgewiesenen Taxa mit zugehörigen Literaturquellen.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet

2.1.1. Baden-Württemberg – naturräumliche Gliederung

(nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953-62 und SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI 1993)

Das Bundesland Baden-Württemberg liegt im Südwesten der Bundesrepublik Deutschland. Naturräumlich lassen sich sieben Haupteinheiten unterscheiden (Abb. 1):

- Oberrheinisches Tiefland
- Schwarzwald
- Odenwald
- Neckar-Tauber-Land
- Schwäbische Alb
- Alpenvorland
- Hochrheingebiet

Die Westgrenze des Bundeslandes bildet der Rhein, der hier in einer tektonischen Grabenbruchzone verläuft. Das *Oberrheinische Tiefland* umfasst vorwiegend Ebenen aus Flusssedimenten, schließt aber auch den Kaiserstuhl und eine Randbergzone mit ein. Die Höhen betragen 90 bis 640 m ü. NN. Lössböden sind regional verbreitet. Das Klima ist warm (Jahresmittel um 10 °C) und relativ trocken (z.T. unter 600 mm Jahresniederschläge); am Kaiserstuhl liegt der wärmste Ort des Landes, nur im Stau des Schwarzwaldes übersteigt die Niederschlagssumme 1000 mm.

Der *Schwarzwald* erreicht im Süden Höhen bis 1493 m ü. NN. Er ist überwiegend aus Buntsandstein, Gneisen und Granit aufgebaut, Rotliegendes (Perm) und Devonschiefer stehen in Randgebieten im Westen an. Die Böden sind überwiegend kalkarm und sauer. Die Jahresniederschläge steigen mit der Höhe von etwa 1000 mm auf über 2000 mm in den Gipfellagen, die Temperaturen nehmen von etwa 9,5 °C am Schwarzwaldfuß bis auf 2,9 °C am Feldberggipfel ab. Die Winter sind lang, obwohl die Entfernung zum Rheintal mit dem frühesten Frühlingsbeginn im Land nur ca. 30 Kilometer beträgt.

Im Norden Baden-Württembergs zwischen unterem Neckar und Main bildet der *Odenwald* das nordöstliche Randgebirge des Oberrheingrabens mit Höhen bis 626 m ü. NN. Der geologische Untergrund besteht vorwiegend aus Buntsandstein, neben Graniten, Porphyren und Basalt, am Westrand (Bergstraße) liegt stellenweise Löss über Granit. Das Klima ist deutlich kühler als in der Rheinebene aber milder als im Schwarzwald. Die Jahresmittel der Temperatur betragen 7-8 °C, die Niederschläge übersteigen nur im Westen 1000 mm.

Das **Neckar-Tauber-Land** bildet zwischen Odenwald und Schwäbischer Alb den flächengrößten Naturraum des Landes (durch Zusammenfassung des Schwäbischen Keuper-Lias-Landes und der Neckar-Tauber-Gäuplatten nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN). Angeschlossen werden hier trotz Entwässerung zur Donau oder zum Hochrhein auch die Baar und das Alb-Wutach-Gebiet. In Nord-Süd- und in Ost-West-Richtung folgen die Schichten des Muschelkalks, des Keupers, des Schwarzen und des Braunen Jura aufeinander. Die Höhen steigen von etwa 200 m im Kraichgau bis auf etwa 900 m ü. NN im Bereich der Baar.

Unter der Bezeichnung *Gäulandschaften* werden die im Wesentlichen aus Muschelkalk aufgebauten Teile des Schichtstufenlandes zusammengefasst: ebene bis hügelige Landschaften mit z.T. sehr tief eingeschnittenen Flusstälern (Tauber, Jagst, Kocher, oberer Neckar). Der Muschelkalk ist oft von geringmächtigen Schichten des Letten- und Gipskeuper oder von Löss überlagert. Die Böden werden überwiegend ackerbaulich genutzt. Die klimatisch günstigsten Regionen sind der Kraichgau, das Neckarbecken nördlich von Stuttgart und das Taubergebiet: Jahresmittel der Temperatur 8 bis 9 °C, Niederschläge 650-700 mm.

Die Schichten des Mittleren Keuper und Schwarzen Jura bauen das *Keuper-Lias-Neckarland* auf. Basen- und z.T. kalkreiche Mergel und Tone wechseln oft rasch ab mit kalkarmen, stark versauerten Sandböden. Die Liasflächen bilden zugleich das Vorland der Schwäbischen Alb. Sie erstrecken sich aber in isolierten Inseln weit in das Keuperland hinaus. Das Klima ist kühler und niederschlagsreicher als auf den Gäuflächen, die Niederschlagssumme kann 1000 mm übersteigen.

Baar und Alb-Wutach-Gebiet sind Naturräume geringer Ausdehnung mit auf engem Raum sehr vielfältiger Geologie, angeschnitten werden alle Schichten vom Buntsandstein bis zum Weißen Jura. Die *Baar* bildet eine hochgelegene Mulde zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb in 600 bis 900 m ü. NN. Das Klima zeichnet sich aus durch große Winterkälte und milde Sommer (Donaueschingen: Januar – 3,1 °C, Juli 15,8°C, Niederschlagssumme 732 mm). Das *Alb-Wutach-Gebiet* schließt im Süden an, es senkt sich von fast 900 m auf 400 m ü. NN. Das Klima ist milder als in der Baar aber zum Hochrhein hin niederschlagsreicher.

Die **Schwäbische Alb** bildet eine mächtige Schichtstufe, die von Südwesten nach Nordosten streicht, die Abgrenzung auf der Südostabdachung gegen das Alpenvorland ist weniger deutlich. Die größte Höhe beträgt 1015 m ü. NN, die niedersten Teile der Ostalb reichen bis 450 m. Die Kalksteine und Mergel des Weißen Jura bilden basenreiche Böden, die oberflächlich aber völlig entkalkt sein können. Die höchsten Niederschlagsmengen fallen entlang des Nordtraufs (bis 1100 mm), zur Donaueseite nehmen sie bis auf etwa 700 mm ab. Die mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen 4,5 und 8 °C. Große Schwankungen zwischen wärmstem und kältestem Monat weisen auf eine kontinentale Tendenz des Klimas hin.

Vom Südostrand der Schwäbischen Alb nach Osten bis zur Landesgrenze gegen Bayern und im Süden bis zum Hochrhein, dem Bodensee und den Rand des Allgäu erstreckt sich das **Alpen-**

vorland (Teile des Voralpinen Hügel- und Moorlandes sowie der Donau-Iller-Lech-Platten nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN). Den geologischen Untergrund bilden tertiäre Molasseschichten und eiszeitliche Schotter und Moränenablagerungen. Die Höhen reichen von 395 m ü. NN am Bodensee bis 1118 m ü. NN an der bereits zu den Voralpen überleitenden Adelegg. Die Niederschlagsmenge steigt von 670 mm im Gebiet der Donauniederung bis 1800 mm im Jahr im Stau der Alpen. Die tiefer gelegenen Teile des Gebietes werden vorwiegend landwirtschaftlich genutzt, die Waldflächen sind dort meist klein und isoliert.

Das *Hochrheingebiet* umfasst das Hochrheintal und den Dinkelberg. Der Rhein besitzt in diesem Bereich keine ausgedehnte Aue, das *Hochrheintal* stellt lediglich einen etwa zwei bis vier Kilometer breiten Niederungstreifen aus fluvioglazialen Schottern dar. Das Klima ist mild und vermittelt zwischen demjenigen des Oberrheinischen Tieflandes und des Bodenseebeckens. Der *Dinkelberg* ist ein dem südwestlichen Gebirgsabfall des Schwarzwaldes vorgelagertes Muschelkalkplateau von geringer Ausdehnung, dessen Höhen bis auf 537 m ü. NN ansteigen. Steigungsregen ergeben Jahresniederschläge um 1000 mm.

2.1.2. Witterung

Die Jahre 1985-1993 zeichneten sich gegenüber den langjährigen Mitteln in fast allen Landesteilen durch weit höhere Wärmesummen im Frühling und Sommer aus. Die Niederschlagsverteilung hingegen war landesweit sowie in den einzelnen Jahren recht verschieden (DEUTSCHER WETTERDIENST, WETTERAMT FREIBURG 1985-1993). Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen bzw. der Niederschlagssummen von den langjährigen Monatsmitteln an Messstationen des Deutschen Wetterdienstes.

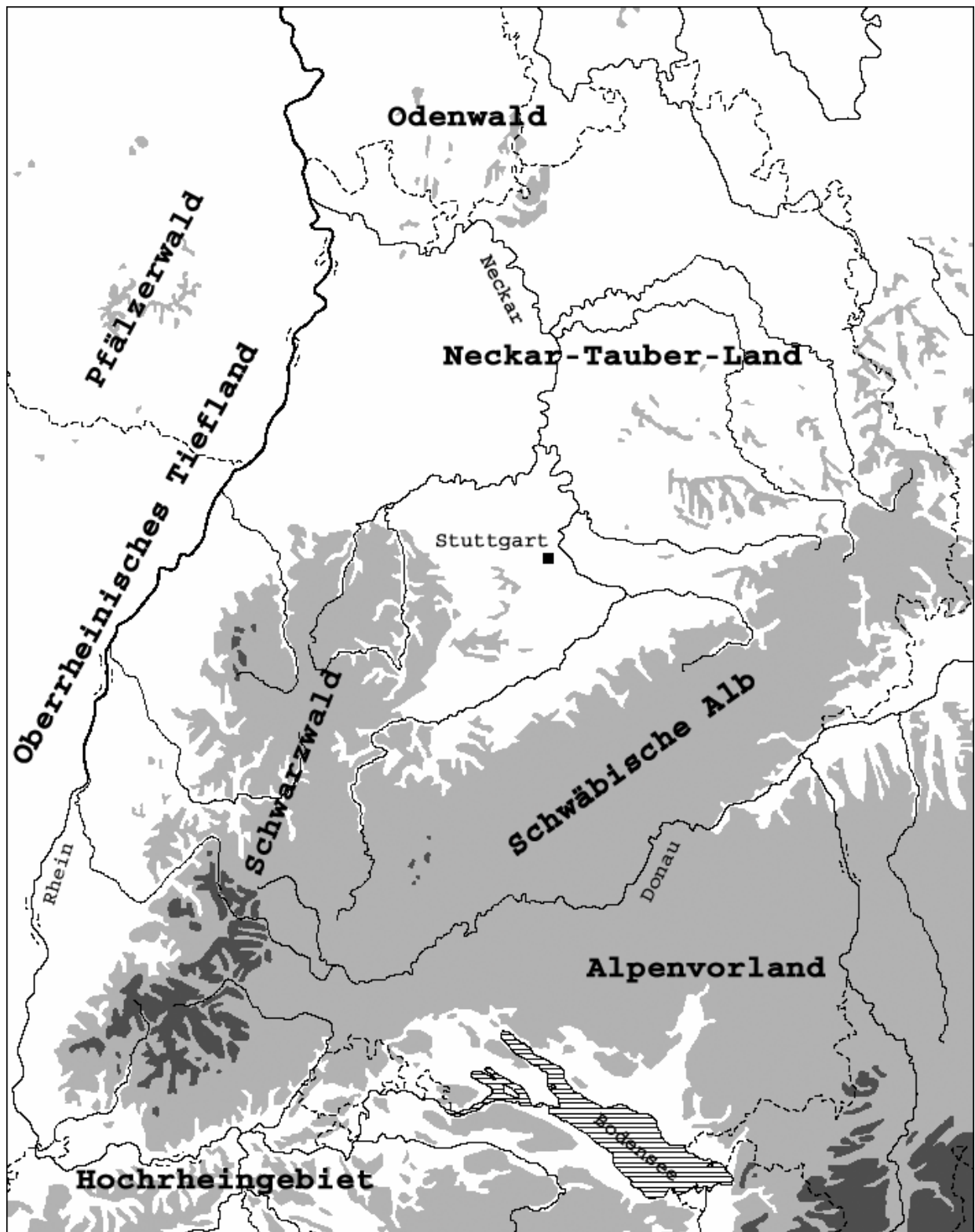


Abb. 1: Die naturräumliche Großgliederung Baden-Württembergs. Höhenlagen: bis 500 m ü. NN weiß, 500-1000 m ü. NN hellgrau und Höhen über 1000 m dunkelgrau. Maßstab ca. 1:1 345 000.

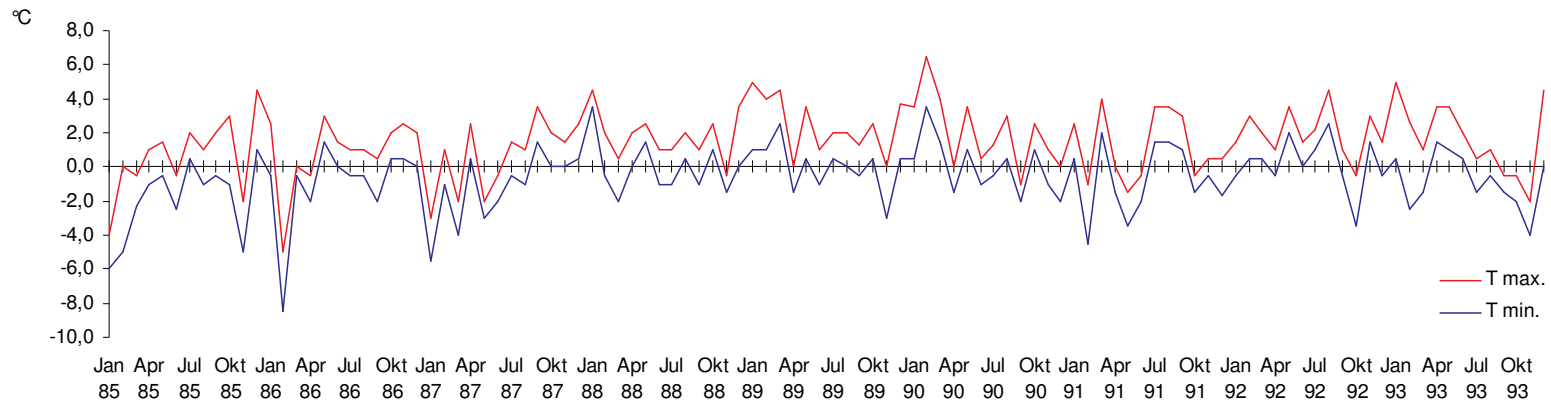


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen 1985-1993 von den langjährigen Mitteln in °C.

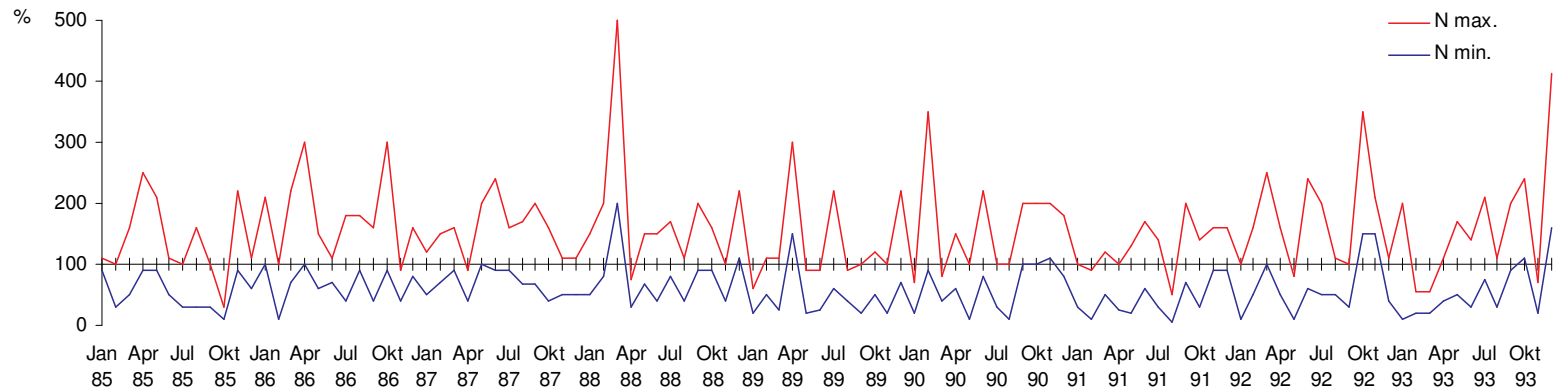


Abb. 3: Entwicklung der monatlichen Niederschlagssummen 1985-1993 in Prozent der langjährigen Mittel.

2.2. Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters

Für die einzelnen naturräumlichen Einheiten (Naturräume) wurden repräsentative Waldgebiete von geringem Hemerobiegrad ausgewählt (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1985, 1986, 1994b) (Abb. 4). Bis 1986 konnten 60 Wald-Dauerbeobachtungsflächen ausgewiesen werden. Im Laufe der folgenden Jahre mussten drei Flächen nach Sturmwurf aufgegeben und ersetzt werden, sodass mittlerweile 63 Standorte in die Untersuchungen einbezogen worden sind, 57 davon über den gesamten Untersuchungszeitraum:

| naturräumliche Haupteinheit | Anzahl der Wald-Dauerbeobachtungsflächen |
|-----------------------------|--|
| Ober rheinisches Tiefland | 10 |
| Schwarzwald | 7 |
| Odenwald | 3 |
| Neckar-Tauber-Land | 22 |
| Schwäbische Alb | 9 |
| Alpenvorland | 10 |
| Hochrheingebiet | 2 |

Die Bestockung sollte der potentiellen natürlichen Vegetation der Standorte annähernd entsprechen. Es handelt sich überwiegend um Gesellschaften des *Fagion sylvaticae* mit der Hauptbaumart Buche, dazu einige Nadelwälder und wenige Auenwälder. Die Höhenlagen reichen von 98 m am Rhein bei Mannheim bis 1260 m ü. NN im Südschwarzwald. Mit der Höhe nehmen die Niederschlagssummen zu und die Mitteltemperaturen ab (Abb. 5). Die pH-Werte der Böden betragen (im Ah-Horizont) 3,0 bis 7,2. Saure Böden sind basenarm, Basensättigungen von 100 % treten ab einem pH-Wert um fünf auf (Abb. 6). Das C/N-Verhältnis ist negativ mit dem pH korreliert. Bezüglich der Nährstoffversorgung wird zwischen eu- und oligotraphenten Wäldern unterschieden. Eutraphente Gesellschaften (hierzu werden auch die *Asperulo-Fageten* gezählt) finden sich an Standorten mit meist hoher Basensättigung bei unterschiedlichen pH-Werten, oligotraphente Waldgesellschaften stehen auf nährstoffarmen Böden bei pH-Werten um drei bis vier (Abb. 7). Nadelwälder treten ausschließlich in höheren Lagen über 650 m auf, mit einer Ausnahme auf sauren Böden. Nähere Angaben zu jeder Fläche enthält Tabelle A 1 im Anhang.

Vegetation und Boden sollen außer durch atmosphärischen Stoffeintrag möglichst wenigen äußeren Einflüssen unterliegen. Alle Wälder haben eine forstliche Nutzungsgeschichte und befinden sich altersmäßig im Reifezustand. Auf den Flächen und in einer umgebenden Pufferzone dürfen keine Bewirtschaftungsmaßnahmen oder andere Eingriffe erfolgen, damit eine annähernde Konstanz der Bedingungen innerhalb der Vegetation gewährleistet bleibt. Die Kernzone umfasst einen Bereich von 20 x 24 Metern. Vom Waldrand wird ein Mindestabstand eingehalten. Bei pflanzensoziologischen Kartierungen wurden im Laufe der Jahre häufig

Zunahmen der Deckungsgrade von Bäumen und Sträuchern sowie Deckungsabnahmen bei krautigen Pflanzenarten festgestellt (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a, THOMAS & KÜBLER-THOMAS 1998).

Turnusmäßig werden eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt: pflanzensoziologische Feinkartierung, Aufnahmen der epiphytischen Flechten, Schadsymptome bei Bäumen und an der Krautschicht, bodenzoologische Erhebungen (Collembolen), Schadstoffanalysen von Buchenblättern, Tannennadeln und Moosen, Schwermetallbelastung im Gewebe von Regenwürmern und Säugetieren, dazu weitere Programme auf einer kleineren Anzahl von Standorten (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994b).

Mikroklima-Messungen wurden nur im Vorversuch an wenigen Stellen durchgeführt. Zu Bodentemperaturen und Bodenfeuchte können daher keine Angaben gemacht werden. Diesbezügliche Schlüsse mussten näherungsweise aus Makroklima, Vegetation, Wasserkapazität und Bodentyp gezogen werden. Für alle Flächen liegen jedoch die Ergebnisse umfangreicher bodenphysikalischer und bodenchemischer Analysen vor (SOLUM 1995).

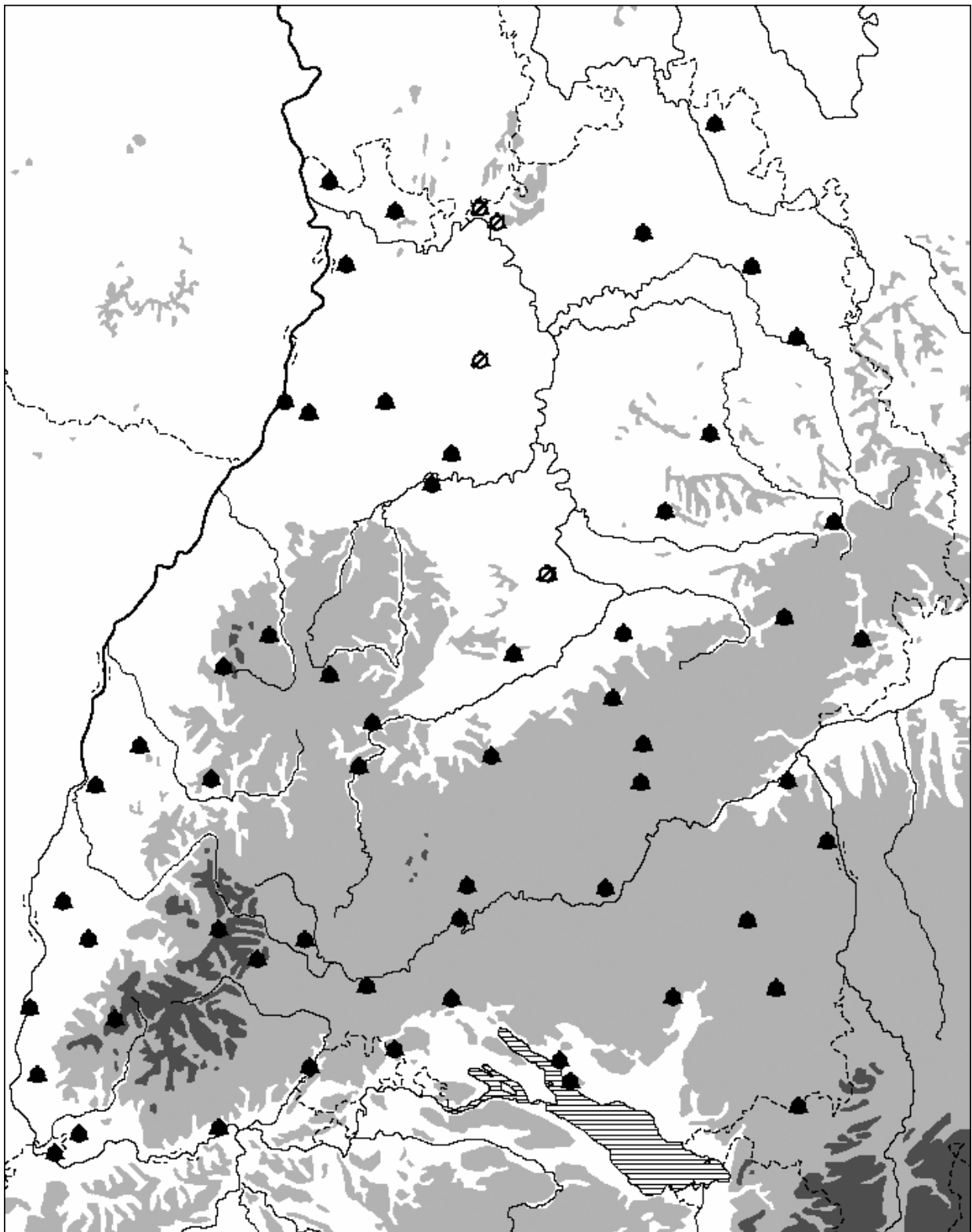


Abb. 4: Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters. Gestrichene Symbole stehen für die während des Untersuchungszeitraums gewechselten Standorte (vgl. Anhang A1). Maßstab ca. 1:1345000.

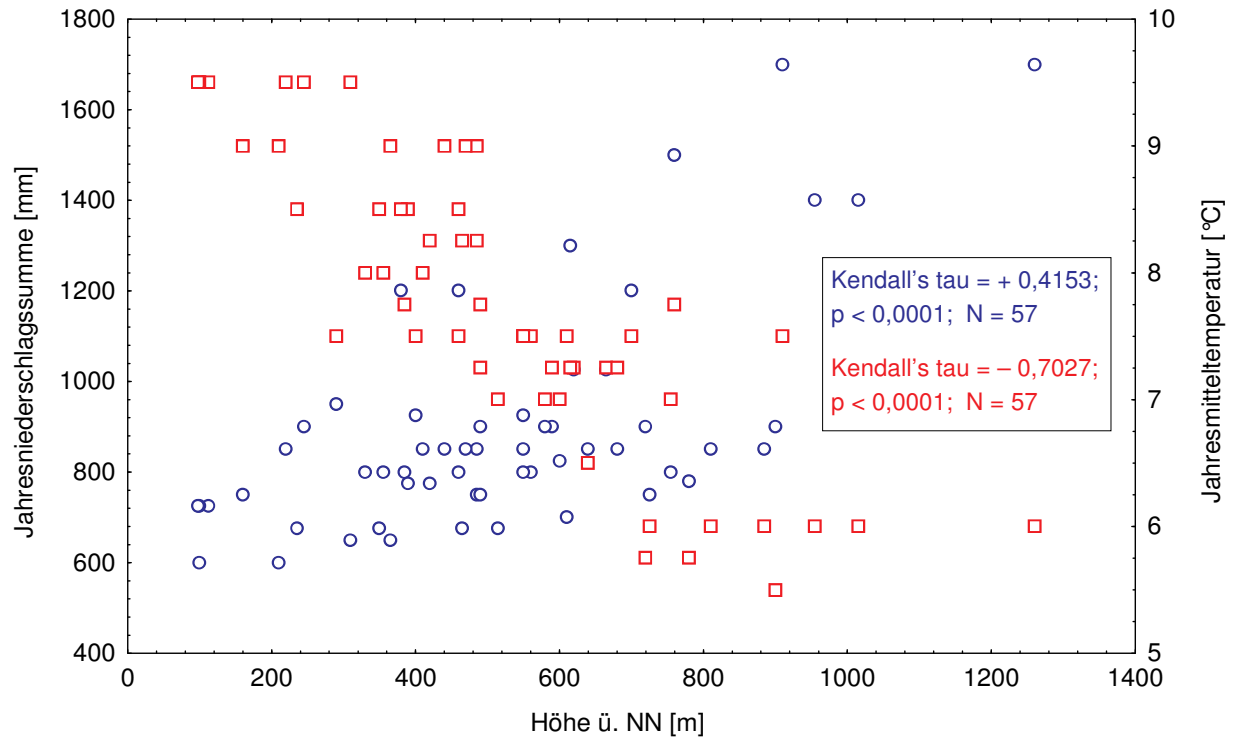


Abb. 5: Relationen zwischen der Höhe ü. NN, Jahresniederschlagssummen (○) und Jahresmitteltemperaturen (□) im Untersuchungsgebiet (57 Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

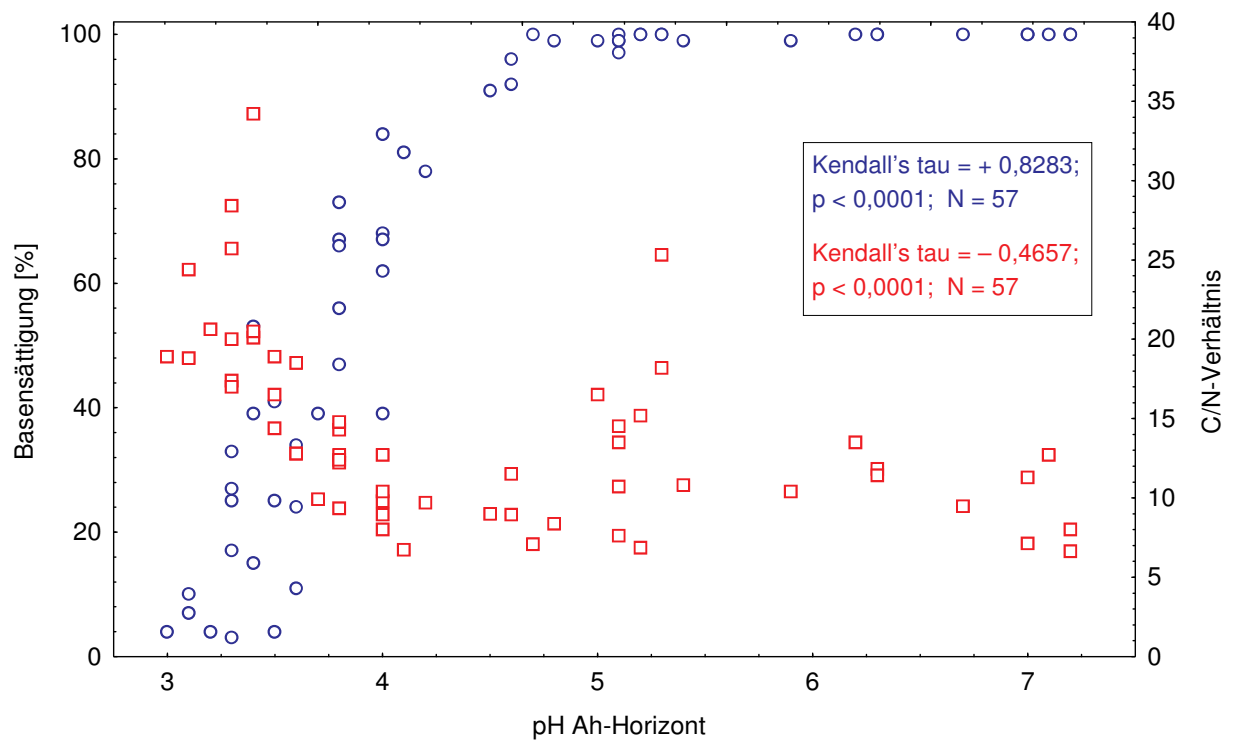


Abb. 6: Beziehungen zwischen pH-Wert, der Basensättigung (○) und dem C/N-Verhältnis (□) in den Böden der Wald-Dauerbeobachtungsflächen (Ah-Horizonte).

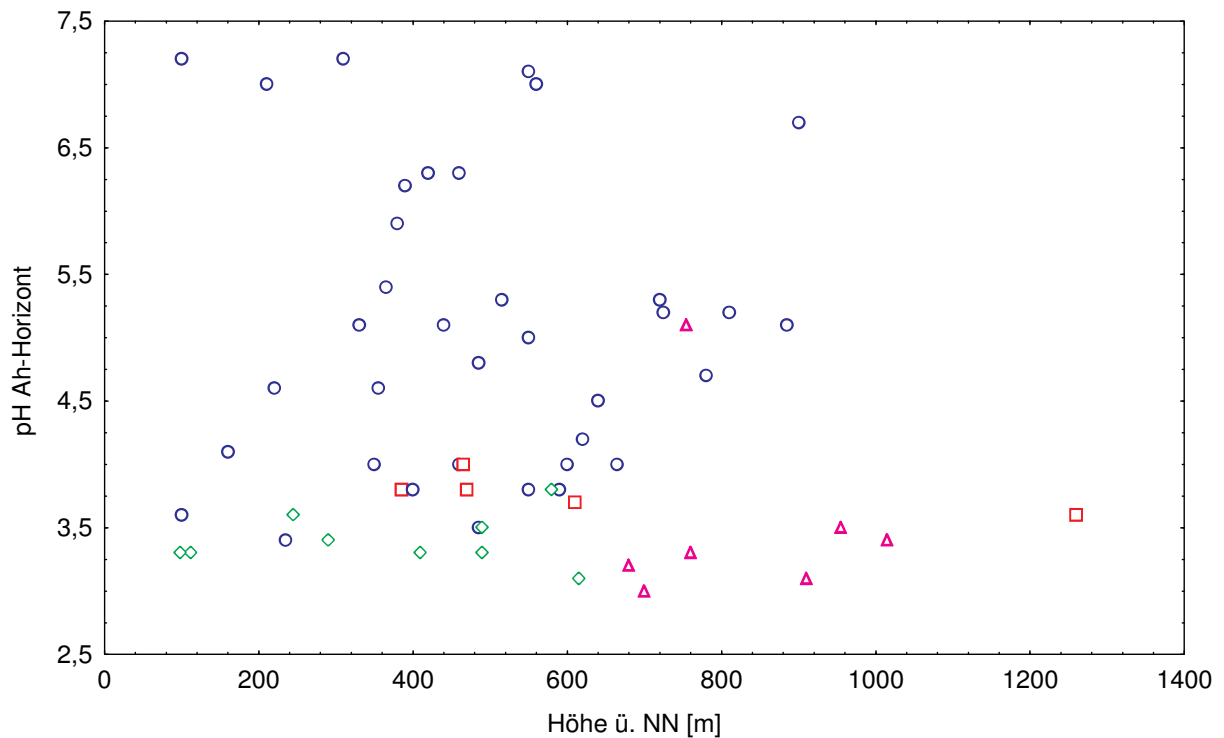


Abb. 7: Waldgesellschaften der Dauerbeobachtungsflächen, Höhe ü. NN und pH-Werte. Es steht \circ für eutraphente Laubwälder, \square für Übergänge, \diamond für oligotraphente Laubwaldgesellschaften und \triangle für Nadelwälder.

2.3. Datenerhebung Collembolen

Probenahmen, Extraktion und Determination der streu- und bodenbewohnenden Collembolen wurden im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz von der Gesellschaft für Umweltbewertung, Umweltplanung, Umweltüberwachung mbH (GEFU) aus Heidelberg durchgeführt (SCHICK & KREIMES 1993, SCHICK & JACOBI 1994).

Alljährlich wurde alternierend die Hälfte der Dauerbeobachtungsflächen beprobt. Die Unterteilung erfolgte so, dass keine geographischen oder standörtlichen Gruppierungen entstanden (randomisiertes Blockdesign mit alternierender Probenahme). Die Probenahmen fanden zu drei Terminen statt: im April/Mai (Frühlingsaspekt), im August (Sommeraspekt) und im Oktober (Herbstaspekt).

Im Gelände sind auf jeder Fläche drei Parzellen von je zwei Metern Kantenlänge abgepflockt. Zu jedem Probenahmetermin wurde aus jeder dieser Parzellen eine Bodenprobe gezogen. Mit einem Stechrohr von 6,8 cm Innendurchmesser wurde ein 8 cm tiefer Bohrkern entnommen und für Transport und Extraktion horizontal in zwei Teilproben zerlegt. Die Auswertung erfolgte über

die ganze Probe ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile von organischer Auflage und Mineralboden.

Die Proben wurden gekühlt ins Labor verbracht. Die Extraktion der Bodenarthropoden erfolgte in einer modifizierten Apparatur nach MACFADYEN (1961). Innerhalb von sechs bis sieben Tagen wurden die Bodenproben bei Temperaturerhöhung von 20 auf 45 °C langsam ausgetrocknet. Hierbei wurden die Transportdosen eingesetzt, ohne dass eine weitere Umlagerung der Bohrkerne nötig war.

Nach vierwöchiger Fixierung in 70%igem Ethanol wurden die Collembolen unter der Stereolupe ausgelesen und zur Aufhellung und Streckung in einem Milchsäure-Glycerin-Gemisch eingebettet. Die Determination erfolgte mit Hilfe eines Phasenkontrastmikroskopes und wurde über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum von Herrn Dr. Schick durchgeführt.

2.4. Datenbestand Collembolen und Standortvariablen

Zur vorliegenden Auswertung wurden Auszüge aus der Datenbank der Landesanstalt für Umweltschutz zum Ökologischen Wirkungskataster Baden-Württemberg im Format von MS-Excel[®]-Tabellen herangezogen. Die Listen nennen die im Untersuchungsjahr gefundenen Arten und deren Abundanz zu den drei jahreszeitlichen Aspekten. Für die Jahre 1986, 1987, 1988 und 1990 sind die Mittel aus den drei Parallelproben jeden Probenahmetermins angegeben, für 1991, 1992 und 1993 die Einzelwerte für die jeweils drei Parallelproben jeden Termins. Im Jahr 1985 erfolgte nur eine Probenahme im Sommer, deren Ergebnisse in einem schriftlichen Bericht jedoch nicht in der Datenbank verfügbar sind. Aufgrund der alternierenden Beprobungen liegen daher von 27 Dauerbeobachtungsflächen bislang drei, von 30 Flächen vier Untersuchungsjahrgänge vor. Zu den Einzelheiten siehe Anhang A 3.

Juvenile Collembolen sind selten taxonomisch bearbeitet worden. Deshalb erweisen sich Artenlisten aus ökologischen Untersuchungen oft als inkonsistent. Die Abundanz umfasst bei manchen Taxa adulte und juvenile Tiere, in anderen Fällen nur Adulti, während nicht determinierbare Juvenile separat unter dem Gattungsnamen aufgeführt werden, z.B. „*Xenylla spec. (juv.)*“. Eine Aufteilung der Jungtiere auf die Arten gemäß dem Verhältnis zwischen den ausgewachsenen Individuen erbringt keinen nachprüfbares Plus an Genauigkeit. Besser wäre bei Bestandsaufnahmen eine generelle Unterscheidung nach Altersklassen, auch der in allen Stadien ansprechbaren Arten.

Da in den Bohrkernen bei der Extraktion der Tiere keine horizontale Zonierung vorgenommen und die unterschiedlichen Mächtigkeiten von Streuauflage und Mineralboden nicht berücksichtigt wurden, sind Aussagen über den bevorzugten Aufenthaltsbereich (z.B. mean depth) der Collembolen nicht möglich.

Die Angaben zu den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind sehr umfangreich. Einen Überblick über die erhobenen Parameter gibt Tabelle 1. Die Wertebereiche sämtlicher Standortvariablen kann der Leser der Tabelle A 2 im Anhang entnehmen. Die Aufnahmen der edaphischen Parameter erfolgten überwiegend 1994, am Ende des hier erfassten Untersuchungszeitraumes. Die Methodik der bodenphysikalischen und -chemischen Erhebungen richtete sich nach den Verwaltungsvorschriften zum Bodenschutzgesetz und den entsprechenden DIN-Normen. Zu Einzelheiten der Messverfahren sei verwiesen auf die Berichte der Landesanstalt für Umweltschutz (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994b, SOLUM 1995). Die Angaben zur Standortfeuchte wurden abgeleitet aus den Zeigerarten in der Krautschicht (THOMAS & KÜBLER-THOMAS 1998, ELLENBERG et al. 1992). Nicht berücksichtigt werden konnten biotische Umweltfaktoren wie Nahrungsangebot bzw. Nahrungswahl, Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehungen, Krankheitserreger oder Parasiten.

Tab. 1: Für die Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg vorliegende Umweltvariablen. Elementgehalte sind jeweils für die organische Auflage und die einzelnen Bodenhorizonte gegeben. Zu Einzelheiten der Messverfahren sei verwiesen auf die Berichte der Landesanstalt für Umweltschutz (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994b, SOLUM 1995). Zur Auswertung im Kontext mit den Collembolengemeinschaften wurden nur die Daten der organischen Auflage und des Ah-Horizontes herangezogen.

Parameter

Geographische Faktoren

- Klima der naturräumlichen Einheiten (langjährige Mittel v. Temperatur und Niederschlägen)
- topographische und orographische Lage der Flächen (incl. Höhe ü. NN, Hangneigung)
- Geologie (Petrographie, Stratigraphie), Gründigkeit und Bodentyp

Vegetation

- Waldgesellschaft, Hauptbaumart
- Deckungsgrade der Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht
- mittlere Ellenbergsche Zeigerwerte für die Krautschicht: Lichtzahl, Stickstoffzahl, Reaktionszahl, Temperaturzahl, Feuchtezahl (THOMAS & KÜBLER-THOMAS 1998, ELLENBERG et al. 1992)

Humusökologische Faktoren

- Humusform
- mikrobielle Biomasse (C_{mikrob} , für 0-10 cm Bodentiefe) nach ANDERSON & DOMSCH (1978)

Bodenphysik

- Mächtigkeiten der organischen Auflage und der Bodenhorizonte
- Korngrößenverteilung der Feinerde, Bodenart, Wasserkapazität [Vol.-%]

- Lagerungsdichte, Gefügeform
- Durchwurzelungsintensität, Makroporen (Durchmesser, Regenwurmgänge)

Bodenchemie

- C_{org} (TOC) aus trockener Veraschung und Messung des entstandenen CO₂
 - N_{ges} (modifiziert nach DIN EN 25663, NH₃-Freisetzung und Titration) und C/N-Verhältnis
 - P_{ges} (spektroskopisch aus Königswasserauszug) und P_{mob} (spektroskopisch aus NH₄Cl-Extrakt) sowie C/P-Verhältnis
 - Basengehalte (Ca, Mg, K, Na) gesamt (spektroskopisch aus Königswasserauszug) und austauschbar (spektroskopisch aus NH₄Cl-Extrakt)
 - Karbonatgehalt (Manometrische Karbonatbestimmung nach VDLUFA 1991)
 - pH-Wert (in 0,01-molarer CaCl₂-Lösung), Gesamtazidität, KAK_{eff} nach Titration aus NH₄Cl-Extrakt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998), Pufferkapazität gegenüber Säuren (SOLUM 1995)
 - Al- und Mn-Gehalte (spektroskopisch, gesamt aus Königswasserauszug und austauschbar aus NH₄Cl- bzw. Ammoniumnitratextrakt)
 - Schwermetallgehalte (Pb, Cd, Zn, Cu, Mo) gesamt (spektroskopisch aus Königswasserauszug) und austauschbar (spektroskopisch aus Ammoniumnitratextrakt)
 - Bewertung der Schwermetallgehalte im Vergleich mit geogenen Hintergrundwerten
-

2.5. Datenaufbereitung

Taxonomische Unklarheiten in den Artenlisten wurden auf der Basis eigener Sachkenntnis und in Rücksprache mit Herrn Dr. Schick beseitigt, die Nomenklatur auf den aktuellen Stand gebracht. Auf Synonymien bzw. differierende Auffassungen über den Artstatus von Sippen wird im Einzelnen hingewiesen. Der mit der „Checklist of the Collembola of the World“ (BELLINGER et al. 1996-2003) vorgegebenen Aufspaltung verschiedener Genera bin ich nicht gefolgt, um den Leser nicht mit zahlreichen ungewohnten Namen zu konfrontieren. In der *Onychiurus armatus*-Gruppe werden die seit GISIN (1952) beschriebenen Morphospezies trotz ihres z.T. umstrittenen Status (vgl. POMORSKI 1990, HOPKIN 1997, BELLINGER et al. 1996-2003) vorläufig wie gute Arten behandelt, da einerseits in der Zuordnung von Synonymen noch keine einheitliche Ansicht zu herrschen und andererseits das Auftreten bestimmter Sippen in Zusammenhang mit Standortparametern zu stehen scheint (Erläuterungen hierzu unter *O. armatus*-Gruppe im Ergänzungsband, Kapitel I).

Nach Zusammenfassung der Jahrgangslisten zu einer auf alle nachgewiesenen Collembolenarten erweiterten Tabelle wurden die folgenden Parameter zur Charakterisierung der Zönosen und der einzelnen Arten berechnet:

- die mittlere Abundanz (Individuen/m²) jeder Art auf jeder Dauerbeobachtungsfläche für die einzelnen Probenahmetermine, Jahrgänge und im mehrjährigen Mittel,
- die Gesamtabundanz (Individuen/m²) der Collembolen auf jeder Dauerbeobachtungsfläche für die einzelnen Probenahmetermine, Jahrgänge und im mehrjährigen Mittel,
- die Dominanz (relative Abundanz in %) jeder Art auf jeder Dauerbeobachtungsfläche für die Probenahmetermine, Jahrgänge und im mehrjährigen Mittel, denn sie erlaubt eine von der Collembolen-Gesamtabundanz unabhängige Betrachtung,
- die Zahl nachgewiesener Arten auf jeder Dauerbeobachtungsfläche für die Probenahmetermine, Jahrgänge und über den gesamten Untersuchungszeitraum,
- die Anzahl der Vorkommen jeder Collembolenart,
- die Anzahl syntoper Vorkommen für alle möglichen Artenpaare in Matrixform,
- die Individuenzahlen der gefangenen Tiere aus den Abundanzen, der Probenzahl und der Grundfläche eines Bohrkerns (vgl. Kapitel 2.3.),
- die Anteile der Lebensformtypen euedaphisch, hemiedaphisch und atmobiont an den Gemeinschaften in Prozent für die Probenahmetermine sowie im mehrjährigen Mittel.

Um die Schwankungen der Collembolenabundanzen zwischen den Probenahmeterminen unter den Flächen vergleichen zu können, wurde die *AD-Streuung* (average deviation = mittlere Abweichung vom arithmetischen Mittel, BORTZ 1989) normiert, d.h. durch das mehrjährige Mittel der Gesamtabundanz der jeweiligen Fläche geteilt.

Als Diversitätsmaß wurde die *Evenness* berechnet (PIELOU 1969, MÜHLENBERG 1993). Dabei wurden die mehrjährigen Summen der Individuenzahlen sowie die Gesamtzahl der auf jeder Fläche nachgewiesenen Arten eingesetzt. Die Aussagekraft der Evenness nach Pielou ist beim Vergleich verschiedener Standorte größer als z.B. diejenige des Diversitätsindex nach Shannon, da die Evenness die (evtl. sehr unterschiedliche) Artenzahl stärker berücksichtigt. Bei maximaler Gleichverteilung der Individuen auf die Arten nähme sie den Wert 1 an, in der Praxis liegt sie zwischen 0 und 1.

Die faunistische Ähnlichkeit der Gemeinschaften wurde über die *Dominanzidentität* nach Renkonen (MÜHLENBERG 1993) bestimmt. Dabei werden die jeweils kleineren Dominanzwerte der gemeinsamen Arten zweier Flächen aufsummiert. Die Renkonenzahl kann Werte von 0 bis 1 (dezimal) bzw. 0 % bis 100 % erreichen. Wegen des paarweisen Vergleichs ergibt sich für die Wald-Dauerbeobachtungsflächen eine Matrix von 57 x 57.

Nach Bestimmung der beobachteten (kumulativen) Gesamtartenzahlen, d.h. der Anzahl tatsächlich nachgewiesener Arten, wurde eine *Schätzung der Artenzahl* für jede Fläche vorgenommen mit dem Verfahren ACE = Abundance-based Coverage Estimator of species richness (CHAZDON et al. 1998, CHAO et al. 1993). Dies war nötig, da nach drei bzw. vier Jahren noch nicht von einer

vollständigen Erfassung des Artenspektrums ausgegangen werden kann. ACE ist enthalten im Programm EstimateS (COLWELL 1994-2000). Das Verfahren geht aus von der Summe der Antreffwahrscheinlichkeiten der beobachteten Arten und stützt sich bei der Extrapolation auf die seltenen Taxa in der Annahme, dass auch die „übersehenen“ Formen nur in geringer Abundanz auftreten. Die Berechnung hat Herr Dr. K. Ekschmitt durchgeführt, von dem ich die Ergebnisse dankenswerter Weise übernehmen konnte (vgl. EKSCHMITT et al., im Druck).

Für folgende Anwendungen mussten die nur bis zur Gattung determinierten Juvenilen aus den Listen eliminiert werden: Evenness, Dominanzidentität, Abschätzung der Artenzahlen, interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur (Kendall's W, siehe Kapitel 2.6.). Dies geschah durch eine proportionale Aufteilung auf die Arten gemäß den Fangzahlen der adulten Tiere. Traten auf einer Fläche ausschließlich Juvenile eines Taxons auf, wurden diese der häufigsten Art der Gattung zugeordnet.

Die beobachtete Gesamtartenzahl ist abhängig von der Zahl der Probenahmeterminale. Sie geht auch ein in die Berechnung der Evenness. Um für alle Flächen von einer etwa gleich großen Probenzahl auszugehen, wurden Gesamtartenzahl und Evenness für die interferenzstatistischen Analysen unter Ausschluss des Jahrgangs 1986 ermittelt.

Zur Erleichterung der Auswertung wurden des Weiteren einzelne, nominal skalierte Variablen in ordinale Skalierung transformiert (vgl. Tabelle A 2 im Anhang): die Waldgesellschaft, eingeteilt in die Klassen 1 (eutraphente Laubwälder), 2 (oligotraphente Laubwälder) und 3 (oligotraphente Nadelwälder) sowie die Humusform in aufsteigender Folge von L-Mull (Klasse 1) bis zum roh-humusartigen Moder (Klasse 5). Maßgebend waren hierfür die Gradienten der Nährstoffversorgung bzw. des C/N-Verhältnisses.

2.6. Auswertungsverfahren

Die folgende Software wurde bei der Auswertung eingesetzt: CANOCO[®] for Windows Version 4.02 (Centre for Biometry Wageningen CPRO-DLO, Wageningen, The Netherlands) für die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA), STATISTICA[®] for Windows Version 5.0 A (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA) für alle übrigen statistischen Analysen.

Vorab durchgeführte Tests nach *Kolmogoroff-Smirnov* wie auch *Shapiro-Wilk* ergaben, dass die Artenabundanzen nicht normalverteilt sind. Zur Auswertung dieses Parameters wurden daher verteilungsfreie Verfahren vorgezogen.

Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA, Canonical Correspondence Analysis)

Mit dem Ziel, sowohl die Arten in ihren Beziehungen zu den wichtigsten Umweltparametern darzustellen wie auch die Wald-Dauerbeobachtungsflächen nach ihren Standorteigenschaften zu ordnen, wurde die Kanonische Korrespondenzanalyse angewandt. Dieses Verfahren erzeugt ein Achsensystem aus linearen Kombinationen der Umweltvariablen. Für die Arten werden dabei unimodale Beziehungen (in Form eingipfliger Optimumskurven) zu den Standortparametern angenommen.

Die Ausführung erfolgte mit den logarithmierten Artenabundanzen, um die häufig auftretenden extremen Werteunterschiede zu glätten. Über die Prozedur „Downweighting of rare species“ erhielten seltene Arten geringeres Gewicht bis hin zum Ausschluss aus den Berechnungen.

Zur Reduktion der Anzahl der Umweltvariablen von über einhundert auf eine überschaubar kleine Gruppe, wurde die Funktion „Forward selection of environmental variables“ gewählt. Mit Monte-Carlo-Tests wurde bei 1000 Permutationen die Signifikanz des Beitrages jeder Variablen zum Modell in einem iterativen Verfahren geprüft. Als Signifikanzschränke wurde mit $p = 0,001$ der kleinst mögliche Wert vorgegeben. Anschließend wurde die Ordination mit den selektierten Umweltvariablen durchgeführt.

In zwei weiteren Ansätzen wurde die Ordination mit nach eigener Expertise ausgewählten Standortvariablen durchgeführt: a) mit C/N-Verhältnis, Basensättigung, pH-Wert und Tongehalt des Ah-Horizontes, der mikrobiellen Biomasse (C_{mikrob}), Mächtigkeit der organischen Auflage, Jahresniederschlagssumme und Jahresmitteltemperatur, b) mit den Schwermetallgehalten (Pb, Cd, Zn, Cu) gesamt sowie austauschbar im Ah-Horizont und gesamt in der organischen Auflage. Bestimmend für diese Auswahl waren die in der Literatur über bodenbewohnende Collembolen häufig zur Standortbeschreibung herangezogenen Parameter sowie die Intention des Ökologischen Wirkungskatasters.

Mit Hilfe von Monte-Carlo-Tests (bei 1000 Permutationen) wurden jeweils die Beziehungen zwischen den Ordinationsachsen und Collembolenabundanzen auf ihre Signifikanz geprüft.

Konkordanzkoeffizient W nach Kendall

Als Maß der interannuellen Stabilität und damit der Prognostizierbarkeit der Zusammensetzung von Collembolengemeinschaften in Waldböden führte BENGTTSSON (1994) den Konkordanzkoeffizienten W nach Kendall (Kendall's W) ein (zur Berechnung vgl. BORTZ et al. 2000). W kann Werte von 0 bis 1 annehmen. Für die Zönosen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wurde W errechnet zwischen den mittleren Artenabundanzen der Jahrgänge auf jeder Fläche. Taxa, die auf der jeweiligen Fläche während des gesamten Untersuchungszeitraumes nur mit einem oder zwei Individuen auftraten, wurden nicht berücksichtigt. Da W mit der Zahl der Untersuchungsjahrgänge abnimmt (BENGTTSSON 1994, bestätigt am vorliegenden Datensatz) wurden für die wei-

teren interferenzstatistischen Tests die Werte des Konkordanzkoeffizienten unter Ausschluss der Daten von 1986 verwandt. Damit geht jede Flächen mit drei Jahrgängen ein.

Kendall's tau (Rangkorrelation)

Um alle Variablen, auch diejenigen, welche in der Korrespondenzanalyse nicht berücksichtigt wurden, einer systematischen Prüfung zu unterziehen, wurde Kendall's tau im Rahmen mehrerer Fragestellungen eingesetzt:

1. Die Kenngrößen der Zönosen (Gesamtabundanz, normierte AD-Streuung, Artenzahl, Evenness, Kendall's W, Anteile der Lebensformtypen) wurden im univariaten Test untereinander und mit allen Umweltvariablen korreliert.
2. Zur vollständigen Übersicht für die Autökologie (im Ergänzungsband) wurde Kendall's tau ermittelt zwischen allen Umweltvariablen und Artenabundanz.
3. Zur Prüfung auf Vikarianz wurden Präsenz und Absenz (1 und 0) aller Arten in einer Matrix gegeneinander korreliert.
4. Auch zwischen allen Umweltvariablen wurde Kendall's tau in Matrixform bestimmt.

Zu beachten ist, dass es sich im Gegensatz zur Korrespondenzanalyse um ein univariates Verfahren handelt, das auf einen monotonen Zusammenhang zwischen den Variablen prüft. Eine Datentransformation ist nicht nötig, da nur ordinale Information verwertet wird.

Bei der großen Anzahl von Rangkorrelationen, die jeweils auf ihre Signifikanz geprüft wurden, ist eine Berücksichtigung der *Fehlerkumulation* notwendig. Mit Hilfe der Verteilungsfunktion der *Binominalverteilung* kann bei häufiger Durchführung von Tests die Anzahl signifikanter Ergebnisse kontrolliert werden (BORTZ et al. 2000). Mit diesem Verfahren wird die globale Nullhypothese („Es gibt keine signifikanten Zusammenhänge.“) überprüft. Es setzt simultane, voneinander unabhängige Tests voraus. Im vorliegenden Fall treten wegen zahlreicher Interkorrelationen zwischen den Umweltvariablen teilweise abhängige Ergebnisse ein. BORTZ et al. empfehlen seine Anwendung jedoch auch unter diesen Bedingungen.

Für eine Anzahl x signifikanter Ergebnisse mit $x > p \cdot n$, gilt

$$P_{\text{binominal}}(\geq x \text{ Signifikante}) = 1 - P(x-1; n, p) = \sum_{y=0}^{x-1} \binom{n}{y} \cdot p^y \cdot (1-p)^{n-y}$$

mit n ... Zahl der durchgeführten Tests

und p ... Signifikanzschranke $\alpha = 0,05$.

Für die Rangkorrelationen zwischen einer biozönotischen Größe oder Artenabundanz und den 102 Umweltvariablen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen gilt, dass mindestens zehn signifikante Ergebnisse vorliegen müssen, ehe man tatsächlich von Zusammenhängen ausgehen kann.

Bei der Suche nach signifikanten jahreszeitlichen Unterschieden in der Individuendichte der Collembolenarten wurde der *U-Rangsummentest* nach Mann & Whitney angewandt.

Da Veränderungen der edaphischen Parameter während des Untersuchungszeitraums kaum dokumentiert sind (SOLUM 1995) und flächenbezogene Angaben über die Witterung nicht vorliegen, wurden die statistischen Analysen mit den mehrjährigen arithmetischen Mitteln der Artenabundanzen durchgeführt. In die Berechnung von Korrelationen zwischen Individuendichten einzelner Arten und den Umweltparametern (Ergebnisse im Ergänzungsband) wurden stets alle 57 Standorte einbezogen, von denen drei oder vier Probenjahrgänge vorliegen, auch wenn die betreffende Art auf einem Teil der Flächen nicht nachgewiesen ist (Wert Null).

Die Werte der abiotischen Parameter von Ah-Horizont und organischer Auflage wurden in den Analysen eingesetzt ungeachtet der wechselnden Mächtigkeit beider Lagen an den Standorten. Tiefere Horizonte wurden nicht berücksichtigt.

Nicht in den Analysen verwendet wurden alle Variablen, die nicht ordinal skaliert sind, sowie der Karbonatgehalt in Klassen, austauschbares Molybdän und die Bewertungsstufen der Schwermetallbelastung in der organischen Auflage, da die Hintergrundwerte hier nur vereinzelt überschritten werden, aus demselben Grund auch die Bewertung von austauschbarem Kupfer im Ah-Horizont.

3. Ergebnisse

Der folgende Abschnitt enthält zunächst eine Übersicht über die Beziehungen zwischen den Standortparametern der Wald-Dauerbeobachtungsflächen (Kapitel 3.1.). Es schließt sich eine allgemeine Einführung in die Collembolenzönosen an mit Beschreibung des Artenspektrums, Überblick über Artenzahlen, Abundanzen, Dominanzverhältnisse und faunistische Ähnlichkeit (Kapitel 3.2.). In einzelnen Kapiteln (3.3. bis 3.11.) werden daraufhin die biozönotischen Größen und spezielle Fragestellungen detailliert ausgearbeitet. Abgeschlossen wird dieser Teil durch die Ergebnisse der Ordination der Arten und Gemeinschaften mit Hilfe der Kanonischen Korrespondenzanalyse (Kapitel 3.12.). Die Unterkapitel folgen der allgemeinen Aufgabenstellung (vgl. Einleitung Kapitel 1.3.):

- Charakterisierung der Collembolengemeinschaften,
- Einfluss von Standortfaktoren,
- Auswirkung anthropogener Belastungen bzw. Veränderungen.

3.1. Korrelationen zwischen Umweltvariablen

Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters bestehen zahlreiche signifikante Beziehungen zwischen Umweltvariablen. Tabelle 2 zeigt eine Auswahl, im Anhang A 4 wird eine größere Zahl von Variablen berücksichtigt.

Häufig sind die Korrelationen bedingt durch die naturräumliche Gliederung Baden-Württembergs. Die meisten Standorte der montanen Stufe liegen in der südlichen Landeshälfte. Mit steigender Meereshöhe sinken die Jahresmittel der Temperatur, besonders die Winter sind kälter und länger, die Jahresniederschlagssummen nehmen dagegen zu. Die höchsten Niederschläge fallen im Schwarzwald und im Stau der Alpen, d. h. im Süden. Niederschlagsarm sind die Oberrheinebene, die Gäuflächen und die östliche Alb, vorwiegend Gebiete im Norden. Entsprechend bestehen Korrelationen zwischen den Klimavariablen und der geographischen Breite.

Neben den abiotischen Faktoren Klima, Höhe, Bodenphysik und -chemie wurde auch die Vegetation in die Berechnungen einbezogen (Waldgesellschaft, Kraut- und Moosschicht). Sie ist sowohl vom Klima wie auch vom Boden stark beeinflusst. Waldgesellschaft und Zusammensetzung der Kraut- und Moosschicht sind stark mit edaphischen Standortfaktoren korreliert, z.B. die Artenzahl in der Krautschicht positiv mit dem pH-Wert, die Artenzahl der Moose negativ mit dem pH-Wert. Daneben bestehen Bezüge zu Klima und Höhe ü. NN, wie z.B. für das Auftreten von Nadelhölzern in höheren, humiden Lagen oder für die mittlere Temperaturzahl der Krautschicht.

Die meisten bodenphysikalischen und -chemischen Größen besitzen keine signifikante Beziehung zur Meereshöhe und Landesgeographie. Hier bestehen die aus der Bodenkunde bekannten Zusammenhänge. Tonreiche Böden zeichnen sich aus durch höhere Basen- und Nährstoffgehalte, sandige Böden sind basen- und nährstoffarm. Flachgründige Böden finden sich häufiger im Bergland, Lössböden dagegen vorwiegend in den tieferen Lagen, im Oberrheingebiet oder den Gäuflächen. In sauren Böden herrscht Moderhumus vor, die organische Auflage ist stärker als auf basenreichen Böden mit Mullhumus. Die mikrobielle Biomasse zeigt neben den Beziehungen zu Bodenart, Humus-, Basen- und Nährstoffgehalten auch eine positive Korrelation zur Höhe ü. NN und eine negative zur Jahresmitteltemperatur.

Tab. 2: Univariate Rangkorrelationen (Kendall's tau) zwischen ausgewählten Umweltfaktoren. Signifikante Beziehungen ($\alpha = 0,05$; $N = 57$) sind fett hervorgehoben. Eine Übersicht unter Berücksichtigung zahlreicher weiterer Variablen gibt die Tabelle A 4 im Anhang. Zur Methodik der Datenerhebung siehe Tabelle 1.

| | Höhe ü. NN | Jahresniederschlagssumme | Jahresmitteltemperatur | Hochwert [Gauß-Krüger] | Waldgesellschaft | Kormophytenarten Krautschicht | Moosarten Mooschicht | Stickstoffzahl Krautschicht | Reaktionszahl Krautschicht | Temperaturzahl Krautschicht | Bodengründigkeit [Klassen] | Mächtigkeit der organ. Auflage | Humusform [L-Mull - rohh. Moder] | Humusgehalt Ah-Horizont [%] | mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) | Sandgehalt Ah-Horizont | Schluffgehalt Ah-Horizont | Tongehalt Ah-Horizont | pH-Wert Ah | Basensättigung Ah-Horizont | C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | N ges. im Ah | C/N-Verhältnis im Ah-Horizont |
|---|--------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Höhe ü. NN | -- | 0,42 | -0,70 | -0,27 | 0,18 | -0,13 | 0,17 | -0,20 | -0,22 | -0,33 | -0,29 | -0,01 | -0,10 | 0,18 | 0,37 | 0,07 | -0,23 | 0,09 | -0,07 | -0,06 | 0,00 | 0,14 | 0,08 |
| mittlere Jahresniederschlagssummen | 0,42 | -- | -0,32 | -0,30 | 0,31 | -0,26 | 0,27 | -0,26 | -0,38 | -0,40 | -0,10 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,25 | -0,25 | -0,15 | -0,25 | -0,15 | -0,32 | 0,21 | -0,12 | 0,24 |
| mittlere Jahresmitteltemperaturen | -0,70 | -0,32 | -- | 0,16 | -0,07 | 0,00 | -0,08 | 0,10 | 0,26 | 0,30 | 0,02 | 0,16 | -0,24 | -0,39 | 0,06 | 0,16 | -0,18 | 0,01 | -0,02 | 0,10 | -0,20 | -0,06 | |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | -0,27 | -0,30 | 0,16 | -- | 0,10 | 0,00 | -0,10 | 0,00 | 0,05 | 0,13 | 0,05 | 0,18 | 0,25 | -0,04 | -0,20 | -0,08 | -0,06 | -0,05 | -0,10 | -0,05 | -0,05 | -0,18 | 0,16 |
| Waldges. [eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 0,18 | 0,31 | -0,07 | 0,10 | -- | -0,55 | 0,40 | -0,55 | -0,68 | -0,51 | 0,27 | 0,40 | 0,52 | 0,00 | -0,27 | 0,46 | -0,31 | -0,45 | -0,66 | -0,65 | 0,38 | -0,36 | 0,53 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | -0,13 | -0,26 | 0,00 | 0,00 | -0,55 | -- | -0,10 | 0,32 | 0,45 | 0,27 | -0,11 | -0,36 | -0,35 | 0,02 | 0,20 | -0,29 | 0,20 | 0,31 | 0,41 | 0,37 | -0,34 | 0,27 | -0,32 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 0,17 | 0,27 | -0,08 | -0,10 | 0,40 | -0,10 | -- | -0,23 | -0,38 | -0,39 | 0,11 | 0,06 | 0,08 | -0,07 | -0,10 | 0,23 | -0,20 | -0,18 | -0,34 | -0,39 | 0,12 | -0,19 | 0,18 |
| mittlere Stickstoffzahl für die Krautschicht | -0,20 | -0,26 | 0,10 | 0,00 | -0,55 | 0,32 | -0,23 | -- | 0,56 | 0,36 | -0,06 | -0,35 | -0,38 | -0,03 | 0,08 | -0,23 | 0,07 | 0,26 | 0,37 | 0,38 | -0,19 | 0,18 | -0,38 |
| mittlere Reaktionszahl für die Krautschicht | -0,22 | -0,38 | 0,12 | 0,05 | -0,68 | 0,45 | -0,38 | 0,56 | -- | 0,49 | -0,23 | -0,29 | -0,39 | 0,06 | 0,28 | -0,35 | 0,20 | 0,40 | 0,65 | 0,64 | -0,30 | 0,36 | -0,42 |
| mittlere Temperaturzahl für die Krautschicht | -0,33 | -0,40 | 0,26 | 0,13 | -0,51 | 0,27 | -0,39 | 0,36 | 0,49 | -- | -0,07 | -0,15 | -0,14 | -0,09 | 0,09 | -0,17 | 0,07 | 0,17 | 0,35 | 0,38 | -0,17 | 0,10 | -0,28 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | -0,29 | -0,10 | 0,30 | 0,05 | 0,27 | -0,11 | 0,11 | -0,06 | -0,23 | -0,07 | -- | 0,02 | 0,14 | -0,34 | -0,56 | 0,24 | 0,10 | -0,37 | -0,36 | -0,37 | 0,06 | -0,38 | 0,00 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | -0,01 | 0,14 | 0,02 | 0,18 | 0,40 | -0,36 | 0,06 | -0,35 | -0,29 | -0,15 | 0,02 | -- | 0,64 | 0,06 | -0,18 | 0,28 | -0,13 | -0,40 | -0,40 | -0,40 | 0,35 | -0,23 | 0,43 |
| Humusform [L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | -0,10 | 0,10 | 0,16 | 0,25 | 0,52 | -0,35 | 0,08 | -0,38 | -0,39 | -0,14 | 0,14 | 0,64 | -- | 0,03 | -0,28 | 0,38 | -0,20 | -0,45 | -0,44 | -0,41 | 0,48 | -0,30 | 0,48 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] | 0,18 | 0,07 | -0,24 | -0,04 | 0,00 | 0,02 | -0,07 | -0,03 | 0,06 | -0,09 | -0,34 | 0,06 | 0,03 | -- | 0,41 | -0,23 | 0,01 | 0,27 | 0,19 | 0,21 | 0,13 | 0,52 | 0,23 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm | 0,37 | 0,07 | -0,39 | -0,20 | -0,27 | 0,20 | -0,10 | 0,08 | 0,28 | 0,09 | -0,56 | -0,18 | -0,28 | 0,41 | -- | -0,36 | 0,01 | 0,58 | 0,43 | 0,47 | -0,10 | 0,56 | -0,15 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 0,07 | 0,25 | 0,06 | -0,08 | 0,46 | -0,29 | 0,23 | -0,23 | -0,35 | -0,17 | 0,24 | 0,28 | 0,38 | -0,23 | -0,36 | -- | -0,49 | -0,62 | -0,47 | -0,48 | 0,31 | -0,42 | 0,24 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | -0,23 | -0,25 | 0,16 | -0,06 | -0,31 | 0,20 | -0,20 | 0,07 | 0,20 | 0,07 | 0,10 | -0,13 | -0,20 | 0,01 | 0,01 | -0,49 | -- | 0,11 | 0,31 | 0,26 | -0,27 | 0,20 | -0,26 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 0,09 | -0,15 | -0,18 | -0,05 | -0,45 | 0,31 | -0,18 | 0,26 | 0,40 | 0,17 | -0,37 | -0,40 | -0,45 | 0,27 | 0,58 | -0,62 | 0,11 | -- | 0,53 | 0,56 | -0,28 | 0,53 | -0,28 |
| pH-Wert Ah | -0,07 | -0,25 | 0,01 | -0,10 | -0,66 | 0,41 | -0,34 | 0,37 | 0,65 | 0,35 | -0,36 | -0,40 | -0,44 | 0,19 | 0,43 | -0,47 | 0,31 | 0,53 | -- | 0,83 | -0,31 | 0,55 | -0,47 |
| Basensättigung Ah-Horizont | -0,06 | -0,32 | -0,02 | -0,05 | -0,65 | 0,37 | -0,39 | 0,38 | 0,64 | 0,38 | -0,37 | -0,40 | -0,41 | 0,21 | 0,47 | -0,48 | 0,26 | 0,56 | 0,83 | -- | -0,28 | 0,55 | -0,43 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 0,00 | 0,21 | 0,10 | -0,05 | 0,38 | -0,34 | 0,12 | -0,19 | -0,30 | -0,17 | 0,06 | 0,35 | 0,48 | 0,13 | -0,10 | 0,31 | -0,27 | -0,28 | -0,31 | -0,28 | -- | -0,17 | 0,42 |
| N ges. im Ah | 0,14 | -0,12 | -0,20 | -0,18 | -0,36 | 0,27 | -0,19 | 0,18 | 0,36 | 0,10 | -0,38 | -0,23 | -0,30 | 0,52 | 0,56 | -0,42 | 0,20 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | -0,17 | -- | -0,26 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 0,08 | 0,24 | -0,06 | 0,16 | 0,53 | -0,32 | 0,18 | -0,38 | -0,42 | -0,28 | 0,00 | 0,43 | 0,48 | 0,23 | -0,15 | 0,24 | -0,26 | -0,28 | -0,47 | -0,43 | 0,42 | -0,26 | -- |

3.2. Artenspektrum

Es wurden in den Jahren 1986 bis 1993 insgesamt 111299 Collembolen aus 17 Familien und 118 Arten nachgewiesen (Tab. 3). Eine vollständige Artenliste ist im Anhang beigefügt (siehe Anhang A 5). Fast 90 % der Individuen gehören den Familien Isotomidae, Onychiuridae und Entomobryidae an.

Die Gesamtartenzahl je Standort liegt zwischen 23 und 46 (Median 36) (Abb. 8a). Die mittlere Gesamtabundanz beträgt 6200 bis 34700 Ind./m² (Median 15700 Ind./m²) (Abb. 8b). Die faunistische Ähnlichkeit der Collembolenzönosen, ausgedrückt durch die Dominanzidentität nach Renkonen (berechnet für alle möglichen Flächenpaare aus den mehrjährigen Mitteln der Artenabundanzen), weist eine große Spannweite von 12,2 % bis 83,7 % auf (Median 48,6 %, 1. Quartil 39,5 %, 2. Quartil 57,2 %).

Verschiedene biozönotische Parameter werden in den folgenden Kapiteln in detaillierter Form behandelt. Um vorab einen Überblick zu ermöglichen, sind in Tabelle 4 die Wertebereiche der wesentlichen Parameter zur Charakterisierung der Collembolengemeinschaften auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen angegeben. Eine Darstellung für jede einzelne Fläche enthält die Tabelle A 7 im Anhang.

Tab. 3: Arten- und Individuenzahlen der 1986-1993 auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Springschwänze nach Familien (vorherrschende Lebensform nach Individuenzahl, Zuordnung der Arten siehe Tabelle A 5 im Anhang).

| Familie | Arten | Individuen | vorherrschende Lebensform |
|-------------------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| Hypogastruridae | 15 | 2326 | hemiedaphisch |
| Brachystomellidae | 1 | 29 | hemiedaphisch |
| Neanuridae | 8 | 1637 | hemiedaphisch |
| Odontellidae | 1 ? | 280 | hemiedaphisch ? |
| Onychiuridae | 23 | 26224 | euedaphisch |
| Isotomidae | 28 | 59836 | hemiedaphisch |
| Entomobryidae | 16 | 13463 | hemiedaphisch |
| Cyphoderidae | 1 | 1 | euedaphisch |
| Oncopoduridae | 1 | 218 | euedaphisch |
| Tomoceridae | 5 | 905 | hemiedaphisch |
| Neelidae | 3 | 3722 | euedaphisch |
| Sminthurididae | 4 | 105 | hemiedaphisch |
| Arrhopalitidae | 2 | 539 | euedaphisch |
| Katiannidae | 4 | 1532 | hemiedaphisch |
| Dicyrtomidae | 3 | 149 | hemiedaphisch |
| Sminthuridae | 3 | 331 | hemiedaphisch |
| Bourletiellidae | 1 | 2 | atmobiont |

Tab. 4: Übersicht über die wesentlichen Parameter zur Charakterisierung der Collembolengemeinschaften der Wald-Dauerbeobachtungsflächen (N = 57). Zu den Verfahren siehe Kapitel 2.5. und 2.6. Eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Größen folgt ab Kapitel 3.3.

| | Minimum | Maximum | arithmet. Mittel | Median | 1. Quartil | 3. Quartil |
|---|---------|---------|---------------------|--------|------------|------------|
| Gesamtabundanz [Ind./m ²] mehrjähriges Mittel | 6213 | 34704 | 16416 | 15738 | 11630 | 19883 |
| normierte AD-Streuung der Gesamt-abundanz | 0,358 | 1,147 | 0,734 | 0,730 | 0,592 | 0,853 |
| Gesamtartenzahl 1986-1993 | 23 | 46 | 35,26 | 36 | 31 | 38 |
| geschätzte Artenzahl (nach ACE) | 24 | 64 | 42,69 | 42 | 38 | 48 |
| Gesamtartenzahl ohne 1986 | 23 | 46 | 33 | 33 | 30 | 36 |
| Evenness (ohne 1986) | 0,489 | 0,807 | 0,669 | 0,676 | 0,637 | 0,707 |
| Stabilität der Dominanzstruktur (Kendall's W, ohne 1986) | 0,245 | 0,817 | 0,640 | 0,673 | 0,605 | 0,709 |
| Quotient Euedaphische / Hemiedaphische | 0,180 | 6,651 | 1,237 | 0,895 | 0,593 | 1,433 |

Das Artenspektrum umfasst vorwiegend streu- und bodenbewohnende Formen (vergleiche z.B. STACH 1947-1963), da Sonderhabitate wie Baumstubben, Stammfußbereiche, Ameisennester oder die Makrophyten (Kräuter, Sträucher, Bäume) nicht untersucht wurden. Auf diese Habitate spezialisierte Arten treten deshalb in den Bodenproben nur in geringer Zahl auf, z.B. der myrmecophile *Cyphoderus albinus* mit nur einem Exemplar (siehe auch Tabelle A 5 im Anhang). Da die Untersuchungen im Zeitraum von April/Mai bis Oktober durchgeführt wurden, sind außerdem Winterarten (*Isotoma fennica*, *I. tigrina*, *Ceratophysella bengtssoni*, *C. sigillata*, *Vertagopus arboreus*) unterrepräsentiert. Nur an Standorten im Bergland treten sie wegen der längeren Dauer der kalten Jahreszeit häufiger auf.

In den jeweiligen Gemeinschaften dominieren einige wenige Taxa: *Isotomiella minor* (28), *Isotoma notabilis* (24), „*Tullbergia krausbaueri*“ (23), *Lepidocyrtus lignorum* (23), *Folsomia manolachei* (15) und *Folsomia quadrioculata* (13) [in Klammern die Anzahl der Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die betreffende Art im mehrjährigen Mittel eine Dominanz von > 10 % erreichte].

Formen, welche auf mehr als zwei Dritteln der 57 Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesen sind, können meines Erachtens als charakteristisch für die Waldböden Baden-Württembergs angesehen werden. Abbildung 9 zeigt die betreffenden Arten nach ihrem Anteil am Gesamtfang. Hierunter fallen nicht nur die oben genannten dominanten Taxa, darunter die

Ubiquisten *Isotomiella minor* oder *Isotoma notabilis*, sondern auch weit verbreitete aber individuenarme Waldarten wie *Neanura muscorum* oder *Heteromurus nitidus*.

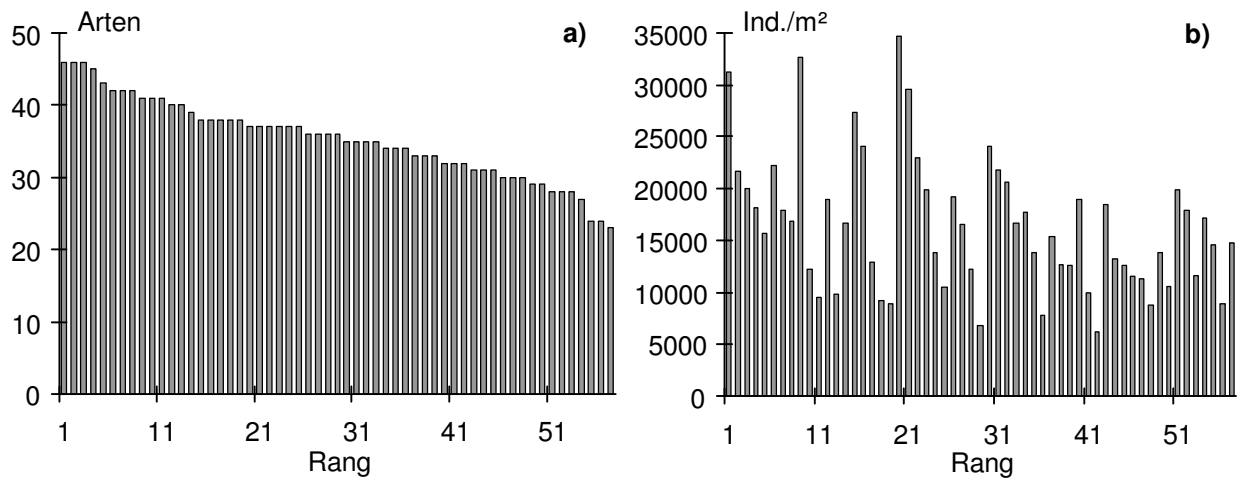


Abb. 8: Gesamtartenzahl (a) und Gesamtabundanz (b) der Springschwänze auf 57 Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg. Die Reihenfolge der Flächen auf der x-Achse ist in beiden Diagrammen dieselbe.

3.3. Gesamtabundanz

Die Einjahresmittel der Collembolenabundanzen der einzelnen Wald-Dauerbeobachtungsflächen betragen 1400 bis 72000 Ind./m² (Median 11000, arithm. Mittel 16500 Ind./m²). Die mehrjährigen Mittel (Tab. 4) reichen von 6200 bis 34700 Ind./m² (Median 15700, arithm. Mittel 16400 Ind./m²). Die drei höchsten Werte stammen von den Flächen 1080 im Alpenvorland (34700 Ind./m²) sowie 1390 und 1380 im Schwarzwald (32700 bzw. 31200 Ind./m²), die drei niedrigsten wurden an Standorten im Alpenvorland festgestellt (1020: 7800 Ind./m², 1060: 6800 Ind./m² und 1070: 6200 Ind./m²). Ob drei oder vier Probenjahrgänge vorliegen (vgl. Datenbestand Kapitel 2.4.), hat keinen Einfluss (U-Rangsummentest, $p = 0,960$).

Insgesamt wurden neun positive und neun negative signifikante Korrelationen der Gesamtabundanz zu Umweltvariablen gefunden (Tab. 5, bei 102 Parametern im Test). Die Individuendichten steigen mit der Höhe ü. NN. Im Bergland (submontan/montan bis hochmontan) sind die Collembolenabundanzen größer als in den tieferen Lagen (arith. Mittel 19600 bzw. 15000). Dies geht einher mit einer negativen Korrelation zur Jahresmitteltemperatur. Bedeutend ist des Weiteren die Humusform. Bei Moderhumus sind höhere Individuendichten festzustellen als bei L-Mull (arith. Mittel 20300 bzw. 13900) und auch höhere als bei F-Mull (arith. Mittel 15900). Die Abundanzen nehmen mit dem Humusgehalt im Ah-Horizont und mit dem Deckungsgrad der

Moosschicht zu. In der Reihe eutraphente Laubwälder – oligotraphente Laubwälder – oligotraphente Nadelwälder ist ebenfalls ein Anstieg zu konstatieren. Das Mittel in oligotraphenten Waldgesellschaften beträgt 19800 Ind./m², in eutraphenten dagegen nur 15200 Ind./m². Damit in Zusammenhang stehen die negativen Korrelationen zur Säureelastizität, der Reaktionszahl der Krautschicht und dem Element Magnesium. Bemerkenswert ist, dass sich zum Boden-pH keine signifikante Korrelation ergibt.

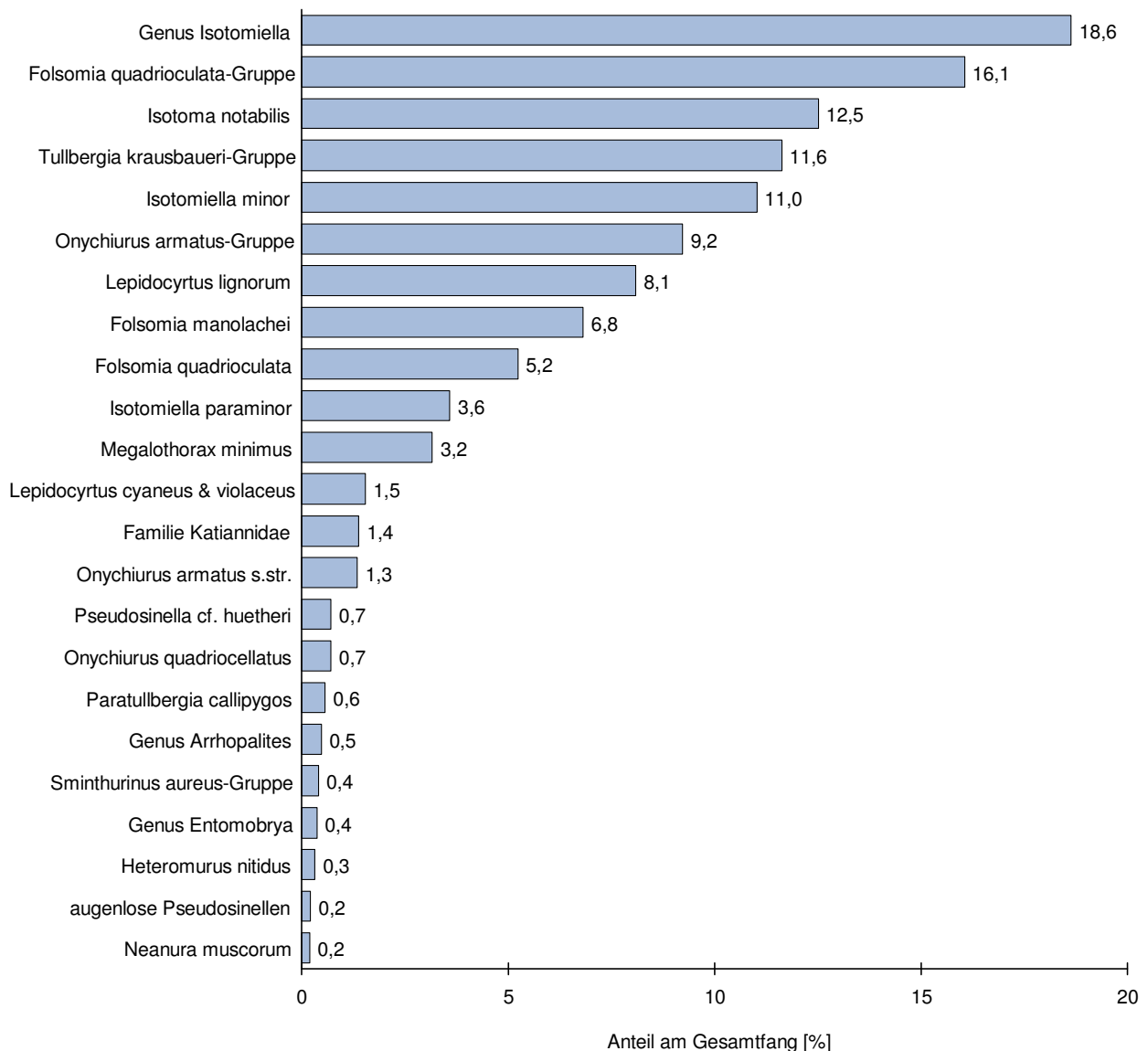


Abb. 9: Collembolentaxa, die auf mindestens zwei Dritteln der 57 Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg angetroffen wurden, und ihr Anteil am Gesamtfang 1986-1993 in Prozent. Die Gesamtartenliste der Wald-Dauerbeobachtungsflächen siehe im Anhang A 5, Verbreitungskarten der einzelnen Arten im Ergänzungsband.

Ein negativer Einfluss der Schwermetallgehalte ist nicht nachweisbar. Bei Überschreitung des Hintergrundwertes von Blei im Ah-Horizont sind im Gegenteil hohe und höchste Collembolendichten feststellbar. Eine Überschreitung der Hintergrundwerte von Blei und Cadmium in der Streuauflage kommt jeweils nur einmal vor, die Abundanzen auf diesen Dauerbeobachtungsflächen gehören zu den höchsten Werten, die ermittelt wurden.

Kendall's tau ist dem Betrage nach mit einer Ausnahme kleiner als 0,3, die Korrelationen damit allgemein schwach. Die Abbildungen 10 und 11 stellen die Abundanz in Abhängigkeit von Höhe ü. NN und pH-Wert als zwei Klima und Boden charakterisierende und mit geringem methodischen Aufwand fassbare Umweltvariablen dar. Zu beachten ist die große Wertestreuung in der Beziehung zur Höhe ü. NN.

Tab. 5: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen Collembolen-Gesamtabundanz und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Gesamtabundanz (mehrj. Mittel) versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3077 | 0,0007 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohumusartiger Moder] | 57 | + 0,2635 | 0,0038 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2367 | 0,0093 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2240 | 0,0139 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2152 | 0,0181 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2075 | 0,0239 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | + 0,1980 | 0,0296 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,1812 | 0,0466 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1808 | 0,0470 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2808 | 0,0020 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2646 | 0,0037 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2287 | 0,0120 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2163 | 0,0186 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2002 | 0,0278 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1953 | 0,0319 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,1860 | 0,0410 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1848 | 0,0423 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,1822 | 0,0453 |

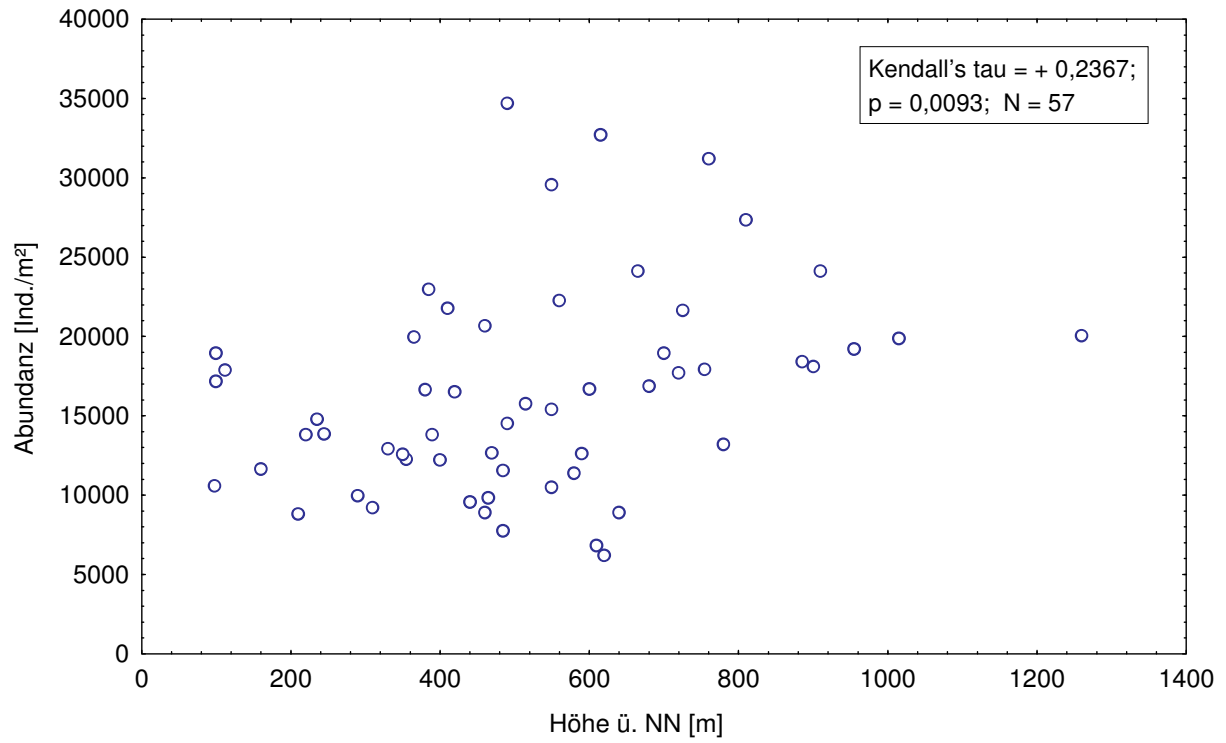


Abb. 10: Mehrjährige Mittel der Collembolenabundanzen gegen die Höhe ü. NN.

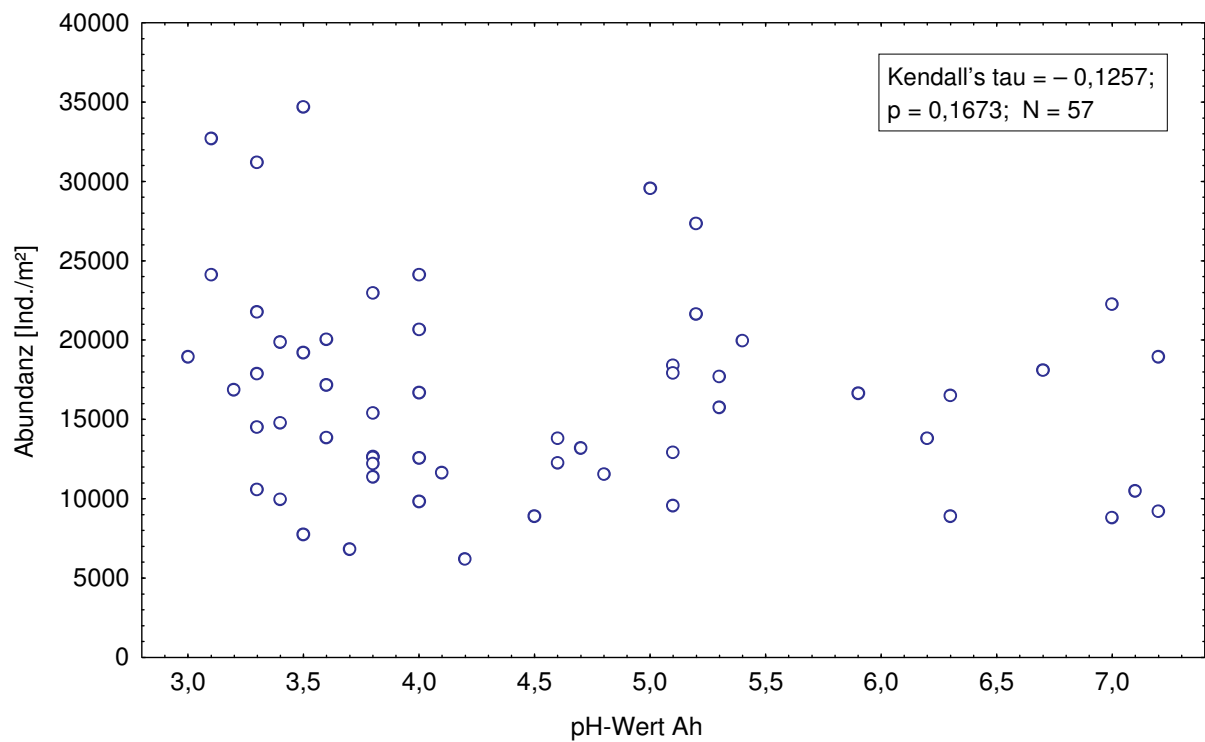


Abb. 11: Mehrjährige Mittel der Collembolenabundanzen gegen den pH-Wert im Ah-Horizont.

Auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen zeigte die Gesamtabundanz der Springschwänze starke Fluktuationen zwischen den einzelnen Probenahmeterminen (Tab. 4). Diese lassen sich quantifizieren durch die normierte AD-Streuung, i.e. average deviation geteilt durch die mittlere Gesamtabundanz (siehe Methoden Kapitel 2.5.). Die Werte liegen zwischen 0,358 und 1,147 (arith. Mittel 0,734, Median 0,730). Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Flächenkollektiven (vgl. Datenbestand Kapitel 2.4.): Die mittleren Abundanzschwankungen sind größer an den 1987-92 untersuchten Standorten als auf den 1986-93 beprobten Flächen (Median 0,8202 bzw. 0,6566; U-Rangsummentest, $p < 0,001$). Dies ist nicht zurückzuführen auf die unterschiedliche Zahl an Jahrgängen (drei versus vier). Auch unter Ausschluss des Jahres 1986 bliebe eine signifikante Differenz bestehen ($p < 0,001$). Dieser signifikante Unterschied in der normierten AD-Streuung zwischen Flächen, die in verschiedenen Jahren beprobt wurden, könnte als Hinweis auf die Einwirkung unterschiedlicher Witterung gewertet werden.

Die Abundanzschwankungen (ausgedrückt durch die normierte AD-Streuung) weisen insgesamt sieben positive und 32 negative signifikante Korrelationen zu Umweltvariablen auf (Tab. 6, bei 102 Parametern im Test). Der Betrag von tau überschreitet wiederum nur einmal den Wert 0,3. Die überwiegende Zahl der Beziehungen besteht zu bodenchemischen und -physikalischen Größen. Der Wasserhaushalt des Bodens dürfte von besonderer Bedeutung sein: Je höher die Wasserkapazität, der Tongehalt und Humusgehalt, je dichter die Krautschicht, desto geringer fallen die Dichteschwankungen aus. Die Krautschicht puffert zudem Temperaturunterschiede. Mit dem höheren Tongehalt sind höhere Basenkonzentrationen verbunden, auch höhere Basensättigung, KAK und Säureelastizität. Die mikrobielle Biomasse ist in solchen Böden größer.

Die normierte AD-Streuung der Gesamtabundanz ist positiv mit der Bodenazidität und folglich negativ mit dem pH-Wert korreliert. Die sauren Böden sind meist sandiger und ärmer an Ton. Bei niederen pH-Werten werden außerdem verstärkt Schwermetall- und Aluminiumionen mobilisiert. Je größer deren Konzentrationen sind, desto stärker fallen die Fluktuationen der Gesamtabundanz aus. Einige Flächen in der nördlichen Landeshälfte mit Ton- und Lehmböden weisen erhöhte Cu-Werte auf. Die negative Korrelation zwischen normierter AD-Streuung und Kupfer geht wahrscheinlich darauf zurück. Größere Schwankungen der Collembolendichte sind darüber hinaus zu erwarten in höheren Lagen mit höherer Niederschlagssumme sowie bei nördlicher Exposition der Flächen.

Tab. 6: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen normierter AD-Streuung der Gesamtabundanz und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| normierte AD-Streuung versus | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2587 | 0,0045 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2415 | 0,0080 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2222 | 0,0146 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,2190 | 0,0161 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,2032 | 0,0256 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,1960 | 0,0313 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | + 0,1893 | 0,0375 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1855 | 0,0416 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3275 | 0,0004 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,2785 | 0,0022 |
| Na gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2775 | 0,0025 |
| effektive Kationenaustauschkapazität im Ah-Horizont | 57 | - 0,2633 | 0,0038 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2626 | 0,0039 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2618 | 0,0044 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2611 | 0,0041 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2569 | 0,0048 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2494 | 0,0061 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2469 | 0,0067 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2425 | 0,0083 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2418 | 0,0079 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,2406 | 0,0082 |
| Basensättigung Ah-Horizont | 57 | - 0,2365 | 0,0094 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2356 | 0,0096 |
| P gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2339 | 0,0109 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2282 | 0,0122 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2281 | 0,0122 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2162 | 0,0175 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,2150 | 0,0182 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2043 | 0,0248 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,2041 | 0,0386 |
| Expositionsrichtung [Klassen, Nord bis Süd] | 57 | - 0,2033 | 0,0255 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,2019 | 0,0266 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Sätt.) [%] | 57 | - 0,2018 | 0,0267 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,1967 | 0,0307 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1949 | 0,0322 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1946 | 0,0342 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | - 0,1938 | 0,0333 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1877 | 0,0392 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,1817 | 0,0460 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,1793 | 0,0489 |

3.4. Phänologie

Dichtemaxima und -minima der Springschwänze traten zu verschiedenen Jahreszeiten in den untersuchten Waldböden auf, eine regelhafte Abfolge ist nicht zu erkennen. Dies gilt für das Mittel aller Standorte (Abb. 12) wie auch für die einzelnen Zönosen. Gemeinsam sind den meisten Flächen besonders hohe Abundanzen in den Jahren 1991 und 1992 sowie absolute Minima in den Sommern 1990 und 1993. Die Entwicklung der Collembolen-Gesamtabundanz lässt keine regionale Differenzierung, etwa nach den großen Naturräumen erkennen.

Die Sommer 1990 und 1993 mit den niedrigsten Abundanzen waren außerordentlich warm und in weiten Landesteilen zu trocken (im Vergleich mit den langjährigen Monatsmitteln, Abb. 2 und Abb. 3). Die Sommer 1991 und 1992 mit sehr hohen Individuendichten waren ebenfalls außerordentlich warm und in weiten Landesteilen zu trocken. Die Angaben über die Witterung lassen keine weiter gehenden Schlüsse zu, da sie nicht auf die einzelnen Dauerbeobachtungsflächen bezogen sind. Die Messstationen des Deutschen Wetterdienstes liegen oft mehr als zehn Kilometer von den Flächen entfernt. Der Ausfall der Mikroklima-Messungen wiegt insofern besonders schwer.

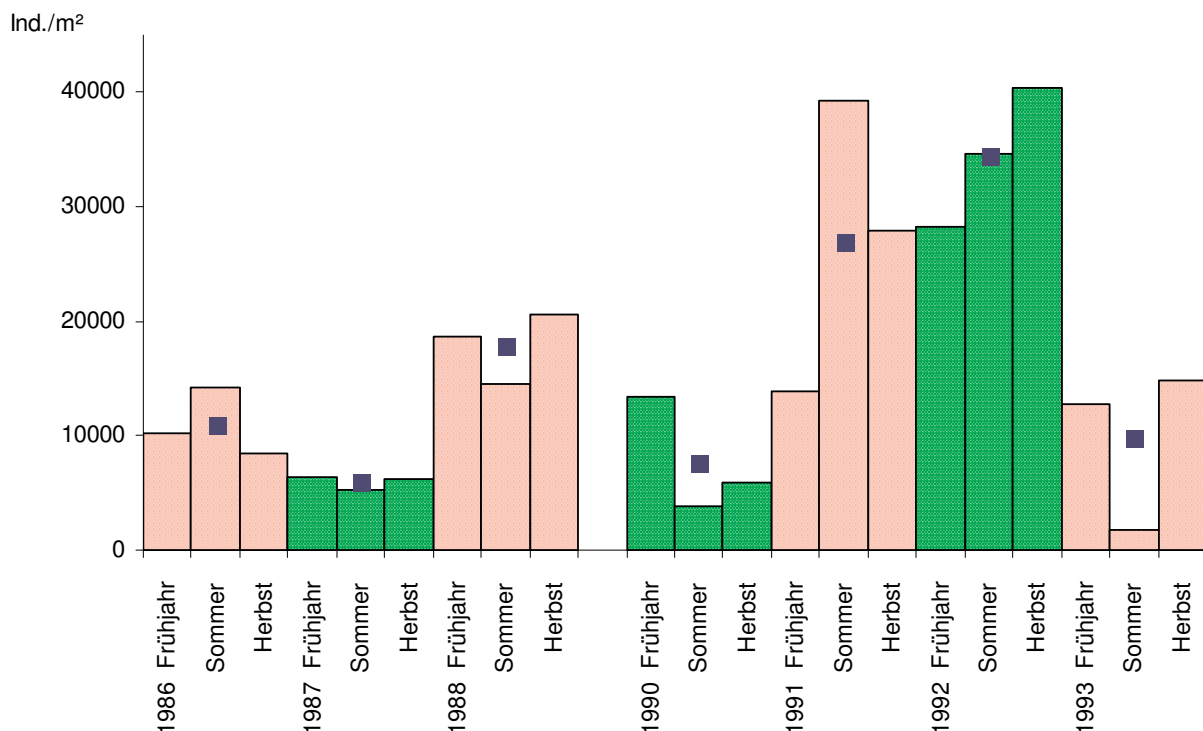


Abb. 12: Arithmetische Mittel der Collembolenabundanzen 1986-1993 aller 57 Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Quadrate: Jahresmittel. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme (zur Datenerhebung vgl. Kapitel 2.3. und 2.4. sowie Anhang A 3).

Die landesweiten Massenwechsel vieler Arten stimmen ungefähr mit der Entwicklung der Collembolen-Gesamtabundanz überein. Dies trifft nicht nur auf dominante Taxa zu wie z.B. *Isotoma notabilis*, *Folsomia quadrioculata* und *F. manolachei* oder *Isotomiella minor*, sondern auch auf Formen mit durchweg niederen Abundanzen wie *Heteromurus nitidus*, *Neanura muscorum* oder die augenlosen Tiere aus der Gattung *Pseudosinella* (*P. cf. decipiens*) (vgl. Phänogramme im Ergänzungsband). Das Abundanzmaximum im Herbst 1988 dagegen ist im Wesentlichen auf hohe Dichten der *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe zurückzuführen.

Auch bei den einzelnen Arten sind nur selten phänologische Rhythmen festzustellen. Mit drei Probenahmeterminen im Jahr ist solch ein Nachweis schwer zu führen. Auf Wintermaxima konnte ohnehin nicht untersucht werden (keine Probenahmen). Meistens wechseln Abundanzmaxima und -minima ohne klaren Bezug zur Jahreszeit. Bei wenigen Taxa ist allerdings während der sieben Untersuchungsjahre die Fangzahl aus einem jahreszeitlichen Aspekt signifikant größer als zu den beiden anderen (U-Rangsummentest): Für *Allacma fusca*, die *Dicyrtomina ornata*-Gruppe, die *Sminthurinus aureus*-Gruppe und *Lipothrix lubbocki* unter den Sminthuriden lassen sich Frühlingsmaxima nachweisen, außerdem für *Proisotoma minuta* und *Stenaphorurella quadrispina*. Ein signifikantes Maximum im Sommer zeigt *Tomocerus minor*, im Herbst das Genus *Arrhopalites*.

3.5. Artenzahl

Pro Jahr (je drei Probenahmetermine) wurden auf den einzelnen Dauerbeobachtungsflächen zehn bis 34 Arten festgestellt (Median 20). Die beobachtete Gesamtartenzahl (kumulativ) nahm im Verlauf des Untersuchungszeitraumes stetig zu (Abb. 13). Dies macht deutlich, dass der tatsächliche Formenreichtum größer sein dürfte als bisher ermittelt. Auf den meisten Flächen würden zu einer annähernd vollständigen Bestandsaufnahme einige weitere Jahre benötigt.

Während des Zeitraums von 1986 bis 1993 wurden nachgewiesen (vgl. Anhang A 7):

- auf Flächen, von welchen drei Probenjahrgänge vorliegen, 23 bis 46 Arten, Median 33.
- auf Flächen, von welchen vier Probenjahrgänge vorliegen, 28 bis 46 Arten, Median 37.

Das arithmetische Mittel über alle 57 Flächen beträgt 35,26 Arten, der Median 36 (Tab. 4).

Die beobachtete Artenzahl unterschätzt die tatsächliche Vielfalt (siehe oben). Um diesen Fehler zu quantifizieren, wurde eine Abschätzung der Artenzahl mit dem Verfahren ACE = Abundance Coded Estimation (vgl. Methoden Kapitel 2.5.) durchgeführt. Dieses ergibt (vgl. Anhang A 7):

- für Flächen, von welchen drei Probenjahrgänge vorliegen, 24 bis 64 Arten, Median 39.
- auf Flächen, von welchen vier Probenjahrgänge vorliegen, 31 bis 57 Arten, Median 45.

Das arithmetische Mittel über alle 57 Flächen beträgt dann 42,69 Arten, der Median 42 (Tab. 4).

Die extrapolierten Artenzahlen liegen um 3 % bis 51 % über den beobachteten Werten (Median 19 %, 1. Quartil 14 %, 3. Quartil 26 %). Die relative Abweichung ist unabhängig von der beobachteten Artenzahl, steigt aber mit der geschätzten Artenvielfalt signifikant an (Kendall's tau + 0,3623, $p < 0,0001$). Der Extrapolation mit ACE liegt kein lineares Modell zugrunde.

Der geschätzte Wert ist eng mit der beobachteten Gesamtartenzahl korreliert (siehe Abb. 14): Kendall's tau + 0,7251, $p < 0,0001$. Die Differenz zwischen geschätzter und beobachteter Artenzahl steigt mit dem Artenreichtum einer Zönose. Wird diese Differenz normiert an der beobachteten Artenzahl, so ergibt sich eine signifikant positive Korrelation zum geschätzten Wert (Kendall's tau + 0,3623, $p < 0,0001$). Unter der Annahme, dass ACE die wahre Artenzahl gut wiedergibt, kann man folgende Aussage treffen: Mit den Bodenproben im bisherigen Umfang wurden artenarme Gesellschaften genauer erfasst als artenreiche.

Sowohl die beobachtete als auch die mit ACE geschätzte Artenzahl zeigen eine signifikante Abhängigkeit von der Zahl der Probenahmetermine (U-Rangsummentest, $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$). Für Flächen, die in vier Jahrgängen untersucht wurden, ergeben sich höhere Werte als für Flächen, von denen drei Probenjahrgänge vorliegen. Die Streichung eines Jahrgangs im ersten Kollektiv hebt diesen Unterschied auf ($p = 0,550$ bzw. $p = 0,762$). Beide Methoden erweisen sich als Schätzer der (wahren) Gesamtartenzahl demnach als nicht erwartungstreu.

Da geschätzte und beobachtete Werte eng positiv korreliert sind, können bei der Suche nach Zusammenhängen zwischen Diversität und Standortparametern beide gleichermaßen verwendet werden (PALMER 1990). In den folgenden interferenzstatistischen Analysen wurde die beobachtete Gesamtartenzahl ohne die Nachweise von 1986 eingesetzt.

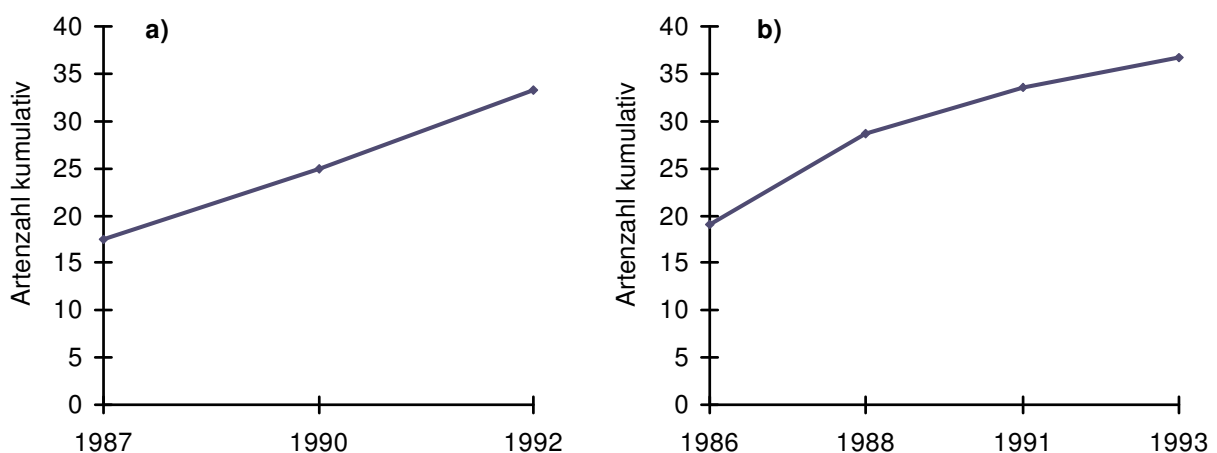


Abb. 13: Mittlere Artenzahl (kumulativ) in Abhängigkeit von der Untersuchungsdauer.

- a) Flächen, die in drei Jahren beprobt wurden.
- b) Flächen, die in vier Jahren beprobt wurden.

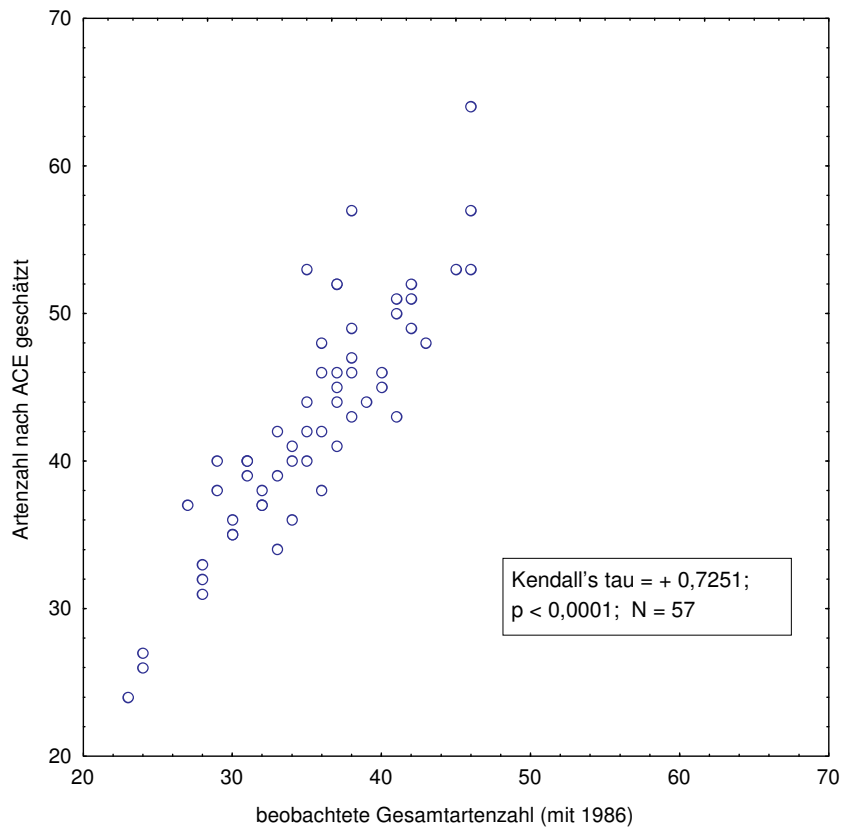


Abb. 14: Die beobachtete Gesamtartenzahl (kumulativ) und nach ACE geschätzte Artenzahl.

Insgesamt wurden zwischen der Gesamtartenzahl und Umweltvariablen neun positive und elf negative signifikante Korrelationen festgestellt (Tab. 7, bei 102 Parametern im Test). Mit Beiträgen von tau, die zumeist unter 0,3 liegen, sind die Korrelationen nicht sehr eng. Wie schon die Collembolen-Gesamtartenzahl (Kapitel 3.3.) nimmt auch die Artenzahl mit der Höhe ü. NN zu. Es besteht eine positive Beziehung zur jährlichen Niederschlagssumme und eine negative zur Jahresmitteltemperatur. Die Hangneigung indiziert die Lage der Standorte im Flachland bzw. in den Mittelgebirgen. Auf Flächen im Bergland (submontan, montan und hochmontan) sind im Mittel (Median) 33 Arten nachgewiesen, auf Flächen in tieferen Lagen 28. Eine weitere Parallele zur Artenzahl ist die positive Korrelation zum Humusgehalt. Darüber hinaus steigt die Artenzahl in den Waldböden mit der mikrobiellen Biomasse und dem Gesamtstickstoff an (Vergleich zwischen Flächen). Letzterem scheint die negative Beziehung zur mittleren Stickstoffzahl der Pflanzen in der Krautschicht zu widersprechen. Der Zusammenhang zwischen Artenzahl und Deckungsgraden von Baum- und Strauchschicht könnte darauf beruhen, dass in lichten Wäldern auch Formen offener Habitats auftreten und Makrophytenbewohner häufiger auf den Boden gelangen. Eine Belastung der Böden mit Blei kann u.U. die Artenvielfalt einschränken, doch ist die Korrelation sehr schwach.

Keine signifikanten Unterschiede zeigen sich nach Humusform und Waldgesellschaft. Der Median der Artenzahl beträgt in Moderhumus 32, in F-Mull 33 und bei L-Mull 31, in oligotraphenten Waldgesellschaften 32 und in eutraphenten 33. Wie bei der Gesamtabundanz gibt es auch bei der Artenzahl keine signifikante Korrelation zum pH-Wert.

Die Abbildungen 15 und 16 stellen die Gesamtartenzahl in Abhängigkeit von Höhe ü. NN und pH-Wert als zwei Klima und Boden charakterisierende und mit geringem methodischen Aufwand fassbare Umweltvariablen dar. Zu beachten ist die große Wertestreuung in der Beziehung zur Höhe ü. NN.

Tab. 7: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen beobachteter Gesamtartenzahl und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Gesamtartenzahl (ohne 1986) versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3630 | 0,0001 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2896 | 0,0015 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2821 | 0,0019 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2733 | 0,0027 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2683 | 0,0032 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2528 | 0,0055 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2225 | 0,0145 |
| Hangneigung | 57 | + 0,2175 | 0,0169 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1912 | 0,0356 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2588 | 0,0045 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,2472 | 0,0066 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2470 | 0,0067 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2284 | 0,0121 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2261 | 0,0130 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2215 | 0,0247 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2058 | 0,0237 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1946 | 0,0325 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,1936 | 0,0497 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,1884 | 0,0385 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreit. der Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1883 | 0,0386 |

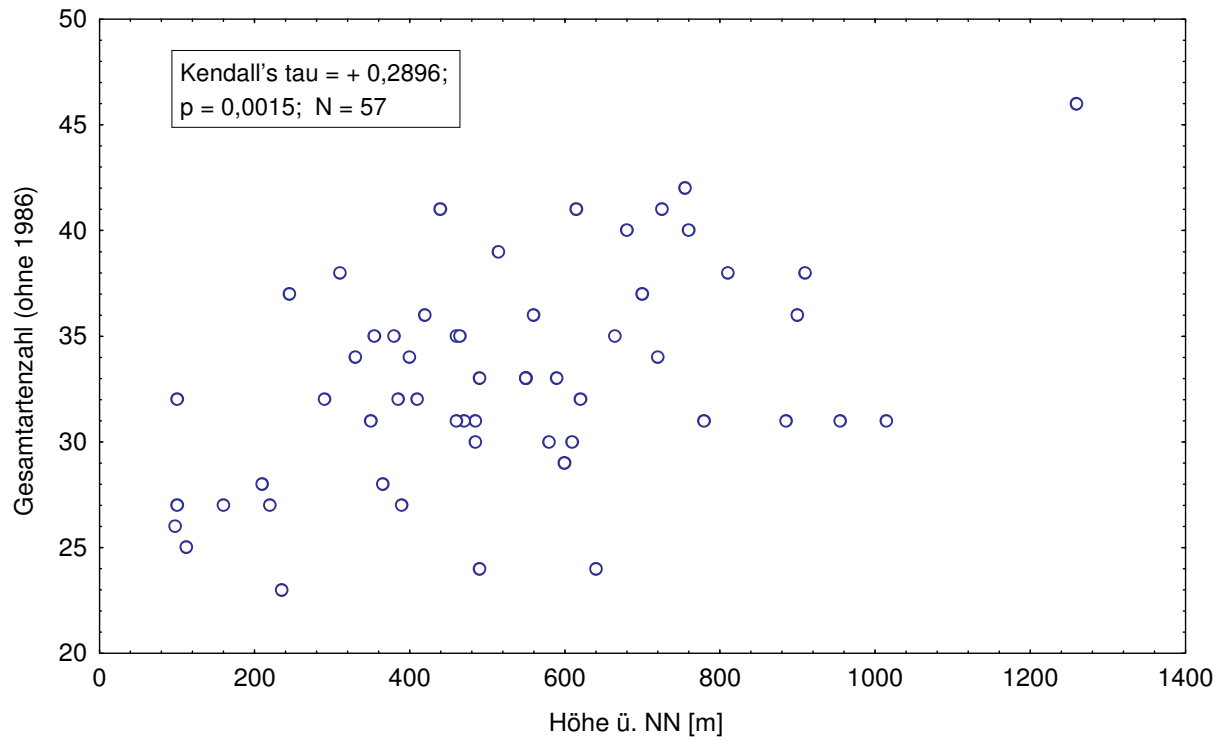


Abb. 15: Zahl nachgewiesener Collembolenarten gegen die Höhe ü. NN.

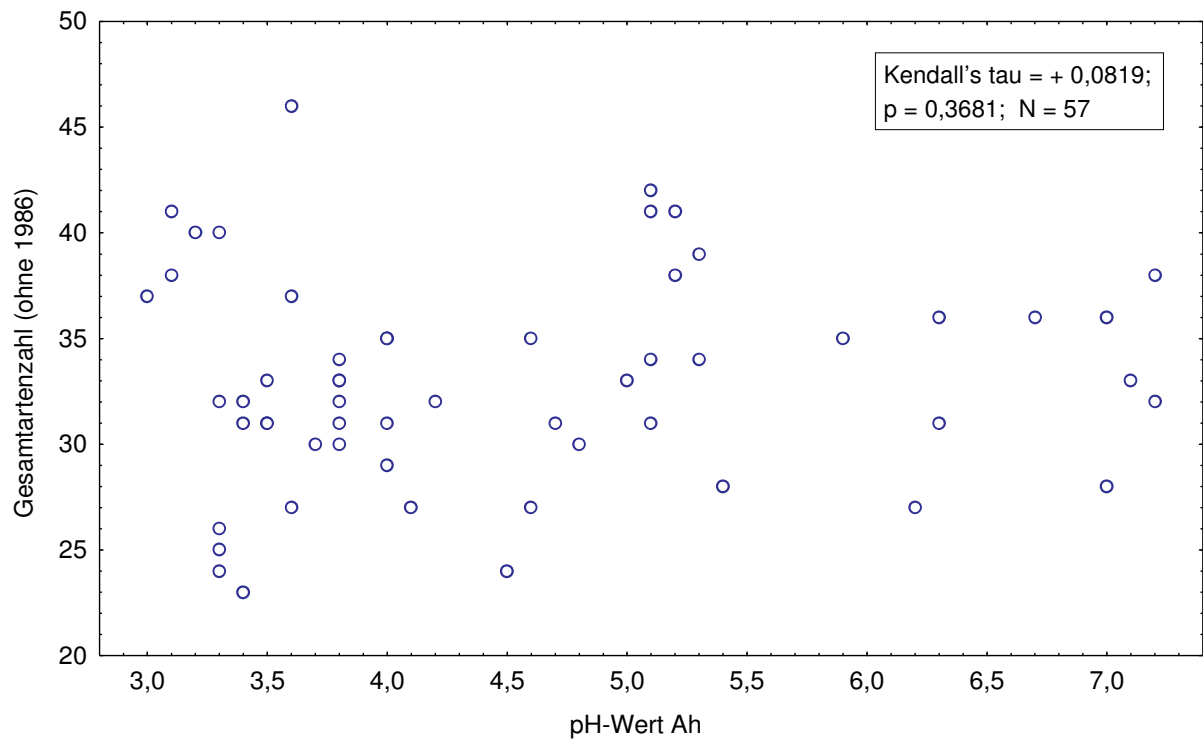


Abb. 16: Zahl nachgewiesener Collembolenarten gegen den pH-Wert im Ah-Horizont.

3.6. Artenabundanz und Zahl der Fundorte (abundance – occupancy relationship)

Arten, welche nur auf wenigen Flächen angetroffen wurden, traten im Mittel in niederen lokalen Abundanzen auf, weit verbreitete Arten wurden in hohen Individuendichten festgestellt (Abb. 17). Es besteht eine signifikante positive Korrelation zwischen der Zahl der Fundorte, damit zugleich der Frequenz, und der mittleren Abundanz der Vorkommen der Arten:

Kendall's tau + 0,4045 ($p < 0,0001$; $N = 100$).

Die Beziehung wird auch durch die lineare Regression bestätigt:

$r = + 0,6295$ $r^2 = 0,3962$ ($p < 0,0001$; $N = 100$).

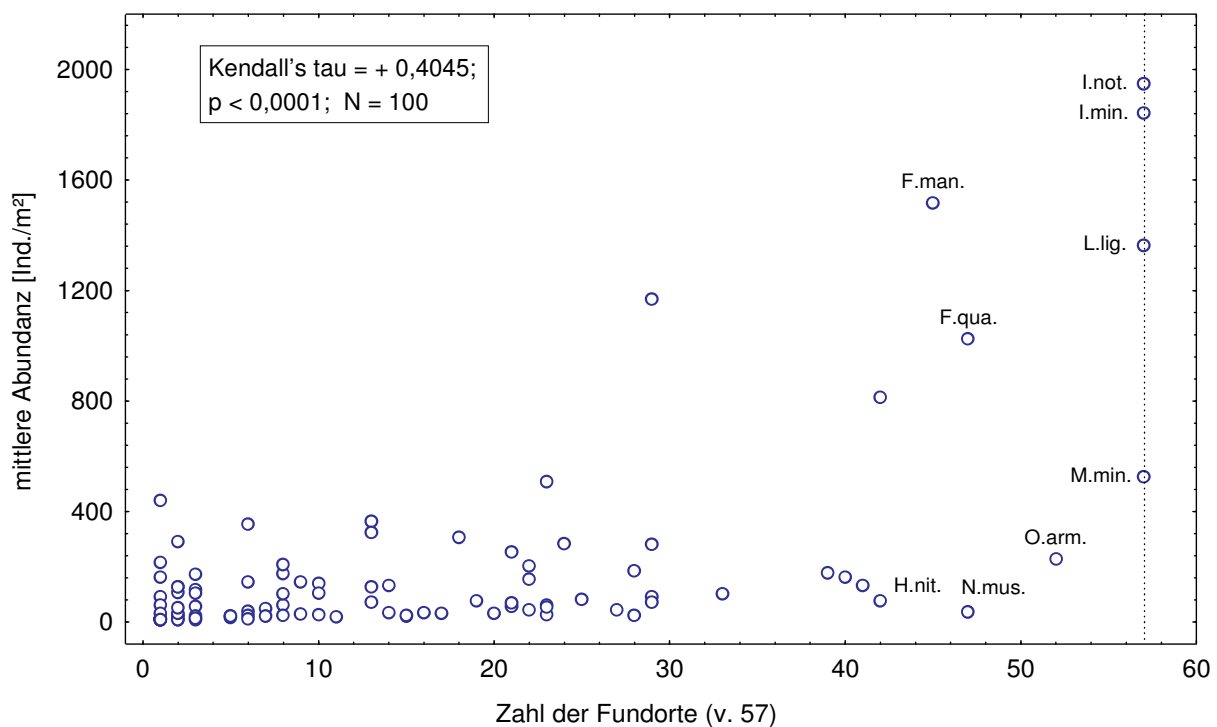


Abb. 17: Anzahl der Fundorte und mittlere Abundanz der Vorkommen. Artenkomplexe wie z.B. die *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe sind nicht berücksichtigt. Abkürzungen: F.man. = *Folsomia manolachei*, F.qua. = *Folsomia quadrioculata* s.str., H.nit. = *Heteromurus nitidus*, I.min. = *Isotomiella minor*, I.not. = *Isotoma notabilis*, L.lig. = *Lepidocyrtus lignorum*, M.min. = *Megalothorax minimus*, N.mus. = *Neanura muscorum*, O. arm. = *Onychiurus armatus* s.str.

Die Werte bilden im Koordinatensystem annähernd ein Dreieck: Einige Arten treten zwar an zahlreichen Orten, jedoch in niederer mittlerer Abundanz auf, z.B. *Heteromurus nitidus* oder *Neanura muscorum*. Dagegen scheint es keine Collembolenart zu geben, die auf wenigen Flächen aber mit sehr hoher Individuendichte vorkommt. Zudem ist die untere Hälfte des Frequenzspektrums erheblich stärker besetzt als die obere.

Eine Betrachtung der Befunde auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg hinsichtlich Biologie und Ökologie der einzelnen Arten ergibt:

- Die großen Formen (Orchesellinae und Tomoceridae) sowie Taxa mit reduzierten Mandibeln (Brachystomellidae, Neanuridae und Odontellidae), erreichen niemals hohe mittlere Individuendichten. Dasselbe gilt weitgehend für die Symphypleona, mit Ausnahme vielleicht von *Megalothorax minimus*.
- Die häufigsten Arten (mit den höchsten Dichten und Frequenzen) gelten als euryök, da man sie in Wäldern und z.T. auch anderen Habitaten fast überall antrifft. Sie zeigen jedoch zumeist gewisse Präferenzen für bestimmte Milieueigenschaften, z.B. bezüglich des Klimas oder des Bodens (siehe Kapitel 3.12. und Ergänzungsband). In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass eine hohe mittlere Abundanz auch niedere Dichten an weniger geeigneten Standorten einschließt. Es handelt sich mit Ausnahme von *Lepidocyrtus lignorum* um Arten, die jährlich mehrere Generationen hervorbringen können (WOLTERS 1983).
- Mit *Isotoma notabilis* ist unter den häufigsten Taxa mindestens eine Form, die sich vorwiegend parthenogenetisch vermehrt (PETERSEN 1971). Gleiches gilt für *Mesaphorura macrochaeta*, die als Teil der *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe nicht in die Graphik eingegangen ist (ZIMDARS & DUNGER 1994). *Isotoma notabilis* dürfte zudem nach Beobachtungen von SHARMA & KEVAN (1963a) bezüglich ihrer Nahrung wenig wählerisch sein und erwies sich in den Laborkulturen beim Auftreten von Schimmelpilzen als robust.
- Mehrere Arten, welche in geringeren Abundanzen auftraten, bringen nach den Beobachtungen von WOLTERS (1983) in einem Kalk-Buchenwald bei Göttingen nur eine oder zwei Generationen pro Jahr hervor (*Ceratophysella denticulata*, *Dicyrtomina ornata*, *Entomobrya muscorum* und *E. corticalis*, *Heteromurus nitidus*, *Isotoma violacea*, *Onychiurus furcifer*, *Orchesella flavescens* und *Tomocerus flavescens*). Dies dürfte in Waldböden unserer Breiten auch für *Pseudosinella alba* und eventuell die augenlosen Pseudosinellen zutreffen, wenn man die von SHARMA & KEVAN (1963b) angegebenen Generationsdauern zugrunde legt. Andererseits finden sich hier ebenfalls parthenogenetische Formen, z.B. die meisten Tullbergiinen (ZIMDARS & DUNGER 1994) und auch *Folsomia candida*. Letztere besitzt ein hohes Reproduktionspotential, tritt in bestimmten Habitaten in großen Massen auf, etwa in Komposten (GISIN 1960), und bildet leicht individuenreiche Kulturen im Labor (HOPKIN 1997). In den untersuchten Waldböden scheinen die Umweltbedingungen weniger günstig zu sein, und auch andere Autoren trafen sie in Wäldern nur in geringer Anzahl oder überhaupt nicht an (FRITSCH 1994, WOLTERS 1983, BOCKEMÜHL 1956, GISIN 1943).

3.7. Vikarianz

Zwei Arten können gemeinsam an einem Ort (syntop) auftreten oder vikariieren, d.h. eine Art vertritt die andere in einem Gebiet oder einem Standortstyp, ohne dass beide gemeinsam vorkommen. Vikarianzen im strengen geographischen oder ökologischen Sinn sind nur schwer nachzuweisen. Je größer die Zahl untersuchter Flächen innerhalb eines Gebietes und die Zahl der Nachweise der einzelnen Taxa, desto höher wird die Wahrscheinlichkeit, ein oder mehrere syntope Vorkommen zu finden. Die seltensten Arten „vikariieren“ notwendigerweise mit vielen anderen, was jedoch meist auf Zufälligkeit beruhen dürfte. Von den Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg lassen sich zahlreiche Collembolentaxa benennen, welche nie syntop auftraten. Zu beachten ist jedoch stets die Zahl der Vorkommen jedes einzelnen Taxons, und bei der folgenden Betrachtung wurde aus oben genanntem Grund der Korrelation (Kendall's tau) zwischen den Präsenz/Absenz-Daten für die Beurteilung der Beziehung zwischen zwei Arten der Vorzug gegeben. Vorversuche an einem Testdatensatz haben ergeben, dass zwei Arten auf jeweils zehn von 63 Flächen auftreten müssten, ehe eine zufällige Erscheinung ausgeschlossen werden kann. Die Tabelle A 6 im Anhang enthält die Korrelationen (Kendall's tau) zwischen den Präsenz/Absenz-Daten aller auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Taxa.

Es ergeben sich nicht nur negative Beziehungen als Hinweise auf Vikarianz, sondern ebenso zahlreiche signifikant positive zwischen Arten die „überzufällig“ oft gemeinsam auftreten. Die Zahl der positiven Korrelationen zwischen den Präsenz/Absenz-Daten liegt mit 860 sogar weit über der der negativen (399, bei 120 Taxa). Hierbei kann meist eine ähnliche Präferenz bezüglich bestimmter Umweltvariablen nachgewiesen werden (vgl. Kapitel 3.12. und Angaben im Ergänzungsband). Solche Artenpaare finden sich z.B. gehäuft unter den „acidophilen“ Formen *Micranurida pygmaea*, *Friesea mirabilis*, *Willemia anophthalma* und *W. aspinata*, *Pseudisotoma sensibilis*, *Pseudanurophorus binoculatus*, *Onychiurus absoloni* sowie *Onychiurus sibiricus*. Ihre Vorkommen sind meist (aber nicht durchwegs) negativ korreliert mit denen acidophober Arten wie *Heteromurus nitidus*, *Stenaphorurella denisi* oder *Tomocerus baudoti* (Tab. 8). Positive Beziehungen finden sich des Weiteren zwischen Formen, deren Abundanzen mit der Höhe über NN und der Jahresniederschlagssumme zu- und/oder der Jahresmitteltemperatur abnehmen: *Isotoma violacea*, *Pseudanurophorus binoculatus*, *Pseudisotoma sensibilis*, *Choreutinula inermis*, *Willemia anophthalma* und *W. aspinata*, *Friesea mirabilis* sowie *Onychiurus sibiricus*. Zu beachten sind die Überschneidungen zwischen den Gruppen. Viele Bewohner saurer Böden treten vor allem in höheren Lagen mit kühlem, regenreichem Klima auf.

Die beiden sehr nahe verwandten *Willemia anophthalma* und *W. aspinata* kamen auf 23 bzw. 24 Wald-Dauerbeobachtungsflächen vor und traten dabei 14mal syntop auf. Sie besiedeln in etwa die gleichen Lebensräume, und auch in der Phänologie sind sie ähnlich (Maxima im Herbst).

Andererseits zeigten gemeinsame Vorkommen auf einzelnen Flächen die deutliche Dominanz einer Art oder zeitlich alternierende Abundanzmaxima. Genauere Untersuchungen zur Differenzierung der Nischen wären in diesem Fall nötig.

Eine signifikante negative Korrelation besteht z.B. zwischen den ebenfalls euedaphischen Taxa *Micranurida pygmaea* und *Stenaphorurella denisi*. Erstere trat auf 30, Letztere auf 19 Flächen auf. Bei den vier syntopen Vorkommen wurde von einer der beiden Arten jeweils nur ein einzelnes Individuum gefangen. Es ist daraus aber keinesfalls auf eine Begrenzung durch interspezifische Konkurrenz zu schließen, unterscheiden sich beide doch zumindest in der Ernährungsweise erheblich, wie schon aus dem Bau ihrer Mundwerkzeuge hervorgeht. Entscheidend dürfte vielmehr eine gegensätzliche Abhängigkeit von abiotischen Faktoren sein, wie dies an den Abundanzen von *M. pygmaea* und *St. denisi* in Beziehung zu den Variablen pH, Basengehalte, Waldgesellschaft oder der Niederschlagssumme ablesbar ist oder im Fehlen von *St. denisi* auf den basenarmen Böden im Schwarzwald (vgl. Kapitel 3.12. und Angaben im Ergänzungsband).

Entsprechend den oben beschriebenen Beispielen lassen sich weitere Artenpaare oder -gruppen finden, welche ähnliche oder gegensätzliche Reaktionen auf bestimmte Umweltfaktoren zeigen und deren Auftreten positiv bzw. negativ korreliert sind (siehe Tabelle A 6 im Anhang).

Tab. 8: Univariate Rangkorrelationen (Kendall's tau) zwischen Präsenz/Absenz (ausgedrückt als 1 oder 0) ausgewählter Collembolentaxa der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Fett hervorgehoben sind signifikante Beziehungen ($\alpha = 0,05$; $N = 63$). Eine Komplettübersicht mit allen Arten enthält Tabelle A 6 im Anhang. Vergleiche auch die Ergebnisse der Kanonischen Korrespondenzanalyse (Abb. 20 und 22 in Kapitel 3.12.).

| | <i>Willemia anophthalma</i> | <i>Onychiurus sibiricus</i> | <i>Friesea mirabilis</i> | <i>Pseudisotoma sensib.</i> | <i>Willemia aspinata</i> | <i>Isotoma violacea</i> | <i>Pseudanurophorus bin.</i> | <i>Onychiurus absoloni</i> | <i>Micranurida pygmaea</i> | <i>Choreutina inermis</i> | <i>Tomocerus baudoti</i> | <i>Stenaphorurella denisi</i> | <i>Heteromurus nitidus</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <i>Willemia anophthalma</i> | -- | 0,50 | 0,38 | 0,30 | 0,36 | 0,26 | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | 0,00 | -0,18 |
| <i>Onychiurus sibiricus</i> | 0,50 | -- | 0,27 | 0,40 | 0,33 | 0,28 | 0,33 | 0,12 | 0,29 | 0,16 | -0,08 | -0,12 | -0,14 |
| <i>Friesea mirabilis</i> | 0,38 | 0,27 | -- | 0,30 | 0,29 | 0,36 | 0,20 | 0,21 | 0,14 | 0,26 | 0,05 | -0,14 | -0,25 |
| <i>Pseudisotoma sensibilis</i> | 0,30 | 0,40 | 0,30 | -- | 0,28 | 0,18 | 0,23 | 0,13 | 0,27 | 0,29 | 0,00 | -0,24 | -0,22 |
| <i>Willemia aspinata</i> | 0,36 | 0,33 | 0,29 | 0,28 | -- | 0,03 | 0,08 | 0,29 | 0,36 | 0,24 | -0,30 | -0,23 | -0,08 |
| <i>Isotoma violacea</i> | 0,26 | 0,28 | 0,36 | 0,18 | 0,03 | -- | 0,23 | 0,02 | 0,07 | 0,68 | 0,09 | -0,12 | -0,11 |
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> | 0,20 | 0,33 | 0,20 | 0,23 | 0,08 | 0,23 | -- | 0,20 | 0,23 | 0,23 | -0,16 | -0,21 | -0,15 |
| <i>Onychiurus absoloni</i> | 0,21 | 0,12 | 0,21 | 0,13 | 0,29 | 0,02 | 0,20 | -- | 0,21 | 0,17 | -0,18 | -0,15 | -0,39 |
| <i>Micranurida pygmaea</i> | 0,20 | 0,29 | 0,14 | 0,27 | 0,36 | 0,07 | 0,23 | 0,21 | -- | 0,17 | -0,14 | -0,35 | -0,38 |
| <i>Choreutina inermis</i> | 0,05 | 0,16 | 0,26 | 0,29 | 0,24 | 0,68 | 0,23 | 0,17 | 0,17 | -- | -0,04 | -0,12 | -0,11 |
| <i>Tomocerus baudoti</i> | 0,05 | -0,08 | 0,05 | 0,00 | -0,30 | 0,09 | -0,16 | -0,18 | -0,14 | -0,04 | -- | 0,30 | 0,31 |
| <i>Stenaphorurella denisi</i> | 0,00 | -0,12 | -0,14 | -0,24 | -0,23 | -0,12 | -0,21 | -0,15 | -0,35 | -0,12 | 0,30 | -- | 0,26 |
| <i>Heteromurus nitidus</i> | -0,18 | -0,14 | -0,25 | -0,22 | -0,08 | -0,11 | -0,15 | -0,39 | -0,38 | -0,11 | 0,31 | 0,26 | -- |

3.8. Interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur

Neben der Gesamtabundanz variiert auch die Dominanzstruktur der einzelnen Gemeinschaften z.T. beträchtlich von einem Jahrgang zum anderen, d.h. im Abstand von zwei bis drei Jahren: Arten können in einem Jahr dominant sein und zwei Jahre später (in den Proben) überhaupt nicht auftreten. Dichteschwankungen von einer Zehnerpotenz sind nicht selten.

Als Maß der Stabilität der Dominanzstruktur einer Gesellschaft über mehrere Jahre und damit ihrer Prognostizierbarkeit dient der Konkordanzkoeffizient W nach Kendall (vgl. Methoden Kapitel 2.6. und BENGSSON 1994). Die Werte reichen für Wald-Dauerbeobachtungsflächen, die in drei Jahren (1987-92) untersucht wurden, von 0,245 bis 0,814 (arith. Mittel 0,586, Median 0,629), auf Flächen, die in vier Jahren (1986-93) untersucht wurden, von 0,440 bis 0,753 (arith. Mittel 0,550, Median 0,540). Es gibt eine signifikante Abhängigkeit von der Zahl der Jahrgänge ($p < 0,02$). Für die folgenden interferenzstatistischen Analysen wurden daher die Nachweise von 1986 ausgeklammert. Damit liegen die Werte für alle 57 Flächen bei 0,245 bis 0,817 (arith. Mittel 0,640, Median 0,673). Zwischen den beiden Flächenkollektiven besteht dennoch ein signifikanter Unterschied ($p < 0,01$): W ist nunmehr größer auf den 1988-93 untersuchten Standorten. Fünfmal ist W kleiner als 0,4; diese Gemeinschaften wurden sämtlich in den Jahren 1987-92 aufgenommen.

Zwischen dem Konkordanzkoeffizienten W nach Kendall und Umweltvariablen wurden insgesamt sechs positive und vier negative signifikante Korrelationen festgestellt (Tab. 9, bei 102 Parametern im Test). Die Beziehungen sind nicht sehr eng, die Beträge von tau mit einer Ausnahme kleiner 0,3, und ihre Zahl erreicht gerade das bei Berücksichtigung der Fehlerkumulation erforderliche Maß (vgl. Methoden Kapitel 2.6.). Es ergeben sich widersprüchliche Befunde: In Böden mit höheren Tongehalten und größerer mikrobieller Biomasse sind die Collembolenzönosen stabiler. Dies könnte die Folge eines ausgeglichenen Feuchteregimes im Ah-Horizont sein. Andererseits ist die Prognostizierbarkeit negativ mit der Bodengründigkeit korreliert. Flachgründige Böden trocknen besonders im Sommer leichter aus, tiefgründige Böden weisen dagegen meist einen stabileren Wasserhaushalt auf. Daraus folgen auch die negativen Beziehungen von W zur Feuchtestufe und Wasserkapazität (hier des Standortes insgesamt, nicht allein des Ah-Horizontes). Die Korrelationen zu Umweltvariablen lassen demnach keine eindeutigen Schlüsse auf die Steuergrößen für die interannuelle Stabilität der Gemeinschaften der baden-württembergischen Waldböden zu.

Bei dieser Betrachtung muss aber auch der Unterschied zwischen den Flächenkollektiven berücksichtigt werden. Alle Zönosen mit einem $W < 0,5$ wurden in den Jahren 1987, 1990 und 1992 untersucht. Auf den 1988, 1991 und 1993 aufgenommenen Flächen unterschreitet W nur selten 0,6. Es können die Witterungsverhältnisse im Untersuchungszeitraum für eine geringere

Stabilität der Gemeinschaften mancher Flächen verantwortlich sein. Zur Überprüfung dieser Hypothese fehlen flächenbezogene Daten.

Tab. 9: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen Konkordanzkoeffizient W nach Kendall und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Konkordanzkoeffizient W (ohne 1986) versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | + 0,3333 | 0,0007 |
| Al gesamt im Ah-Horizont | 57 | + 0,2186 | 0,0163 |
| Bodenart Ah-Horizont [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2096 | 0,0213 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2037 | 0,0252 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1946 | 0,0325 |
| Pb gesamt im Ah-Horizont | 57 | + 0,1800 | 0,0480 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2839 | 0,0018 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2123 | 0,0197 |
| Durchwurzelungsintensität Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,1941 | 0,0330 |
| Wasserkapazität bis 1 m Tiefe [Klassen] | 57 | - 0,1934 | 0,0336 |

3.9. Evenness

Die Evenness ist ein von der Artenzahl unabhängiges Maß für die Abundanzstaffelung, d.h. die Verteilung der Anzahl der Individuen einer Zönose auf die einzelnen Taxa. Sie kann Werte zwischen null und eins annehmen. Niedere Zahlen stehen für eine steile Abstufung der Artenabundanzen, hohe für eine ausgeglichene Zusammensetzung der Gemeinschaft. Wegen ihrer Abhängigkeit von der Zahl der Probenahmeterminale wurde die Evenness der Collembolenzönosen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen unter Ausschluss des Jahrgangs 1986 berechnet (vgl. Methoden Kapitel 2.5.). Die Werte reichen von 0,489 bis 0,807 (vgl. Tab. 4, arith. Mittel 0,669, Median 0,676).

Zwischen der Evenness und Umweltvariablen wurden zehn positive und zwei negative signifikante Korrelationen festgestellt (Tab. 10, bei 102 Parametern im Test). Es fällt auf, dass die Korrelationen stets sehr schwach sind (Beträge von tau kleiner 0,25). Eutraphente Laubwälder weisen öfter eine hohe Evenness der Collembolenzönosen auf als die oligotraphenten Gesellschaften. Bedeutend sind die höheren Gehalte an Calcium und Magnesium. Zur Bodenreaktion oder der Humusform ist bemerkenswerterweise keine Beziehung feststellbar. Die positive Korrelation zum Deckungsgrad der Krautschicht kann auf deren Pufferwirkung gegenüber Feuchte- und Temperaturschwankungen im Boden beruhen. Außerdem weist eine dichtere Krautschicht

meist auf eine gute Wasserversorgung hin. Höhere Konzentrationen an mobilem Blei scheinen eine negative Wirkung auszuüben. Allerdings liegt der Gehalt an austauschbarem Schwermetall in basenreichen Böden allgemein tiefer als in den basenarmen. Die Höhenlage bzw. das Klima haben offenbar keinen maßgeblichen Einfluss auf die Evenness der Collembolengemeinschaften.

Tab. 10: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen Evenness und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Evenness (ohne Jahrgang 1986) versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2343 | 0,0100 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2238 | 0,0140 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,2224 | 0,0146 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2031 | 0,0256 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah-Horizont | 57 | + 0,1967 | 0,0307 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1952 | 0,0336 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,1942 | 0,0328 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah-Horizont | 57 | + 0,1880 | 0,0389 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1838 | 0,0454 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,1809 | 0,0468 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,1977 | 0,0299 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubwald bis oligotr. Nadelw.] | 57 | - 0,1789 | 0,0494 |

3.10. Lebensformen

Unter den Springschwänzen der Waldböden lassen sich nach dem Körperbau drei Lebensformtypen unterscheiden (GISIN 1943): Atmobionte oder epedaphische Tiere sind oft abwechslungsreich gezeichnet und besitzen lange Körperanhänge (Antennen, Beine, Sprungapparat). Sie bewohnen die Vegetation und die obere Streuauflage. Vertreter des Hemiedaphons zeichnen sich aus durch einförmige Pigmentierung und kürzere Extremitäten. Ihr Lebensraum erstreckt sich gewöhnlich auf die Streuschicht und den lockeren Oberboden. Bei den euedaphischen Formen treten in Anpassung an eine Existenz in den immer dunklen Hohlräumen der Streuauflage bis tieferer Bodenschichten besondere Merkmale auf: Sie sind weiß, blind oder nur mit wenigen Ocellen ausgestattet, ihre Körperanhänge sind meist kurz, die Sprunggabel kann ganz fehlen, und auch die cuticuläre Behaarung ist reduziert.

Die Zusammensetzung der Collembolenzönosen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen nach den Lebensformtypen ist sehr unterschiedlich (Tab. 11). Dominanzwerte erlauben hierbei eine von der Gesamtabundanz unabhängige Betrachtung. Insgesamt stellen hemiedaphische und euedaphische Formen jeweils etwa die Hälfte der Individuen. Atmobionte Tiere machen weniger als ein Prozent des Fanges aus. Daher lassen sich die Gemeinschaften gut durch den Quotienten aus den Abundanzen eu- und hemiedaphischer Taxa charakterisieren. Dieser beträgt auf den einzelnen Wald-Dauerbeobachtungsflächen 0,180 bis 6,651, im arithmetischen Mittel 1,237, Median 0,895 (Tab. 4).

Tab. 11: Dominanz der Lebensformtypen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen im landesweiten Vergleich (N = 57, mehrjährige Mittel; Zuordnung der Arten vgl. Tabelle A 5 im Anhang).

| | Minimum | Maximum | arithm. Mittel | Median |
|---------------|---------|---------|----------------|--------|
| euedaphisch | 15,2 % | 84,6 % | 48,6 % | 47,2 % |
| hemiedaphisch | 12,7 % | 84,0 % | 50,6 % | 52,2 % |
| atmobiont | 0,0 % | 5,4 % | 0,7 % | 0,4 % |

Der Quotient Euedaphische/Hemiedaphische weist insgesamt sechs positive und sieben negative signifikante Korrelationen zu Umweltvariablen auf (Tab. 12, bei 102 Parametern im Test). Deutlicher noch als bei Collembolen-Gesamtabundanz (Kapitel 3.3.) oder Artenzahl (Kapitel 3.5.) zeichnen sich als maßgebliche Faktoren die Höhe ü. NN und mit ihr die Jahresniederschlagssumme und -mitteltemperatur ab. Der Anteil euedaphischer Tiere in den Gemeinschaften nimmt mit den Niederschlägen und der Höhe zu, mit der Temperatur ab. Im Bergland dominieren die euedaphischen Tiere, in den tieferen Lagen die hemiedaphischen. Es finden sich (arith. Mittel) von submontanen/montanen Lagen bis zur hochmontanen Stufe: Euedaphische 58 %, Hemiedaphische 41 %, von der planaren bis zur submontanen Stufe: Euedaphische 44 %, Hemiedaphische 55 %, in planaren Lagen allein: 30 % Euedaphische und 69 % Hemiedaphische. Da die größten Höhen Baden-Württembergs in der südlichen Landeshälfte liegen, ergibt sich auch ein geographischer Gradient: Das Verhältnis der Lebensformen ist mit der Breite (dem Hochwert der Gauss-Krüger-Koordinaten) korreliert.

Zu bodenchemischen und bodenphysikalischen Größen zeigen sich nur wenige Beziehungen, ebenso besteht keine signifikante Korrelation zur Waldgesellschaft. Dabei ist festzuhalten, dass in den oligotraphenten Nadelwaldgesellschaften (alle in montanen Lagen) die euedaphischen Tiere dominieren: 61 % eu- gegen 38 % hemiedaphische (arith. Mittel). In den Laubwaldgesellschaften (ohne Betrachtung der Höhenstufen) ist das Verhältnis annähernd ausgeglichen: eutrappente Laubwälder: 52 % hemi- und 47 % euedaphisch, oligotraphente Laubwälder: 50 % hemi- und 49 % euedaphisch.

Tab. 12: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen dem Quotienten der Individuendichten euedaphischer und hemiedaphischer Tiere und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Quotient Euedaphische / Hemiedaphische versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3305 | 0,0003 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,3020 | 0,0009 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2737 | 0,0026 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2631 | 0,0038 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2451 | 0,0071 |
| Hangneigung | 57 | + 0,1951 | 0,0321 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2744 | 0,0026 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2523 | 0,0056 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2462 | 0,0068 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2325 | 0,0106 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2048 | 0,0258 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1980 | 0,0296 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1967 | 0,0307 |

Die Individuendichten der euedaphischen und der hemiedaphischen Formen entwickelten sich während des Untersuchungszeitraumes in etwa ähnlicher Weise (Abb. 18). Im Frühjahrsaspekt überwiegen stets hemiedaphische Taxa, in den Jahren 1987 und 1990 lag ihre mittlere Abundanz ganzjährig über jener der euedaphischen. Im Herbstaspekt dagegen übersteigt die Dichte der euedaphischen Formen meist (in fünf von sieben Jahren) die der hemiedaphischen. Atmobionte Tiere (v.a. die Gattungen *Entomobrya* und *Orchesella*) erreichten ihre höchsten Abundanzen im warmen und niederschlagsarmen Frühjahr und Sommer 1990. Eine regelhafte Abfolge jahreszeitlicher Minima und Maxima lässt sich für keinen Lebensformtyp konstatieren.

Die meisten atmobionten Taxa halten sich nur zeitweilig in der Streuschicht oder im Boden auf: Adulti zur Eiablage, während Trockenperioden und zur Überwinterung (Angaben zu verschiedenen Arten z.B. bei BOCKEMÜHL 1956). Nur die frühen Juvenilstadien sind stärker an die humiden Verhältnisse unter der Streuauflage gebunden. Zwischen der Dominanz aller atmobionten Tiere und den Umweltvariablen wurden insgesamt fünf positive und fünf negative signifikante Korrelationen gefunden (Tab. 13, bei 102 Parametern im Test). Die Beziehungen sind schwach, die Beträge von tau kleiner 0,3, und ihre Zahl erreicht gerade das bei Berücksichtigung der Fehlerkumulation erforderliche Maß (vgl. Methoden Kapitel 2.6.).

Wie für die eu- und hemiedaphischen Tiere ist auch der Anteil atmobionter Formen vom Klima abhängig: Er steigt im Vergleich der Flächen mit der Jahresdurchschnittstemperatur. Daneben

sind mikroklimatische und bodenchemische Variablen von Bedeutung. Eine positive Korrelation zur mittleren Lichtzahl der Pflanzen in der Krautschicht sowie eine negative zum Deckungsgrad der Strauchschicht sprechen für eine Bevorzugung hellerer Stellen. Schwieriger zu deuten sind die Beziehungen zu den Schwermetallen. Die Mangangehalte in den Böden der Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind signifikant negativ korreliert mit der Lichtzahl der Pflanzen in der Krautschicht, das mobile Cadmium negativ mit den Jahresmitteltemperaturen der Naturräume (vgl. Kapitel 3.1.). Unmittelbare Wirkungen sind hier weniger anzunehmen.

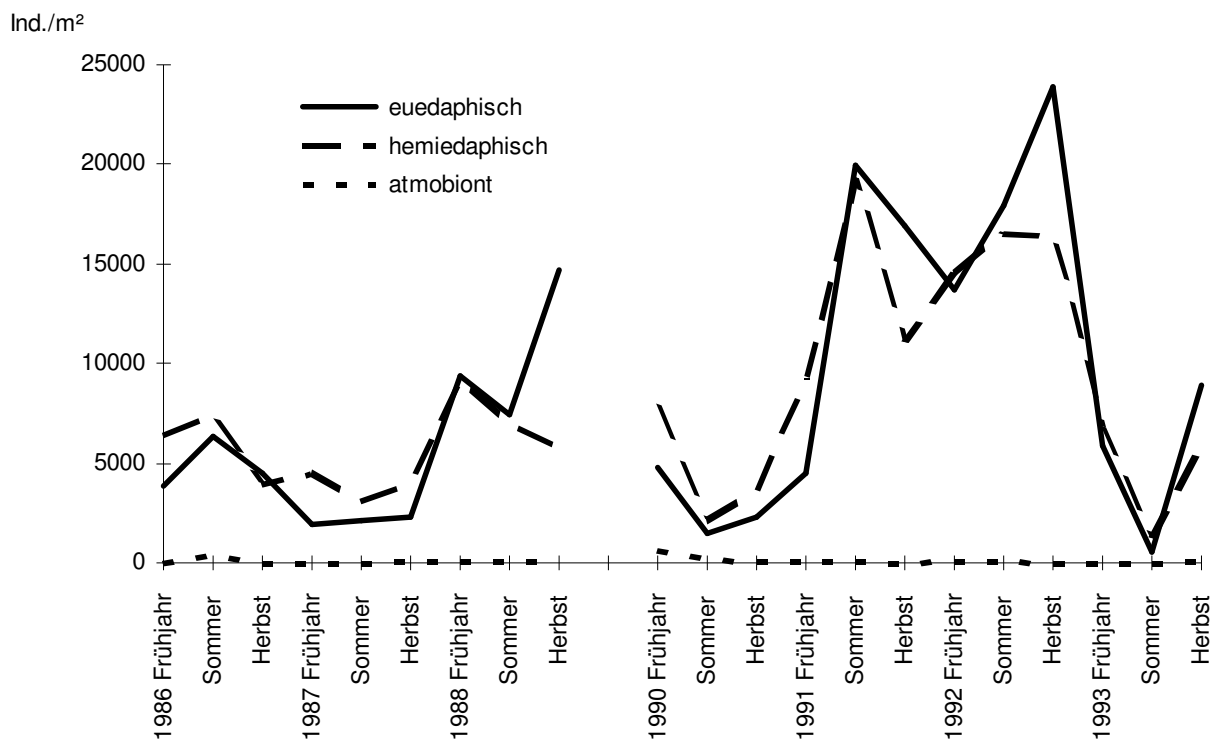


Abb. 18: Abundanzwechsel der Lebensformen über alle Wald-Dauerbeobachtungsflächen (Zuordnung der Arten vgl. Tabelle A 5 im Anhang). Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme (zur Datenerhebung vgl. Kapitel 2.3. und 2.4. sowie Anhang A 3).

Von den fünf Standorten mit einer Dominanz atmobionter Taxa größer als 2 % liegen drei im Oberrheinischen Tiefland (Fläche 1430, Asperulo-Fagetum: 2,7 %, 1450, Carici-Fagetum: 5,4 % und 1470, Luzulo-Fagetum: 3,5 %). Dabei lassen sich die Dominanzwerte der atmobionten Lebensform weitgehend auf ein starkes Vorkommen von *Orchesella flavescens* im Jahr 1990 (Frühjahr, Sommer und Herbst) zurückführen. Auf der Fläche 1380 (Luzulo-Abietetum im nördlichen Schwarzwald: 2,7 %) wurden im Sommer 1986 104 juvenile Orchesellen gefangen,

auf der Fläche 1090 im Alpenvorland (Asperulo-Fagetum: 2,7 %) traten juvenile Entomobryen in allen drei Jahrgängen auf.

Tab. 13: Signifikante Korrelationen (Kendall's tau, $\alpha = 0,05$) zwischen der Dominanz der atmobionten Lebensform und Standortvariablen. Zu den Methoden vergleiche die Kapitel 2.5. und 2.6., zu den Umweltparametern Tabelle 1 (Kapitel 2.4.) sowie Tabelle A 2 im Anhang.

| Dominanz der atmobionten Tiere versus | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2334 | 0,0103 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2296 | 0,0116 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,1969 | 0,0305 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1842 | 0,0430 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreit. der Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1810 | 0,0468 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2816 | 0,0020 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,2090 | 0,0216 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2075 | 0,0227 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1862 | 0,0407 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | - 0,1838 | 0,0435 |

3.11. Beziehungen zwischen biozönotischen Parametern

Die zur Charakterisierung der Collembolengemeinschaften der Wald-Dauerbeobachtungsflächen gewählten Parameter Gesamtabundanz, normierte AD-Streuung der Gesamtabundanz, Artenzahl, Evenness, interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur und das Verhältnis der Individuenzahl eu- und hemiedaphischer Tiere sind nicht unabhängig voneinander. Tabelle 14 weist sechs signifikante Beziehungen aus:

Artenzahl und Gesamtabundanz sind positiv korreliert, und die Artenzahl steigt mit dem Anteil euedaphischer Tiere. Alle drei Parameter sind abhängig vom Klima und nehmen mit der Höhe über NN zu (vgl. Kapitel 3.3., 3.5. und 3.10.). Insbesondere die euedaphischen Onychiuriden tragen zur Artenvielfalt in höheren Lagen bei. Die Evenness ist signifikant negativ korreliert mit der Gesamtabundanz. Mit steigender Individuendichte nimmt der Anteil einzelner Arten zu. In den Gemeinschaften mit niedriger Evenness (und hoher Gesamtabundanz) erreichen folgende Formen sehr hohe Dominanzwerte (bis über 50 %): *Isotoma notabilis*, *Isotomiella minor* und die *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe. In diesen individuenreichen Zönosen ist die interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur größer als bei geringen Dichten. Andererseits führen starke Abundanzwechsel zwischen den Probenahmeterminen zu einer geringeren Prognostizierbarkeit der Dominanzstruktur. Die normierte AD-Streuung der Gesamtabundanz ist mit dem Anteil der euedaphi-

schen Tiere positiv, mit der Dominanz hemiedaphischer Formen negativ korreliert. Hierbei wirkt sich wahrscheinlich die größere Empfindlichkeit der Euedaphischen gegenüber Schwankungen der Bodenfeuchte im Jahreslauf aus.

Tab. 14: Rangkorrelationen (Kendall's tau) zwischen den biozönotischen Parametern, die zur Beschreibung der Collembolengemeinschaften herangezogen wurden (siehe vorhergehende Kapitel sowie Methoden 2.5. und 2.6.). Fett: signifikant (p-level $\leq 0,05$); N = 57.

| | normierte AD- Streuung (incl. 1986) | Artenzahl (ohne 1986) | Evenness (ohne 1986) | interannuelle Stabilität (Kendall's W ohne 1986) | Quotient Euedaph. / Hemiedaph. (incl. 1986) |
|---|---|--------------------------|-------------------------|---|--|
| Gesamtabundanz (mehrj. Mittel, incl. 1986) | + 0,1065 | + 0,2542 | - 0,2519 | + 0,2218 | + 0,1667 |
| normierte AD-Streuung (incl. 1986) | | + 0,1319 | - 0,1253 | - 0,3133 | + 0,2281 |
| Artenzahl (ohne 1986) | | | - 0,0290 | - 0,1422 | + 0,2632 |
| Evenness (ohne 1986) | | | | + 0,0075 | - 0,0251 |
| interannuelle Stabilität (Kendall's W ohne 1986) | | | | | - 0,0702 |

3.12. Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA)

Die Auswahl der wichtigsten Umweltvariablen aus über einhundert, d.h. eines Modells, welches einen möglichst hohen Anteil der Varianz erklärt, erfolgte mit Hilfe der Funktion „Forward selection of environmental variables“ (siehe Methoden Kapitel 2.6.). Folgende Parameter konnten auf diese Weise isoliert werden:

- die Waldgesellschaft [als ordinale Größe in drei Klassen: eutraphente Laubwälder, oligotraphente Laubwälder, oligotraphente Nadelwälder],
- die Höhe über NN [m],
- die Bodenart [als ordinale Größe in 18 Klassen: von Sand bis Ton, d.h. mit abnehmendem Sandgehalt und zunehmendem Tongehalt],
- die geographische Lage, ausgedrückt durch den Hochwert und Rechtswert [i.e. Gauß-Krüger-Koordinaten].

Die Eigenwerte der Achsen sind mit 0,083 und 0,073 sehr niedrig (Tab. 15). Das bedeutet, die Auftrennung der Arten bezüglich der Variablen in der Analyse ist nicht sehr deutlich. Die meisten Taxa sind in einem engen Bereich um den Ursprung des Koordinatensystems aufzutragen. Deshalb und wegen der großen Zahl an Arten und Flächen sind die Ergebnisse in Biplot-Diagrammen (Abb. 19 und 20) mit unterschiedlichem Maßstab statt in einem Triplot wiedergegeben. Die erste Achse steht in enger Beziehung zur Waldgesellschaft, die zweite Achse lässt sich als geographischer Faktor bezeichnen.

Tab. 15: Ergebnisse der CCA-Ordination mit den Variablen Waldgesellschaft, Hoch- und Rechtswert, Höhe ü. NN und Bodenart (Abb. 19 und 20): Eigenwerte, Korrelationskoeffizienten und erklärte Varianz der ersten und zweiten Achse.

| | Axis 1 | Axis 2 |
|--|--------|--------|
| Eigenvalues | 0,083 | 0,073 |
| Species-environment correlations | 0,907 | 0,890 |
| Cumulative % variance of species data | 7,2 | 13,5 |
| Cumulative % variance of species-environment relation | 33,3 | 62,7 |
| Test of significance of all canonical axes (1000 unrestricted permutations), p-value | | |
| | | 0,001 |

Die Mehrzahl der Wald-Dauerbeobachtungsflächen ist in einem Kontinuum bezüglich geographischer Lage und Bodenart angeordnet (Abb. 19). Die Nadelwälder heben sich deutlich von den anderen Standorten ab, insbesondere weil sie auf die montane Höhenstufe beschränkt sind. Bis auf zwei (1040 und 1250) liegen alle im Schwarzwald. Auch die übrigen Flächen in diesem Naturraum (1360, 1390 und 1410) können noch zu dieser Gruppe gerechnet werden.

Collembolenarten, die im Koordinatensystem in der Nähe des Ursprungs aufgetragen werden (Abb. 20), sind nach TER BRAAK (1986) bezüglich der gewählten Variablen als Generalisten zu betrachten. Dies lässt sich auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen für *Isotomiella minor*, *Isotoma notabilis*, *Onychiurus armatus* s.str., *Folsomia quadrioculata* und *F. manolachei*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Megalothorax minimus*, *Neanura muscorum* und die *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe schon aus der großen Zahl der Fundorte ableiten (vgl. Kapitel 3.6.). Auch weniger häufige Formen wie die Katiannidae, *Allacma fusca*, *Dicyrtomina ornata* oder *Tomocerus flavescens* und *T. minor* sind hier einzuordnen.

Zahlreiche Taxa zeigen allerdings deutliche Präferenzen bezüglich der einzelnen Umweltvariablen. Das Optimum einer Art wird abgebildet durch Fällen des Lotes auf den jeweiligen

Parameter. Dies sei an einigen Beispielen erläutert: *Tomocerus baudoti* findet sich besonders in eutraphenten Laubwäldern auf tonigen Böden. Er tritt vor allem im Südwesten Baden-Württembergs auf, bevorzugt auch höhere Lagen. *Xenylla tullbergi* ist im Gegensatz dazu eine Bewohnerin sandiger Böden der tieferen Gebiete im Norden des Landes (i.e. im Oberrheinischen Tiefland, oligotraphente Laubwaldgesellschaften mit Kiefernanteil). Eine Reihe von Taxa kennzeichnet die Wälder (vorwiegend Nadelwälder) der montanen bis hochmontanen Stufe: *Pseudanurophorus binoculatus*, *Onychiurus sibiricus*, *Pseudisotoma sensibilis*, *Choreutinula inermis* und *Isotoma violacea*. Diese Arten finden sich dort neben den dominierenden Ubiquisten, d.h. die Collembolengesellschaften der Nadelwaldböden unterscheiden sich von denen der Laubwälder durch Anwesenheit bzw. Fehlen einiger Formen, die oft nur in geringer Dominanz auftreten (vgl. hierzu die Individuenzahlen in Tabelle A 5 im Anhang oder die näheren Ausführungen zu einzelnen Arten im Ergänzungsband).

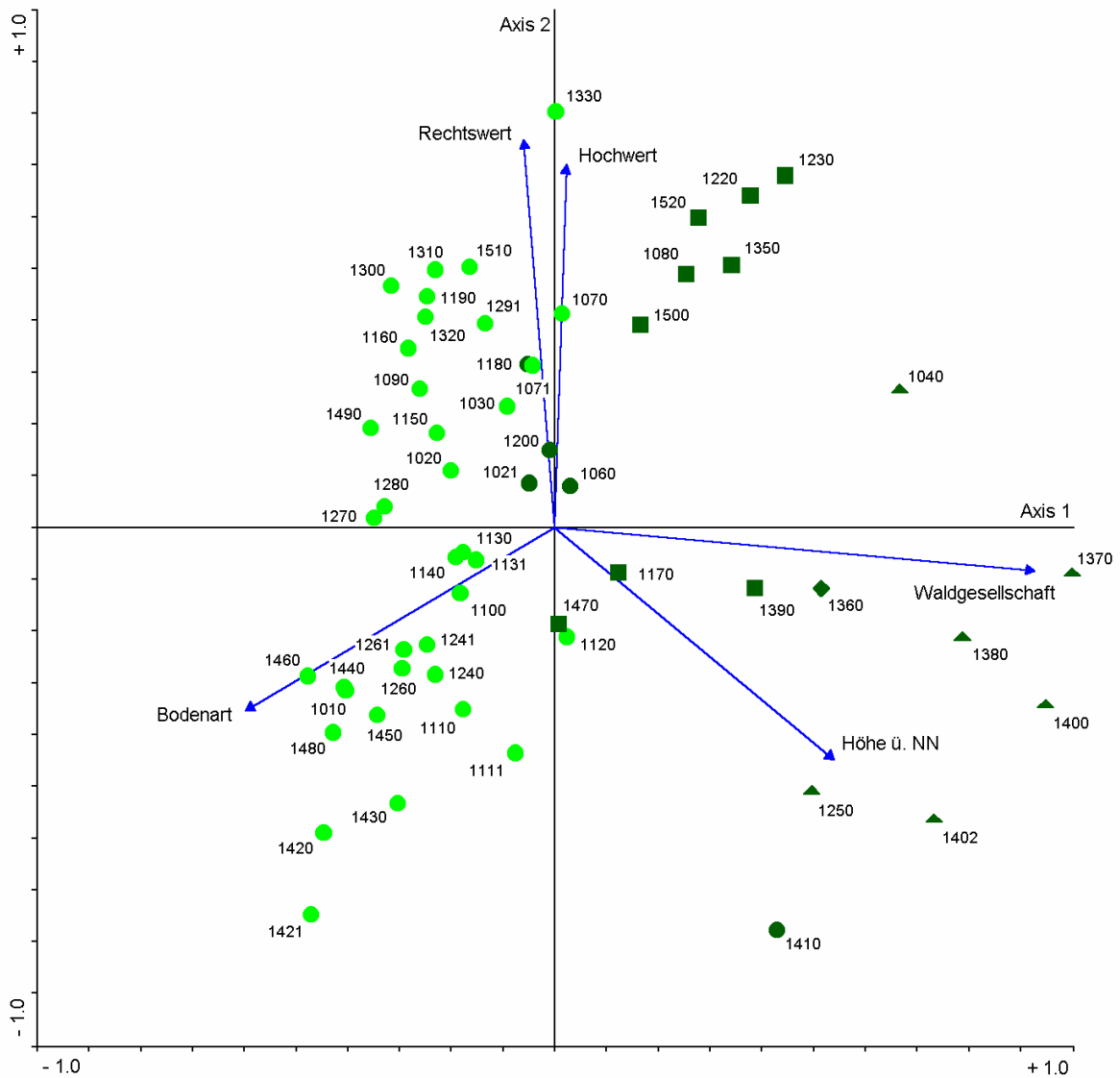


Abb. 19: CCA-Ordination der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Beziehung zu den fünf bedeutendsten Umweltvariablen. Die Zahlen bei den Symbolen bezeichnen die Flächennummern, vgl. Tabelle A 1 im Anhang.

Legende: ● eutraphente Laubwälder, ● Übergang, ■ oligotraphente Laubwälder, ◆ Übergang, ▲ oligotraphente Nadelwälder (Ausnahme: 1250, Nadelforst auf basenreichem Boden)

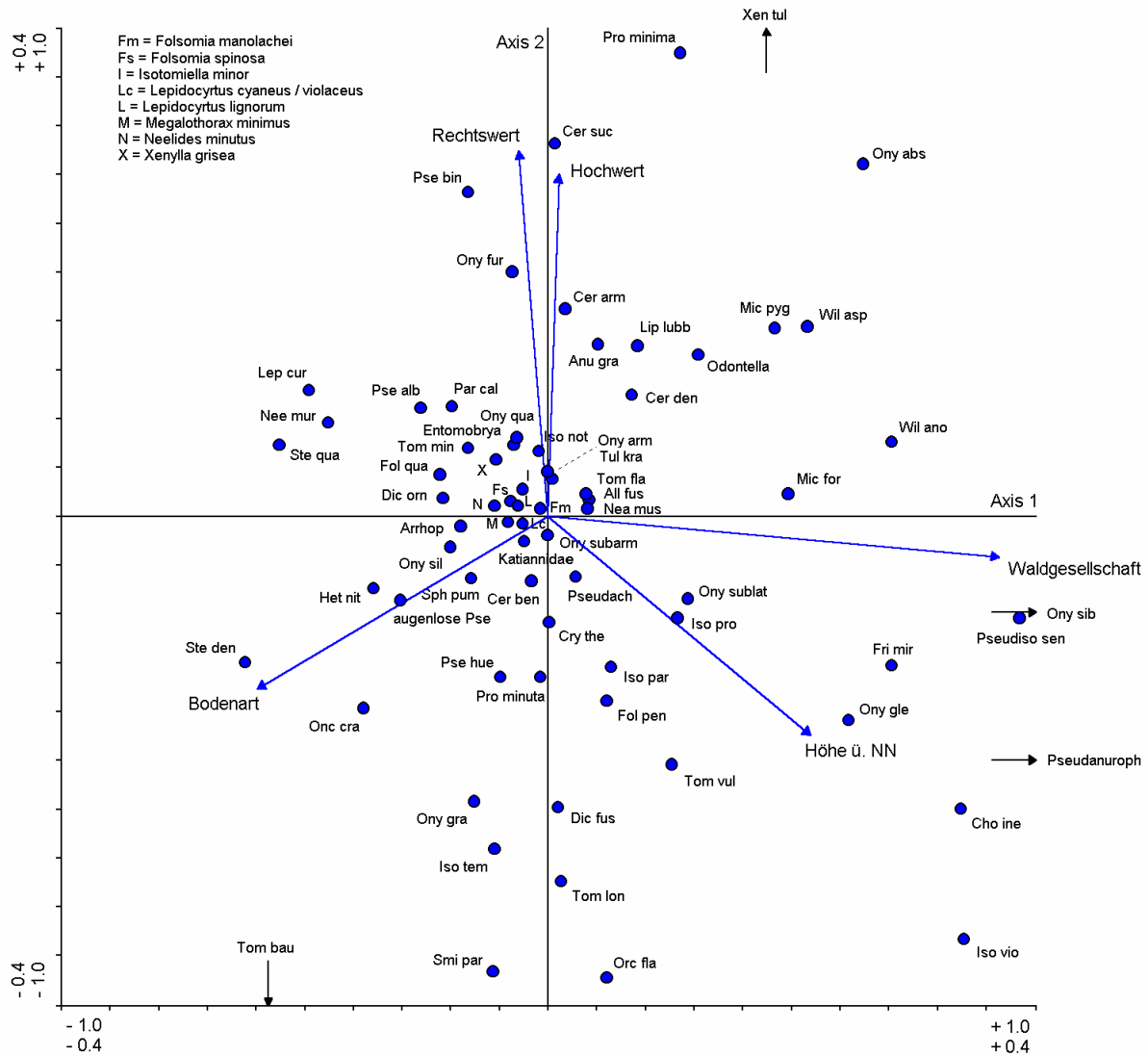


Abb. 20: CCA-Ordination der Collembolenarten zu den fünf wichtigsten Umweltvariablen. Für die Kurzbezeichnungen der Taxa siehe Anhang A 8. Beachte den zweifachen Maßstab: $-1,0$ bis $+1,0$ für die Umweltvariablen und $-0,4$ bis $+0,4$ für die Collembolen. Folgende Arten liegen außerhalb des dargestellten Wertebereichs:

| | |
|---|-----------------|
| <i>Xenylla tullbergi</i> | $+0,18 / +0,43$ |
| <i>Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus</i> | $+0,48 / -0,08$ |
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> | $+0,55 / -0,20$ |
| <i>Tomocerus baudoti</i> | $-0,23 / -0,48$ |

In einem zweiten Ansatz wurden für die Kanonische Korrespondenzanalyse a priori Standortvariablen ausgewählt, die häufig zur Beschreibung der Böden und des Klimas herangezogen werden (vgl. Methoden Kapitel 2.6.): der pH-Wert im Ah-Horizont, die Basensättigung, Tongehalt, organischer Kohlenstoff, C/N-Verhältnis, mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}), Mächtigkeit der organischen Auflage, Jahresniederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen der Naturräume. Tabelle 16 fasst die Ergebnisse zusammen, Abbildung 21 und 22 zeigen die Ordination der Wald-Dauerbeobachtungsflächen und Collembolentaxa. Die Eigenwerte der Achsen sind niedriger als im ersten Versuch, und das Modell erklärt einen geringeren Prozentsatz der Varianz als das vorhergehende. Die erste Achse ist am stärksten korreliert mit der Mächtigkeit der organischen Auflage, die zweite Achse beschreibt einen Faktor, der in enger Beziehung zur mikrobiellen Biomasse und dem Humusgehalt steht. Die Länge der Vektoren in den Diagrammen steht im Verhältnis zur Varianz der Variablen.

Tab. 16: Ergebnisse der CCA-Ordination mit den Variablen pH im Ah-Horizont, Basensättigung, Tongehalt, organischer Kohlenstoff, C/N-Verhältnis, mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}), Mächtigkeit der organischen Auflage, Jahresniederschlagssummen und -mitteltemperaturen der Naturräume (Abb. 21 und 22): Eigenwerte, Korrelationskoeffizienten und erklärte Varianz der ersten und zweiten Achse.

| | Axis 1 | Axis 2 |
|--|--------|--------|
| Eigenvalues | 0,079 | 0,051 |
| Species-environment correlations | 0,897 | 0,811 |
| Cumulative % variance of species data | 6,8 | 11,2 |
| Cumulative % variance of species-environment relation | 28,7 | 47,5 |
| Test of significance of all canonical axes (1000 unrestricted permutations), p-value | | 0,001 |

Wiederum bilden die meisten Wald-Dauerbeobachtungsflächen ein Kontinuum entlang der Umweltgradienten (Abb. 21). Nur die Nadelwälder bzw. Flächen im Schwarzwald heben sich ab, obwohl die Variable Waldgesellschaft hier nicht Bestandteil des Modells ist. Das Klima und die Stärke der organischen Auflage sind die verantwortlichen Faktoren. Die Ausnahme, der Standort 1250, bezeichnet einen Nadelwald auf Muschelkalk in der Baar. Enge Beziehungen bestehen zwischen dem pH-Wert, dem Tongehalt und dem C/N-Verhältnis im Ah-Horizont. Eu- und oligotrophente Waldgesellschaften werden hiernach gut getrennt. Bei der Fläche 1291 handelt es sich um ein Asperulo-Fagetum auf einem sauren Lössverwitterungsboden mit Moderhumus. Die Asperulo-Fageten sind als eutrophente Buchenwälder eingestuft (vgl. Tabelle A 2 im Anhang).

Unter den Collembolen (Abb. 22) lassen sich neben den Generalisten, die um den Ursprung gruppiert sind, deutlich Taxa erkennen, die unterschiedliche Standorte charakterisieren: *Tomoceerus baudoti* und *Xenylla grisea* als Bewohner toniger, neutraler bzw. sandiger und saurer Böden treten wie im ersten Modell hervor. Außerdem zeigen sie gegensätzliche Optima, was die mikrobielle Biomasse angeht. Die „Nadelwaldarten“ (s.o.) finden sich bei starker Streuauflage und hohem C/N-Verhältnis. Weitere acidophile Taxa sind *Micranurida pygmaea*, *Onychiurus absoloni*, *Willemia anophthalma* und *W. aspinata* und *Onychiurus glebatus*. *Proisotoma minima* zeigt ebenfalls ein Optimum in sauren, tonarmen Böden mit hohem C/N-Verhältnis, zugleich aber in warmen Regionen mit geringeren Niederschlagssummen, ganz ähnlich *Xenylla grisea*. Zu beachten ist, dass sich anhand der Ergebnisse der CCA auch differenzieren lässt, ob das Auftreten einer Art in erster Linie von Eigenschaften des Bodens oder durch das Klima beeinflusst wird. *Micranurida pygmaea* ist z.B. eine acidophile Form, die bezüglich Temperatur und Niederschlag keine Präferenz zeigt. Dagegen sind die ebenfalls fast nur in sauren Böden vorkommenden Arten *Pseudanurophorus binoculatus* und *Onychiurus sibiricus* gleichzeitig auf kühle, niederschlagsreiche Gebiete beschränkt. Letzteres gilt auch für *Isotoma violacea*, die jedoch vom pH-Wert des Bodens unabhängig zu sein scheint. Solche Feststellungen sind insbesondere bei der Auswahl von Indikatorarten zu berücksichtigen.

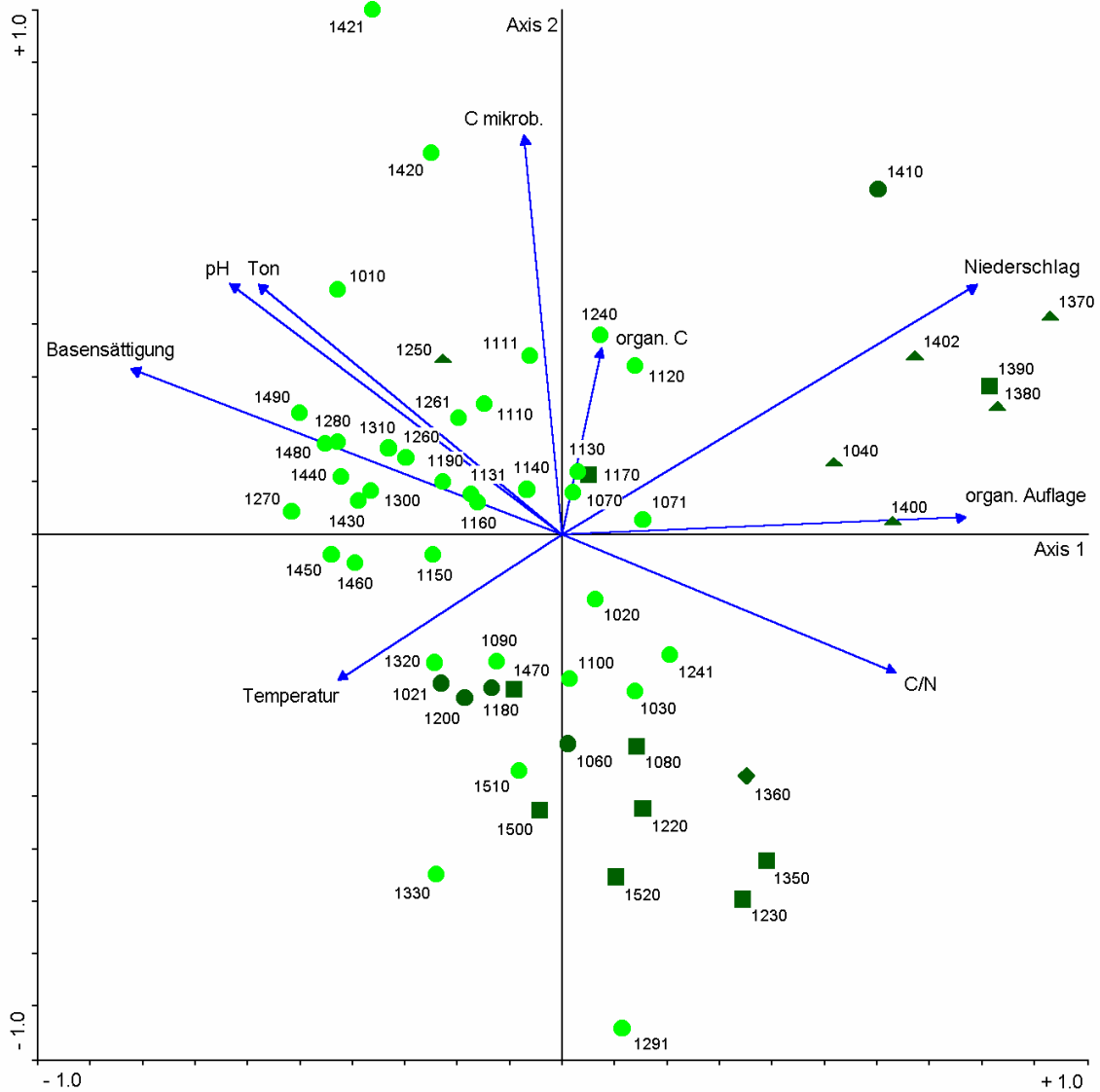


Abb. 21: CCA-Ordination der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Beziehung zu den Variablen pH im Ah-Horizont, Basensättigung, Tongehalt, organischer Kohlenstoff, C/N-Verhältnis, mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}), Mächtigkeit der organischen Auflage, Jahresniederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen der Naturräume. Die Zahlen bei den Symbolen bezeichnen die Flächennummern, vgl. Tabelle A 1 im Anhang.

Legende: ● eutraphente Laubwälder, ● Übergang, ■ oligotraphente Laubwälder, ◆ Übergang, ▲ oligotraphente Nadelwälder (Ausnahme: 1250, Nadelforst auf basenreichem Boden)

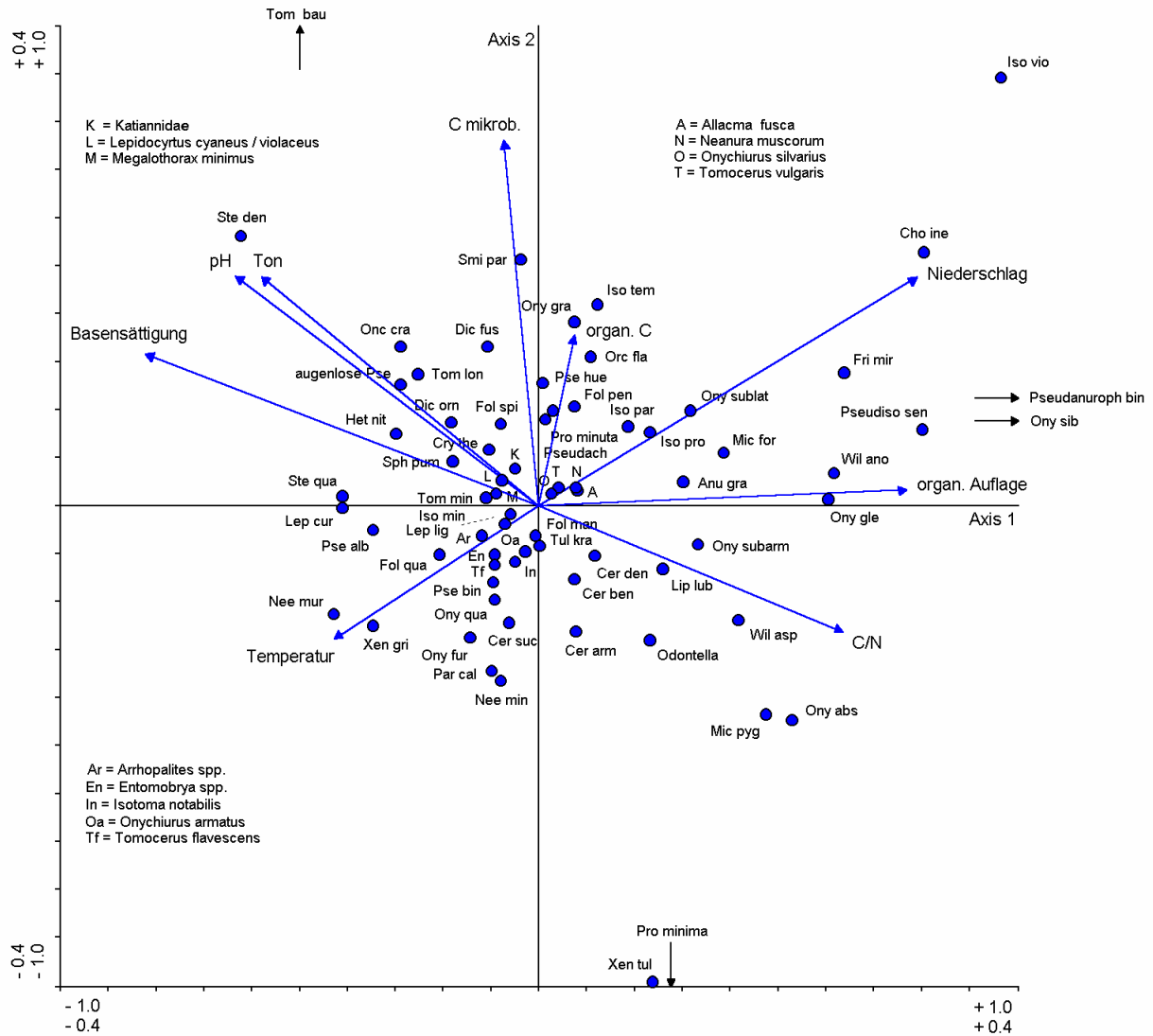


Abb. 22: CCA-Ordination der Collembolenarten zu den Variablen pH im Ah-Horizont, Basensättigung, Tongehalt, organischer Kohlenstoff, C/N-Verhältnis, mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}), Mächtigkeit der organischen Auflage, Jahresniederschlagssummen und Jahresmitteltemperaturen der Naturräume. Für die Kurzbezeichnungen der Arten siehe Anhang A 8. Beachte den zweifachen Maßstab: $-1,0$ bis $+1,0$ für die Umweltvariablen und $-0,4$ bis $+0,4$ für die Collembolen. Folgende Arten liegen außerhalb des dargestellten Wertebereichs:

| | |
|---|-----------------|
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> | $+0,51 / +0,13$ |
| <i>Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus</i> | $+0,50 / +0,07$ |
| <i>Proisotoma minima</i> | $+0,11 / -0,41$ |
| <i>Tomocerus baudoti</i> | $-0,20 / +0,43$ |

In einem dritten Versuch erfolgte die CCA-Ordination der Wald-Dauerbeobachtungsflächen und der Collembolenarten mit den Schwermetallgehalten der organischen Auflage und des Ah-Horizontes (Abb. 23 und 24). Diese Beziehungen sind im Rahmen des mit dem Ökologischen Wirkungskataster praktizierten passiven Biomonitoring besonders interessant. Die Eigenwerte der Achsen sind in diesem Modell minimal (Tab. 17), eine Auftrennung der Arten kaum möglich. Die erklärte Varianz erreicht einen geringeren Prozentsatz als in den beiden vorhergehenden Modellen. Bedeutendster Faktor (Achse 1) ist das Blei in der organischen Auflage. Die zweite Achse steht in Verbindung mit Cadmium und Kupfer in der Auflage sowie dem austauschbaren Kupfer im Ah-Horizont. Die Länge der Vektoren in den Diagrammen steht im Verhältnis zur Varianz der Variablen. Die Gesamtgehalte von Zink und Blei sind mit den mobilen Konzentrationen negativ korreliert. Eine positive Beziehung besteht (außer bei Zink) zwischen dem Gehalt in der organischen Auflage und der austauschbaren Menge im Ah-Horizont.

Tab. 17: Ergebnisse der CCA-Ordination mit den Konzentrationen der Schwermetalle Cadmium, Blei, Zink und Kupfer (Abb. 23 und 24): Eigenwerte, Korrelationskoeffizienten und erklärte Varianz der ersten und zweiten Achse.

| | Axis 1 | Axis 2 |
|--|--------|--------|
| Eigenvalues | 0,070 | 0,043 |
| Species-environment correlations | 0,852 | 0,815 |
| Cumulative % variance of species data | 6,0 | 9,8 |
| Cumulative % variance of species-environment relation | 23,3 | 37,9 |
| Test of significance of all canonical axes (1000 unrestricted permutations), p-value | | |
| | | 0,001 |

Die Unterschiede zwischen den Waldgesellschaften sind in diesem Modell geringer als in der beiden vorigen (Abb. 23). In eutraphenten Laubwäldern können z.T. höhere Schwermetall-Gesamtgehalte festgestellt werden, in oligotraphenten Laub- wie Nadelwäldern größere Konzentrationen der austauschbaren Ionen. Letzteres dürfte auf die erleichterte Mobilisierung bei niederen pH-Werten zurückzuführen sein. Eine Reihe von Flächen zeigt hohe Bleiwerte im Auflagehorizont (1040, 1220, 1350, 1370, 1380, 1400, 1402 und 1520). Diese Wälder stehen auf sandigen Böden oder kristallinem Untergrund, meist im Bergland, die Fläche 1520 aber in der Oberrheinebene.

Die meisten Collembolenarten verhalten sich bezüglich der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gemessenen Konzentrationen der Schwermetalle Cadmium, Blei, Zink und Kupfer offen-

bar indifferent (Abb. 24). Einige acidophile Formen scheinen vor allem bei hohen Konzentrationen von Blei in der Auflage oder mobil im Ah-Horizont aufzutreten: *Pseudanurophorus binoculatus*, *Onychiurus sibiricus*, *Choreutinula inermis*, *Proisotoma minima*, *Isotoma violacea*, *Pseudisotoma sensibilis*, *Xenylla tullbergi* und *Micranurida pygmaea*. Gegensätzliche Reaktion zeigen *Lepidocyrtus curvicollis*, *Stenaphorurella denisi*, *Tomocerus baudoti*, *Oncopodura crassicornis* und *Stenaphorurella quadrispina*.

Diese Ordination der Collembolenarten bezüglich der Schwermetalle darf selbstverständlich nicht losgelöst von den beiden vorhergehenden Versuchen betrachtet werden. Es zeigt sich, dass Bewohner sandiger (und damit saurer) Böden höheren biologisch wirksamen Konzentrationen (mobil oder in der organischen Auflage) ausgesetzt sind als die Lebensgemeinschaften tonreicher Standorte mit höheren pH-Werten. Dort sind die meisten Schwermetallionen durch stabile Bindungen immobilisiert.

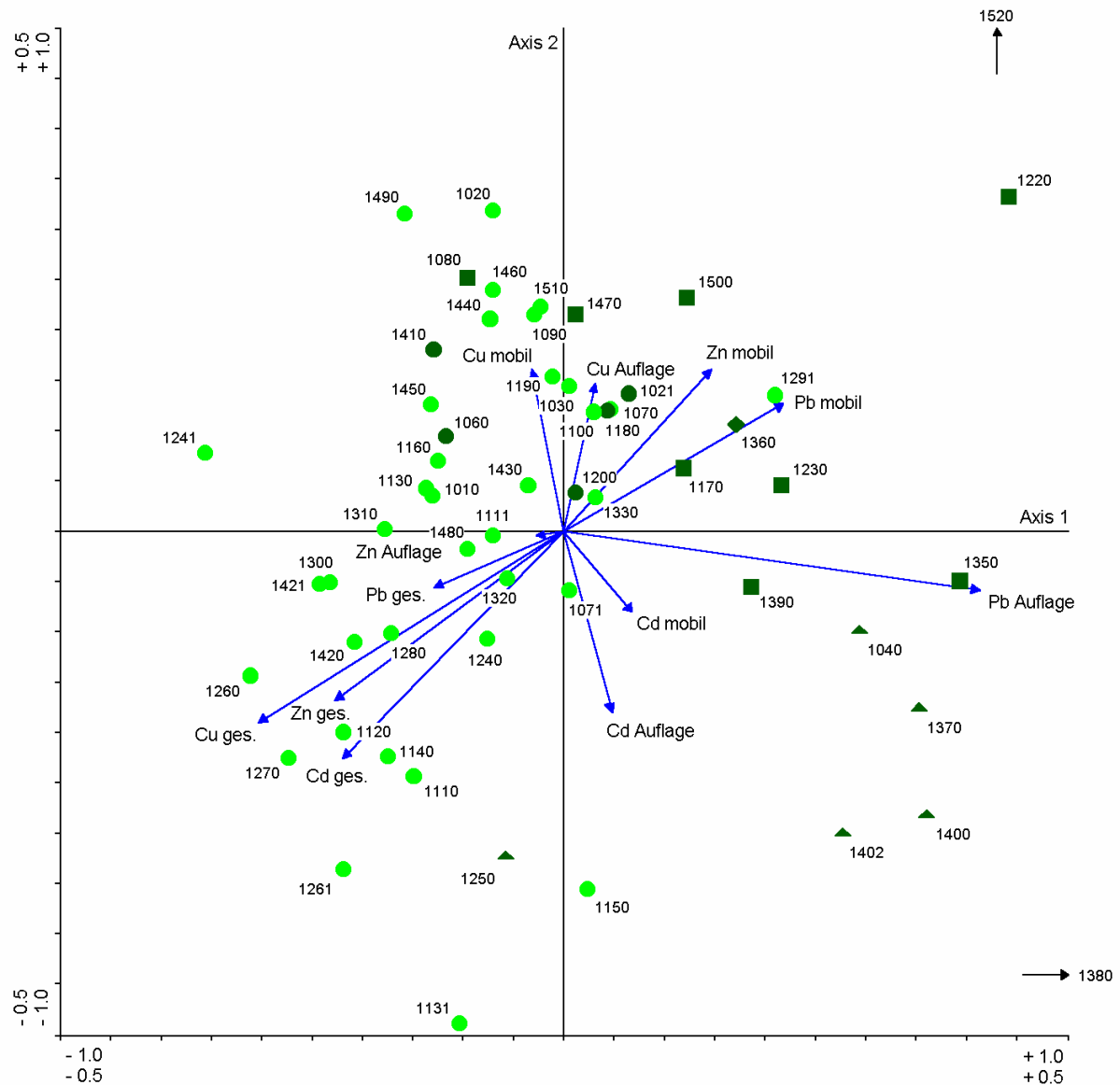


Abb. 23: CCA-Ordination der Wald-Dauerbeobachtungsflächen im Bezug zu den Gehalten der Schwermetalle Cadmium, Blei, Kupfer und Zink. Beachte den zweifachen Maßstab: $-1,0$ bis $+1,0$ für die Umweltvariablen und $-0,5$ bis $+0,5$ für die Dauerbeobachtungsflächen. Die Zahlen bei den Symbolen bezeichnen die Flächennummern, vgl. Tabelle A 1 im Anhang.

Legende: ● eutraphente Laubwälder, ● Übergang, ■ oligotraphente Laubwälder, ◆ Übergang, ▲ oligotraphente Nadelwälder (Ausnahme: 1250, ein Nadelforst auf basenreichem Boden).

Zwei Standorte liegen außerhalb des dargestellten Wertebereichs:

1520 (oligotrophenter Eichen-Buchenwald mit Kiefern) $+0,42 / +0,86$

1380 (oligotrophenter Tannen-Fichtenwald) $+0,79 / -0,44$.

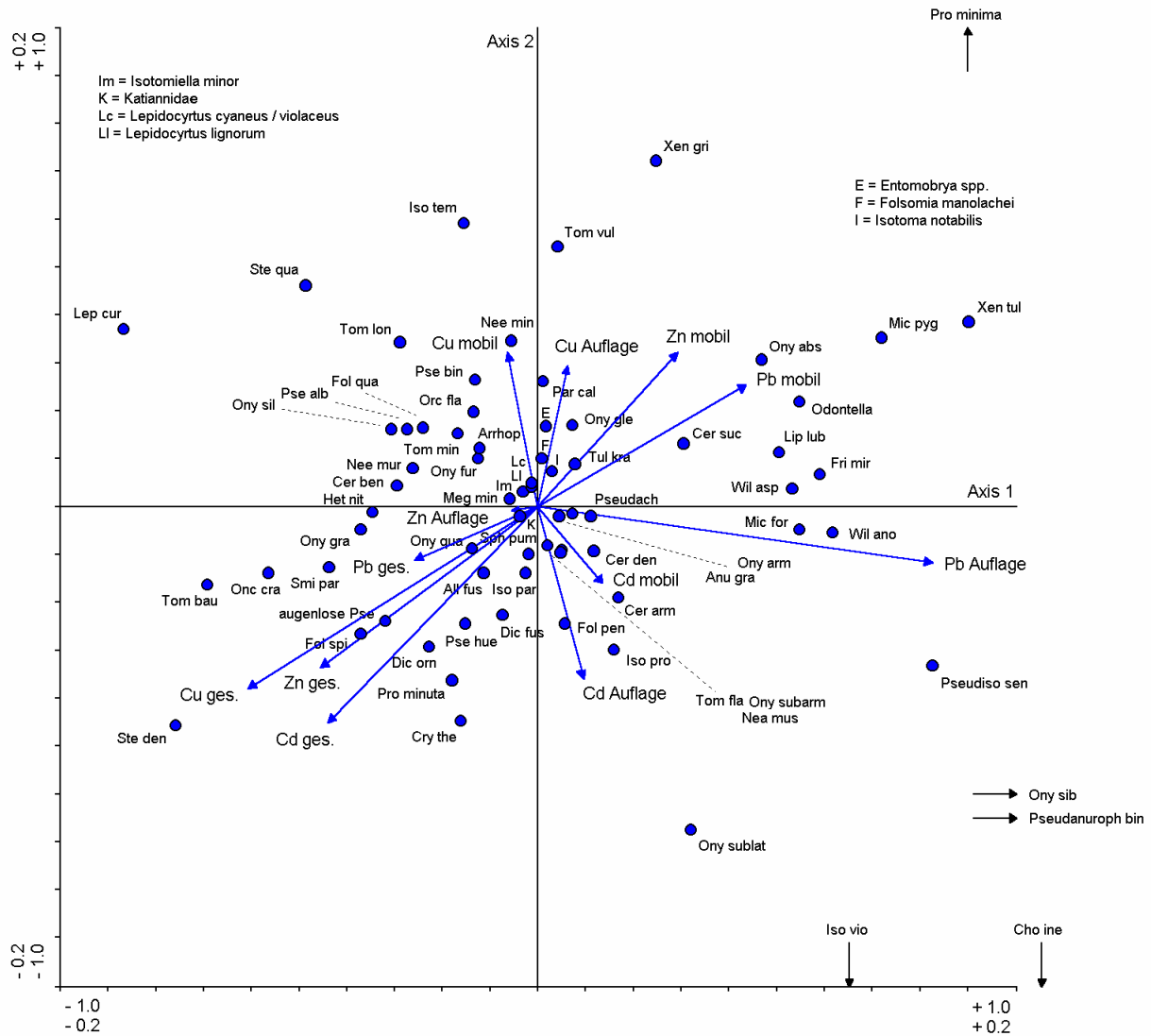


Abb. 24: CCA-Ordination der Collembolenarten zu den Konzentrationen der Schwermetalle Cadmium, Blei, Kupfer und Zink. Für die Kurzbezeichnungen der Arten siehe Anhang A 8. Beachte den zweifachen Maßstab: $-1,0$ bis $+1,0$ für die Umweltvariablen und $-0,2$ bis $+0,2$ für die Collembolen. Folgende Arten liegen außerhalb des dargestellten Wertebereichs:

| | |
|---|-------------------|
| <i>Proisotoma minima</i> | $+0,18$ / $+0,26$ |
| <i>Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus</i> | $+0,22$ / $-0,12$ |
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> | $+0,24$ / $-0,13$ |
| <i>Choreutinula inermis</i> | $+0,21$ / $-0,24$ |
| <i>Isotoma violacea</i> | $+0,13$ / $-0,22$ |

4. Diskussion

Nachfolgend sollen die Ergebnisse der vorgestellten Auswertung zusammengefasst und im Lichte der eingangs aufgestellten Hypothesen bzw. Fragen (vgl. Kapitel 1.3.) besprochen werden. Nach einer Analyse der Collembolengemeinschaften der untersuchten Waldböden im Vergleich mit Angaben aus der Fachliteratur, insbesondere bezüglich der Wirkung verschiedener Umweltfaktoren, folgt der Versuch, typische Zönosen gegeneinander abzugrenzen (Kapitel 4.1.). Der signifikanten Beziehung zwischen Artenabundanz und Zahl der Fundorte ist ein eigenes Unterkapitel gewidmet (4.2.). Abgeschlossen wird die Diskussion mit einer Bewertung des Einsatzes von Springschwänzen als Reaktionsindikatoren für Schadstoffbelastungen in Waldböden (Kapitel 4.3.).

4.1. Die Collembolengemeinschaften der Wald-Dauerbeobachtungsflächen

4.1.1. Flächenauswahl und Untersuchungszeitraum

Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg repräsentieren die Waldgesellschaften der naturräumlichen Einheiten des Landes. Es handelt sich stets um ausgereifte Wälder mit forstlicher Nutzungsgeschichte, in denen jedoch während des Untersuchungszeitraums keine Eingriffe stattfanden. Jungwälder, Sonderstandorte sowie die weit verbreiteten Fichtenforste wurden bei der Flächenauswahl vermieden (vgl. Kapitel 2.2.). Die natürlichen Waldgesellschaften sind vorwiegend Laub- und Mischwälder, am häufigsten des Fagenions, nur in den hohen Lagen Nadelwälder (Abieteten).

Waldgesellschaft und Zusammensetzung der Kraut- und Moosschicht sind stark mit edaphischen Standortfaktoren korreliert, z.B. die Artenzahl in der Krautschicht positiv mit dem pH-Wert, die Artenzahl der Moose negativ mit dem pH-Wert. Daneben bestehen Bezüge zu Klima und Höhe ü. NN, wie z.B. für das Auftreten von Nadelhölzern in höheren, humiden Lagen oder für die mittlere Temperaturzahl der Krautschicht (vgl. Kapitel 3.1.). Die meisten Standorte der montanen Stufe liegen in der südlichen Landeshälfte. Mit steigender Meereshöhe sinken die Jahresmittel der Temperatur, besonders die Winter sind kälter und länger, die Jahresniederschlagssummen nehmen dagegen zu. Die meisten bodenphysikalischen und -chemischen Größen besitzen keine signifikante Beziehung zur Meereshöhe und Landesgeographie. Hier bestehen die aus der Bodenkunde bekannten Zusammenhänge.

Nach sieben Untersuchungsjahren mit alternierender Probenahme liegen zwei Kollektive mit unterschiedlicher Probenzahl vor: 27 Flächen, die in drei Jahren (1987, 1990, 1992), und 30, die in vier Jahren (1986, 1988, 1991, 1993) aufgenommen wurden (siehe Kapitel 2.4.). Obwohl die

Probenzahl mit neun pro Fläche und Jahr im Vergleich zu anderen Arbeiten niedrig angesetzt ist, ergibt sich durch die mehrjährige Beobachtung und das landesweite Netz von Dauerbeobachtungsflächen ein Datensatz von außerordentlicher Bedeutung.

4.1.2. Artenspektrum und Artenzahl

Für Wälder der gemäßigten Breiten werden in der Literatur 24 bis über 60 Collembolenarten angegeben (PETERSEN & LUXTON 1982). Die beobachteten Artenzahlen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen reichen nach vier Jahren von 23 bis 46 (Kapitel 3.5.). Die zu den einzelnen Probenahmeterminen auf einer Fläche festgestellten Werte schwankten z.T. stark. Die stetige Zunahme der Zahl nachgewiesener Arten macht deutlich, dass der tatsächliche Formenreichtum größer sein dürfte als bisher ermittelt. Für eine annähernd vollständige Bestandsaufnahme wären auf den meisten Flächen noch einige Jahre vonnöten. Die extrapolierten Gesamtartenzahl liegen um drei bis 51 % über den derzeit beobachteten Werten. Allerdings ist die Schätzung der Artenzahl nach ACE (vgl. Kapitel 2.5. und 3.5.) wie auch bei anderen Schätzverfahren abhängig von der Probenzahl und liefert daher keinen erwartungstreuen Wert. Im Naturschutzgebiet am Belchen (1260 m ü. NN) ist mit 46 beobachteten und 64 geschätzten Arten die größte Vielfalt anzutreffen. Dies unterstreicht die Bedeutung des Gebietes auch in bodenzoologischer Betrachtung. Es besteht eine positive Beziehung zwischen der Dominanz des Euedaphons und der Artenzahl. Die Ursache hierfür kann im Formenreichtum der Onychiuriden gesehen werden.

Hinsichtlich ihrer Charakterarten (siehe Abb. 9) scheinen sich die Wälder Baden-Württembergs kaum von anderen in Mitteleuropa zu unterscheiden. Zur Differenzierung nach bestimmten Standorteigenschaften (Waldgesellschaften, Boden-pH u.a.) lassen sich dagegen eine Reihe seltenerer Taxa heranziehen (vgl. Kapitel 3.12. und 4.3.2.).

Artenzahl und Gesamtabundanz sind positiv korreliert. In beiden Fällen ist eine Abhängigkeit vom Klima und der Höhenstufe zu beobachten (Kapitel 3.5.): Auf den Flächen der submontanen bis hochmontanen Stufe ist die Formenvielfalt größer als in tieferen Lagen. Humusform und Waldgesellschaft scheinen keinen Einfluss auf die Zahl im Boden lebender Collembolenarten zu haben. Die positiven Beziehungen zu Humusgehalt und mikrobieller Biomasse sind dagegen ähnlich eng wie jene zur Höhe ü. NN. Alle Korrelationen zu Umweltvariablen sind aufgrund starker Wertestreuung (z.B. Abb. 15) schwach, die Beträge von tau mit einer Ausnahme $< 0,3$ (zur Höhenstufe $+ 0,36$). Damit sind Umkehrschlüsse aus den hier erfassten Standorteigenschaften auf den Artenreichtum der Collembolengemeinschaften von Waldböden nur mit Vorbehalt herzustellen. Bedeutend stärker sind die Beziehungen zwischen der Zahl der Pflanzenarten in der Krautschicht und der Moosschicht und zahlreichen Variablen der Bodenchemie, doch auch hier bleiben die Beträge von Kendall's tau unter 0,6 (vgl. Tab. 2). In

anderen Studien zeigten Bodentiere (Nematoden, Ameisen) kaum engere Verbindungen zwischen Artenzahl und Umweltparametern als die Collembolen (EKSCHMITT et al. im Druck).

Die Beobachtung höherer Artenzahlen im Bergland bei kühlerem und regenreicherem Klima als in den tiefer gelegenen Landesteilen wirft die Frage nach potentiellen Auswirkungen der Erderwärmung auf. Gerade Arten, welche auf die hohen Lagen, z.B. im Südschwarzwald beschränkt sind, könnten auf lange Sicht gefährdet sein. Die gilt vor allem für alpine oder boreoalpine Formen wie *Hypogastrura monticola*. In Hochgebirgen wie den Alpen ist ein Ausweichen in größere Höhen begrenzt möglich, nicht jedoch in den Mittelgebirgen. Hier kann eine dauerhafte und deutliche Klimaveränderung die Biodiversität nicht nur der Flora und epigäischen Fauna, sondern auch der Bodenbiozönose beeinträchtigen. Ob ein „Ausgleich“ durch die Einwanderung von wärmeliebenden bzw. -toleranten Taxa erfolgen wird, ist fraglich, zumal unter den heimischen Collembolenarten weit mehr eine positive Korrelation zwischen Abundanz und Höhe ü. NN aufweisen als eine negative.

Nach CORNELL (1993) hängt bei herbivoren Arthropoden die lokale Artenzahl im Wesentlichen von der regionalen Vielfalt ab, und wird nicht von der Konkurrenz zwischen Arten begrenzt. Dies erwartet der Autor auch für andere Organismengruppen. Interspezifische Konkurrenz scheint auch für die Verbreitung von Collembolenarten von untergeordneter Bedeutung zu sein (HOPKIN 1997, CHRISTIANSEN et al. 1992). Die Befunde auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen (vgl. Vikarianz Kapitel 3.7.) deuten darauf hin, dass ähnliche oder gegensätzliche Reaktionsweisen auf äußere Umweltfaktoren die Zusammensetzung der Gemeinschaften bestimmen. Es ist zu vermuten, dass eine lokale Collembolenzönose die Ressourcen eines Standortes nicht vollständig nutzt und die Zahl koexistierender Arten somit nicht durch interspezifische Wechselwirkungen begrenzt wird.

4.1.3. Collembolen-Gesamtabundanz und ihre Dynamik

In Waldböden der gemäßigten Klimazonen reichen die Collembolenabundanzen von ca. 2500 bis 250000 Ind./m² (PETERSEN & LUXTON 1982). Eine Angabe aus einem Luzulo-Fagetum in Bayern deutet sogar auf 400000 Ind./m² hin (BAUCHHENSS & DANCAU 1977, Mittel über zwei Jahre). Die Befunde der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg lauten auf 6200 bis 34700 Ind./m² im mehrjährigen Mittel, 1400 bis 72000 Ind./m² für die Einjahresmittel (siehe Kapitel 3.3.). Vergleiche mit Literaturangaben werden dadurch erschwert, dass die untersuchten Bodentiefen unterschiedlich sind, z.B. auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 0-8 cm, bei BAUCHHENSS & DANCAU 0-15 cm, und die angegebenen Dichten über unterschiedliche Zeiträume und Probenzahlen gemittelt sind (Einjahresmittel, mehrjährige Mittel). Die Besiedlungsdichte nimmt in Waldböden sehr rasch mit der Tiefe ab. Unterhalb des Ah-Horizontes wird nur ein kleiner Prozentsatz der Tiere gefunden (vgl. z.B. BAUCHHENSS &

DANCAU 1977). Mit der Entnahme von Bodenproben bis 8 cm Tiefe werden wahrscheinlich die meisten Springschwänze erfasst. Dies hängt noch von der Mächtigkeit der Streuauflage und des Ah-Horizontes ab. Es muss stets ein Kompromiss gefunden werden zwischen Praktikabilität (z.B. Kapazität der Ausleseapparatur), Standardisierung (zum Vergleich vieler Flächen) und Effizienz bei der Erfassung der Tiergemeinschaft.

Oligotraphente Waldgesellschaften mit Moderhumus in montanen Lagen weisen in Baden-Württemberg signifikant höhere Abundanzen auf als die Wälder im Tiefland und die Mullhumusböden (Kapitel 3.3.). Die Collembolen-Gesamtabundanz in den Waldböden wird offenbar besonders durch das Klima beeinflusst. Hinzu kommen Humusform und Humusgehalt. Die sehr individuenreichen euedaphischen Taxa *Isotomiella* und *Protaphorura*, die kühle, humide Lagen im Bergland bevorzugen, üben dabei erheblichen Einfluss aus. Was die Beträge von Kendall's tau angeht, gilt dasselbe wie im Fall der Artenzahl: Die starke Wertestreuung (z.B. Abb. 10) bedingt schwache Korrelationen. Der Anstieg der Collembolendichten in der Reihe L-Mull – F-Mull – Moder – rohumusartiger Moder bestätigt frühere Befunde, wonach die Abundanz der Springschwänze und die Zersetzungsgeschwindigkeit der Streuauflage sich umgekehrt proportional verhalten (WOLTERS 1983).

Die Varianz der Abundanz innerhalb der Probenserien einzelner Flächen ist sehr hoch. Die AD-Streuung beträgt bis zum 1,15-fachen des mehrjährigen Mittels (vgl. Tab. 4). Bedeutend ist hierfür die Abundanzdynamik dominanter und subdominanter Taxa. Die Befunde (vgl. Kapitel 3.3.) lassen auf Einwirkung der Witterung und damit der mikroklimatischen Verhältnisse, insbesondere Schwankungen der Bodenfeuchte schließen. Die normierte AD-Streuung nimmt mit dem Anteil der euedaphischen Formen in der Zönose zu, mit der Dominanz hemiedaphischer Taxa ab (siehe Kapitel 3.10.). Zu Artenzahl und Gesamtabundanz bestehen keine signifikanten Beziehungen. Je größer die Abundanzschwankungen, desto größer sind allerdings die Unterschiede in der Dominanzstruktur zwischen den Jahren (siehe unten). Darüber hinaus besteht eine positive Korrelation zum Anteil der euedaphischen Lebensform. Euedaphische Arten werden von Wechseln der Bodenfeuchte stärker betroffen, es fehlt ihnen ein wirksamer Transpirationsschutz (VERHOEF & WITTEVEEN 1980, MAIS 1970, MAYER 1957).

Regelmäßige Schwankungen der Collembolen-Gesamtabundanz wie auch der Artenabundanzen sind nicht feststellbar, ebensowenig eine gerichtete Entwicklung im Laufe des Untersuchungszeitraumes (vgl. Kapitel 3.4.). Im Frühjahrsaspekt überwiegen stets hemiedaphische Taxa. Im Herbst, der Jahreszeit, in welcher fast immer reichliche Niederschläge fallen und die Mächtigkeit der Streuauflage zunehmen dürfte, dominieren meist die euedaphischen Formen. WOLTERS (1983) stellte in einem Mull-Buchenwald bei Göttingen das Dominanz- und Biomassemaximum der euedaphischen Collembolen ebenfalls im Herbst fest. Die Massenwechsel vieler Arten stimmen in etwa mit der Entwicklung der Collembolen-Gesamtabundanz überein, nur selten

waren jahreszeitliche Rhythmen festzustellen. Die Populationsdynamik der Arten und damit die Phänologie von Collembolengemeinschaften wird wahrscheinlich stark von der Witterung bzw. den dadurch hervorgerufenen Schwankungen des Mikroklimas beeinflusst. WOLTERS (1998) konnte eine positive Beziehung zwischen der Gesamtabundanz und der mittleren Temperatur des Vorjahres feststellen. Neben fluktuierenden Populationsgrößen gibt es jedoch in Untersuchungen mit standardisierter Probenahme noch weitere mögliche Ursachen für Abundanzmaxima bzw. -minima, nämlich den Wechsel des Aufenthaltsortes: Vertikalwanderungen im Boden, Aufsteigen mancher Taxa in der Vegetation und horizontale Migrationen infolge der mikroklimatischen Bedingungen oder in verschiedenen Altersstadien (BAUER 1979, HÜTHER 1961, MAYER 1957, BOCKEMÜHL 1956).

4.1.4. Interannuelle Stabilität der Dominanzstruktur

Auch bezüglich der relativen Artenabundanzen existieren auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sowohl stabile wie stark fluktuierende Collembolengemeinschaften (siehe Kapitel 3.8.). Kendall's W als Maß ihrer Prognostizierbarkeit ist mit 0,245 bis 0,817 deutlich niedriger als von BENGTTSSON (1994) für Springschwänze in Waldböden angegeben (0,78 bis 0,97, $n=5$). CHERNOVA & KUZNETSOVA (2000) hingegen errechnen für verschiedene Nadelwälder in Russland Werte von 0,160 bis 0,840. Die Artenzahlen in den von BENGTTSSON ausgewerteten Studien lagen bei fünf bis elf, bei CHERNOVA & KUZNETSOVA bei drei bis acht. Es wurden stets nur die dominanten Formen berücksichtigt. Für die Wald-Dauerbeobachtungsflächen beträgt die Zahl der Taxa nach Ausschluss der seltensten Arten 20 bis 36. Die Vergleichszeiträume umfassen bei BENGTTSSON zwei oder drei aufeinanderfolgende Jahre, bei CHERNOVA & KUZNETSOVA fünf, z.T. mit Abständen, im vorliegenden Fall drei Jahre aber mit Abständen (1987-92 bzw. 1988-93). Unterschiedliche Artenzahlen und Untersuchungszeiträume im Vergleich verschiedener Studien haben jedoch laut BENGTTSSON keinen signifikanten Einfluss auf den Konkordanzkoeffizienten.

In Gemeinschaften mit starken Schwankungen der Gesamtabundanz treten deutlichere Unterschiede der Artendominanzen zwischen den Jahren auf (vgl. Tab. 14). Die Individuendichte einer Art auf einer Dauerbeobachtungsfläche fluktuiert nicht immer parallel zur Dichte aller Collembolen. Die interannuelle Stabilität der Zusammensetzung der Zönosen zwischen den Jahren, ausgedrückt durch den Konkordanzkoeffizienten W nach Kendall ist andererseits positiv korreliert mit der Gesamtabundanz. CHERNOVA & KUZNETSOVA (2000) weisen nach, dass unter natürlichen Bedingungen sowohl stabile wie auch stark fluktuierende Collembolengemeinschaften angetroffen werden können. Als wesentlichen Steuerfaktor betrachten sie die Bodenfeuchte. Waldböden mittlerer Feuchte zeichnen sich durch stabile Gemeinschaften aus, nasse und trockene Böden durch starke Dominanzwechsel von Jahr zu Jahr. Im gemäßigten Klima erwarten sie allgemein eine höhere Konkordanz als im kontinentalen russischen Untersuchungsgebiet. Regelmäßige (periodische) Schwankungen im Jahreslauf sollen

sich nicht negativ auf die Stabilität der Dominanzstruktur im Vergleich zwischen den Jahren auswirken. Nur stabile Zönosen lassen sich prognostizieren. Nur diese könnten bei Abweichungen vom Erwartungswert zur Indikation anthropogener Einflüsse herangezogen werden.

Die untersuchten Standorte in Baden-Württemberg sind alle in einem mittleren Feuchtebereich angesiedelt, Extreme nicht vertreten. Starke Fluktuationen in der Dominanzstruktur wären demnach nicht zu erwarten. Sie könnten als Hinweise auf Störungen gewertet werden, doch sind solche auf den betreffenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen nicht belegt. Gerichtete Sukzessionen lassen sich im Vergleich dreier Jahre nicht nachweisen. Auch aus den Korrelationen zwischen Kendall's W und Umweltvariablen lassen sich keine eindeutigen Folgerungen ziehen. Als mögliche Steuergröße für die interannuelle Stabilität der Collembolengemeinschaften bleibt im Wesentlichen die Witterung. Für die Wald-Dauerbeobachtungsflächen gilt: Aus der Waldgesellschaft und der Bodenbeschaffenheit allein kann nicht auf die Stabilität der Zönosen geschlossen werden.

4.1.5. Lebensformen

Die Dominanz der Lebensformen hängt in starkem Maße vom Klima ab. In kühlen, regenreichen Mittelgebirgslagen überwiegt der Anteil euedaphischer Tiere, im milden Tiefland (z.T. mit sommerlichen Trockenphasen) herrschen hemiedaphische Arten vor (vgl. Kapitel 3.10.). Dies dürfte vor allem auf die Reaktion dominanter Taxa zurückzuführen sein, wie *Onychiurus* spp. und *Isotomiella* spp. sowie andererseits von *Isotoma notabilis* und *Folsomia quadrioculata*. Die Letzteren scheinen mehrheitlich ein höheres Wärmebedürfnis oder eine größere Resistenz gegen Trockenheit zu besitzen. Durch das Ansteigen der Schichtstufenlandschaft von Nord nach Süd ergibt sich dabei ein geographischer Gradient. Höhere Anteile von Formen des Atmobios (> 1 %) werden vorwiegend an Standorten im warmen Klima tieferer Lagen angetroffen. VAN STRAALLEN (1994) stellte unter mitteleuropäischen Collembolenarten Unterschiede in der Temperaturabhängigkeit der Embryogenese fest. Viele hemiedaphische Formen reagieren stärker auf Temperaturänderungen als euedaphische, ihre Entwicklung wird durch eine Erhöhung der Umgebungstemperatur stärker beschleunigt, bei niederen Temperaturen stärker gebremst als die der euedaphischen Taxa (HOPKIN 1997). Hemiedaphische Arten könnten sich demnach in milden Klimaten erheblich rascher vermehren und mehr Generationen hervorbringen als in höheren Lagen, zumal falls sich die Befunde auch auf die postembryonale Entwicklung übertragen ließen.

4.1.6. Gibt es typische Collembolenzönosen unterschiedlicher Waldstandorte ?

Bezog sich die Diskussion bis zu diesem Punkt auf übergreifende biozönotische Gesichtspunkte wie die Gesamtabundanz, Artenzahl oder die interannuelle Stabilität, so soll im Folgenden der

Versuch gemacht werden, anhand der Ergebnisse Kanonischen Korrespondenzanalyse (siehe Kapitel 3.12.) standörtlich bedingte Unterschiede im Artenspektrum der Collembolengemeinschaften verschiedener Waldböden herauszuarbeiten. Distinkte Gruppen lassen sich dabei kaum erkennen, es ergibt sich vielmehr ein Kontinuum (vgl. Abb. 20, 22 und 24). Die wichtigsten Größen zur Ordination der Zönosen sind die Waldgesellschaft und die geographische Lage, dazu die Bodenart und Höhe ü. NN.

Die Waldgesellschaft ist einerseits eine integrale Größe, welche Eigenschaften des Bodens (eutroph – oligotroph) und des Klimas (in tieferen Lagen Laubwälder – in höheren Nadelwald) widerspiegelt. Andererseits prägt sie das Milieu für die Collembolen in der Streuauflage und im Ah-Horizont durch die Zusammensetzung des Bestandesabfalls (Laubstreu – Nadelstreu) sowie der Mikroflora und der Fauna: In Böden eutraphenter Wälder, meist mit Mullhumus, überwiegt bakterielle Zersetzung und die Aktivität der Makrofauna (insbesondere der Regenwürmer), unter oligotraphenten Waldgesellschaften, meist in Moderhumus, die pilzliche Zersetzung und die Aktivität der Mesofauna (SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990).

Die Böden eutraphenter Waldgesellschaften zeichnen sich aus durch Arten wie *Stenaphorurella quadrispina* und *St. denisi* oder *Pseudosinella alba*. *Lepidocyrtus curvicollis*, *Neelus murinus* und *Stenaphorurella quadrispina* charakterisieren dabei Wälder in den tiefer gelegenen Landesteilen, *Tomocerus baudoti* tritt vor allem in höheren Lagen im Süden Baden-Württembergs auf. In oligotraphenten Laub- und Mischwäldern liegt der Schwerpunkt des Vorkommens folgender Arten: *Proisotoma minima*, *Pseudisotoma sensibilis*, *Xenylla tullbergi*, *Willemia anophthalma*, *Friesea mirabilis*, *Micranurida pygmaea* und *M. forsslundi*, *Onychiurus glebatus* und *O. sublatus*. Unter diesen finden sich *M. pygmaea* unabhängig von der Höhe, *X. tullbergi* und *P. minima* zumeist im wärmeren Tiefland, wogegen die übrigen in den höheren Lagen bereits überleiten zu den Gemeinschaften der Nadelwälder. *Pseudanurophorus binoculatus*, *Onychiurus sibiricus* und *Choreutinula inermis* treten vorwiegend in diesem Habitat auf.

In der Zusammensetzung der Collembolengemeinschaften zeigen sich geographische Gradienten der Richtungen Süd–Nord und West–Ost. Diese gehen einerseits sicherlich auf in der naturräumlichen Landesgliederung begründete Gefälle mehrerer Umweltvariablen zurück, z.B. der Höhe ü. NN und des Klimas. Andererseits dürften die heute im Land lebenden Taxa unterschiedlicher geographischer Herkunft sein und die Erschließung unseres Gebietes durch die einzelnen Arten in der Vergangenheit zu unterschiedlicher Zeit und auf unterschiedlichen Wegen stattgefunden haben. *Isotomiella paraminor* zum Beispiel ist eine oreophile Form des Karpaten- und Alpen-gürtels und im Süden des Landes weit verbreitet. *Hypogastrura monticola* in den Hochlagen des Südschwarzwalds dürfte als Glazialrelikt einzustufen sein, und auch weitere kälteresistente Taxa könnten bereits während der letzten Eiszeit im Gebiet gelebt haben. *Tomocerus baudoti* und andere Waldarten sind wahrscheinlich nach dem Ende der letzten Eiszeit wie viele andere

Elemente unserer Flora und Fauna von Südwesten in das Gebiet nördlich der Alpen vorgedrungen.

Verschiedene Autoren haben aus Mitteleuropa standorttypische Zoozönosen der Springschwänze beschrieben, z.B. GISIN (1943), STRENZKE (1949), FRANZ (1975). Sie gehen aus von der Annahme, dass Eigenschaften des Biotops das Vorkommen bestimmter Taxa und die Dominanzverhältnisse bedingen. Die Formulierung standorttypischer Gemeinschaften streu- und bodenbewohnender Collembolen, insbesondere bei sehr feiner Abstufung der Biotoptypen etwa analog der Pflanzensoziologie, unterliegt jedoch mehreren Einschränkungen:

1. Es fehlen Angaben über Verbreitung und Ökologie vieler heimischer Arten, oder die Angaben sind widersprüchlich. Viele Aussagen beruhen auf ungesicherter taxonomischer Zuordnung nach Benutzung veralteter Bestimmungsliteratur (DUNGER 1994). Die häufigen Taxa gelten meist als euryök, es handelt sich z.T. aber um Artengruppen, die sich noch in der taxonomischen Bearbeitung befinden, z.B. der *Tullbergia krausbaueri*-Komplex. Es ist weiterhin mit Neubeschreibungen und Artnachweisen für unser Gebiet zu rechnen aber auch mit der „Aufhebung“ von Arten, die lediglich Synonyme darstellen (für die *Onychiurus armatus*-Gruppe siehe z.B. POMORSKI 1990).
2. Die abiotischen und biotischen Faktoren, welche die Populationsentwicklung steuern, sind oft nicht hinlänglich bekannt, um die Zusammensetzung einer Zönose zu erklären, weshalb etwa die eine oder andere Collembolenart dominiert.
3. Im Gegensatz zu Pflanzengemeinschaften kann die Zusammensetzung von Zoozönosen in kurzer Zeit stark schwanken. Springschwänze haben rasche Generationsfolgen (wenige Wochen bis ein Jahr) und die Witterung übt einen starken Einfluss aus.
4. Die bisher vorhandenen Aufnahmen von Collembolenzönosen in verschiedenen Habitattypen Mitteleuropas sind längst nicht so zahlreich wie z.B. die der Vegetation, auf welchen die pflanzensoziologische Syntaxonomie gründet. Ursache hierfür ist der weit größere Aufwand, besonders bei Extraktion, Auslese und Determination der Tiere.

4.2. Artenabundanz und Zahl der Fundorte

Diesem besonderen Aspekt der Ökologie, nämlich dem Zusammenhang zwischen Verbreitung und Individuenzahl, möchte ich ein eigenes Unterkapitel widmen.

4.2.1. Das Phänomen

Für die Collembolenarten baden-württembergischer Waldböden ist eine signifikante positive Korrelation zwischen Frequenz und mittlerer Abundanz an den Fundorten zu konstatieren (siehe Kapitel 3.6.). Ubiquitäre Arten wie *Isotomiella minor* oder *Isotoma notabilis* treten in hohen lokalen Abundanzen auf, seltene Taxa (niedere Zahl der Fundorte) wurden nur mit niederen

Dichten angetroffen (vgl. Abb. 17). Die Beziehung erklärt knapp 40 % der Varianz. Ähnliche Befunde sind für diverse Tiergruppen und für Pflanzen publiziert worden (Übersicht bei GASTON 1996). Auch bei Bodentieren ist die Erscheinung bekannt. HANSKI et al. (1993) beschreiben sie für Dungkäfer aus Afrika, Carabiden aus Südnorwegen und Landschnecken aus Nordfinnland, HANSKI (1982) anhand von Milben aus Waldböden in Nordfinnland und WRIGHT (1991) für Nematoden.

Im Fall der Springschwänze auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen ergibt sich weder eine streng lineare noch eine exponentielle Beziehung, stattdessen sind die Werte im Diagramm annähernd in einem Dreieck angeordnet. Einige Arten treten zwar an zahlreichen Orten, jedoch in geringer mittlerer Abundanz auf, z.B. *Heteromurus nitidus* oder *Neanura muscorum*. Keine Art vereint dagegen niedere Frequenz und hohe Individuendichte. Die schwachen mathematischen Korrelationen haben ihre Ursache in der triangulären Verteilung der Werte (Arten) im Koordinatensystem. Rangkorrelation oder lineare Regression sind nicht geeignet, diese zu beschreiben. Die Relation zwischen Abundanz und Frequenz ist im mathematischen Sinne nicht eindeutig und kann daher nicht in Form einer Gleichung dargestellt werden. Hochfrequente Arten können sowohl in hoher wie auch in niederer Individuendichte auftreten, seltene Taxa (Frequenz) jedoch offenbar nicht mit hoher Abundanz. Oder anders betrachtet: Arten, welche im Mittel in großen Individuenzahlen auftreten, sind auch weit verbreitet.

4.2.2. Artefizielle Einflüsse

In Abbildung 17 fällt auf, dass die untere Hälfte des Frequenzspektrums erheblich stärker besetzt ist als die obere. Verschiedene Faktoren tragen dazu bei: Wenn eine Art in niederen Abundanzen auftritt, wird ihre Frequenz leicht unterschätzt (GASTON et al. 1997). Die Nachweisgrenze lag bei der Untersuchung einer Wald-Dauerbeobachtungsfläche bei ca. 10 Ind./m² im mehrjährigen Mittel. Eine Art, welche weit verbreitet ist, jedoch oft in niederen Dichten vorkommt, wird häufiger „übersehen“. Allgemein sind in manchen Gattungen die Frequenzen und mittleren Abundanzen wahrscheinlich auch dadurch unterschätzt worden, dass kleine Jungtiere nicht bis zur Art determiniert werden können; dies gilt z.B. für *Entomobrya*, *Ceratophysella*, *Tomocerus*, die *Onychiurus armatus*-Gruppe und *Folsomia quadrioculata / manolachei* (vgl. Gesamtartenliste A 5 im Anhang).

Zur hohen Zahl sehr seltener Taxa kann auch die Auswahl des Untersuchungsgebietes beitragen. Es stellt sich die Frage nach der Repräsentativität der Aufnahmen für das Vorkommen einzelner Arten 1. in geographischer Hinsicht, 2. nach den Makrohabitaten und 3. den Mikrohabitaten sowie 4. der Jahreszeit. Das Bundesland Baden-Württemberg umfasst für keine der auf den Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Arten das gesamte Verbreitungsgebiet. Laut GASTON (1996) besteht im Allgemeinen eine hohe Übereinstimmung zwischen den Befunden in

Teilarealen und großräumigen Studien. Zwischen regionalen Untersuchungen muss dies nicht zutreffen. Ein Beispiel: *Hypogastrura monticola* ist in Baden-Württemberg sehr selten, ihr Areal umfasst die europäischen Hochgebirge (Karpaten, Alpen, Pyrenäen), wo sie in subalpinen bis hochalpinen Lagen auftritt, meist in der Nähe von oder auf den Schneefeldern (CHRISTIAN 1987, PALISSA 1964). Die vorliegenden Daten beziehen sich zudem nur auf Waldböden. Unter den seltenen Arten sind einzelne Taxa, die in hoher Konstanz offene Habitats bewohnen, z.B. *Isotoma viridis* oder *Isotomurus palustris*. Andere sind auf Mikrohabitate beschränkt, welche nicht Gegenstand der Untersuchung waren, *Cyphoderus albinus* etwa auf Ameisennester. Ebenso treten die atmobionten Formen in Bodenproben nur in geringer Zahl auf. Winterarten wie *Ceratophysella bengtssoni* und *C. sigillata* sind sicherlich in Frequenz und Abundanz erheblich unterschätzt worden. Diese Feststellungen sind von Bedeutung, wenn aus der Abundanz-Frequenz-Beziehung Folgerungen über das Extinktionsrisiko einzelner Arten gezogen werden wie dies z.B. GASTON (1999) tut.

Andererseits schließen GASTON et al. (1997) Einen methodischen Artefakt als einzige Ursache für die beobachtete Korrelation aus. Aus den oben genannten Einwänden ergibt sich zwar, dass bei etlichen Collembolenarten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wahrscheinlich die Frequenz oder die Frequenz und die mittlere Abundanz unterschätzt worden sind. Es wäre dann eine homogenere Anordnung der Punkte im Koordinatensystem zu erwarten. Die annähernd trianguläre Struktur bliebe jedoch erhalten. Für kein Taxon lässt sich nämlich vermuten, dass allein die Abundanz grob unterschätzt worden ist.

4.2.3. Natürliche Mechanismen

Eine schlüssige Erklärung für die positive Beziehung zwischen Abundanz und Frequenz scheint es derzeit noch nicht zu geben. GASTON et al. (1997) diskutieren verschiedene Einflüsse, und tatsächlich dürfte die beobachtete Erscheinung mehrere Ursachen haben. Methodische Artefakte, Eigenschaften der Arten und Wechselwirkungen mit der Umwelt überlagern sich. Die ökologische Valenz einer Art, i.e. ihre Nischenbreite (BROWN 1984), und die Verfügbarkeit der für die Art nutzbaren Ressourcen im betrachteten Gebiet bestimmen die Frequenz (HANSKI et al. 1993) – neben ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Zeit, die der Art bis heute zur Erschließung des Untersuchungsgebietes zur Verfügung gestanden hat. Für die Abundanz sind die Qualität des Lebensraumes und die erreichbare Reproduktionsrate der Art entscheidend. Bezüglich Letzterer ist zu unterscheiden zwischen r- und K-selektierten Arten, polyvoltinen und univoltinen, unterschiedlicher Entwicklungsgeschwindigkeit, Lebensdauer oder Eizahl. Bei Taxa, die sich durch hohe mittlere Abundanzen auszeichnen, könnte es sich um r-selektierte, euryöke Formen handeln, oder die von ihnen genutzten Ressourcen sind im Untersuchungsgebiet überall und in großer Menge verfügbar. Möglicherweise ist die Ausbreitungsfähigkeit streu- und bodenbewohnender Springschwänze positiv abhängig vom Reproduktionspotential. Nach einem

längeren Zeitraum (für unser Gebiet seit Ende der letzten Eiszeit) dürften dann all jene Arten, die sich rasch fortpflanzen können, das ganze Gebiet erschlossen haben. Die niederfrequenten Taxa scheinen dagegen K-selektiert zu sein. Diese Feststellungen sind allerdings für die einzelnen Arten noch zu überprüfen.

Eine ungefähr trianguläre Form der Beziehung zwischen Abundanz und Frequenz bzw. Verbreitung wie bei den Collembolen in baden-württembergischen Waldböden ist auch für andere taxonomische Gruppen und Habitattypen festgestellt worden (z.B. BROWN & MAURER 1987 für die nordamerikanische Avifauna). GASTON (1996, 1999) und GASTON et al. (1997) betrachten sie aber eher als eine Ausnahme und konzentrieren sich bei ihrer Suche nach den zugrunde liegenden Mechanismen wie den Folgerungen für die Praxis auf einen monotonen, letztlich linearen Zusammenhang. Dabei wird das Auftreten hochfrequenter Arten in niederen Abundanzen praktisch außer Acht gelassen. Ihr Erscheinen unter den Collembolen der Waldböden könnte bedingt sein durch Nutzung von Ressourcen, die zwar weiträumig aber in geringer Menge zur Verfügung stehen (Art-Umwelt-Beziehung), oder bei r- und K-selektierten Taxa greifen unterschiedliche Mechanismen dichteabhängiger Regulation, welche bei Letzteren die Abundanz auf tieferem Niveau halten (Eigenschaften der Arten).

4.2.4. Praktische Aspekte

GASTON (1999) stellt mehrere Anwendungsbezüge der positiven Abundanz-Frequenz-Beziehung her. Da über die Verbreitung der meisten Collembolenarten bzw. über die Collembolenfauna vieler Gebiete keine oder unzureichende Daten vorliegen, verdient besondere Beachtung seine Feststellung, dass es keine rationelle Methode geben kann, Biodiversität großräumig zu erfassen. Er geht davon aus, dass die Zahl seltener Arten mit beschränkter Verbreitung weit größer ist als die der häufigen (vgl. Abb. 17). Lokale Studien können zwar mit hoher Intensität das gesamte Artenspektrum eines Ortes erheben, aber Arten nicht nachweisen, die an eben jenen Stellen nicht vorkommen. Regionale Untersuchungen (z.B. das Ökologische Wirkungskataster) müssen mit verhältnismäßig kleinen Probenzahlen auf den einzelnen Flächen ausgeführt werden und werden daher Formen, die in niederen Abundanzen auftreten, häufig „übersehen“.

Ein anderer Gesichtspunkt ist beim Einsatz von Collembolen als Bioindikatoren, speziell als Reaktionsindikatoren im passiven Monitoring zu beachten. Die ubiquitären Arten wie auch die sehr seltenen Formen sind eventuell weniger geeignet. Erstere weisen offenbar (im Untersuchungsgebiet) keine enge Bindung an bestimmte Umweltfaktoren auf, Letztere sind in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes gar nicht zu erwarten. Zuerst müssten zumindest die Ursachen ihrer kleinräumigen Verbreitung aufgeklärt sein. Taxa des mittleren Frequenzbereiches dagegen sollten auf ihre Eignung als Bioindikatoren stärker untersucht werden (STIERHOF & WOLTERS in Vorbereitung).

Unter dem Aspekt biologische Vielfalt und Naturschutz kommt den seltenen Arten besonderer Wert zu. Sie treten nicht nur an wenigen Stellen auf, sondern auch in niederen Individuenzahlen. Das Extinktionsrisiko für die Collembolenarten der Waldböden hängt im Wesentlichen ab von ihrer Häufigkeit. Ökologische Spezialisierung scheint keine Strategie zur besseren Absicherung zu sein (STIERHOF & WOLTERS in Vorbereitung). Der Bodenfauna wird in der Diskussion um den Erhalt der Biodiversität noch wenig Beachtung geschenkt, obwohl sie an der Artenzahl unseres Planeten einen erheblichen Anteil haben dürfte (WOLTERS 2001). Für die Springschwänze können die vorliegenden Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zunächst nur Hinweise geben. Mit verschiedenen Erhebungsmethoden wäre zu prüfen, welche der aufgeführten Formen tatsächlich selten sind, und wo die Frequenz und evtl. auch Abundanz mit Bodenproben unterschätzt wird (vgl. 4.2.2.). Danach müsste eine genaue Analyse von Verbreitung, Biologie und Ökologie der wirklich seltenen Taxa erfolgen.

Nach dieser abschließenden Betrachtung über die Lebensgemeinschaften der Wald-Dauerbeobachtungsflächen soll im letzten Teil der Diskussion der Einsatz von Collembolen als Bioindikatoren in einigen Aspekten angesprochen werden, soweit die in dieser Arbeit ausgewerteten Daten Aussagen darüber zulassen.

4.3. Collembolen als Reaktionsindikatoren

4.3.1. Grundsätzliche Gesichtspunkte

Springschwänze erfüllen verschiedene Anforderungen, die an einen Bioindikator auf zönotischer Ebene (als Reaktionsindikator) zu stellen sind (DUNGER 1982): hohe Abundanzen, starke Orts-treue, enge Korrelation zur mikrobiellen Gesamtaktivität, Empfindlichkeit gegenüber Noxen, Erfassbarkeit der aktiven Stadien mit standardisierbaren Erhebungsmethoden und gute Reaktionsfähigkeit auf die Bildung neuer Nischen durch günstigen Voltinismus. Zudem bestehen zahlreiche statistisch signifikante Korrelationen zwischen Artenabundanzen und den verschiedensten Umweltvariablen. Nach Ansicht vieler Autoren können die streu- und bodenbewohnenden Collembolen insbesondere als Indikatoren für Änderungen des Boden-pH, Schwermetallbelastung, Nährstoffgehalte, Eutrophierung oder die Klimaveränderungen dienen.

Das Auftreten bzw. eine Merkmalsausprägung einer guten Zeigerart sollte mit hoher Wahrscheinlichkeit auf bestimmte Umweltbedingungen schließen lassen und auf einer nachvollziehbaren Ursache-Wirkungs-Beziehung begründet sein. Korrelationen sind zwar kein Beweis für Kausalität, können aber Hinweise liefern, die in weiteren Experimenten zu überprüfen sind. Bioindikation beruht auf dem Umkehrschluss aus dem Zusammenhang

Merkmal (z.B. Artenabundanz) – Umweltvariable. Dazu sollte das Merkmal im Idealfall nur von einem Parameter abhängig sein. Mathematische Korrelationen zu Standortvariablen müssen demnach möglichst eng sein, und monotone Beziehungen sind besonders günstig, auch wenn sie nur innerhalb bestimmter Wertebereiche bestehen. Tatsächlich wird die Reaktion einer Art auf einen Umweltfaktor meist durch eine Optimumskurve besser beschrieben.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung weisen im multivariaten, unimodalen Modell (Kanonische Korrespondenzanalyse, vgl. Kapitel 3.12.) niedere Eigenwerte aus ($< 0,1$), was auf eine geringe Differenzierung zwischen den meisten Arten hindeutet. Und auch bei der Suche nach univariaten, monotonen Beziehungen (Kendall's tau, siehe Ergänzungsband) konnten fast nur schwache Korrelationen festgestellt werden ($\text{tau} \ll 0,5$). Zurückzuführen ist dies auf die starke Streuung der Werte. Demnach sind Rückschlüsse aus dem Auftreten und der Abundanz der Springschwänze in Waldböden auf die Umweltvariablen mit einer erheblichen Unschärfe behaftet.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die mittleren Ellenbergschen Zeigerwerte der Pflanzen der Krautschicht z.T. engere Korrelationen zu Variablen der Bodenchemie aufweisen (vgl. Tab. 2) als Abundanzen oder Kenngrößen der Collembolenzönosen. Am engsten ist die Beziehung zwischen mittlerer Reaktionszahl und pH-Wert (Kendall's tau + 0,64). Die Pflanzen stehen physiologisch enger mit dem Chemismus der Böden in Verbindung als die Collembolen. Weniger deutlich sind die Korrelationen zwischen der Stickstoffzahl und der Temperaturzahl mit den jeweiligen Umweltvariablen.

Aus den niederen Eigenwerten und Korrelationskoeffizienten kann geschlossen werden, dass unter all den erhobenen Standortparametern einige für die Springschwänze sehr wichtige fehlen (TER BRAAK 1995). Es liegen insbesondere keine Daten über das Mikroklima vor. Bodentemperatur und -feuchte haben aber für die Zusammensetzung von Collembolengemeinschaften wesentliche Bedeutung (VERHOEF & VAN SELM 1983). Auch der Sauerstoffgehalt der Bodenluft und seine Veränderungen üben einen Einfluss aus. Generell zeichnen sich euedaphische Formen durch einen niedrigeren O_2 -Bedarf aus und scheinen gegen schlechte Belüftung des Hohlraumsystems widerstandsfähiger zu sein als hemiedaphische (PETERSEN 1980, 1981, ZINKLER & RÜSSBECK 1986). HOPKIN (1997) sieht in den abiotischen Faktoren Temperatur, Wasser und Sauerstoffversorgung die eigentlichen Begrenzungen für die Verbreitung von Collembolenarten, mehr als in der Verfügbarkeit bestimmter Nahrung. Die Wirkung der biotischen Faktoren Ernährung, Konkurrenz durch andere Bodenorganismen, Prädation, Krankheitserreger und Parasitismus konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht evaluiert werden.

Für einen Einfluss der Witterung sprechen die Abundanz- und Dominanzwechsel zwischen den Probenahmen bzw. den Jahren. Die Dominanzstruktur der Gemeinschaften unterliegt oft erheblichen annuellen Schwankungen. Ihre Stabilität, gemessen anhand des Konkordanzkoeffizienten

W nach Kendall (Kapitel 3.8.), kann auch an naturnahen Standorten, die weder als Extremhabitate einzustufen sind noch nachweisbarem anthropogenem Störungseinfluss unterliegen, gering sein (bei 14 von 57 $K < 0,6$, auf fünf von 57 $K < 0,4$).

Die Abundanz einer Art ist zugleich abhängig von vielen Faktoren. Andererseits genügt eine einzige Umweltvariable, um das Vorkommen der Art zu beschränken (Toleranzgesetz). Der jeweils limitierende Parameter kann dabei von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit ein anderer sein. Bei der Suche nach Indikatororganismen ist z.B. darauf zu achten, dass manche pH-sensitive Form gleichzeitig eine Abhängigkeit vom Klima aufweist (*Onychiurus sibiricus*) oder nicht landesweit verbreitet ist (*Tomocerus baudoti*).

Populationen einer Art mit größerem Verbreitungsgebiet können zudem an die lokalen Umweltverhältnisse adaptiert sein. Die Ausbildung von Ökotypen in Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen in unterschiedlichen Habitaten ist unter Collembolen bislang erst bei einigen Arten untersucht worden. Die meisten Springschwänze sind wenig vagil, Parthenogenese kommt (v.a. bei den Tullbergiinen) oft vor, sodass eine genetische und physiologische Differenzierung verschiedener infraspezifischer Sippen durchaus anzunehmen ist. So können sich zum Beispiel unter andauerndem Einfluss hoher Schwermetallkonzentrationen nicht nur vorhandene physiologische Abwehrmechanismen verstärken (POSTHUMA et al. 1992), es werden auch Linien mit genetisch bedingten Resistenzen selektiert (POSTHUMA & VAN STRAALLEN 1993, POSTHUMA et al. 1993).

Die Zusammensetzung einer Lebensgemeinschaft, Vorkommen und Abundanz jeder Art eines untersuchten Biotops sind nicht allein abhängig von ihrer Biologie und Ökologie, sondern (Zwischen-)Ergebnis einer historischen Entwicklung – des Lebensraumes wie auch der Arten selbst (vgl. RICKLEFS & SCHLUTER 1993). Die Geschichte eines Biotops in den für Collembolen relevanten Parametern lässt sich in aller Regel kaum nachvollziehen. Erst recht gilt dies beim heutigen Kenntnisstand für die Vergangenheit – Evolution und Ausbreitung – der Arten. Die meisten Untersuchungen umfassen nur Zeiträume von wenigen Jahren.

Zahlreiche Ergebnisse zum Thema Bioindikation wurden in Freilandstudien oder in Experimenten gewonnen, in denen eine anthropogene „Störung“ evident bzw. absichtlich herbeigeführt war. Bei einer flächendeckenden Beobachtung der Tier- und Pflanzenwelt wie dem Ökologischen Wirkungskataster Baden-Württemberg müssen bei der Beurteilung von Veränderungen anthropogene und natürliche Einflüsse in Betracht gezogen werden, z.B. die Witterung oder Mikrozyklen der Sukzession.

Der Datenbestand aus Freilanduntersuchungen wie aus Laborexperimenten zu Auftreten und Autökologie von Collembolenarten wächst stetig, und auch die taxonomische Bearbeitung vieler Formen ist noch im Gange. Aussagen über einzelne Arten müssen daher immer wieder kritisch revidiert werden.

Bioindikatoren liefern keine Absolutwerte von Umweltvariablen, z.B. der Schadstoffbelastung, sondern ein Abbild ihrer Auswirkungen auf lebende Systeme unter den am Standort und während des Untersuchungszeitraumes herrschenden Umständen. Diese Effekte lassen sich mit anderen Methoden nicht erfassen. Da sich verschiedene Organismen nicht nur in ihrer methodischen Handhabbarkeit, sondern auch in ihrer Empfindlichkeit gegen bestimmte Umweltveränderungen unterscheiden, muss die Auswahl der als Indikatoren heranzuziehenden Organismengruppen der jeweiligen Fragestellung entsprechen. Die Bioindikation ist dann eine sinnvolle und notwendige Ergänzung zu den physikalisch-chemischen Messverfahren, die Umweltparameter in exakten Werten darstellen.

Im Rahmen der Aufnahmen des Ökologischen Wirkungskatasters galt besonderes Augenmerk der Bodenversauerung und den Schadstoffimmissionen. Es soll daher auf den pH-Wert und die Schwermetalle näher eingegangen werden.

4.3.2. Beispiel Boden-pH

Der Einfluss des pH-Wertes auf die Collembolengemeinschaften ist untrennbar mit weiteren Parametern verknüpft, vor allem der Basenversorgung, Bodenart, dem C/N-Verhältnis und der Humusform, doch auch der mikrobiellen Biomasse. Die Abundanzen der häufigsten Arten sind zwar signifikant mit dem pH-Wert oder den verwandten Größen korreliert, die Formen kommen jedoch in vergleichbar hoher Dichte fast über den gesamten Wertebereich vor, z.B. *Isotomiella minor*, *Folsomia quadrioculata*, *Onychiurus armatus* s.str., *Lepidocyrtus lignorum* oder *Megalothorax minimus* (vgl. Ergänzungsband). Wenige Arten scheinen ganz oder zumindest annähernd auf saure oder neutrale Böden beschränkt zu sein. Nur diese, z.T. seltenen Taxa kommen als Zeigerarten für den pH-Wert in Betracht, wobei jedoch ihre Beziehungen zu anderen Umweltfaktoren nicht außer acht gelassen werden dürfen. Es sind dies:

für mäßig saure bis stark saure Böden (pH-Werte < 5 bis ~ 3)

Micranurida pygmaea BÖRNER, 1901

Micranurida forsslundi GISIN, 1949

Willemia anophthalma BÖRNER, 1901

Willemia aspinata STACH, 1949

Xenylla tullbergi BÖRNER, 1903

Pseudanurophorus binoculatus KSENEMAN, 1934

Coloburella reticulata LATZEL, 1918

Proisotoma minima (ABSOLON, 1901)

Pseudisotoma sensibilis (TULLBERG, 1876)

Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus (TULLBERG, 1876)

Onychiurus (Protaphorura) glebatus GISIN, 1952

für neutrale bis schwach saure Böden (pH-Werte ~ 7 bis ~ 5):

Tomocerus (Tomocerus) baudoti DENIS, 1932

Lepidocyrtus curvicollis BOURLET, 1839

Stenaphorurella denisi (BAGNALL, 1935)

Eine sehr geringe Zahl ist demnach auf neutrale bis schwach saure Standorte spezialisiert. Weit größer ist die Gruppe derer, die nur in saurem Milieu vorkommen bzw. höhere Abundanzen erreichen. Ob tatsächlich von acidophilen Collembolen gesprochen werden kann, oder ob die Arten Säure tolerieren und in der gegebenen Konkurrenzsituation höhere Abundanzen erreichen, kann nicht in jedem Fall entschieden werden. *Onychiurus absoloni* z.B. kommt unter natürlichen Verhältnissen in höherer Dichte in sauren Böden vor, profitiert im Versuch aber von einer Kalkung des Waldbodens (FRITSCH 1994).

Änderungen der pH-Werte auf den Dauerbeobachtungsflächen und ihre Auswirkungen auf die Collembolengemeinschaften konnten an den vorliegenden Daten nicht untersucht werden. Die geringe Zahl der Jahrgänge und die erheblichen Abundanzschwankungen erschweren Aussagen. Nach SOLUM (1995) ist auf den meisten Wald-Dauerbeobachtungsflächen im Zeitraum 1988-94 von einem Rückgang der pH-Werte um bis zu einer Einheit auszugehen (Median – 0,3). Ein Beobachtungszeitraum von weniger als zehn Jahren wird jedoch als zu kurz für eine zuverlässige Beurteilung angesehen. Räumliche Heterogenität der Bodenverhältnisse und zeitliche Variabilität (saisonale Schwankungen) müssten berücksichtigt werden. Eine langfristige Tendenz zur Versauerung der Waldböden in Baden-Württemberg wird allgemein angenommen (vgl. SOLUM 1995). Der Vergleich der Collembolengemeinschaften in Böden, welche sich aus natürlicher Ursache (Ausgangsgestein, Alter bzw. Verwitterungsgrad des Bodens) durch unterschiedliche pH-Werte auszeichnen, kann kaum benutzt werden, um die Folgen einer Versauerung an einem Standort abzuschätzen. Hierzu sind die Ergebnisse von Langzeitstudien heranzuziehen. Als besonders gefährdet durch den Eintrag von Säurebildnern gelten bereits saure, basenarme Böden mit geringem Puffervermögen (z.B. in Buntsandsteingebieten). Mit der Versauerung einher gehen eine stärkere Mobilisierung von Aluminium- und Schwermetallionen. Die Toxizität von Aluminium (für Pflanzen) hängt vom Verhältnis der löslichen Basenkationen, besonders Ca und Mg, zum mobilen Aluminium ab (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998).

Im Vergleich der Flächen zeigt die Evenness der Collembolengemeinschaften signifikant positive Korrelationen zur Basenversorgung bzw. dem Ca/Al- und Mg/Al-Verhältnis. Die Abundanzschwankungen stehen in negativer Beziehung zum pH, doch dürften dafür Unterschiede im Wasserhaushalt tonarmer (saurer) und tonreicher Böden verantwortlich sein.

4.3.3. Beispiel Schwermetallbelastung

Wie zum pH-Wert so bestehen auch zwischen Schwermetallgehalten und Abundanzen verschiedener Collembolenarten zahlreiche signifikante Korrelationen (siehe Ergänzungsband). Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Zönosen der Dauerbeobachtungsflächen, die sich als Folgen einer Belastungssituation verstehen ließen, sind allerdings selbst an den Standorten mit den höchsten Werten nicht deutlich erkennbar. Auf Flächen, an denen der Hintergrundwert für austauschbares Blei überschritten ist, sind niedrigere Artenzahlen festzustellen. Eine negative Beziehung besteht zwischen der Evenness der Gemeinschaften und dem Gehalt an löslichem Blei im Ah-Horizont, eine positive zwischen den Abundanzschwankungen und dem mobilen Blei, Cadmium und Zink. Diese Reaktionen könnten jedoch auch durch Unterschiede im Wasserhaushalt der Böden (Tongehalt) und im pH-Wert bedingt sein. In der Korrespondenzanalyse (vgl. Kapitel 3.12.) ist die Trennung der Arten aufgrund der Schwermetallgehalte sehr schwach, unter den bedeutendsten Umweltvariablen sind sie nicht vertreten. Es bestehen dagegen sehr enge Beziehungen der Schwermetallgehalte zur Bodenart, zum pH-Wert, der Basenversorgung und der Waldgesellschaft (siehe Tab. 2).

Am häufigsten sind in den untersuchten Böden Überschreitungen der Hintergrundwerte von Blei gesamt und austauschbarem Cadmium im Ah-/Ahe-Horizont (auf 43 bzw. 35 % aller Wald-Dauerbeobachtungsflächen, vgl. Anhang A2). Im Falle von Blei dürfte die Belastung auf anthropogene Immissionen zurückzuführen sein (SOLUM 1995). Beim mobilen Cadmium treten Überschreitungen vor allem in Böden aus Residualton über Karbonatgesteinen auf. Die höheren Gehalte könnten mithin geogen bedingt sein, zumal die Hintergrundwerte für mobile Schwermetallgehalte nur nach pH-Wert und nicht (wie für den Gesamtgehalt) nach dem geologischen Ausgangsmaterial festgelegt sind. Hohe Bleikonzentrationen in der organischen Auflage weisen vor allem die Nadelwälder auf. Die Kronen der immergrünen Koniferen filtern Staub effektiver aus der Luft als Laubbäume, die Interzeptionsdeposition von Blei in Nadelwäldern ist daher höher als in Laubwäldern (SOLUM 1995 zit. SCHULTZ 1987).

Eine positive Beziehung der Artenabundanz zum Boden-pH ist oft verbunden mit einer positiven Korrelation zum Blei-Gesamtgehalt und einer negativen zur austauschbaren Menge, z.B. bei *Lepidocyrtus lignorum* (vgl. Ergänzungsband). Umgekehrt tritt zu einer negativen Korrelation der Abundanz zum Boden-pH oft eine negative Korrelation zum Blei-Gesamtgehalt und eine positive zur austauschbaren Menge, z.B. bei *Micranurida pygmaea*. Dasselbe gilt auch für Aluminium (zwar kein Schwermetall aber in Lösung toxisch). Acidophobe Arten sind möglicherweise empfindlich gegen lösliches Blei und Aluminium, „acidophile“ Taxa dagegen tolerieren höhere Gehalte. Schwermetallionen (und Aluminium) werden bei niederen pH-Werten leichter mobilisiert, Blei unterhalb von pH 4,5 bis 4, in sauren Böden ist die austauschbare Fraktion daher größer (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998).

Die Collembolenarten reagieren sehr unterschiedlich auf verschiedene Schwermetalle, und man muss unterscheiden zwischen dem Gesamtgehalt und der austauschbaren Fraktion (siehe oben). Beim Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit anderen Feldstudien sind die jeweiligen Wertebereiche zu beachten. Untersuchungen zu Schwermetallwirkungen auf Bodenbiozöten schließen in aller Regel erheblich stärker belastete Flächen ein, z.B. in der Nähe von Erzlagern, erz- bzw. metallverarbeitenden Industriebetrieben (z.B. HAGVAR & ABRAHAMSEN 1990, BENGTTSSON & RUNDGREN 1988).

Die höchsten Schwermetallgehalte, die auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen heute festzustellen sind, haben sich wahrscheinlich über einen langen Zeitraum entwickelt: aus Gesteinsverwitterung (z.B. Cadmium in Residualtonen) seit Ende der letzten Eiszeit, die Deposition aus der Atmosphäre vermutlich vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts (Blei aus Kfz-Abgasen). Die Verstärkung physiologischer Resistenzmechanismen bei Populationen an belasteten Standorten ist von einigen Collembolenarten bekannt (POSTHUMA et al. 1992, 1993), andere sind in der Lage, belastete Nahrung zu meiden (TRANVIK & EIJSSACKERS 1989 für *Folsomia fimetarioides* (AXELSON, 1903)). Allgemein verfügen Springschwänze mit der Speicherung von Metallionen in Granula der Zellen des Mitteldarmepithels über einen effektiven Entgiftungsmechanismus, denn dieses wird bei jeder Häutung ausgeschieden und erneuert (HUMBERT 1981, JOOSSE & VERHOEF 1983).

Es ergibt sich folgendes Resümee: Für verschiedene Umweltparameter, z.B. den pH-Wert des Bodens, lassen sich unter den Collembolen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen Zeigerarten ausmachen. Die Empfindlichkeit gegenüber einzelnen, anthropogen beeinflussten und damit für die Umweltanalytik „besonders interessanten“ Variablen scheint jedoch nach den dargestellten Beobachtungen im Freiland nicht immer in wünschenswertem Maße hoch zu sein. Zur Klärung kausaler Zusammenhänge zwischen dem Auftreten bestimmter Taxa und Umweltfaktoren über mathematische Korrelationen hinaus können allein ökophysiologische und ökotoxikologische Studien beitragen.

Im Bodenschutzgesetz wird der Schutz der Böden unter anderem begründet mit deren Funktion als Lebensraum für Organismen. Die Bodenbiozönose selbst wird wegen ihrer Bedeutung für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit als schutzwürdiges Gut anerkannt. Wichtiger als die klassische Bioindikation, d.h. der Rückschluss auf einzelne Parameter, ist daher die Beobachtung der Lebensgemeinschaft in der komplexen Umweltsituation vor Ort. Die Bodentiere werden nicht nur als Mittel zum Zweck zu gesehen, sie werden vielmehr zum Gegenstand der Betrachtung.

5. Zusammenfassung

Eine Metaanalyse von Datenbankauszügen der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg wurde vorgenommen über die 1985-93 auf 63 Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters gefangenen streu- und bodenbewohnenden Collembolen. Die Untersuchung erstreckte sich auf für die Naturräume des Landes repräsentative, naturnahe Altwälder in ganz Baden-Württemberg. Mit Bodenproben waren über 111.000 Springschwänze aus ca. 120 Arten erfasst worden. Ein gesonderter Ergänzungsband enthält ausführliche Angaben über Verbreitung und Ökologie aller Collembolentaxa der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Es ist außerdem ein Verzeichnis aller bisher in Baden-Württemberg nachgewiesenen Arten mit Quellenangaben beigelegt.

Die Collembolenzönosen der baden-württembergischen Waldböden bilden ein Kontinuum entlang mehrerer Gradienten: Waldgesellschaft, geographische Lage, Boden (Bodenart, Basen- und Nährstoffgehalte) und Klima (vermittelt vor allem durch die Höhe ü. NN). Eine deutliche Differenzierung ergibt sich zwischen eu- und oligotraphenten Waldgesellschaften, besonders zwischen eutraphenten Laubwäldern und den oligotraphenten Nadelwäldern. Die Ursachen hierfür dürften neben der vertikalen Zonierung Unterschiede der Streuzusammensetzung und der Abbauewege (bakterielle bzw. pilzliche Zersetzung) sein. Differenzen zeigen sich auch in der Collembolenfauna der Landesteile. Dies kann einerseits auf die naturräumliche Gliederung zurückgeführt werden, andererseits sind historische Faktoren zu vermuten wie die unterschiedliche Herkunft der einzelnen Arten und die Kolonisation des Gebietes seit der letzten Eiszeit.

Die mittlere Artenzahl je Dauerbeobachtungsfläche beträgt 35. Sie ist positiv mit der Höhe über NN, der Jahresniederschlagssumme, dem Humusgehalt und der mikrobiellen Biomasse korreliert, negativ mit der Jahresmitteltemperatur. In den Gemeinschaften dominieren wenige Taxa, die als Generalisten einzustufen sind: *Isotoma notabilis*, die *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe, *Isotomiella minor*, *Folsomia quadrioculata* und *manolachei*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Onychiurus armatus* s.str. und *Megalothorax minimus*. Sie zeigen zwar z.T. signifikante Korrelationen zu Umweltvariablen, kommen aber in hoher Dichte fast über das gesamte Standortspektrum vor. Andere Formen scheinen im Gegensatz dazu stark spezialisiert zu sein und treten nur bei bestimmten Kombinationen von Umwelteigenschaften auf.

Die in Bodenproben gefangenen Tiere gehören fast alle dem euedaphischen (48,6 %) oder dem hemiedaphischen (50,6 %) Lebensformtyp an. Der Anteil der Euedaphischen steigt mit der Höhe über NN und den Jahresniederschlägen und erreicht meist im Herbst ein Maximum. Die hemiedaphischen Taxa dominieren unter wärmeren und trockeneren Bedingungen – im Sommer bzw. im Tiefland.

Die höchsten Gesamtabundanzen wurden in höher gelegenen Gebieten der südlichen Landeshälfte gefunden. Es besteht eine negative Beziehung zum Jahresmittel der Temperatur. Oligotraphente Waldgesellschaften mit Moderhumus weisen signifikant höhere Collembolendichten auf als eutraphente auf Mull. Die Gesamtabundanz unterliegt sehr starken Fluktuationen, eine ausschlaggebende Bedeutung der Bodenfeuchte ist zu vermuten. Je ausgeprägter die Dichteschwankungen, desto größer sind die Unterschiede in der Dominanzstruktur zwischen den Jahren. Zusammenhänge mit anthropogenen Störungen lassen sich nicht erkennen. Offenbar bestehen in Böden naturnaher Wälder sowohl wenig wie auch stärker fluktuierende Gemeinschaften der Springschwänze. Im Frühjahrsaspekt dominieren stets hemiedaphische Taxa, im Herbst überwiegen meist die euedaphischen Formen. Darüber hinaus konnten keine festen phänologischen Muster festgestellt werden. Die Evenness nimmt von den eutraphenten Laubwäldern zu den oligotraphenten Nadelwäldern ab. Sie ist negativ mit der Collembolen-Gesamtabundanz korreliert.

Eine positive Beziehung besteht zwischen lokaler Abundanz und Verbreitung (Zahl der Fundorte) der Collembolenarten im Untersuchungsgebiet. Die Relation ist allerdings nicht eindeutig. Seltene Arten weisen stets geringe lokale Individuendichten auf; unter den weit verbreiteten Taxa kommen manche in hohen, andere in niederen Abundanzen vor.

Zahlreiche Fälle von Vikarianz wie auch Gruppen häufig gemeinsam auftretender Arten konnten festgestellt werden. Als Ursache sind hierfür in erster Linie ähnliche Präferenzen bzw. Reaktionen auf Standortparameter zu sehen. Interaktionen zwischen den Taxa scheinen von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Die Diskussion greift Aspekte des Einsatzes von Springschwänzen als Reaktionsindikatoren im passiven Biomonitoring auf. Es bestehen zwar zahlreiche signifikante Korrelationen zwischen den Artenabundanzen und verschiedensten Umweltvariablen, die Beziehungen sind aber aufgrund einer hohen Wertestreuung nicht eng. Deshalb sind quantitative Schlüsse aus Collembolenabundanzen in Waldböden auf die Standortparameter mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet. Abundanz- und Dominanzdynamik der Collembolengemeinschaften hängen sehr stark von der Witterung und den korrespondierenden Schwankungen des Mikroklimas ab. Gerichtete Entwicklungen, bedingt z.B. durch eine Versauerung des Bodens, können dadurch kaschiert werden.

Literatur

gemeinsames Verzeichnis zitierter Literatur für diesen und den Ergänzungsband

- AGRELL, I. (1934): Studien über die Verteilung der Collembola auf Tribsandböden. *Entomologisk Tidskrift* 55, 181-248.
- ANDERSON, J.P.E. & K.-H. DOMSCH (1978): A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 14, 273-279.
- BÅÅTH, E., B. BERG, U. LOHM, B. LUNDGREN, H. LUNDKVIST, T. ROSSWALL, B. SÖDERSTRÖM & A. WIREN (1980): Effects of experimental acidification and liming on soil organisms and decomposition in a Scots pine forest. *Pedobiologia* 20, 85-100.
- BAUCHHENS, J. & B. DANCAU (1977): Die Collembolen- und Oribatiden-Taxozönosen einiger Böden in Süddeutschland. - In: R. TÜXEN (Hrsg.): *Vegetation und Fauna. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, Rinteln 1976.* Vaduz, 49-57 [61].
- BAUER, T. (1979): Die Feuchtigkeit als steuernder Faktor für das Kletterverhalten von Collembolen. *Pedobiologia* 19, 165-175.
- BAWEJA, K.D. (1939): Studies on the soil fauna, with special reference to the recolonisation of sterilised soil. *Journal of Animal Ecology* 8, 120-161.
- BECK, L. (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwaldes. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 76 (1983), 37-54.
- BELGNAOUI, S. & J.-A. BARRA (1989): Water loss and survival in the anhydrobiotic Collembola *Folsomides angularis* (Insecta). *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 26, 123-132.
- BELLINGER, P.F., K.A. CHRISTIANSEN & F. JANSSENS (1996-2003): Checklist of the Collembola of the world. <http://www.collembola.org>
- BENGTSSON, G. & S. RUNDGREN (1988): The Gusum case: a brass mill and the distribution of soil Collembola. *Canadian Journal of Zoology* 66, 1518-1526.
- BENGTSSON, J. (1994): Temporal predictability in forest soil communities. *Journal of Animal Ecology* 63, 653-665.
- BETSCH, J.-M. (1977): Mise au point sur la systématique des Collemboles Symphypléones. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 14, 211-215.

- BOCKEMÜHL, J. (1956): Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 84, 113-194.
- BÖHLE, W. (1991): Die Collembolenfauna des Vogelsberges. Hessische Faunistische Briefe 11 (3), 35-56.
- BORTZ, J. (1989): Statistik für Sozialwissenschaftler. 3. Aufl. Springer-Verlag, Berlin, 900 S.
- BORTZ, J., G.A. LIENERT & K. BOEHNEKE (2000): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin, 939 S.
- BRETFELD, G. (1994): *Sturmius epiphytus* n. gen. n. spec. from Colombia, a taxon of the Symphypleona (Insecta, Collembola) with an unexpected character combination. Description and position in non-Linnean and Linnean classifications of the Symphypleona. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 32, 264-281.
- BRETFELD, G. (1999): Symphypleona. - In: W. DUNGER (Hrsg.): Synopses on Palearctic Collembola, Vol. 2. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 71 (1), 1-318.
- BROWN, J.H. (1984): On the relationship between abundance and distribution of species. American Naturalist 124, 255-279.
- BROWN, J.H. & B.A. MAURER (1984): Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the North American avifauna. American Naturalist 130, 1-17.
- CARAPPELLI, A., F. FRATI, P.P. FANCIULLI & R. DALLAI (1995): Genetic differentiation of six sympatric species of *Isotomurus* (Collembola, Isotomidae): Is there any difference in their microhabitat preference? European Journal of Soil Biology 31, 87-99.
- CARAPPELLI, A., F. FRATI, P.P. FANCIULLI & R. DALLAI (2001): Taxonomic revision of 14 southwestern European species of *Isotomurus* (Collembola, Isotomidae), with description of four new species and the designation of the neotype for *I. palustris*. Zoologica Scripta 30, 115-143.
- CARL, J. (1901): Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Collembolenfauna der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie 9, 243-278 + eine Tafel.
- CASSAGNAU, P. (1955): L'influence de la température sur la morphologie d'*Hypogastrura purpurascens* (LUBBOCK), Collembole Poduromorphe. Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris 240, 1483-1485.

- CASSAGNAU, P. (1956): L'influence de la température sur l'apparition du 'genre' *Spinisotoma* (Collembola, Isotomidae). *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris* 242, 1531-1534.
- CASSAGNAU, P. (1965): Écologie édaphique de la Montagne Noir basée sur les groupements de Collemboles. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 2, 339-375.
- CHAO, A., M.-C. MA & M.C.K. YANG (1993): Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. *Biometrika* 80, 193-201.
- CHAZDON, R.L., R.K. COLWELL, J.S. DENSLOW & M.R. GUARIGUATA (1998): Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. - In: F. DALLMEIER & J.A. COMISKEY (Hrsg.): *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and Old World case studies*. Parthenon Publishing, Paris, 285-309.
- CHERNOVA, N.M. & N.A. KUZNETSOVA (2000): Collembolan community organization and its temporal predictability. *Pedobiologia* 44, 451-466.
- CHRISTIAN, E. (1987): *Catalogus Faunae Austriae. Teil XII a: U.-Kl.: Collembola (Springschwänze)*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 83 S.
- CHRISTIANSEN, K. & P. BELLINGER (1995): The biogeography of Collembola. *Polskie Pismo Entomologiczne (Wroclaw)* 64, 279-294.
- CHRISTIANSEN, K., M. DOYLE, M. KAHLERT & D. GOBALEZA (1992): Interspecific interactions between collembolan populations in culture. *Pedobiologia* 36, 247-286.
- CHRISTIANSEN, K., M.M. DA GAMA & P. BELLINGER (1983): A catalogue of the species of the genus *Pseudosinella*. *Ciência Biológica (Portugal)* 5, 13-31.
- COLWELL, R.K. (1994-2000): EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's Guide. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- CORNELL, H.V. (1993): Unsaturated patterns in species assemblages: the role of regional processes in setting local species richness. - In: R.E. RICKLEFS & D. SCHLUTER (Eds.): *Species diversity in ecological communities – historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press, Chicago, 243-252.
- DALLAI, R. (1971): Ricerche sui Collemboli. XV. I Monti Reatini ed alcuni rilievi Abruzzesi. *Lavori della Societa Italiana di Biogeografia (N.S.)* 2, 323-378.
- DEHARVENG, L. (1982): A propos des *Folsomia* du groupe *quadrioculata* TULLBERG, 1871. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 19, 613-627.

- DENIS, J.-R. (1931): Collemboles des collections C. SCHÄFFER et du „Zoologisches Staatsinstitut und Zoologisches Museum in Hamburg“. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum in Hamburg* 44, 197-242.
- DENIS, J.-R. (1938): Collemboles d'Italie. VI. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali di Trieste* 36, 95-165.
- DEUTSCHER WETTERDIENST, WETTERAMT FREIBURG (Hrsg.) (1985-1993): Agrarmeteorologischer Monatsbericht für Baden-Württemberg. monatliche Ausgaben zu je sechs Seiten, Freiburg im Breisgau.
- DOBAT, K. (1975): Die Höhlenfauna der Schwäbischen Alb mit Einschluss des Dinkelberges, des Schwarzwaldes und des Wutachgebietes. *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* 130, 260-381 [mit Liste der Collembolenarten S. 322-333].
- DUNGER, W. (1982): Die Tiere als Leitformen für anthropogene Umweltveränderungen. *Decheniana Beihefte* 26, 151-157.
- DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. *Die Neue Brehm-Bücherei* 327. A. Ziemsen, Wittenberg, 280 S.
- DUNGER, W. (1984): Beobachtungen an Collembolen und anderen Antennaten in offenen Sandtrockenstellen einer Fichtenpflanzung. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 58, 1-20.
- DUNGER, W. (1987): *Proisotoma topsenti* DENIS, 1948, eine seltene, zu Übervermehrung neigende Art der Collembola (Insecta). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 60, 53-60.
- DUNGER, W. (1994): Synopses on Palaearctic Collembola. Introduction. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 68, 1-4.
- EHRNSBERGER, R. (Hrsg.): Bodenmesofauna und Naturschutz. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege in Nordwestdeutschland (Wardenburg) Bd. 6, 452 S.
- EKSCHMITT, K., T. STIERHOF, J. DAUBER, K. KREIMES & V. WOLTERS (im Druck): On the quality of soil biodiversity indicators – three case studies on different spatial scales. *Agriculture, Ecosystem and Environment*.
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIBEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage, *Scripta Geobotanica XVIII*. Goltze, Göttingen, 258 S.
- ERHARDT, W., H. GEBHARDT, K. HÖPKER, A. KEITEL, K. KREIMES, T. MAYER, L. MURMANN-

- KRISTEN, R. UMLAUFF-ZIMMERMANN & R.-D. ZIMMERMANN (1992): Biological monitoring of air pollution effects in the state of Baden-Württemberg, Federal Republic of Germany. - In: D.H. MCKENZIE, D.E. HYATT & V.J. McDONALD (Hrsg.): Ecological Indicators. Vol. 2, 916-928.
- FJELLBERG, A. (1977): Epitoky in *Vertagopus* species (Collembola, Isotomidae). *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 14, 493-495.
- FJELLBERG, A. (1979): Revision of the European species in the *Isotoma olivacea* group (Collembola, Isotomidae). *Entomologica Scandinavica* 10, 91-108.
- FJELLBERG, A. (1980): Identification keys to Norwegian Collembola. *Norsk Entomologisk Forening, As*, 152 + 6 S. (Nachtrag vom Januar 1983)
- FJELLBERG, A. (1985): Arctic Collembola 1. – Alaskan Collembola of the families Poduridae, Hypogastruridae, Odontellidae, Brachystomellidae and Neanuridae. *Entomologica Scandinavica Supplementum* 21, 1-126.
- FOX, O. (2000): Räumliche und zeitliche Variabilität der Collembolenfauna in einer Weichholzaue der Oberrheinebene in Abhängigkeit von Hochwasserereignissen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
- FRANZ, H. (1975): Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. 2 Bände (1. Textband, 2. Tabellenband). Franz Steiner, Wiesbaden.
- FRITSCH, N. (1994): Auswirkungen der Waldkalkung auf die Bodenmesofauna. Dissertation, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, 206 S.
- GASTON, K.J. (1996): The multiple forms of interspecific abundance-distribution relationship. *Oikos* 76, 211-220.
- GASTON, K.J. (1999): Implications of interspecific and intraspecific abundance-occupancy relationships. *Oikos* 86, 195-207.
- GASTON, K.J., T.M. BLACKBURN & J.H. LAWTON (1997): Interspecific abundance-range size relationships: an appraisal of mechanisms. *Journal of Animal Ecology* 66, 579-601.
- GISIN, H. (1943): Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. *Revue Suisse de Zoologie* 50 (4), 131-224.
- GISIN, H. (1944a): Hilfstabellen zum Bestimmen der holarktischen Collembolen. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel* 55, 1-130.
- GISIN, H. (1949): Notes sur les Collemboles avec description de quatorze espèces et d'un genre nouveaux. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 22, 385-410.

- GISIN, H. (1952): Notes sur les Collemboles, avec démembrément des *Onychiurus armatus*, *ambulans* et *fimetarius* auctorum. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 25, 1-22.
- GISIN, H. (1955): Notes sur divers Collemboles de la Suisse. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 28, 141-148.
- GISIN, H. (1958): Sur la faune européenne des Collemboles II. Revue Suisse de Zoologie 65 (36), 773-778.
- GISIN, H. (1960a): Collembolenfauna Europas. Museum d'Histoire Naturelle, Genève, 312 S. [mit hektographierten Nachträgen 1960-1967]
- GISIN, H. (1960b): Sur la faune européenne des Collemboles III. Revue Suisse de Zoologie 67 (26), 309-322.
- GISIN, H. (1961a): Collembolen aus der Sammlung C. BÖRNER des Deutschen Entomologischen Institutes (Apterygota). I. Deutschland und angrenzende Länder. Beiträge zur Entomologie 11 (3/4), 329-354.
- GISIN, H. (1961b): Collembolen aus der Sammlung C. BÖRNER des Deutschen Entomologischen Institutes (Apterygota). II. Spitzbergen und Färöer. Beiträge zur Entomologie 11 (3/4), 540-545.
- GISIN, H. (1963): Collemboles d'Europe. V. Revue Suisse de Zoologie 70 (5), 77-101.
- GISIN, H. (1965a): Nouvelle notes taxonomiques sur les *Lepidocyrtus*. Revue d'Écologie et de Biologie du Sol 2, 519-524.
- GRAB, F. (1924): Massenerscheinungen von Collembolen. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg i. Breisgau, Neue Folge 1, 334.
- GURU, B.C. & B. DAS (1991): Species diversity and population size of Collembola in some cultivated fields. - In: G.K. VEERESH, D. RAJAGOPAL & C.A. VIRAKTAMATH (Hrsg.): Advances in management and conservation of soil fauna. New Delhi, 75-89.
- HAGVAR, S. (1984): Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Protura in coniferous forest. Pedobiologia 27, 341-354.
- HAGVAR, S. & G. ABRAHAMSEN (1984): Collembola in Norwegian coniferous forest soils. III. Reactions to soil chemistry. Pedobiologia 27, 331-339.
- HAGVAR, S. & G. ABRAHAMSEN (1990): Microarthropoda and Enchytraeidae (Oligochaeta) in a naturally lead-contaminated soil: a gradient study. Environmental Entomology 19, 1263-1277.

- HALE, W.G. (1965): Observations on the breeding biology of Collembola. *Pedobiologia* 5, 146-152, 161-177.
- HALE, W.G. (1966): An experimental study of the taxonomic characters of *Lepidocyrtus lignorum* FABRICIUS 1775 sensu GISIN 1964. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 3, 293-300.
- HANDSCHIN, E. (1926): Materialien zur Revision der Collembolen. *Sira platani* NIC. Tätigkeitsberichte der Naturforschenden Gesellschaft Baselland 7, 85-98.
- HANDSCHIN, E. (1929): Urinsekten oder Apterygota. - In: F. DAHL (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 16. Teil. Jena, 1-150.
- HANSKI, I. (1982): Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* 38, 210-221.
- HANSKI, I., J. KOUKI & A. HALKKA (1993): Three explanations of the positive relationship between distribution and abundance of species. - In: R.E. RICKLEFS & D. SCHLUTER (Eds.): Species diversity in ecological communities – historical and geographical perspectives. University of Chicago Press, Chicago, 108-116.
- HAYBACH, G. (1959): Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden. *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 98/99, 31-51.
- HAYBACH, G. (1971): Zur Collembolenfauna österreichischer Zirbenbestände. *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien* 110, 95-98.
- HOPKIN, S.P. (1997): *Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press, Oxford, 330 S.
- HOPKIN, S.P. (2002-2003): Provisional Atlas of the Collembola of Britain and Ireland. <http://www.ams.rdg.ac.uk/zoology/collembola/maps>
- HÜTHER, W. (1961): Ökologische Untersuchungen über die Fauna pfälzischer Weinbergsböden mit besonderer Berücksichtigung der Collembolen und Milben. *Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 89, 243-368.
- HÜTHER, W. (1962): Beitrag zur Gattung *Willemia* BÖRNER (Collembola). *Beiträge zur Entomologie* 12, 511-526.
- HÜTHER, W. (1969): Über einige bemerkenswerte Ur-Insekten aus der Pfalz und benachbarter Gebiete (Protura, Diplura, Collembola). *Mitteilungen der Pollichia, III. Reihe* 16, 135-148.

- HUMBERT, W. (1981): Excretion et detoxication de quelques metaux lourds chez les Collemboles (Insectes). Bulletin de l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine 97-101.
- JENI, J. (1983): Vergleichende Untersuchungen der Collembolengesellschaften an zwei verschiedenen Laubwaldstandorten des Schönbuchs. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Tübingen.
- JOOSSE, E.N.G. & VERHOEF, S.C. (1983): Lead tolerance in Collembola. Pedobiologia 25, 11-18.
- KAMPMANN, T. (1987): Untersuchungen an Collembolenzönosen in Wäldern der Bundesrepublik Deutschland. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 179 S.
- KOGLIN, J. (1980): Besiedlung eines Buchenwaldbodens durch Collembolen. Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Universität Karlsruhe.
- KOPESZKI, H. (1992): Veränderungen der Mesofauna eines Buchenwaldes bei Säurebelastung. Pedobiologia 36, 295-305.
- KOPESZKI, H. & E. MEYER (1994): Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden Vorarlbergs (Österreich). Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck 81, 151-166.
- KRAUB, J. (1996): Zur Collembolen- und Proturenfauna in Fichtenforsten. Auswirkungen von Windwurf, Kalk- und Kompostgaben. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Ulm, 122 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1985): Immissionsökologisches Wirkungskataster, Jahresbericht 1984. Karlsruhe, 209 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1986): Immissionsökologisches Wirkungskataster, Jahresbericht 1985. Karlsruhe, 281 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994a): Signale aus der Natur – 10 Jahre Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. Karlsruhe, 63 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994b): Methoden zu Wirkungserhebungen – ein Methodenhandbuch. Karlsruhe, 78 S.
- LAWRENCE, P.N. (1973): The species of *Folsomia* WILLEM, 1902 (Collembola) described by Bagnall. Entomologist's Gazette 24, 349-362.
- LINNANIEMI, W.M. (1912): Die Apterygotenfauna Finlands. II. Spezieller Teil. Acta Societatis Scientiarum Fennicae 40 (5), 1-361.

- MACFADYEN, A. (1961): Improved funnel-type extractors for soil arthropods. *Journal of Animal Ecology* 30, 171-184.
- MAIS, K. (1970): Beitrag zum Wasserhaushalt oberflächenbewohnender, hemiedaphischer und euedaphischer Collembolen. *Pedobiologia* 10, 81-103.
- MAYER, H. (1957): Zur Biologie und Ethologie einheimischer Collembolen. *Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 85, 501-570.
- MEYNEN, E. & J. SCHMITHÜSEN (Hrsg.) (1953-1962): *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands*. Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen, 2 Bde., 1339 S.
- MÜHLENBERG, M. (1976, 1993): *Freilandökologie*. 3., überarbeitete Auflage, Quelle & Meyer, Heidelberg, 512 S.
- NARDI, F., G. SPINSANTI, J.L. BOORE, A. CARAPELLI, R. DALLAI & F. FRATI (2003): Hexapod origins: monophyletic or paraphyletic? *Science* 299, 1887-1889.
- NAYROLLES, P. (1996): Contribution to the knowledge of European Bourletiellidae (Collembola, Symphypleona). III. Description of some species of *Heterosminthurus* and *Deuterosminthurus*. *Revue Suisse de Zoologie* 103, 525-551.
- PALISSA, A. (1960): Beiträge zur Ökologie und Systematik der Collembolen von Salzwiesen, 2. Teil. *Deutsche Entomologische Zeitschrift, N.F.* 7, 357-413.
- PALISSA, A. (1964): Apterygota – Urinsekten. In: P. BROHMER (Hrsg.): *Die Tierwelt Mitteleuropas*. 4. Lieferung, Teil Ia. Leipzig, 1-407.
- PALMER, M.W. (1990): The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71, 1195-1198.
- PETERSEN, H. (1971): Parthenogenesis in two common species of Collembola: *Tullbergia krausbaueri* (BÖRNER) and *Isotoma notabilis* SCHÄFFER. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 8, 133-138.
- PETERSEN, H. (1980): Population dynamics and metabolic characterization of Collembola species in a beech forest ecosystem. - In: D.L. DINDAL (Ed.): *Soil biology as related to land use practices*. Environmental Protection Agency, Washington D.C., 806-833.
- PETERSEN, H. (1981): The respiratory metabolism of Collembola species from a Danish beechwood. *Oikos* 37, 273-286.
- PETERSEN, H. & M. LUXTON (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39, 287-388.

- PFLUG, A. (2001): Determinants of soil community structure and function in European coniferous forests with particular emphasis on Collembola. Shaker Verlag, Aachen, 137 S. [Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen]
- PITKIN, B.R. (1980): Variation in some British material of the *Onychiurus armatus* group (Collembola). Systematic Entomology 5, 405-426.
- POMORSKI, R.J. (1990): Morphological-systematic studies on the variability of pseudocelli and some morphological characters in *Onychiurus* of the „*armatus*-group“ (Collembola, Onychiuridae). Part II. On synonyms within the „*armatus*-group“, with special reference to diagnostic characters. Annales Zoologici (Warszawa) 43, 535-576.
- POSTHUMA, L., R.F. HOGERVORST, E.N.G. JOOSSE & N.M. VAN STRAALEN (1993): Genetic variation and covariation for characteristics associated with cadmium tolerance in natural populations of the springtail *Orchesella cincta* (L.). Evolution 47, 619-631.
- POSTHUMA, L., R.F. HOGERVORST & N.M. VAN STRAALEN (1992): Adaptation to soil pollution by cadmium excretion in natural populations of *Orchesella cincta* (L.) (Collembola). Archives of Environmental Contamination and Toxicology 22, 146-156.
- POSTHUMA, L. & N.M. VAN STRAALEN (1993): Heavy-metal adaptation in terrestrial invertebrates: a review of occurrence, genetics, physiology and ecological consequences. Comparative Biochemistry and Physiology 106 C, 11-38.
- POTAPOV, M. (2001): Isotomidae. - In: W. DUNGER (Hrsg.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol. 3. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz, 73 (2), 1-603.
- RICKLEFS, R.E. & D. SCHLUTER (1993): Species diversity: regional and historical influences. - In: R.E. RICKLEFS & D. SCHLUTER (Eds.): Species diversity in ecological communities – historical and geographical perspectives. University of Chicago Press, Chicago, 350-363.
- RUPP, J. (1985): Die Bedeutung der Collembolen als Bioindikatoren in flurbereinigten Gebieten des Kraichgaus. Dissertation, Universität Heidelberg, 216 S.
- SALMON, J.T. (1964): An index to the Collembola. Royal Society of New Zealand Bulletin 7, 1-644 (in 2 volumes).
- SCHAEFER, M. & J. SCHAUERMANN (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and moder soil. Pedobiologia 34, 299-314.
- SCHÄFFER, C. (1900): Ueber württembergische Collembola. Jahreshfte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 56, 245-280 + 1 Tafel.

- SCHALLER, F. (1951): Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes. Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 79, 449-513.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Auflage. Ferdinand Enke, Stuttgart, 494 S.
- SCHICK, H. (1985): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1985. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 250 S.
- SCHICK, H. (1986): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1986. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 330 S.
- SCHICK, H. (1987): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1987. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 293 S.
- SCHICK, H. (1990a): Collembolen als Bioindikatoren zur Beurteilung von Immissionseinwirkungen auf Waldökosysteme. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 308 S.
- SCHICK, H. (1990b): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna der Dauerbeobachtungsflächen Schriesheim und Crailsheim. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 9 S.
- SCHICK, H. (1992): Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenuntersuchungen auf den Walddauerbeobachtungsflächen 1990/91. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 30 S.
- SCHICK, H. & K. JACOBI (1994): Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenfauna 1993. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 110 S.
- SCHICK, H. & K. KREIMES (1993): Der Einsatz von Collembolen als Bioindikatoren. - In: R. EHRNSBERGER (Hrsg.): Bodenmesofauna und Naturschutz. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege in Nordwestdeutschland (Wardenburg) Bd. 6, 309-323.
- SCHUBERT, K. (1935): Die von Prof. Dr. FRIEDRICH DAHL † gesammelten Apterygoten des Berliner Zoologischen Museums. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrgang 1934. 104-128, 198-235, 364-384, 406.

- SCHULTZ, R. (1987): Vergleichende Betrachtung des Schwermetallhaushalts verschiedener Waldökosysteme Norddeutschlands. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme / Waldsterben der Universität Göttingen, Reihe A, Bd. 32. 170 S. (plus umfangreicher Anhang)
- SCHULZ, H.-J., G. BRETTFELD & B. ZIMDARS (2002): Nomina Collembola Germanica. - In: P.F. BELLINGER, K.A. CHRISTIANSEN & F. JANSSENS (1996-2003): Checklist of the Collembola of the world. <http://www.collembola.org> bzw. direkt <http://www.collembola.org/publicat/collgerm.htm>
- SEBALD, O., S. SEYBOLD & G. PHILIPPI (Hrsg.) (1993): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1. 2., ergänzte Auflage, Eugen Ulmer, Stuttgart, 624 S.
- SHARMA, G.D. & D.K.McE. KEVAN (1963a): Observations on *Isotoma notabilis* (Collembola, Isotomidae) in Eastern Canada. *Pedobiologia* 3, 34-47.
- SHARMA, G.D. & D.K.McE. KEVAN (1963b): Observations on *Pseudosinella petterseni* and *Pseudosinella alba* (Collembola: Entomobryidae) in Eastern Canada. *Pedobiologia* 3, 62-74.
- SOLUM – G. GLOMB, P. SPATZ, R. BUCK & M. ANSARI (1995): Endbericht zu den bodenphysikalischen und bodenchemischen Untersuchungen inklusive ihrer EDV-mäßigen Erfassung von 60 Wald- und 15 Grünlandstandorten. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. SOLUM, Freiburg, 119 S. [und umfangreicher Anhang]
- STACH, J. (1934): Die in den Höhlen Europas vorkommenden Arten der Gattung *Onychiurus* GERVAIS. *Annales Musei Zoologici Polonici* (Warszawa) 10, 111-222.
- STACH, J. (1947-1963): The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. *Acta Monographica Musei Historiae Naturalis*, Kraków.
- (1947) Family: Isotomidae. 488 S. + 53 Tafeln.
- (1949a) Families: Neogastruridae and Brachystomellidae. 341 S. + 35 Tafeln.
- (1949b) Families: Anuridae and Pseudachorutidae. 122 S. + 15 Tafeln.
- (1951) Family: Bilobidae. 97 S. + 16 Tafeln.
- (1954) Family: Onychiuridae. 219 S. + 27 Tafeln.
- (1956) Family: Sminthuridae. 287 S. + 33 Tafeln.
- (1957) Families: Neelidae and Dicyrtomidae. 113 S. + 9 Tafeln.
- (1960) Tribe: Orchesellini. 151 S. + 25 Tafeln.
- (1963) Tribe: Entomobryini. 126 S. + 43 Tafeln.

- STIERHOF, T. & V. WOLTERS (in Vorbereitung): Abundance–occupancy relationships in forest Collembola.
- STOMP, N. (1971): Contribution à l'étude des *Pseudosinella* endogés. Espèces européennes des *Pseudosinella* à 5+5 yeux (Collembola, Entomobryidae). *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol* 8, 173-188.
- STREBEL, O. (1938): Pfälzische Collembolen (Springschwänze). Beiträge zu ihrer Faunistik, Oekologie und Biologie. Saarpfälzische Abhandlungen zur Landes- und Volksforschung 2. Band, 2. Lieferung, 198-217 + eine Tafel.
- TER BRAAK, C.J.F. (1986): Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67, 1167-1179.
- TER BRAAK, C.J.F. (1995): Ordination. - In: R.H.G. JONGMAN, C.J.F. TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN (Hrsg.): *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, 91-173.
- THOMAS, P. & M. KÜBLER-THOMAS (1998): Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg – Sukzessions- und Vitalitätsuntersuchungen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1997. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Hatzenbühl, 193 + 10 S.
- TRANVIK, L. & H. EIJSACKERS (1989): On the advantage of *Folsomia fimetarioides* over *Iso-tomiella minor* (Collembola) in a metal polluted soil. *Oecologia* 80, 195-200.
- VAN STRAALEN, N.M. (1994): Adaptive significance of temperature responses in Collembola. *Acta Zoologica Fennica* 195, 135-142.
- VDLUFA – VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (Hrsg.) (1991): *Methodenbuch*. Band 1 – Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VERHOEF, H.A. & A.J. VAN SELM (1983): Distribution and population dynamics of Collembola in relation to soil moisture. *Holarctic Ecology* 6, 387-394.
- VERHOEF, H.A. & J. WITTEVEEN (1980): Water balance in Collembola and its relation to habitat selection; cuticular water loss and water uptake. *Journal of Insect Physiology* 26, 201-208.
- VOLZ, P. (1989): Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta, Apterygota) – Untersuchungen in der Hördter Rheinaue. *carolina* (Karlsruhe) 47, 93-116.

- WOLTERS, V. (1983): Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldes auf Kalk. *Pedobiologia* 25, 73-85.
- WOLTERS, V. (1991): Biological processes in two beech forest soils treated with simulated acid rain. – A laboratory experiment with *Isotoma tigrina* (Insecta, Collembola). *Soil Biology and Biochemistry* 23, 381-390.
- WOLTERS, V. (1998): Long-term dynamics of a collembolan community. *Applied Soil Ecology* 276, 1-7.
- WOLTERS, V. (2001): Biodiversity of soil animals and its function. *European Journal of Soil Biology* 37, 221-227.
- WRIGHT, D.H. (1991): Correlations between incidence and abundance are expected by chance. *Journal of Biogeography* 18, 463-466.
- ZETTEL, J. & U. ZETTEL (1994a): Development, phenology and surface activity of *Ceratophysella sigillata* (UZEL) (Collembola: Hypogastruridae). *Acta Zoologica Fennica* 195, 150-153.
- ZETTEL, U. & J. ZETTEL (1994b): Seasonal and reproductional polymorphism in *Ceratophysella sigillata* (UZEL) (Collembola: Hypogastruridae). *Acta Zoologica Fennica* 195, 154-156.
- ZIMDARS, B. & W. DUNGER (1994): Tullbergiinae. - In: W. DUNGER (Hrsg.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol 1. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz, 68 (4), 1-71.
- ZINKLER, D. & R. RÜSSBECK (1986): Ecophysiological adaptations of Collembola to low oxygen concentrations. - In: R. DALLAI (Ed.): Second International Seminar on Apterygota. University of Siena, Siena, 123-127.

Anhang

folgende Seiten:

A 1: Die Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters.

Die Auenwälder am Rhein sind durch Dämme von der natürlichen Auendynamik weitgehend abgeschlossen.

| Fläche Nr. | naturräumliche Haupteinheit | naturräumliche Einheit | Höhe [m ü. NN] | Petrographie / Stratigraphie |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| 1010 | Alpenvorland | Hegau | 485 | holozäner Auenlehm einer Bachau über pleistozänen Sedimenten |
| 1020 | Alpenvorland | Bodenseebecken | 485 | Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit (Schotter in sandigen Lehm eingebettet) |
| 1021 | Alpenvorland | Bodenseebecken | 470 | Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit (Schotter in anlehmigen Sand eingebettet) |
| 1030 | Alpenvorland | Oberschwäbisches Hügelland | 590 | Endmoränenmaterial der Würmeiszeit (Schotter in Mergel eingebettet) |
| 1040 | Alpenvorland | Westallgäuer Hügelland | 700 | Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit (anlehmiger Sand) |
| 1060 | Alpenvorland | Donau-Ablach-Platten | 610 | periglaziäre Decklagen über Grundmoränenmaterial der Risseiszeit |
| 1070 | Alpenvorland | Riss-Aitrach-Platten | 620 | verwittertes Festgestein des Tertiärs (vorwiegend Sand) |
| 1071 | Alpenvorland | Riss-Aitrach-Platten | 665 | Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit (Schotter in Sande und Mergel eingebettet) |
| 1080 | Alpenvorland | Hügelland der unteren Riss | 490 | fluviale Sedimente der Hochterrasse (Risseiszeit) (Schotter, Sand) |
| 1090 | Alpenvorland | Holzstöcke | 550 | pleistozäne Solifluktlagen der Oberen Süßwassermolasse (Tonmergel, Sande) |
| 1100 | Schwäbische Alb | Hegualb | 600 | Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit (Schotter in Lehmmergel eingebettet) |
| 1110 | Schwäbische Alb | Baaralb und Oberes Donautal | 810 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm epsilon, Obere Felsenkalke) |
| 1111 | Schwäbische Alb | Baaralb und Oberes Donautal | 885 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm) |
| 1120 | Schwäbische Alb | Hohe Schwabenalb | 900 | würmeiszeitlicher Hangschutt aus Kalkstein des Oberen Juras (Malm epsilon, Obere Felsenkalke) |
| 1130 | Schwäbische Alb | Mittlere Kuppenalb | 720 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm) |

| Bodentyp | pH (Ah) | Humusform | Waldgesellschaft |
|------------------------------------|---------|----------------------------------|---|
| Brauner Auenboden, tonreich | 4,8 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald mit Hainbuche (artenreiches Asperulo-Fagetum in <i>Allium ursinum</i> -Fazies) |
| Parabraunerde | 3,5 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (sehr artenarmes Asperulo-Fagetum in <i>Carex pilosa</i> -Fazies) |
| Parabraunerde | 3,8 | F-Mull | Übergang zwischen eutraphentem und oligotraphentem Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum ↔ Luzulo-Fagetum) |
| Parabraunerde | 3,8 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (sehr artenarmes Asperulo-Fagetum in <i>Carex pilosa</i> -Fazies) |
| podsolige Pseudogley-Parabraunerde | 3,0 | typischer Moder (in Mulden Torf) | oligotraphenter Tannen-Fichten-Forst auf Buchen-Tannen-Standort (ausklingendes Luzulo-Fagetum ohne Mullarten, viele Säurezeiger) |
| Pseudogley-Parabraunerde | 3,7 | L-Mull | Übergang zw. eu- und oligotraphentem Buchenwald m. Hainbuchen u. Eichen (Asperulo-Fagetum ↔ Luzulo-Fagetum, <i>Carex brizoides</i> -Fazies) |
| Braunerde | 4,2 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Hordelymo-Fagetum mit viel <i>Luzula luzuloides</i> , <i>Mercurialis perennis</i> und <i>Oxalis acetosella</i>) |
| Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | eutraphenter Eichen-Buchenwald (Asperulo-Fagetum mit Mullarten, Stickstoff- und Lichtzeigern neben vereinzelt Säurezeigern) |
| podsolige Pseudogley-Braunerde | 3,5 | F-Mull bis mullartiger Moder | oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum mit einigen Verlichtungszeigern, ohne extreme Säurezeiger) |
| Pseudogley-Braunerde | 3,8 | F-Mull | eutraphenter Eichen-Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum mit vielen Feuchtezeigern und Mullarten neben vereinzelt Säurezeigern) |
| Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum mit Feuchtezeigern, Arten der Kalkbuchenwälder und einzeln des Luzulo-Fagetums) |
| Terra fusca | 5,2 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenreiches Hordelymo-Fagetum mit Mullarten und Lichtzeigern) |
| Braunerde-Rendzina | 5,1 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Hordelymo-Fagetum mit dominierend <i>Carex pilosa</i>) |
| Rendzina | 6,7 | L-Mull | eutraphenter Tannen-Buchenwald (70% Buche, 30% Fichte) (artenreiches Hordelymo-Fagetum) |
| Terra fusca | 5,3 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (Hordelymo-Fagetum, vorherrschend <i>Anemone nemorosa</i> und <i>Mercurialis perennis</i>) |

| | | | | |
|------|--------------------|---|-----|---|
| 1131 | Schwäbische Alb | Mittlere Kuppenalb | 780 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm epsilon, Obere Felsenkalke) |
| 1140 | Schwäbische Alb | Mittlere Flächenalb | 725 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm epsilon, Obere Felsenkalke) |
| 1150 | Schwäbische Alb | Albuch und Härtsfeld | 640 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm) |
| 1160 | Schwäbische Alb | Lonetal-Flächenalb (= Niedere Flächenalb) | 515 | Kalkstein des Oberen Juras (Malm epsilon, Obere Felsenkalke) |
| 1170 | Neckar-Tauber-Land | Südwestliches Albvorland | 580 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Mittleren Juras (Dogger alpha, Opalinuston) |
| 1180 | Neckar-Tauber-Land | Mittleres Albvorland | 385 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Mittleren Juras (Dogger alpha, Opalinuston) |
| 1190 | Neckar-Tauber-Land | Östliches Albvorland | 460 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Mittleren Juras (Dogger alpha, Opalinuston) |
| 1200 | Neckar-Tauber-Land | Schönbuch und Glemswald | 465 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Unteren Juras (Lias alpha, sandige Mergeltonne und Sandsteine) |
| 1210 | Neckar-Tauber-Land | Die Filder | 445 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Unteren Juras (Lias alpha, Sandsteine, stellenweise Lösslehm) |
| 1211 | Neckar-Tauber-Land | Die Filder | 430 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Unteren Juras (Lias alpha, Sandsteine, stellenweise Lösslehm) |
| 1220 | Neckar-Tauber-Land | Schurwald und Welzheimer Wald | 410 | pleistozäne Solifluktionsschichten des Mittleren Keupers (Bunte Mergel, sandige, mergelige Tone) |
| 1230 | Neckar-Tauber-Land | Schwäbisch-Fränkischer Wald | 490 | verwittertes Festgestein des Mittleren Keupers (Stubensandstein) |
| 1240 | Neckar-Tauber-Land | Alb-Wutach-Gebiet | 550 | Kalkstein des Oberen Muschelkalks |
| 1241 | Neckar-Tauber-Land | Alb-Wutach-Gebiet (am Rand des Hochrheintals) | 400 | fluviatile Sedimente des Pleistozäns (Gerölle und Kiese eines alten Terrassen-Niveaus in Lehm) |
| 1250 | Neckar-Tauber-Land | Baar | 755 | Kalkstein des Mittleren Muschelkalks |
| 1260 | Neckar-Tauber-Land | Obere Gäue | 560 | Kalkstein des Oberen Muschelkalks |

| | | | |
|-----------------------------------|-----|---------------------------------|---|
| Terra fusca | 4,7 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (Hordelymo-Fagetum, vorherrschend <i>Anemone nemorosa</i> und <i>Mercurialis perennis</i>) |
| Terra fusca-Rendzina | 5,2 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (Hordelymo-Fagetum mit starker Buchenverjüngung) |
| Terra fusca | 4,5 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (Hordelymo-Fagetum mit viel <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Anemone nemorosa</i>) |
| Terra fusca-Rendzina | 5,3 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Carici-Fagetum mit zahlreichen Frischezeigern) |
| Pseudogley-Pelosol-Braunerde | 3,8 | L-Mull | oligotraphenter Eichen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum, spärlich auch Arten des Kalkbuchenwaldes) |
| pseudovergleyte Pelosol-Braunerde | 3,8 | F-Mull | Übergang zwischen eutraphentem und oligotraphentem Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum ↔ Luzulo-Fagetum) |
| Pseudogley-Pelosol-Braunerde | 4,0 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum mit viel <i>Anemone nemorosa</i> und einigen Carpinion-Arten) |
| Pelosol-Pseudogley-Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | Übergang zwischen eutraphentem und oligotraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum in <i>Carex brizoides</i> -Fazies) |
| pseudovergleyte Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum), stadtnaher Erholungsforst, nach Sturmwurf aufgegeben |
| Pelosol-Parabraunerde-Pseudogley | 4,6 | F-Mull | oligotraphenter Buchenwald (artenarmes Luzulo-Fagetum), stadtnaher Erholungsforst; ersetzt Fläche 1210 |
| podsolige Pseudogley-Braunerde | 3,3 | F-Mull | oligotraphenter Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum ohne Charakterarten, mit <i>Festuca altissima</i>) |
| Podsol-Braunerde | 3,3 | typischer Moder, feinhumusreich | oligotraphenter Buchenwald mit forstlichem Fichtenanteil (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum mit etlichen Säurezeigern) |
| Braunerde-Rendzina | 7,1 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald mit forstlichem Fichten- und Kiefernanteil (Carici-Fagetum, einige Frischezeiger, <i>Hedera helix</i> dominant) |
| Parabraunerde | 3,8 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum mit einigen Säurezeigern aber auch Mullarten, Dominanz junger <i>Ilex aquifolium</i>) |
| Terra fusca | 5,1 | L-Mull | forstlich geformter Tannen-Fichten-Bestand, in der Krautschicht zahlreiche Feuchte-, Licht- und Nährstoffzeiger |
| Rendzina | 7,0 | F-Mull | eutraphenter Buchen-Tannenwald mit Fichtenanteil (Asperulo-Fagetum mit hohem Anteil von Frische- oder Feuchte- und Mullzeigern) |

| | | | | |
|------|--------------------|---------------------------------|-----|---|
| 1261 | Neckar-Tauber-Land | Obere Gäue | 550 | Kalkstein des Oberen Muschelkalks |
| 1270 | Neckar-Tauber-Land | Neckarbecken | 365 | Kalkstein des Oberen Muschelkalks |
| 1280 | Neckar-Tauber-Land | Strom- und Heuchelberg | 390 | pleistozäne Solifluktlagen des Keupers über Stubensandstein (dolomitischer Sandstein) |
| 1290 | Neckar-Tauber-Land | Kraichgau | 230 | würmeiszeitlicher Löss auf Gipskeuper |
| 1291 | Neckar-Tauber-Land | Kraichgau | 235 | würmeiszeitlicher Löss auf Mittlerem Keuper |
| 1292 | Neckar-Tauber-Land | Kraichgau | 230 | würmeiszeitlicher Löss auf Gipskeuper |
| 1300 | Neckar-Tauber-Land | Kocher-Jagst-Ebenen | 330 | Kalkstein des Oberen Muschelkalks |
| 1310 | Neckar-Tauber-Land | Hohenloher und Haller Ebene | 420 | periglaziäre Decklage über Tonmergelstein des Unteren Keupers |
| 1320 | Neckar-Tauber-Land | Bauland | 355 | pleistozäne Solifluktlagen des Oberen Muschelkalks |
| 1330 | Neckar-Tauber-Land | Tauberland | 350 | würmeiszeitlicher Löss |
| 1340 | Odenwald | Sandstein-Odenwald | 405 | verwittertes Festgestein des Mittleren Buntsandsteins |
| 1341 | Odenwald | Sandstein-Odenwald | 450 | würmeiszeitliche Hangschuttmassen des Oberen Buntsandsteins |
| 1350 | Odenwald | Vorderer Odenwald | 290 | würmeiszeitliche Hangschuttmassen des kristallinen Grundgebirges (Granit) |
| 1360 | Schwarzwald | Schwarzwald-Randplatten | 680 | pleistozäne Solifluktlagen des Oberen Buntsandsteins (tonreicher Sandstein) |
| 1370 | Schwarzwald | Grindenschwarzwald und Enzhöhen | 910 | würmeiszeitliche Hangschuttmassen des Mittleren Buntsandsteins |
| 1380 | Schwarzwald | Nördlicher Talschwarzwald | 760 | würmeiszeitliche Hangschuttmassen des kristallinen Grundgebirges (Granit) |

| | | | |
|------------------------------------|-----|---------------------------------|--|
| Terra fusca-Rendzina | 5,0 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald mit Fichten und Tannen (Carici-Fagetum mit einzelnen Säurezeigern) |
| Terra fusca-Rendzina | 5,4 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum mit einzelnen Säurezeigern) |
| Braunerde-Pelosol | 6,2 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Hordelymo-Fagetum in <i>Mercurialis perennis</i> -Fazies, im Sommer häufig Trockenheitsschäden) |
| Parabraunerde | 4,7 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum); nach Sturmwurf aufgegeben |
| Parabraunerde | 3,4 | typischer Moder, feinhumusarm | eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum in <i>Melica uniflora</i> -Fazies) |
| Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | eutraphenter Eichen-Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum mit einzelnen Feuchtezeigern); ersetzt Fläche 1290 |
| Terra fusca | 5,1 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald m. Eichen, Hainbuchen, Elsbeeren und Feldahorn (sehr artenreiches Carici-Fagetum, nach alten Angaben Carpinetum) |
| pseudovergleyter Braunerde-Pelosol | 6,3 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Asperulo-Fagetum mit einigen Feuchte- und Kalkzeigern sowie einzelnen Verlichtungszeigern) |
| Pseudogley-Terra fusca | 4,6 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum, vorherrschend <i>Galium odoratum</i> in sehr lückiger Krautschicht) |
| Parabraunerde | 4,0 | F-Mull | eutraphenter Eichen-Buchenwald (Asperulo-Fagetum, vereinzelt mit Carpinion-Arten, Verlichtungs- sowie Kalkzeigern) |
| Braunerde | 3,6 | F-Mull | oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum); nach Sturmwurf aufgegeben |
| schwach podsolige Braunerde | 3,3 | Moder | oligotraphenter Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum); ersetzt Fläche 1340 |
| schwach podsolige Braunerde | 3,4 | typischer Moder, feinhumusreich | oligotraphenter Buchenwald (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum in <i>Luzula sylvatica</i> -Fazies) |
| podsoliger Braunerde-Pseudogley | 3,2 | typischer Moder, feinhumusarm | forstlich überformter oligotraphenter Tannen-Buchenwald mit Fichten (Luzulo-Abietetum mit viel <i>Avenella flexuosa</i> und <i>Vaccinium myrtillus</i>) |
| Podsol-Ranker | 3,1 | rohhumusartiger Moder | oligotraphenter Tannenwald mit hohem Fichten- und Kiefernanteil (forstlich gefördertes Vaccinio-Abietetum) |
| Podsol-Braunerde | 3,3 | typischer Moder, feinhumusreich | oligotraphenter Tannen-Fichtenwald (forstlich gefördertes Luzulo-Abietetum, dominant <i>Vaccinium myrtillus</i> und <i>Avenella flexuosa</i>) |

| | | | | |
|------|--------------------------|-------------------------------|------|--|
| 1390 | Schwarzwald | Mittlerer Schwarzwald | 615 | würmeiszeitliche Hangschuttmassen des metamorphen Grundgebirges (Gneis) |
| 1400 | Schwarzwald | Südöstlicher Schwarzwald | 1015 | pleistozäne Solifluktlagen des Oberen Buntsandsteins (tonreicher Sandstein) |
| 1402 | Schwarzwald | Südöstlicher Schwarzwald | 955 | pleistozäne Solifluktlagen und Hangschutt des metamorphen Grundgebirges (Gneis) |
| 1410 | Schwarzwald | Hochschwarzwald | 1260 | pleistozäne Verwitterungsdecke und Hangschuttmassen des kristallinen Grundgebirges (Granit) |
| 1420 | Hochrheingebiet | Dinkelberg | 380 | pleistozäne Solifluktlagen des Mittleren Keupers (Tonmergel) |
| 1421 | Hochrheingebiet | Dinkelberg | 460 | Mergeltonstein des Oberen Muschelkalks |
| 1430 | Oberrheinisches Tiefland | Markgräfler Hügelland | 440 | pleistozäne Solifluktlagen des Oberen Juras (Tonmergel, z.T. mit Löss oder Lösslehm) |
| 1440 | Oberrheinisches Tiefland | Freiburger Bucht | 220 | würmeiszeitlicher Lösslehm |
| 1450 | Oberrheinisches Tiefland | Kaiserstuhl | 310 | würmeiszeitlicher Löss über vulkanischem Gestein |
| 1460 | Oberrheinisches Tiefland | Offenburger Rheinebene | 160 | holozäner Auenlehm über Fluss-sedimenten des Rheins (Kiese in schwach lehmigen Sanden) |
| 1470 | Oberrheinisches Tiefland | Lahr-Emmerdinger Vorberge | 245 | lössreiche pleistozäne Solifluktlagen |
| 1480 | Oberrheinisches Tiefland | Markgräfler Rheinebene | 210 | holozäne Flusssedimente des Rheins (Auenlehm über pleistozänen Kiesen und Sanden) |
| 1490 | Oberrheinisches Tiefland | Nördliche Oberrheinniederung | 100 | holozäne Flusssedimente des Rheins (Auenlehm über pleistozänen Sanden) |
| 1500 | Oberrheinisches Tiefland | Hardtebenen | 112 | fluviatile Sedimente der Niederterrasse (Würmeiszeit, Kiese in schluffigem Sand od. sandigem Lehm) |
| 1510 | Oberrheinisches Tiefland | Neckar-Rheinebene | 100 | würmeiszeitliche Hochflutlehme über älteren Flusssedimenten (Gerölle und Kiese in lehmigen Sanden) |
| 1520 | Oberrheinisches Tiefland | Südliche Hessische Rheinebene | 98 | würmeiszeitlicher Flugsand |

| | | | |
|--|-----|---------------------------------|---|
| podsolige Braunerde | 3,1 | rohhumusartiger Moder | oligotraphenter Tannen-Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum, dominierend <i>Vaccinium myrtillus</i>) |
| schwach pseudovergleyte Podsol-Braunerde | 3,4 | rohhumusartiger Moder | oligotraphenter Tannenwald mit hohem Fichten- und Kiefernanteil (forstlich gefördertes Vaccinio-Abietetum) |
| Braunerde | 3,5 | typischer Moder, feinhumusreich | forstlich bedingter, oligotraphenter Tannen-Fichtenwald (Luzulo-Abietetum, dominant <i>Vaccinium myrtillus</i> und <i>Avenella flexuosa</i>) |
| Braunerde | 3,6 | L-Mull | sehr lichter Tannen-Buchenwald im NSG am Belchen, montanes Luzulo-Fagetum im Übergang zum Aceri-Fagetum (zw. oligo- und eutraphent) |
| Pseudogley-Pelosol | 5,9 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald mit Eichen und Eschen (Asperulo-Fagetum, artenreich, mit viel <i>Carex sylvatica</i> und einzelnen Feuchtezeigern) |
| carbonathaltiger Pararendzina-Pelosol | 6,3 | L-Mull | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum mit viel <i>Carex sylvatica</i> aber ohne Mullzeiger) |
| Terra fusca-(Para)braunerde, sehr alte Bodenbildung | 5,1 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald mit forstlichem Lärchen- und Kiefernanteil, faziesbildend junger Bergahorn (artenreiches Asperulo-Fagetum) |
| pseudovergleyte Parabraunerde | 4,6 | F-Mull | eutraphenter Buchen-Hainbuchenwald (ehemals Stellario-Carpinetum, Entwicklung zum Asperulo-Fagetum, zahlr. Mull-, Feuchte- und Lichtzeiger) |
| humose Pararendzina mit 40 cm mächtigem (R-)Ah2-Horizont | 7,2 | F-Mull | eutraphenter Buchenwald (fragmentarisches Carici-Fagetum, artenarm, <i>Convallaria majalis</i> dominant) |
| Brauner Auenboden-reliktischer Auengley | 4,1 | L-Mull | eutraphenter Laubmischwald aus Esche, Hainbuche, Stieleiche, Rotbuche u.a. (Stellario-Carpinetum, Entwicklung zum Asperulo-Fagetum) |
| pseudovergleyte Parabraunerde | 3,6 | F-Mull | oligotraphenter Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum mit <i>Luzula sylvatica</i> als mächtigster Art) |
| carbonatischer Auengley-Brauner Auenboden | 7,0 | L-Mull | ehemals Ulmo-Carpinetum (Auenwaldrelikt), Hauptbaumart: Esche, <i>Allium ursinum</i> -Fazies, Feuchte-, Kalk-, Licht- und Trockenheitszeiger |
| carbonatischer Auengley-Brauner Auenboden | 7,2 | mullartiger Moder | ehemaliges Carpinetum der hohen Hartholzau (Auenwaldrelikt), Hauptbaumarten: Esche, Buche, mit Kalk-, Licht-, Mull- und Feuchtezeigern |
| podsolige Parabraunerde | 3,3 | typischer Moder | oligotraphenter Buchenwald, stadtnaher Erholungsforst (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum) |
| Parabraunerde | 3,6 | F-Mull | Auenwaldrelikt aus Rotbuche, Hainbuche, Eichen, Bergahorn, Linde (Carpinetum \Leftrightarrow artenreiches Asperulo-Fagetum, zahlr. Nährstoffzeiger) |
| podsolige Bänder-(para)braunerde | 3,3 | typischer Moder, feinhumusreich | oligotraphenter Eichen-Buchenwald mit Kiefern (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum), stadtnaher Erholungsforst; Überhälter und dichter Unterbau |

A 2: Übersicht über die Standortvariablen und Wertebereiche.

Klima der naturräumlichen Einheiten

Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|---|----|---------|---------|---------------|--------|
| Minima der Jahresniederschlagssumme (langj. Mittel) [mm] | 57 | 500 | 1400 | 786 | 750 |
| maximale Jahresniederschlagssumme (langj. Mittel) [mm] | 57 | 600 | 2000 | 1010 | 900 |
| Mittel der Jahresniederschlagssumme (Mittelwert aus obigen) [mm] | 57 | 600 | 1700 | 898 | 850 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen (langj. Mittel) [°C] | 57 | 4,5 | 9,5 | 7,2 | 7,0 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen (langj. Mittel) [°C] | 57 | 6,0 | 10,0 | 8,3 | 8,5 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen (Mittelwert aus obigen) [°C] | 57 | 5,5 | 9,5 | 7,7 | 7,5 |

Lage der Wald-Dauerbeobachtungsflächen

geographische Koordinaten: nach: Topographische Karten 1:50000 (CD-ROM, Landesvermessungsamt)

nördliche Breite 57 47° 33' 44" 49° 39' 26"

östliche Länge 57 7° 34' 49" 10° 9' 49"

Gauß-Krüger-Koordinaten: Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz

Hochwert 57 5270100 5502400

Rechtswert 57 3393775 3585800

allgemeine Standortdaten

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|--|----|---|---------|---------------|--------|
| Höhe ü. NN [m] nach: Topograph. Karte 1:50000 (CD-ROM, Landesvermessungsamt) | 57 | 98 | 1260 | 519 | 490 |
| Höhenstufe, vegetationskundlich Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 | 7x planar, 5x collin, 4x collin bis submontan, 23x submontan, 3x submontan bis montan, 13x montan, 2x hochmontan | | | |
| Expositionsrichtung [Klassen 1-5] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz, eigene Klassifizierung | 57 | 5x Nord [Kl. 1], 12x NW oder NO [Kl. 2], 19x W, O oder Ebene [zusammengefasst in Kl. 3], 10x SW oder SO [Kl. 4], 11 x Süd [Kl. 5] | | | |
| Hangneigung [%] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 | 0 | 56 | 14 | 11 |

| | |
|--|--|
| Relief / Lage Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 7x Plateau, 6x Kuppe, 9x Oberhang, 30x gleichmäßiger Hang, 2x Unterhang, 3x Ebene |
| Bodentyp Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 vorw. Parabraunerden, Rendzinen / Terrae fuscae und Braunerden (zus. 46), je 4x Pelosole und Auenböden / Auengleye, vereinzelt Pseudogley, Ranker und Pararendzina; 15x pseudovergleyt, 12x schwach podsolig oder podsolig |
| Gründigkeit [Klassen 1-5] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 3x sehr flachgründig (< 15 cm), 13x flachgründig (15-30 cm), 19x mittelgr. (30-60 cm), 15x tiefgr. (60-100 cm), 7x sehr tiefgründig (> 100 cm) |
| Bewertung der Wasserkapazität des Bodens bis in 1 m Tiefe [Klassen 1-5] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 29x sehr gering, 14x gering, 8x mittel, 4x hoch, 2x sehr hoch (sehr gering und gering meist bei Sandböden oder flachgründigen Böden) |
| bodenkundliche Feuchtestufe Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 13x 0-1 (extrem oder stark trocken), 7x 1,5, 7x 2 (mittel trocken), 2x 2,5, 12x 3 (schwach trocken), 1x 3,5, 8x 4 (schwach frisch), 4x 4,5, 2x 5 (mittel- frisch), 1x 8 (mittelfeucht) |
| In die Ermittlung der bodenkundlichen Feuchtestufe gehen ein: das langjährige Niederschlagsmittel der Monate Mai bis Oktober, die potentielle Evapotranspiration nach Haude über Gras für die Monate Mai bis Oktober, der Grundwassereinfluss (Grundwasserstufe) und die Bodenart. Die bodenkundliche Feuchtestufe wird für Grünland ermittelt, und die hier betrachteten Waldstandorte scheinen meistens eine bessere Wasserversorgung zu haben als die bodenkundliche Feuchtestufe angibt. | |
| Petrographie Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 vorwiegend Mergel (incl. Auen- und Geschiebe- mergel), Tonmergel, Mergeltone, Tone oder Sand (Moränen, Niederterrassen) bzw. Sandstein, dann Kalkstein (11x), Gneis und Granit (5x) sowie Löss/Lösslehm (4x) |
| Stratigraphie Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 nach der Häufigkeit: periglaziale Ablagerungen (Moränen > Flussniederterrassen und Hangschutt > Löss) und anstehende ältere Sedimentgesteine (Weißjura > Muschelkalk > Keuper > Braunjura > Buntsandstein, Schwarzjura und Tertiär), daneben Grundgebirge, selten holozäne Auensedimente |
| Humusform [Klassen 1-5] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz; eigene Klassifizierung | 57 17x L-Mull [Kl. 1], 26x F-Mull [Kl. 2], 1x F-Mull bis mullartiger Moder [Kl. 3], 1x mullartiger Moder und 9x typischer Moder [zusammengefasst in Kl. 4], 3x rohhumusartiger Moder [Kl. 5] |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) für 0-10 cm (1990) [Klassen 1-4] Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 10 x niedrig [Kl. 1], 19 x mittel [Kl. 2], 15 x hoch [Kl. 3], 13 x sehr hoch [Kl. 4] |

Vegetation

Waldgesellschaft [Klassen 1-3]
 nach Angaben der Landesanstalt für Umweltschutz und THOMAS & KÜBLER-THOMAS (1998): Sukzessions- und Vitalitätsuntersuchungen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen;
 eigene Klassifizierung und Zuordnung eu-/oligotrophente sowie für die Standortfeuchte (nach Waldgesellschaften und Auftreten von Zeigerarten, nicht nach der mittleren Feuchtezahl).

Anmerkung: Das Asperulo-Fagetum ließ sich nach der Artenzusammensetzung der Krautschicht meist als eutraphente Gesellschaft einstufen.

57 41x Laub-, 10x Misch- und 6x Nadelwälder (geringe Anteile von Nadel- bzw. Laubbäumen sind nicht ausgewiesen),
 überwiegend Fageten (Carici-, Elymo-, Asperulo- und Luzulo-Fageten), 5x Abieteten (Luzulo- und Vaccinio-Abieteten) und 2x Nadelforste, selten Carpineten und Auenwaldrelikte;
 (wechsel-)feuchte Standorte (z.B. *Carex brizoides*-Fazies, *Allium ursinum*-Fazies) bis (wechsel-)trockene(z.B. Carici-Fageten), das Gros jedoch +/- frisch;
 37x eutraphente Waldgesellschaften, 15x oligotrophente und 5x Übergänge,
 Einteilung für die Korrelationsrechnung:
 Klasse 1 = eutraphente Laubwaldgesellschaften,
 Klasse 2 = oligotrophente Laubwaldgesellschaften,
 Klasse 3 = oligotrophente Nadelwaldgesellschaften.

| | | | | |
|---|----|---|-------|--|
| Hauptbaumart Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz | 57 | meist (43x) Buche (=Rotbuche), 4x Fichte, 4x Tanne, selten Eichen, Hainbuche oder Esche | | |
| geschlossene Waldfläche [km ²] vermessen in: Topographische Karten 1:50000 (CD-ROM, Landesvermessungsamt) | 57 | 0,04 | >> 25 | größere Flächen wurden nicht mehr ausgemessen; Häufigkeitsverteilung: <= 0,1: 1x, <= 1,0: 3x, <= 10: 21x, >=25: 32x |

Deckungsgrade der Vegetation Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz

| | | | | |
|------------------------------|----|---|--|--|
| Baumschicht [Klassen 1-4] | 57 | 2x 2 ('licht'), 22x 3 ('lückig'), 33x 4 ('dicht') | | |
| Strauchschicht [Klassen 1-4] | 57 | 8x 1 ('praktisch keine Strauchschicht'), 39x 2 ('spärlich'), 6x 3 ('lückig'), 4x 4 ('stark entwickelt') | | |
| Krautschicht [Klassen 1-4] | 57 | 10x 2 ('spärlich'), 23x 3 ('lückig'), 24x 4 ('dicht') | | |
| Moosschicht [Klassen 1-4] | 57 | 26x 1 ('praktisch keine Moosschicht'), 26x 2 ('spärlich'), 5x 4 ('stark entwickelt') | | |

Ellenbergsche Zeigerwerte für die Krautschicht

Quelle: THOMAS & KÜBLER-THOMAS (1998): Sukzessions- und Vitalitätsuntersuchungen an den Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Die pflanzensoziologische Feinkartierung findet nicht in denselben Parzellen statt wie die bodenzoologischen Untersuchungen, um eine Störung der Vegetation durch die Bodenprobenentnahme zu vermeiden. Die Mittelwerte sind errechnet aus den Frühlings- und Sommermitteln derjenigen Jahre, in denen die Collembolen auf der jeweiligen Fläche untersucht wurden.

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|-------------------------|----|---------|---------|---------------|--------|
| mittlere Lichtzahl | 57 | 2,0 | 5,2 | 4,0 | 4,0 |
| mittlere Stickstoffzahl | 57 | 2,9 | 6,8 | 5,3 | 5,5 |
| mittlere Reaktionszahl | 57 | 2,0 | 7,5 | 5,4 | 5,9 |
| mittlere Temperaturzahl | 57 | 3,7 | 5,8 | 5,0 | 5,1 |
| mittlere Feuchtezahl | 57 | 4,7 | 5,7 | 5,2 | 5,2 |

Es überwiegen stets die Frischezeiger (mit der Feuchtezahl 5), sowohl im Artenspektrum als auch nach Deckungsgraden.

organischer Auflagehorizont

Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|--|----|--|---------|---------------|--------|
| Horizontbezeichnung | 56 | L/Ol - Of - Oh , Abfolge je nach Humusform | | | |
| Mächtigkeit der organ. Auflage [cm] | 56 | 1 | 17 | 3,8 | 3 |
| Calcium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 990 | 48000 | 13108 | 12000 |
| Magnesium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 268 | 7579 | 2032 | 1476 |
| Kalium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 420 | 15000 | 2124 | 1561 |
| Natrium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 66 | 226 | 95,6 | 91,5 |
| Mangan gesamt [mg/kgTS] | 56 | 60,1 | 4234 | 1333 | 998 |
| Phosphor gesamt [mg/kgTS] | 56 | 428 | 1349 | 886 | 913 |
| Aluminium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 75,6 | 20000 | 6097 | 5188 |
| Blei gesamt [mg/kgTS] | 56 | 6,83 | 209 | 42,57 | 28,25 |
| Cadmium gesamt [mg/kgTS] | 56 | 0,22 | 0,99 | 0,51 | 0,47 |
| Zink gesamt [mg/kgTS] | 56 | 29,9 | 112 | 71,0 | 70,0 |
| Kupfer gesamt [mg/kgTS] | 56 | 9,63 | 62,6 | 16,56 | 14,5 |
| Molybdän gesamt [mg/kgTS] nur 10x über der Nachweisgrenze | 56 | 0,5 für 46x < 1 (NWG) | 6,77 | 0,79 | 0,50 |

Bei den drei Standorten mit rohhumusartigem Moder liegen die Daten für die einzelnen Lagen getrennt vor.

Für die statistischen Analysen wurde das arithmetische Mittel der Werte eingesetzt.

Ah-Horizont

Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|-----------------------------------|----|---|---------|---------------|--------|
| Horizontbezeichnung | 57 | 46x Ah, 4x Ahe, 7x Aeh | | | |
| Mächtigkeit des Ah-Horizonts [cm] | 57 | 1 | 20 | 7,5 | 6 |
| Bodenart [18 Klassen] | 57 | 1x S, 3x Su2/Su3, 1x U/Us/Ufs/Su4, 5x Sl2, 2x U12/U13, 6x Sl3/Sl4, 1x Slu/Uls, 3x Ls3/Ls4, 12x Lu/U14, 1x Lts, 2x Lt2/Lt3, 6x Ltu, 12x Tl, 2x T | | | |
| Skelettanteil (d > 2 mm) [Vol.-%] | 57 | 0 | 62,6 | 13,0 | 4,4 |

Korngrößenverteilung Feinerde [Gew.-%]:

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|--|----|---|---------|---------------|--------|
| Sand (d 2000-63 µm) | 57 | 1,9 | 90,7 | 27,2 | 10,1 |
| Schluff (d 62-2 µm) | 57 | 4,8 | 83,9 | 44,0 | 42,4 |
| Ton (d < 2 µm) | 57 | 3,2 | 66,0 | 28,8 | 25,5 |
| Gefügeform | 57 | meist Krümelgefüge, bei Sandböden auch Einzelkorngefüge, bei tonreichen Böden oft Subpolyeder-, selten Polyederggefüge | | | |
| Bodenhohlräume (Makroporen) [Klassen 1-5] | 56 | 7x 2 (mittlere Makroporen vorhanden, d 1-2 mm), 18x 3 (grobe Makroporen vorhanden, d > 2 mm), 31x 4 (Wurmgänge vorhanden) | | | |
| Wasserkapazität / Feldkapazität [Volumen-%] | 49 | 17,8 | 57,4 | 36,0 | 37,4 |
| Trockenraumgewicht [g/100cm ³] | 49 | 59,3 | 142,5 | 94,9 | 93,8 |
| Lagerungsdichte [Klassen 1-5] | 49 | 23x 1 ('sehr gering'), 19x 2 ('gering'), 7x 3 ('mittel') | | | |
| Durchwurzelungsintensität [Klassen 1-6] | 57 | 7x 3 (mittel, 6-10 Feinwurzeln/dm ²), 24x 4 (stark, 11-20 Feinwurzeln/dm ²), 26x 5 (sehr stark, 21-50 Feinwurzeln/dm ²) | | | |
| Kohlenstoff organisch [mg/kgTS] | 57 | 10000 | 98000 | 40684 | 35000 |
| Humusanteil [%] (= C organ.[%] * 1,72) | 57 | 1,72 | 16,86 | 7,00 | 6,02 |
| Humusgehalt [Klassen 1-6] | 57 | 1x 2 (schwach humos, 1-2 %), 21x 3 (mittel humos, 2-5 %), 23x 4 (stark humos, 5-10 %), 9x 5 (sehr stark humos, 10-15 %), 3x 6 (extrem humos, 15-30 %) | | | |
| Stickstoff gesamt [mg/kgTS] | 57 | 915 | 8735 | 3164 | 2690 |
| C/N-Verhältnis | 57 | 6,6 | 34,2 | 14,0 | 12,7 |
| Phosphor gesamt [mg/kgTS] | 57 | 78,3 | 1645 | 610 | 522 |
| Phosphor austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,5 für 6x < 1 (NWG) | 9,24 | 2,27 | 1,92 |
| C/P-Verhältnis | 57 | 15,6 | 412 | 90,3 | 66,7 |
| pH-Wert | 57 | 3,0 | 7,2 | 4,5 | 4,0 |
| Pufferkapazität [mmol H+/(kg*ΔpH)] | 57 | 12 | 1500 | 70,3 | 32 |
| Gesamtazidität [mval/kg] | 57 | 0 | 128 | 25,4 | 20,2 |
| effektive Kationenaustauschkapazität [mval/kg] | 57 | 23,2 | 444 | 163,3 | 118 |
| Karbonatgehalt [%] | 57 | 0 | 24,5 | 1,1 | 0 |
| Karbonatgehalt [Klassen 0-6] | 57 | 53x 0 (karbonatfrei), 1x 2 (karbonatarm, 0,5-2 %), 3x 4 (karbonatreich, 10-25 %) | | | |
| Calcium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 59,7 | 94000 | 9352,3 | 1939 |
| Ca austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 12,3 | 8173 | 2332,6 | 1042 |
| Ca austauschbar [mval/kgTS] | 57 | 0,61 | 407,83 | 116,40 | 52,00 |

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|---|----|---|---------|---------------|--------|
| Elastizität gegen Säuretoxizität (Anteil Ca^{2+} und Mg^{2+} an der KAK pot.) [%] | 57 | 1,18 | 99,20 | 61,42 | 69,73 |
| Elastizität gegen Säuretoxizität [Klassen 1-4] | 57 | 6x sehr gering, 3x gering, 13x hoch, 35x sehr hoch (1-3: basenarme Böden, 4: basenreiche Böden) | | | |
| Ca:Al-Verhältnis (austauschbare Fraktionen, molar) eigene Berechnung | 57 | 0,01 | 5503 | 890,6 | 2,96 |
| Magnesium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 126 | 50000 | 5009 | 2722 |
| Magnesium austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 6,1 | 1608 | 204 | 86,7 |
| Magnesium austauschbar [mval/kgTS] | 57 | 0,50 | 132,29 | 16,79 | 7,13 |
| Mg-Versorgung (Anteil Mg^{2+} an der KAK pot.) [%] | 57 | 0,54 | 39,39 | 8,18 | 5,86 |
| Mg:Al-Verhältnis (austauschbare Fraktionen, molar) eigene Berechnung | 57 | 0,01 | 1787 | 153,7 | 0,55 |
| Kalium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 386 | 9694 | 2437 | 1846 |
| Kalium austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 29,3 | 565 | 175,4 | 145 |
| Kalium austauschbar [mval/kgTS] | 57 | 0,75 | 14,45 | 4,49 | 3,71 |
| K-Versorgung (Anteil K^+ an der KAK pot.) [%] | 57 | 0,74 | 8,58 | 3,25 | 2,67 |
| K:Al-Verhältnis (austauschbare Fraktionen, molar) eigene Berechnung | 57 | 0,036 | 390 | 48,4 | 0,48 |
| Natrium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 73 | 241 | 134 | 127 |
| Natrium austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 1 für 4x < 2 (NWG) | 40,8 | 6,9 | 5,55 |
| Natrium austauschbar [mval/kgTS] | 57 | 0,08 | 1,77 | 0,30 | 0,24 |
| Basensättigung [%] eigene Berechnung aus Basen [mval/kgTS] und effektiver KAK | 57 | 3 | 100 | 65 | 73 |
| Mangan gesamt [mg/kgTS] | 57 | 1,5 für 1x < 3 (NWG) | 2133 | 758 | 634 |
| Mangan austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,5 für 2x < 1 (NWG) | 147 | 43 | 33 |
| Aluminium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 2478 | 46000 | 20464 | 18000 |
| Aluminium austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 1 für 12x < 2 (NWG) | 863 | 200 | 150 |
| Blei gesamt [mg/kgTS] | 57 | 10,8 | 152 | 48,4 | 42,2 |
| Blei austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,005 für 10x < 0,01 | 35 | 1,517 | 0,293 |
| Cadmium gesamt [mg/kgTS] | 57 | 0,025 für 2x < 0,05 | 1,34 | 0,331 | 0,170 |
| Cadmium austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,001 für 2x < 0,002 | 0,135 | 0,038 | 0,032 |
| Zink gesamt [mg/kgTS] | 57 | 3,32 | 247 | 66,42 | 54,90 |
| Zink austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,05 für 9x < 0,1 | 6,058 | 1,554 | 1,237 |

| | N | Minimum | Maximum | arith. Mittel | Median |
|--|----|---------------------------|-------------------------------|---------------|--------|
| Kupfer gesamt [mg/kgTS] | 57 | 1,5 für 1x < 3 (NWG) | 44,6 | 15,8 | 11,6 |
| Kupfer austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,0125 für 22x < 0,025 | 0,301 | 0,0493 | 0,0302 |
| Molybdän gesamt [mg/kgTS] nur 12x über der Nachweisgrenze | 57 | 0,5 für 45x < 1 (NWG) | 5,1 | 0,8 | 0,5 |
| Molybdän austauschbar [mg/kgTS] | 57 | 0,0075 für 56x < 0,015 | 0,0252 nur 1x über der NWG | 0,0078 | 0,0075 |

Bewertung der Schwermetallgehalte Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz.

Die Hintergrundwerte für jedes Schwermetall sind unterschiedlich je nach Boden-pH, Tongehalt und Ausgangsgestein.

| | | |
|--------------------------------------|----|--|
| Blei im organ. Auflagehorizont | 56 | Hintergrundwert auf einer Fläche überschritten |
| Cadmium im organ. Auflagehorizont | 56 | Hintergrundwert auf einer Fläche überschritten |
| Zink im organ. Auflagehorizont | 56 | Der Hintergrundwert wird nicht überschritten. |
| Kupfer im organ. Auflagehorizont | 56 | Hintergrundwert auf zwei Flächen überschritten |
| Blei gesamt im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf 23 Flächen überschritten |
| Blei austauschbar im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf sieben Flächen überschritten |
| Cadmium gesamt im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf drei Flächen überschritten |
| Cadmium austauschbar im Ah/Aeh | 57 | Hintergrundwert auf 20 Flächen überschritten |
| Zink gesamt im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf sechs Flächen überschritten |
| Zink austauschbar im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf drei Flächen überschritten |
| Kupfer gesamt im Ah/Aeh-Horizont | 57 | Hintergrundwert auf drei Flächen überschritten |
| Kupfer austauschbar im Ah/Aeh | 57 | Hintergrundwert auf einer Fläche überschritten |

folgende Seite:

A 3: Datenbestand Collembolen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-1993.

Die Untersuchung erfasste die Artenabundanzen zu drei jahreszeitlichen Aspekten: Frühling, Sommer und Herbst. Für die Jahre 1986, 1987, 1988 und 1990 sind die Mittelwerte aus den drei Parallelproben jeden Probenahmetermins angegeben, für 1991, 1992 und 1993 die Einzelwerte für die jeweils drei Parallelproben jeden Termins. Während des Untersuchungszeitraumes ausgeschieden bzw. neu ausgewiesen wurden die Flächen 1210 (ausgeschieden), 1211 (ersetzt 1210), 1340 (ausgeschieden), 1341 (ersetzt 1340), 1290 (ausgeschieden) und 1292 (ersetzt 1290). Von diesen sechs Standorten wurden nur die Artnachweise für die Fundortkarten im Ergänzungsband herangezogen. Gleiches gilt für die Ergebnisse separater Probenahmen in den Jahren 1985 (nur Sommeraspekt) und 1989 (Flächen 1310 und 1350 je viermal), welche in schriftlichen Berichten vorliegen.

| 1986 | | 1987 | | 1988 | | 1990 | | 1991 | | 1992 | | 1993 | |
|------|----------------|------|-----------|------|--------------|------|-----------|------|----------------|------|-----------|------|-----------|
| 1020 | 3 Aspekte | 1010 | 3 Aspekte | 1020 | 3 Aspekte | 1010 | 3 Aspekte | 1020 | 3 Aspekte | 1010 | 3 Aspekte | 1020 | 3 Aspekte |
| 1021 | 3 Aspekte | 1030 | 3 Aspekte | 1021 | 3 Aspekte | 1030 | 3 Aspekte | 1021 | 3 Aspekte | 1030 | 3 Aspekte | 1021 | 3 Aspekte |
| 1040 | 3 Aspekte | 1070 | 3 Aspekte | 1040 | 3 Aspekte | 1070 | 3 Aspekte | 1040 | 3 Aspekte | 1070 | 3 Aspekte | 1040 | 3 Aspekte |
| 1060 | 3 Aspekte | 1071 | 3 Aspekte | 1060 | 3 Aspekte | 1071 | 3 Aspekte | 1060 | 3 Aspekte | 1071 | 3 Aspekte | 1060 | 3 Aspekte |
| 1080 | 3 Aspekte | 1090 | 3 Aspekte | 1080 | 3 Aspekte | 1090 | 3 Aspekte | 1080 | 3 Aspekte | 1090 | 3 Aspekte | 1080 | 3 Aspekte |
| 1100 | 3 Aspekte | 1110 | 3 Aspekte | 1100 | 3 Aspekte | 1110 | 3 Aspekte | 1100 | 3 Aspekte | 1110 | 3 Aspekte | 1100 | 3 Aspekte |
| 1120 | 3 Aspekte | 1111 | 3 Aspekte | 1120 | 3 Aspekte | 1111 | 3 Aspekte | 1120 | 3 Aspekte | 1111 | 3 Aspekte | 1120 | 3 Aspekte |
| 1140 | 3 Aspekte | 1130 | 3 Aspekte | 1140 | 3 Aspekte | 1130 | 3 Aspekte | 1140 | 3 Aspekte | 1130 | 3 Aspekte | 1140 | 3 Aspekte |
| 1160 | 3 Aspekte | 1131 | 3 Aspekte | 1160 | 3 Aspekte | 1131 | 3 Aspekte | 1160 | 3 Aspekte | 1131 | 3 Aspekte | 1160 | 3 Aspekte |
| 1180 | Frühling fehlt | 1150 | 3 Aspekte | 1180 | 3 Aspekte | 1150 | 3 Aspekte | 1180 | 3 Aspekte | 1150 | 3 Aspekte | 1180 | 3 Aspekte |
| 1200 | 3 Aspekte | 1170 | 3 Aspekte | 1200 | Sommer fehlt | 1170 | 3 Aspekte | 1200 | 3 Aspekte | 1170 | 3 Aspekte | 1200 | 3 Aspekte |
| 1220 | 3 Aspekte | 1190 | 3 Aspekte | 1220 | 3 Aspekte | 1190 | 3 Aspekte | 1220 | 3 Aspekte | 1190 | 3 Aspekte | 1220 | 3 Aspekte |
| 1240 | 3 Aspekte | 1210 | 3 Aspekte | 1240 | 3 Aspekte | 1230 | 3 Aspekte | 1240 | 3 Aspekte | 1211 | 3 Aspekte | 1240 | 3 Aspekte |
| 1241 | 3 Aspekte | 1230 | 3 Aspekte | 1241 | 3 Aspekte | 1250 | 3 Aspekte | 1241 | 3 Aspekte | 1230 | 3 Aspekte | 1241 | 3 Aspekte |
| 1260 | 3 Aspekte | 1250 | 3 Aspekte | 1260 | 3 Aspekte | 1270 | 3 Aspekte | 1260 | 3 Aspekte | 1250 | 3 Aspekte | 1260 | 3 Aspekte |
| 1261 | 3 Aspekte | 1270 | 3 Aspekte | 1261 | 3 Aspekte | 1291 | 3 Aspekte | 1261 | 3 Aspekte | 1270 | 3 Aspekte | 1261 | 3 Aspekte |
| 1280 | 3 Aspekte | 1290 | 3 Aspekte | 1280 | 3 Aspekte | 1310 | 3 Aspekte | 1280 | 3 Aspekte | 1291 | 3 Aspekte | 1280 | 3 Aspekte |
| 1300 | 3 Aspekte | 1291 | 3 Aspekte | 1300 | 3 Aspekte | 1330 | 3 Aspekte | 1300 | 3 Aspekte | 1292 | 3 Aspekte | 1300 | 3 Aspekte |
| 1320 | 3 Aspekte | 1310 | 3 Aspekte | 1320 | 3 Aspekte | 1350 | 3 Aspekte | 1320 | 3 Aspekte | 1310 | 3 Aspekte | 1320 | 3 Aspekte |
| 1340 | 3 Aspekte | 1330 | 3 Aspekte | 1340 | 3 Aspekte | 1370 | 3 Aspekte | 1341 | Frühling fehlt | 1330 | 3 Aspekte | 1341 | 3 Aspekte |
| 1360 | 3 Aspekte | 1350 | 3 Aspekte | 1360 | 3 Aspekte | 1390 | 3 Aspekte | 1360 | 3 Aspekte | 1350 | 3 Aspekte | 1360 | 3 Aspekte |
| 1380 | 3 Aspekte | 1370 | 3 Aspekte | 1380 | 3 Aspekte | 1410 | 3 Aspekte | 1380 | 3 Aspekte | 1370 | 3 Aspekte | 1380 | 3 Aspekte |
| 1400 | 3 Aspekte | 1390 | 3 Aspekte | 1400 | 3 Aspekte | 1430 | 3 Aspekte | 1400 | 3 Aspekte | 1390 | 3 Aspekte | 1400 | 3 Aspekte |
| 1402 | 3 Aspekte | 1410 | 3 Aspekte | 1402 | 3 Aspekte | 1450 | 3 Aspekte | 1402 | 3 Aspekte | 1410 | 3 Aspekte | 1402 | 3 Aspekte |
| 1420 | 3 Aspekte | 1430 | 3 Aspekte | 1420 | 3 Aspekte | 1470 | 3 Aspekte | 1420 | 3 Aspekte | 1430 | 3 Aspekte | 1420 | 3 Aspekte |
| 1421 | 3 Aspekte | 1450 | 3 Aspekte | 1421 | 3 Aspekte | 1490 | 3 Aspekte | 1421 | 3 Aspekte | 1450 | 3 Aspekte | 1421 | 3 Aspekte |
| 1440 | 3 Aspekte | 1470 | 3 Aspekte | 1440 | 3 Aspekte | 1510 | 3 Aspekte | 1440 | 3 Aspekte | 1470 | 3 Aspekte | 1440 | 3 Aspekte |
| 1460 | 3 Aspekte | 1490 | 3 Aspekte | 1460 | 3 Aspekte | | | 1460 | 3 Aspekte | 1490 | 3 Aspekte | 1460 | 3 Aspekte |
| 1480 | 3 Aspekte | 1510 | 3 Aspekte | 1480 | 3 Aspekte | | | 1480 | 3 Aspekte | 1510 | 3 Aspekte | 1480 | 3 Aspekte |
| 1500 | 3 Aspekte | | | 1500 | 3 Aspekte | | | 1500 | 3 Aspekte | | | 1500 | 3 Aspekte |
| 1520 | 3 Aspekte | | | 1520 | 3 Aspekte | | | 1520 | 3 Aspekte | | | 1520 | 3 Aspekte |

folgende Seiten:

A 4: Korrelationen zwischen Umweltvariablen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg.

Univariate Rangkorrelationen (Kendall's tau). Fett hervorgehoben sind signifikante Beziehungen ($\alpha = 0,05$; $N = 57$). Dargestellt sind fast alle Standortfaktoren, welche auf Zusammenhänge mit biozönotischen Größen und mit den Abundanzen der Arten (im Ergänzungsband) hin untersucht werden. Zur Methodik der Datenerhebung siehe Tabelle 1, Kapitel 2.4.

A 5: Artenspektrum und Individuenzahlen 1986-1993.

Systematik und Nomenklatur der folgenden Aufstellung orientieren sich vorwiegend an HOPKIN (1997) und CHRISTIAN (1987), für die Tullbergiinae, Isotomidae und Symphypleona an den „Synopses on Palearctic Collembola“ (ZIMDARS & DUNGER 1994, POTAPOV 2001, BRETTFELD 1999) sowie BRETTFELD (1994). Die Abkürzungen der Lebensformtypen lauten: eued = euedaphisch, hemi = hemiedaphisch und atmo = atmobiont.

| | Lebensformtyp | Anzahl Individuen |
|---|---------------|-------------------|
| Ordnung Arthropleona | | |
| Unterordnung „Poduromorpha“ (excl. <i>Podura aquatica</i>) | | |
| Familie Hypogastruridae | | |
| U.-Familie Hypogastrurinae | | |
| <i>Hypogastrura monticola</i> STACH, 1946 | hemi | 16 |
| <i>Hypogastrura purpurescens</i> (LUBBOCK, 1868) | hemi | 1 |
| <i>Ceratophysella armata</i> (NICOLET, 1842) | hemi | 148 |
| <i>Ceratophysella bengtssoni</i> (AGREN, 1904) | hemi | 620 |
| <i>Ceratophysella denticulata</i> (BAGNALL, 1941) | hemi | 344 |
| <i>Ceratophysella sigillata</i> (UZEL, 1891) | hemi | 67 |
| <i>Ceratophysella succinea</i> (GISIN, 1949) | hemi | 15 |
| <i>Ceratophysella</i> spec. (juvenil) | | 61 |
| <i>Schoettella ununguiculata</i> (TULLBERG, 1869) | hemi | 13 |
| <i>Choreutinula inermis</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 30 |
| <i>Xenylla brevicauda</i> TULLBERG, 1869 | hemi | 10 |
| <i>Xenylla grisea</i> AXELSON, 1900 | hemi | 111 |
| <i>Xenylla tullbergi</i> BÖRNER, 1903 | hemi | 103 |
| <i>Xenylla</i> spec. (juvenil) | | 57 |
| <i>Willemia anophthalma</i> BÖRNER, 1901 | eued | 421 |
| <i>Willemia aspinata</i> STACH, 1949 | eued | 265 |
| <i>Willemia scandinavica</i> STACH, 1949 | eued | 1 |
| <i>Willemia</i> spec. (juvenil) | | 43 |
| Familie Brachystomellidae | | |
| <i>Brachystomella curvula</i> GISIN, 1948 | hemi | 28 |
| <i>Brachystomella</i> spec. (juvenil) | | 1 |

Familie Neanuridae

U.-Familie Frieseinae

| | | |
|--|------|-----|
| <i>Friesea mirabilis</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 624 |
| <i>Friesea</i> spec. (juvenil) [wurden zu <i>F. mirabilis</i> gerechnet] | | 4 |

U.-Familie Neanurinae

| | | |
|--|------|-----|
| <i>Neanura muscorum</i> (TEMPLETON, 1835) | hemi | 206 |
| <i>Neanura</i> spec. (juvenil) [wurde zu <i>N. muscorum</i> gerechnet] | | 1 |

U.-Familie Pseudachorutinae

| | | |
|---|------|-----|
| <i>Pseudachorutes dubius</i> KRAUSBAUER, 1898 | hemi | 5 |
| <i>Pseudachorutes subcrassus</i> TULLBERG, 1871 | hemi | 2 |
| <i>Pseudachorutes</i> spp. s.l. (juvenil) | | 132 |
| <i>Micranurida forsslundi</i> GISIN, 1949 | eued | 73 |
| <i>Micranurida pygmaea</i> BÖRNER, 1901 | eued | 546 |
| <i>Anurida granulata</i> AGRELL, 1943 | eued | 35 |
| <i>Anurida</i> spec. (juvenil) | | 9 |

Familie Odontellidae

| | | |
|---------------------------------------|--------|-----|
| <i>Odontella</i> sensu lato (juvenil) | ? hemi | 280 |
|---------------------------------------|--------|-----|

Familie Onychiuridae

U.-Familie Onychiurinae

| | | |
|--|------|------|
| <i>Onychiurus (Oligaphorura) absoloni</i> (BÖRNER, 1901) | | |
| unter dem Synonym <i>Onychiurus affinis</i> AGREN, 1903 | eued | 182 |
| <i>Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus</i> (TULLBERG, 1876) | eued | 221 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) armatus</i> (TULLBERG, 1869) | eued | 1493 |
| <i>Onychiurus armatus</i> -Gruppe (juvenil) | | 5432 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) fimatus</i> GISIN, 1952 | eued | 1 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) furcifer</i> (BÖRNER, 1901) | eued | 811 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) glebatus</i> GISIN, 1952 | eued | 155 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. humatus</i> GISIN, 1952 | eued | 12 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. parallatus</i> GISIN, 1952 | eued | 1 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) procampatus</i> GISIN, 1956 | eued | 25 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) quadriocellatus</i> GISIN, 1947 | eued | 779 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) subarmatus</i> GISIN, 1957 | eued | 130 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) sublatus</i> GISIN, 1957 | eued | 1401 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) tricampatus</i> GISIN, 1956 | eued | 25 |

| | | |
|---|------|-------|
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. vontoernei</i> GISIN, 1957 | eued | 6 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) ambulans</i> (LINNAEUS, 1758) | | |
| unter dem Synonym <i>Onychiurus circulans</i> GISIN, 1952 | eued | 21 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) granulosis</i> STACH, 1930 | eued | 438 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) silvarius</i> GISIN, 1952 | eued | 506 |
| <i>Onychiurus</i> spec. (juvenil) | | 780 |
| U.-Familie Tullbergiinae | | |
| <i>Paratullbergia callipygos</i> (BÖRNER, 1902) | eued | 624 |
| <i>Neotullbergia crassiuspis</i> (GISIN, 1944) | eued | 1 |
| <i>Neotullbergia tricuspis</i> (BÖRNER, 1902) | | |
| unter dem Synonym <i>Neotullbergia staudacheri</i> KOS, 1940 | eued | 43 |
| <i>Stenaphorurella denisi</i> (BAGNALL, 1935) | eued | 167 |
| <i>Stenaphorurella quadrispina</i> (BÖRNER, 1901) | eued | 41 |
| <i>Tullbergia krausbaueri</i> -Gruppe | eued | 12929 |
| Tiere der Gattung <i>Mesaphorura</i> wurden nur stichprobenweise bis zur Art bestimmt. Sie sind hier als Gruppe zusammengefasst. Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Schick ist <i>Mesaphorura macrochaeta</i> RUSEK, 1976 das vorherrschende Taxon. | | |
| Unterordnung Entomobryomorpha | | |
| Familie Isotomidae | | |
| <i>Coloburella reticulata</i> LATZEL, 1918 | hemi | 3 |
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> KSENEMAN, 1934 | eued | 267 |
| <i>Anurophorus</i> / <i>Pseudanurophorus</i> spec. (juvenil) | | 7 |
| <i>Folsomia candida</i> WILLEM, 1902 | eued | 5 |
| <i>Folsomia</i> cf. <i>lawrencei</i> RUSEK, 1984 | eued | 20 |
| unter <i>Folsomia litsteri</i> BAGNALL, 1939 sensu GISIN, 1960 | | |
| <i>Folsomia spinosa</i> KSENEMAN, 1936 | eued | 920 |
| z.T. unter dem Synonym <i>Folsomia montigena</i> STACH, 1946 | | |
| <i>Folsomia ksenemani</i> STACH, 1947 | eued | 57 |
| unter dem Synonym <i>Folsomia pseudodiplophthalma</i> STACH, 1947 | | |
| <i>Folsomia penicula</i> BAGNALL, 1939 | hemi | 3865 |
| z.T. unter dem Synonym <i>Folsomia multiseta</i> STACH, 1947 | | |
| <i>Folsomia manolachei</i> BAGNALL, 1939 | hemi | 7578 |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 5833 |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> -Gruppe (Juvenile von <i>manolachei</i> und von <i>quadrioculata</i>) | | 4461 |
| <i>Folsomia</i> spec. (juvenil) | | 515 |

| | | |
|---|--|-------|
| <i>Folsomides parvulus</i> STACH, 1922 | eued | 2 |
| <i>Isotomodes productus</i> (AXELSON, 1906) | eued | 31 |
| <i>Isotomodes</i> cf. <i>templetoni</i> BAGNALL, 1939 | eued | 49 |
| <i>Proisotoma minima</i> (ABSOLON, 1901) | hemi | 92 |
| <i>Proisotoma minuta</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 209 |
| <i>Proisotoma topsenti</i> DENIS, 1948 | hemi | 1 |
| <i>Proisotoma</i> spec. (juvenil) | | 83 |
| <i>Cryptopygus thermophilus</i> (AXELSON, 1900) | hemi | 38 |
| <i>Cryptopygus</i> spec. (juvenil) | | 20 |
| <i>Isotomiella minor</i> (SCHÄFFER, 1896) | eued | 12266 |
| <i>Isotomiella paraminor</i> GISIN, 1942 | eued | 3995 |
| <i>Isotomiella</i> spec. (Juvenile beider Arten) | | 4486 |
| <i>Pseudisotoma sensibilis</i> (TULLBERG, 1876) | hemi | 605 |
| <i>Vertagopus arboreus</i> (LINNAEUS, 1758) | hemi | 8 |
| <i>Vertagopus cinereus</i> (NICOLET, 1842) | 1989 aus gesonderten Probenahmen bei Crailsheim 6 Ind. | |
| <i>Isotoma fennica</i> REUTER, 1895 | hemi | 2 |
| <i>Isotoma notabilis</i> SCHÄFFER, 1896 | hemi | 13924 |
| <i>Isotoma propinqua</i> AXELSON, 1902 | hemi | 139 |
| <i>Isotoma tigrina</i> (NICOLET, 1842) | hemi | 9 |
| <i>Isotoma violacea</i> TULLBERG, 1876 | hemi | 19 |
| <i>Isotoma viridis</i> BOURLET, 1839 | | |
| <i>Isotoma anglicana</i> LUBBOCK, 1862 | | |
| Die beiden letzteren Arten werden zusammengefasst, da sie bei der Determination meist nicht unterschieden wurden. | hemi | 35 |
| <i>Isotoma</i> spec. (juvenil) | | 284 |
| <i>Isotomurus palustris</i> (MÜLLER, 1776) s.l. | hemi | 7 |
| <i>Isotomurus</i> spec. (juvenil) [wurde zu <i>I. palustris</i> gerechnet] | | 1 |

Familie Entomobryidae

U.-Familie Entomobryinae

| | | |
|---|------|-----|
| <i>Entomobrya corticalis</i> (NICOLET, 1842) | atmo | 8 |
| <i>Entomobrya muscorum</i> (NICOLET, 1842) | atmo | 22 |
| <i>Entomobrya nivalis</i> (LINNAEUS, 1758) | atmo | 1 |
| <i>Entomobrya quinquelineata</i> BÖRNER, 1901 | atmo | 5 |
| <i>Entomobrya</i> spec. (juvenil) | | 381 |

| | | |
|--|------|-----------|
| <i>Lepidocyrtus curvicollis</i> BOURLET, 1839 | hemi | 21 |
| <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (FABRICIUS, 1775) | hemi | 8989 |
| <i>Lepidocyrtus violaceus</i> (FOURCROY, 1785); LUBBOCK, 1873 | | |
| <i>Lepidocyrtus cyaneus</i> TULLBERG, 1871 | | |
| Die beiden letzteren Arten werden zusammengefasst, da sie bei der Determination meist nicht unterschieden wurden. | hemi | zus. 1716 |
| <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (GMELIN, 1788) | hemi | 78 |
| <i>Lepidocyrtus</i> spec. (juvenil) | | 27 |
| <i>Pseudosinella</i> mit 0+0 Ocellen | eued | 234 |
| Es könnte sich um <i>Pseudosinella decipiens</i> DENIS, 1924 handeln. Die Gruppe der augenlosen Pseudosinellen ist revisionsbedürftig. | | |
| <i>Pseudosinella binocolata</i> KSENNEMAN, 1935; HÜTHER, 1969 | eued | 63 |
| <i>Pseudosinella alba</i> (PACKARD, 1873) | eued | 415 |
| <i>Pseudosinella</i> cf. <i>octopunctata</i> BÖRNER, 1901 | eued | 19 |
| <i>Pseudosinella huetheri</i> STOMP, 1971 | eued | 22 |
| <i>Pseudosinella</i> mit 5+5 Ocellen (cf. <i>huetheri</i>) | eued | zus. 781 |
| <i>Pseudosinella</i> spec. (unbestimmbar) | | 44 |
| U.-Familie Orchesellinae | | |
| <i>Heteromurus nitidus</i> (TEMPLETON, 1835) | eued | 361 |
| <i>Orchesella flavescens</i> (BOURLET, 1839) | atmo | 163 |
| <i>Orchesella</i> spec. (juvenil) | | 135 |
| Familie Cyphoderidae | | |
| <i>Cyphoderus albinus</i> NICOLET, 1842 | eued | 1 |
| Familie Oncopoduridae | | |
| <i>Oncopodura crassicornis</i> SHOEBOTHAM, 1911 | eued | 218 |
| Familie Tomoceridae | | |
| <i>Tomocerus (Pogonognathellus) flavescens</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 120 |
| <i>Tomocerus (Pogonognathellus) longicornis</i> (MÜLLER, 1776) | atmo | 7 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) baudoti</i> DENIS, 1932 | hemi | 133 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) minor</i> (LUBBOCK, 1862) | hemi | 251 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) vulgaris</i> (TULLBERG, 1871) | hemi | 30 |
| <i>Tomocerus</i> spec. (juvenil) | | 364 |

Ordnung Symphypleona

Unterordnung Neelida

Familie Neelidae

| | | |
|--|------|------|
| <i>Megalothorax minimus</i> WILLEM, 1900 | eued | 3521 |
| <i>Neelides minutus</i> (FOLSOM, 1901) | eued | 142 |
| <i>Neelus murinus</i> FOLSOM, 1896 | eued | 59 |

Unterordnung Eusymphypleona

Familie Sminthurididae

| | | |
|---|------|----|
| <i>Sminthurides parvulus</i> (KRAUSBAUER, 1898) | hemi | 27 |
| <i>Sminthurides schoetti</i> AXELSON, 1903 | hemi | 3 |
| <i>Sminthurides signatus</i> (KRAUSBAUER, 1898) unter dem Synonym <i>Sminthurides assimilis</i> (KRAUSBAUER, 1898) | hemi | 1 |
| <i>Sphaeridia pumilis</i> (KRAUSBAUER, 1898) | hemi | 65 |
| <i>Sminthurides</i> s.l. (juvenil) | | 9 |

Familie Arrhopalitidae

| | | |
|---|------|-----|
| <i>Arrhopalites ornatus</i> STACH, 1945 | eued | 25 |
| <i>Arrhopalites principalis</i> STACH, 1945 | hemi | 1 |
| <i>Arrhopalites</i> spec. (unbestimmt) | | 513 |

Die meisten Tiere des Genus *Arrhopalites* sind nicht näher bestimmt worden. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind sicherlich noch weitere Arten vertreten.

Familie Katiannidae

| | | |
|--|------|----------|
| <i>Sminthurinus aureus</i> (LUBBOCK, 1862) | | |
| <i>Sminthurinus elegans</i> (FITCH, 1863) | | |
| beide zusammengefasst als <i>S. aureus</i> -Gruppe | hemi | zus. 444 |
| <i>Sminthurinus niger</i> (LUBBOCK, 1868) | hemi | 8 |
| <i>Stenognathellus denisi</i> CASSAGNAU, 1953 | hemi | 3 |
| Katiannidae (juvenil) | | 1077 |

Familie Dicyrtomidae

| | | |
|--|------|----|
| <i>Dicyrtoma fusca</i> (LUBBOCK, 1873) | hemi | 73 |
|--|------|----|

| | | |
|---|--------|---------|
| <i>Dicyrtomina minuta</i> (FABRICIUS, 1783) | | |
| <i>Dicyrtomina ornata</i> (NICOLET, 1842) | | |
| beide zusammengefasst als <i>D. ornata</i> -Gruppe | hemi | zus. 75 |
| <i>Dicyrtomina</i> spec. (juvenil) [wurde zur <i>D. ornata</i> -Gruppe gerechnet] | | 1 |
| Familie Sminthuridae | | |
| <i>Lipothrix lubbocki</i> (TULLBERG, 1872) | hemi | 161 |
| <i>Allacma fusca</i> (LINNAEUS, 1758) | hemi | 84 |
| <i>Sminthurus</i> spec. (juvenil) | ? atmo | 86 |
| Familie Bourletiellidae | | |
| <i>Deuterosminthurus</i> spec. (juvenil) | atmo | 2 |

folgende Seiten:

A 6: Vikarianz / Affinität: Beziehungen zwischen dem Auftreten der einzelnen Arten.

Univariate Rangkorrelationen (Kendall's tau) zwischen Präsenz/Absenz (ausgedrückt als 1 bzw. 0) aller Collembolentaxa der Wald-Dauerbeobachtungsflächen. Fett hervorgehoben sind signifikante Beziehungen ($\alpha = 0,05$; $N = 63$). Nicht berücksichtigt sind Arten, von welchen nur ein Einzelnachweis vorliegt, sowie die vorwiegend arboricolen Spezies *Entomobrya corticalis*, *Vertagopus arboreus* und *V. cinereus*. Auf allen Flächen kommen vor: *Lepidocyrtus lignorum*, *Isotomiella minor*, *Isotoma notabilis*, *Megalothorax minimus* und die *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe. Sie konnten daher ebenfalls nicht in die Berechnung einbezogen werden. Zu beachten ist schließlich, dass sich diese Prüfung auf syntopes, nicht notwendigerweise auch synchrones Auftreten der Taxa bezieht.

A 7: Biozönotische Kenngrößen der Collembolenzönosen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters 1986-1993.

Zu den Berechnungen und zur Behandlung des Jahrgangs 1986 vergleiche die Datenaufbereitung (Kapitel 2.5.).

| Fläche Nr. | Anzahl Probe- nahmen | Gesamtabundanz mehrl. Mittel [Ind./m ²] | Minimum bei einer Pr.nahme | Maximum bei einer Pr.nahme | normierte AD- Streuung | Gesamt- artenzahl 1986-93 | geschätzte Artenzahl (n. ACE) | Gesamt- artenzahl ohne 1986 | Evenness (ohne 1986) |
|---------------|----------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1010 | 9 | 11548 | 2296 | 24792 | 0,717 | 30 | 36 | 30 | 0,717 |
| 1020 | 12 | 7758 | 735 | 23325 | 0,652 | 34 | 40 | 31 | 0,682 |
| 1021 | 12 | 12640 | 1561 | 38755 | 0,786 | 33 | 42 | 31 | 0,569 |
| 1030 | 9 | 12611 | 1377 | 34436 | 1,100 | 33 | 34 | 33 | 0,726 |
| 1040 | 12 | 18922 | 1285 | 89259 | 0,957 | 40 | 45 | 37 | 0,600 |
| 1060 | 12 | 6809 | 644 | 16711 | 0,463 | 36 | 42 | 30 | 0,807 |
| 1070 | 9 | 6213 | 460 | 18640 | 0,864 | 32 | 38 | 32 | 0,719 |
| 1071 | 9 | 24110 | 368 | 128931 | 1,147 | 35 | 40 | 35 | 0,686 |
| 1080 | 12 | 34704 | 1286 | 125350 | 0,795 | 37 | 45 | 33 | 0,627 |
| 1090 | 9 | 15385 | 2387 | 41506 | 0,832 | 33 | 39 | 33 | 0,767 |
| 1100 | 12 | 16694 | 644 | 69699 | 0,926 | 35 | 53 | 29 | 0,665 |
| 1110 | 9 | 27363 | 3856 | 90911 | 0,920 | 38 | 49 | 38 | 0,651 |
| 1111 | 9 | 18395 | 3398 | 51516 | 0,889 | 31 | 39 | 31 | 0,693 |
| 1120 | 12 | 18117 | 2112 | 37376 | 0,472 | 45 | 53 | 36 | 0,682 |
| 1130 | 9 | 17720 | 2020 | 50320 | 0,592 | 34 | 36 | 34 | 0,704 |
| 1131 | 9 | 13181 | 2937 | 58769 | 0,986 | 31 | 40 | 31 | 0,666 |
| 1140 | 12 | 21644 | 1559 | 58222 | 0,659 | 46 | 53 | 41 | 0,633 |
| 1150 | 9 | 8876 | 1194 | 26443 | 0,828 | 24 | 26 | 24 | 0,709 |
| 1160 | 12 | 15738 | 1652 | 45527 | 0,655 | 43 | 48 | 39 | 0,612 |
| 1170 | 9 | 11355 | 1286 | 30854 | 0,701 | 30 | 35 | 30 | 0,670 |
| 1180 | 11 | 22971 | 736 | 85311 | 0,942 | 37 | 44 | 32 | 0,652 |
| 1190 | 9 | 20669 | 3854 | 64003 | 0,803 | 35 | 42 | 35 | 0,637 |
| 1200 | 11 | 9834 | 2204 | 31133 | 0,562 | 40 | 46 | 35 | 0,751 |
| 1220 | 12 | 21784 | 1103 | 106064 | 0,979 | 35 | 44 | 32 | 0,633 |
| 1230 | 9 | 14517 | 1194 | 47197 | 0,853 | 24 | 27 | 24 | 0,670 |
| 1240 | 12 | 10475 | 643 | 33704 | 0,658 | 37 | 52 | 33 | 0,737 |
| 1241 | 12 | 12220 | 1194 | 45090 | 0,752 | 36 | 48 | 34 | 0,703 |
| 1250 | 9 | 17925 | 3581 | 55374 | 0,750 | 42 | 52 | 42 | 0,659 |
| 1260 | 12 | 22241 | 1287 | 77231 | 0,661 | 42 | 49 | 36 | 0,704 |
| 1261 | 12 | 29545 | 1560 | 52134 | 0,473 | 37 | 41 | 33 | 0,677 |
| 1270 | 9 | 19955 | 3488 | 49312 | 0,714 | 28 | 32 | 28 | 0,707 |
| 1280 | 12 | 13803 | 2663 | 30121 | 0,358 | 34 | 41 | 27 | 0,704 |
| 1291 | 9 | 14802 | 3489 | 30027 | 0,560 | 23 | 24 | 23 | 0,692 |
| 1300 | 12 | 12923 | 1743 | 34069 | 0,525 | 38 | 43 | 34 | 0,669 |
| 1310 | 9 | 16506 | 3674 | 31404 | 0,546 | 36 | 38 | 36 | 0,723 |
| 1320 | 12 | 12281 | 2754 | 39949 | 0,606 | 41 | 51 | 35 | 0,489 |
| 1330 | 9 | 12560 | 1838 | 43620 | 0,789 | 31 | 40 | 31 | 0,596 |
| 1350 | 9 | 9956 | 1102 | 25252 | 0,820 | 32 | 37 | 32 | 0,658 |
| 1360 | 12 | 16840 | 1745 | 44058 | 0,730 | 42 | 51 | 40 | 0,754 |
| 1370 | 9 | 24106 | 3123 | 62810 | 0,674 | 38 | 47 | 38 | 0,729 |
| 1380 | 12 | 31207 | 826 | 73062 | 0,700 | 46 | 57 | 40 | 0,511 |
| 1390 | 9 | 32698 | 2662 | 94674 | 0,916 | 41 | 43 | 41 | 0,638 |

(Fortsetzung Tabelle A 7)

| Fläche Nr. | Anzahl Probe- nahmen | Gesamtabundanz mehrj. Mittel [Ind./m ²] | Minimum bei einer Pr.nahme | Maximum bei einer Pr.nahme | normierte AD- Streuung | Gesamt- artenzahl 1986-93 | geschätzte Artenzahl (n. ACE) | Gesamt- artenzahl ohne 1986 | Evenness (ohne 1986) |
|---------------|----------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1400 | 12 | 19883 | 3122 | 60212 | 0,488 | 37 | 46 | 31 | 0,746 |
| 1402 | 12 | 19228 | 2753 | 45362 | 0,611 | 36 | 46 | 31 | 0,642 |
| 1410 | 9 | 20049 | 1286 | 123326 | 1,145 | 46 | 64 | 46 | 0,510 |
| 1420 | 12 | 16626 | 1376 | 65017 | 0,701 | 39 | 44 | 35 | 0,625 |
| 1421 | 12 | 8906 | 826 | 17814 | 0,399 | 38 | 57 | 31 | 0,679 |
| 1430 | 9 | 9560 | 918 | 32782 | 0,985 | 41 | 50 | 41 | 0,741 |
| 1440 | 12 | 13802 | 1193 | 29661 | 0,450 | 29 | 38 | 27 | 0,666 |
| 1450 | 9 | 9212 | 1286 | 29932 | 0,805 | 38 | 46 | 38 | 0,781 |
| 1460 | 12 | 11630 | 275 | 22502 | 0,494 | 28 | 31 | 27 | 0,691 |
| 1470 | 9 | 13845 | 1286 | 45730 | 0,931 | 37 | 52 | 37 | 0,676 |
| 1480 | 12 | 8823 | 643 | 21305 | 0,565 | 30 | 35 | 28 | 0,701 |
| 1490 | 9 | 18953 | 2113 | 41504 | 0,511 | 32 | 37 | 32 | 0,660 |
| 1500 | 12 | 17874 | 2478 | 48761 | 0,808 | 28 | 33 | 25 | 0,560 |
| 1510 | 9 | 17159 | 1560 | 47659 | 0,820 | 27 | 37 | 27 | 0,587 |
| 1520 | 12 | 10575 | 551 | 32049 | 0,805 | 29 | 40 | 26 | 0,601 |

A 8: Kurzbezeichnungen der Arten in den Abbildungen zu Kapitel 3.12.

All fus: *Allacma fusca*; Anu gra: *Anurida granulata*; Arrhop: *Arrhopalites* spp.; augenlose Pse: augenlose Pseudosinellen;

Cer arm: *Ceratophysella armata*; Cer ben: *Ceratophysella bengtssoni*; Cer den: *Ceratophysella denticulata*; Cer suc: *Ceratophysella succinea*; Cho ine: *Choreutinula inermis*; Cry the: *Cryptopygus thermophilus*;

Dic fus: *Dicyrtoma fusca*; Dic orn: *Dicyrtomina ornata*-Grp.; Ent mus: *Entomobrya muscorum*; Entomobrya: *Entomobrya* spp.;

Fol man: *Folsomia manolachei*; Fri mir: *Friesea mirabilis*; Fol pen: *Folsomia penicula*; Fol qua: *Folsomia quadrioculata* s.str.; Fol spi: *Folsomia spinosa*;

Het nit: *Heteromurus nitidus*; Iso min: *Isotomiella minor*; Iso not: *Isotoma notabilis*; Iso pro: *Isotoma propinqua*; Iso vio: *Isotoma violacea*; Iso par: *Isotomiella paraminor*; Iso tem: *Isotomodes* cf. *templetoni*;

Lep cur: *Lepidocyrtus curvicollis*; Lep lig: *Lepidocyrtus lignorum*; Lip lub: *Lipothrix lubbocki*; Meg min: *Megalothorax minimus*; Mic for: *Micranurida forsslundi*; Mic pyg: *Micranurida pygmaea*; Nea mus: *Neanura muscorum*; Nee min: *Neelides minutus*; Nee mur: *Neelus murinus*;

Odontella: Odontellidae; Onc cra: *Oncopodura crassicornis*; Ony abs: *Onychiurus (Oligaphorura) absoloni*; Ony arm: *Onychiurus (Protaphorura) armatus*; Ony fur: *Onychiurus (Protaphorura) furcifer*; Ony gle: *Onychiurus (Protaphorura) glebatus*; Ony gra: *Onychiurus (Onychiurus) granulatus*; Ony qua: *Onychiurus (Protaphorura) quadriocellatus*; Ony sib: *Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus*; Ony sil: *Onychiurus (Onychiurus) silvarius*; Ony subarm: *Onychiurus (Protaphorura) subarmatus*; Ony sublat: *Onychiurus (Protaphorura) sublatius*; Orc fla: *Orchesella flavescens*;

Par cal: *Paratullbergia callipygos*; Pro minima: *Proisotoma minima*; Pro minuta: *Proisotoma minuta*; Pseudach: Genus *Pseudachorutes* s.l.; Pseudanuroph bin: *Pseudanurophorus binoculatus*; Pseudiso sen: *Pseudisotoma sensibilis*; Pse alb: *Pseudosinella alba*; Pse bin: *Pseudosinella binoculata*; Pse hue: *Pseudosinella* cf. *huetheri*; P.oct.: *Pseudosinella* cf. *octopunctata*;

Smi par: *Sminthurides parvulus*; Sph pum: *Sphaeridia pumilis*; Ste den: *Stenaphorurella denisi*; Ste qua: *Stenaphorurella quadrispina*;

Tom bau: *Tomocerus (Tomocerus) baudoti*; Tom fla: *Tomocerus (Pogonognathellus) flavescens*; Tom lon: *Tomocerus (Pogonognathellus) longicornis*; Tom min: *Tomocerus (Tomocerus) minor*; Tom vul: *Tomocerus (Tomocerus) vulgaris*; Tul kra: *Tullbergia krausbaueri*-Grp.; Wil ano: *Willemia anophthalma*; Wil asp: *Willemia aspinata*; Xen gri: *Xenylla grisea*; Xen tull: *Xenylla tullbergi*

Tabellarischer Lebenslauf

Thomas Stierhof

18.12.1969 geboren in Gaildorf, Kreis Schwäbisch Hall, Baden-Württemberg

Eltern: Otto Stierhof, Diplom-Verwaltungswirt

Gertrud Stierhof, geb. Groth, Hausfrau

1976 - 80 Grundschule in Gaildorf

1980 - 89 Schenk-von-Limpurg-Gymnasium Gaildorf

1989 Abitur

1989 - 96 Studium der Biologie an der Universität Hohenheim

1996 Abschluss: Diplom

Hauptfach: Zoologie

Nebenfächer: Zoophysiologie, Parasitologie, Physik

Diplomarbeit über „Collembolenzönosen unterschiedlich bewirtschafteter Ackerböden“

seither verschiedene Tätigkeiten als wissenschaftliche Hilfskraft an der Universität Hohenheim (im Institut für Zoologie, Fachgebiet Tierökologie, im Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Fachgebiet Bodenbiologie),
außerdem im Rahmen eines Werkvertrages für die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

**Collembolengemeinschaften
in baden-württembergischen Waldböden**

ERGÄNZUNGSBAND

der Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

durchgeführt am

Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie

– Bereich Tierökologie –

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Thomas Stierhof

aus Gaildorf

Gießen, September 2003

Inhalt

| | Seite |
|--|----------|
| I. Angaben zu Verbreitung und Autökologie der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Collembolenarten | 7 |
| <i>Hypogastrura monticola</i> STACH, 1946 | 8 |
| <i>Hypogastrura purpurescens</i> (LUBBOCK, 1868) | 10 |
| <i>Ceratophysella armata</i> (NICOLET, 1842) | 12 |
| <i>Ceratophysella bengtssoni</i> (AGREN, 1904) | 14 |
| <i>Ceratophysella denticulata</i> (BAGNALL, 1941) | 16 |
| <i>Ceratophysella sigillata</i> (UZEL, 1891) | 19 |
| <i>Ceratophysella succinea</i> (GISIN, 1949) | 22 |
| <i>Schoettella ununguiculata</i> (TULLBERG, 1869) | 25 |
| <i>Choreutinula inermis</i> (TULLBERG, 1871) | 27 |
| <i>Xenylla brevicauda</i> TULLBERG, 1869 | 30 |
| <i>Xenylla grisea</i> AXELSON, 1900 | 32 |
| <i>Xenylla tullbergi</i> BÖRNER, 1903 | 35 |
| <i>Willemia anophthalma</i> BÖRNER, 1901 | 39 |
| <i>Willemia aspinata</i> STACH, 1949 | 43 |
| <i>Willemia scandinavica</i> STACH, 1949 | 47 |
| <i>Brachystomella curvula</i> GISIN, 1948 | 49 |
| <i>Friesea mirabilis</i> (TULLBERG, 1871) | 51 |
| <i>Neanura muscorum</i> (TEMPLETON, 1835) | 54 |
| Genus <i>Pseudachorutes</i> s.l. | 57 |
| <i>Pseudachorutes dubius</i> KRAUSBAUER, 1898 | 60 |
| <i>Pseudachorutes subcrassus</i> TULLBERG, 1871 | 62 |
| <i>Micranurida forsslundi</i> GISIN, 1949 | 63 |
| <i>Micranurida pygmaea</i> BÖRNER, 1901 | 66 |
| <i>Anurida granulata</i> AGRELL, 1943 | 69 |
| Odontellidae spp. | 72 |
| <i>Onychiurus (Oligaphorura) absoloni</i> (BÖRNER, 1901) | 74 |
| <i>Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus</i> (TULLBERG, 1876) | 77 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) armatus</i> (TULLBERG, 1869) | 80 |
| Juvenile der <i>Onychiurus armatus</i> -Gruppe | 82 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) fimatus</i> GISIN, 1952 | 85 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) furcifer</i> (BÖRNER, 1901) | 87 |

| | |
|--|-----|
| <i>Onychiurus (Protaphorura) glebatus</i> GISIN, 1952 | 89 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. humatus</i> GISIN, 1952 | 92 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. parallatus</i> GISIN, 1952 | 94 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) procampatus</i> GISIN, 1956 | 96 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) quadriocellatus</i> GISIN, 1947 | 98 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) subarmatus</i> GISIN, 1957 | 101 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) sublatus</i> GISIN, 1957 | 104 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) tricampatus</i> GISIN, 1956 | 107 |
| <i>Onychiurus (Protaphorura) cf. vontoernei</i> GISIN, 1957 | 109 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) ambulans</i> (LINNAEUS, 1758) | 111 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) granulosus</i> STACH, 1930 | 113 |
| <i>Onychiurus (Onychiurus) silvarius</i> GISIN, 1952 | 115 |
| <i>Paratullbergia callipygos</i> (BÖRNER, 1902) | 117 |
| <i>Neotullbergia crassiscuspis</i> (GISIN, 1944) | 119 |
| <i>Neotullbergia tricuspis</i> (BÖRNER, 1902) | 121 |
| <i>Stenaphorurella denisi</i> (BAGNALL, 1935) | 123 |
| <i>Stenaphorurella quadrispina</i> (BÖRNER, 1901) | 126 |
| <i>Tullbergia krausbaueri</i> -Gruppe | 128 |
| <i>Coloburella reticulata</i> LATZEL, 1918 | 132 |
| <i>Pseudanurophorus binoculatus</i> KSENEMAN, 1934 | 134 |
| <i>Folsomia candida</i> WILLEM, 1902 | 137 |
| <i>Folsomia cf. lawrencei</i> RUSEK, 1984 | 139 |
| <i>Folsomia spinosa</i> KSENEMAN, 1936 | 141 |
| <i>Folsomia ksenemani</i> STACH, 1947 | 143 |
| <i>Folsomia penicula</i> BAGNALL, 1939 | 145 |
| <i>Folsomia manolachei</i> BAGNALL, 1939 | 147 |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> (TULLBERG, 1871) | 149 |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> -Gruppe (unbestimmbare Juvenile) | 151 |
| <i>Folsomides parvulus</i> STACH, 1922 | 152 |
| <i>Isotomodes productus</i> (AXELSON, 1906) | 154 |
| <i>Isotomodes cf. templetoni</i> BAGNALL, 1939 | 156 |
| <i>Proisotoma minima</i> (ABSOLON, 1901) | 159 |
| <i>Proisotoma minuta</i> (TULLBERG, 1871) | 162 |
| <i>Proisotoma topsenti</i> DENIS, 1948 | 164 |
| <i>Proisotoma spec.</i> (unbestimmbare Juvenile) | 166 |
| <i>Cryptopygus thermophilus</i> (AXELSON, 1900) | 166 |
| <i>Isotomiella minor</i> (SCHÄFFER, 1896) | 168 |
| <i>Isotomiella paraminor</i> GISIN, 1942 | 171 |
| <i>Isotomiella spec.</i> (unbestimmbare Juvenile) | 173 |
| <i>Pseudisotoma sensibilis</i> (TULLBERG, 1876) | 174 |
| <i>Vertagopus arboreus</i> (LINNAEUS, 1758) | 177 |

| | |
|---|-----|
| <i>Vertagopus cinereus</i> (NICOLET, 1842) | 179 |
| <i>Isotoma fennica</i> REUTER, 1895 | 181 |
| <i>Isotoma notabilis</i> SCHÄFFER, 1896 | 183 |
| <i>Isotoma propinqua</i> AXELSON, 1902 | 186 |
| <i>Isotoma tigrina</i> (NICOLET, 1842) | 188 |
| <i>Isotoma violacea</i> TULLBERG, 1876 | 191 |
| <i>Isotoma viridis</i> BOURLET, 1839 s.l. (incl. <i>I. anglicana</i> LUBBOCK, 1862) | 194 |
| <i>Isotomurus palustris</i> (MÜLLER, 1776) s.l. | 196 |
| <i>Entomobrya</i> spp. | 199 |
| <i>Entomobrya corticalis</i> (NICOLET, 1842) | 202 |
| <i>Entomobrya muscorum</i> (NICOLET, 1842) | 204 |
| <i>Entomobrya nivalis</i> (LINNAEUS, 1758) | 206 |
| <i>Entomobrya quinquelineata</i> BÖRNER, 1901 | 208 |
| <i>Lepidocyrtus curvicollis</i> BOURLET, 1839 | 211 |
| <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (FABRICIUS, 1775) | 213 |
| <i>Lepidocyrtus cyaneus</i> TULLBERG, 1871 | |
| und <i>L. violaceus</i> (FOURCROY, 1785); LUBBOCK, 1873 | 217 |
| <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (GMELIN, 1788) | 220 |
| augenlose Pseudosinellen | 222 |
| <i>Pseudosinella binocolata</i> KSENNEMAN, 1935 | 226 |
| <i>Pseudosinella alba</i> (PACKARD, 1873) | 228 |
| <i>Pseudosinella</i> cf. <i>octopunctata</i> BÖRNER, 1901 | 230 |
| <i>Pseudosinella</i> cf. <i>huetheri</i> STOMP, 1971 | 234 |
| <i>Heteromurus nitidus</i> (TEMPLETON, 1835) | 237 |
| <i>Orchesella flavescens</i> (BOURLET, 1839) | 241 |
| <i>Cyphoderus albinus</i> NICOLET, 1842 | 244 |
| <i>Oncopodura crassicornis</i> SHOEBOTHAM, 1911 | 246 |
| <i>Tomocerus (Pogonognathellus) flavescens</i> (TULLBERG, 1871) | 249 |
| <i>Tomocerus (Pogonognathellus) longicornis</i> (MÜLLER, 1776) | 251 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) baudoti</i> DENIS, 1932 | 253 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) minor</i> (LUBBOCK, 1862) | 256 |
| <i>Tomocerus (Tomocerus) vulgaris</i> (TULLBERG, 1871) | 258 |
| <i>Megalothorax minimus</i> WILLEM, 1900 | 260 |
| <i>Neelides minutus</i> (FOLSOM, 1901) | 264 |
| <i>Neelus murinus</i> FOLSOM, 1896 | 266 |
| <i>Sminthurides parvulus</i> (KRAUSBAUER, 1898) | 268 |
| <i>Sminthurides schoetti</i> AXELSON, 1903 | 270 |
| <i>Sminthurides signatus</i> (KRAUSBAUER, 1898) | 272 |
| <i>Sphaeridia pumilis</i> (KRAUSBAUER, 1898) | 274 |
| <i>Arrhopalites</i> spp. | 276 |
| <i>Arrhopalites ornatus</i> STACH, 1945 | 278 |

| | |
|--|------------|
| <i>Arrhopalites principalis</i> STACH, 1945 | 280 |
| Katiannidae spp. (v.a. <i>Sminthurinus aureus</i> -Gruppe) | 281 |
| <i>Sminthurinus niger</i> (LUBBOCK, 1868) | 284 |
| <i>Stenognathellus denisi</i> CASSAGNAU, 1953 | 287 |
| <i>Dicyrtoma fusca</i> (LUBBOCK, 1873) | 289 |
| <i>Dicyrtomina minuta</i> (FABRICIUS, 1783) und <i>D. ornata</i> (NICOLET, 1842) | 291 |
| <i>Lipothrix lubbocki</i> (TULLBERG, 1872) | 294 |
| <i>Allacma fusca</i> (LINNAEUS, 1758) | 296 |
| | |
| II. Literaturverzeichnis zu Collembolen aus Baden-Württemberg und unmittelbar benachbarten Gebieten | 300 |
| | |
| III. Verzeichnis der in Baden-Württemberg und den unmittelbar benachbarten Gebieten nachgewiesenen Collembolenarten | 312 |

I. Angaben zu Verbreitung und Autökologie der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Collembolenarten

In diesem Kapitel sind die Zusammenhänge zwischen Vorkommen und Abundanz der einzelnen Collembolenarten auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den erfassten Umweltvariablen aufgelistet. Verbreitungskarten enthalten Nachweise aus dem Ökologischen Wirkungskataster, aus Aufsammlungen des Autors sowie aus Publikationen. Die allgemeine Verbreitung wurde i.W. nach Angaben aus GISIN (1960a), SALMON (1964), PALISSA (1964), CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) erschlossen. Ergänzt werden die Ergebnisse für manche Art durch Angaben zur Biologie und Ökologie aus der Fachliteratur. Zu Isotomiden und Symphypleona geben POTAPOV (2001) bzw. BRETFFELD (1999) kurze Zusammenfassungen zur Orientierung. Im übrigen bleibt zum Vergleichen nur der Verweis auf die zahlreichen ökologischen Arbeiten.

Systematik und Nomenklatur richten sich vorwiegend nach HOPKIN (1997) und CHRISTIAN (1987), für die Tullbergiinae, Isotomidae und Symphypleona nach den „Synopses on Palaearctic Collembola“ (ZIMDARS & DUNGER 1994, POTAPOV l.c, BRETFFELD l.c.) sowie BRETFFELD (1994). Synonyme werden nur in Einzelfällen angegeben.

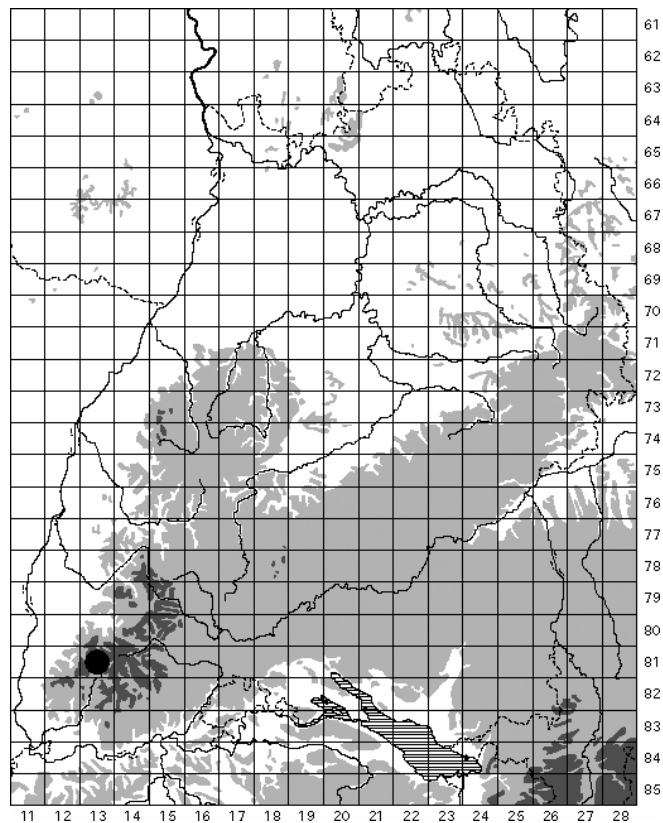
Die Verbreitungskarten sind ausgelegt als Rasterkarten nach dem Schnitt der Topographischen Karte 1:25000 (Messtischblatt). Sie wurden erstellt unter Verwendung des Kartierprogramms FLOREIN Version 5.0 (von WOLFGANG SUBAL, 1997 herausgegeben von der Zentralstelle für die Floristische Kartierung Deutschlands).

Zeichenerklärung:

- Punkte : Wald-Dauerbeobachtungsflächen
- Dreiecke, voll : weitere Nachweise seit 1960
- Dreiecke, halb : weitere Nachweise vor 1960

Bei der Darstellung der Rangkorrelationen zwischen den Abundanzen jeder einzelnen Collembolenart und den 102 Umweltvariablen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen gilt unter Berücksichtigung der Fehlerkumulation: Es müssen mindestens zehn signifikante Ergebnisse vorliegen, ehe man tatsächlich von Zusammenhängen ausgehen kann (Methoden siehe Kapitel 2.6. im ersten Band).

Hypogastrura monticola STACH, 1949



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | aus dem Land derzeit nur von der Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1410 im Naturschutzgebiet am Belchen im Hochschwarzwald bekannt |
| Gesamtfangzahl | 16 | sehr gering, Hochgebirgsbewohner (s.u.) |
| Phänologie (F, S, H) | 5, 0, 11 | Winterart (s.u.) |

| Probenahmetermin | Individuenzahl | Abundanz | Dominanz | Collembola gesamt |
|------------------|----------------|-------------------------|----------|-------------------|
| Frühling 1990 | 4 | 370 Ind./m ² | 8,9 % | 45 |
| Herbst 1990 | 6 | 550 Ind./m ² | 23,1 % | 26 |
| Frühling 1992 | 1 | 90 Ind./m ² | 0,5 % | 217 |
| Herbst 1992 | 5 | 460 Ind./m ² | 0,4 % | 1343 |

Dominanz über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum: 0,8 %.

Fläche 1410

| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 1260 (höchstgelegene Wald-Dauerbeobachtungsfläche) |
| Höhenstufe, Exposition | hochmontan, Nordost, Hangneigung 14 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige Braunerde auf Granit |

| | |
|----------------------|---|
| Vegetation | lichter Tannen-Buchenwald, Übergang zwischen Luzulo-Fagetum und Aceri-Fagetum, in der schwach entwickelten Krautschicht dominieren <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> und <i>Dryopteris dilatata</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 9,1 %, C/N 12,8, C/P 34 |
| pH (Ah) | 3,6 |
| Bodenart, Gefügeform | sandiger Lehm, sehr stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgingen |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier Boden, geringe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer Standort in humid-kühler Klimalage |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 1400-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-7,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

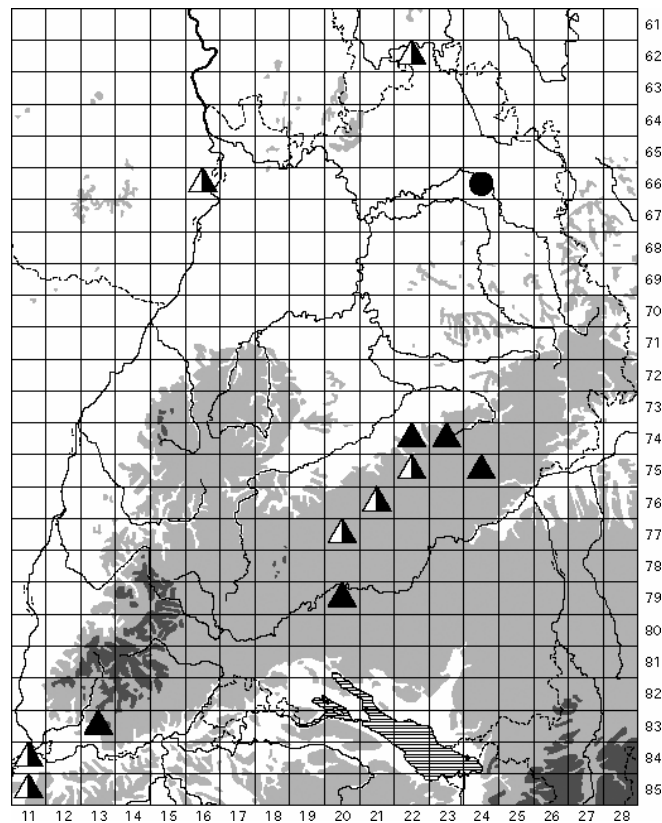
Bisher gemeldet aus den Karpaten, Alpen und Pyrenäen, nunmehr auch aus dem südlichen Schwarzwald (und neu für Deutschland).

Biologie und Ökologie:

Hochgebirgsform, meist auf oder in der Nähe der Schneefelder (STACH 1949); als Vertikalverbreitung gibt GISIN (1960a) 1300-2500 m ü. NN an. Das Vorkommen im Südschwarzwald könnte ein durch das Rheintal von jenen in den Alpen isoliertes, kaltzeitliches Relikt sein. Die Art ist offenbar kaltstenotherm und tritt nur in Monaten mit Frost auf; im Winter finden auf den Dauerbeobachtungsflächen allerdings keine Probenahmen statt.

H. monticola überdauert den Sommer wahrscheinlich im Ei, vielleicht auch juvenil in einem Ruhestadium. Cyclomorphose wie bei anderen hochgebirgsbewohnenden Hypogastruren ist noch nicht beobachtet worden.

Hypogastrura purpurescens (LUBBOCK, 1868)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | in Baden-Württemberg bislang nur aus Gebieten, in denen Kalkgesteine anstehen (Muschelkalk am Dinkelberg und in den Kocher-Jagst-Ebenen, Weißjura auf der Schwäbischen Alb), die Verbreitung der Art im Land bedarf jedoch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 1 | seltene Art (?) |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 0, 0 | nur im Frühling 1993 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1300, Jahresmittel 1993) | 30 Ind./m ² / 0,30 % | |

Fläche 1300

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 330 |
| Höhenstufe, Exposition | collin bis submontan, Süd-Südwest, Hangneigung 25 % |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein des Oberen Muschelkalks |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Carici-Fagetum) mit Eichen, Hainbuche, Elsbeere und Feldahorn, mächtigste Arten in der lückigen Krautschicht sind <i>Asarum europaeum</i> , <i>Galium odoratum</i> und <i>Anemone nemorosa</i> (nur im Frühling) |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 9,5 %, C/N 14,5, C/P 62 |

| | |
|----------------------|--|
| pH (Ah) | 5,1 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Ton, Subpolyedergefüge im 4 cm mächtigen Ah, darunter im Cv-T Polyedergefüge (stark steinig), Profil in beiden Horizonten mit Regenwurmgingen |
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung der Hintergrundwerte von Cd mob. im Ah und Cv-T sowie von Cu in der organ. Auflage |
| Feuchte | mäßig frisch bis (wechsel-)frisch |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei mittlerer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 800 mm, Jahresmitteltemperaturen um 8 °C mäßig warmer Standort (Temperaturzahl für die Krautschicht 5-6) |

Allgemeine Verbreitung:

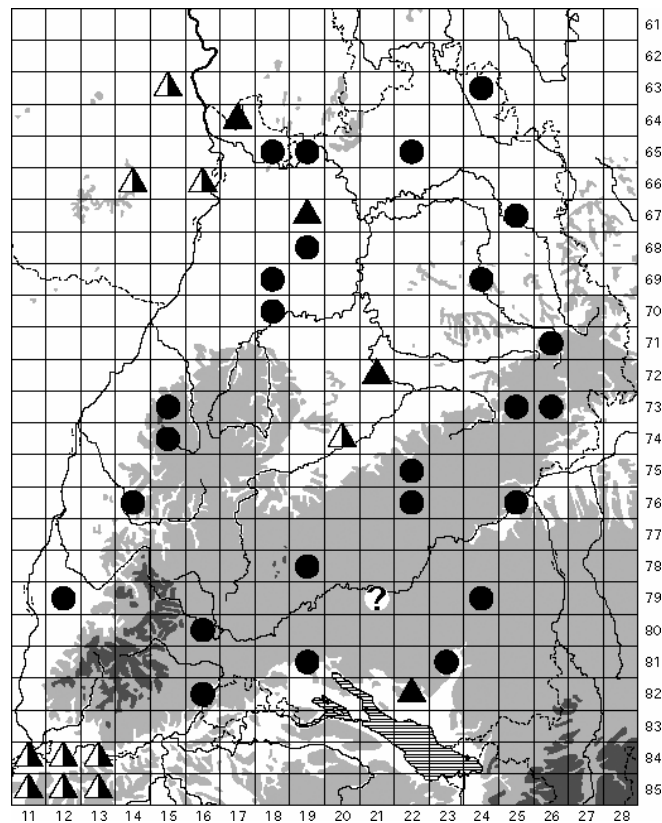
Ganz Europa bis Nordwestafrika; wahrscheinlich holarktisch, doch scheinen Nachweise aus Asien zu fehlen (BELLINGER et al. 1996-2003); auch im südlichen Südamerika, in Südafrika, Südastralien, Neuseeland und auf subantarktischen Inseln.

Biologie und Ökologie:

H. purpurescens gilt als hemiedaphisch-troglophil (CHRISTIAN 1987). Die meisten Funde aus Baden-Württemberg stammen von Höhlen der Schwäbischen Alb und des Dinkelberges (Fallenfänge, DOBAT 1975). Außerhalb der Höhlen scheint die Art vorwiegend in Wäldern aufzutreten. SCHÄFFER (1900) z.B. sammelte im August 1896 neun Tiere von einem Baumstumpf beim Uracher Wasserfall. *H. purpurescens* wird mit Bodenproben selten gefangen, vermutlich weil sie bestimmte Mikrohabitate bevorzugt wie etwa Baumstümpfe, Stammfußbereiche, Verstecke unter Rinde oder Steinen. Die Art scheint nur in den Kalkgebieten des Landes vorzukommen. Es sei an dieser Stelle auf die Ähnlichkeit mit der Verbreitung von *Pseudosinella* cf. *octopunctata* BÖRNER, 1901 hingewiesen, doch genügt die geringe Zahl der Fundorte nicht für eine gesicherte Aussage.

Bei Temperaturen von über etwa 10-15 °C treten ökomorphe Exemplare auf, welche sich äußerlich besonders durch hypertrophierte Analdornen auszeichnen. Diese Tiere wurden zunächst als neue Art unter dem Namen *Ancistracanthella simoneti* GISIN, 1949 beschrieben; CASSAGNAU (1955) klärte die Zusammenhänge auf.

Ceratophysella armata (NICOLET, 1842)



Nicht zu lokalisieren ist ein Fundort aus SCHÄFFER (1900): „Heiligenkreuzthal (Schwarzwald)“, Oberförster Spohn leg., November 1894. Die von HANDSCHIN als *C. armata* bestimmten Tiere eines winterlichen Massenauftritts am Schafberg bei Efringen (GRAB 1924) wurden von GISIN (1943) auf *C. sigillata* revidiert. In alten Publikationen ist die Abgrenzung zu den folgenden Arten häufig unsicher, insbesondere zu *C. denticulata*.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 25 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 148 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 74, 52, 22 | Frühlingsmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 60, Median 20, Max. 540 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,43 , Median 0,17 , Max. 3,65 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 70 - 540 Ind./m ² , n=6 |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 230 bis 910 | 235 bis 910 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen, aber keine Auenböden) | 3x Parabraunerde und Pararendzina aus Löss, 2x Terra fusca aus Mergelkalkstein (mo) und 1x podsoliger Ranker aus Buntsandstein (sm) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente Laubwälder (Asperulo- und Carici-Fageten) aber auch 1x oligotraphenter Nadelwald aus Fichten, Tannen und Kiefern (forstlich gefördertes Vaccinio-Abietetum) mit dichter Mooschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull, Moder, rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3-10,5 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 8-34,2, C/P 42-163) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 7,2 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte z.T. mit Regenwurmgingen aber immer mit groben Makroporen (d > 2 mm), und meist sehr stark durchwurzelt (auf einer Fläche nur mittlere Durchwurzelungsintensität); mäßig frische bis frische Standorte (die beiden Carici-Fageten mit sommerlichen Trockenperioden); Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

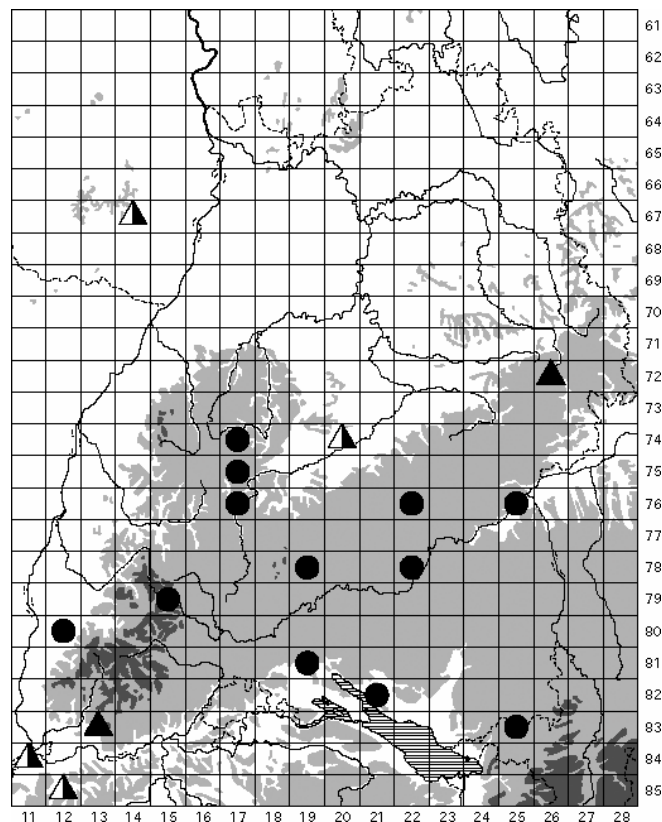
Offenbar annähernd kosmopolitisch: Fundorte von der Arktis über die gemäßigte Zone, die Subtropen und Tropen bis zu den subantarktischen Inseln der Südhalbkugel. Ob es sich dabei aber stets um dieselbe Art handelt, ist nicht nachprüfbar. BELLINGER et al. (1996-2003) lassen i.W. nur die holarktischen Nachweise gelten (bis in die Karibik und den Mittelmeerraum).

Biologie und Ökologie:

Nitrophile Art, die im Allgemeinen in niederen Abundanzen auftritt aber opportunistisch günstige Bedingungen nutzt und rasch Massenpopulationen aufbaut (HOPKIN 1997 zit. BAWEJA 1939). An stickstoffreicher, zerfallender Pflanzensubstanz und alten Pilzen finden sich oft größere Aggregationen, und an Pilzkulturen soll sie zuweilen wirtschaftliche Schäden verursachen. *C. armata* lässt keine enge Habitatbindung erkennen und bewohnt im Gebiet Äcker, Grünland und Wälder verschiedenster Art. Sie zeigt keine signifikanten Beziehungen zu den Standortvariablen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen (ebenso wie die übrigen *Ceratophysella*-Arten !). Dominanzen von $\geq 1\%$ erreichte *C. armata* in Laubwäldern colliner bis submontaner Lagen auf Flächen im Kraichgau, Bauland und am Kaiserstuhl. Die Art ist wahrscheinlich auch im (nicht zu kalten) Winter aktiv. Häufige Verwechslungen mit verwandten Formen besonders in

der älteren Literatur erschweren Angaben zu Verbreitung, Biologie und Ökologie. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen besteht eine sigifikante Affinität im Auftreten (Präsenz/Absenz) zwischen *C. armata*, *C. denticulata* und *C. succinea* (vgl. Anhang A5 im ersten Band). Diesen stehen die beiden Winterarten *C. bengtssoni* und *C. sigillata* gegenüber, wobei sich der Test nur auf syntopes, nicht auf synchrones Vorkommen bezieht.

Ceratophysella bengtssoni (AGREN, 1904)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 13 | bislang nur aus der südlichen Landeshälfte von Baden-Württemberg bis zum Nordschwarzwald und der Ostalb |
| Gesamtfangzahl | 620 | gering (im Winter keine Probenahmen) |
| Phänologie (F, S, H) | 613, 7, 0 | ausgeprägtes Frühlingsmaximum, Winterart |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 360, Median 40, Max. 4.020 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 2,2 , Median 0,2 , Max. 24,1 | |

Auf Fläche 1100 im Naturraum Hegaualb erreichte *C. bengtssoni* im Frühling 1986 eine Dichte von 47.910 Ind./m² und eine Dominanz von 90,6 % !

Da im Winter keine Probenahmen stattfinden, sind die Populationen sicherlich nicht hinreichend erfasst worden. Alle Angaben zum Vorkommen der Art oder ihren Beziehungen zu Umweltfaktoren sind daher mit einer zusätzlichen Unsicherheit behaftet.

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=4: 80, 120, 280 und 4020 Ind./m ² |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 220 bis 955 | 485 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden und Parabraunerden bis Rendzinen, keine Auenböden), meist mit tonreichem Horizont im Untergrund, z.T. pseudovergleyt | 2x tiefgründige Parabraunerden auf Grundmoränen der Würmeiszeit, 2x flachgründige Rendzinen aus Weißjurakalk bzw. im Oberen Muschelkalk |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laub- und Mischwälder colliner bis montaner Lagen (drei Asperulo-Fageten sowie ein Elymo-Fagetum) |
| Humus | L-Mull bis Moder | L- und F-Mull, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,6-15,3 %), sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 9-16,5, C/P 51-273, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,0 | 3,5 - 7,0 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand bis lehmiger Ton | 1x lehmig-sandiger Schluff, 2x schluffiger Lehm, 1x lehmiger Ton, immer steinig bis sehr steinig, immer Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige und entkalkte Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | meist frische bis feuchte Standorte, doch 1x Vorkommen im Carici-Fagetum mit sommerlichen Trockenperioden | Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt bei (sehr) geringer Lagerungsdichte; frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 700-950 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5°C |

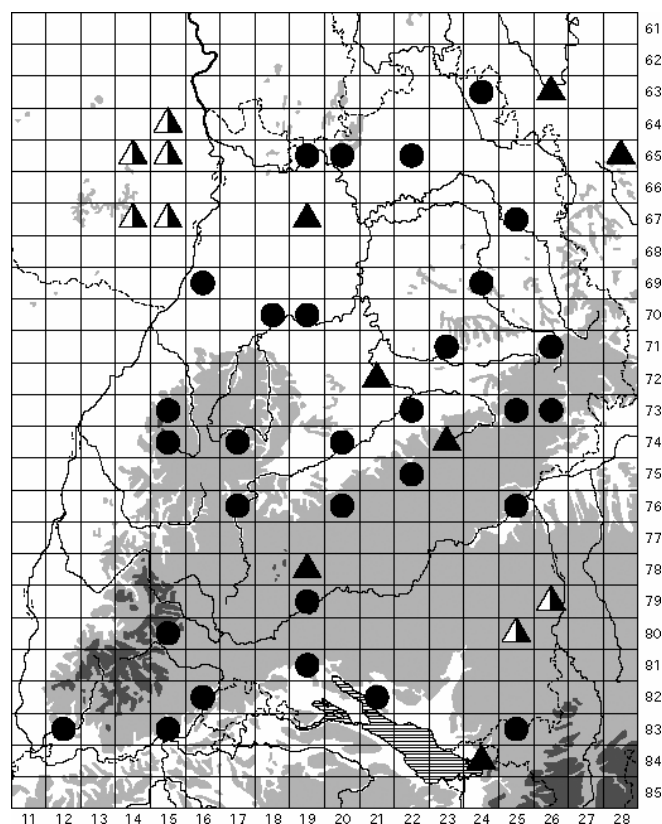
Allgemeine Verbreitung:

In Europa ist *C. bengtssoni* weit verbreitet, von Island und Lappland bis Norditalien. Darüber hinaus ist sie vom nördlichen Nordamerika und offenbar auch aus Brasilien bekannt (BELLINGER et al. 1996-2003). Letzteres erscheint nach ihrer Temperaturpräferenz und Phänologie in Mitteleuropa (Winterart, siehe unten) eher unwahrscheinlich.

Biologie und Ökologie:

Ceratophysella bengtssoni erreicht ihr phänologisches Maximum im Freiland üblicherweise im Winter oder Frühjahr (GISIN 1960a, BOCKEMÜHL 1956), mit steigenden Temperaturen nimmt sie bald ab. Wie andere Ceratophysellen kann die Art als Opportunist günstige Bedingungen rasch nutzen und Massenpopulationen hervorbringen. In kühlen Habitaten (Höhlen und Kellern, im Gebirge) tritt sie auch im Sommer in großen Zahlen auf (siehe die Angaben bei STACH 1949). *C. bengtssoni* lässt sich charakterisieren als nitrophil, guanophil, troglphil und hygrophil. Sie bevorzugt eine feuchte Umgebung, z.B. nach Tauwetter, darunter auch Standorte, die im Jahreslauf durchaus als mäßig trocken gelten können. In feuchter zerfallender Pflanzensubstanz finden sich oft große Aggregationen, massenhaft tritt sie in Komposten und Stallmist auf. Das Vorkommen von *C. bengtssoni* ist auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen signifikant positiv korreliert mit dem von *C. sigillata*, einer weiteren Winterart (Kendall' tau + 0,2543, vgl. Anhang A 5 im ersten Band).

Ceratophysella denticulata (BAGNALL, 1941)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 33 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet; nur aus der südlichen Oberrheinebene liegen bislang keine Nachweise vor |
| Gesamtfangzahl | 344 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 85, 112, 147 | Herbstmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 90, Median 70, Max. 630 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,55 , Median 0,41 , Max. 3,32 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 140 -630 Ind./m ² , n=9 (incl. Fläche 1340 obwohl nur in zwei Jahren beprobt) |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 112 bis 1015 | 350 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen, aber keine Auenböden) | auf unterschiedlicher geologischer Basis Rendzina, Terra fusca, Parabraunerden und Braunerden, Letztere meist über Pelosol und pseudovergleyt, 1x auch podsolig |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder der submontanen und montanen Stufe sowie 1x oligotraphenter Tannen-Fichtenforst in montaner Lage mit dichter Kraut- und Mooschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und Moder, organ. Auflage bis 9 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,6-16,9 %), sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 6,9-18,9, C/P 36-412, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,1 | 3,0 - 6,7 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige und karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte der Ah-Horizonte (sehr) gering; Standorte mäßig frisch (u.U. mit sommerlichen Trockenperioden), frisch oder frisch bis feucht; Jahresniederschlagssummen 650-1500 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

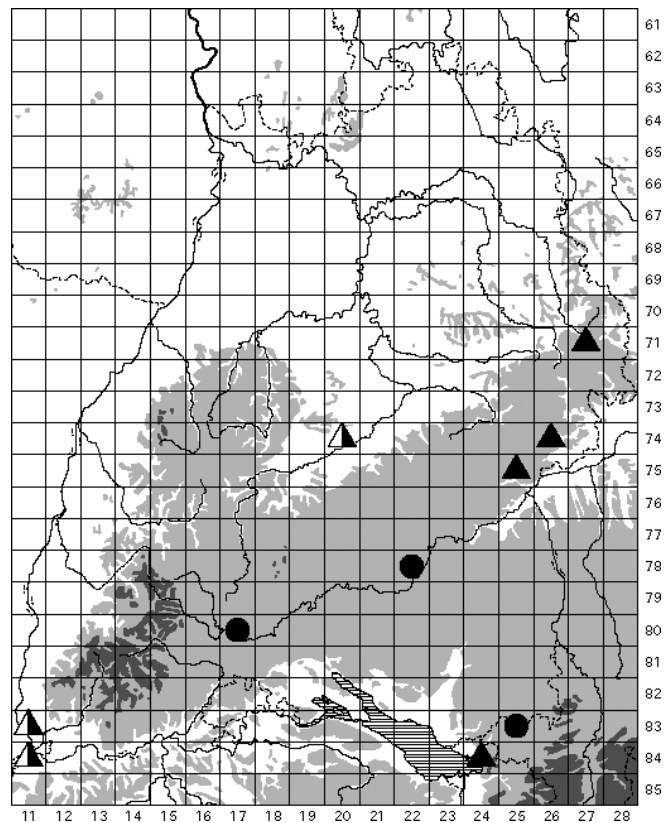
Vermutlich in Europa weit verbreitet, von Norwegen und den Britischen Inseln über Mitteleuropa bis Spanien, im Osten zumindest bis Österreich und in die ehemalige CSSR; wegen der Verwechslungsmöglichkeiten mit verwandten Arten nicht mit Sicherheit abgrenzbar. SCHULZ

et al. (2002) geben als Areal die Paläarktis an. Nach BELLINGER et al. (1996-2003) liegen Meldungen von allen Kontinenten vor, doch bezeichneten CHRISTIANSEN & BELLINGER (1995) die Art als „taxonomic fiction“.

Biologie und Ökologie:

Ceratophysella denticulata lässt keine enge Habitatbindung erkennen und bewohnt im Gebiet Äcker, Grünland und Wälder verschiedenster Art. Die Tiere sind häufig an der Bodenoberfläche aktiv, wie hohe Fangzahlen in Fallen beweisen (HÜTHER 1961, STIERHOF unpubl.). GISIN (1960a) vermutet eine Präferenz für warme Standorte (nach Untersuchungen in Weinbergen). Wie die anderen Ceratophysellen ist sie nitrophil und verhält sich opportunistisch, d.h. sie tritt im Allgemeinen in niederen Abundanzen auf, bildet aber unter günstigen Umständen rasch große Aggregationen an zerfallender Pflanzensubstanz. In hohen Dichten findet man *C. denticulata* z.B. in Stallmistkompost (PALISSA 1964). Phänologische Maxima treten oft im Frühling oder im Herbst ein. WOLTERS (1983) stellte allerdings in einem Kalkbuchenwald bei Göttingen die höchste Abundanz im Juli fest nach einer Schlupfperiode im Februar /März. Demnach wäre *C. denticulata* univoltin. Die Art ist zwar auch im Winter aktiv, wandert dann jedoch nach Beobachtungen HÜTHERS (1961) tiefer in den Boden. Verwechslungsmöglichkeiten mit verwandten Formen erschweren Angaben zur Biologie und Ökologie; besonders in älteren Arbeiten wurde *C. denticulata* nicht von *C. armata* unterschieden. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind die Vorkommen (Präsenz/Absenz) beider Arten signifikant positiv miteinander korreliert (Kendall's tau + 0,1887, vgl. Anhang A 5 im ersten Band).

Ceratophysella sigillata (UZEL, 1891)



In alten Publikationen ist die Abgrenzung zu anderen Arten der Gattung häufig unsicher, insbesondere zu *C. armata*. So wurden die von HANDSCHIN als *C. armata* bestimmten Tiere eines winterlichen Massenauftritts am Schafberg bei Efringen (in GRAB 1924) von GISIN (1943) auf *C. sigillata* revidiert. Hierher könnten auch die Exemplare aus Sigmaringen gehören, die dort „zu Tausenden“ gefunden wurden und die SCHÄFFER (1900) unter *Achorutes armatus* NICOLET führt.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 3 | scheint wie <i>C. bengtssoni</i> auf die südlichen Landesteile beschränkt zu sein, doch fehlen Nachweise aus dem Schwarzwald; die Verbreitung der Art im Gebiet bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 67 | sehr gering; (im Winter keine Probenahmen) |
| Phänologie (F, S, H) | 65, 0, 2 | ausgeprägtes Frühlingsmaximum, Winterart |

Da im Winter keine Probenahmen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen stattfinden, sind die Populationen sicherlich nicht hinreichend erfasst worden. Alle Angaben zum Vorkommen der Art sind daher unsicher.

Ceratophysella sigillata ist auf folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| | | | |
|--|---|--|--|
| Fläche | 1040 Westallgäuer Hügelland | 1060 Donau-Ablach-Platten, zwischen Jurahöhen und Donau | 1111 Baaralb und Oberes Donautal |
| Fangzahl / Probennahmetermin | 63 im Frühling 1993 | 2 im Frühling 1993 | 2 im Herbst 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 1930 Ind./m ² / 9,1 % (im Frühling 54 % !) | 60 Ind./m ² / 0,9 % | 60 Ind./m ² / 1,0 % |
| Höhe ü. NN [m] | 700 | 610 | 885 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, eben | submontan, Südost | montan, Nordwest |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründige, podsolige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Würmeiszeit (anlehmiger Sand) | sehr tiefgründige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Risseiszeit (Geschiebemergel) | flachgründige Rendzina-Braunerde auf Kalkstein des Weißjura beta |
| Vegetation | oligotrophenter Tannen-Fichtenforst (potentiell Buchen-Tannenwald), starke Moosschicht und dichte Krautschicht mit <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Dryopteris dilatata</i> und <i>Lycopodium annotinum</i> | Übergang zwischen eu- und oligotrophentem Laubmischwald aus Hainbuche, Buche und Eichen mit dichter Krautschicht, faziesbildend <i>Carex brizoides</i> , daneben viel <i>Oxalis acetosella</i> | eutrophenter Buchenwald (Elymo-Fagetum), die gut entwickelte Krautschicht wird von <i>Carex pilosa</i> dominiert |
| Humus | Moder, in Mulden Torf, organ. Auflage 9 cm, Humusgehalt Ah: 5,9 %, C/N 18,9, C/P 412 (> 200 gilt als gestört) | L-Mull, organ. Auflage 3 cm, Humusgehalt Ah: 2,9 %, C/N 9,9, C/P 46 | F-Mull, organ. Auflage 1 cm, Humusgehalt Ah: 4,8 %, C/N 7,6, C/P 69 |
| pH (Ah) | 3,0 | 3,7 | 5,1 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand, Subpolyedergefüge, nur schwach verfestigt | schluffiger Lehm, Krümelgefüge | toniger Lehm, Krümel- bis Polyedergefüge |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier Boden | mäßig basenarmer, karbonatfreier Boden (tiefgründig entkalkt) | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | keine | keine | Cd ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frisch bis feucht | wechselfeucht | frischer Standort |
| Klima: Jahresniederschlagssummen 600-1500 mm (für das Westallgäuer Hügelland 900-1500 mm), Jahresmitteltemperaturen 5,5-8 °C (für das Westallgäuer Hügelland 7-8 °C) | | | |

Allgemeine Verbreitung:

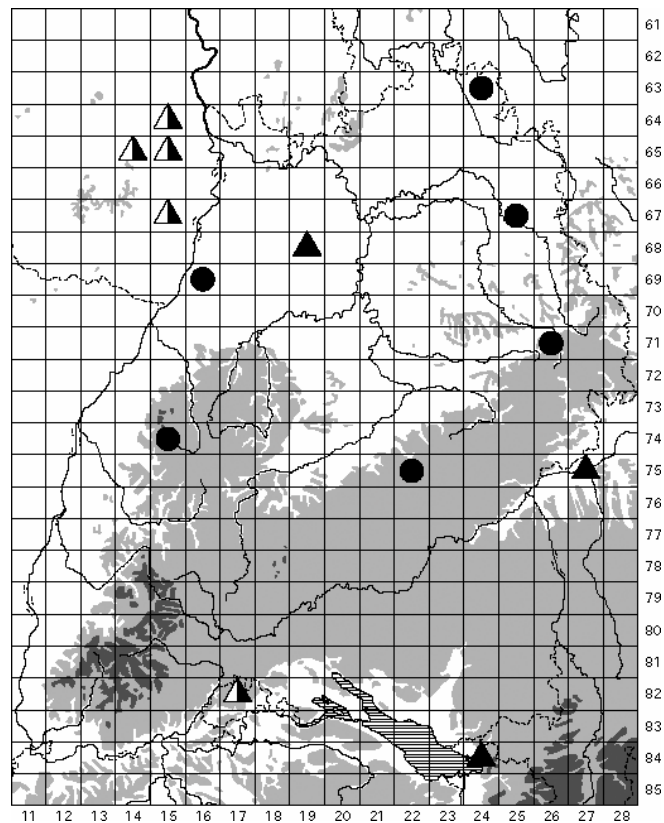
Die Angaben differieren erheblich: nach GISIN (1960a) nur in den Alpen und Alpenvorländern, anderen Meldungen zufolge jedoch weiter verbreitet in Europa von Finnland bis Italien (in Höhen) und der Ukraine bis Frankreich; laut CHRISTIAN (1987) paläarktisch, SALMON (1964) zählt dagegen auch Meldungen aus Nordamerika auf. In der Literatur besteht Unklarheit über die Abgrenzung gegen verwandte Arten und über Synonymien. BELLINGER et al. (1996-2003) führen die Art in der (zirkumpolaren) arktisch-subarktischen, der europäischen und mediterranen Provinz.

Biologie und Ökologie:

Ceratophysella sigillata ist den meisten Angaben zufolge eine Winterart, die oft durch gewaltige Massenerscheinungen auffällt (beschrieben z.B. bei HOPKIN 1997, GRAB 1924). Offenbar nutzt sie dabei wie andere Ceratophysellen opportunistisch ein großes Nahrungsangebot (zerfallende Pflanzensubstanz) und bildet, gesteuert durch Aggregationspheromone, zentimeterdicke Kolonien, die sich langsam über den Boden bewegen. KRAUB (1996) stellte auf Waldflächen auf der Schwäbischen Alb bei Ulm maximale Dichten (> 100000 Ind./m²) im Mai fest, und die Art fand sich auch in den Monaten Juli und August. Ausführliche Angaben zur Biologie von *C. sigillata* im Raum Bern machen ZETTEL & ZETTEL (1994a, 1994b). Demnach tritt sie tatsächlich ganzjährig auf, die warmen Monate werden jedoch sowohl von Juvenilen wie Adulten in einem bewegungslosen Ruhestadium, aggregiert in dichten Klumpen unter der Streu zugebracht. Die reproduktive Phase erstreckt sich über drei Wochen im Frühling. Einzelne Tiere können mindestens drei Jahre alt werden. Sie wechseln dabei jährlich zwischen vier verschiedenen Morphen (Cyclomorphose, Epitokie). Die meisten Nachweise von *C. sigillata* im Gebiet stammen aus Wäldern, doch ist sie auch aus Weinbergen und Grünland bekannt. Auf der Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1040 im Westallgäuer Hügelland erreichte außer *C. sigillata* auch *Onychiurus absoloni* seine höchste Fangzahl und Dominanz.

Das Vorkommen von *C. sigillata* ist auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen signifikant positiv korreliert mit dem von *C. bengtssoni*, einer weiteren Winterart (Kendall' tau + 0,2543, vgl. Anhang A 5 im ersten Band).

Ceratophysella succinea (GISIN, 1949)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 6 | in Baden-Württemberg wahrscheinlich weit verbreitet, jedoch aus dem Süden noch keine Nachweise; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 15 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 11, 1, 3 | Maximum im Frühling |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 2,5 , Median 2 , Max. 7 | |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 20, Max. 70 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,14 , Median 0,09 , Max. 0,40 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1330 Tauberland, 20 Ind./m ² , Fläche 1190 Östliches Albvorland, 20 Ind./m ² , Fläche 1130 Mittlere Kuppenalb, 70 Ind./m ² |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 112 bis 760 | 350, 460, 720 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Terra fusca-Rendzina über Parabraunerde bis zur podsoligen Braunerde, auch pseudovergleyte Böden) | - tiefgründige Parabraunerde aus Löss über Unterem Keuper und Muschelkalk - tiefgründige Pseudogley-Pelosol-Braunerde aus Braunjuratonen - flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Weißjurakalk |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | - eutraphenter Eichen-Buchenwald (Asperulo-Fagetum), <i>Anemone nemorosa</i> und <i>Melica uniflora</i> mächtigste Arten in der lückigen Krautschicht - eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum), <i>Anemone nemorosa</i> mächtigste Art in der lückigen Krautschicht - eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum), <i>Anemone nemorosa</i> und <i>Mercurialis perennis</i> mächtigste Arten in der lückigen Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull und F-Mull, mittel und extrem humose Böden (Ah 3,1-16 %), bei sehr hoher bis sehr geringer Humusqualität (C/N 8,0-25,3, C/P 19-72) |
| pH (Ah) | 3,3 - 6,3 | 4,0 , 4,0 , 5,3 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton | - anlehmiger Schluff, Krümelgefüge - schluffig-toniger Lehm, Krümelgefüge - lehmiger Ton, Krümel- bis Polyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonathaltige (aber oberflächlich entkalkte) bis karbonatfreie Böden | Böden mittlerer und hoher Basengehalte, zumindest oberflächlich entkalkt |
| Schwermetalle | bei Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage | nur auf Fläche 1130 Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | stets geringe oder sehr geringe Lagerungsdichte der Ah-Horizonte | in den Bodenprofilen Regenwurmgänge vorhanden; Ah-Horizonte mit sehr hoher Säureelastizität; alle drei Standorte frisch; Jahresniederschlagssummen 650-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9°C |

Allgemeine Verbreitung:

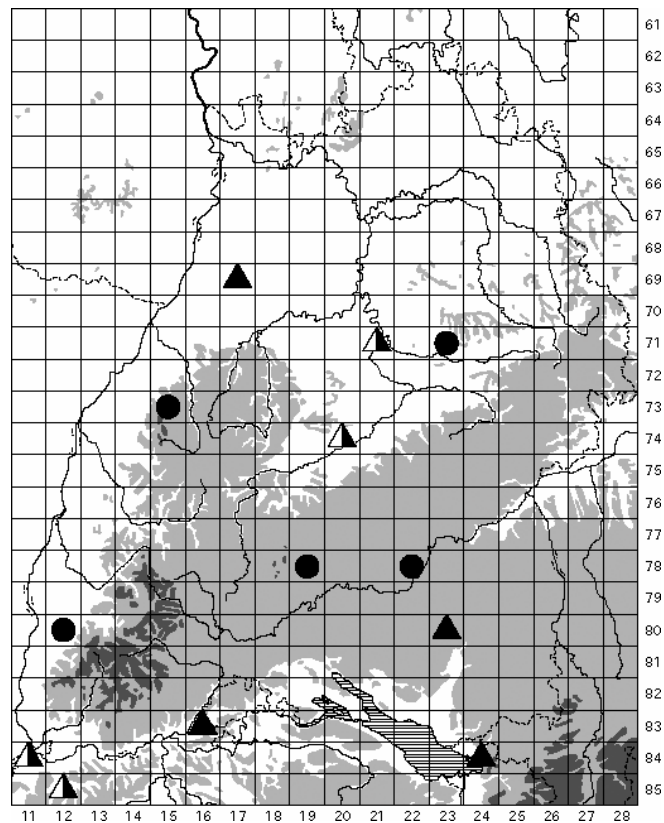
Europäisch und nordamerikanisch (CHRISTIAN 1987); in Europa zumindest aus der Schweiz, Österreich, Deutschland, Schweden, Spitzbergen sowie von der Insel Jan Mayen bekannt (GISIN 1961b). BELLINGER et al. (1996-2003) geben als Areal fast die gesamte Holarktis an (bis in die Karibik, Asien aber ohne die sino-japanische Provinz), und auch von Australien ist die Art offenbar gemeldet worden (tatsächlich konspezifisch ? eingeschleppt ?).

Biologie und Ökologie:

Ceratophysella succinea wurde im Gebiet fast stets in niederen Abundanzen und Dominanzen ($\ll 1\%$) angetroffen. Die meisten Funde stammen aus Wäldern (Laub- und Nadelwälder), doch trat sie in größerer Individuenzahl in Weinbergböden am Rand der Pfälzer Oberrheinebene auf: Einmal erreichte sie $1,1\%$ in Bodenproben und $2,5\%$ in Fallen (HÜTHER 1961, Abundanzangaben nicht vergleichbar, da auf Volumen bezogen). Der locus typicus der Art ist eine „prairie sèche“ bei Schaffhausen, wo ebenfalls zahlreiche Exemplare (zusammen mit *Cryptopygus bipunctatus*) gefangen wurden (GISIN 1949). Auch auf Zuckerrübenfeldern im Kraichgau ist *Ceratophysella succinea* anzutreffen (RUPP 1985). Vielleicht sind also offene, sonnige Plätze ein bevorzugter Habitat. Auf Spitzbergen und Jan Mayen ist *C. succinea* offenbar in den waldlosen arktischen Biotopen häufig (GISIN 1961b). CHRISTIAN (1987) andererseits bezeichnet die Art (nach Funden aus Österreich ?) als troglophil.

Nach Beobachtungen HÜTHERS (l.c.) erreichte *C. succinea* Dichte- und Aktivitätsmaxima im Zeitraum zwischen Oktober und Mai /Juni, in den Sommermonaten waren dagegen nur wenige Tiere anzutreffen. Sie konnte dabei in einem Jahr stark vertreten sein und im folgenden fast ganz ausbleiben. Offenbar ist die Art ein Opportunist und nutzt vorübergehend reichliche Nahrungsquellen. Wie die übrigen Ceratophysellen zeigt sie keine signifikanten Beziehungen zu den Standortvariablen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen.

Schoettella ununguiculata (TULLBERG, 1869)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 5 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch ist die Zahl der Fundorte gering, keine Nachweise bislang aus der Oberrheinebene und aus dem Nordosten; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 13 | sehr gering, seltene Art ? |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 13, 0 | ausschließlich im Sommer |
| Fangzahlen (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 2,6 , Median 3 , Max. 4 | |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 20, Median 20, Max. 30 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,16 , Median 0,13 , Max. 0,34 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1060 Donau-Ablach-Platten, 20 Ind./m ² Fläche 1120 Hohe Schwabenalb, 20 Ind./m ² Fläche 1440 Freiburger Bucht, 30 Ind./m ² |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 220 bis 910 | 610, 900, 220 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina über Braunerde und Parabraunerde bis zum podsoligen Ranker, auch pseudovergleyte Böden, aber keine Auenböden) | - sehr tiefgründige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Risseiszeit - flachgründige Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon - sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss über vulkanischem Gestein |
| Vegetation | eutrphente Laubwaldgesellschaften bis oligotrphente Nadelwaldgesellschaften | - Buchen-Hainbuchenwald (Übergang zwischen Asperulo- und Luzulo-Fagetum), <i>Carex brizoides</i> -Fazies - eutrphenter Tannen-Buchenwald (artenreiches Elymo-Fagetum) mit Fichten und gut entwickelter Krautschicht - eutrphenter Buchen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum in Entwicklung zum Asperulo-Fagetum) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L- und F-Mull, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,9-14,3 %), bei sehr hoher Humusqualität (C/N 9-9,9, C/P 46-56), Fläche 1060 und 1120 zeigen unter allen Standorten die höchsten P-Gehalte in der organischen Auflage (bis 1350 mg/kg TS) |
| Bodenart, Gefügeform | nur schluffiger Sand und schluffiger Lehm, Einzelkorn- und Krümelgefüge | stets schluffiger Lehm, Krümelgefüge, auf Fläche 1120 sehr steiniger Boden |
| pH (Ah) | 3,1 - 6,7 | 3,7 , 6,7 und 4,6 |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonathaltige und karbonatfreie Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige und karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | immer in großen geschlossenen Waldgebieten, in sehr unterschiedlicher Distanz zum Waldrand | frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

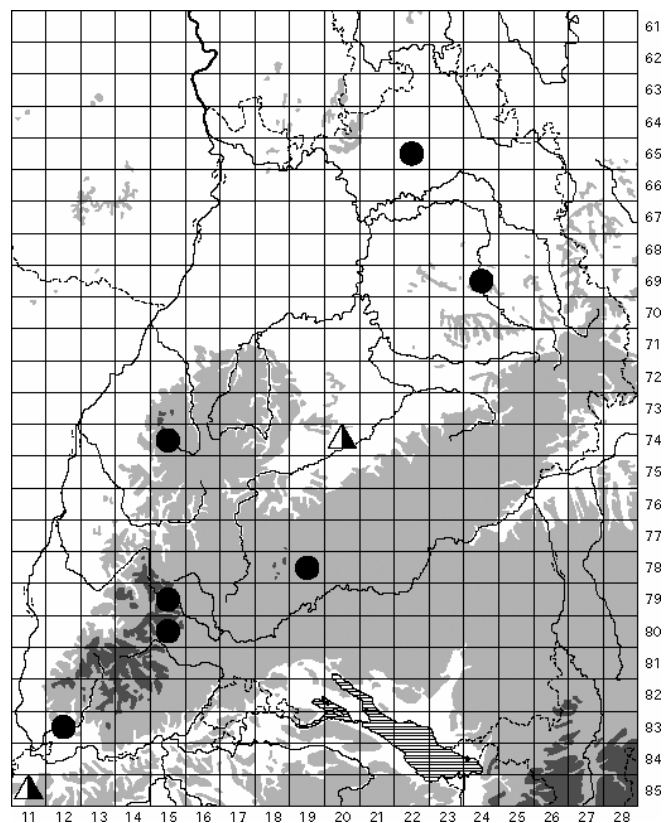
Holarktisch; in Europa von Finnland nach Süden bis Italien (nur in Höhlen ?). Soll nach STACH (1949a) in den Hochgebirgen fehlen (in der Tatra nur bis 1100 m ü. NN). Laut BELLINGER et al. (1996-2003) gibt es auch Meldungen aus Südamerika (aus Amazonien !).

Biologie und Ökologie:

Schoettella ununguiculata kommt vielen Literaturangaben zufolge vorwiegend in Wäldern vor (unter loser Rinde, im Moos, unter Steinen, in der Streuauflage, an Pilzen). Sie tritt dabei in verschiedenen Waldgesellschaften auf und zeigt auch keine Bindung an bestimmte Bodeneigenschaften, allerdings liegen die Fundstellen oft an lichten Stellen oder am Waldrand. Einige Auto-

ren (für unser Gebiet BOCKEMÜHL 1956 und GISIN 1943) stellen dagegen eine ausgesprochene Präferenz für sonnige, warme und trockene Standorte fest, wie Halbtrockenrasen und Weinberge. *S. ununguiculata* dürfte thermophil und xertolerant wenn nicht xerophil sein. Nach Beobachtungen BOCKEMÜHLS weicht sie vor Nässe und Kälte in tiefere Bodenschichten aus. Bei Aulendorf (Alpenvorland) wurden 1990 allerdings 16 Exemplare auf einer Grünland-Dauerbeobachtungsfläche in einem Niedermoor gefangen (an einer trockenen Stelle ?). STACH (1949a) fand *S. ununguiculata* in größerer Anzahl vorwiegend im Frühling und Sommer, im Winter aber auch unter Steinen und in gefrorener Nadelstreu unter dem Schnee (Adulti und Juvenile). Ihr bevorzugter Aufenthalt unter der Rinde von Baumstubben, unter Steinen u.ä. könnte eine Ursache für die niedere Individuenzahl aus den Bodenproben der Wald-Dauerbeobachtungsflächen sein.

Choreutinula inermis (TULLBERG, 1871)



Ergebnisse:

| | | |
|-------------------|---|---|
| Frequenz (von 63) | 7 | in Baden-Württemberg scheinbar weit verbreitet, doch ist die Zahl der Fundorte gering, bislang keine Nachweise aus der Oberrheinebene und dem Alpenvorland; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
|-------------------|---|---|

| | | |
|--|---|-------------|
| Gesamtfangzahl | 30 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 6, 11, 13 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 5 , Median 4 , Max. 11 | |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 40, Median 30, Max. 85 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,19 , Median 0,22 , Max. 0,35 | |

Im August 1985 wurden außerdem auf der Fläche 1230 im Schwäbisch-Fränkischen Wald neun Exemplare gefangen (Luzulo-Fagetum mit forstlichem Fichtenanteil auf mittelgründiger Podsol-Braunerde aus verwittertem Stubensandstein, verhältnismäßig trockener Standort).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3258 | 0,0003 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3012 | 0,0009 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2597 | 0,0043 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2562 | 0,0049 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2561 | 0,0053 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2493 | 0,0062 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2355 | 0,0097 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2352 | 0,0098 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2156 | 0,0178 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2107 | 0,0218 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,1961 | 0,0312 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,1907 | 0,0361 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1863 | 0,0407 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,1873 | 0,0415 |
| P gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1813 | 0,0484 |

| | Vorkommen incl. Fläche 1230 | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1230 im Schwäbisch-Fränkischen Wald, 9 Ind., Fläche 1400 im südöstlichen Schwarzwald, 70 Ind./m ² , Fläche 1380 im nördlichen Schwarzwald, 85 Ind./m ² |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 355 bis 1015 | 490, 1015 und 760 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Podsol-Braunerde bis Rendzina) | - mittelgründige Podsol-Braunerde aus Stubensandstein (Mittlerer Keuper) - mittelgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde aus tonreichem Sandstein des Oberen Buntsandsteins, - mittelgründige, podsolige Braunerde auf Granit |
| Vegetation | 3x eu- und 1x oligotraphente Laubwaldgesellschaften, 3x oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | - oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum) mit Fichtenanteil und spärlicher Kraut- und Mooschicht - oligotraphenter Tannenwald (Vaccinio-Abietetum) mit hohem Fichten- und Kiefernanteil und dichter Moos- und Krautschicht (Heidelbeere und Drahtschmiele), - oligotraphenter Tannenwald (forstlich gefördertes Luzulo-Abietetum) mit hohem Fichtenanteil und dichter Krautschicht (Heidelbeere und Drahtschmiele) |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, in mittel bis sehr stark humosen Böden, bei sehr hoher bis sehr geringer H.qualität | - feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 7 cm, mittel humoser Boden (Ah 3,4%), geringe Humusqualität (C/N 20, C/P 141) - rohhumusartiger Moder, organ. Auflage 6 cm, stark humoser Boden (Ah 6,7%), geringe H.qualität (C/N 20,5, C/P 207, > 200 gilt als gestört), - feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 14 cm, stark humoser Boden (Ah 8,8%), sehr geringe H.qualität (C/N 28,4, C/P 95) |
| pH (Ah) | 3,3 - 6,7 | 3,3 , 3,4 und 3,3 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger und lehmiger Sand sowie schluffiger und toniger Lehm | - schluffiger Sand, steinig-grusig, Einzelkorngefüge - anlehmiger Sand, steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, - lehmiger Sand, sehr stark steinig, Einzelkorn- bis Subpolyederggefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkhaltige (in den tieferen Horizonten kalkreiche) und kalkfreie Böden | basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | bei Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Pb in der org. Auflage | - auf Fläche 1230 Überschreitung des Hintergrundwertes für Pb mob. im Ah-Horizont - auf Fläche 1400 keine Überschreitung der Hintergrundwerte, - auf Fläche 1380 höchster Pb-Gehalt der organ. Auflage aller Flächen, Hintergrundwert überschritten |
| Sonstiges | nur in großen geschlossenen Waldgebieten | Expositionsrichtung S bis SW; bezüglich der Feuchte sind die Flächen schwer einzuschätzen, dürften trockene bis frische Standorte sein; Jahresniederschlagssummen 800-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-8,5°C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; bekannt aus Teilen Asiens und Europas, hier besonders häufig in Lappland, im Süden wird Italien erreicht (dort nur in Höhlen ?); vertikal bis zur Waldgrenze oder bis in die *Pinus montana*-Region.

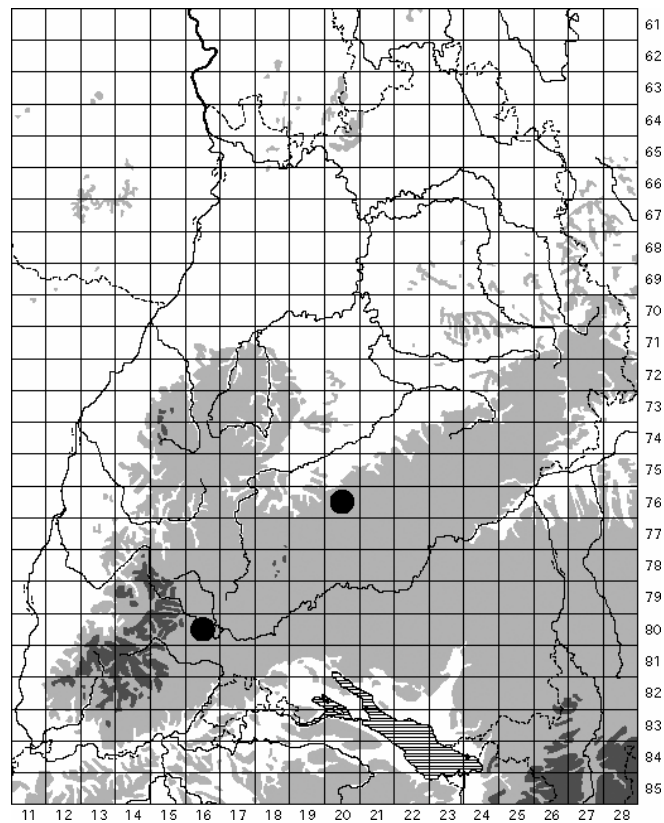
WAHLGREN (1906, zit. in SALMON 1964) meldete aus dem Material einer schwedischen Südpolarexpedition ebenfalls *Achorutes inermis*. Bestätigende Nachweise von der Südhalbkugel liegen aber nicht vor.

Biologie und Ökologie:

Choreutinula inermis ist in Mitteleuropa eine Waldart, die ganz offenbar Nadelholzstandorte bevorzugt (meist Fichte oder Kiefer, s.o. und STACH 1949a). Allerdings scheint sie nicht in gleichmäßig hoher Frequenz aufzutreten: STACH fand sie nicht in der von ihm gut untersuchten Tatra, FRITSCH (1994) nicht in Nadelforsten von Rheinland-Pfalz. Im Gebiet wurde sie bislang meist in großen geschlossenen Wäldern angetroffen, vorwiegend dort, wo Böden oder Klima für den Ackerbau ungünstig sind. *C. inermis* hält sich außer in der Streuauflage in besonderen Mikrohabitaten auf, wie unter Rinde von Stubben, an der Borke lebender Bäume oder im Stammfußbereich. Punktuell erreicht sie Abundanzen von >> 1000 Ind./m². Die Art dürfte mäßig

xerotolerant sein und meidet scheinbar ausgesprochen feuchte oder nasse Standorte. Damit überein stimmen auch die Beobachtungen BOCKEMÜHLs (1956) vom Spitzberg bei Tübingen: *C. inermis* fand sich vorweiegend and trockenen, lichten Stellen am Waldrand in Kiefernadelstreu Moos oder im Humus darunter, stets in geringer Tiefe (0-3 cm, max. 6 cm), bei Bodentemperaturen von + 2 bis + 20 °C, bei Frost oder Trockenheit aber nie in der obersten Lage. Sie trat auf von Januar bis Juli. STACH gibt Funde (von Polen, Litauen und der Slowakei) aus dem Zeitraum Juni bis Okober an.

Xenylla brevicauda TULLBERG, 1869



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | Die Funde auf zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen stellen bislang die einzigen Nachweise der Art in Baden-Württemberg dar. |
| Gesamtfangzahl | 10 | sehr gering, seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 6, 4, 0 | |

Bei den Fundorten handelt es sich um folgende Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1170 Südwestliches Albvorland | 1250 Baar |
|--|--|---|
| Fangzahl / Probenahmetermin | 1 Ex. im Frühling 1987 | 4 Ex. im Sommer 1987 5 Ex. im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 30 Ind./m ² / 0,37 % | 120 Ind./m ² / 1,6 % 155 Ind./m ² / 1,9 % |
| Höhe ü. NN [m] | 580 | 755 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, West, Neigung 50 % | submontan bis montan, Nordost |
| Geologie / Bodentyp | (sehr) tiefgründige Pseudogley-Pelosol-Braunerde aus Sandsteinhangschutt über Tonen (Braunjura) | flachgründige Terra fusca aus Kalkmergelstein des Mittleren Muschelkalks |
| Vegetation | oligotropher Eichen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), sehr hohe Moosartenzahl, doch nur schwache Mooschicht, in der spärlichen Krautschicht dominieren <i>Luzula luzuloides</i> , junge Buchen und <i>Calamagrostis arundinacea</i> | forstlich geformter Tannen-Fichten-Bestand, eutroph, starke Mooschicht, sehr artenreiche, im Sommer 1987 dichte Krautschicht, hohe Anteile von <i>Oxalis acetosella</i> und <i>Fragaria vesca</i> , auch viele Arten der Kalkbuchenwälder |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 8,3 %, C/N 14,3, C/P 55 | L-Mull, Humusgehalt Ah: 11 %, C/N 13,5, C/P 117 |
| pH (Ah) | 3,8 | 5,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffig-toniger Lehm, Krümelgefüge im 4 cm mächtigen Ah, darunter Polyedergefüge | lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge mit Regenwurmgängen |
| Basen | mäßig basenhaltiger, karbonatfreier Boden (tiefgründig entkalkt) | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd mob. und Zn mob. im Ah-Horizont | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer (wechselfrischer ?) Standort | frischer bis mäßig feuchter Standort |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 800-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-8 °C | Jahresniederschläge 750-850 mm, Jahresmitteltemperaturen um 7 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europäisch; besonders häufig in Schweden und Finnland und offenbar auch in den Alpen (Österreich, Schweiz), bekannt darüber hinaus aus weiteren Gebieten (von Polen bis zu den Pyrenäen, außerdem von Schottland und den Färöern), doch eher selten bzw. mit lückenhafter Verbreitung. STACH (1949a) rechnet sie („perhaps“) zur Gruppe der boreo-alpinen Taxa.

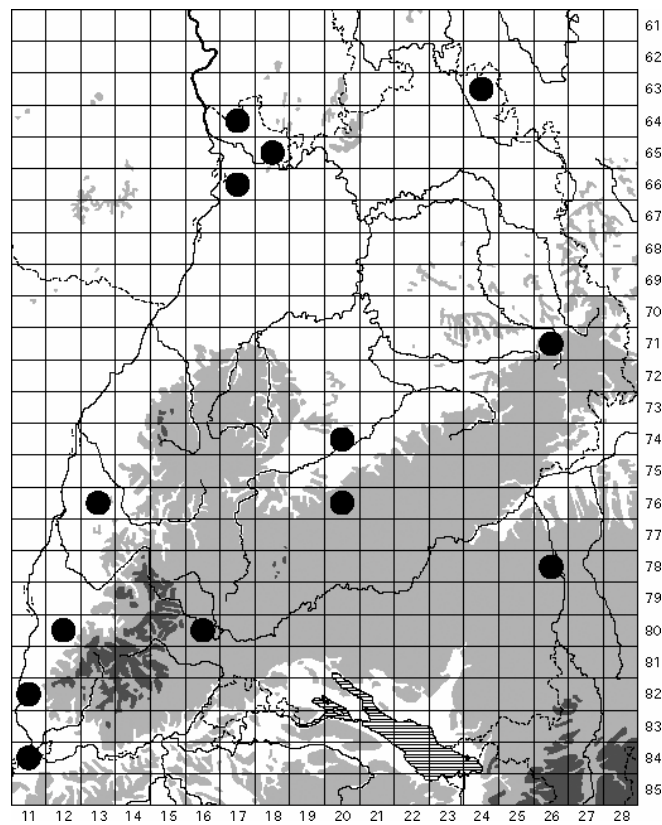
Da die Beschreibung TULLBERGS unpräzise war, wurden in der Folge verschiedene Arten als *X. brevicauda* determiniert (Beispiele bei STACH), was Angaben zu ihrem Areal erschwert.

Biologie und Ökologie:

Xenylla brevicauda bewohnt vorwiegend Wälder und erreicht in Skandinavien ihre höchste Dichte und Konstanz in Kiefern- und Fichtenbeständen (AGRELL 1934 zit. in STACH 1949a). Im übrigen wurde sie in Laubwäldern, Hochmooren und Bergwiesen angetroffen, in Finnland auch unter Blumentöpfen. Die Tiere halten sich vorwiegend in der Nadelstreu (gelegentlich auch

Laub-streu), in feuchtem Moos und der obersten Humuslage oder unter loser Rinde und in /unter morschem Holz. Auch in Baden-Württemberg wurden die meisten Individuen bislang in einem Nadelwald gefunden, ohne dass hieraus allerdings weiter gehende Schlüsse gezogen werden könnten. Offenbar ist *X. brevicauda* im Land eine seltene Art, vielleicht wurde sie in der Vergangenheit auch manchmal verkannt, oder eine Bevorzugung spezieller Mikrohabitate (Stubben, Stammfuß, unter Rinde etc.) lässt sie in Bodenproben selten in Erscheinung treten. Die hiesigen Fänge stammen vom Frühling und Sommer, STACH erwähnt Fänge (von Polen und der Steiermark) aus den Monaten Juni bis Oktober.

Xenylla grisea AXELSON, 1900



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------|--|
| Frequenz (von 63) | 13 | über große Teile Baden-Württembergs verbreitet, keine Nachweise jedoch aus dem Schwarzwald und von der Schwäbischen Alb; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 111 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 23, 26, 62 | Maximum im Herbst, geht auf den Fang von 53 Ex. auf Fläche 1440 bei Freiburg 1986 zurück |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 70, Median 40, Max. 440 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,57, Median 0,28, Max. 3,16 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2920 | 0,0013 |
| P austauschbar im Ah | 57 | - 0,2877 | 0,0016 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2720 | 0,0028 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | + 0,2535 | 0,0053 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2440 | 0,0073 |
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2428 | 0,0076 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2366 | 0,0094 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2198 | 0,0158 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2142 | 0,0186 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2108 | 0,0205 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,2047 | 0,0245 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,1993 | 0,0286 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | + 0,1966 | 0,0308 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,1815 | 0,0461 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 50 -440 Ind./m ² , n=5 |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 755 (höchstgelegene Fläche in submontaner bis montaner Lage) | 98 bis 755 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (vorwiegend Braunerden und Parabraunerden) | Rendzina-Terra fusca (mm), Parabraunerde aus Löss, 2x Pseudogley-Braunerde (Dogger, OSM) sowie 1x podsolige, lessivierte Braunerde auf Niederterrassensanden |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwaldgesellschaften sowie 1x eutraphenter Tannen-Fichtenwald bzw. -forst | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder sowie 1x eutraphenter Nadelwald bzw. -forst (Fichten, Tannen) auf basenreichem Boden |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull, F-Mull und (1x) Moder, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3,6-11 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 9-25,7, C/P 55-235, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,3 - 6,3 | 3,3 - 5,1 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | schluffiger Lehm, toniger Lehm und 2x lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge, 1x Sand, Einzelkorngefüge |
| Basen | vorwiegend basenreiche, aber auch basenarme, vorwiegend kalkarme, aber auch kalkreiche Böden | vorwiegend basenreiche Böden, doch 1x auch sehr basenarmer Boden, im Ah-Horizont immer karbonatfrei (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|--|
| Sonstiges | nur 1x an einem Nordhang festgestellt | Ah-Horizont immer (sehr) stark durchwurzelt und mit groben Makroporen ($d > 2$ mm); mäßig frische bis frische oder feuchte Standorte Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10 °C |
|-----------|---------------------------------------|--|

Allgemeine Verbreitung:

Nach BELLINGER et al. (1996-2003) liegen Nachweise von allen Kontinenten vor, ausgenommen die Antarktis sowie die arktisch-subarktischen Regionen der Nordhalbkugel. Auch in den Tropen scheint *X. grisea* weniger häufig zu sein. Über Europa ist die Art dagegen weit verbreitet: von Finnland und der Ukraine bis Portugal.

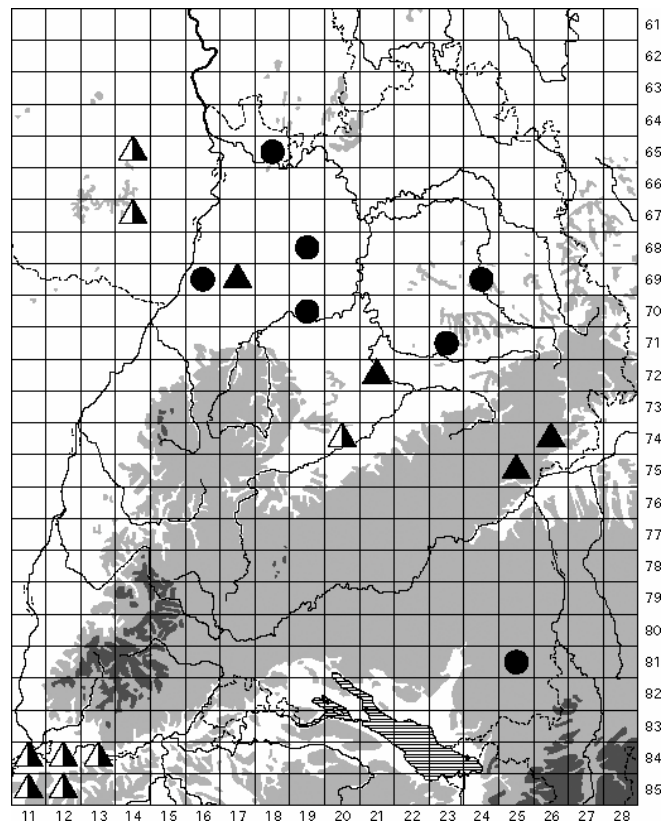
Aus Norwegen wurde *Xenylla grisea* verschiedentlich gemeldet. FJELLBERG korrigiert jedoch in einem Nachtrag von 1983 seine Angabe von 1980, die auf einer Verwechslung mit *X. brevissimilis* STACH, 1949 beruhte. Ähnliches mag auch auf andere Meldungen zutreffen.

Biologie und Ökologie:

Xenylla grisea tritt im Gebiet offenbar nur an klimatisch begünstigten Standorten in größerer Dichte auf. Eine Häufung der Nachweise auf Wald-Dauerbeobachtungsfächen in Baden-Württemberg ist feststellbar in der Oberrheinebene und ihrer Randbergzone. Auch wurde die Art nur einmal an einem Nordhang angetroffen. GISIN (1943) fand sie bei Basel ebenfalls nur in tiefen Lagen, nicht aber auf den Höhenzügen des Jura. In Finnland soll sie unter Blumentöpfen in Häusern sehr häufig, im Freiland dagegen sehr selten sein (STACH 1949a zit. LINNANIEMI 1912). *X. grisea* hält sich stets in der Nähe von Bäumen auf, besonders an Stubben oder im Stammfußbereich; am Südhang des Spitzberges bei Tübingen z.B. lebte sie in Kiefernadelstreu, unter morscher Kiefernrinde und an Baumpilzen. Nach vergleichenden Beobachtungen BOCKEMÜHLS (1956) ist sie dort „feuchtigkeitsliebender und an größeren Humusreichtum gebunden (Rindenmull u.a.) als *X. maritima* und *X. tullbergi*“. Die Proben waren stets feucht, ihre Temperatur betrug 0 bis 16 °C.

X. grisea scheint vom Frühling bis zum Herbst aufzutreten, über eine Winteraktivität ist nichts bekannt, auch nicht in welchen Stadien sie überwintert. Anhand der Abundanzen auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen lassen sich keine phänologischen Rhythmen erkennen (vgl. Phänologie-Diagramm im nächsten Abschnitt bei *X. tullbergi*). Es fällt aber auf, dass die beiden *Xenylla*-Arten in den Jahren 1986 bis 1988 ihre höchsten mittleren Dichten erreichten, während sie in den Jahren fast ausblieben, als dominante Taxa wie *Lepidocyrtus lignorum*, *Isotomiella minor* oder *Isotoma notabilis* besonders zahlreich erschienen (1991 und 1992, vergleiche die Phänogramme). Zwischen *X. grisea* und *X. tullbergi* zeigt sich andererseits keinerlei Affinität, was ihr Vorkommen (Präsenz/Absenz) über alle Wald-Dauerbeobachtungsflächen angeht (Kendall's tau – 0,0555, vgl. Anhang A 5 im ersten Band).

Xenylla tullbergi BÖRNER, 1903



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 7 | Alle bekannten Vorkommen liegen in einem Gebiet, das sich von Nordwesten nach Südosten über Baden-Württemberg erstreckt; die Verbreitung der Art im Land bedarf jedoch weiterer Prüfung. |
| Gesamtfangzahl | 103 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 52, 31, 20 | Frühlingsmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 140, Median 90, Max. 360 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,99 , Median 0,65 , Max. 2,15 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,5728 | < 0,0001 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | - 0,3285 | 0,0003 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,3146 | 0,0005 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,3144 | 0,0006 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,3038 | 0,0008 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2976 | 0,0011 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2844 | 0,0020 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | + 0,2780 | 0,0023 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,2961 | 0,0027 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,2717 | 0,0028 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2671 | 0,0033 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,2642 | 0,0037 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,2642 | 0,0037 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2613 | 0,0041 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,2501 | 0,0060 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2462 | 0,0068 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2453 | 0,0070 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2471 | 0,0072 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2417 | 0,0079 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2409 | 0,0081 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2387 | 0,0087 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,2356 | 0,0096 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2305 | 0,0113 |
| Zn ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2233 | 0,0141 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2193 | 0,0160 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,2190 | 0,0161 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2183 | 0,0165 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2174 | 0,0169 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | - 0,2130 | 0,0193 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2026 | 0,0260 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2044 | 0,0261 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,1998 | 0,0282 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,1998 | 0,0282 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,1906 | 0,0362 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1902 | 0,0366 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | + 0,2038 | 0,0388 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,1864 | 0,0406 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,1858 | 0,0412 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,1830 | 0,0443 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,1806 | 0,0472 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1350 im Vorderen Odenwald, 215 Ind./m ² , und Fläche 1500 im Hardtwald bei Karlsruhe, 360 Ind./m ² |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 112 bis 665 | 290 und 112 |
| Geologie / Bodentyp | 6x Braunerden (3x podsolige, 2x über Pelosolen, davon 1x pseudovergleyt) sowie 1x Parabraunerde, auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen | - mittelgründige, schwach podsolige Braunerde über Granit, - tiefgründige, schwach podsolige, leicht lessivierte Braunerde auf pleistozäner Flussniederterrasse (Kiese eingebettet in schluffigen Sand oder sandigen Lehm, ehemals bedeckt mit Flug- und Dünen sand) |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laubwaldgesellschaften (Fageten), 2x mit Nadelholzanteil | - artenarmes Luzulo-Fagetum, <i>Luzula sylvatica</i> -Fazies, Deckung Krautschicht ca. 20 %, keine Moosschicht - extrem artenarmes Luzulo-Fagetum, weitgehend ohne Kraut- und Moosschicht |
| Humus | F-Mull und Moder | - Moder, feinhumusreich, mittel humoser Boden (Ah 4,3%), geringe H.qualität (C/N 20,1, C/P 75), - Moder, mittel humoser Boden (Ah 5%), mittlere H.qualität (C/N 17, C/P 157) |

| | | |
|----------------------|---|--|
| pH (Ah) | 3,3 - 6,2 | 3,4 und 3,3 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | - schluffiger Sand, steinig, Krümelgefüge, - anlehmiger Sand, Einzelkorn- bis Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, meist (zumindest oberflächlich) kalkarme bis kalkfreie Böden, 1x karbonatreicher Boden auf dolomitischem Sandstein | basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | vorwiegend auf südexponierten oder ebenen Flächen, nie an einem Nordhang; nur auf Böden mit niedriger Wasserkapazität bei vermutlich guter horizontaler Leitfähigkeit | Südhang und Ebene; große geschlossene Waldgebiete; keine groben Makroporen im Ah-Horizont und keine Regenwurmgänge im Profil; Standorte nach der Krautschicht frisch (bis feucht ? Fl. 1350) bzw. schwer einzustufen (frisch ? Fl. 1500); Jahresniederschlagssummen 650-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

West- und Mitteleuropa: Irland, Großbritannien, Frankreich (?), Deutschland, Schweiz, Österreich; auch in Estland ? (nach einer Meldung von 1906). BELLINGER et al. (1996-2003) dagegen führen in ihrer Verbreitungskarte *X. tullbergi* für die europäische und die mediterrane Provinz sowie das festländische Mittelamerika.

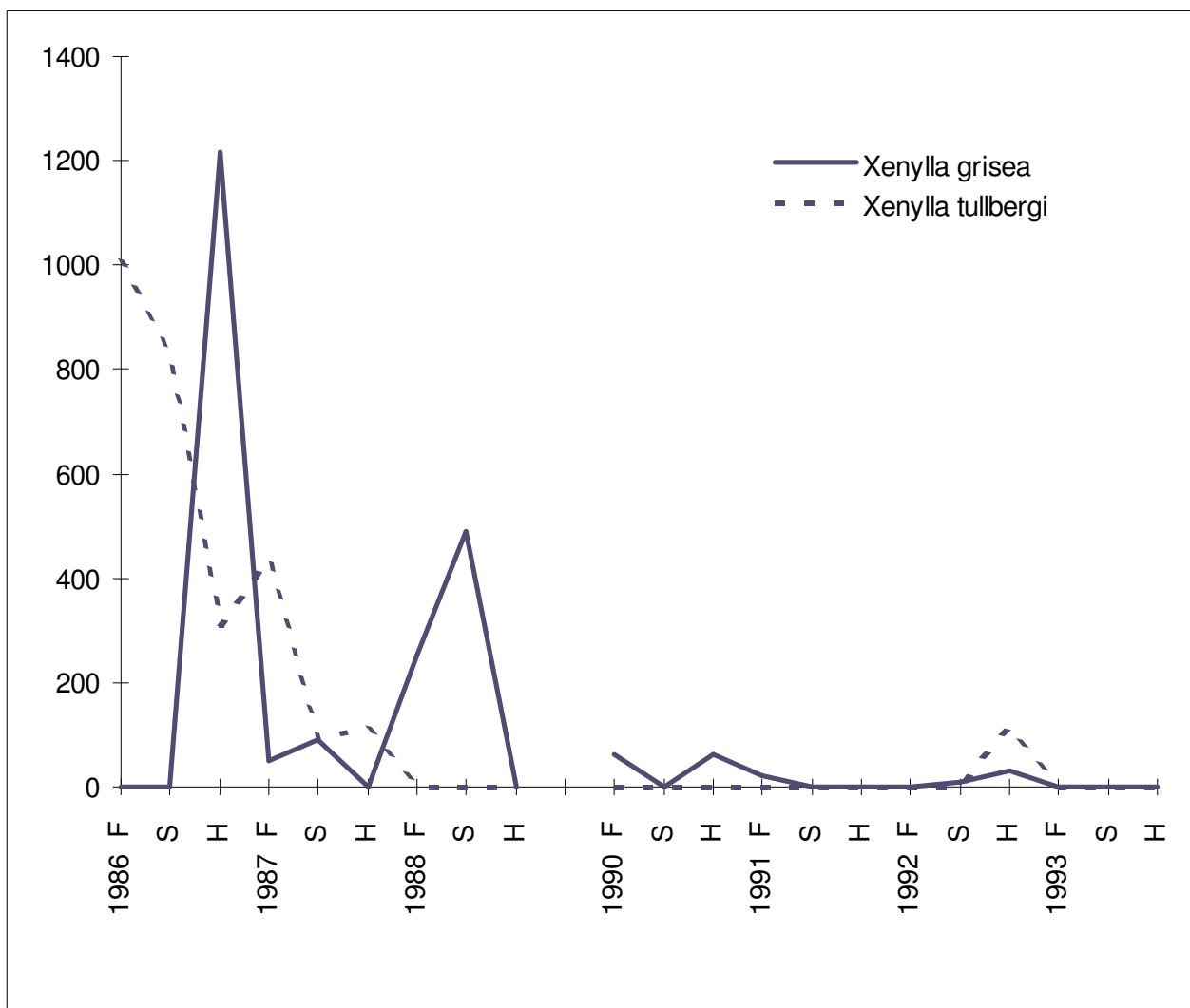
Die Art tritt zumeist in den tieferen Lagen auf, nach CHRISTIAN (1987) vor allem collin, fehlt den Gebirgen; höchster Fundort in Baden-Württemberg 665 m ü. NN. Für das Gebiet um Basel gibt GISIN (1943) als höchsten Fundort 660 m ü. NN an.

Biologie und Ökologie:

Xenylla tullbergi ist vorwiegend Waldbewohner, bevorzugt lichte, oligotrophente Gesellschaften (Nadel und Laub) wechsellückiger Standorte, meist auf Sandböden. Man findet sie aber auch in Nadelstreu über Kalk. Gelegentlich wurde sie im Offenland, insbesondere in Halbtrockenrasen angetroffen. Nach Literaturangaben (z.B. CHRISTIAN 1987, GISIN 1943) tritt die Art vor allem im Tiefland auf, ihre Abundanz auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen zeigt jedoch keine Korrelation zur Höhe ü. NN oder zu Klimavariablen. Hier scheint die Bevorzugung von Sandböden den Ausschlag zu geben.

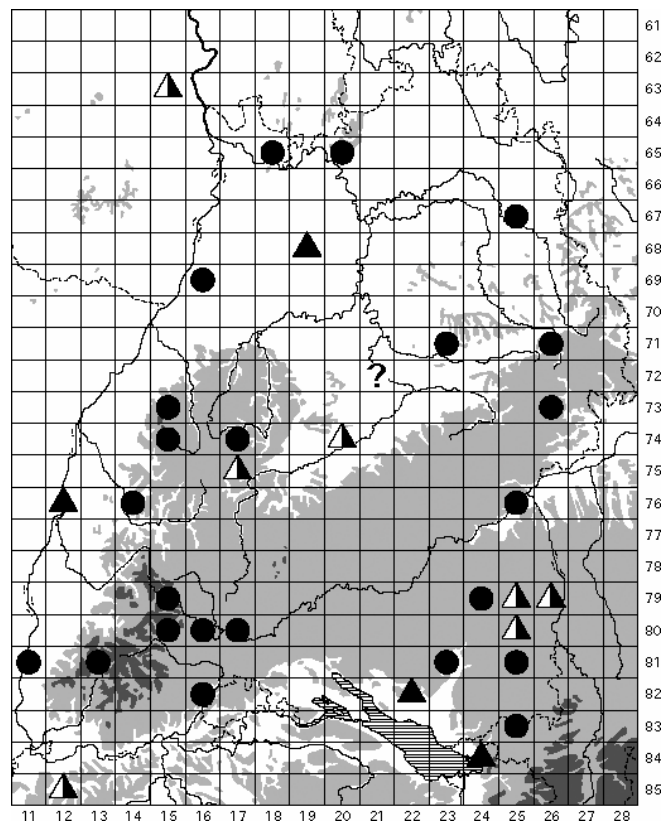
Die Tiere halten sich in der Streuauflage, in Moospolstern oder an der Rinde von Bäumen auf, besonders bei Bewuchs mit Epiphyten (Moose, Flechten), auch unter morscher Rinde von Stubben. Bezüglich der Feuchte lässt sich *X. tullbergi* als mesophil und xerotolerant einstufen. BOCKEMÜHL (1956) fand sie im Gebiet in sehr großer Zahl am Spitzberg bei Tübingen in verschiedenen Waldgesellschaften (oft mit Kiefern), aber auch im benachbarten Mesobrometum. Nur die trockensten und sehr feuchten Bereiche wurden gemieden. Vor Nässe und Trockenheit zogen sich die Tiere in den Boden zurück (bis 20 cm Tiefe). Die Art war ganzjährig häufig. Aus

dem Pfälzerwald liegen ebenfalls Angaben über hohe Dichten von *X. tullbergi* vor (FRITSCH 1994): 398 m ü. NN, Kiefernforst mit Heidelbeere und Adlerfarn auf Podsol-Braunerde aus Buntsandstein, viele Moosposter am Boden, viele epiphytische Flechten an den Stämmen. In Kalkungsversuchen erwies sich *X. tullbergi* als acidotolerant bzw. eury-acidophil, oligo-caliciphil, oligo-magnesiphil, anitrophil, weshalb FRITSCH ihr einen hohen bioindikatorischen Wert beimisst. Die Probenahmen erfolgten im Januar, und die Abundanz auf der Kontrollfläche betrug maximal 26000 Ind./m². Nach den Befunden von KRAUB (1996, Fichtenforste auf der Schwäbischen Alb bei Ulm) können Abundanzmaxima auch im Juli und August erreicht werden. Das Phänologie-Diagramm für die Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg (siehe unten) zeigt auffallend hohe Abundanzen in den Jahren 1986 und 1987 bei Maxima im Frühling. Danach trat die Art erst wieder im Herbst 1992 in Erscheinung.



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Xenylla grisea* und *Xenylla tullbergi* 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die jeweilige Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Willemia anophthalma BÖRNER, 1901



Ergebnisse:

| | | |
|--|--|---|
| Frequenz (von 63) | 23 | möglicherweise in ganz Baden-Württemberg verbreitet, geringe Zahl an Fundorten in Gebieten mit kalkhaltigen Böden; die Verbreitung der Art im Land bedarf aber weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 421 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 18, 83, 320 | Maximum im Herbst (Ähnlichkeit zu <i>W. aspinata</i>) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 155, Median 30, Max. 1190 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,78 , Median 0,14 , Max. 7,0 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,4216 | < 0,0001 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,3920 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3737 | < 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,3708 | 0,0001 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3432 | 0,0002 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3302 | 0,0003 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,3236 | 0,0004 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3136 | 0,0006 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3093 | 0,0007 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2981 | 0,0011 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgängen] | 56 | - 0,2993 | 0,0011 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2863 | 0,0017 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2853 | 0,0017 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2836 | 0,0018 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2806 | 0,0021 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2800 | 0,0021 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2760 | 0,0024 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2734 | 0,0027 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2719 | 0,0028 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2707 | 0,0029 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2673 | 0,0033 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2615 | 0,0041 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2608 | 0,0042 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2567 | 0,0048 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2552 | 0,0051 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2551 | 0,0051 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2535 | 0,0054 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2540 | 0,0057 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,2452 | 0,0071 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,2421 | 0,0078 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2416 | 0,0079 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2391 | 0,0086 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2368 | 0,0093 |
| Cu ges. im Ah | 57 | - 0,2328 | 0,0105 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2259 | 0,0131 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2257 | 0,0131 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2446 | 0,0131 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2235 | 0,0141 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2256 | 0,0141 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2230 | 0,0152 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2208 | 0,0153 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2196 | 0,0168 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2152 | 0,0180 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2115 | 0,0201 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,2102 | 0,0209 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2030 | 0,0258 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2009 | 0,0273 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2000 | 0,0280 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1998 | 0,0282 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1996 | 0,0283 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,1986 | 0,0292 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,1986 | 0,0292 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1958 | 0,0314 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | - 0,1887 | 0,0381 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,1875 | 0,0413 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 110- 1190 Ind./m ² , n=6 |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 490 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen u. Auengley) | vorw. Braunerden, 1x Parabraunerde, 4 v. 6 podsolig und pseudovergleyt, auf Moränenmaterial, Flussterrassensand, Buntsandstein oder Gneis |
| Vegetation | eutröphente Laubwaldgesellschaften bis oligotrophente Nadelwaldgesellschaften | vorw. oligotrophente Laub-, Misch- und Nadelwälder submontaner u. montaner Lagen, in der Krautschicht 4x Heidelbeere (sub)dominant, 1x Asperulo-Fagetum (frischer Eichen-Buchenwald) der montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull (1x) bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 9 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 4-13 %), 1x sehr hohe H.qualität (C/N 9,8, C/P 61), i.d.R. mittlere bis geringe H.qualität (C/N 14,4-20,6, C/P 90-412, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,0 - 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | anlehmiger und 3x lehmiger Sand sowie sandiger und sandig-toniger Lehm, oft (sehr) steinige Böden, meist Einzelkorn- oder Krümelgefüge, 1x Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | (sehr) basenarme, zumindest im Oberboden immer karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | keine flachgründigen Böden wie z.B. die Rendzinen u. Terraes fuscae der Schwäbischen Alb, i.d.R. sehr geringe Lagerungsdichte der Ah-Horizonte (1x gering), Böden immer ohne Regenwurmgänge im Profil; feuchte bis mäßig frische Standorte (auf Sandböden evtl. mit Trockenperioden); Jahresniederschlagssummen 700-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-8°C |

Allgemeine Verbreitung:

Die Angaben in der Literatur differieren: CHRISTIAN (1987) nennt die Art kosmopolitisch, im Verzeichnis von SALMON (1964) sind nur Meldungen aus Europa (incl. Spitzbergen, Jan Mayen, Island und Grönland) sowie von Nordamerika enthalten. BELLINGER et al. (1996-2003) geben die (zirkumpolare) arktisch-subarktische Provinz und große Teile der Paläarktis an, aber auch die Pampas Südamerikas. In Europa ist *W. anophthalma* wohl durchgehend verbreitet (z.B. nach GISIN 1960a: „von Lappland bis Algerien und von den Pyrenäen bis Polen“). Die Vorkommen erstrecken sich vertikal vom Tiefland bis in die alpine Stufe (2300 m ü. NN in den Schweizer Alpen, GISIN 1943).

Biologie und Ökologie:

Wegen der Verwechslungsgefahr mit verwandten Taxa (*W. intermedia*, *W. scandinavica*, *W. budenbrocki*) sind ältere Angaben über das Auftreten von „*W. anophthalma*“ zum Teil mit Vorsicht zu behandeln. Erwiesenermaßen gilt die Art als acidophiler Bewohner von Laub- und Nadel-

wäldern. Dort wird sie in der Streuauflage wie auch im Humus und Mineralboden darunter angetroffen, aber auch im Mulm unter der Rinde abgestorbener Bäume. Sie scheint trockene wie nasse Biotope zu meiden (BOCKEMÜHL 1956). Ihre Vorkommen reichen aber über den Wald hinaus und auch in basenreiche Böden, sodass sie prinzipiell in kleiner Zahl fast überall gefunden werden kann. GISIN (1943) zitiert Meldungen aus Grönland und Lappland, wonach *W. anophthalma* in den Tundren weit höhere Dichten erreichen soll als in den gemäßigten Breiten Mitteleuropas. Laut CHRISTIAN (1987) ist die Fortpflanzung parthenogenetisch.

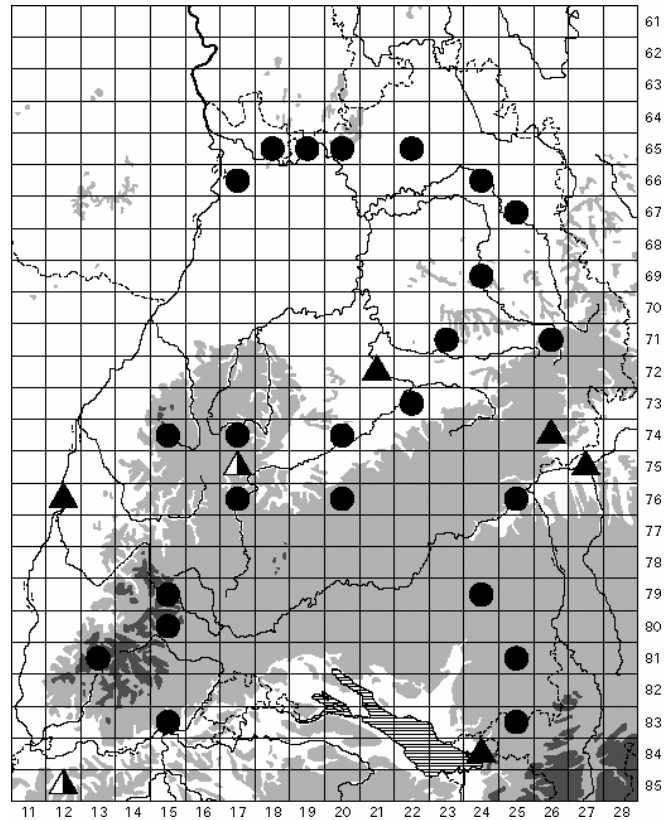
Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen bevorzugt *W. anophthalma* deutlich basenarme, saure Böden unter oligotrophenten Waldgesellschaften, vorwiegend in montanen Lagen mit kühlem, humidem Klima. Die höchste Abundanz wurde regelmäßig im Herbst erreicht (vgl. Phänologie-Diagramm im nächsten Abschnitt bei *W. aspinata*). Auch Angaben von BOCKEMÜHL (1956) und FRITSCH (1994) lassen auf ein Maximum im Herbst/Winter schließen.

W. anophthalma zeigt in ihrem Auftreten (Präsenz/Absenz) auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen eine signifikant positive Korrelation zu *W. aspinata* (Kendall's tau + 0,3556, vgl. Anhang A 5 im ersten Band). Die beiden Arten kamen 14mal syntop vor. Andererseits zeigten gemeinsame Vorkommen oft eine deutliche Dominanz einer Art oder zeitlich alternierende Abundanzmaxima. Auch wurden die höchsten Fangzahlen der beiden Taxa auf verschiedenen Flächen festgestellt.

Willemia aspinata STACH, 1949

Syn. *Willemia anophthalma* var. *inermis* BÖRNER, 1901;

Willemia inermis BÖRNER; GISIN, 1950



Ergebnisse:

| | | |
|--|--|---|
| Frequenz (von 63) | 24 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, größere Lücken bedürfen noch der Klärung (Kraichgau, Oberrheinebene, Schwäbische Alb und Hegau) |
| Gesamtfangzahl | 265 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 55, 44, 166 | Herbstmaximum (ähnlich <i>W. anophthalma</i>) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 70, Median 20, Max. 490 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,34 , Median 0,18, Max. 2,25 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,3838 | < 0,0001 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,3676 | 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3516 | 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,3465 | 0,0001 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,3417 | 0,0002 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3400 | 0,0002 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,3400 | 0,0002 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3416 | 0,0002 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,3393 | 0,0002 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,3356 | 0,0002 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3280 | 0,0003 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3223 | 0,0004 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,3222 | 0,0004 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3190 | 0,0005 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | - 0,3184 | 0,0005 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,3120 | 0,0006 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,3112 | 0,0006 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3015 | 0,0009 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,2960 | 0,0011 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2914 | 0,0014 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2882 | 0,0015 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2877 | 0,0016 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,2728 | 0,0027 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2438 | 0,0074 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | - 0,2365 | 0,0094 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 57 | + 0,2300 | 0,0115 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2297 | 0,0116 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2292 | 0,0118 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2287 | 0,0120 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,2276 | 0,0124 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2246 | 0,0136 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2201 | 0,0166 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,2106 | 0,0207 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2091 | 0,0216 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2081 | 0,0223 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2057 | 0,0238 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | - 0,2044 | 0,0247 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2003 | 0,0278 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1992 | 0,0287 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1971 | 0,0304 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,1927 | 0,0343 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1934 | 0,0353 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,1902 | 0,0367 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,1858 | 0,0412 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,1854 | 0,0416 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1840 | 0,0432 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,1831 | 0,0442 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1830 | 0,0444 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,1804 | 0,0475 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 70 -490 Ind./m ² , n=7 (incl. Fläche 1341 obwohl nur in zwei Jahren beprobt) |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 410 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzina) | ausschließlich Braunerden, 5 von 7 podsolig, 2 von 7 pseudovergleyt, auf (z.T. tonreichem) Sandstein (so, km3, km4) oder Grundgebirge (Granit, Gneis), |

| | | |
|----------------------|--|--|
| | | 1x lessivierte Braunerde auf Endmoräne (Risseiszeit, Schotter in Mergel) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorw. oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder submontaner und montaner Lagen (Luzulo-Fageten/ Luzulo-Abieteten), 1x Asperulo-Fagetum (frischer Eichen-Buchenwald) der montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | 2x F-Mull und 5x Moder, organ. Auflage bis 14 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3,4-12,9 %), 1x sehr hohe H.qualität (C/N 9,8, C/P 61), i.d.R. mittlere bis sehr geringe H.qualität (C/N 17,4-28,4, C/P 95-212, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,0 | 3,2 - 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | 3x schluffiger Sand, 2x lehmiger Sand, sandiger Lehm und sandig-toniger Lehm, meist (sehr) steinige Böden, Krümel- oder Einzelkorngefüge (1x Krümel- bis Subpolyederggefüge) |
| Basen | basenreiche und basenarme, vorw. kalkarme Böden, nur 1x auf kalkreichem Boden (im Ah-Horizont) | (sehr) basenarme, zumindest im Oberboden immer karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt, Lagerungsdichte i.d.R. sehr gering (1x gering), in den Bodenprofilen keine Regenwurmgänge; mäßig trockene bis mäßig feuchte Standorte, auf den Sandböden z.T. mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 700-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

W. aspinata STACH, 1949 gilt als europäische Art: Die Vorkommen reichen einerseits von Finnland über Norwegen und die Britischen Inseln sowie andererseits über Polen, die Karpaten, Österreich, die Schweiz und Deutschland bis zu den Pyrenäen. *W. denisi* MILLS, 1932 dagegen ist weit verbreitet in der Holarktis (nach BELLINGER et al. 1996-2003, offenbar incl. *W. aspinata*). FJELLBERG (1985) hat seine Angaben über norwegische Vorkommen von *W. aspinata* (in FJELLBERG 1980) zu *W. denisi* revidiert. Auch die als *W. aspinata* gemeldeten Funde von Großbritannien und Irland führt HOPKIN (2002-2003) nunmehr unter *W. denisi*. Für Deutschland geben SCHULZ et al. (2002) beide Arten an.

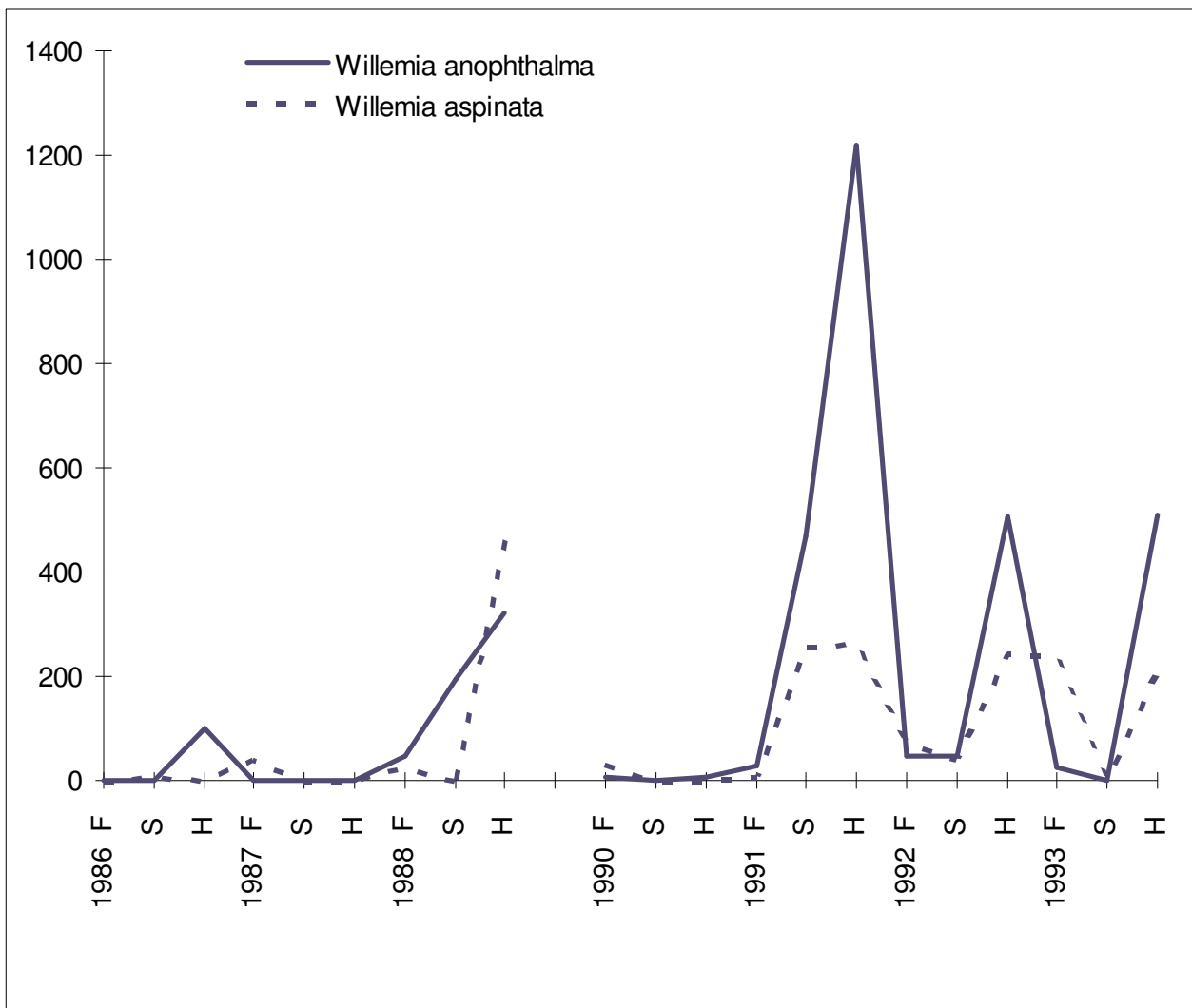
Biologie und Ökologie:

W. aspinata gilt verschiedenen Autoren als Bewohner von Nadelwäldern, seltener Laubwäldern. Dort wird sie in der Streuauflage, im Humus und im Mineralboden darunter angetroffen, aber auch im Mulm unter der Rinde abgestorbener Bäume. Sie ist nach Literaturangaben weniger häufig als *W. anophthalma*. Ihre Acidophilie soll schwächer ausgeprägt sein als bei voriger Art (FRITSCH 1994), was nach den Befunden der hiesigen Untersuchung aber nicht bestätigt werden kann. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen scheint *W. aspinata* ähnliche Präferenzen zu besitzen wie *W. anophthalma*: Sie bevorzugt deutlich basenarme, saure Böden unter oligo-

traphenten Waldgesellschaften, vorwiegend in montanen Lagen mit kühlem, humidem Klima. Das Phänogramm (siehe unten) lässt keine eindeutigen Schlüsse zu, evtl. erreicht die Art ihr Abundanzmaximum meist im Herbst/Winter. Im Auftreten zeigt *W. aspinata* eine sigifikant positive Korrelation zu *W. anophthalma* (nähere Angaben siehe dort). Allerdings wurden die höchsten Individuenzahlen auf verschiedenen Flächen erreicht.

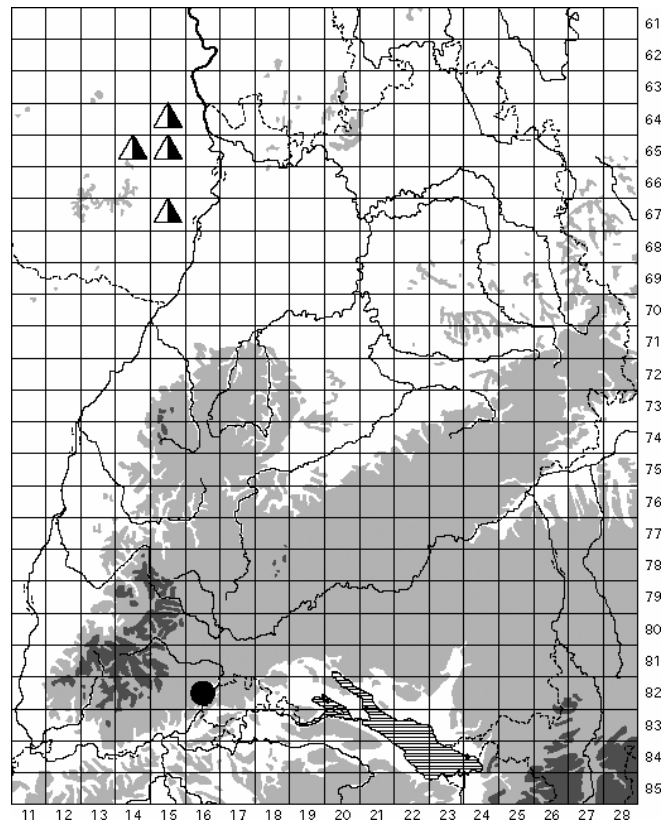
Taxonomie:

FJELLBERG (1985) kommt zu dem Schluss, dass es sich bei *W. aspinata* STACH, 1949 um ein Juniorsynonym von *W. denisi* MILLS, 1932 handelt. BELLINGER et al. (1996-2003) führen in der „Checklist of the Collembola of the World“ beide Arten, geben für *W. aspinata* aber keine Verbreitungskarte. „*Inermis*“ ist als Artname nicht prioritätsberechtigt, da BÖRNER diese Form ausdrücklich als Aberration bezeichnet hat (GISIN 1960a).



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Willemia anophthalma* und *W. aspinata* 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die jeweilige Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Willemia scandinavica STACH, 1949; HÜTHER, 1962



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang einziger Nachweis aus Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1240 im mittleren Wutachgebiet bei Stühlingen; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 1 | seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 1 | nur im Herbst 1991 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1240, Jahresmittel 1991) | 30 Ind./m ² / 0,18 % | |

Fläche 1240

| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 550 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Süd-Südost, Hangneigung 5 % |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Pararendzina-Braunerde aus Tonmergelstein des Oberen Muschelkalks |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum) mit forstlichem Fichten- und Kiefernanteil, mächtigste Art in der lückigen Krautschicht ist <i>Hedera helix</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 14,5 %, C/N 12,7, C/P 66 |
| pH (Ah) | 7,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, steinig, Krümelgefüge |

| | |
|---------------|--|
| Basen | sehr basenreicher (Ca und Mg), karbonathaltiger Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont, auch der Molybdängehalt ist mit 5,1 mg/kgTS ungewöhnlich hoch |
| Feuchte | mäßig frisch, sommerliche Trockenperioden möglich |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte, mit groben Makroporen (d > 2 mm) aber ohne Regenwurmgänge |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 850-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-8 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Bekannt von Spitzbergen, aus Norwegen, Finnland, England, Deutschland und Österreich. Zusätzlich werden bei BELLINGER et al. (1996-2003) noch die mediterrane Provinz und von SCHULZ et al. (2002) auch Nordamerika zum Areal der Art gerechnet.

Die Fundorte reichen vertikal vom Meeresstrand bis ins Hochgebirge (Norwegen: Jotunheimen, FJELLBERG 1980).

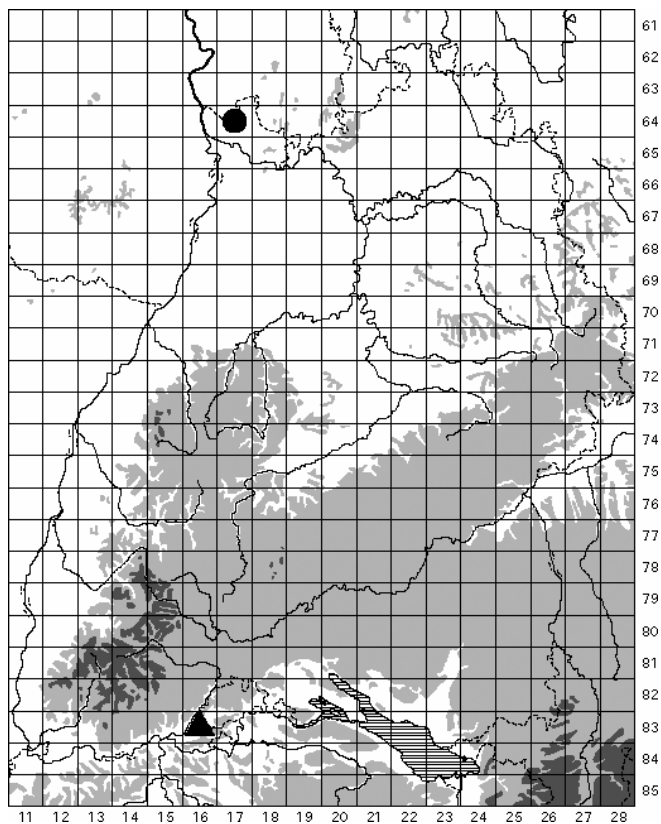
Biologie und Ökologie:

Willemia scandinavica scheint eine seltene Form zu sein, und die Angaben über ihre Lebensweise können sich nur auf wenige Befunde stützen. FJELLBERG (1980) traf die Art in Grasnarben trockenen Grünlands sowie in Moosen (nass und trocken), z.B. in der Tundra Spitzbergens und in trockenen Flussbetten Norwegens. HÜTHER (1962) fand sie vereinzelt in Weinbergböden der Pfälzer Oberrheinebene und des Haardtrandes. Die Tiere schienen sich bevorzugt in 10-20 cm Bodentiefe aufzuhalten, angetroffen wurden sie bei 0-50 cm. *W. scandinavica* ist demnach ein xerotoleranter Bewohner offener Standorte. Auch auf der Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1240 dürfte der Boden im Sommer gelegentlich austrocknen (siehe keine Regenwurmgänge im Ah-Horizont). Aus Österreich dagegen ist *W. scandinavica* nur aus zwei Höhlen bekannt geworden, weshalb CHRISTIAN (1987) sie als troglophil einstuft. Dies hat aber offenbar nur regionale Gültigkeit. Die Vorkommen in Süddeutschland und Österreich liegen in Gebieten mit vorwiegend basen- bzw. kalkreichen Gesteinen, auf diejenigen Nordeuropas scheint das nicht zuzutreffen.

Taxonomie:

In der Gattung *Willemia* herrschte lange Zeit Unklarheit über die Abgrenzung der Taxa. Die hier angewandte Sichtweise geht zurück auf die Revision HÜTHERS (1962).

Brachystomella curvula GISIN, 1948



Ergebnisse:

| | | |
|--|----------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang nur zwei Fundorte in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1520 in der Rheinebene bei Weinheim und Grünland-Dauerbeobachtungsfläche 2240 „Orchideenwiese“ bei Küssnach im Wutachgebiet |
| Gesamtfangzahl | 28 | sehr gering, seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 28 | nur im Herbst 1991, aus zwei (von drei) Bodenproben: 19 und 9 Individuen |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1520, Jahresmittel 1991) | | 860 Ind./m ² / 3,4 % |

Fläche 1520

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 98 |
| Höhenstufe, Exposition | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige, schwach podsolige und leicht lessivierte Braunerde auf pleistozäner Flussniederterrasse mit Flugsandbedeckung; unter dem 4 cm mächtigen Aeh ist noch ein 31 cm starker Ah-Horizont ausgebildet [Angaben in eckigen Klammern] |
| Vegetation | oligotrophenter Eichen-Buchenwald (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum oder „Fago-Quercetum“) mit hohem forstlichem Kiefernanteil, Kraut- |

| | |
|----------------------|---|
| | schicht weitgehend fehlend, wo vorhanden überwiegend junge Gehölze (<i>Prunus serotina</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer platanoides</i>) |
| Humus | feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 5 cm, Humusgehalt Aeh: 5,3 % [Ah: 0,76 %], C/N 25,7 [13,3], C/P 235 [52] (> 200 gilt als gestört) |
| pH (Aeh) | 3,3 [Ah: 3,6] |
| Bodenart, Gefügeform | Sand, Einzelkorngefüge [ebenso] |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier Boden, geringe [sehr geringe] Elastizität gegen Säuretoxizität im Aeh-Horizont [Ah-Horizont] |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cu ges. im Aeh-Horizont sowie von Cu in der organ. Auflage [im Ah-Horizont keine Überschreitungen von Hintergrundwerten] |
| Feuchte | schwer einzustufen: mäßig frisch mit sommerlichen Trockenperioden ? |
| Sonstiges | Aeh-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte [Ah-Horizont stark durchwurzelt bei mittlerer Lagerungsdichte], Wasserkapazität Aeh 20,7 % [Ah 13,7 %], in den tieferen Horizonten geringer |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 550-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 9-10 °C |

Der Standort ist im Vergleich der Wald-Dauerbeobachtungsflächen arten- und individuenarm (28 Collembolenarten, mittlere Gesamtabundanz 10.500 Ind./m²).

Allgemeine Verbreitung:

Bekannt aus der Schweiz (Tessin, Wallis), aus Ungarn (nach HÜTHER 1969 ohne nähere Angaben), Österreich (ein Fundort im Burgenland bei Hornstein) und Deutschland (Mainzer Sande sowie zwei Fundorte in Baden-Württemberg bei Weinheim und Küssnach).

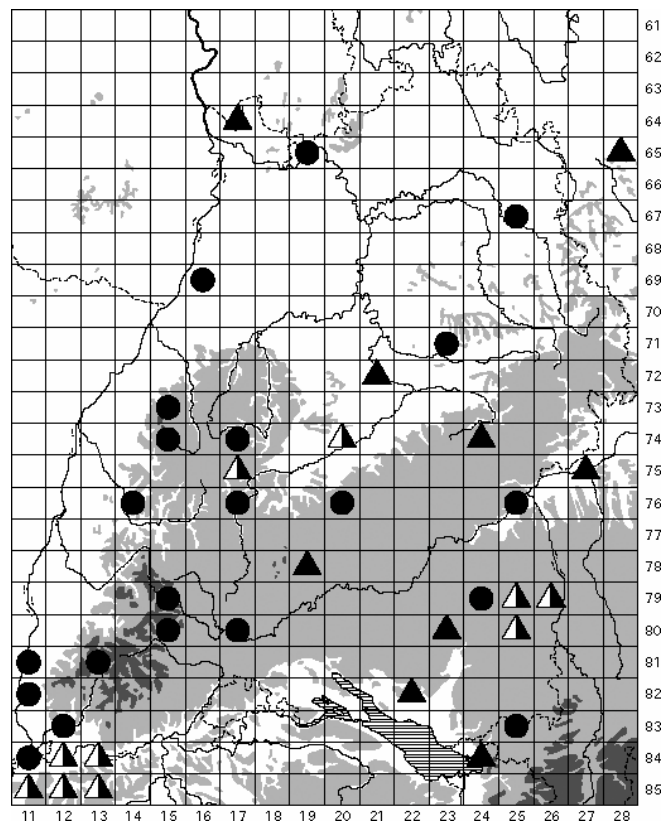
BELLINGER et al. (1996-2003) fassen das Areal weiter. Offenbar liegen auch Meldungen aus den Mittelmeergebiet und von Inseln im Nordatlantik („makaronesische Region“: Azoren, Madeira, Kanaren, Kapverden) vor.

Biologie und Ökologie:

Die Art wurde von GISIN aus trockenem Grünland und Weinbergen im Tessin beschrieben, seither sind nur wenige weitere Funde bekannt geworden. *B. curvula* findet sich im Gegensatz zur nahe verwandten *B. parvula* (SCHÄFFER, 1896) an sonnigen, trockenen Standorten und ist xerotolerant. Sie lebt vor allem interstitiell in Sandböden (vgl. obige Fundortbeschreibung, für das Burgenland auch CHRISTIAN 1987) aber offenbar auch in kalkreichen Böden (bei Küssnach). Ihre Ernährungsweise ist, nach dem Bau der Mundwerkzeuge zu schließen, schabend- oder ritzend-saugend.

SCHALLER (1951) gibt für das Trockengebiet der Mainzer Sande *B. parvula* in großer Zahl und Konstanz an. Wahrscheinlich entfällt davon ein erheblicher Anteil auf *B. curvula*, die dem Autor noch nicht bekannt gewesen sein dürfte. HÜTHER (1969) äußert diesen Verdacht, nachdem er elf Exemplare von *B. curvula* im selben Gebiet nachweisen konnte.

Friesea mirabilis (TULLBERG, 1871)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 23 | vermutlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, doch geringere Fundortdichte in den tiefer gelegenen Landesteilen |
| Gesamtfangzahl | 628 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 203, 190, 235 | ganzjährig etwa gleichmäßig (?) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 250, Median 45, Max. 1180 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,23 , Median 0,49 , Max. 5,73 | |

Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit

| | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,4813 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,4216 | < 0,0001 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3749 | < 0,0001 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,3603 | 0,0001 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3581 | 0,0001 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,3545 | 0,0001 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3454 | 0,0002 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3411 | 0,0002 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,3361 | 0,0002 |

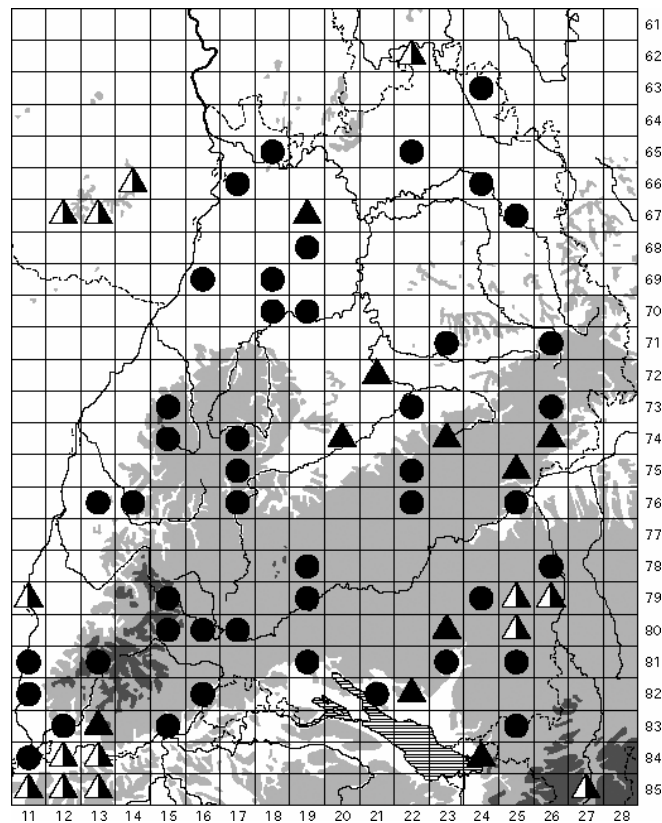
| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,3339 | 0,0002 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3280 | 0,0003 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,3271 | 0,0003 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3184 | 0,0005 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,3103 | 0,0007 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,3074 | 0,0007 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2991 | 0,0010 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2883 | 0,0015 |
| Artenzahl Moose in der Moossschicht | 57 | + 0,2830 | 0,0019 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2854 | 0,0019 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2763 | 0,0024 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2737 | 0,0026 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2682 | 0,0032 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2634 | 0,0038 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2594 | 0,0044 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2587 | 0,0045 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2585 | 0,0045 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2552 | 0,0050 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,2560 | 0,0053 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2521 | 0,0056 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2468 | 0,0067 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2447 | 0,0072 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,2410 | 0,0081 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2384 | 0,0088 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2375 | 0,0091 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,2342 | 0,0101 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2306 | 0,0113 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2299 | 0,0115 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2294 | 0,0117 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2229 | 0,0143 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2208 | 0,0153 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2197 | 0,0158 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2184 | 0,0164 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2181 | 0,0166 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,2165 | 0,0174 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2129 | 0,0193 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | - 0,2115 | 0,0201 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2098 | 0,0212 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,1998 | 0,0282 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,1966 | 0,0308 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,1952 | 0,0320 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1911 | 0,0357 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1892 | 0,0376 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,1867 | 0,0403 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,1803 | 0,0476 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 220 -1180 Ind./m ² , n=6 |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 112 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen) | 5x podsolige Böden: 1x Ranker und 4x Braunerden auf Grundgebirge (Gneis), Buntsandstein oder Terrassensand und -kies, aber 1x pseudovergleyter Pelosol aus Tonmergel (ku) am Dinkelberg |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | 5x oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder (Luzulo-Fagetum in der Rheinebene bis Vaccinio-Abieteten im Schwarzwald), aber auch 1x eutraphenter Laubwald (Buchen, Eichen, Eschen) am Dinkelberg |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | 3x rohhumusartiger Moder, 1x typischer Moder, 1x F-Mull bis mullartiger Moder und 1x L-Mull, organische Auflage bis 17 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3-12 %), hohe bis geringe Humusqualität (C/N 10,4-24,4, C/P 82-207, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,0 | 3,1 - 5,9 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | 5x Sandböden (schluffiger, 3x anlehmiger und lehmiger Sand), z.T. steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, sowie 1x schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 5x basenarme, karbonatfreie Böden, 1x basenreicher, nur oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | vorw. (bis auf eine Fläche im Alpenvorland) in großen geschlossenen Waldgebieten: 3x Schwarzwald sowie Dinkelberg und Hardtebene bei Karlsruhe; meist (4 von 6) nur mittlere Durchwurzelungsintensität der Ah-Horizonte; mäßig trockene (wechselfrische) bis frische Standorte; Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut BELLINGER et al. (1996-2003) erstreckt sich das Areal der *F. mirabilis* im Wesentlichen auf die Holarktis. Die Vorkommen sollen von der arktisch-subarktischen Region bis an den Rand der tropischen Zone reichen (bis Mittelamerika, die Karibik und Südostasien). Auch aus Südafrika und Australien ist die Art offenbar gemeldet worden (tatsächlich konspezifisch ? eingeschleppt ?). In Europa dürfte *F. mirabilis* durchgehend verbreitet sein.

Neanura muscorum (TEMPLETON, 1835)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 51 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 207 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 44, 82, 81 | Minimum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 40, Median 30, Max. 230 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,20 , Median 0,15 , Max. 0,75 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 50 -230 Ind./m², n=14 (incl. Fläche 1211 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 235 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina-Terra fusca aus Weißjurakalk über Parabraunerden aus Löss bis zur podsoligen Braunerde oder dem posoligen Ranker aus Granit bzw. Sandstein), keine Auenböden |

| | | |
|---------------|---|--|
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder, höchste Werte in oligotraphenten Waldgesellschaften mit spärlicher bis dichter Mooschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull, Moder und 1x rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, mittel bis (1x) extrem humose Böden (Ah 3-17%), sehr hohe (2x) bis sehr geringe H.qualität (C/N 6,9-34,2, C/P 36-412, > 200 gilt als gestört), höchste Dichten bei mittlerer bis sehr geringer Humusqualität |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,0 - 5,4 (höchste Werte bei pH < 4,0) |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, auch (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme Böden (höchste Werte aber in den basenarmen), zumindest oberflächlich entkalkt, Ah-Horizonte immer karbonatfrei |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage (höchste Dichten bei Überschreitung der Hintergrundwerte von Pb ges. im Ah und in der organ. Auflage) |
| Sonstiges | | Standorte mäßig frisch (z.T. mit sommerlicher Trockenperiode) bis frisch oder feucht; Jahresniederschlagssummen 600-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5,5-10 °C |

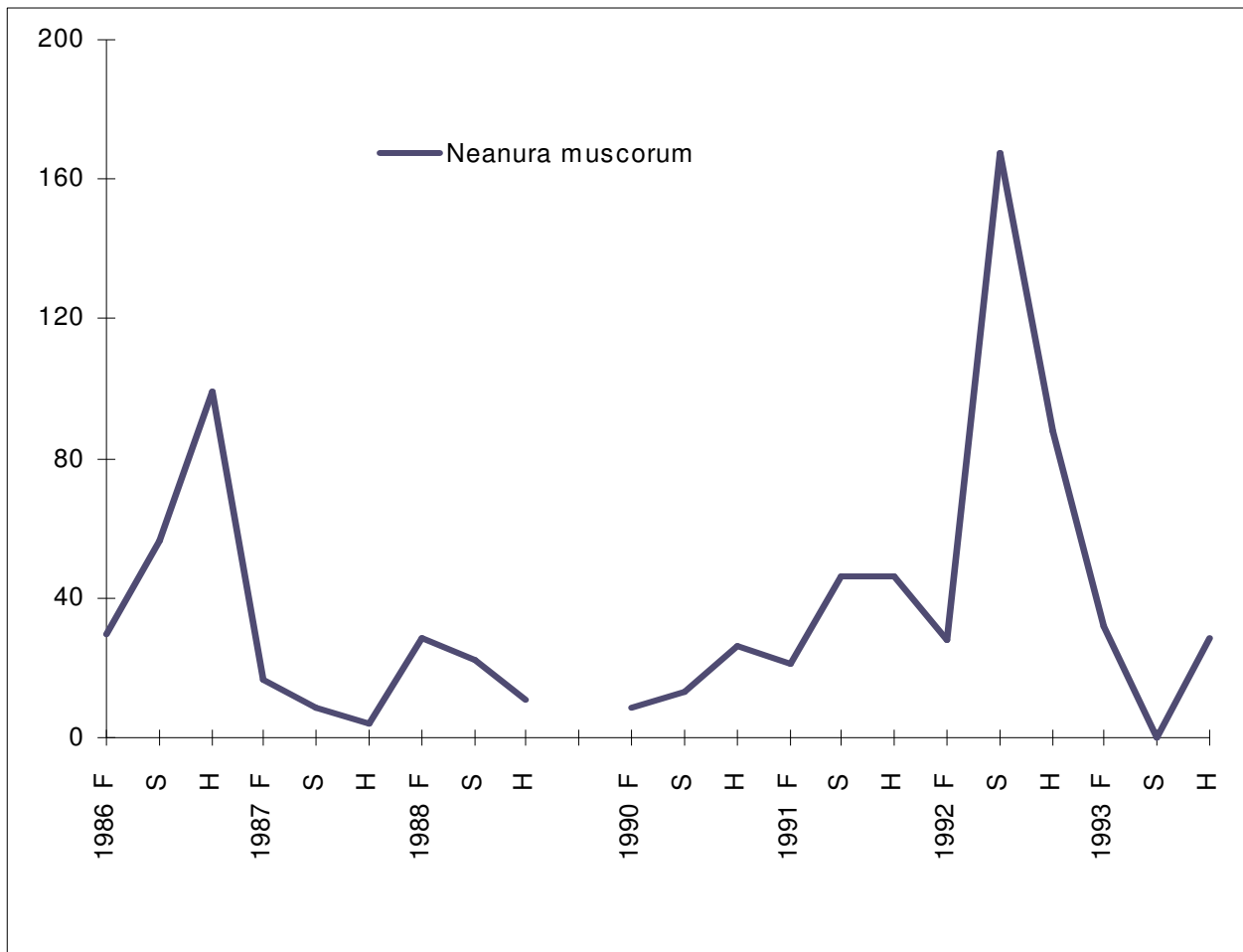
Allgemeine Verbreitung:

Kosmopolit. Aus der Verbreitungskarte von BELLINGER et al. (1996-2003) ist zu entnehmen, dass die Art vor allem in der Holarktis weit verbreitet ist; Meldungen liegen aber von allen Erdteilen außer dem antarktischen Gebiet vor. Zum Teil wird es sich dabei um eingeschleppte Vorkommen handeln, z.B. in der Kapregion Südafrikas.

Biologie und Ökologie:

Neanura muscorum tritt in der Bodenstreu von Wäldern des Untersuchungsgebietes annähernd ubiquitär auf. Ihre Vorkommen reichen aus diesen hinaus in Gehölzformationen wie Gebüsch, Hecken oder Streuobstwiesen (z.B. RUPP 1985, BOCKEMÜHL 1956, GISIN 1943). Nach anderen Autoren sind einzelne Funde auch von Äckern, Grünland und aus Höhlen bekannt. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen zeigt die Art in den (mit einer Ausnahme) oligotraphenten Nadelwäldern signifikant höhere Abundanzen als in den eutraphenten Laubwäldern wie auch oligotraphenten Buchenwaldgesellschaften. In Böden mit sehr geringer Säureelastizität können signifikant höhere Individuendichten festgestellt werden als bei sehr hoher Säureelastizität (U-Rangtest, $\alpha = 0,05$). Das Phänogramm lässt keine festen jährlichen Rhythmen erkennen. Trotz ihrer weiten Verbreitung erreicht *Neanura muscorum* nirgends hohe Abundanzen, die mehrjährigen Mittel ihrer Dominanz liegen stets unter 1 %. Die hier dargestellten Befunde werden durch Literaturangaben weitgehend bestätigt. Die Tiere halten sich vorwiegend in der Streuauflage oder unter bzw. an morschem Holz am Boden auf. WOLTERS (1983) erhielt sie auch

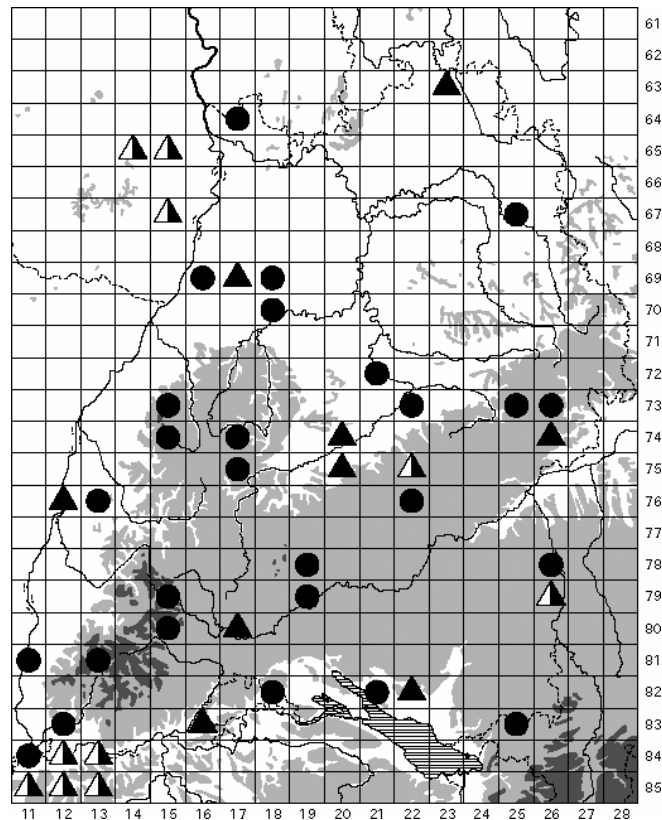
aus Baumelektoren. Nach dem Bau ihrer Mundwerkzeuge wird *Neanura muscorum* von DUNGER (1983) den „stechenden Saugern“ zugeordnet. Diese sollen „flüssige Zersetzungsprodukte mit Protozoen und Mikroorganismen aufsaugen bzw. Pilzhyphen anstechen und deren Inhalt aufnehmen“ (DUNGER zit. SHARMA).



Mittlere Abundanz [Ind./m²] von *Neanura muscorum* 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Genus *Pseudachorutes* s.l.

Bei den Fängen auf den Dauerbeobachtungsflächen handelt es sich um ein Konglomerat mehrerer Taxa. Die folgenden Angaben sind nicht auf eine Art zu beziehen. Verbreitung und Autökologie der Angehörigen der Gattung im Land bedürfen noch der Bearbeitung.



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 30 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet; zu Vorkommen einzelner Arten können keine verlässlichen Angaben gemacht werden, Nachweise aus dem Land und angrenzenden Gebieten siehe in Kapitel III |
| Gesamtfangzahl | 139 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 30, 81, 28 | Maximum im Sommer, geht zurück auf den Fang von 69 Juvenilen auf Fläche 1160 in einer Probe 1991 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 40, Median 15, Max. 590 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,25 , Median 0,08 , Max. 3,75 | |

Die meisten der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Exemplare waren juvenil, und nur sieben Tiere konnten bis zur Art bestimmt werden: fünf *Pseudachorutes dubius* KRAUSBAUER, 1898 und zwei *Pseudachorutes subcrassus* TULLBERG, 1871. Daneben sind in Baden-Württemberg nachgewiesen: *Pseudachorutes boernerii* SCHÖTT, 1902, *Pseudachorutes*

corticicola (SCHÄFFER, 1896), *Pseudachorutes parvulus* BÖRNER, 1901, *Pseudachorutella asigilata* (BÖRNER, 1901) und *Pseudachorudina meridionalis* (BONET, 1929).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2993 | 0,0010 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2623 | 0,0040 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2603 | 0,0042 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2379 | 0,0090 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2195 | 0,0159 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2175 | 0,0275 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1989 | 0,0289 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1943 | 0,0328 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1863 | 0,0407 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,1861 | 0,0409 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1804 | 0,0495 |

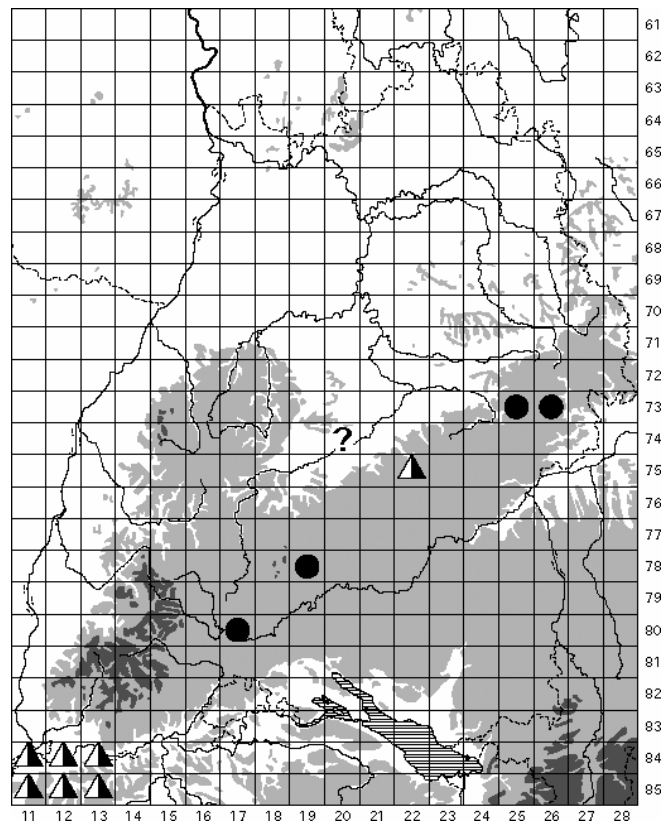
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 25 -590 Ind./m ² , n=7 (die zweithöchste Abundanz beträgt 85 Ind./m ²) |
|--------------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 98 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina über Parabraunerden und Braunerden bis zum podsoliger Ranker, incl. pseudovergleyte Böden und Gley-Vega [Auenböden]) | 4x Rendzina, Terra fusca-Rendzinen und Rendzina-Terra fusca aus Kalksteinen (Weißjura und Muschelkalk), 1x Kolluvisol auf Moränenmergel, 1x Braunerde über Gneis und 1x posolige Braunerde aus Niederterrassensanden |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | 5x eutraphente Laub- und Mischwälder (Asperulo-, Elymo- und Carici-Fageten subontaner und montaner Lagen), 1x oligotraphenter Mischwald (artenarmes Luzulo-Fagetum der planaren Stufe) und 1x oligotraphenter Nadelwald (Luzulo-Fagetum montaner Lage) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis feinhumusreicher Moder, organ. Auflage bis 6 cm, mittel bis extrem stark humose Böden (Ah 4,8-16,9 %), sehr hohe bis sehr geringe Humusqualität (C/N 7,6-25,7, C/P 51-235, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,3 - 6,7 |
| Bodenart, Gefügestruktur | Sand bis Ton | schluffiger Lehm bis lehmiger Ton, z.T. sehr steinig, Krümel- bis Subpolyeder-/Polyedergefüge, sowie 1x Sand, Einzelkorngefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme oder -freie Böden | basenreiche, karbonatfreie bis karbonathaltige Böden wie auch (2x) basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie von Cu in der organ. Auflage |

| | | |
|-----------|--|---|
| Sonstiges | | Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt bei geringer oder sehr geringer Lagerungsdichte; mäßig frische (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden) sowie frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 550-1800 mm aber nur 1x über 1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |
|-----------|--|---|

Biologie und Ökologie:

Die meisten im Land nachgewiesenen Arten dieser Gruppe haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Gebiet in Wäldern. Sie sind überwiegend Bewohner der Streuaufgabe und modernden Holzes oder aber der Baumrinden (besonders *Pseudachorutes boernerii* SCHÖTT, 1902 und *P. corticicola* (SCHÄFFER, 1896)). *Pseudachorudina meridionalis* (BONET, 1929) hingegen tritt in Grünlandgesellschaften magerer, trockener Kalkböden auf, z.B. in Halbtrockenrasen. Bei der von GISIN 1943 aus dem Raum Basel gemeldeten *Pseudachorudina falteronensis* (DENIS, 1926, 1927) handelt es sich ebenfalls um *P. meridionalis* (vgl. GISIN 1955 sub *P. bougisi* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1951). Auch *Pseudachorutes subcrassus* TULLBERG, 1871 wurde mehrfach auf Grünland-Dauerbeobachtungsflächen angetroffen. Alle Formen besitzen Mandibeln ohne Molarfeld, und sie ernähren sich stechend- oder ritzend-saugend. Juvenile Tiere bilden möglicherweise Aggregationen: auf Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1160 stammen 69 Individuen aus einer einzigen Probe vom Sommer 1991. Meistens scheinen die Arten nur in niederen Abundanzen aufzutreten. Ihre geringe Repräsentanz in Bodenproben könnte aber auch durch die Bevorzugung besonderer Mikrohabitate begründet sein wie Stubben, Stammfußbereiche, auf und unter Rinde o.ä.

Pseudachorutes dubius KRAUSBAUER, 1898



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|--|
| Frequenz (von 63) | 4 | aus Baden-Württemberg bisher nur von wenigen Fundorten im Schwäbischen Jura, doch auch am Dinkelberg (Chrischona, CH) über Muschelkalk; die Verbreitung der Art im Land bedarf noch der weiteren Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 5 | aus dieser Gattung wurden nur wenige Tiere bis zur Art bestimmt, siehe Genus <i>Pseudachorutes</i> s.l. |
| Phänologie (F, S, H) | 4, 1, 0 | |

Pseudachorutes dubius ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesen:

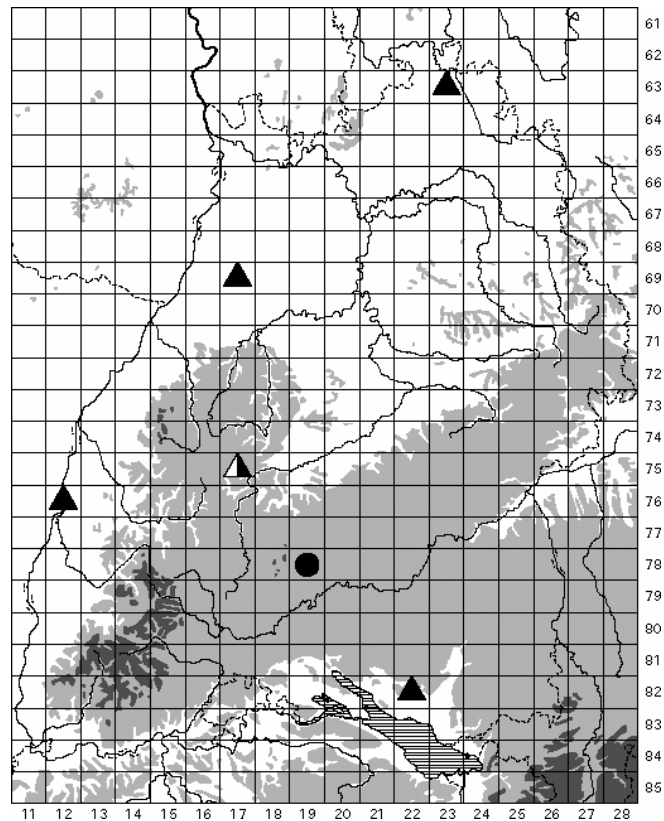
| Fläche | 1111 Baaralb und Oberes Donautal | 1120 Hohe Schwabenalb | 1150 Albuch und Härtsfeld | 1160 Niedere Flächenalb |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Fangzahl / Probenahmetermin | 1 / Frühling 1987 | 1 / Frühling 1988 1 / Sommer 1988 | 1 / Frühling 1987 | 1 / Frühling 1988 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 30 Ind./m ² 0,5 % | 60 Ind./m ² 0,25 % | 30 Ind./m ² 0,8 % | 30 Ind./m ² 0,15 % |
| Höhe ü. NN [m] | 885 | 900 | 640 | 515 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, Nordwest | montan, Nordost | montan, Nord | submontan, eben |

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Rendzina-Braunerde aus Kalkstein des Weißjura beta | flachgründige Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon | mittelgründige Terra fusca aus Kalkstein des Weißjura epsilon | (sehr) flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum), lückige Krautschicht beherrscht von <i>Carex pilosa</i> | eutraphenter Mischwald (Elymo-Fagetum, 70% Buchen, 30% Fichten) mit artenreicher, dichter Krautschicht | eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum) mit artenreicher, dichter Krautschicht | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum) mit artenreicher, aber spärlicher Krautschicht |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah 4,8 %, C/N 7,6, C/P 69 | L-Mull, Humusgehalt Ah 14,3 %, C/N 9,5, C/P 51 | L-Mull, Humusgehalt Ah 3,6 %, C/N 9,0, C/P 16 | F-Mull, Humusgehalt Ah 16,9 %, C/N 18,2, C/P 140 |
| pH (Ah) | 5,1 | 6,7 | 4,5 | 5,3 |
| Bodenart, Gefügeform | toniger Lehm, Krümel- bis Polyedergefüge | schluffiger Lehm, sehr steinig, Krümelgefüge | Ton (oder lehmiger Ton), Polyedergefüge | lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden | basenreicher (besonders Ca), im Ah karbonathaltiger Boden | basenreicher Boden, Entkalkungstiefe > 40 cm | basenreicher (Ca, Mg), oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Cd ges., Cd mob. im Ah-Horizont | Pb ges., Cd mob. im Ah-Horizont | Pb ges., Cd mob. im Ah-Horizont | Pb ges., Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frisch | frisch bis mäßig feucht | frisch | wechselfrisch ? |
| Sonstiges: | Ah-Horizonte auf allen vier Flächen stark oder sehr stark durchwurzelt und mit Wurmgingen | | | Ah-Horizont nur 4 cm mächtig, darunter T-Cv |
| Klima: | Jahresniederschläge 650-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-7 °C | | | |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; nach CHRISTIAN (1987) euro-sibirisch. Möglicherweise tritt die Art häufiger in den nördlichen und gemäßigten Teilen Eurasiens auf, weniger häufig dagegen im wärmeren Süden (einige Meldungen aus Italien).

Pseudachorutes subcrassus TULLBERG, 1871



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | in Baden-Württemberg möglicherweise weit verbreitet, doch bislang nur wenige Fundorte; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 2 | aus dieser Gattung wurden nur wenige Tiere bis zur Art bestimmt, siehe Genus <i>Pseudachorutes</i> s.l. |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 2 | nur im Herbst 1986 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1120, Jahresmittel 1986) | 60 Ind./m ² / 0,33 % | |

Fläche 1120

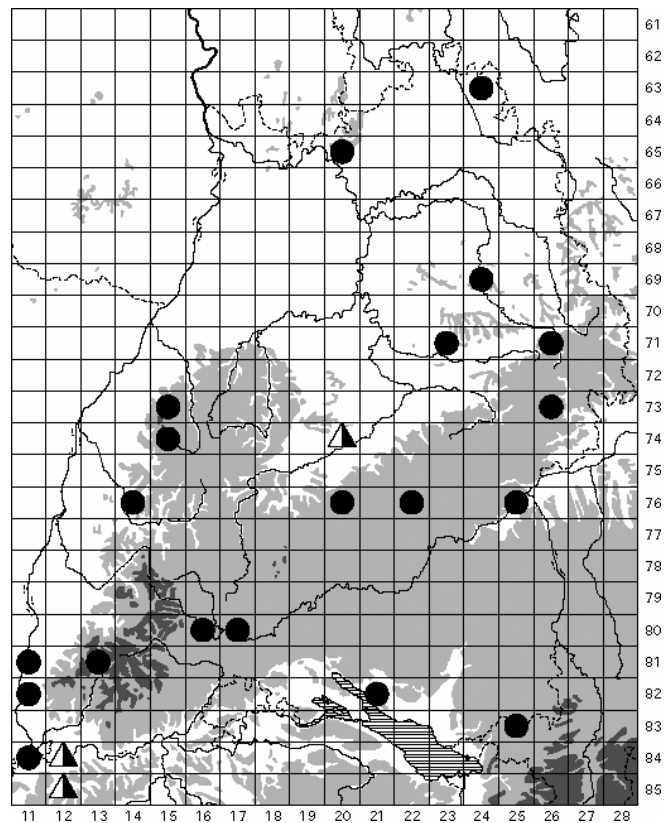
| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 900 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, Nordost, Hangneigung 14 % |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon |
| Vegetation | eutraphenter Tannen-Buchenwald (artenreiches Hordelymo-Fagetum), Baumschicht 70 % Buche, 30 % Fichte, stark entwickelte Krautschicht, stellenweise faziesbildend <i>Vinca minor</i> , im übrigen viel junge Eschen, daneben <i>Lamiaeum galeobdolon</i> agg., <i>Milium effusum</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Hordelymus europaeus</i> u.a. |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 14,3 %, C/N 9,5, C/P 51 |

| | |
|----------------------|---|
| pH (Ah) | 6,7 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen |
| Basen | basenreicher (Ca stark überwiegend), karbonathaltiger Boden (Feinerde karbonatarm, Kalkgrus), sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer bis mäßig feuchter Standort |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 900 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-6,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; in Europa von Skandinavien bis Spanien und auf atlantischen Inseln. *P. subcrassus* scheint demnach im Süden weiter verbreitet zu sein als *P. dubius*. Im Norden und den gemäßigten Breiten zeigen offenbar beide Arten ausgedehnte Vorkommen.

Micranurida forsslundi GISIN, 1949



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 21 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch geringere Fundortdichte in den tiefer gelegenen Landesteilen; die Verbereitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 73 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 29, 21, 23 | ganzjährig etwa gleichmäßig (?) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 30, Median 20, Max. 150 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,17 , Median 0,15 , Max. 0,68 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3073 | 0,0008 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2990 | 0,0010 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2964 | 0,0013 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2871 | 0,0016 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2649 | 0,0036 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2626 | 0,0039 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2649 | 0,0039 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2309 | 0,0112 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,2253 | 0,0133 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2227 | 0,0144 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2193 | 0,0160 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2205 | 0,0164 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2160 | 0,0176 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2157 | 0,0178 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,2115 | 0,0201 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2041 | 0,0249 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2040 | 0,0250 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2053 | 0,0255 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1829 | 0,0445 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,1824 | 0,0451 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,1798 | 0,0482 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 40 -150 Ind./m ² , n=6 (incl. Fläche 1341 im Odenwald, obwohl nur in einem Jahr beprobt, mit 55 Ind./m ²) |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 210 bis 1260 | 410 bis 910 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina und Terra fusca über Braunerden, Parabraunerden bis zum podsoligen Ranker, auch Auenboden) | podsolige Braunerden und podsoliger Ranker aus Sandsteinverwitterung, Granit und Gneis |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder submontaner bis hochmontaner Lagen (Luzulo-Fageten, 1x Luzulo-Abietetum, 1x Vaccinio-Abietetum) |

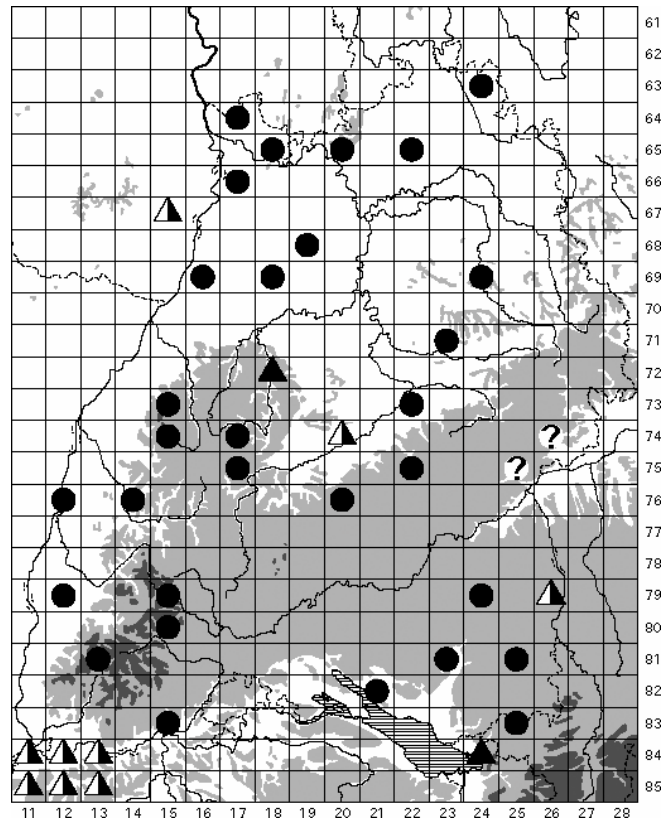
| | | |
|---------------|---|--|
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3-12 %), bei mittlerer bis sehr geringer Humusqualität (C/N 17-28, C/P bis 212, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,0 | 3,1 - 3,3 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Sand (4x) oder lehmiger Sand (2x) |
| Basen | basenreiche und basenarme, vorwiegend karbonatarme bis karbonatfreie, doch 2-3x auch karbonatreiche Böden | nur basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen des Hintergrundwerts von: Pb ges., Pb mob. und Zn ges. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | durchweg Flächen in großen geschlossenen Waldgebieten (Schwarzwald, Odenwald, Schwäbisch-Fränkische Waldberge); keine Regenwurmgänge in den Bodenprofilen; Feuchte der Standorte schwer einzustufen: frisch bis zeitweilig trocken (Sandböden); Jahresniederschlagssummen 700-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; nach CHRISTIAN (1987) euro-sibirisch. BELLINGER et al. (1996-2003) geben nur Europa an. Bekannt zumindest aus Schweden, Norwegen, Irland und England, Süddeutschland, der Schweiz und Österreich. Nach den Angaben GISINS (1960a) und FJELLBERGS (1980) bewohnt *M. forsslundi* vor allem die Gebirge (in Norwegen, in den Alpen, im Schweizer und Süddeutschen Jura).

Micranurida pygmaea BÖRNER, 1901

Taxonomische Anmerkung: stets mit 2+2 Ocellen (mündl. Mitt. Dr. SCHICK), darunter demnach keine Tiere vom Typ der *M. hasai* KSENEMAN, 1936.



Ergebnisse:

| | | |
|--|--|--|
| Frequenz (von 63) | 30 | möglicherweise in ganz Baden-Württemberg verbreitet, von der Schwäbischen Alb bis zum Hegau besteht jedoch eine große Fundortlücke |
| Gesamtfangzahl | 546 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 52, 89, 405 | Maximum im Herbst, besonders ausgeprägt durch 297 Tiere von Fläche 1071 im Herbst 1992 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 180, Median 40, Max. 3300 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,92 , Median 0,28 , Max. 13,67 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | -0,5222 | < 0,0001 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | +0,5083 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | -0,4923 | < 0,0001 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | -0,4887 | < 0,0001 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | -0,4823 | < 0,0001 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah-Horizont | 57 | -0,4669 | < 0,0001 |

| | | | |
|---|----|----------|----------|
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,4599 | < 0,0001 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah-Horizont | 57 | - 0,4576 | < 0,0001 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,4511 | < 0,0001 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,4494 | < 0,0001 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,4351 | < 0,0001 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah-Horizont | 57 | - 0,4348 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,4348 | < 0,0001 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,4305 | < 0,0001 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,4279 | < 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,4188 | < 0,0001 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,4201 | < 0,0001 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,4494 | < 0,0001 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,4109 | < 0,0001 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,4080 | < 0,0001 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,4044 | < 0,0001 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,4043 | < 0,0001 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,4006 | < 0,0001 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,3995 | < 0,0001 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,3950 | < 0,0001 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,3871 | < 0,0001 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,3797 | < 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,3829 | < 0,0001 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,3693 | < 0,0001 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,3583 | 0,0001 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,3546 | 0,0001 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3504 | 0,0001 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,3500 | 0,0001 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3528 | 0,0001 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,3486 | 0,0001 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,3471 | 0,0001 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,3445 | 0,0002 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3468 | 0,0002 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,3346 | 0,0003 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | - 0,3229 | 0,0004 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,3034 | 0,0009 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2930 | 0,0013 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2889 | 0,0017 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,2702 | 0,0030 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2683 | 0,0032 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2676 | 0,0033 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2622 | 0,0040 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | - 0,2579 | 0,0046 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2542 | 0,0052 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2488 | 0,0063 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2461 | 0,0068 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | + 0,2474 | 0,0121 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2219 | 0,0157 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2335 | 0,0179 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Pb gesamt im Ah | 57 | - 0,2092 | 0,0215 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,2047 | 0,0245 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 57 | + 0,1979 | 0,0297 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,1968 | 0,0306 |
| Deckungsgrad der Krautschicht | 57 | - 0,1930 | 0,0340 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1920 | 0,0349 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,1916 | 0,0353 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1903 | 0,0365 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1885 | 0,0384 |
| Cu ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1875 | 0,0394 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,1851 | 0,0420 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1797 | 0,0483 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 85 -315 sowie 3300 Ind./m ² , n=7 (Die maximale Abundanz auf Fläche 1071 in Oberschwaben, geht zurück auf die Fänge im Sommer und Herbst 1992.) |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 98 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker und Rendzinen, meist bei Versauerung; Auenböden und Böden mit ausgeprägten Tonhorizonten sind unterrepräsentiert | Braunerden und 1x Parabraunerde, 4 von 7 podsolig, 3x pseudovergleyt; aus Sandstein, Niederterrassensand, sandigen Mergeln und Tonen oder Granit |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull, Moder und (1x) rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 14cm, mittel und stark humose Böden (Ah 2,4-8,8 %), (sehr) hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 9,8-28,4, C/P 29-235, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,3 - 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis lehmiger Ton | vorw. Sandböden (Sand, schluffiger, anlehmiger und lehmiger Sand), i.d.R. Einzelkorn- oder Krümelgefüge, 1x auch schluffiger Lehm bei Krümel- bis Subpolyederggefüge, z.T. (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme Böden, vorw. kalkarme (bzw. oberflächlich entkalkte) Böden, nur 1x kalkreiche Pararendzina aus Löss | mäßig basenarme und sehr basenarme Böden, Oberboden immer karbonatfrei |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Pb und Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | keine flachgründigen Böden wie z.B. die Rendzinen und Terrae fuscae der Schwäbischen Alb; mäßig trockene oder mäßig frische sowie frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10 °C |

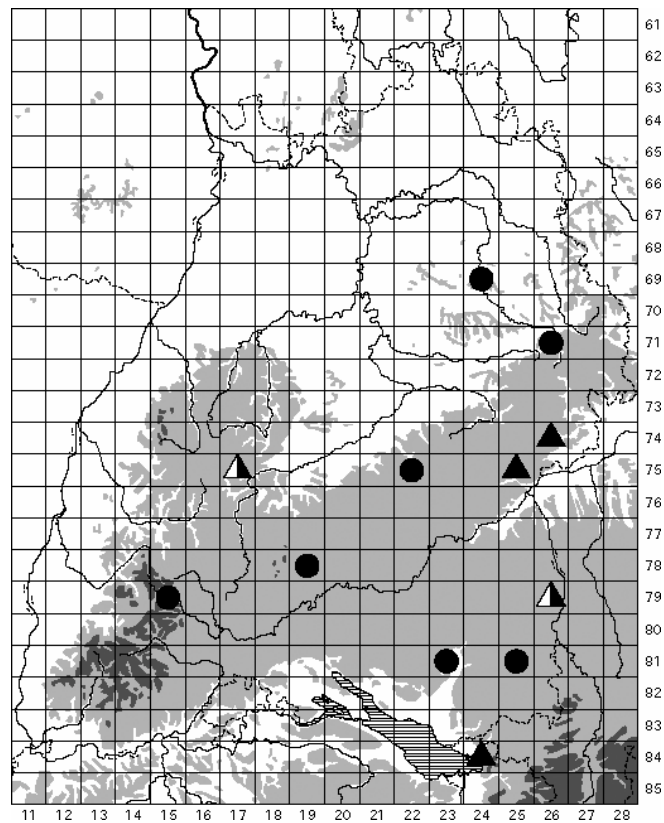
Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch; in Europa vom hohen Norden (incl. Grönland, Island, Jan Mayen und Spitzbergen) bis Portugal und Madeira, offenbar aber in den nördlichen und gemäßigten Breiten häufiger als im warmen Süden.

BELLINGER et al. (1996-2003) fassen das Areal noch weiter: Es erreicht demnach das tropische Südostasien und umfasst (isoliert) auch Amazonien und die Pampas Südamerikas. Die Autoren machen zu ihren Verbreitungskarten leider keine Quellenangaben.

Anurida granulata AGRELL, 1943

Syn. *Micranurida sexpunctata* HANDSCHIN, 1924; ? *Hypanurida mirabilis* DENIS, 1931;
? *Hypanurida flavescens* KSENNEMAN, 1936; *Micranurida handschini* GISIN, 1944;



Ergebnisse:

| | | |
|-------------------|----|---|
| Frequenz (von 63) | 7 | vom Alpenvorland über die Schwäbische Alb bis in den Schwäbisch-Fränkischen Wald und zum Ostabfall des Schwarzwalds; die Verbreitung der Art im Land bedarf noch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 35 | sehr gering |

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Phänologie (F, S, H) | 4, 29, 2 | Sommermaximum, geht zurück auf 25 Ind. von Fläche 1190 in einer Probe vom Sommer 1992 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 50, Median 15, Max. 255 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,25, Median 0,08, Max. 1,23 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 5, Median 2, Max. 25 | |

Neun juvenile Tiere aus der Gattung *Anurida* konnten nicht bis zur Art determiniert werden. Sie traten vorwiegend im Herbst auf (F 1, S 0, H 8). Im Gebiet sind außer *Anurida granulata* nachgewiesen: *Anurida granaria* (NICOLET, 1847) und *Anurida sensillata* GISIN, 1953 (Fundortangaben siehe Teil III dieses Ergänzungsbandes).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2914 | 0,0014 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2815 | 0,0020 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2701 | 0,0030 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2658 | 0,0035 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2638 | 0,0075 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2371 | 0,0092 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2213 | 0,0150 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2164 | 0,0174 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2025 | 0,0261 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,1929 | 0,0341 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1130 Albrand bei Bad Urach, 30 Ind./m ² Fläche 1190 Östliches Albvorland, Aalen, 255 Ind./m ² |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 460 bis 955, submontane und montane Stufe | 720 und 460 |
| Geologie / Bodentyp | auf unterschiedlichen Ausgangsgesteinen 4x Braunerden (darunter 1x podsolig, 1x pseudo- vergleyt), 1x Parabraun- erde, 1x Terra fusca- Rendzina, 1x Rendzina | - flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon, Ah-Horizont 10 cm mächtig - tiefgründige Pseudogley-Pelosol-Braunerde aus Tonen des Braunjura alpha, Ah-Horizont nur 3 cm mächtig, darunter Sw-Bv |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | - eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum) der montanen Stufe, in der Krautschicht vorherrschend <i>Anemone nemorosa</i> und <i>Mercurialis perennis</i> - eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo- Fagetum) der submontanen Stufe, in der Kraut- schicht: <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> agg., <i>Galium odoratum</i> u.a., Strauchschicht aus jungen Buchen und Hainbuchen |

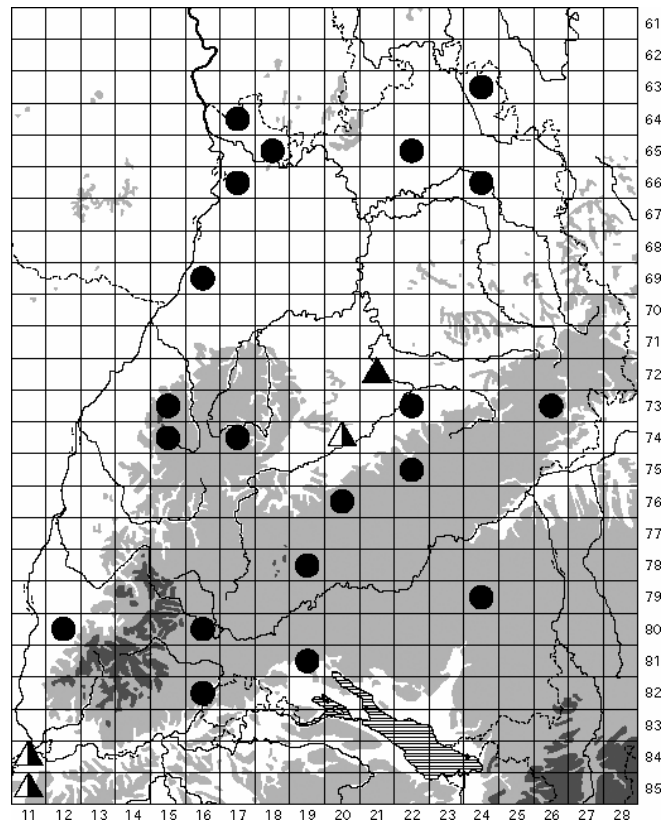
| | | |
|----------------------|---|---|
| Humus | L-Mull bis Moder, in mittel bis extrem stark humosen Böden, bei sehr hoher bis sehr geringer H.qualität | - L-Mull, extrem humoser Boden: Ah 16%, C/N 25,3, C/P 72 - L-Mull, mittel humoser Boden: Ah 3,1%, C/N 8, C/P 19 (zum Sw-Bv keine Angaben) |
| pH (Ah) | 3,3 - 6,7 | 5,3 und 4,0 (Sw-Bv: 3,7) |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, jedoch keine ausgesprochenen Schluffböden | - lehmiger Ton, Krümel- bis Polyedergefüge mit Wurmgängen - schluffig-toniger Lehm, im Ah Krümelgefüge, im Sw-Bv Polyedergefüge, Wurmgänge im gesamten Profil |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkhaltige (auch -reiche ?) und kalkfreie Böden | - basenreicher, nur oberflächlich entkalkter Boden - mäßig basenreicher, tiefgründig entkalkter Boden Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont beider Flächen sehr hoch, bei 1190 im Sw-Bv aber gering |
| Schwermetalle | an manchen Standorten Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Pb mob., Cd mob., Zn ges. oder Cu ges. im Ah-Horizont | auf Fläche 1130 Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont, auf Fläche 1190 keine Überschreitungen der Hintergrundwerte |
| Sonstiges | Ah-Horizonte stark oder sehr stark durchwurzelt bei meist sehr geringer Lagerungsdichte | Fläche 1130: frischer Standort, Fläche 1190: (wechsel- ?) frischer Standort; Jahresniederschlagssummen 700-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-8 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Nach CHRISTIAN (1987) arкто-alpin; BELLINGER et al. (1996-2003) führen die Art allerdings nur in der europäischen Provinz, nicht in der arktisch-subarktischen. Offensichtlich bevorzugt *A. granulata* kühles Klima. Sie ist bekannt aus England (bisher nur eine einzelne Meldung, vgl. HOPKIN 2002-2003), aus Schweden (locus typicus) und europäischen Gebirgen (GISIN 1960a): den Karpaten, Sudeten, Alpen, aus dem Harz und dem Jura (Deutschland, Schweiz, Frankreich).

Odontellidae spp.

Bei den Fängen auf den Dauerbeobachtungsflächen handelt es sich wahrscheinlich um ein Konglomerat mehrerer Taxa. Die folgenden Angaben sind nicht auf eine Art zu beziehen. Verbreitung und Autökologie der Angehörigen der Gattung im Land bedürfen noch der Bearbeitung.



Ergebnisse:

| | | |
|--|--------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 20 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet; zu Vorkommen einzelner Arten können keine Angaben gemacht werden, Nachweise aus dem Land und angrenzenden Gebieten siehe Kapitel III |
| Gesamtfangzahl | 280 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 28, 8, 244 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 110, Median 30, Max. 770 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,6 , Median 0,3 , Max. 4,3 | |

Die meisten der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Exemplare waren juvenil; es liegen keine Artbestimmungen vor. In Baden-Württemberg sind folgende Arten nachgewiesen: *Odontella empodialis* STACH, 1934, *Odontella lamellifera* (AXELSON, 1903), *Xenyllodes armatus* AXELSON, 1903 und *Axenyllodes bayeri* (KSENNEMAN, 1935).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3019 | 0,0010 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2602 | 0,0043 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2304 | 0,0114 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2243 | 0,0137 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,2322 | 0,0186 |
| C/N-Verhältnis Ah-Horizont | 57 | + 0,2122 | 0,0198 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2043 | 0,0262 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,2022 | 0,0264 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,1943 | 0,0328 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | + 0,1866 | 0,0404 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,1802 | 0,0478 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 110 -770 Ind./m ² , n=5 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 910 | 100 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzinen über Braunerden und Parabraunerden bis zum podsoligen Ranker, bislang keine Auenböden) | 4x Braunerden aus Niederterrassensanden, Buntsandstein oder Granit, davon 3 podsoliert, 1x Rendzina aus Weißjurakalk |
| Vegetation | eutrphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | 3x oligotraphenter Laub-, Misch- oder Nadelwald in planaren (Luzulo-Fagetum) und submontanen und montanen Lagen (Luzulo-Abieteten), 2x eutrphente Laubwälder (planares Auenwaldrelikt / Carpinetum und montanes Elymo-Fagetum) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | 3x Moder, 1x F-Mull, 1x L-Mull, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,5 -14,3 %), bei sehr hoher bis sehr geringer H.qualität (C/N 9,5 -28,4, C/P 50-160) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,1 | 4x 3,2 - 3,6 und 1x 6,7 |
| Bodenart | Sand bis lehmiger Ton | 2x anlehmiger Sand, lehmiger Sand, sandiger Lehm und schluffiger Lehm |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden | 4x basenarme, karbonatfreie Böden und 1x basenreicher (besonders Ca), karbonathaltiger Boden |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd mob., Pb ges. und Pb mob. im Ah-Horizont sowie von Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | nur große geschlossene Waldgebiete, 2x in der nördlichen Oberrheinebene, 2x im nördlichen Schwarzwald und 1x auf der Südwestalb; Lagerungsdichte der Ah-Horizonte stets (sehr) gering; (mäßig) frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, aber nur einmal über 1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C, aber nur einmal kleiner als 7°C |

Allgemeine Verbreitung:

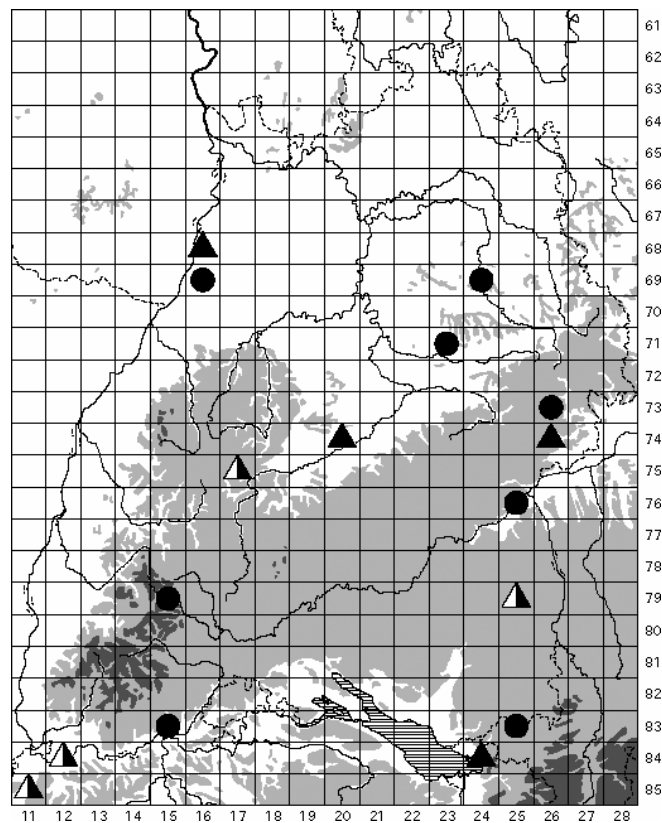
Die Familie Odontellidae ist weltweit vertreten. Die Verbreitungskarten in BELLINGER et al. (1996-2003) weisen für die in Baden-Württemberg vertretenen Arten folgendes aus: *Axenyllodes*

bayeri ist eine paläarktische Art (Meldungen aus Nordamerika werden als zweifelhaft eingestuft), *Odontella empodialis* kommt vor in Europa (bekannt zumindest aus Österreich, Süddeutschland und Portugal) sowie in Südafrika, *Xenyllodes armatus* gilt als holarktisch (bis Mesoamerika und ins Mittelmeergebiet). Das Areal von *Odontella lamellifera* lässt sich aufgrund zahlreicher Verwechslungen mit verwandten Arten wie auch unterschiedlicher taxonomischer Ansichten nicht sicher eingrenzen. BELLINGER et al. (l.c.) geben an: Europa und Vorderasien, Teile Mittel- und Südamerikas sowie Australiens.

Onychiurus (Oligaphorura) absoloni (BÖRNER, 1901)

Syn. *Onychiurus affinis* AGREN, 1903; ? *Aphorura minor* CARL, 1899

heute Genus *Micraphorura* BAGNALL, 1949



Ergebnisse:

| | | |
|-------------------|-----|---|
| Frequenz (von 63) | 8 | bisher aus verschiedenen Teilen Baden-Württembergs bekannt, jedoch mit großen Lücken; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 182 | sehr gering |

| | | |
|--|---|---------------|
| Phänologie (F, S, H) | 92, 24, 66 | Sommerminimum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 175, Median 40, Max. 710 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,99 , Median 0,19 , Max. 3,76 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,4256 | < 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,3460 | 0,0002 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3394 | 0,0002 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,3172 | 0,0006 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,3082 | 0,0007 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,3045 | 0,0008 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2996 | 0,0010 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2988 | 0,0010 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2877 | 0,0016 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2869 | 0,0016 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2791 | 0,0022 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2776 | 0,0023 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2776 | 0,0023 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2716 | 0,0031 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2655 | 0,0035 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2672 | 0,0036 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2588 | 0,0045 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2573 | 0,0047 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2556 | 0,0050 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2556 | 0,0050 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2556 | 0,0050 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,2539 | 0,0053 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2552 | 0,0055 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,2508 | 0,0059 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2482 | 0,0064 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2426 | 0,0077 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2385 | 0,0088 |
| Durchwurzelungsintensität Ah-Horizont | 57 | - 0,2379 | 0,0089 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,2353 | 0,0097 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2336 | 0,0103 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2263 | 0,0129 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2239 | 0,0139 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2238 | 0,0139 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2143 | 0,0186 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2128 | 0,0194 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2036 | 0,0253 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | - 0,1905 | 0,0363 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,1900 | 0,0369 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,1855 | 0,0416 |
| Hangneigung | 57 | - 0,1798 | 0,0482 |

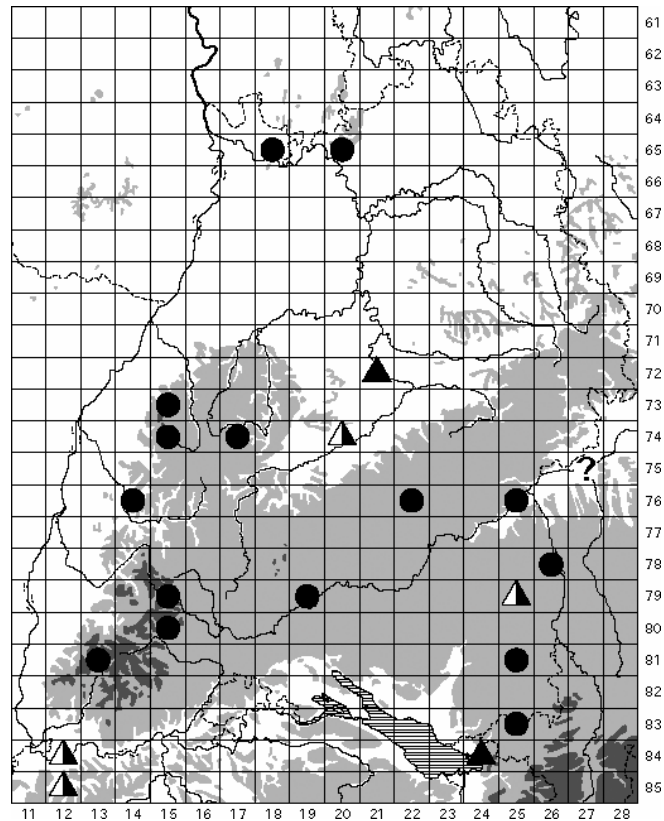
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1160 auf der Lonetal-Flächenalb, 510 Ind./m ² , Fläche 1040 im Westallgäuer Hügelland, 710 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 112 bis 955 | 515 und 700 |
| Geologie / Bodentyp | meist (6x) Braunerden aus unterschiedlichen Ausgangsgesteinen, z.T. pseudovergleyt u./o. podsoliert | - (sehr) flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon - tiefgründige podsolige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Würmeiszeit |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften (2x), oligotraphente Laub und Mischwälder (4x), oligotraphente Nadelwaldgesellschaften (2x) | - eutraphenter Buchenwald der submontanen Stufe mit lückiger Krautschicht (artenreiches Carici-Fagetum, insbesondere mit vielen Frischezeigern) - oligotraphenter Tannen-Fichten-Forst in montaner Lage mit dichter Moos- und Krautschicht (Brombeeren und Heidelbeere, auch Farne und Bärlapp) |
| Humus | F-Mull bis Moder | - F-Mull, extrem humoser Boden (Ah 16,9%), mittlere H.qualität (C/N 18,2, C/P 140) - Moder, organ. Auflage 9 cm, stark humoser Boden (Ah 5,9%), mittlere bis geringe H.qualität (C/N 18,9, C/P 412, >200 gilt als gestört !) |
| pH (Ah) | 3,0 - 5,3 | 5,3 und 3,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | - lehmiger Ton, Krümel- bis Polyedergefüge - lehmiger Sand, Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und (häufiger) basenarme, vorwiegend kalkarme Böden | - basenreicher (besonders Ca, Mg), oberflächlich entkalkter Boden - basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont (Überschreitungen nur auf Fläche 1160) |
| Sonstiges | meist auf annähernd ebenen Flächen, während die Mehrzahl der Fläche Hanglagen umfasst | in beiden Fällen ebene Flächen (Plateaulage); (sehr) geringe Lagerungsdichte der Ah/Aeh-Horizonte; (mäßig) frische bis feuchte Standorte (auf Fläche 1160 sommerliche Trockenperioden ?); Jahresmitteltemperaturen 7-8°C, Jahresniederschlagssummen 650-1500mm |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch (SCHULZ et al. 2002); vorwiegend wohl in den kühlen, nördlichen Breiten oder klimatisch entsprechenden Gebieten weiter im Süden, scheint andererseits zur Arktis und den hochalpinen Habitaten hin seltener zu werden.

Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus (TULLBERG, 1876)

heute Genus *Hymenaphorura* BAGNALL, 1948



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 15 | bisher v.a. aus den höher gelegenen Landesteilen im Süden, im Norden nur vom Odenwald; die Verbreitung der Art im Land bedarf jedoch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 221 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 46, 35, 140 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 130, Median 100, Max. 620 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,61 , Median 0,35 , Max. 2,58 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,5568 | < 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,5054 | < 0,0001 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,4870 | < 0,0001 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,4755 | < 0,0001 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,4749 | < 0,0001 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,4441 | < 0,0001 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,4388 | < 0,0001 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,4307 | < 0,0001 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,4234 | < 0,0001 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,4173 | < 0,0001 |

| | | | |
|---|----|----------|----------|
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,4159 | < 0,0001 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,4158 | < 0,0001 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,4142 | < 0,0001 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,4123 | < 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,4002 | < 0,0001 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,3983 | < 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,3950 | < 0,0001 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3926 | < 0,0001 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3948 | < 0,0001 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3891 | < 0,0001 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3889 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,3850 | < 0,0001 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3833 | < 0,0001 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,3758 | < 0,0001 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,3755 | < 0,0001 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3666 | 0,0001 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3551 | 0,0001 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3410 | 0,0002 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,3287 | 0,0003 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,3285 | 0,0003 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 57 | + 0,3279 | 0,0003 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3239 | 0,0004 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,3160 | 0,0005 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3137 | 0,0006 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,3149 | 0,0006 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,3019 | 0,0009 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,3017 | 0,0009 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2995 | 0,0010 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2973 | 0,0011 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,2791 | 0,0022 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2763 | 0,0024 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,2726 | 0,0027 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2725 | 0,0028 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2669 | 0,0034 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2648 | 0,0036 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2679 | 0,0066 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2454 | 0,0070 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2403 | 0,0083 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2368 | 0,0093 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2344 | 0,0100 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2226 | 0,0154 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2183 | 0,0165 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | - 0,2170 | 0,0171 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2137 | 0,0200 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,1918 | 0,0351 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1908 | 0,0360 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,1876 | 0,0392 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1876 | 0,0411 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | - 0,1825 | 0,0450 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 190 -620 Ind./m ² , n=4 |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 290 bis 1260 | 680 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker, auch 2x Terra fusca aus Kalkstein, oft mit Anzei- chen oberflächlicher Entkalkung und Ver- sauerung bzw. Podso- lierung, keine Auenböden | podsolige Braunerden, 2x pseudovergleyt, und podsoliger Ranker, aus Sandsteinen (sm, so) und Granit |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | oligotraphente Misch- und Nadelwälder der submon- tanen bis hochmontanen Stufe (Luzulo- und Vaccinio- Abieteten), meist mit dichter Krautschicht, dominiert von <i>Vaccinium myrtillus</i> und <i>Avenella flexuosa</i> |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | Moder und rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, 1x mittel und 3x stark humose Böden (Ah 2,9- 8,8 %), mittlere bis sehr geringe H.qualität (C/N 18,8- 28,4, C/P 95-207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 5,2 | 3,1 - 3,4 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | schluffiger Sand, Einzelkorngefüge, anlehmiger Sand, Einzelkorn- bis Krümelgef., lehmiger Sand, Einzelkorn- bis Subpolyedergefüge, sowie sandiger Lehm, Einzel- korn- bis Krümelgef., alle Böden (sehr) steinig |
| Basen | Böden mit mittleren und niederen Basengehalten, immer kalkarme oder kalkfreie Böden | (sehr) basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb mob. im Ah/Ahe-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | nur in Böden mit geringer Lagerungs- dichte des Ah-Horizonts | ausschließlich Flächen in den großen geschlossenen Waldgebieten des Schwarzwaldes; süd- und ostexponierte Hanglagen; keine Regenwurmgänge im Profil; frische (oder zumindest mäßig frische) Standorte; Jahresniederschlagssummen 800-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-8,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

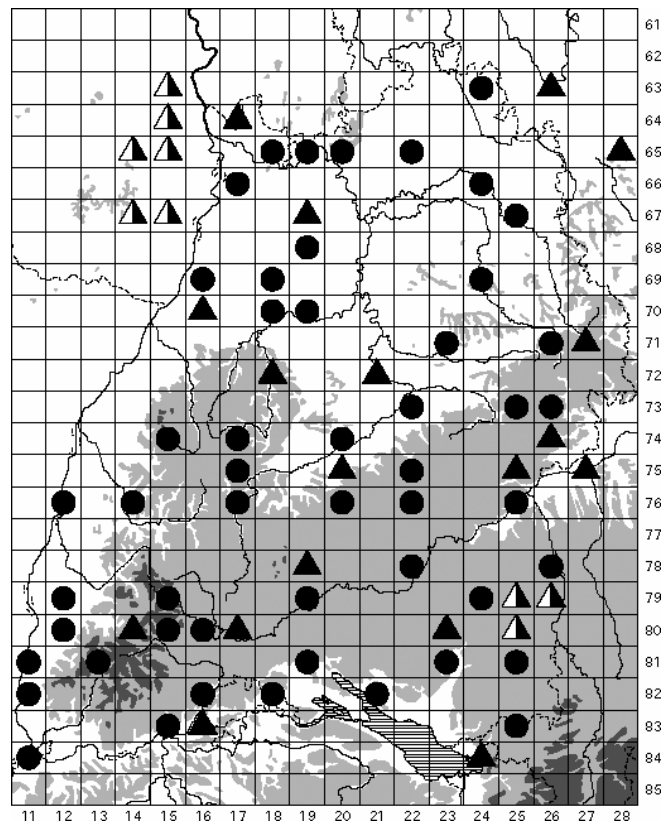
Holarktisch. BELLINGER et al. (1996-2003) lassen nur Meldungen aus der arktisch-subarktischen Region gelten, solche aus südlicheren Teilen Europas werden als zweifelhaft betrachtet (vgl. Taxonomie). Anderen Autoren zufolge kommt die Art bis nach Frankreich, Italien und auf der Krim vor, hält sich aber im außerarktischen Bereich an die Gebirge oder tritt in Höhlen auf.

Taxonomie:

BELLINGER et al. (1996-2003) bezweifeln, dass sich die Meldungen von *O. (H.) sibiricus* aus Mitteleuropa auf TULLBERGS Form beziehen. Aus der Untergattung *Hymenaphorura* sind mehrere Arten beschrieben, welche auch im Gebiet vorkommen könnten. Nur eine Überprüfung der hiesigen Vorkommen mit Hilfe neuester Bestimmungsliteratur dürfte Klarheit bringen.

Onychiurus (Protaphorura) armatus (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 55 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 1493 | |
| Phänologie (F, S, H) | 333, 384, 776 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 280, Median 120, Max. 1930 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,40, Median 0,75, Max. 8,23 | |

Die Angaben umfassen nur die zur Art determinierten Individuen, eine Tabelle zu den Zahlen der nicht bestimmbaren Tiere der *armatus*-Gruppe folgt im nächsten Abschnitt.

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 350 -1930 Ind./m ² , n=14 (incl. Fläche 1292 und Fläche 1341 obwohl nur in einem bzw. nur in zwei Jahren beprobt) |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 230 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | vorwiegend Braunerden auf Sandstein oder Grundgebirge, 4 von 9 podsolig, ebenfalls 4 von 9 pseudovergleyt, daneben Terrae fuscae, Parabraunerden und Ranker auf unterschiedlicher geologischer Basis, keine Auenböden |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder vorwiegend submontaner oder montaner Lagen (bis auf zwei Flächen in der collinen Stufe); keine Auenwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder (vorwiegend F-Mull und Moder), organ. Auflage bis 14cm, mittel und stark humose Böden (Ah 3,1-10 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 5,1-28,4, C/P 19-212, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,2 - 5,4 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, Böden oft (sehr) steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und (in der Mehrzahl) basenarme, karbonatfreie (zumindest oberflächlich entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | nur bei fünf Flächen Regenwurmgänge im Profil; mäßig frische (sommerliche Trockenperioden möglich) bis frische/feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Aufgrund zahlreicher Verwechslungen und unterschiedlicher Ansichten über die Taxonomie der Gruppe (siehe unten) ist das Areal von *O. (P.) armatus* (TULLBERG) sensu GISIN, 1952 schwer einzugrenzen. Manche Autoren (z.B. CHRISTIAN 1987) halten die Art für kosmopolitisch. BELLINGER et al. (1996-2003) geben im Wesentlichen die Holarktis an bis nach Mesoamerika und ins Mittelmeergebiet. Außerdem scheinen Vorkommen in Australien zu existieren (eingeschleppt?). In Europa dürfte *O. (P.) armatus* (TULLBERG) sensu GISIN, 1952 weit verbreitet und meist die häufigste Art der *armatus*-Gruppe sein.

Taxonomie:

Seit GISIN (1952) erfolgten zahlreiche Neubeschreibungen von Arten in der *armatus*-Gruppe nach zum Teil minutiösen Unterschieden in der Beborstung oder Pseudocellenformel. Laut POMORSKI (1990) und BELLINGER et al. (1996-2003) sind als Juniorsynonyme unter *O. (P.) armatus* einzubeziehen: *O. (Protaphorura) humatus* GISIN, 1952 (zwölf Tiere von vier Wald-Dauerbeobach

tungsflächen), *O. (Protaphorura) procampatus* (25 Ind. von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen), *O. (Protaphorura) subarmatus* (130 Tiere von neun Wald-Dauerbeobachtungsflächen) und *O. (Protaphorura) tricampatus* GISIN, 1956 (25 Ex. von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen). Alle traten i.d.R. syntop mit *O. armatus* (TULLB.) sensu GISIN, 1952 auf, nur *O. cf. humatus* auch auf einer Fläche, der die anderen Sippen fehlten. *O. (Protaphorura) subarmatus* GISIN, 1957 ist nach Untersuchungen BÖHLES (1991) im hessischen Vogelsberg eine „Ökoform“ ständig nasser Böden, während die Tiere zeitweilig austrocknender Böden dem typischen *O. armatus* entsprechen.

Juvenile der *O. armatus*-Gruppe, die nicht genauer determiniert werden konnten

Außer 4839 adulten Exemplaren der im Einzelnen aufgeführten Arten wurden auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 5432 juvenile Individuen der *O. armatus*-Gruppe gefangen, die nach dem derzeitigen Stand der Taxonomie nicht auf Artniveau bestimmbar sind. Hierzu sind Tiere mindestens der folgenden Arten zu zählen: *O. armatus*, *O. fimatus*, *O. glebatus*, *O. cf. humatus*, *O. cf. parallatus*, *O. procampatus*, *O. subarmatus*, *O. sublatus*, *O. tricampatus* und *O. cf. von-toernei*. Auch *O. furcifer* und *O. quadriocellatus* wären hinzuzurechnen, beide sind aber nach Mitteilung von Herrn Dr. SCHICK auch in juvenilen Stadien bereits erkennbar. Zu Nachweisen weiterer Arten der Untergattung *Protaphorura* im Gebiet siehe Kapitel III.

Der Status vieler seit GISIN (1952) neu beschriebener Arten der *Onychiurus armatus*-Gruppe ist umstritten (vgl. z.B. HOPKIN 1997). Innerhalb der Sippen besteht eine hohe Variabilität bezüglich Pseudocellenformel und Borstenanordnung, und häufig sind intermediäre Exemplare zu finden. Eine kritische Revision einer Reihe dieser Formen gibt POMORSKI (1990). Die aktuellen Synonymien können BELLINGER et al. (1996-2003) entnommen werden. Da in der Zuordnung von Synonymen jedoch noch keine einheitliche Ansicht zu herrschen scheint, werden die Taxa der Wald-Dauerbeobachtungsflächen in der vorliegenden Arbeit vorläufig wie gute Arten behandelt. Ein Beispiel:

Nach Züchtung verschiedener Morphospezies aus Polen im Labor kommt POMORSKI (1990) zu dem Schluss, *O. subarmatus* GISIN, 1957, sei ein Juniorsynonym von *O. subuliginatus* GISIN, 1956, welcher von *O. armatus* zuverlässig zu unterscheiden sei. Dagegen vertritt BÖHLE (1991) nach Untersuchung einer großen Zahl von Exemplaren aus dem Gebiet des Vogelsberges in Hessen die Ansicht, *O. subarmatus* sei ein Juniorsynonym von *O. armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952, wobei sich verschiedene „Ökoformen“ beschreiben ließen: *armatus* in zeitweise austrocknenden, *subarmatus* in ständig nassen und intermediäre Formen in mäßig feuchten bis feuchten Böden. BELLINGER et al. (1996-2003) zählen sowohl *O. subarmatus* als auch *O. subuliginatus* als Synonyme zu *O. armatus*.

Im Rahmen ökologischer Arbeiten wäre unter Berücksichtigung der Befunde BÖHLES durchaus auf infraspezifische Sippen zu achten, sofern ihr Auftreten wie im genannten Fall von Standortfaktoren abhängig ist.

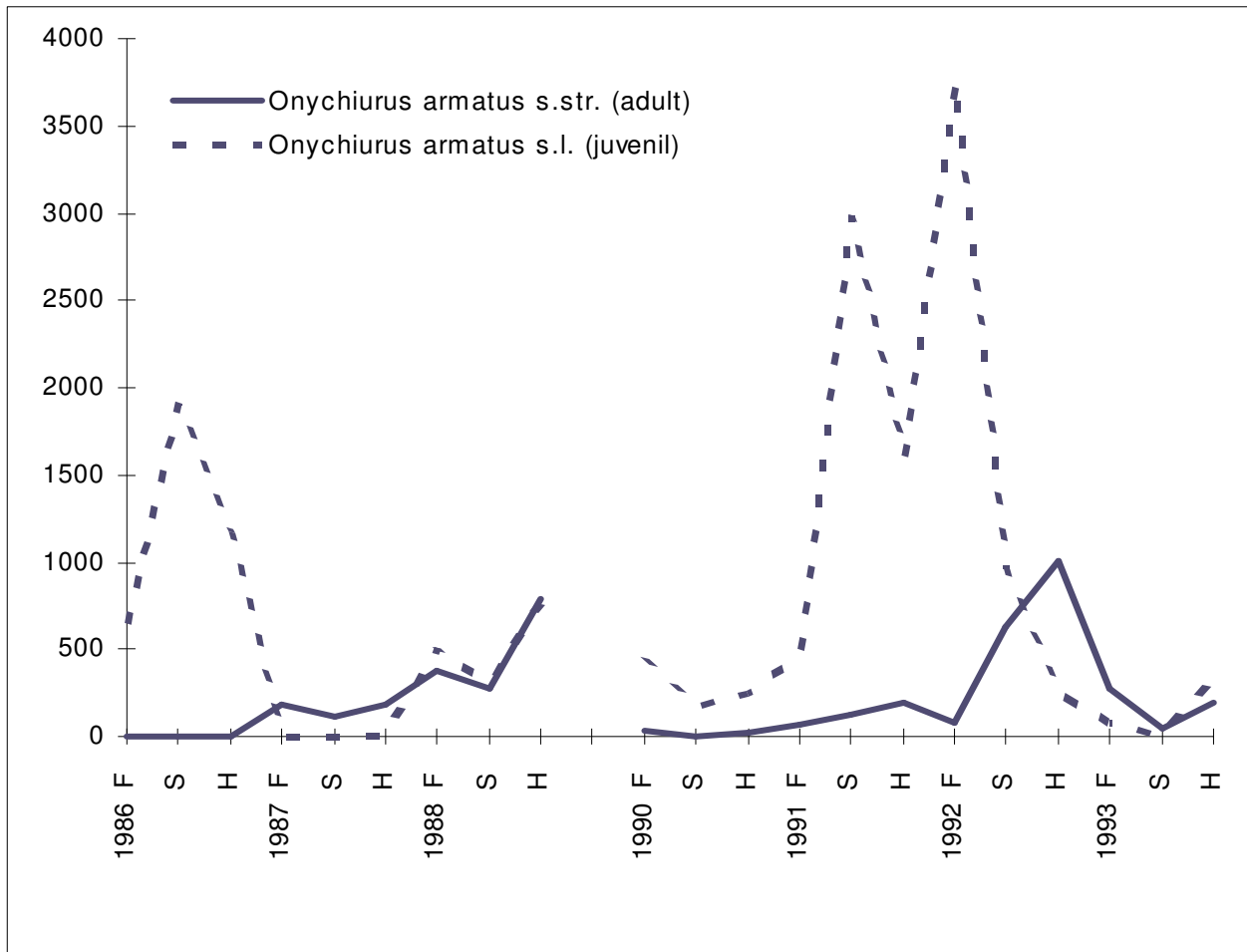
Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 61 | auf nahezu allen Flächen |
| Gesamtfangzahl | 5432 | hoch im Vgl. mit Zahlen der determinierten Tiere |
| Phänologie (F, S, H) | 1867, 2105, 1460 | Minimum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 800, Median 330, Max. 9800 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 3,7 , Median 2,4 , Max. 30,0 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3424 | 0,0002 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,3049 | 0,0008 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2962 | 0,0011 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2863 | 0,0017 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2849 | 0,0017 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2757 | 0,0025 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2618 | 0,0040 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2815 | 0,0043 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2506 | 0,0059 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2431 | 0,0076 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2424 | 0,0083 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2517 | 0,0107 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2270 | 0,0126 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2054 | 0,0240 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2049 | 0,0244 |
| Expositionsrichtung [Klassen, Nord bis Süd] | 57 | - 0,2033 | 0,0255 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,1999 | 0,0296 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,1972 | 0,0303 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | - 0,1978 | 0,0313 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,1906 | 0,0363 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1899 | 0,0369 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1897 | 0,0371 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1829 | 0,0445 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1809 | 0,0468 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 640 -9800 Ind./m ² , n=16 (incl. Fläche 1341 obwohl nur in zwei Jahren beprobt) |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 365 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis: von Rendzina aus Kalkstein bis zum podsoligen Ranker aus Sandstein, vorwiegend Braunerden (7 von 16) und Rendzinen/Terrae fuscae (5 von 16), keine Auenböden und keine Lössböden |
| Vegetation | eutrAPHENTE Laubwaldgesellschaften bis oligotrAPHENTE Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotrAPHENTE Laub-, Misch- und Nadelwälder vorwiegend submontaner oder montaner Lagen (bis auf zwei Flächen in der collinen Stufe); keine Auenwälder |

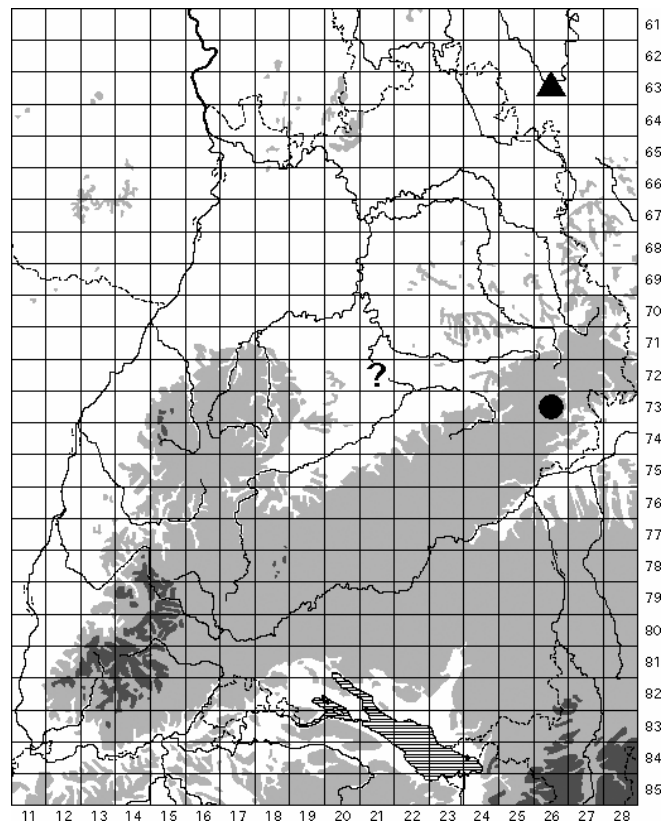
| | | |
|---------------|--|--|
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis extrem humose Böden (Ah 2,9-15,3 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 8,4-28,4, C/P 29-212, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,1 - 7,1 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, Böden oft (sehr) steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | nur bei vier Flächen Regenwurmgänge im Profil; mäßig frische (zT. mit sommerlichen Trockenperioden) bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Onychiurus armatus* s.str. und der nicht bestimmbareren Juvenilen der *O. armatus*-Gruppe 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf denen eines der beiden Taxa nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Onychiurus (Protaphorura) fimatus Gisin, 1952

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | einzigster Fundort in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1160 im NSG Eselsburger Tal bei Giengen a.d. Brenz (Niedere Flächenalb); das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 1 | adult, jüngere Stadien nicht zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 1, 0 | nur im Sommer 1988 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1160, Jahresmittel 1988) | 30 Ind./m ² / 0,14 % | |

Fläche 1160

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 515 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, eben |
| Geologie / Bodentyp | (sehr) flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Carici-Fagetum), in der lückigen Krautschicht als mächtigste Arten <i>Anemone nemorosa</i> |

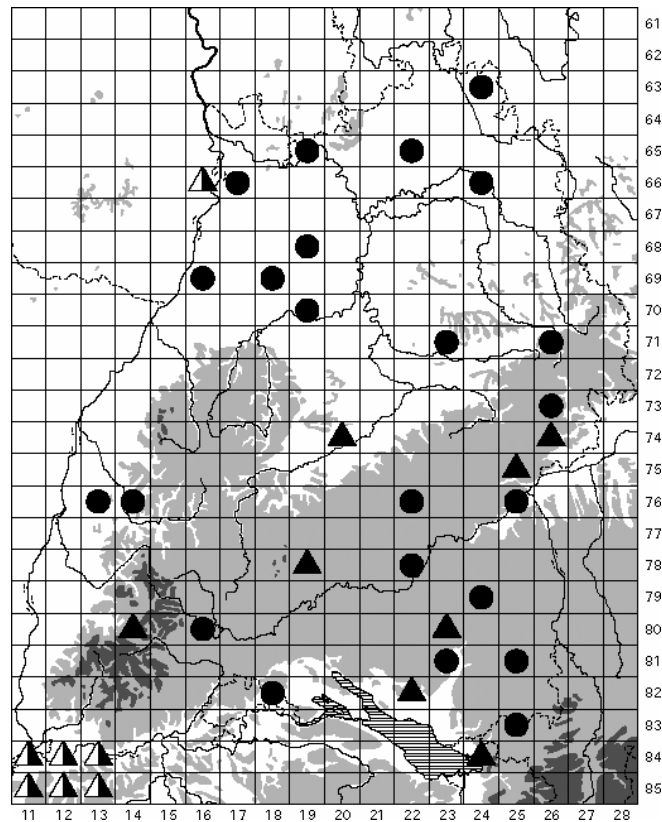
| | |
|----------------------|--|
| | (nur im Frühling), <i>Lamiaestrum galeobdolon</i> agg., <i>Galium odoratum</i> und <i>Hepatica nobilis</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 16,9 %, C/N 18,2, C/P 140 |
| pH (Ah) | 5,3 |
| Bodenart, Gefügeform | im 4 cm mächtigen Ah-Horizont lehmiger Ton, Subpolyeder- bis Krümelgefüge mit Regenwurmgingen, darunter im T-Cv schluffig-toniger Lehm, Polyedergefüge, sehr stark steinig |
| Basen | basenreicher, nur oberflächlich entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | mäßig frischer (bis frischer ?) Standort: es überwiegen stark die Frischezeiger, für Carici-Fageten typische Trockenheitszeiger erreichen nur wenige Deckungsprozente, sommerliche Trockenperioden ? |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 650-700 mm, Jahresmitteltemperaturen um 7 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Für die meisten Autoren eine europäische Art. Die Mehrzahl der Meldungen stammt aus der gemäßigten Klimazone. Aus Deutschland ist *O. (P.) fimatus* bereits seit längerer Zeit bekannt (GISIN 1960a). BELLINGER et al. (1996-2003) fassen das Areal weiter, nämlich Paläarktis und Antarktis (!). Britische *O. fimatus*-Meldungen haben sich laut HOPKIN (2002-2003) als *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880) entpuppt.

Onychiurus (Protaphorura) furcifer (BÖRNER, 1901)

heute Genus *Supraphorura* STACH, 1954



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 27 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, einige Lücken bedürfen noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 811 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 202, 274, 335 | Minimum im Frühling (ähnlich <i>O. quadriocellatus</i>) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 280, Median 140, Max. 1450 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,71, Median 1,13, Max. 6,85 | |

Die Zahlen umfassen für diese Art Adulti und Juvenile, im Gegensatz zu den Angaben über die Arten der *armatus*-Gruppe.

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

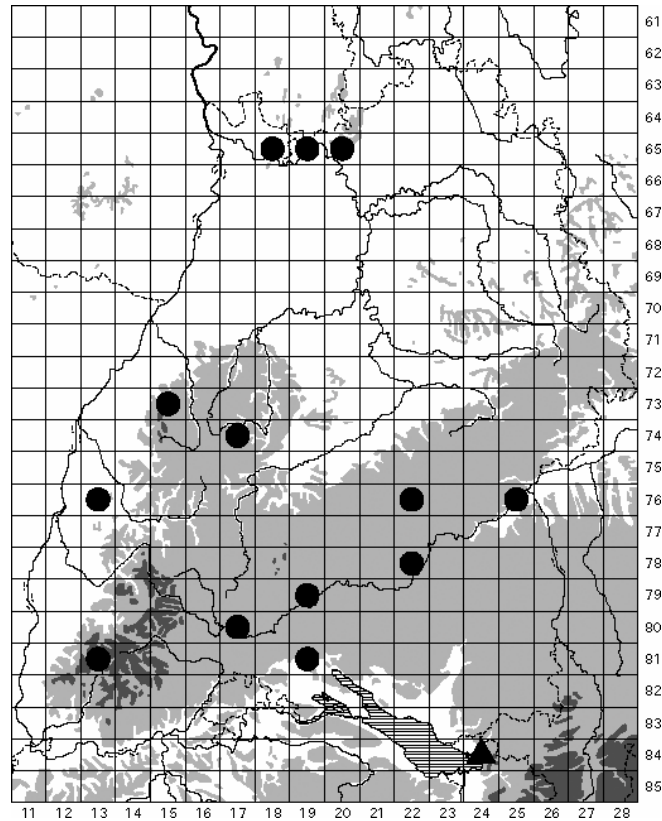
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 470 -1450 Ind./m ² , n=6 |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 900 | 100 bis 725 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf sehr unterschiedlicher geologischer Basis (von Auenrendzina-Auengley über Terra fusca, Braunerde und Parabraunerde bis zur podsoligen Pseudogley-Braunerde) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laubwälder (in Nähe von drei der Flächen Nadelhölzer beigemischt), von der Rheinaue bis in montane Lagen, Krautschicht immer gut ausgebildet (lückig bis dicht) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und mullartiger Moder, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,9-11,7 %), sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 6,6-15,2, C/P 41-90) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,5 - 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | je 2x lehmiger Sand, schluffiger Lehm und lehmiger Ton, vorwiegend Krümelgefüge (1x Krümel- bis Subpolyedergefüge, 1x Einzelkorngefüge) |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob., Zn ges., Cu ges. und Cu mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte stets mit groben Makroporen (d > 2 mm); mäßig frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1200 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9,5°C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktische Art; weit verbreitet in Europa.

Onychiurus (Protaphorura) glebatus GISIN, 1952

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe,
Synymie siehe unter Taxonomie



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 13 | bisher v.a. aus höher gelegenen Landesteilen: Odenwald, Schwarzwald mit Randbergen, Hegau, Donautal und Schwäbische Alb; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf aber weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 155 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 30, 37, 88 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 140, Median 45, Max. 705 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,75 , Median 0,48 , Max. 2,92 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,3309 | 0,0003 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3220 | 0,0005 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2975 | 0,0012 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2888 | 0,0015 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2715 | 0,0029 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2666 | 0,0034 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2407 | 0,0082 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,2375 | 0,0091 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2378 | 0,0097 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2344 | 0,0100 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2340 | 0,0101 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2320 | 0,0108 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2243 | 0,0137 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2176 | 0,0168 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2167 | 0,0173 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2143 | 0,0186 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2052 | 0,0242 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2064 | 0,0247 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2010 | 0,0272 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,1998 | 0,0281 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1982 | 0,0310 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,1833 | 0,0441 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 160- 705 Ind./m ² , n=4 |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 245 bis 1260 | 245 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker und Terra fusca- Rendzina (oberflächlich versauert), keine Auenböden | podsoliger Ranker aus Sandstein-Blockschutt (sm), Braunerde aus Granitverwitterung, schwach podsoliger Braunerde-Pseudogley aus tonreichem Sandstein (so) sowie sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | ein Vaccinio-Abietetum der hochmontanen Stufe mit Fichten, Kiefern und viel Heidelbeere, ein Übergang Luzulo- > Aceri-Fagetum in hochmontaner Lage, ein forstlich gefördertes Luzulo-Abietetum mit Fichten in submontaner Lage sowie ein Luzulo-Fagetum mit viel <i>Luzula sylvatica</i> in colliner Lage |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L- und F-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, 1x mittel und 3x stark humose Böden (Ah 2,9-9,1 %), hohe bis geringe H.qualität (C/N 12,8-20,6, C/P 34-163) |
| pH (Ah) | 3,1 - 5,2 | 3,1 - 3,6 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | schluffiger Sand, steinig, 2x sandiger Lehm, steinig und sehr stark steinig, sowie schluffiger Lehm, Einzelkorn- oder Krümelgefüge |
| Basen | (seltener) basenreiche und (häufiger) basen- arme Böden, immer kalkarm | (sehr) basenarme, karbonatfreie (zumindest tiefgründig entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob. im Ah bzw. Ahe-Horizont |
| Sonstiges | | große geschlossene Waldgebiete, drei Flächen im Schwarzwald und eine in den Lahr-Emmerdinger Vor- bergen; (sehr) geringe Lagerungsdichte der Ah/Ahe-Horizonte; frische Standorte (evtl. mäßig frisch bis mäßig feucht); Jahresniederschlagssummen 800-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5°C |

Allgemeine Verbreitung:

O. (P.) glebatus wurde bislang offenbar nur selten gefunden (oder aber mit *O. (P.) quadriocellatus* vereinigt). GISIN (1960a) gibt für die Schweiz Wälder im Rheintal, Jura und Mittelland an sowie die Beatushöhle am Thuner See. KOPESZKI & MEYER (1994) melden ein Exemplar aus einem Waldboden Vorarlbergs (Erstnachweis für Österreich). Aus Deutschland scheint die Art außer von den Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg ebenfalls nicht bekannt zu sein.

Taxonomie:

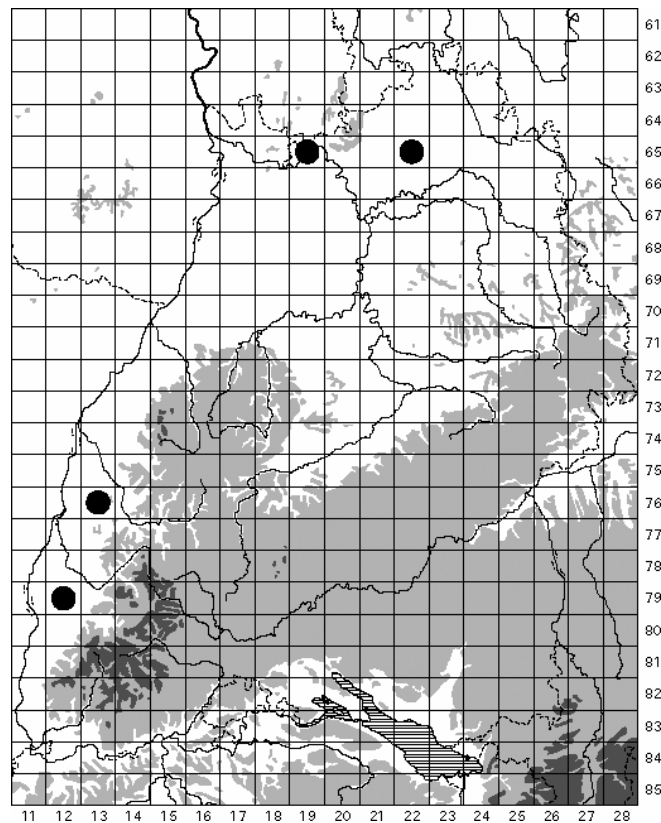
Nach POMORSKI (1990) ist *O. (P.) glebatus* GISIN, 1952 ein Juniorsynonym von *O. (P.) quadriocellatus* GISIN, 1947. *O. (P.) glebatus* unterscheidet sich nach GISINs Beschreibung von *quadriocellatus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. 2002 hat POMORSKI seine Ansicht aber wieder geändert, und in BELLINGER et al. (1996-2003) wird *O. (P.) glebatus* erneut als Art geführt. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) cf. humatus GISIN, 1952

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe

nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (Protaphorura) armatus* (TULLBERG, 1869)

sensu GISIN, 1952



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 4 | bislang aus Baden-Württemberg nur von vier Wald-Dauerbeobachtungsflächen gemeldet (s.u.); das Vorkommen dieser Form im Land bedarf weiterer Bestätigung |
| Gesamtfangzahl | 12 | sehr gering (nur Adulti, jüngere Stadien kaum zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe) |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 8, 4 | |

Onychiurus cf. humatus ist auf folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1470 Lahr-Emmerdinger Vorberge | 1450 Kaiserstuhl | 1320 Bauland | 1340 Sandstein-Odenwald |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Fangzahl / Probenahmetermin | 1 / Sommer 1990 | 1 / Herbst 1990 | 3 / Herbst 1988 | 7 / Sommer 1988 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 30 Ind./m ² / 0,3 % | 30 Ind./m ² / 0,6 % | 90 Ind./m ² / 1,1 % | 210 Ind./m ² / 2 % |
| Höhe ü. NN [m] | 245 | 310 | 355 | 405 |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| Höhenstufe, Exposition | collin, Nordwest | collin bis submontan, West | submontan, Nord-Nordwest | submontan, Südwest |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss, Ah-Horizont nur 4 cm mächtig | Pararendzina aus Löss über Magmastein (ehemaliger Rigosol ?) | pseudovergleyte Braunerde-Terrafusca aus Mergelkalkstein (Oberer Muschelkalk) | Braunerde aus Sandsteinverwitterung (Mittlerer Buntsandstein) |
| Vegetation | oligotropher Buchenwald (artenarmes Luzulo-Fagetum), lückige Krautschicht wird beherrscht von <i>Luzula sylvatica</i> | eutropher Buchenwald (fragmentarisches Carici-Fagetum), mächtigste Art der Krautschicht ist <i>Convallaria majalis</i> | eutropher Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum) mächtigste Art der Krautschicht ist <i>Galium odoratum</i> | oligotropher Buchenwald (Luzulo-Fagetum), keine näheren Angaben |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,9 %, C/N 18,5, C/P 145 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 6,2 %, C/N 8,0, C/P 52 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 5,3 %, C/N 11,5, C/P 50 | F-Mull, keine weiteren Angaben |
| pH (Ah) | 3,6 | 7,2 | 4,6 | keine Angaben |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, Krümelgefüge | schluffiger Lehm, Krümelgefüge | schluffig-toniger Lehm, Krümelgefüge | keine Angaben, wohl sandiger Boden |
| Basen | mäßig basenarm, tiefgründig entkalkt | sehr basenreich (Ca und Mg), karbonatreich | basenreich, karbonatfrei (Entkalkungstiefe 40 cm) | keine Angaben, wohl basenarm und karbonatfrei |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Pb ges. im Ah-Horizont | keine | Cd mob. im Ah-Horizont | keine Angaben |
| Feuchte | frisch oder zumindest mäßig frisch | mäßig frisch, evtl. sommerliche Trockenperioden | frisch oder zumindest mäßig frisch | keine Angaben |
| Sonstiges | | warmer Standort, vielleicht in historischer Zeit als Weinberg genutzt | | 1986 und 1988 beprobt, nach Windwurf ausgeschieden |
| | Krautschicht stets lückenhaft oder spärlich ausgebildet, keine Moosschicht, dennoch Durchwurzelungsintensität der Ah-Horizonte sehr hoch | | | |
| Klima: | Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-10 °C | | | |

Allgemeine Verbreitung:

Nach CHRISTIAN (1987) beschränkt auf die Nordostalpen in Österreich (Bundesländer Salzburg, Oberösterreich und Steiermark). PITKIN (1980, zit. in HOPKIN 1997) meldet die Art auch aus Material der *O. armatus*-Gruppe, das in England und Wales gesammelt wurde. Durch die Funde auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen ist mit Vorbehalt Baden-Württemberg hinzuzufügen.

Biologie und Ökologie:

Die wenigen Informationen in der Literatur ergeben folgendes Bild: Am locus classicus in der Steiermark bewohnt *O. (P.) humatus* schwarze, humusreiche Rendzinen in subalpinen Lagen unter Zirbenbeständen (GISIN 1952, HAYBACH 1971). GISIN (1960a) gibt an: „feuchte Standorte“. In Baden-Württemberg wurde die Art in Laubwäldern der collinen bis submontanen Stufe auf kalkreichen wie auch sauren, humosen Böden angetroffen, mit dem Kaiserstuhl sogar in einer der

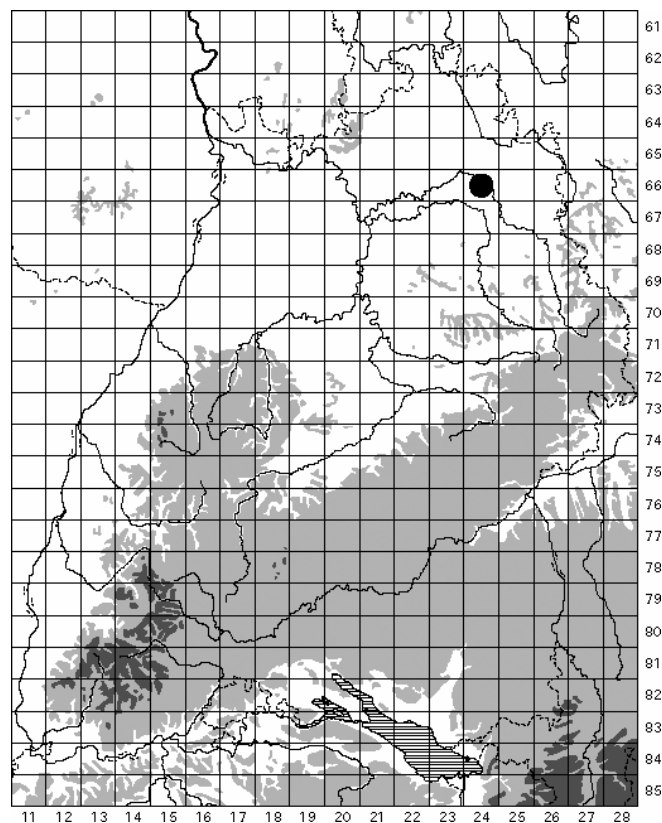
wärmsten Regionen des Landes (s.o.). Über die Funde in England bzw. Wales liegen mir keine näheren Angaben vor. *O. (P.) humatus* wurde seit der Beschreibung durch GISIN nur selten gemeldet. Die Art dürfte wie *O. (P.) armatus* als euedaphischer Bewohner der Humusschicht zu klassifizieren sein.

Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) sind *O. (P.) humatus* GISIN, 1952 und *O. (P.) tricampatus* GISIN, 1956 Juniorsynonyme von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952. *O. (P.) humatus* unterscheidet sich nach GISINS Beschreibung von *armatus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) cf. parallatus GISIN, 1952

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang einziger Fundort in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1300 bei Muldingen an der Jagst (Naturraum Kocher-Jagst-Ebenen); das Vorkommen der Art im Land bedarf der Bestätigung |
| Gesamtfangzahl | 1 | adult, jüngere Stadien kaum zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 0, 0 | nur im Frühling 1986 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1300, Jahresmittel 1986) | | 30 Ind./m ² / 0,44 % |

Fläche 1300

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 330 |
| Höhenstufe, Exposition | collin bis submontan, Süd-Südwest, Hangneigung 25 % |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein des Oberen Muschelkalks |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Carici-Fagetum) mit Eichen, Hainbuche, Elsbeere und Feldahorn, mächtigste Arten in der lückigen Krautschicht sind <i>Asarum europaeum</i> , <i>Galium odoratum</i> und <i>Anemone nemorosa</i> (nur im Frühling) |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 9,5 %, C/N 14,5, C/P 62 |
| pH (Ah) | 5,1 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmgiger Ton, Subpolyedergefüge im 4 cm mächtigen Ah, darunter im Cv-T Polyedergefüge (stark steinig), Profil in beiden Horizonten mit Regenwurmgingen |
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung der Hintergrundwerte von Cd mob. im Ah und Cv-T sowie von Cu in der organ. Auflage |
| Feuchte | mäßig frisch bis (wechsel-)frisch |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei mittlerer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 800 mm, Jahresmitteltemperaturen um 8 °C mäßig warmer Standort (Temperaturzahl für die Krautschicht 5-6) |

Allgemeine Verbreitung:

Hochalpin; bisher offenbar nur aus Österreich bekannt (?), dort Fundorte in den Ötztaler Alpen, Zillertaler Alpen, Hohen Tauern und den Gesäuse-Alpen (GISIN 1960a, CHRISTIAN 1987).

Biologie und Ökologie:

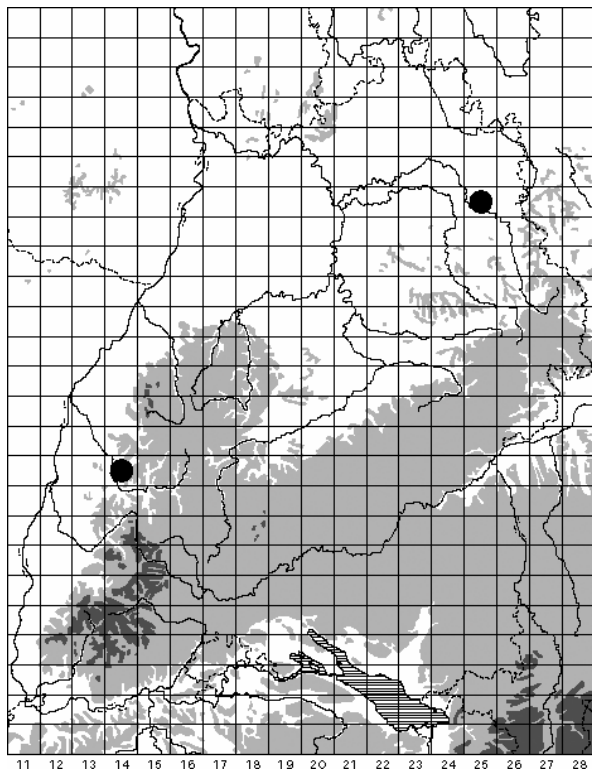
Nach den bisherigen Funden ein Bewohner hochalpiner Lagen. Vorkommen außerhalb dieses Bereiches scheinen nicht bekannt zu sein. Angesichts dieser Angaben aus der Literatur (CHRISTIAN 1987, GISIN 1960a) erscheint das Vorkommen der Art in Baden-Württemberg fragwürdig.

Taxonomie:

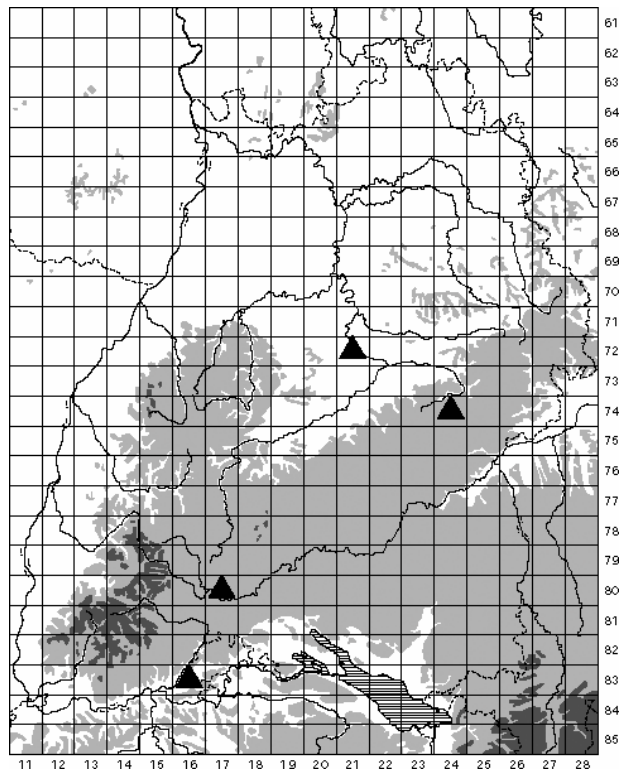
O. (P.) parallatus gilt POMORSKI (1990) als gute Art, da er sich durch das Fehlen von Pseudocellen auf der Unterseite des Kopfes von allen anderen durch POMORSKI untersuchten Taxa der *armatus*-Gruppe unterscheidet. Im Einzelfall können Pseudocellen jedoch undeutlich ausgebildet sein und bei der Determination übersehen werden.

Onychiurus (Protaphorura) procampatus GISIN, 1956

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe, nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) campatus* GISIN, 1952 (vgl. Taxonomie)



O. (Protaphorura) procampatus



O. (Protaphorura) campatus

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | unter <i>O. procampatus</i> aus Baden-Württemberg bislang nur von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen bekannt; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 25 | sehr gering, jüngere Stadien nicht zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 16, 0, 9 | |

O. (P.) procampatus ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1310 Hohenloher Ebene | 1390 Mittlerer Schwarzwald |
|---|--|---|
| Fangzahl / -termin | 16 Ex. im Frühling, 1987 6 Ex. im Herbst 1987 | 3 Ex. im Herbst 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 675 Ind./m ² / 6,7 % | 90 Ind./m ² / 0,50 % |
| Höhe ü. NN [m] | 420 | 615 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Südost, Neigung 5 % | montan, West, Hangneigung 37 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründiger Pseudogley-Pelosol aus Mergelton des Unteren Keuper | mittelgründige, schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (arten- reiches Asperulo-Fagetum), in der lückigen Krautschicht v.a. <i>Anemone nemorosa</i> (im Frühling), <i>Lamium galeobdolon</i> agg. (im Sommer) und in Teilbereichen außerhalb der Kern- fläche <i>Impatiens noli-tangere</i> | oligotraphenter Tannen-Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum), in der lückigen Krautschicht dominiert Heidelbeere, dazwischen auch etwas Drahtschmiele |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,6 %, C/N 11,8, C/P 42 | rohhumusartiger Moder, organische Auflage 14 cm, Humusgehalt Ah: 11,9 % C/N 24,4, C/P 145 |
| pH (Ah) | 6,3 | 3,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffig-toniger Lehm, Polyeder- gefüge | anlehmiger Sand, sehr stark grusig oder steinig, Einzelkorn- bis Krümel- gefüge |
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden (Cv-Horizont ab 35 cm unter GOF karbonathaltig) | basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | keine Überschreitungen der Hinter- grundwerte | Überschreitung des Hintergrund- wertes von Cd in der organ. Auflage |
| Feuchte | (mäßig) frisch bis mäßig feucht, nässere Senken in der Kernfläche | schwer einzuschätzen: vermutlich frisch, evtl. mit stärkerem Wechsel |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt |
| Klima | Jahresniederschläge 750-800 mm, Jahresmitteltemperaturen 7,5-9 °C | Jahresniederschläge 1000-1600 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-8 °C |

Allgemeine Verbreitung:

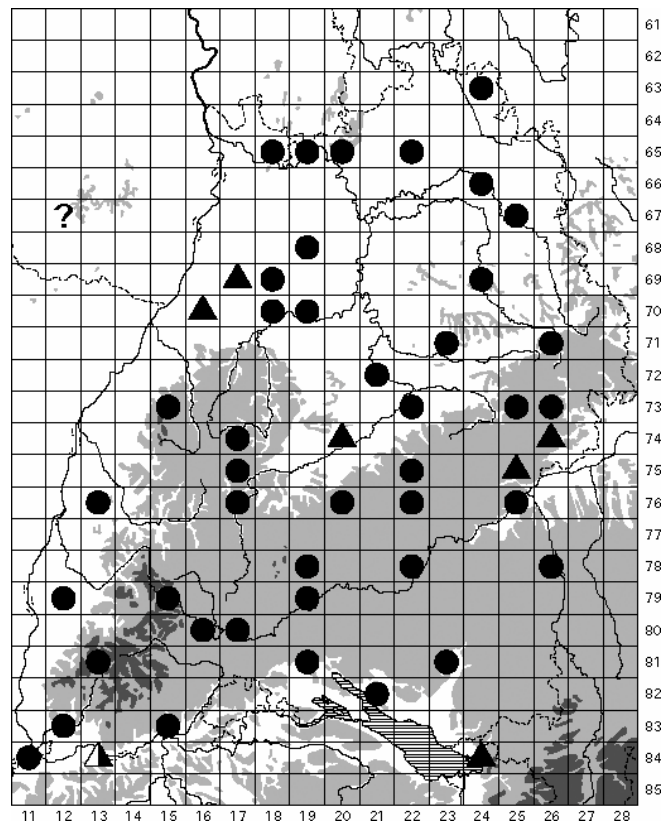
Nach CHRISTIAN (1987) eine europäische, laut SCHULZ et al. (2002) paläarktische Art; explizit genannt werden in der Literatur zumindest die Schweiz (Alpen), Deutschland, England, Dänemark und Südnorwegen.

Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) ist *O. (P.) procampatus* GISIN, 1956 ein Juniorsynonym von *O. (P.) campatus* GISIN, 1952. *O. (P.) procampatus* unterscheidet sich nach GISINS Beschreibung von *campatus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. BELLINGER et al. (1996-2003) zählen sowohl *O. (P.) procampatus* als auch *O. (P.) campatus* als Synonyme zu *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) quadriocellatus GISIN, 1947

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe



Auch GISIN (1960a) meldet die Art aus dem Schwarzwald, allerdings ohne Ortsangabe.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 45 | fast über ganz Baden-Württemberg verbreitet, nur das Fehlen der Art in den Tieflagen der Oberrheinebene bedarf noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 779 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 180, 264, 335 | Minimum im Frühling (ganz ähnlich <i>O. furcifer</i>) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 170, Median 100, Max. 1080 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,98 , Median 0,53 , Max. 5,42 | |

Die Zahlen umfassen für diese Art Adulti und Juvenile, im Gegensatz zu den Angaben für andere Arten der *armatus*-Gruppe.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,3009 | 0,0009 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2751 | 0,0025 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2723 | 0,0028 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2487 | 0,0063 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Cu ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,2478 | 0,0065 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2447 | 0,0072 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,2416 | 0,0079 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2381 | 0,0089 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,2315 | 0,0110 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2222 | 0,0146 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2214 | 0,0150 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2066 | 0,0232 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | - 0,2062 | 0,0235 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2001 | 0,0279 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,1942 | 0,0329 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,1909 | 0,0360 |
| Cd gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1875 | 0,0413 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,1852 | 0,0418 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1849 | 0,0422 |
| Artenzahl Moose in der Moosschicht | 57 | - 0,1801 | 0,0478 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 210 -1080 Ind./m ² , n=12 (incl. Fläche 1290/1292 obwohl jeweils nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 230 bis 1260 | 230 bis 610 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen, jedoch nicht in Auenböden) | von Rendzina über Terrae fuscae und Parabraunerden bis zu podsoligen Braunerden auf unterschiedlicher geologischer Basis, keine Auenböden |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder der collinen und submontanen Stufe, keine Auenwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | 1x L-Mull, sonst F-Mull und Moder, organ. Auflage bis 7 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3-17 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 5,1-34,2, C/P 29- 141) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,3 - 7,0 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Sand, sandiger und lehmiger Schluff, schluffiger Lehm sowie 4x lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basen- arme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, im Ah-Horizont immer karbonatfreie Böden (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | mäßig trockene (mit sommerlicher Trockenperiode) bis frische und feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10°C |

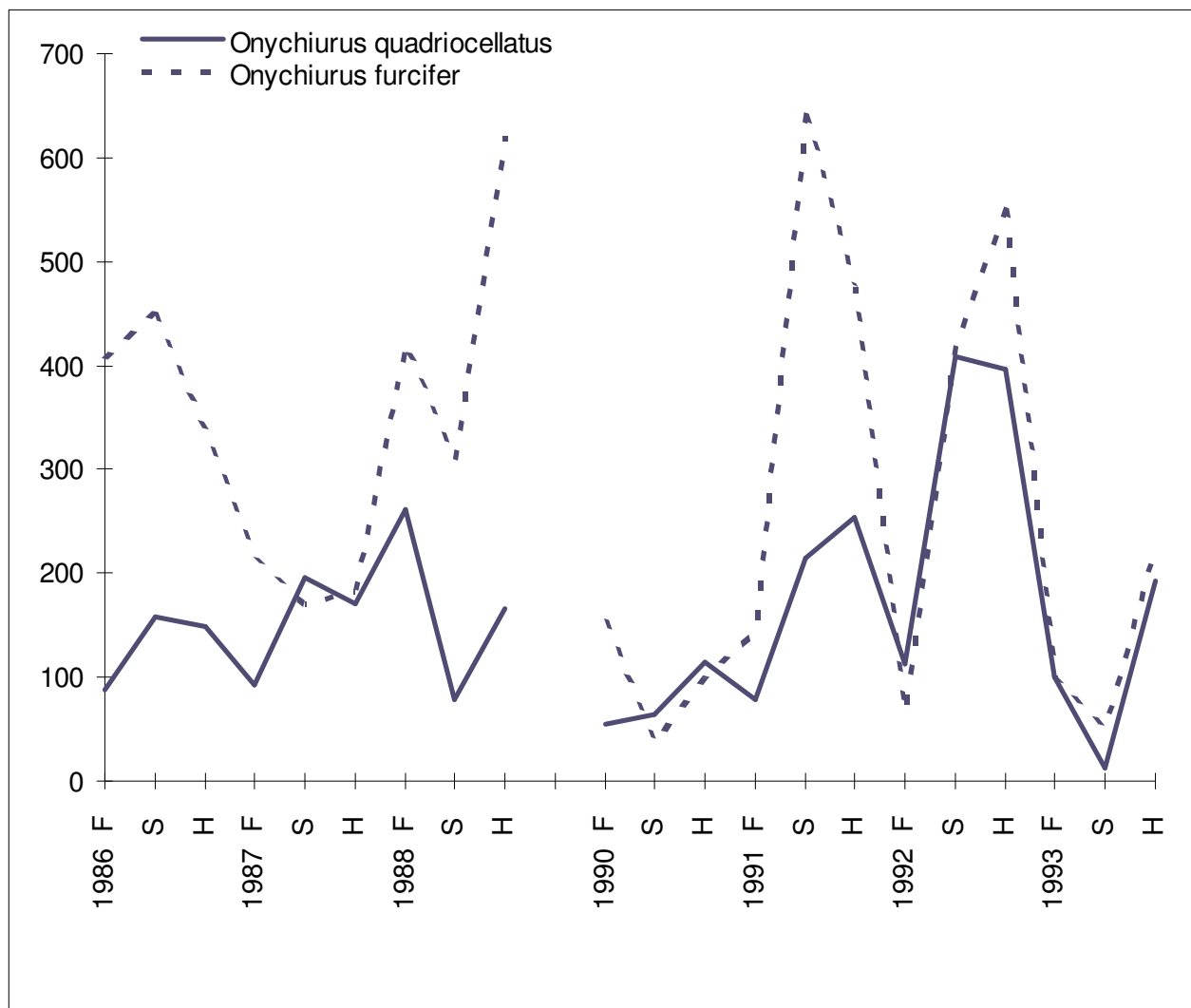
Allgemeine Verbreitung:

Laut SCHULZ et al. (2002) eine paläarktische Art. BELLINGER et al. (1996-2003) fassen das Areal enger: Europa incl. das Mittelmeergebiet aber ohne den hohen Norden. FJELLBERG (1980) gibt

zwei Fundorte aus Südnorwegen an. Britische *O. quadriocellatus*-Meldungen haben sich laut HOPKIN (2002-2003) als *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880) entpuppt. Von Süddeutschland und angrenzenden Gebieten der Schweiz ist die Art schon lange bekannt und vielfach gemeldet worden (GISIN 1943, noch unter *O. octopunctatus* (TULLBERG, 1876), GISIN 1947, BOCKEMÜHL 1956, HAYBACH 1959).

Taxonomie:

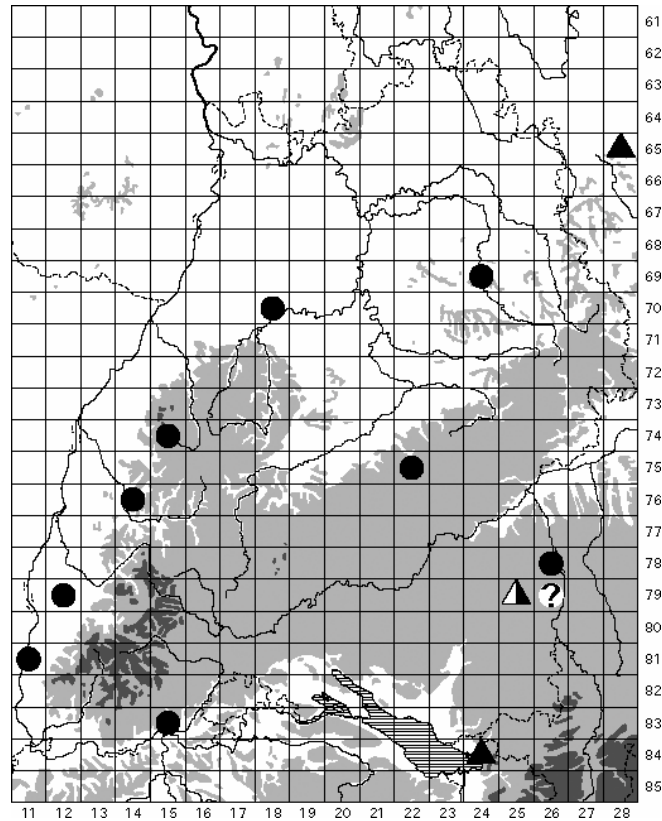
Nach POMORSKI (1990) ist hierher als Juniorsynonym *O. (Protaphorura) glebatus* GISIN, 1952 zu zählen, welcher bei BELLINGER et al. (1996-2003) wieder als separate Art geführt wird unter Berufung auf eine Mitteilung von POMORSKI aus dem Jahr 2002. *O. glebatus* wurde auf 13 Wald-Dauerbeobachtungsflächen mit 155 Ind. gefangen (siehe dort) und trat dabei stets syntop mit *O. quadriocellatus* auf. *O. glebatus* scheint jedoch im Gegensatz zu *O. quadriocellatus* besonders für saure Waldböden höherer Lagen kennzeichnend zu sein.



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Onychiurus quadriocellatus* und *O. furcifer* 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf denen die jeweilige Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Onychiurus (Protaphorura) subarmatus GISIN, 1957

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe,
Synonymie siehe unter Taxonomie



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 9 | aus verschiedenen Teilen Baden-Württembergs bekannt, jedoch mit großen Lücken; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 130 | sehr gering; jüngere Stadien nicht zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 15, 7, 108 | ausgeprägtes Maximum im Herbst, geht zurück auf 86 Tiere von Fläche 1390 im Herbst 1992 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 140, Median 60, Max. 880 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,60 , Median 0,41 , Max. 2,68 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1270 im Neckarbecken, 80 Ind./m ² , Fläche 1090 im Alpenvorland, 100 Ind./m ² , Fläche 1390 im Mittleren Schwarzwald, 880 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 210 bis 760 | 365, 550 und 615 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden, z.T. podsoliert, Pararendzina, Terra fusca-Rendzina, Auenrendzina | - sehr flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein (Oberer Muschelkalk), - sehr tiefgründige Pseudogley-Braunerde aus Sanden und Tonmergel der Oberen Süßwassermolasse, - mittelgründige, schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | - Carici-Fagetum der collinen bis submontanen Stufe, im Frühling <i>Anemone nemorosa</i> dominierend, sonst nur spärliche Krautschicht, - Asperulo-Fagetum (Buchen und Eichen) der submontanen Stufe mit artenreicher Krautschicht, - oligotraphenter Tannen-Buchenwald (artenarmes Luzulo-Fagetum) der montanen Stufe, Heidelbeere dominiert die Krautschicht, kaum Moosschicht |
| Humus | L-Mull bis rohumusartiger Moder | - F-Mull, stark humoser Boden (Ah 8,3 %), hohe Humusqualität (C/N 10,8, C/P 42), - F-Mull, stark humoser Boden (Ah 6,2 %), sehr hohe Humusqualität (C/N 9,3, C/P 67), - rohumusartiger Moder, sehr stark humoser Boden (Ah 12 %), organ. Auflage 14 cm, geringe Humusqualität (C/N 24,4, C/P 145) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 5,4, 3,8 und 3,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | - lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge, Regenwurmgänge, - schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge, Regenwurmgänge, - anlehmiger Sand, sehr stark steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, keine Regenwurmgänge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | - basenreicher, zumindest oberflächlich entkalkter Boden, - basenreicher, karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe ca. 1 m), - basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: - Pb ges., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont auf Fläche 1270, - Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont auf Fl. 1090, - Cd in der organ. Auflage auf Fläche 1390 |
| Sonstiges | | Böden im Ah-Horizont (sehr) stark durchwurzelt; Fläche 1270 im Frühling frisch, im Sommer mit Trockenperioden, Fläche 1090 frisch bis feucht, Fläche 1390 mäßig frisch bis frisch; Jahresniederschlagssummen 600-1600 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europäisch; bekannt zumindest aus England (HOPKIN 1997), Norwegen (FJELLBERG 1980) und Deutschland (mehrfach). Der locus typicus der Art liegt in Baden-Württemberg: Die Tiere, wel-

che die Grundlage für GISINs Erstbeschreibung bildeten, stammen aus einem Fichtenforst in der Umgebung von Ochsenhausen im Alpenvorland.

Biologie und Ökologie:

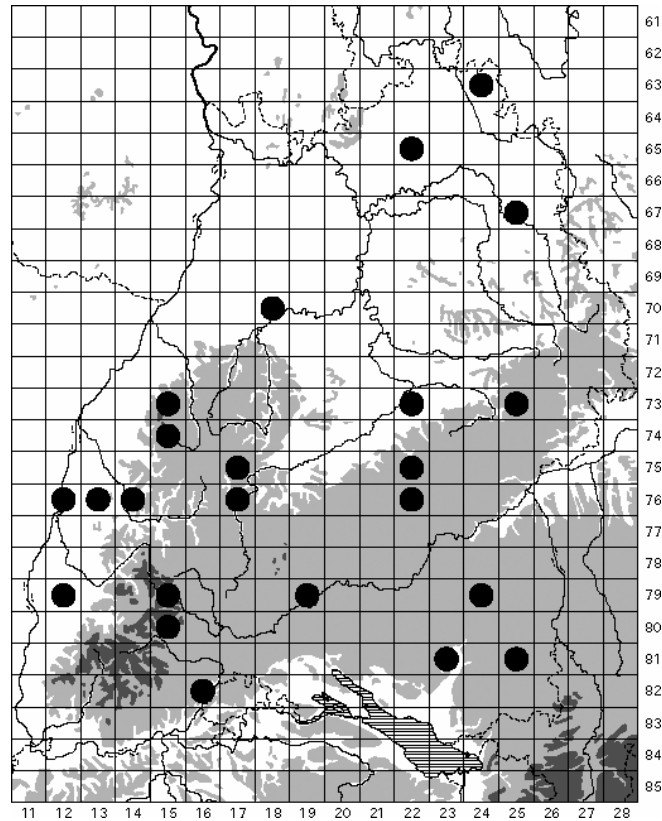
BÖHLE (1991) vertritt nach Untersuchung einer großen Zahl von Exemplaren aus dem Gebiet des Vogelsberges in Hessen die Ansicht, *O. subarmatus* sei ein Juniorsynonym von *O. armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952, wobei sich verschiedene „Ökoformen“ beschreiben ließen: *armatus* in zeitweise austrocknenden, *subarmatus* in ständig nassen und intermediäre Formen in mäßig feuchten bis feuchten Böden.

Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) ist *O. (P.) subarmatus* GISIN, 1957 ein Juniorsynonym von *O. (P.) subuliginatus* GISIN, 1956, welcher laut schriftlichem Bericht (SCHICK 1985) mit einem Ind. im August 1985 auf der Fläche 1410 am Belchen in 1260 m ü. NN gefangen wurde. *O. (P.) subarmatus* unterscheidet sich nach GISINs Beschreibung von *subuliginatus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. BELLINGER et al. (1996-2003) zählen sowohl *O. (P.) subarmatus* als auch *O. (P.) subuliginatus* als Synonyme zu *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) sublatius GISIN, 1957

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe,
nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (Protaphorura) aurantiacus* (RIDLEY, 1880)



Hierzu dürften auch folgende Meldungen zu rechnen sein:

O. (P.) aurantiacus (RIDLEY, 1880) aus der Rheinaue bei Eggenstein-Leopoldshafen (FOX 2000),
O. (P.) austriacus BUTSCHEK, 1948 aus dem Stadtwald von Ettlingen (DIELMANN 1989) und
O. (P.) prolatus GISIN, 1957 aus dem NSG Dellenhäule bei Aalen (ÖkWi 1990).

Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 23 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, im Nordwesten aus der Rheinebene durch o.g. Meldungen unter <i>O. aurantiacus</i> und <i>O. austriacus</i> |
| Gesamtfangzahl | 1401 | |
| Phänologie (F, S, H) | 657, 349, 395 | Maximum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 510, Median 110, Max. 3500 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 2,4 , Median 0,6 , Max. 16,8 | |

Die Angaben umfassen nur die zur Art determinierbaren, adulten Individuen, eine Aufstellung zu den Zahlen der nicht bestimmbar Tiere siehe im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3637 | 0,0001 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3143 | 0,0006 |
| Hangneigung | 57 | + 0,2719 | 0,0028 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2706 | 0,0030 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2710 | 0,0032 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2545 | 0,0052 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2504 | 0,0059 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2434 | 0,0075 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2387 | 0,0087 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2112 | 0,0203 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | + 0,2081 | 0,0223 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2096 | 0,0225 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1943 | 0,0328 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1882 | 0,0387 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1830 | 0,0444 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1790 | 0,0493 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 350 -3500 Ind./m ² , n=6 [auf den Flächen 1402 und 1380 im Schwarzwald bei > 3000 Ind./m ² mit Abstand die höchsten Abundanzen] |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 1015 | 365 bis 1015 [955 und 760] |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen sowie 1x Gley-Vega) | Braunerden aus Granit, Gneis und Sandsteinverwitterung (so), 3 von 4 podsolig, sowie (sehr) flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein (mo) und Terra fusca-Rendzina aus Weißjurakalk [Braunerde und podsolige Braunerde aus Gneis bzw. aus Granit] |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | 4x oligotraphente Misch- und Nadelwälder der montanen Stufe (Luzulo-Fagetum, Luzulo-Abietetum und Vaccinio-Abietetum), 2x eutraphente Buchenwälder (Hordelymo- und Carici-Fagetum) der montanen bzw. der collinen bis submontanen Stufe [Luzulo-Abietetum mit hohem Fichtenanteil, in der gut ausgebildeten Krautschicht <i>Avenella flexuosa</i> und <i>Vaccinium myrtillus</i> dominierend] |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 14 cm, stark bis (1x) extrem humose Böden (Ah 6,7-16 %), hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 10,8-28,4, C/P 42-207, >200 gilt als gestört) [Moder, feinhumusreich, organische Auflage bis 14cm, (sehr) stark humose Böden (Ah 8,8-12,9 %), C/N 18,9-28,4, C/P 95-126] |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 5,4 [3,5 und 3,3] |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton | 3x anlehmiger und lehmiger Sand, Einzelkorn-, Krümel- oder Subpolyedergefüge, sandig-toniger Lehm, Krümelgef., 2x lehmiger Ton, Krümel- bis Polyedergef, Böden oft sehr steinig [sandig-toniger Lehm, Krümelgefüge, und lehmiger Sand, Einzelkorn- bis Subpolyedergef., je sehr steinig] |

| | | |
|---------------|--|---|
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 4x basenarme, karbonatfreie Böden, 2x basenreiche, aber zumindest oberflächlich entkalkte Böden [basenarme, karbonatfreie Böden] |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah/Ahe-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage [Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah/Ahe-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage] |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte Ah-Horizont immer (sehr) gering; mäßig frische (im Carici-Fagetum mit sommerlichen Trockenperioden) und frische (luftfeuchte ?) Standorte [wahrscheinlich frische (luftfeuchte ?) Standorte]; Jahresniederschlagssummen 600 [1000]-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C [6-8,5 °C] |

Allgemeine Verbreitung:

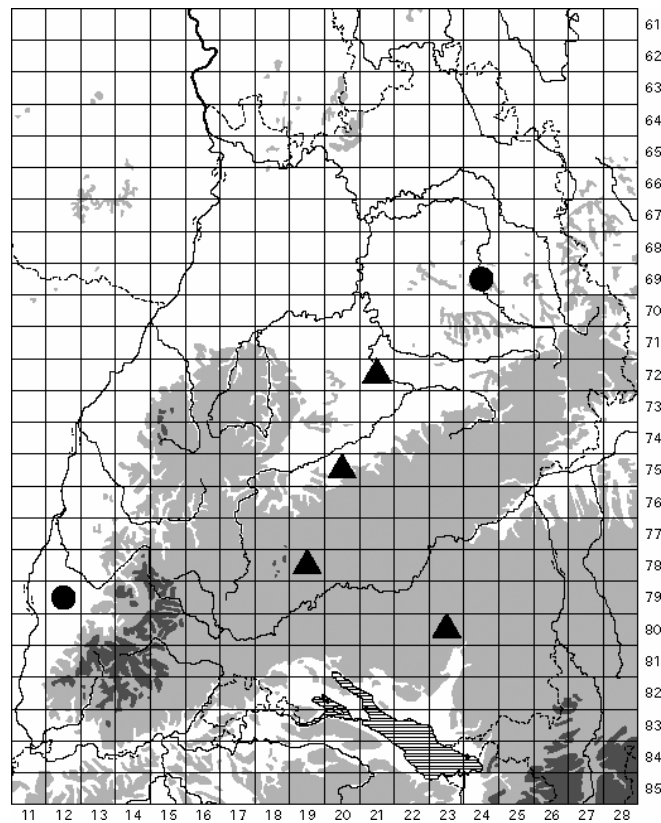
O. (P.) aurantiacus (RIDLEY, 1880) scheint eine in Europa weit verbreitete Art zu sein. BELLINGER et al. (1996-2003) geben an: Europa incl. Mittelmeergebiet aber ohne den hohen Norden. Für *O. (P.) sublatus* lassen sich keine separaten Angaben machen. Meldungen liegen zumindest vor aus Großbritannien, Österreich und nunmehr auch aus Deutschland.

Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) ist *O. (P.) sublatus* GISIN, 1957 ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880). *O. (P.) sublatus* unterscheidet sich nach GISINs Beschreibung von *aurantiacus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. Auch *O. (P.) vontoernei* GISIN, 1957, der mit sechs Ind. auf einer Wald-Dauerbeobachtungsfläche im Alpenvorland festgestellt wurde (syntop mit *O. sublatus*), wäre nach POMORSKI (l.c.) hierher zu zählen. Bei BELLINGER et al. (1996-2003) firmiert *O. vontoernei* allerdings wieder als separate Art (unter Berufung auf eine Mitteilung POMORSKIS von 2002 !). Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) tricampatus GISIN, 1956

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe,
 nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (Protaphorura) armatus* (TULLBERG, 1869)
 sensu GISIN, 1952



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | nur wenige Funde im Kaiserstuhl, auf der Schwäbischen Alb, im Neckar-Tauber-Land sowie im Alpenvorland; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 25 | sehr gering, jüngere Stadien nicht zur Art bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 23, 2, 0 | Frühlingsmaximum (?) |

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1230 Schwäbisch-Fränkischer Wald | 1450 Kaiserstuhl |
|--|--|---|
| Fangzahl / -termin | 12 Ex. im Frühling 1987 11 Ex. im Frühling 1992 | 2 Ex. im Sommer 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 370 Ind./m ² / 6,7 % 340 Ind./m ² / 1,0 % | 60 Ind./m ² / 1,2 % |
| Höhe ü. NN [m] | 490 | 310 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Südwest, Neigung 4 %, Oberhangbereich | collin bis submontan, West, Hangneigung ca 50 % |

| | | |
|----------------------|--|--|
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige podsolige Braunerde auf Stubensandstein (km4), Ahe 4 cm, Bsv 3 cm, (Cv)-Bv 27 cm | mittelgründige Pararendzina aus Löss über Magmagestein, unter 9 cm Ah1 40 cm (R-)Ah2, ehemaliger Rigosol ? |
| Vegetation | oligotropher Buchenwald mit forstlichem Fichtenanteil (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum), in der spärlichen Krautschicht dominieren Säurezeiger, v.a. <i>Avenella flexuosa</i> | eutropher Buchenwald (fragmentarisches Carici-Fagetum), mächtigste Art der schwach entwickelten Krautschicht ist <i>Convallaria majalis</i> |
| Humus | feinhumusreicher Moder, organische Auflage 7 cm, Humusgehalt Ahe: 3,4 %, C/N 20, C/P 141 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 6,2 %, C/N 8,0, C/P 52 |
| pH (Ah) | Ahe: 3,3, Bsv: 3,5 | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand, steinig, Einzelkorngefüge, im Bsv verkittet | schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| Basen | sehr basenarmer, karbonatfreier Boden | sehr basenreicher (besonders Ca und Mg), karbonatreicher Boden |
| Schwermetalle | Hintergrundwert für Pb mob. überschritten im Ahe- und Bsv-Horizont | keine Überschreitungen von Hintergrundwerten |
| Feuchte | mäßig frisch, wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden | mäßig frisch, wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden |
| Sonstiges | Ahe-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | warmer Standort, vielleicht in historischer Zeit als Weinberg genutzt, Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 800-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-8,5 °C | Jahresniederschläge 550-750 mm, Jahresmitteltemperaturen 9-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

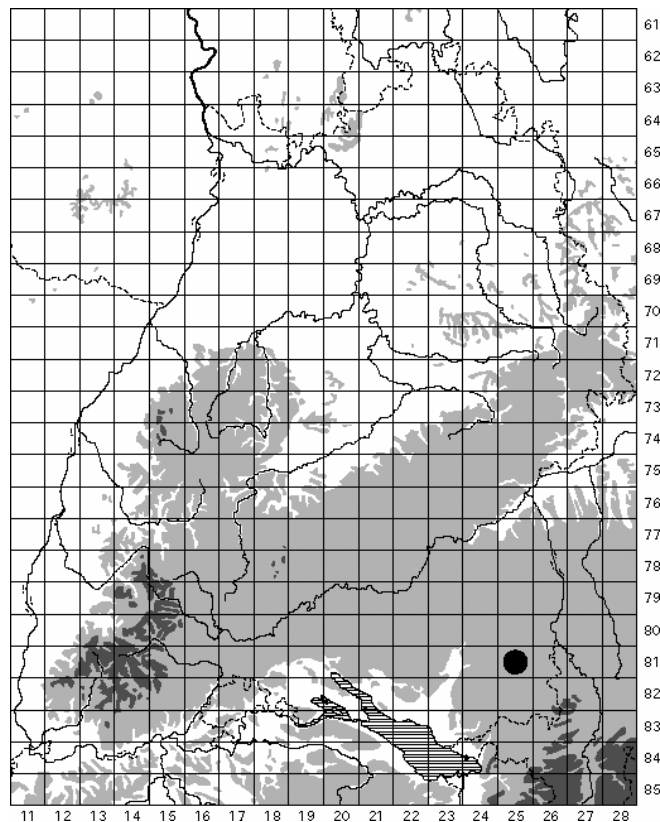
Da es sich wahrscheinlich nicht um eine separate Art, sondern lediglich um ein Synonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952 handelt, lassen sich keine genauen Angaben zum Areal von *O. (P.) tricampatus* machen. Der mir vorliegenden Literatur sind Meldungen aus Großbritannien, Südnorwegen, Dänemark, Deutschland und der Schweiz zu entnehmen.

Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) sind *O. (P.) tricampatus* GISIN, 1956 und *O. (P.) humatus* GISIN, 1952 Juniorsynonyme von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952. *O. (P.) tricampatus* unterscheidet sich nach GISINs Beschreibung von *armatus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert.

Onychiurus (Protaphorura) cf. vontoernei GISIN, 1957

heute Genus *Protaphorura* ABSOLON, 1901, *O. armatus*-Gruppe,
Synonymie siehe unter Taxonomie



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang einziger Fundort in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1071 im Alpenvorland bei Bad Wurzach; das Vorkommen der Form im Land bedarf der Bestätigung |
| Gesamtfangzahl | 6 | adult, jüngere Stadien kaum bestimmbar, siehe <i>O. armatus</i> -Gruppe |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 6, 0 | nur im Sommer 1987 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1071, Jahresmittel 1987) | 185 Ind./m ² / 3,8 % | |

Fläche 1071

| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 665 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, Nordwest, Hangneigung 35 % |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründige, leicht lessivierte Braunerde im Bereich einer Endmoräne der Risseiszeit (Schotter in Sande und Mergel eingebettet) |
| Vegetation | eutraphenter Eichen-Buchenwald (<i>Asperulo-Fagetum</i>), lückige Krautschicht, im Frühling vorherrschend <i>Anemone nemorosa</i> , im Sommer dominiert <i>Aegopodium podagraria</i> |

| | |
|----------------------|--|
| Humus | F-Mull, organ. Auflage 2 cm, Humusgehalt Ah: 4 %, C/N 9,8, C/P 61 |
| pH (Ah) | 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand, stark steinig / kiesig, Krümelgefüge |
| Basen | mäßig basenarm, karbonatfrei (Entkalkungstiefe ≥ 77 cm), hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung der Hintergrundwerte von Pb ges., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | Standort frisch bis feucht |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 850-1200 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-8 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Alle Nachweise bislang stammen aus den Nordostalpen in Österreich (Bundesländer Salzburg, Oberösterreich und Niederösterreich; CHRISTIAN 1987). Vorkommen außerhalb dieses Raumes sind offenbar nicht bekannt. Angesichts dessen bedarf das Auftreten dieser Form in Baden-Württemberg weiterer Bestätigung.

Biologie und Ökologie:

Euedaphischer Bewohner humoser Böden. Am locus typicus im Ötscherland (Ybbstaler Alpen, Niederösterreich) trat *O. (P.) vontoernei* in einem Rendzina-Waldboden auf (GISIN 1960a), am hiesigen Fundort in einer sauren, mäßig basenarmen steinigen Braunerde (s.o.). Informationen zu weiteren Fundorten waren nicht zu erhalten. Die Art ist seit ihrer Beschreibung nur selten gemeldet worden. Auf der Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1071 wurden im Sommer 1987 neben den sechs Individuen von *O. (P.) cf. vontoernei* auch vier von *O. (P.) sublatus* gefangen.

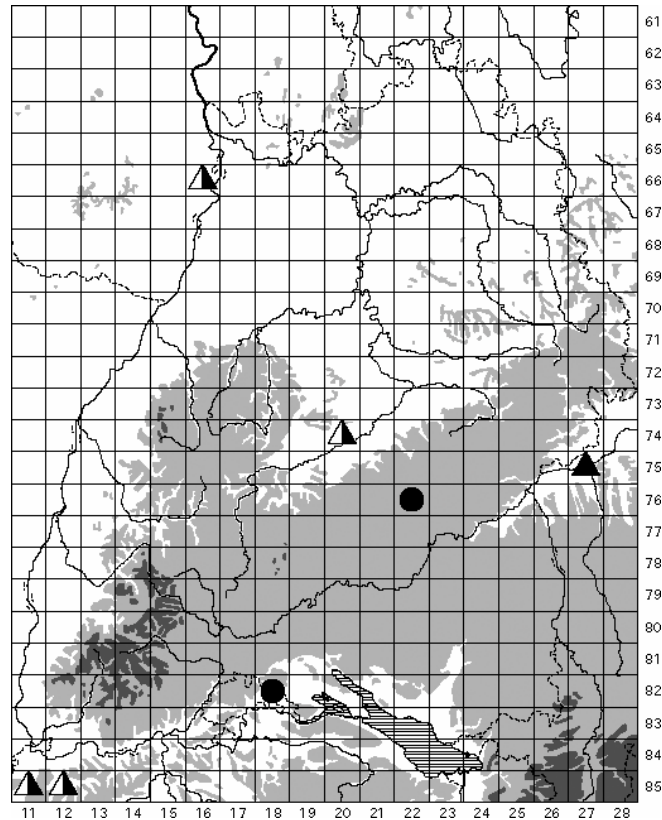
Taxonomie:

Nach POMORSKI (1990) sind *O. (P.) vontoernei* GISIN, 1957 und *O. (P.) sublatus* GISIN, 1957 Juniorsynonyme von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880). *O. (P.) vontoernei* unterscheidet sich nach GISINS Beschreibung von *aurantiacus* durch Charaktere, die in den Zuchten POMORSKIS eine so hohe Variabilität zeigten, dass dieser sie nicht als artdifferenzierend anerkennt. 2002 hat POMORSKI seine Ansicht aber wieder geändert und in BELLINGER et al. (1996-2003) wird *O. (P.) vontoernei* erneut als Art geführt. Die Behandlung der umstrittenen Taxa der Untergattung *Protaphorura* bei der Auswertung der Daten der Wald-Dauerbeobachtungsflächen wird im Abschnitt „Juvenile der *O. armatus*-Gruppe“ erläutert. Angaben zur Autökologie von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880) siehe unter *O. (P.) sublatus* GISIN, 1957.

Onychiurus (Onychiurus) ambulans (LINNAEUS, 1758)

nach Aufhebung der Subgenera heute Genus *Onychiurus* GERVAIS, 1841 s. str.

In den Listen des Ökologischen Wirkungskatasters wird die Art unter dem Synonym *Onychiurus circulans* GISIN, 1952 geführt. Nach BELLINGER et al. (1996-2003) ist *ambulans* das nomen conservandum.



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Frequenz (von 63) | 2 | bislang drei Nachweise aus dem Land: im Hegau, auf der Schwäbischen Alb und bei Tübingen; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 21 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 21 | nur im Herbst 1992 |

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1010 Hegau | 1131 Mittlere Kuppenalb |
|--|---|--|
| Fangzahl / -termin | 20 Ex. im Herbst 1992 | 1 Ex. im Herbst 1992 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 610 Ind./m ² / 3,0 % | 30 Ind./m ² / 0,1 % |
| Höhe ü. NN [m] | 485 | 780 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Nord, Hangneigung 7 % | montan, Nord, Hangneigung 15 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründiger Kolluvisol über Mergeln einer Grundmoräne der Würmeiszeit | flachgründige Terra fusca aus Kalkstein des Weißjura epsilon |

| | | |
|----------------------|--|--|
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald mit Hainbuche (artenreiches Asperulo-Fagetum), faziesbildend <i>Allium ursinum</i> , Krautschicht im Frühling dicht, im Sommer 1992 spärlich, v.a. Efeu und junger Bergahorn | eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum), starke Gehölzverjüngung in Strauch- und Krautschicht (Buche, Esche, Bergahorn), in der lückigen Krautschicht 1992 v.a. <i>Anemone nemorosa</i> (im Frühling), <i>Mercurialis perennis</i> und <i>Elymus europaeus</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 6 %, C/N 8,4, C/P 56 | L-Mull, Humusgehalt Ah: 10 %, C/N 7,1, C/P 55 |
| pH (Ah) | 4,8 | 4,7 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge | lehmiger Ton, Krümel- bis Polyedergefüge mit Regenwurmängen |
| Basen | basenreicher Boden, Entkalkungstiefe 50 cm | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle | keine Überschreitungen der Hintergrundwerte | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer bis feuchter Standort | frischer Standort |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 700-800 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-8,5 °C | Jahresniederschläge um 780 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-6,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europäisch; offenbar vor allem aus West- und Mitteleuropa gemeldet. HOPKIN (2002-2003) beschreibt sie für Großbritannien und Irland als „very common, widespread“. Die Art scheint dem hohen Norden zu fehlen (nach FJELLBERG 1980 unter *O. circulans* aus Südnorwegen), und es ist nicht sicher, ob sie bis in den Mittelmeerraum vordringt (nach GISIN 1960a auch auf Madeira, nach BELLINGER et al. 1996-2003 dort nicht). Die Beschreibung von *O. circulans* fußt auf Tieren aus der Umgebung von Basel in der Schweiz.

Biologie und Ökologie:

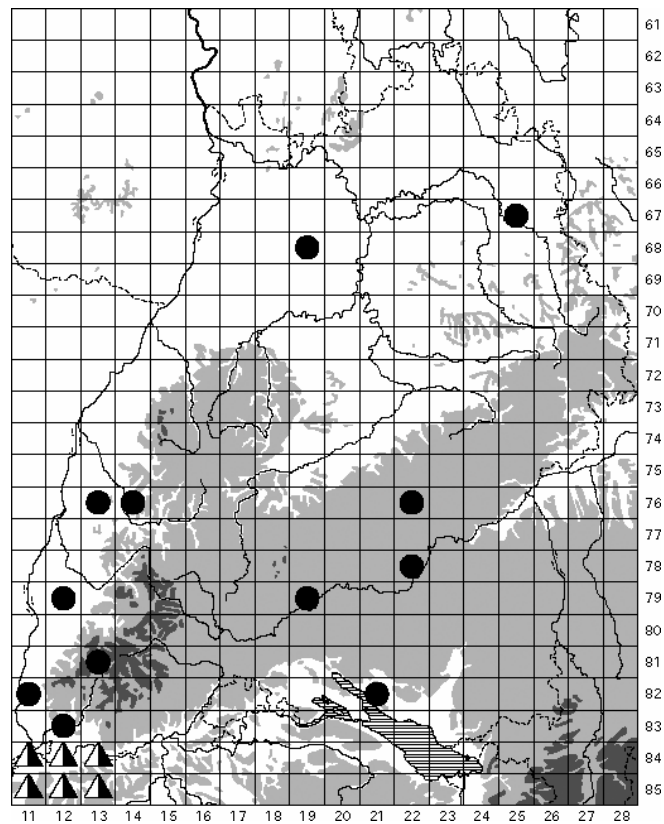
Onychiurus ambulans wird vor allem – aber nicht ausschließlich – in Wäldern oder in Höhlen angetroffen und von CHRISTIAN (1987) als trogophil bezeichnet. Aus den Angaben in der Literatur lässt sich auf Präferenzen für ein kühl-feuchtes Mikroklima sowie für kalk- und basenreichen Untergrund schließen. So häufig wie HOPKIN (l.c.) sie für Großbritannien und Irland angibt, scheint die Art in Mitteleuropa längst nicht zu sein. Bei GISIN (1943) fällt mir auf, dass zwei von vier Fundstellen ebenfalls mit *Allium ursinum* bewachsen waren.

Taxonomie:

Onychiurus ambulans wurde von älteren Autoren im 19. Jahrhundert häufiger erwähnt, doch ist die korrekte taxonomische Zuordnung bei diesen Meldungen nicht immer gesichert. Im 20. Jahrhundert erfolgte durch STACH, DENIS und GISIN eine Abspaltung mehrerer Formen, welche sich nur teilweise als valide Arten erwiesen.

Onychiurus (Onychiurus) granulosis STACH, 1930

heute Genus *Onychiuroides* BAGNALL, 1948



Die Funde aus der Umgebung von Basel (GISIN 1943) hat GISIN selbst 1955 revidiert auf *O. (O.) pseudogranulosus* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & GISIN, 1951.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 14 | bekannt aus verschiedenen Teilen Baden-Württembergs, höchste Fundortdichte im Südwesten; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 438 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 238, 142, 58 | Frühlingsmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 320, Median 170, Max. 2030 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,57, Median 1,08, Max. 6,21 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 300- 2030 Ind./m ² , n=4 |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 230 bis 1260 | 380 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerde bis Pararendzina), vorw. Böden mit Tonhorizont (P, T, Bt, Sd), aber keine Auenböden | - schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung - Braunerde auf Granit, - flachgründige Terra fusca aus Weißjurakalk - schwach pseudovergleyter Pelosol aus Tonmergel (ku) |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder | - artenarmes Luzulo-Fagetum mit viel Heidelbeere - Übergang zw. Luzulo- und Aceri-Fagetum der hochmontanen Stufe, sehr lichter Bestand, - artenreiches Galio odorati-Fagetum, submontan, - artenreiches Hordelymo-Fagetum in montaner Lage |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage 1,5-14 cm, stark bis sehr stark humose Böden (Ah 5,2-11,9 %), sehr hohe bis geringe H.qualität (C/N 6,9-24,4, C/P 34-145) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 5,9 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand bis lehmiger Ton | anlehmiger Sand und sandiger Lehm, beide sehr steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, sowie schluffig-toniger Lehm und lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyederggefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 2x basenarme, karbonatfreie Böden und 2x basenreiche, nur oberflächlich entkalkte Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte immer mit groben Makroporen (d > 2mm) und 3x mit Regenwurmgängen, stark durchwurzelt; in großen geschlossenen Waldgebieten von Schwarzwald, Dinkelberg und Schwäbischer Alb; frische Standorte (im Luzulo-Fagetum wechselfrisch ?) Jahresniederschlagssummen 800-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9°C |

Allgemeine Verbreitung:

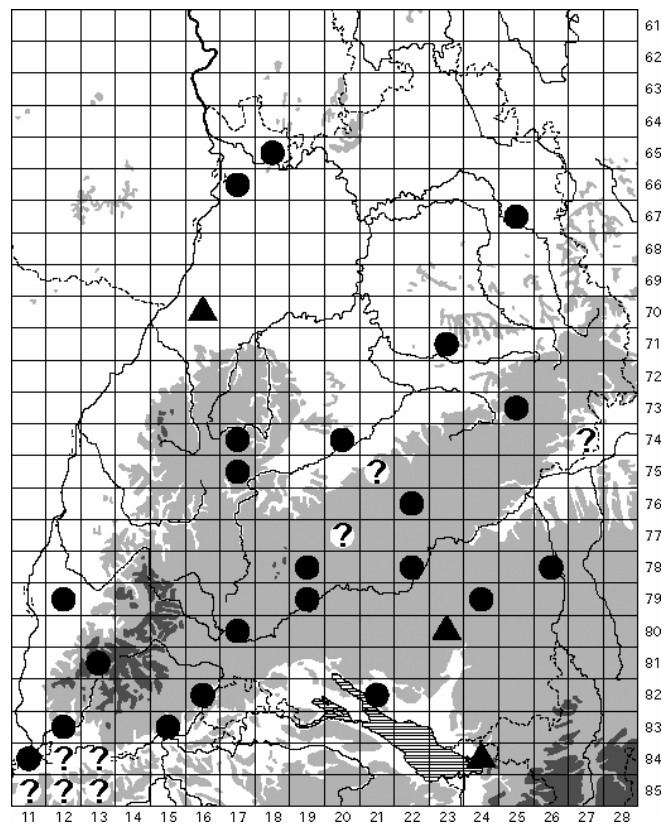
Europäisch; die meisten Meldungen offenbar aus Mittel- und Osteuropa (nach GISIN 1960a einschließlich Polen, Ostkarpaten, Bulgarien). Wegen der lange Zeit unsicheren Abgrenzung zu *O. (O.) pseudogranulosus* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & GISIN, 1951 (siehe Taxonomie) ist eine genaue Beschreibung des Areals kaum möglich. BELLINGER et al. (1996-2003) geben an: Europa incl. Mittelmeergebiet aber ohne den hohen Norden.

Taxonomie:

GISIN revidierte 1955 seine Meldung von *O. (O.) granulosus* aus dem schweizerischen Exkursionsgebiet von Basel zu *O. (O.) pseudogranulosus* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & GISIN, 1951. STACH (1954) und SALMON (1964) hielten diesen für ein Juniorsynonym von *O. (O.) granulosus*, CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) führen beide wieder separat. Es bleibt unklar, inwieweit sich ältere Literaturangaben von „*O. granulosus*“ auf *O. (O.) pseudogranulosus* beziehen. Aus Deutschland liegen Nachweise beider Arten vor (SCHULZ et al. 2002).

Onychiurus (Onychiurus) silvarius GISIN, 1952

heute Genus *Deuteraphorura* ABSOLON, 1901



Die Fragezeichen stehen für Meldungen von „*Onychiurus fimetarius* (LINNAEUS)“ aus älterer Literatur (vgl. Kapitel III), welche sich vielleicht auf *O. silvarius* beziehen.

Ergebnisse:

| | | |
|--|--|--|
| Frequenz (von 63) | 22 | möglicherweise in ganz Baden-Württemberg verbreitet; größere Lücken, insbesondere in den tiefer gelegenen Landesteilen, bedürfen jedoch noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 506 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 167, 123, 216 | Sommerminimum (?) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 200, Median 60, Max. 1570 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,56, Median 0,32, Max. 12,84 | |

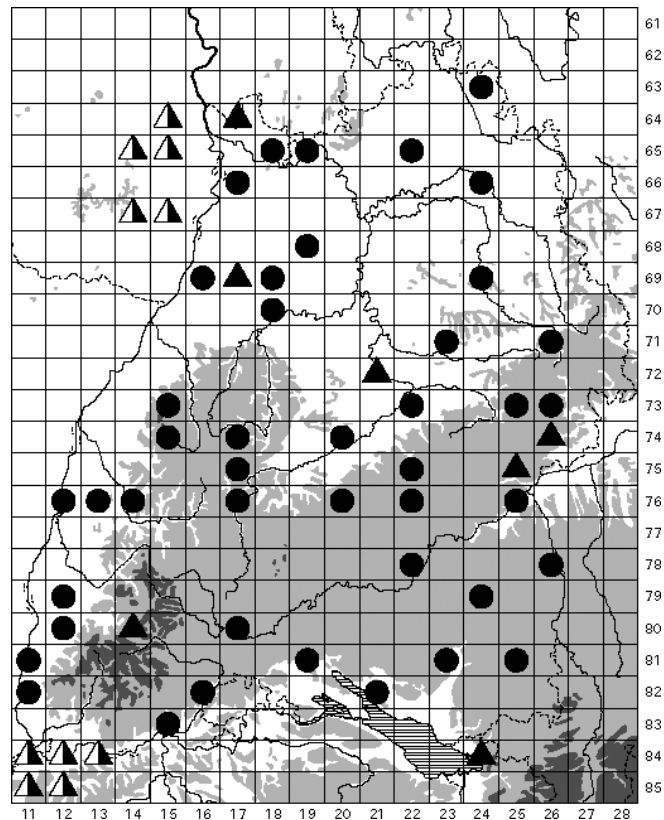
Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 140 -1570 Ind./m ² , n=6 |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 290 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Rendzinen und Pararendzina) | 4x Braunerden und Parabraunerden aus Sand-Ton-Gemischen verschiedener geologischer Formationen, z.T. pseudovergleyt, sowie 2x Braunerden auf Granit (im Schwarzwald und im Odenwald, Letztere schwach podsolig) |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder der collinen bis hochmontanen Stufe, vorwiegend dichte Wälder aber hochmontan auch ein lichter Bestand, keine Auenwälder |
| Humus | L-Mull bis Moder | 1x L-Mull, 4x F-Mull und 1x Moder, mittel und stark humose Böden (Ah 3,6-9,1 %), sehr hohe bis geringe H.qualität (C/N 9,3-20,1, C/P 34-273, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,2 - 7,2 | 3,4 - 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton | von lehmigem Sand und sandigem Schluff bis zu schluffig-tonigem Lehm, 4 von 6 Böden (sehr) steinig, Krümelgefüge (1x Krümel- bis Subpolyederggefüge) |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 4x basenarme, 1x mäßig basenarmer und 1x basenreicher Boden, alle im Oberboden karbonatfrei |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt, (sehr) geringe Lagerungsdichte; keine flachgründigen Böden wie z.B. Rendzinen oder Terrae fuscae der Schwäbischen Alb; frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europäisch; Meldungen reichen auf dem Festland zumindest von Mitteleuropa (Deutschland, Österreich) bis Portugal. Nach BELLINGER et al. (1996-2003) scheint die Art auch noch auf einigen Inseln im Atlantik vorzukommen.

Paratullbergia callipygos (BÖRNER, 1902)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 47 | wohl in ganz Baden-Württemberg verbreitet, die höchsten Lagen vielleicht ausgenommen |
| Gesamtfangzahl | 624 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 286, 163, 175 | Maximum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 130, Median 60, Max. 610 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,05, Median 0,36, Max. 5,73 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,3632 | 0,0001 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,3136 | 0,0006 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | - 0,2892 | 0,0015 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2614 | 0,0041 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2611 | 0,0041 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,2611 | 0,0041 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,2667 | 0,0069 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2306 | 0,0113 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2296 | 0,0116 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | + 0,2283 | 0,0121 |

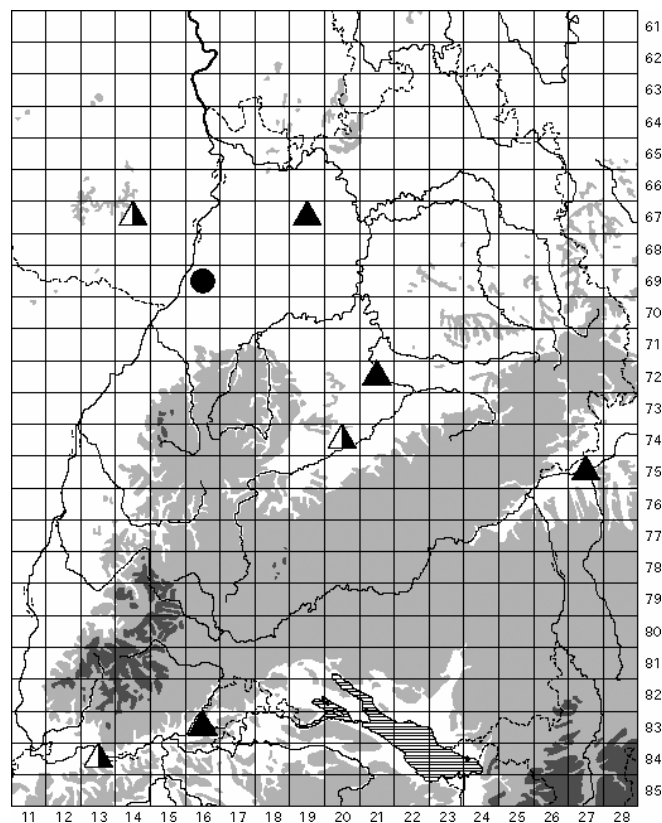
| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2257 | 0,0131 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2257 | 0,0132 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | - 0,2245 | 0,0136 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2238 | 0,0139 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2240 | 0,0148 |
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2215 | 0,0149 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2211 | 0,0151 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2195 | 0,0159 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2171 | 0,0171 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2155 | 0,0179 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2051 | 0,0243 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2021 | 0,0264 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,1999 | 0,0281 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1989 | 0,0304 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,1957 | 0,0315 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1953 | 0,0319 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,1851 | 0,0419 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | - 0,1847 | 0,0425 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 170 -610 Ind./m ² , n=12 (incl. Fläche 1292 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 910 | 100 bis 665 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | Parabraunerden und Braunerden vorwiegend auf pleistozänen Sedimenten (5x Löss, Moränenmaterial, Flussniederterrassen), 1x Braunerde/Vega und 1x lessivierte Braunerde über Pelosol aus Tonmergel des Weißen Jura |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | vorw. eutraphente Laubwälder, 1x Übergang zu oligotraphenter Gesellschaft, 1x forstlich beigemengte Nadelhölzer |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | vorw. F-Mull, 2x L-Mull und 1x feinhumusarmer Moder, vorw. mittel humose Böden (Ah 2,4-4,6 %), je 1x stark und sehr stark humos (Ah 6,2 u. 10,5 %), i.d.R. sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 5,1-16,5, C/P 38-96), bis auf 2 Flächen (C/N 34,2 bzw. C/P 273) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,4 - 5,1 |
| Bodenart | Schluffiger Sand bis Ton | (an)lehmiger Sand, lehmiger Schluff, schluffiger Lehm und 1x toniger Lehm, auch in steinigen Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, im Oberboden immer karbonatfreie Böden (meist tiefgründig entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | ausschließlich frische bis feuchte Standorte; nicht in flachgründigen Böden (wie z.B. den Rendzinen/Terrae fuscae der Schwäbischen Alb); nicht auf nordexponierten Flächen; Jahresniederschlagssummen 550-1200 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch (SCHULZ et al. 2002); nach BELLINGER et al. (1996-2003) fehlt die Art allerdings den hohen Nordbreiten. Sie soll auch in Südafrika (Kapregion) vorkommen (eingeschleppt ?). In Mitteleuropa ist sie offenbar weit verbreitet, meidet vielleicht die Hochgebirge. Laut ZIMDARS & DUNGER (1994) wird *P. callipygos* immer in niedriger Abundanz aber meist mit hoher Konstanz angetroffen. Auch auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind die Individuendichten gering, die Art ist aber auf 47 von 63 Standorten nachgewiesen ($\approx 75\%$).

Neotullbergia crassispis GISIN, 1944



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | bisher nur aus tiefer gelegenen Teilen Baden-Württembergs, doch erlauben die wenigen Nachweise keine verlässliche Aussage über die Verbreitung der Art im Land |
| Gesamtfangzahl | 1 | sehr gering, seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 1 | nur im Herbst 1992 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1490, Jahresmittel 1992) | 30 Ind./m ² / 0,10 % | |

Fläche 1490

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 100 |
| Höhenstufe, Exposition | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auenmergel über pleistozänen Sanden einer Niederterrasse |
| Vegetation | ehemaliges Ulmo-Carpinetum der hohen Hartholzaue (Auenwaldrelikt), Hauptbaumarten Esche und Buche, starke Strauchschicht und dichte Krautschicht geprägt durch Bergahornverjüngung, daneben Licht-, Kalk- und Feuchtezeiger |
| Humus | mullartiger Moder, organ. Auflage 2,5 cm, Humusgehalt Ah-Horizont: 6 %, C/N 6,6, C/P 67 |
| pH (Ah) | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwulgängen |
| Basen | sehr basenreicher, karbonatreicher Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | einziger Standort, an dem der Hintergrundwert von Cu austauschbar im Ah-Horizont überschritten wird und einzige Fläche, auf der Mo austb. mit 0,025 mg/kgTS über der Nachweisgrenze liegt, Mo ges. 1,23 mg/kgTS |
| Feuchte | frisch bis feucht |
| Sonstiges | durch Ausdeichung ist die Fläche überflutungsfrei, Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 600 mm, Jahresmitteltemperaturen um 9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

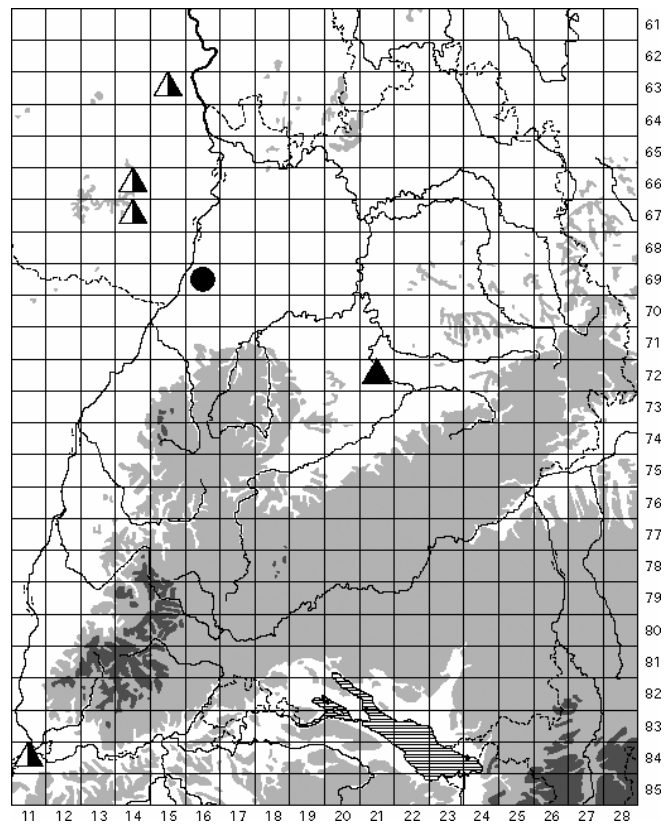
Nach ZIMDARS & DUNGER (1994) Flachland und Gebirge West-, Mittel- und Osteuropas; nach Angaben GISINS (1960a), SALMONS (1964) und HOPKINS (2002-2003) bekannt aus Schottland, Nordengland, Deutschland, der Schweiz und dem europäischen Teil der ehemaligen Sowjetunion. In der Schweiz hatte GISIN (1943) die Art in den Freibergen (Teil des Jura) und im Hochrheingebiet bei Möhlin entdeckt.

Biologie und Ökologie:

Neotullbergia crassispis ist, meist nur in geringen Individuendichten, in Wäldern, Wiesen und Äckern anzutreffen (ZIMDARS & DUNGER 1994). Die meisten Meldungen beziehen sich auf offene Habitate. Die euedaphische Form scheint Ton- und Lehmböden zu bevorzugen, eher neutrale als saure. Nach den Befunden BOCKEMÜHLS (1956) am Spitzberg bei Tübingen meidet sie trockene Standorte, GISIN (1943) fand sie aber auch in der „Grasnarbe einer trockenen Weide“ auf 1000 m ü. NN im Schweizer Jura. Mehrfach wurde sie in Auenböden gefangen (WINK 1971, MÜLLER 1991, Ökologisches Wirkungskataster). HÜTHER (1961) gibt aus einem Weinberg mit frischerem Boden einen Aufenthaltsbereich von > 5 bis 50 cm Tiefe an, unter Bevorzugung von 10-30 cm. Im Gebiet scheint sie keineswegs seltener zu sein als *N. tricuspis*, mit welcher sie aber nur manchmal syntop auftrat (z.B. Fettwiese bei Stuttgart-Hohenheim, MÜLLER l.c., oder die o.g. Wald-Dauerbeobachtungsfläche).

Neotullbergia tricuspis (BÖRNER, 1902)

Syn. *Tullbergia staudacheri* KOS, 1940



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | Nachweise bislang nur aus der Rheinaue bei Karlsruhe (Fläche 1490) sowie von Wiesen- und Ackerböden bei Stuttgart; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 43 | sehr gering, seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 22, 1, 20 | Sommerminimum |

| Probenahmetermin | Individuenzahl | Abundanz | Dominanz | Collembola gesamt |
|------------------|----------------|--------------------------|----------|-------------------|
| Frühling 1987 | 11 | 1010 Ind./m ² | 7,3 % | 150 |
| Sommer 1987 | 1 | 90 Ind./m ² | 0,8 % | 129 |
| Herbst 1987 | 15 | 1380 Ind./m ² | 8,2 % | 182 |
| Frühling 1990 | 9 | 825 Ind./m ² | 6,2 % | 146 |
| Herbst 1990 | 5 | 460 Ind./m ² | 2,6 % | 196 |
| Frühling 1992 | 2 | 185 Ind./m ² | 1,4 % | 145 |

Dominanz über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum: 2,3 %.

Fläche 1490

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 100 |
| Höhenstufe, Exposition | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auenmergel über pleistozänen Sanden einer Niederterrasse |
| Vegetation | ehemaliges Ulmo-Carpinetum der hohen Hartholzaue (Auenwaldrelikt), Hauptbaumarten Esche und Buche, starke Strauchschicht und dichte Krautschicht geprägt durch Bergahornverjüngung, daneben Licht-, Kalk- und Feuchtezeiger |
| Humus | mullartiger Moder, organ. Auflage 2,5 cm, Humusgehalt Ah-Horizont: 6 %, C/N 6,6, C/P 67 |
| pH (Ah) | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmängen |
| Basen | sehr basenreicher, karbonatreicher Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | einziger Standort, an dem der Hintergrundwert von Cu austauschbar im Ah-Horizont überschritten wird und einzige Fläche, auf der Mo austb. mit 0,025 mg/kgTS über der Nachweisgrenze liegt, Mo ges. 1,23 mg/kgTS |
| Feuchte | frisch bis feucht |
| Sonstiges | durch Ausdeichung ist die Fläche überflutungsfrei, Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 600 mm, Jahresmitteltemperaturen um 9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

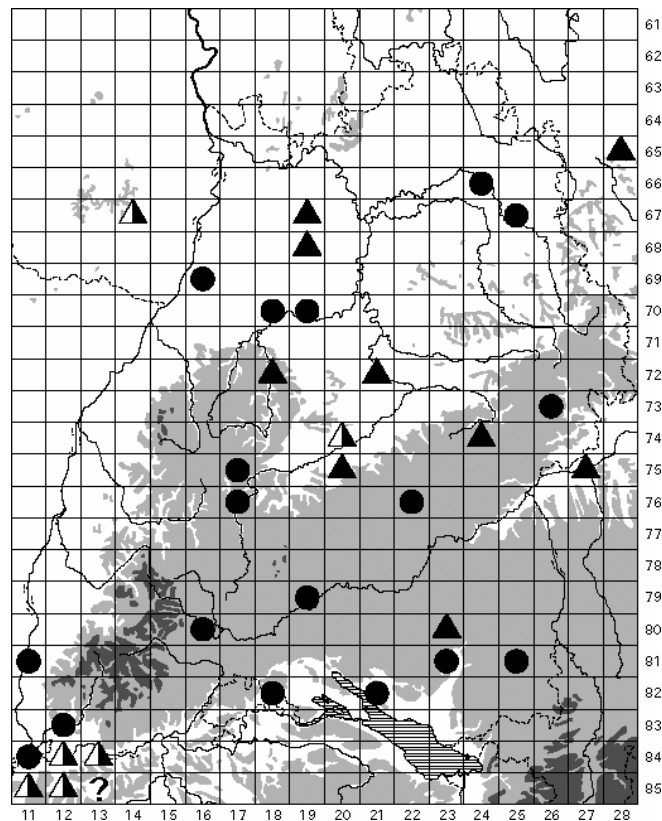
Laut ZIMDARS & DUNGER (1994) West-, Mittel- und Südeuropa. BELLINGER et al. (1996-2003) geben außerdem noch an Melanesien/Mikronesien (!). Auch wenn es sich den Angaben verschiedener Autoren zufolge um eine sehr seltene Art handelt, so liegen doch aus dem Südwestdeutschen Raum etliche Meldungen vor (vgl. Teil III dieses Ergänzungsbandes).

Biologie und Ökologie:

Neotullbergia tricuspis lebt sowohl in Wäldern, Wiesen und auch Äckern, in meist lehmigen Böden. Vermutlich bevorzugt sie wie die vorige Art offene Habitate und feuchte Standorte (siehe oben Auwald), doch kommt sie auch an trockeneren noch vor (ZIMDARS & DUNGER 1994). Nach Beobachtungen MÜLLERS (1991) in einem Wiesenboden fehlte sie in den Monaten Mai bis September. Dem entspricht das Sommerminimum auf der Dauerbeobachtungsfläche bei Karlsruhe. HÜTHER (1961) dagegen fand sie in einem Weinberg auf frischem Boden ganzjährig in Tiefen bis 50 cm bei Bevorzugung der oberen 20 cm und stellt eine Vertikalwanderung nach unten im Winter fest. Auf der o.g. Wald-Dauerbeobachtungsfläche erreichte die Art 1987 außergewöhnlich hohe Abundanzen, um dann aus ungeklärter Ursachen abzunehmen. So selten wie in der Literatur beschrieben dürfte *N. tricuspis* nicht sein, doch tritt sie meist nur in geringer Dichte auf.

Stenaphorurella denisi (BAGNALL, 1935)

Bas. *Stenaphorura denisi* BAGNALL, 1935; Syn. *Tullbergia denisi* auctorum



Ergebnisse:

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 19 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch bestehen große Lücken, z.B. im Schwarzwald (basenarme Böden, ähnlich bei <i>St. quadrispina</i>); die Verbreitung der Art im Land bedarf noch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 167 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 95, 34, 38 | Frühlingsmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 75, Median 30, Max. 470 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,5 , Median 0,1 , Max. 4,1 | |

Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit

| | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,4640 | < 0,0001 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,4512 | < 0,0001 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,4484 | < 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,4406 | < 0,0001 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,4338 | < 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,4306 | < 0,0001 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,4305 | < 0,0001 |

| | | | |
|---|----|----------|----------|
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,4286 | < 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,4284 | < 0,0001 |
| Bodenart [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,4232 | < 0,0001 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,4167 | < 0,0001 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,4136 | < 0,0001 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,4062 | < 0,0001 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,4018 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,4001 | < 0,0001 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,4001 | < 0,0001 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,3977 | < 0,0001 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,3917 | < 0,0001 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,3905 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,3882 | < 0,0001 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3868 | < 0,0001 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,3820 | < 0,0001 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,3764 | < 0,0001 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3758 | < 0,0001 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,3731 | < 0,0001 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,3726 | < 0,0001 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,3666 | 0,0001 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3660 | 0,0001 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,3582 | 0,0001 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,3578 | 0,0001 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,3361 | 0,0002 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3351 | 0,0003 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,3167 | 0,0005 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,2986 | 0,0010 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2949 | 0,0012 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2957 | 0,0013 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2889 | 0,0015 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2839 | 0,0018 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,3016 | 0,0022 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,2774 | 0,0023 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2677 | 0,0033 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | + 0,2535 | 0,0053 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2543 | 0,0056 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,2511 | 0,0058 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2489 | 0,0062 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2462 | 0,0068 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2426 | 0,0077 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | + 0,2421 | 0,0078 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2392 | 0,0086 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2390 | 0,0086 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2359 | 0,0096 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | - 0,2284 | 0,0121 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2186 | 0,0174 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2162 | 0,0175 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2155 | 0,0179 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2267 | 0,0215 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2081 | 0,0223 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1994 | 0,0300 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | - 0,1932 | 0,0338 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,1824 | 0,0451 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1806 | 0,0473 |

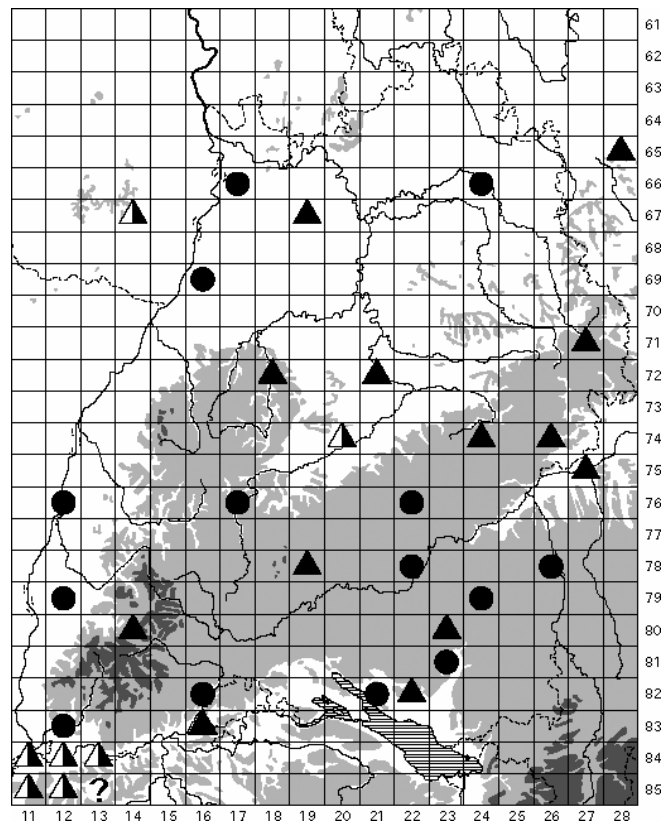
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 110 -470 Ind./m ² , n=5 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 810 | 210 bis 725 |
| Geologie / Bodentyp | vorwiegend Mergel und Kalkgestein verschiedener Formationen, 1x auf (dolomitischem) Sandstein, vorwiegend Böden mit Tonhorizont: Pelosole, Terrae fuscae, Parabraunerden, daneben Auenböden und Braunerden, jedoch keine podsoligen | Terra fusca und Terra fusca-Rendzina aus Kalksteinen sowie Pelosol, Kolluvisol und Auenrendzina-Auengley aus Mergeln unterschiedlicher Genese |
| Vegetation | vorwiegend eutraphente Laubwälder, auch Mischwälder und 1x Nadelforst (Fichten und Tannen) auf basenreichem Boden | eutraphente Laub- und (1x) Mischwälder mit meist dichter Krautschicht (Deckungsgrade > 50 %, im Mischwald nur 20-30 %) |
| Humus | L-Mull bis Moder | 4x L-Mull, 1x F-Mull, in mittel bis sehr stark humosen Böden (Ah 4,6-11,7 %), bei sehr hoher bis mittlerer Humusqualität (C/N 7,1-16,5, C/P 41-83) |
| pH (Ah) | 3,5 - 7,2 | 4,8 - 7,0 |
| Bodenart | lehmiger Sand bis Ton | schluffiger Lehm bis lehmiger Ton |
| Basen | vorwiegend basenreiche, selten basenarme, karbonatreiche sowie oberflächlich entkalkte Böden | nur ausgesprochen basenreiche, karbonatreiche sowie oberflächlich entkalkte Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | im Ah-Horizont stark durchwurzelte Böden bei geringer Lagerungsdichte, stets sehr hohe Säureelastizität; vorwiegend frische bis, v.a. im Frühling, feuchte Standorte, doch auch ein Carici-Fagetum (mäßig frisch mit sommerlichen Trockenperioden); Jahresniederschlagssummen 500-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europäisch nach ZIMDARS & DUNGER (1994), paläarktisch laut SCHULZ et al. (2002). Vielleicht erstreckt sich das Areal der Art auf die gemäßigte Klimazone von Europa bis Sibirien. GISIN (1960a) und PALISSA (1964) nennen die Britischen Inseln, Deutschland, die Schweiz, Österreich und Schweden.

Stenaphorurella quadrispina (BÖRNER, 1901)

Bas. *Stenaphorura quadrispina* BÖRNER, 1901; Syn. *Tullbergia quadrispina* auctorum



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 15 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch bestehen große Lücken, z.B. im Schwarzwald (saure Böden, siehe auch bei <i>St. denisi</i>); die Verbreitung der Art im Land bedarf noch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 41 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 27, 11, 3 | Frühlingsmaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 15, Max. 80 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,21 , Median 0,12 , Max. 0,82 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3499 | 0,0001 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,3018 | 0,0009 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2780 | 0,0025 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,2449 | 0,0071 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2405 | 0,0082 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2351 | 0,0098 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | - 0,2311 | 0,0111 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2089 | 0,0217 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2045 | 0,0246 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2036 | 0,0253 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2032 | 0,0256 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,1999 | 0,0281 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,1938 | 0,0333 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,1878 | 0,0390 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1892 | 0,0395 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1867 | 0,0403 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,1852 | 0,0419 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,1833 | 0,0440 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 40 -80 Ind./m ² , n=4 |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 725 | 100 bis 620 |
| Geologie / Bodentyp | vorwiegend Mergeltone verschiedener Formationen, periglaziale und alluviale Sedimente (Moränen, Löss, Flussterrassen), kein Keuper- oder Buntsandstein und Urgestein, vorwiegend wechselfeuchte Böden mit Tonhorizont: Parabraunerden, Pelosole, Terrae fuscae / Rendzinen, pseudovergleyte Braunerden, daneben 2x Gley-Vega | Parabraunerde, Pelosol und Auenrendzina-Auengley aus Mergeln verschiedenen Ursprungs sowie lessivierte Braunerde aus pleistozänem Sand über Mergel |
| Vegetation | vorwiegend eutraphente Laub- und (2x) Mischwälder, auch Übergänge zu oligotrapheten Gesellschaften (2x) | eutraphente Laubwälder mit gut ausgebildeter Krautschicht: 2x Asperulo-Fageten (eines davon mit Eschen unweit eines Baches), 1x Elymo-Fagetum und 1x Auenwaldrelikt am Rhein (Carpinetum) |
| Humus | L-Mull bis mullartiger Moder | L-Mull bis mullartiger Moder, schwach bis stark humose Böden (Ah 1,7-6,0 %), sehr hohe und hohe Humusqualität (C/N 6,6-12,7, C/P 38-89) |
| pH (Ah) | 3,5 - 7,2 | 3,8 - 7,2 |
| Bodenart | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton | anlehmiger Sand, schluffiger Lehm und schluffig-toniger Lehm |
| Basen | vorwiegend basenreiche, selten basenarme, karbonatreiche und oberflächlich entkalkte Böden | sehr basenreiche bis mäßig basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden (Entkalkungstiefe > 70 cm) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cu mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | keine Fläche in Nordexposition; keine flachgründigen Böden; Ah-Horizonte stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte, mit groben Makroporen und Regenwurmängen, stets sehr hohe Säureelastizität; frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-9,5 °C |

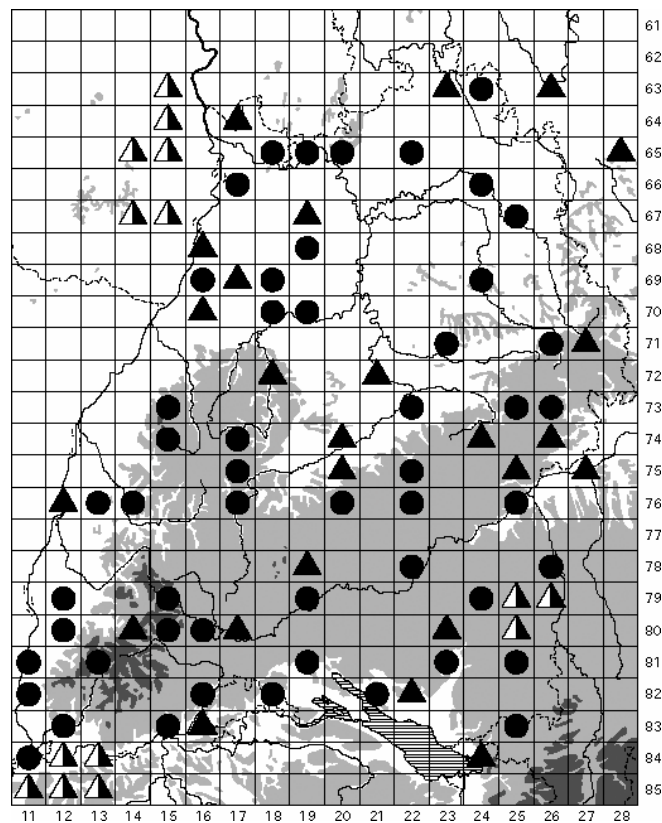
Allgemeine Verbreitung:

Nach GISIN (1960a) von Schottland und Finnland bis in den Libanon. Dem folgen auch ZIMDARS & DUNGER (1994) mit „europäisch, mediterran“. BELLINGER et al. (1996-2003) fassen das Areal aber weiter: große Teile der Paläarktis sowie Südwestaustralien (eingeschleppt ?). In Mitteleuropa scheint die Art weit verbreitet zu sein.

Tullbergia krausbaueri-Gruppe

Bas. *Mesaphorura krausbaueri* BÖRNER, 1901 sensu lato

Artenkomplex



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 63 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 12929 | eines der häufigsten Taxa |
| Phänologie (F, S, H) | 3263, 2707, 6959 | Minimum im Sommer, Maximum im Herbst (ähnlich <i>Megalothorax minimus</i>) |

| | |
|--|--|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1870, Median 1020, Max. 11170 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 10,9 , Median 8,0, Max. 35,8 |

Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. SCHICK entfällt der größte Anteil der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Tiere auf *Mesaphorura macrochaeta* RUSEK, 1976, die explizit nur in den Jahrganglisten von 1987 erwähnt wird. Zu Nachweisen weiterer *Mesaphorura*-Arten im Gebiet siehe Kapitel III.

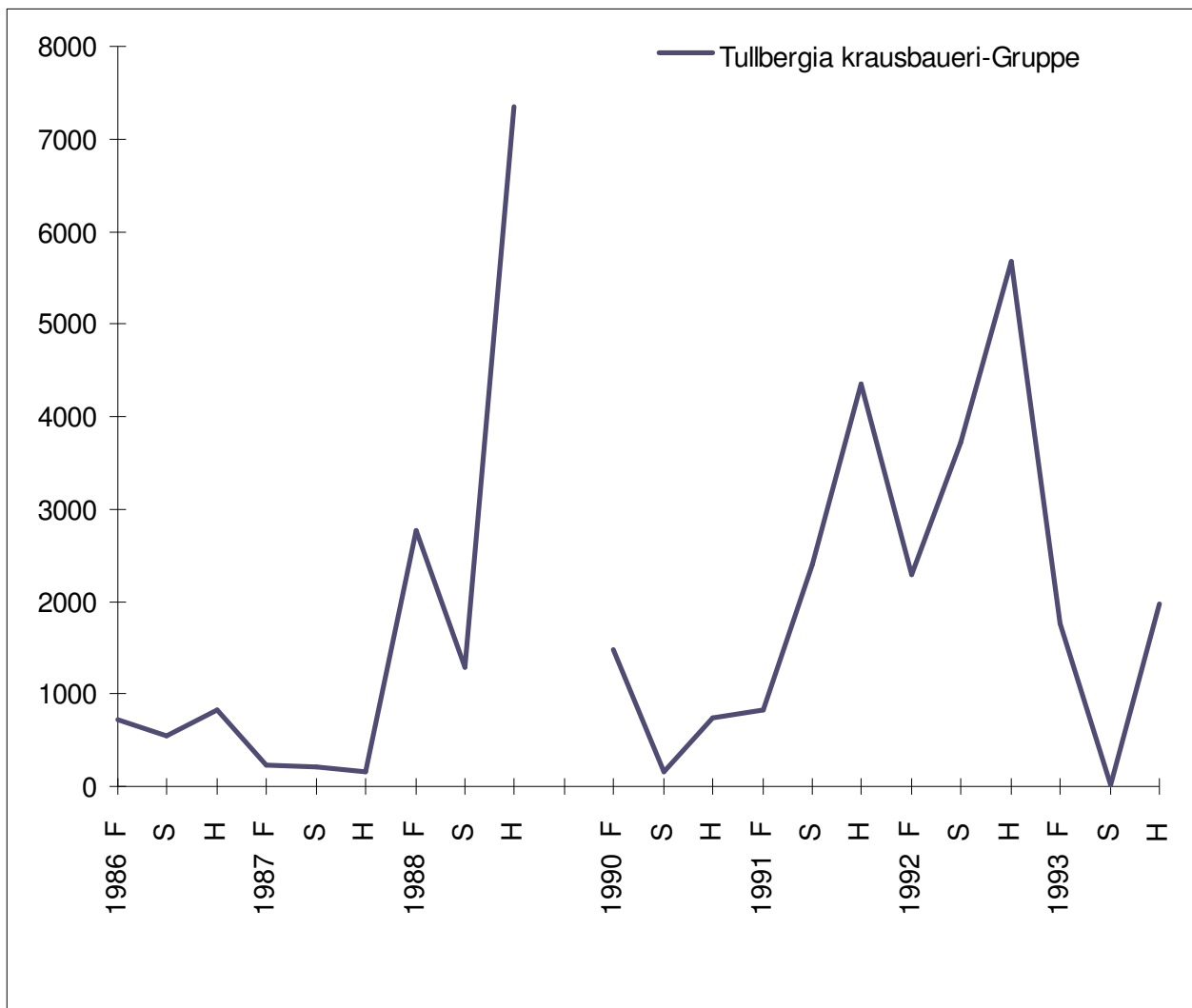
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,4292 | < 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,4176 | < 0,0001 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,4163 | < 0,0001 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,4146 | < 0,0001 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,4118 | < 0,0001 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,4113 | < 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,4105 | < 0,0001 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,4102 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,4075 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3971 | < 0,0001 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3950 | < 0,0001 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,3898 | < 0,0001 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,3674 | 0,0001 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,3682 | 0,0001 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,3640 | 0,0001 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3637 | 0,0001 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,3555 | 0,0001 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3524 | 0,0001 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,3469 | 0,0001 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,3425 | 0,0002 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,3393 | 0,0002 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,3530 | 0,0003 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,3208 | 0,0004 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,3187 | 0,0005 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,3164 | 0,0005 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,3147 | 0,0005 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,3135 | 0,0006 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,3077 | 0,0007 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,3067 | 0,0008 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2973 | 0,0011 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2976 | 0,0012 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2957 | 0,0013 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2904 | 0,0014 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2871 | 0,0016 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,2859 | 0,0017 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,2833 | 0,0019 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,2808 | 0,0020 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2779 | 0,0023 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2781 | 0,0025 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2670 | 0,0034 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2473 | 0,0071 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2574 | 0,0047 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,2558 | 0,0049 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2488 | 0,0063 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | - 0,2463 | 0,0068 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | - 0,2442 | 0,0073 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2332 | 0,0104 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,2289 | 0,0119 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2239 | 0,0139 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | - 0,2226 | 0,0144 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2099 | 0,0223 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | + 0,2237 | 0,0233 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2030 | 0,0258 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,2005 | 0,0291 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,1979 | 0,0297 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,1955 | 0,0318 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1929 | 0,0341 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1887 | 0,0381 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,1839 | 0,0434 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 2275 -11170 Ind./m ² , n=15 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 100 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Rendzinen bis Braunerden und podsoliger Ranker, auch Auenböden) | verschiedene Bodentypen (von Rendzina über Braunerden, Parabraunerden etc. bis zum podsoligen Ranker) auf unterschiedlichster geologischer Basis, vorw. aber Braunerden, 4x podsolige Böden, keine Auenböden |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laubwälder (darunter ein Auenwaldrelikt) bis oligotraphente Nadelwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull bis rohhumusartiger Moder, organische Auflage bis 17 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 2,4-16,9 %), (1x sehr) hohe bis (1x sehr) geringe Humusqualität (C/N 9,8-28,4, C/P 29-207) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,1 - 7,0 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger und anlehmiger Sand bis lehmiger Ton, oft (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 3x basenreiche und 12x basenarme Böden, im Ah-Horizont immer karbonatfrei (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | mäßig frische bis frische oder feuchte Standorte, z.T. sommerliche Trockenperioden möglich Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10°C |

Allgemeine Verbreitung:

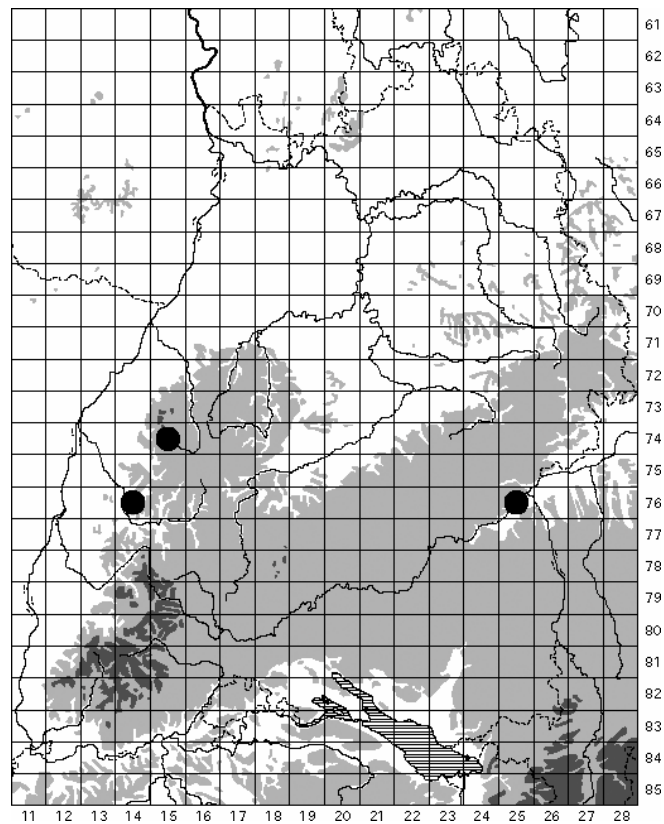
Die Gattung *Mesaphorura* ist weltweit verbreitet. *M. macrochaeta* hat ebenfalls ein sehr großes Areal: die Holarktis von den arktischen Inseln bis fast in tropische Regionen (Mittelamerika, Hawaii) sowie auf der Südhalbkugel Vorkommen in Australien und dem antarktischen Gebiet (BELLINGER et al. 1996-2003).



Mittlere Abundanz [Ind./m²] der *Tullbergia krausbaueri*-Gruppe auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-93. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Coloburella reticulata LATZEL, 1918

Syn. ? *Boernerella zangherii* DENIS, 1924



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 3 | bisher im Westen aus dem Schwarzwald und im Osten aus dem Donau-Riss-Gebiet bei Ulm; die Verbreitung der Art im Land bedarf noch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 3 | sehr gering, seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 1, 1 | |

Coloburella reticulata ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1080 Flachland der Unteren Riss | 1380 Nördlicher Tal-schwarzwald | 1390 Mittlerer Schwarz-wald |
|---|--|--|---|
| Fangzahl / Probennahmetermin | 1 im Herbst 1988 | 1 im Sommer 1991 | 1 im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweiliges Jahresmittel) | 30 Ind./m ² / 0,05 % | 30 Ind./m ² / 0,10 % | 30 Ind./m ² / 0,15 % |
| Höhe ü. NN [m] | 490 | 760 | 615 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, West-NW | montan, Süd-Südwest | montan, West |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde auf Sanden einer ehemaligen Fluss-terrasse | mittelgründige, podsolige Braunerde auf Granit | mittelgründige, schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung |

| | | | |
|---|---|--|--|
| Vegetation | oligotrophenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum) mit schwach entwickelter Krautschicht, im Frühling geprägt durch <i>Anemone nemorosa</i> , im Sommer durch <i>Luzula luzuloides</i> | oligotrophenter Nadelwald, Fichte dominierend neben Tanne (Luzulo-Abietetum, potentiell ein Luzulo-Fagetum), dichte Krautschicht aus Heidelbeere und Drahtschmiele | oligotrophenter Tannen-Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum) mit lückiger Krautschicht aus Heidelbeere |
| Humus | F-Mull bis mullartiger Moder, organ. Auflage 3 cm, Humusgehalt Ah: 7,7 %, C/N 14,4, C/P 90 | feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 14 cm, Humusgehalt Ah: 8,8 %, C/N 28,4, C/P 95 | rohhumusartiger Moder, organ. Auflage 14 cm, Humusgehalt Ah: 11,9 % C/N 24,4, C/P 145 |
| pH (Ah) | 3,5 | 3,3 | 3,1 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmgiger Sand, schwach kiesig, Einzelkorngefüge | lehmgiger Sand, stark grusig oder steinig, Einzelkorn- bis Subpolyedergefüge | anlehmiger Sand, sehr stark grusig oder steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge |
| Basen | mäßig basenarmer, karbonatfreier Boden | sehr basenarmer, karbonatfreier Boden | basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Pb ges. im Ah-Horizont | Pb in der organ. Auflage | Cd in der organ. Auflage |
| Feuchte: | nicht sicher einzustufen: der Vegetation nach wahrscheinlich frisch trotz der Sandböden mit niedrigerer Wasserkapazität | | |
| Klima: | Jahresniederschlagssummen 700-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-8,5 °C | | |
| Sonstiges: | Böden stets mit groben Makroporen (d > 2 mm) aber ohne Regenwurmgänge | | |

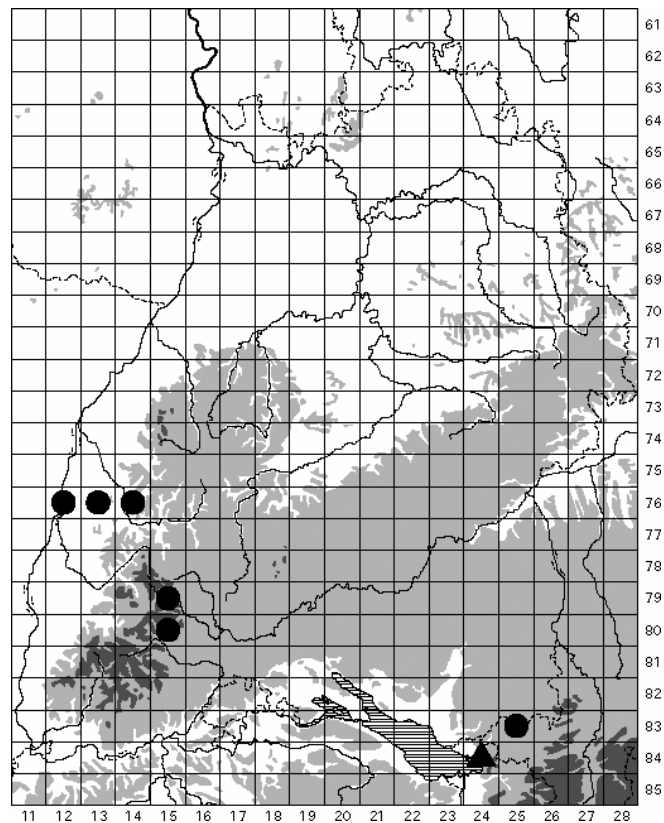
Allgemeine Verbreitung:

POTAPOV (2001) zieht die Angaben über *C. reticulata* und *Boernerella zangherii* DENIS, 1924 zusammen und gibt Vorkommen aus folgenden Ländern an: Italien (Norden), Frankreich (Süden und Pyrenäen), Spanien, Österreich und die Slowakei. Die Art scheint stets selten aufzutreten. Für Deutschland ist sie offenbar noch nicht gemeldet worden (SCHULZ et al. 2002).

Taxonomie:

Da LATZELS Beschreibung unvollständig und das Typusmaterial (l.c. bei Klagenfurt in Österreich) sehr schlecht erhalten ist, wird *C. reticulata* von GISIN (1960a) und von POTAPOV (2001) als species dubia bzw. inquirenda betrachtet. Die Nachweise aus Mitteleuropa werden *Coloburella* (resp. *Boernerella*) *zangherii* DENIS, 1924 zugeordnet. CHRISTIAN (1987) führt aus Österreich aber LATZELS *C. reticulata* mit Synonym *C. zangherii*. BELLINGER et al. (1996-2003) listen beide Arten getrennt (und in verschiedenen Gattungen).

Pseudanurophorus binoculatus KSENNEMAN, 1934



Ergebnisse:

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 6 | nur wenige Fundorte im Westallgäuer Hügelland und im Schwarzwald (saure Böden), Einzelfunde auch aus der Vorbergzone und der Oberrheinebene; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 274 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 85, 35, 154 | Minimum im Sommer |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 350, Median 320, Max. 860 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,8 , Median 1,5 , Max. 4,3 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,4126 | < 0,0001 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,3576 | 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3488 | 0,0001 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,3469 | 0,0001 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,3327 | 0,0003 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3228 | 0,0004 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,3144 | 0,0006 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,3050 | 0,0008 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2999 | 0,0010 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2976 | 0,0011 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2927 | 0,0013 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2913 | 0,0014 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2902 | 0,0014 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 57 | + 0,2844 | 0,0018 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2836 | 0,0018 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2752 | 0,0025 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2752 | 0,0025 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2747 | 0,0025 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2743 | 0,0026 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2742 | 0,0026 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2707 | 0,0029 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2618 | 0,0040 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2585 | 0,0045 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | + 0,2550 | 0,0051 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2501 | 0,0060 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2514 | 0,0062 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2330 | 0,0105 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2331 | 0,0112 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2254 | 0,0133 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2255 | 0,0141 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2129 | 0,0193 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2125 | 0,0196 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2078 | 0,0224 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1998 | 0,0282 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | - 0,1985 | 0,0292 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,1914 | 0,0355 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,1906 | 0,0363 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1910 | 0,0377 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,1886 | 0,0382 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1875 | 0,0394 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,1835 | 0,0438 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1810 | 0,0467 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1040 im Westallgäuer Hügelland, 600 Ind./m ² , Fläche 1400 im südöstl. Schwarzwald, 860 Ind./m ² |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 1015, hohe Abundanzen und Dominanzen nur in der montanen Stufe | 700 u. 1015 |
| Geologie / Bodentyp | meist Braunerden und Parabraunerden auf primär karbonatfreiem oder entkalktem Untergrund, 3x podsolig, 2x pseudovergleyt, sowie 1x Gley-Vega auf einer Flussniederterrasse | - tiefgründige, podsolige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Würmeiszeit, - mittelgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde aus tonigem Sandstein (Oberer Buntsandstein) |

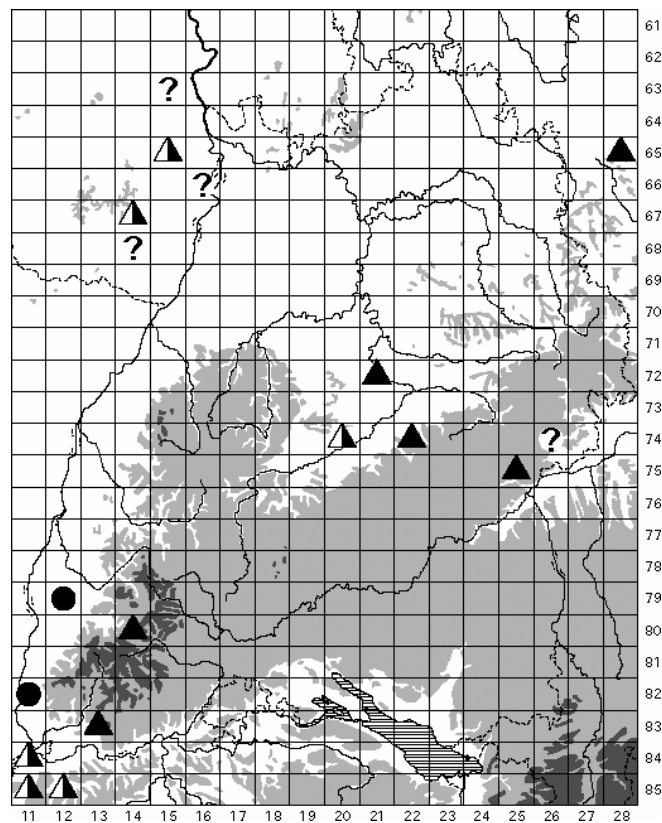
| | | |
|----------------------|---|--|
| Vegetation | vom Einzelfund in einem planaren, eschenreichen Stellario-Carpinetum über oligotraphente Buchenwälder zu höchsten Dichten in montanen Abieteten | - oligotraphenter Fichten-Tannenforst der montanen Stufe mit dichter Kraut- und Mooschicht, - oligotraphenter Tannenwald (Vaccinio-Abietetum) der montanen Stufe mit hohem forstlichem Fichten- und Kiefernanteil sowie dichter Kraut- und Mooschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | typischer Moder (in Mulden Torf) und rohhumusartiger Moder, organ. Auflagen 9 cm bzw. 6 cm, stark humose Böden (Ah 6-7 %), mittlere und geringe H.qualität (C/N 18,9 und 20,5, C/P 412 und 207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 4,1 | 3,0 und 3,4 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand bis toniger Lehm | - lehmiger Sand, Subpolyedergefüge, - anlehmiger Sand, steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge |
| Basen | nur in karbonat- bzw. kalkarmen oder -freien Böden, bei mittleren bis niedrigen Basengehalten | extrem basenarmer und basenarmer Boden, beide karbonatfrei |
| Schwermetalle | Vorkommen bei Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie von Cd in der organ. Auflage | keine Überschreitungen der Hintergrundwerte |
| Sonstiges | | in den Bodenprofilen keine Regenwurmgänge; ebene und südexponierte Flächen, Fläche 1040 frisch bis feucht, Fläche 1400 schwer einzustufen, mäßig frisch bis mäßig feucht; Jahresniederschlagssummen 900-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-8°C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach POTAPOV 2001)

Paläarktisch, vielleicht holarktisch; boreo-alpin. Die Konspezifität nordamerikanischer Funde ist nicht gesichert. In Nordeuropa reichen die Vorkommen bis über den Polarkreis hinaus, vertikal von den Küsten bis in die alpine Stufe. Weiter südlich ist die Art allenfalls in den Gebirgen häufig. Außer von den Wald-Dauerbeobachtungsflächen Baden-Württembergs ist *P. binoculatus* in unserem Raum bekannt aus dem nördlichen Schweizer Jura (GISIN 1943) und dem Pfändergebiet in Vorarlberg (KOPESZKI & MEYER 1994).

Folsomia candida WILLEM, 1902

Syn. *Folsomia disincta* BAGNALL, 1939; *Folsomia litsteri* BAGNALL, 1939 et auctorum p.p.



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|--|
| Frequenz (von 63) | 2 | wahrscheinlich in allen Landesteilen, bei Feldstudien aber kaum in Erscheinung getreten, da meist synanthrop; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 5 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 2, 0, 3 | |

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1430 Markgräfler Hügelland | 1450 Kaiserstuhl |
|--|---|---|
| Fangzahl / -termin | 3 im Herbst 1987 | 2 im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 90 Ind./m ² / 4,5 % | 60 Ind./m ² / 1,2 % |
| Höhe ü. NN [m] | 440 | 310 |
| Höhenstufe, Exposition | collin, Süd, Hangneigung 10 % | collin bis submontan, West, Hangneigung ca 50 % |
| Geologie / Bodentyp | Übergangstyp Parabraunerde >> Braunerde, mittelgründig, über fossiltem T-Horizont auf Tonmergel des Weißen Jura (stellenweise Löss- oder Lösslehmüberdeckung) | mittelgründige Pararendzina aus Löss über vulkanischem Gestein; unter dem 9 cm mächtigen Ah1 ein 40 cm starker (R-)Ah2-Horizont, ehemaliger Rigosol ? |

| | | |
|----------------------|---|--|
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum) mit forstlichem Lärchen- und Kiefernanteil, faziesbildend Bergahornjungwuchs, danach mächtigste Arten in der Krautschicht <i>Oxalis acetosella</i> und <i>Anemone nemorosa</i> (nur im Frühling) | eutraphenter Buchenwald (fragmentarisches Carici-Fagetum), mächtigste Art der schwach entwickelten Krautschicht ist <i>Convallaria majalis</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 4,1 %, C/N 10,7, C/P 96 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 6,2 %, C/N 8,0, C/P 52 |
| pH (Ah) | 5,1 [Bv-Al: 4,7] | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmgingen | schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| Basen | basenreicher, tiefgründig entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont | sehr basenreicher (besonders Ca und Mg), karbonatreicher Boden |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd mob. im Ah- und im Bv-Al-Horizont sowie von Zn ges. nur im Bv-Al | keine Überschreitungen von Hintergrundwerten |
| Feuchte | frischer Standort | mäßig frisch, wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden |
| Sonstiges | Ah-Horizont 5 cm mächtig, stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | warmer Standort, vielleicht in historischer Zeit als Weinberg genutzt, Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 700-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C | Jahresniederschläge 550-750 mm, Jahresmitteltemperaturen 9-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Den meisten Autoren zufolge annähernd weltweit; vielleicht erst durch den Menschen verschleppt („Blumentopf-Springschwanz“). *Folsomia candida* tritt besonders häufig und in großen Individuenzahlen synanthrop auf (POTAPOV 2001). Andererseits ist nicht sicher, ob sich alle Meldungen wirklich auf dieselbe Art beziehen.

Biologie und Ökologie:

Die niedere Frequenz und Individuenzahl von *Folsomia candida* auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen entspricht den Angaben über das Auftreten der Art bei POTAPOV (2001). Demnach ist sie in naturnahen Habitaten stets selten und in geringer Dichte zu finden, häufiger und gelegentlich in großer Zahl an gestörten Plätzen wie im Boden von mit Stallmist gedüngten Äckern, in Komposthaufen etc. *F. candida* ist wahrscheinlich thermophil und kommt in der Paläarktis in hoher Konstanz und Abundanz nur synanthrop in der Erde von Gewächshäusern, in Blumentöpfen und ähnlichen Biotopen vor. Die Fortpflanzung erfolgt parthenogentisch. Es handelt sich um eine r-selektierte Art, die sich leicht züchten lässt und häufig als Testorganismus in der Ökotoxikologie Verwendung findet.

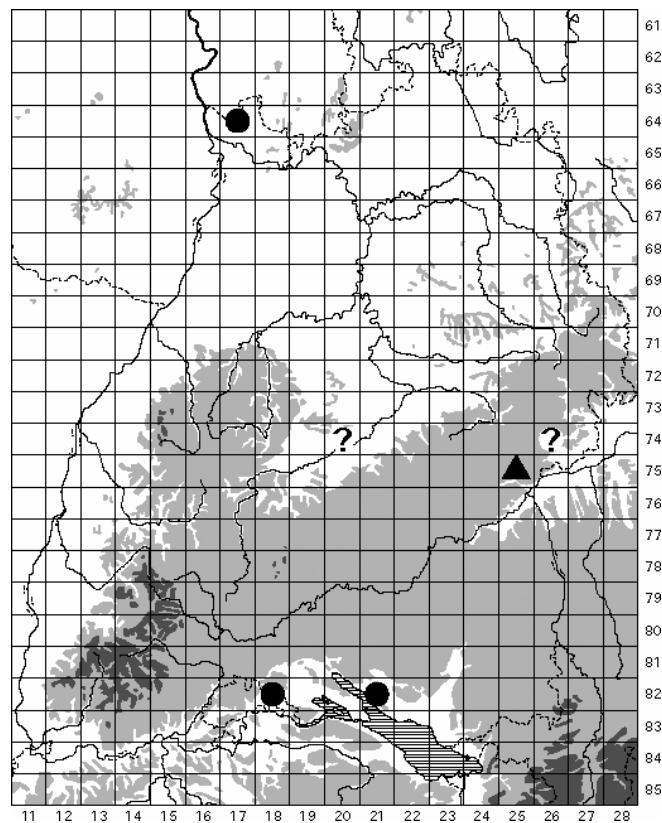
Freilandstudien (vgl Teil III dieses Bandes) lassen vermuten, dass *F. candida* basen- und nährstoffreiche (besonders stickstoffreiche) humose Lehmböden mit milden pH-Werten (neutral bis schwach sauer) bevorzugt. Ansammlungen verrottender pflanzlicher Substanz bieten Nahrung, Wärme und Feuchtigkeit.

Taxonomie:

Nach POTAPOV (2001) eine morphologisch sehr variable Art. BAGNALLS *F. distincta* und *F. litsteri* wurden von LAWRENCE (1973) nach Untersuchung der Typen als Jugendformen von *F. candida* erkannt. Nach POTAPOV treffen aber die Beschreibungen von *F. litsteri* bei GISIN (1960a) und PALISSA (1960) auf eine seinerzeit noch unbekannte Art zu: *F. lawrencei* RUSEK, 1984. HANDSCHIN (1929) andererseits führt *F. candida* noch als Synonym von *F. fimetaria*. Die Unterscheidung zwischen *F. candida*, *F. fimetaria* und *F. lawrencei* bereitet besonders bei Juvenilen noch heute zuweilen Probleme.

Folsomia cf. lawrencei RUSEK, 1984

Syn. *Folsomia litsteri* auctorum p.p.



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 3 | Die wenigen Fundorte ergeben kein repräsentatives Bild, das Vorkommen der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung. |
| Gesamtfangzahl | 20 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 7, 13 | |

Folsomia cf. lawrencei ist auf folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1020 Bodenseebecken | 1010 Hegau | 1520 südliche Hessische Rheinebene |
|---|--|---|---|
| Fangzahl / Probenahmetermin | 2 im Sommer 1986 | 6 (5 im Sommer, 1 im Herbst 1987) | 12 im Herbst 1991 |
| Abundanz / Dominanz (jeweiliges Jahresmittel) | 60 Ind./m ² / 1,3 % | 180 Ind./m ² / 3,8 % | 370 Ind./ m ² / 1,5 % |
| Höhe ü. NN [m] | 485 | 485 | 98 |
| Höhenstufe, Exposition | collin, Südwest | submontan, Nord | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründige Parabraunerde auf Grundmoräne der Würmeiszeit (Schotter in sandigem Lehm) | mittelgründiger Kolluvisol über Mergeln einer Grundmoräne der Würmeiszeit | schwach podsolige, leicht lessivierte Braunerde auf Sanden einer pleistozänen Flussniederterrasse |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum, <i>Carex pilosa</i> -Fazies) mit gut entwickelter Krautschicht | eutraphenter Buchen-Hainbuchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum, <i>Allium ursinum</i> -Fazies) mit gut entwickelter Krautschicht | oligotraphenter Eichen-Buchenwald mit Kiefern (extrem artenarmes Luzulo-Fagetum), Krautschicht wenig entwickelt |
| Humus | F-Mull, organ. Auflage 4 cm, Humusgehalt Ah: 3,6 %, C/N 16,5, C/P 273 | L-Mull, organ. Auflage 1 cm, Humusgehalt Ah: 6,0 %, C/N 8,4, C/P 56 | feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 5 cm, Humusgehalt Ah: 5,3 %, C/N 25,7, C/P 235 |
| pH (Ah) | 3,5 | 4,8 | 3,3 |
| Bodenart | schluffig-lehmiger Sand, Krümelgefüge | lehmiger Ton, Krümelgefüge | Sand, Einzelkorngefüge |
| Basen | (mäßig) basenarmer, karbonatfreier Boden | basenreicher, karbonathaltiger Boden (nur oberflächlich teilw. entkalkt) | (mäßig) basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | keine | keine | Pb ges., Pb mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Feuchte | frischer Standort | frischer bis feuchter Standort | schwer einzuschätzen: vielleicht mäßig frisch oder mäßig trocken ? |
| Klima: Jahresniederschlagssummen 550-950 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C | | | |
| Sonstiges: auf keiner der Flächen Regenwurmgänge im Bodenprofil | | | |

Allgemeine Verbreitung:

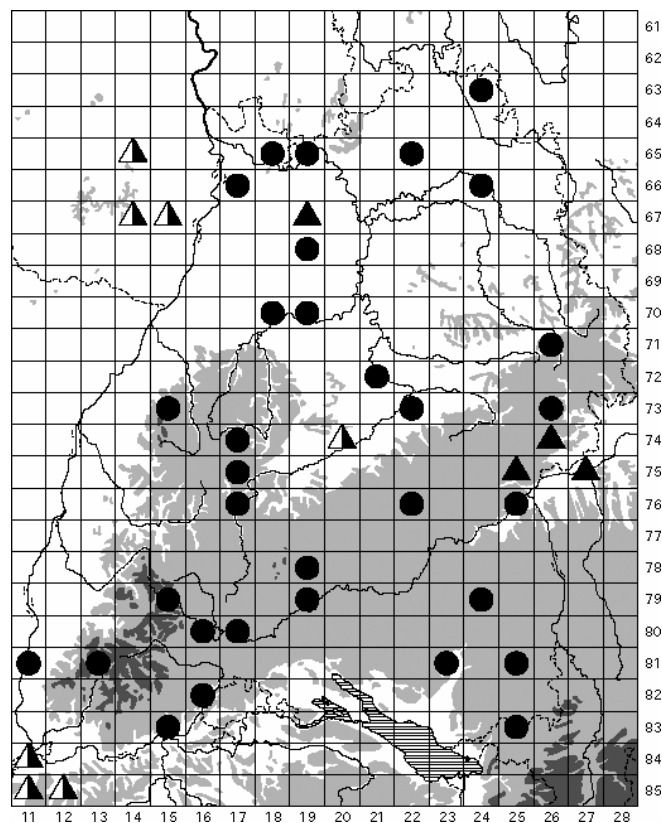
Einerseits dürfte die Art in der Vergangenheit zum Teil als *F. candida* determiniert worden sein, andererseits kann sich „*F. litsteri* BAGNALL“ sowohl auf Funde von *F. candida* wie auch auf *F. lawrencei* beziehen (vgl. Taxonomie). Die Verbreitung der *F. lawrencei* ist daher noch nicht hinlänglich bekannt. POTAPOV (2001) gibt sie als europäisch an und nennt Meldungen aus folgenden Länder: Deutschland, Tschechien, Polen, Finnland sowie die Karpaten und das Stadtgebiet von Moskau („probably ... introduced“). Nach HOPKIN (2002-2003) wären auch Funde aus England und Irland (unter *F. litsteri*) hinzuzuzählen.

Taxonomie:

BAGNALLS *F. litsteri* wurde von LAWRENCE (1973) nach Untersuchung der Typen als Jugendformen von *F. candida* erkannt. Nach POTAPOV treffen die Beschreibungen von *F. litsteri* bei GISIN (1960a) und PALISSA (1960) auf die seinerzeit unbekannte Art *F. lawrencei* zu. HOPKIN (2002-2003) ist hingegen der Ansicht, bei *F. litsteri* BAGNALL, 1939 handle es sich um eine gute Art. *F. lawrencei* wäre danach nur ein Juniorsynonym. In der Datenbank des Ökologischen Wirkungskatasters ist noch *F. litsteri* verzeichnet (determiniert nach GISIN l.c.). Von KRAUB (1996) stammt der erste Nachweis unter *F. lawrencei* aus Baden-Württemberg. Wahrscheinlich verbirgt sich die Art auch hinter *F. candida*-Meldungen mancher Autoren.

Folsomia spinosa KSENEMAN, 1936

Syn. *Folsomia montigena* STACH, 1946



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------------|---|
| Frequenz (von 63) | 34 | möglicherweise in ganz Baden-Württemberg verbreitet, doch besonders im Oberrheinischen Tiefland geringe Zahl von Fundorten |
| Gesamtfangzahl | 920 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 278, 268, 374 | Maximum im Herbst |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 280, Median 195, Max. 1225 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,66, Median 1,30, Max. 6,11 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,3573 | 0,0001 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,2795 | 0,0021 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2646 | 0,0036 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2602 | 0,0043 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2590 | 0,0044 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2585 | 0,0045 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2431 | 0,0076 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2354 | 0,0104 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,2339 | 0,0109 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,2298 | 0,0116 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2260 | 0,0130 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2232 | 0,0142 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2211 | 0,0151 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2209 | 0,0162 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2149 | 0,0182 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2111 | 0,0204 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2027 | 0,0260 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2025 | 0,0261 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,2023 | 0,0262 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2007 | 0,0274 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2004 | 0,0277 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2002 | 0,0278 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,1990 | 0,0288 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,1988 | 0,0289 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,1946 | 0,0325 |
| Durchwurzelungsintensität Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,1901 | 0,0367 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,1871 | 0,0399 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,1839 | 0,0434 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,1812 | 0,0465 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1794 | 0,0487 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 280 -1225 Ind./m ² , n=8 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 100 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen) | 5x Rendzinen und Terrae fuscae auf Muschelkalk oder Weißjurakalk, aber auch 2x Braunerden auf Granit und auf Niederterrassensand sowie 1x Braunerde über Pseudogley-Pelosol aus Braunjura-Tonen |
| Vegetation | eutrphente Laubwaldgesellschaften bis oligotrphente Nadelwaldgesellschaften | 6x eutrphente Laub- und Mischwälder, 1x Nadelforst (Tannen, Fichten) auf basenreichem Boden und 1x Übergang zwischen Luzulo- und Aceri-Fagetum (der sehr lichte hochmontane Bestand auf Fläche 1410) |

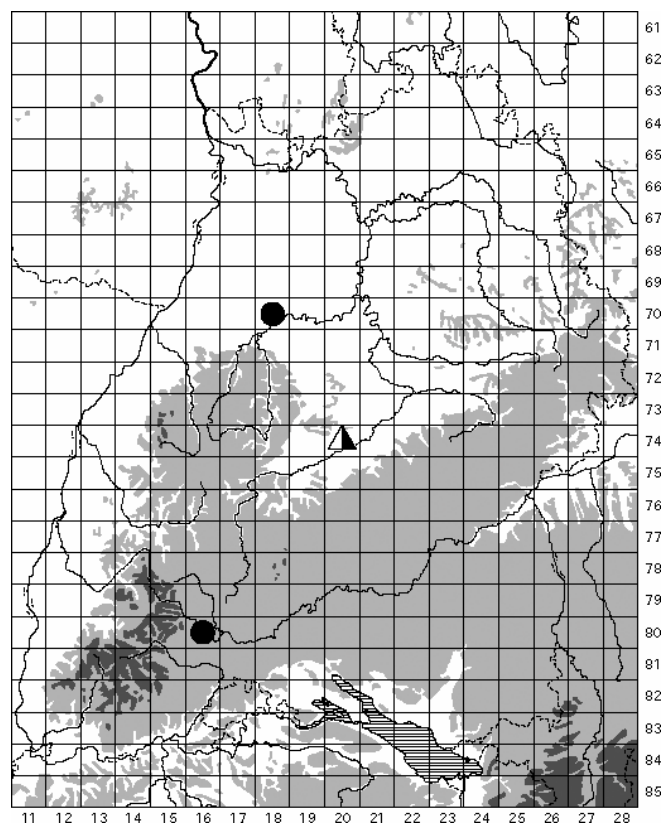
| | | |
|----------------------|--|---|
| Humus | L-Mull bis rohumusartiger Moder | L-Mull und F-Mull, mittel bis (1x) extrem humose Böden (Ah 2,4-15,3 %), sehr hohe (1x) bis mittlere H.qualität (C/N 8-16,5, C/P 19-117) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,1 | 3,6 - 7,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | 5x lehmiger Ton (2x sehr steinig) sowie je 1x schluffig-toniger Lehm, sandiger Lehm (sehr steinig) und anlehmiger Sand (steinig), Krümelgefüge bis Subpolyeder-/Polyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche (in der Mehrzahl) aber auch basenarme Böden, im Ah-Horizont immer karbonatfrei (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Böden im Ah-Horizont (sehr) stark durchwurzelt, immer mit groben Makroporen (d > 2 mm); mäßig (sommer)trockene bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001) eine in Europa weit verbreitete Art: von Skandinavien bis Norditalien und von Irland bis zur Krim, vielleicht (revisionsbedürftig) im Ural.

Folsomia ksenemani STACH, 1947

Syn. *Folsomia pseudodiplophthalma* STACH, 1947



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | bislang nur von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen sowie vom Spitzberg bei Tübingen; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 57 | sehr gering, seltene Art ? |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 57 | nur im Herbst 1992 |

Auf der Fläche 1250 in der Baar bei Donaueschingen syntop mit *F. penicula*, *F. spinosa* (sub *montigena*) und *F. quadrioculata*, gemeinsam mit Letzterer und mit unbestimmten juvenilen Folsomien in den Proben vom Herbst 1992; auf der Fläche 1270 im Neckar-Enz-Gebiet bei Wiernsheim syntop mit *F. penicula*, *F. spinosa* und *F. manolachei*, gemeinsam mit den beiden letzteren in Proben vom Herbst 1992.

| Fläche | 1250 Baar | 1270 Neckarbecken |
|---|--|--|
| Fangzahl / -termin | 25 Ex. im Herbst 1992 | 32 Ex. im Herbst 1992 |
| Abundanz / Dominanz (am Probenahmetermin) | 2295 Ind./m ² / 4,1 % | 2940 Ind./m ² / 11,1 % |
| Höhe ü. NN [m] | 755 | 365 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan bis montan, Nordost | collin bis submontan, Nord |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Terra fusca aus Kalkmergelstein des Mittleren Muschelkalks | sehr flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein des Oberen Muschelkalks [Ah-Horizont 4 cm, T 11 cm] |
| Vegetation | forstlich geformter Tannen-Fichten-Bestand, eutraphent, dichte Moosschicht, sehr artenreiche, starke Krautschicht, hohe Anteile von <i>Oxalis acetosella</i> und <i>Fragaria vesca</i> , auch viele Arten der Kalkbuchenwälder | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum) mit einzelnen Säurezeigern, keine Moosschicht, spärliche Krautschicht, nur im Frühling höhere Deckung durch <i>Anemone nemorosa</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 11 %, C/N 13,5, C/P 117 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 8,3 %, C/N 10,8, C/P 42 |
| pH (Ah) | 5,1 | 5,4 [T: 6,0] |
| Bodenart, Gefügeform | lehmgiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge mit Regenwurmgängen | Ah: TI, Krümel- bis Subpolyedergefüge, T: Ltu, Polyedergefüge, Wurmgänge in beiden Horizonten |
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer bis mäßig feuchter Standort | mäßig frisch oder wechselfrisch, sommerliche Trockenperioden |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 750-850 mm, Jahresmitteltemperaturen um 7 °C | Jahresniederschläge 600-700 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

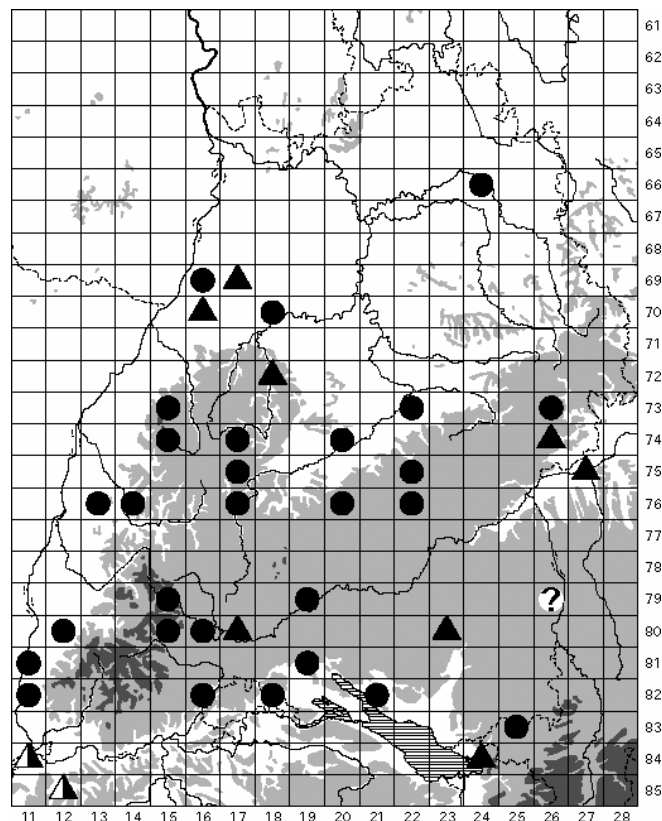
Laut POTAPOV (2001) ist die Art aus Europa vielfach gemeldet worden, und zwar aus dem Mittelmeergebiet von Spanien bis Rhodos (außerdem aus dem Libanon) und von Frankreich bis zur Ukraine (außerdem aus dem Westkaukasus). Weiter nördlich scheint sie zu fehlen. BOCKEMÜHL (1956) meldete *F. ksenenmani* bereits vom Spitzberg bei Tübingen, doch im Verzeichnis der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) wird sie nicht geführt.

Taxonomie:

POTAPOV (2001) weist auf die Möglichkeit einer Verwechslung zwischen *F. ksenenmani* und blassen Exemplaren von *F. penicula* BAGNALL, 1939 hin. Beide Arten unterscheiden sich unter anderem in der Zahl der Einzelaugen (1+1 bei *F. ksenenmani*, 2+2 bei *F. penicula*).

Folsomia penicula BAGNALL, 1939

Syn. *Folsomia multiseta* STACH, 1947



Ergebnisse:

| | | |
|-------------------|----|---|
| Frequenz (von 63) | 29 | hohe Fundortdichte im und um den Schwarzwald, v.a. nach Nordosten stark abnehmend; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
|-------------------|----|---|

| | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|
| Gesamtfangzahl | 3865 | |
| Phänologie (F, S, H) | 978, 1710, 1177 | Maximum im Sommer |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1170, Median 330, Max. 6070 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 6,6 , Median 2,9 , Max. 27,8 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,3201 | 0,0004 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2705 | 0,0030 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2563 | 0,0049 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2501 | 0,0060 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,2267 | 0,0127 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2096 | 0,0213 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | + 0,2063 | 0,0234 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1906 | 0,0363 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,1975 | 0,0300 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1927 | 0,0342 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,1914 | 0,0354 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1869 | 0,0419 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,1811 | 0,0466 |

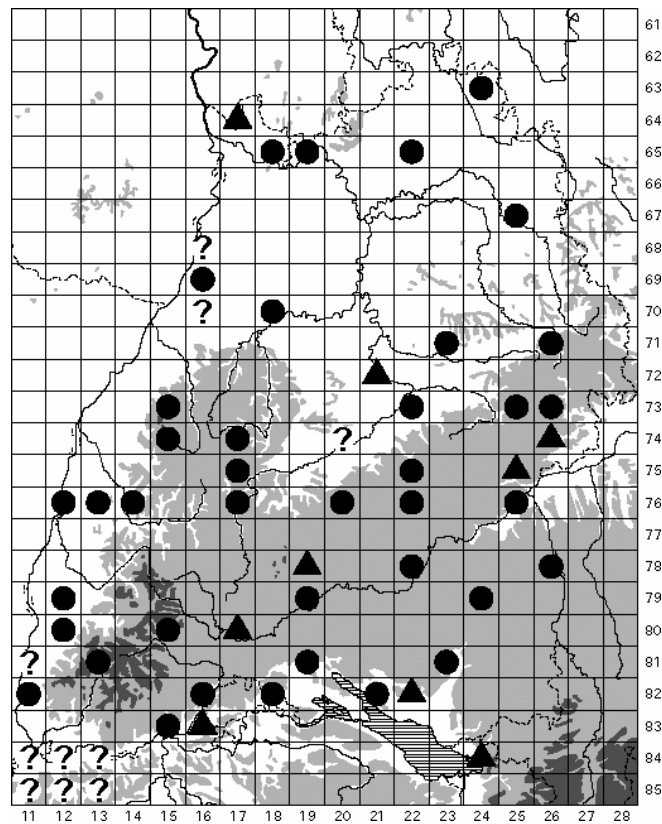
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 1850- 6070 Ind./m ² , n=8 |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1015 | 210 bis 910 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | sehr unterschiedliche Bodentypen auf verschiedener geologischer Basis (von Terra fusca-Rendzinen und podsoligem Ranker über Braunerde, Parabraunerde und Pseudogley bis zu Auenrendzina-Auengley) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laub- und Mischwälder wie auch oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder (vom Auenwaldrelikt der planaren Stufe bis zum Vaccinio-Abietetum der hochmontanen Stufe) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, mittel bis (1x) sehr stark humose Böden (Ah 3-11 %), bei sehr hoher bis geringer H.qualität (C/N 7,1-20,6, C/P 29-163) |
| pH (Ah) | 3,0 bis 7,2 | 3,1 - 7,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | 1x schluffiger Sand, Einzelkorngefüge, sonst sandiger Lehm bis lehmiger Ton, Krümelgefüge bis Subpolyeder-/Polyedergefüge, auch (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob., Cd ges. und Cd mob. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | ausschließlich in der südlichen Landeshälfte, vorwiegend (bis auf eine Fläche) in großen geschlossenen Waldgebieten; mäßig (sommer)trockene bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 500-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Europa und Nordamerika (BELLINGER et al. 1996-2003); in Europa laut POTAPOV (2001) weit verbreitet (auch aus dem Kaukasus), aber im Norden und Nordosten offenbar meist fehlend (Island, Norwegen, Finnland, Ostbaltikum und Russland). Aus Baden-Württemberg und Umgebung schon mehrfach gemeldet (vgl. Teil III dieses Ergänzungsbandes).

Folsomia manolachei BAGNALL, 1939

Syn. ? *Folsomia nana* GISIN, 1957



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 47 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet bei höherer Fundortdichte in der südlichen Landeshälfte |
| Gesamtfangzahl | 7578 | eine der häufigsten Arten |
| Phänologie (F, S, H) | 1838, 2847, 2893 | Minimum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1520, Median 920, Max. 11510 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 9,1, Median 8,2, Max. 57,4 | |

Die Zahlen umfassen nur determinierbare Tiere, keine kleineren Juvenilen, die nicht von denen der *F. quadrioculata* unterscheidbar sind.

Die Anzahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 1940 -11510 Ind./m ² , n=12 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 290 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina aus Kalkstein über Terra fusca und Braunerden bis zum podsoligen Ranker aus Sandstein), keine Auenböden |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder der submontanen bis hochmontanen Stufe, keine Auenwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis extrem humose Böden (Ah 2,9-16 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 6,9-25,3, C/P 29-163) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 6,7 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, oft (sehr) steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige und karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | mäßig frische (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden) wie frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9 °C |

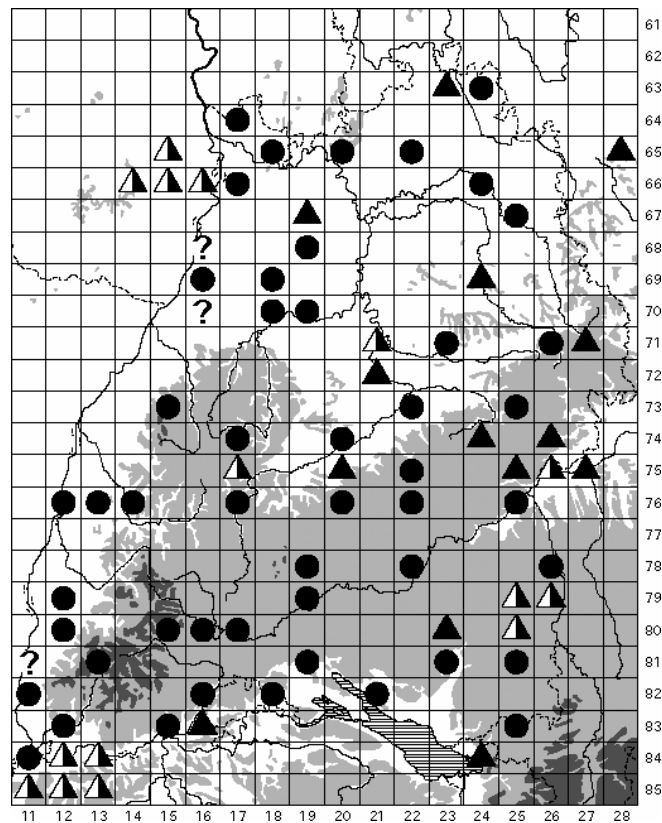
Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001) wohl über die ganze Paläarktis verbreitet; auf den arktischen Inseln (Spitzbergen, Wrangel-Insel und Nowaja Semlja) fehlend, wogegen der Autor Vorkommen an der arktischen Küste Asiens bestätigt. In Mitteleuropa dürfte *F. manolachei* ebenso häufig sein wie *F. quadrioculata*. Die Meldungen aus dem baden-württembergischen Raum sind meist jüngeren Datums, da die Tiere früher vermutlich für kleine *F. quadrioculata* gehalten wurden (z.B. in BOCKEMÜHL 1956).

Taxonomie:

Erst seit 1987 erfolgt die Unterscheidung des *F. manolachei*-Komplexes von *F. quadrioculata* nach DEHARVENG (1982). Zuvor wurde in der Datenbank nur die „*F. quadrioculata*-Gruppe“ ausgewiesen, da im Material Übergänge zwischen *manolachei* BAGNALL, *nana* GISIN und *quadrioculata* festzustellen waren.

Folsomia quadrioculata (TULLBERG, 1871)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------------|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 55 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 5833 | eine der häufigen Arten |
| Phänologie (F, S, H) | 2245, 2108, 1480 | Minimum im Herbst |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1020, Median 480, Max. 4200 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 6,4 , Median 4,0 , Max. 23,6 |

Die Zahlen umfassen nur determinierbare Tiere, keine kleineren Juvenilen, die nicht von denen der *F. manolachei* unterscheidbar sind.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2728 | 0,0027 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2633 | 0,0042 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2503 | 0,0060 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2406 | 0,0082 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2139 | 0,0188 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2068 | 0,0231 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2050 | 0,0243 |
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2010 | 0,0272 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,1999 | 0,0281 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1994 | 0,0300 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1935 | 0,0335 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1891 | 0,0377 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,1859 | 0,0411 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1851 | 0,0420 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,1816 | 0,0461 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,1945 | 0,0487 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 1550 -4200 Ind./m ² , n=12 |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 100 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina aus Kalkstein und Auengley bis zur podsoligen Braunerde aus Sandstein), oft pleistozäne Sedimente, nicht auf Granit oder Gneis |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaft bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub- und (2x) Mischwälder der planaren bis montanen Stufe, Mooschicht fehlend oder nur spärlich ausgebildet |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und Moder, mittel, stark und (1x) sehr stark humose Böden (Ah 3,1-14,3 %), sehr hohe bis geringe H.qualität (C/N 6,6-20, C/P 19-157) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,3 - 7,2 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche (1x) bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges., Cu ges. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | mäßig frische (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden) wie frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1200 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |

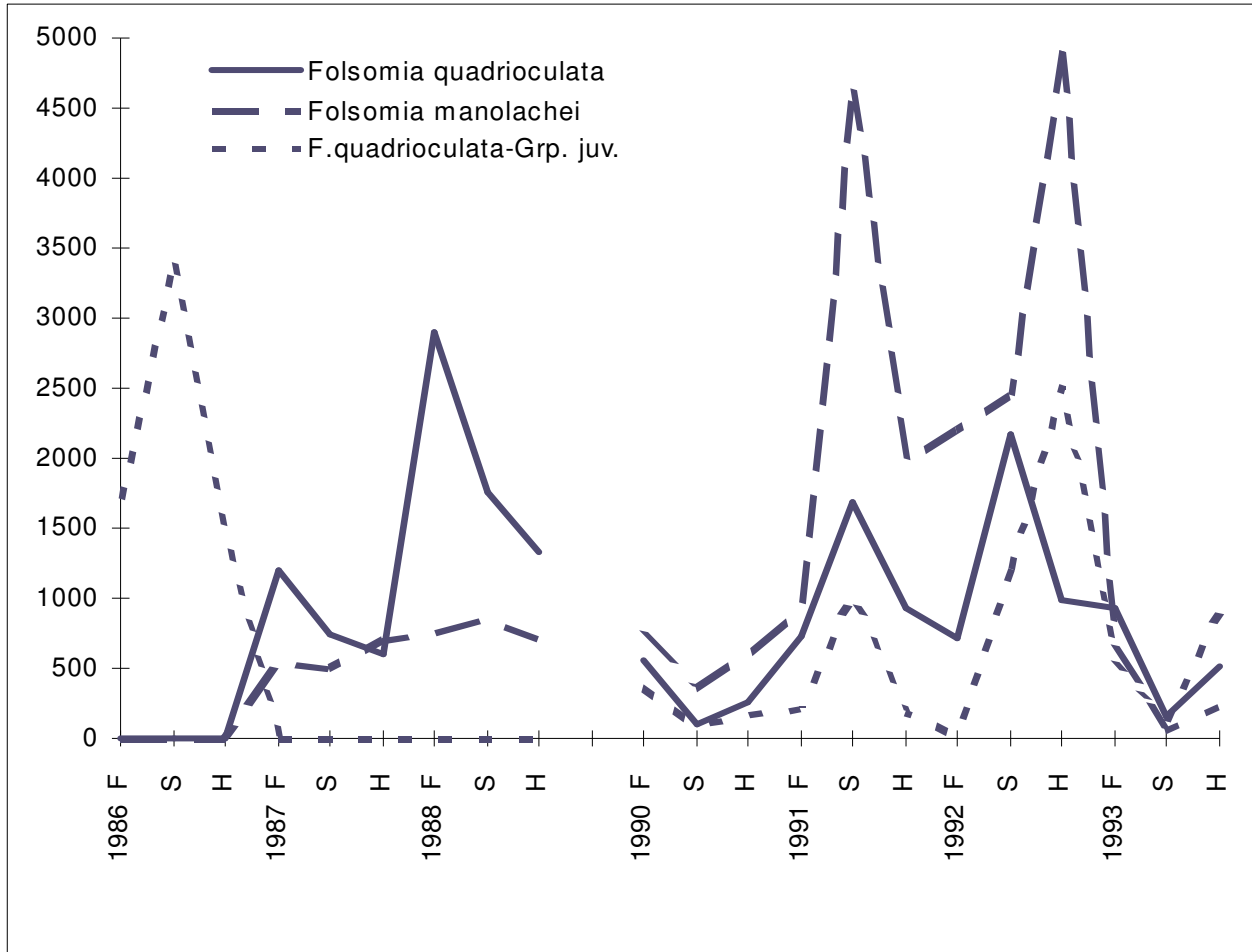
Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001) eine in der Holarktis weit verbreitete Art; in der Paläarktis aus allen europäischen und nordasiatischen Ländern gemeldet. Ältere Literaturangaben können sich auch auf Formen des *F. manolachei*-Komplexes beziehen bzw. diese mit einschließen. Gleichwohl dürfte *F. quadrioculata* in Mitteleuropa fast überall vorkommen (im geographischen Sinne, eingeschränkt freilich durch die Qualität der Habitate).

Taxonomie:

Erst seit 1987 erfolgt die Unterscheidung zwischen *F. quadrioculata* und dem *F. manolachei*-Komplex nach DEHARVENG (1982). Zuvor wurde in der Datenbank nur die „*F. quadrioculata*-

Gruppe“ ausgewiesen, da im Material Übergänge zwischen *manolachei* BAGNALL, *nana* GISIN und *quadrioculata* festzustellen waren.



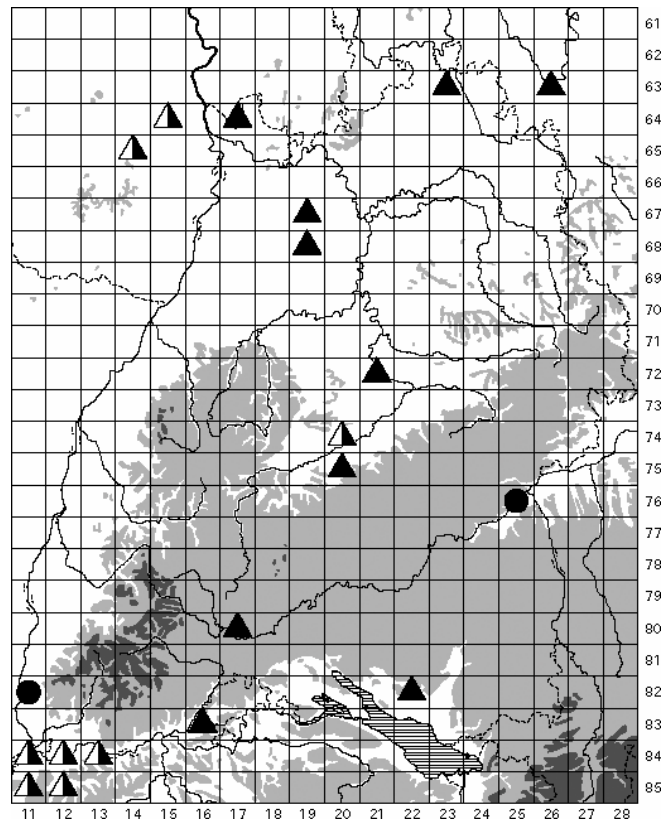
Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Folsomia quadrioculata*, *F. manolachei* sowie der nicht bestimmbareren Juvenilen beider Arten der *quadrioculata*-Gruppe 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, von welchen Tiere dieser Gruppe vorliegen. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Folsomia quadrioculata-Gruppe (unbestimmbare Juvenile)

| | | |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Frequenz (von 63) | 57 | |
| Gesamtfangzahl | 4461 | |
| Phänologie (F, S, H) | 890, 1897, 1674 | Minimum im Frühling |

| | |
|--|-------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 680, Median 360, Max. 5190 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 4,1, Median 2,3, Max. 19,0 |

Folsomides parvulus STACH, 1922



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | in Baden-Württemberg offenbar weit verbreitet, doch müssen die großen Lücken zwischen den bekannten Vorkommen noch überprüft werden |
| Gesamtfangzahl | 2 | in Wäldern selten |
| Phänologie (F, S, H) | 2, 0, 0 | |

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1080 Hügelland der unteren Riss | 1430 Markgräfler Hügelland |
|--|--|---|
| Fangzahl / -termin | 1 Ex. im Frühling 1988 | 1 Ex. im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 30 Ind./m ² / 0,05 % | 30 Ind./m ² / 1,0 % |
| Höhe ü. NN [m] | 490 | 440 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, West-NW, geneigt 1 % | collin, Süd, Hangneigung 10 % |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde auf einer Flussterrasse (pleistozäne Riss-Schotter, Sand), Aeh-Horizont 3 cm mächtig, darunter Bsv | Übergangstyp Parabraunerde >> Braunerde, mittelgründig, über fossilem T-Horizont auf Tonmergel des Weißen Jura (stellenweise Löss- oder Lösslehmüberdeckung), Ah 5 cm |
| Vegetation | oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum), keine extremen Säure | eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum) mit forstlichem Lärchen- |

| | | |
|----------------------|--|--|
| | zeiger, einige Verlichtungszeiger, schwache Krautschicht, im Frühling dominiert von <i>Anemone nemorosa</i> , im Sommer von <i>Luzula luzuloides</i> | und Kiefernanteil, faziesbildend Bergahornjungwuchs, gefolgt von <i>Anemone nemorosa</i> als nächst mächtiger Art im Frühling 1990 |
| Humus | F-Mull bis mullartiger Moder, Humusgehalt Aeh: 7,7 %, C/N 14,4, C/P 90 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 4,1 %, C/N 10,7, C/P 96 |
| pH (Ah) | Aeh: 3,5 [Bsv: 3,7] | 5,1 [Bv-Al: 4,7] |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand, Einzelkorngefüge [Bsv: anlehmgiger Sand, verkittet] | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmgingen |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier (tiefgründig entkalkter) Boden, hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Aeh-Horizont | basenreicher, tiefgründig entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Aeh-Horizont | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd mob. im Ah- und im Bv-Al-Horizont sowie von Zn ges. nur im Bv-Al |
| Feuchte | wechselfrischer Standort ? | frischer Standort |
| Sonstiges | Durchwurzelungsintensität im Aeh und Bsv mittel bis schwach, geringe (?) bzw. mittlere Lagerungsdichte | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 700-800 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-7,5 °C | Jahresniederschläge 700-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

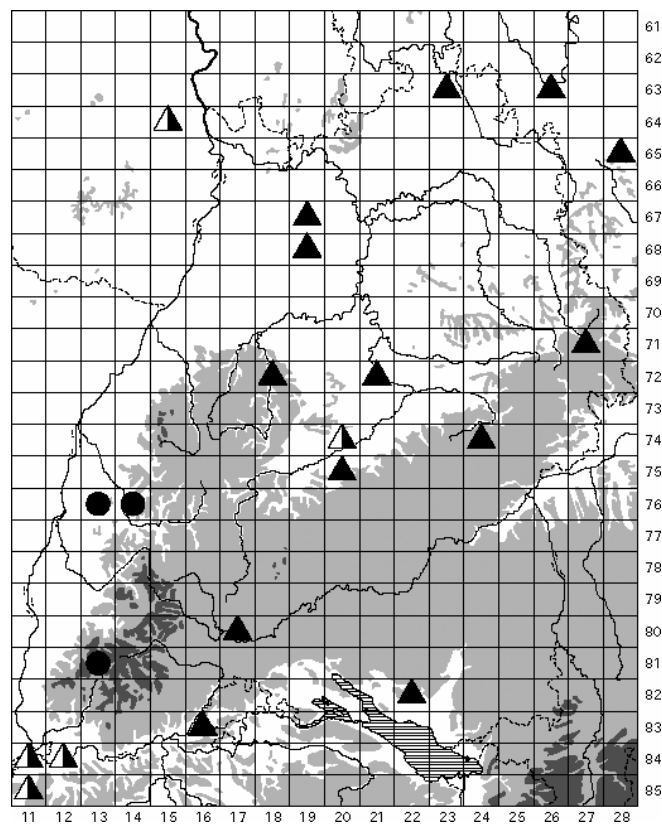
Fast weltweit. Nach POTAPOV (2001) findet die Art ihr Optimum in südlichen Regionen mit trockenem Klima, wird aber in der gemäßigten Zone ebenfalls häufig angetroffen. Nach Norden, in den borealen Gebieten wird *F. parvulus* immer seltener und fehlt schließlich in arktischen Breiten (wie auch in der Antarktis). Es ist anzumerken, dass bei diesen Angaben eine Reihe von Taxa als Juniorsynonyme von *F. parvulus* angesehen werden, die sich in Zahl, Größe und Position der Ocellen unterscheiden. Aus unserem Raum wird die Nominatform gemeldet (mit Ausnahme von *F. americanus* DENIS, 1931 bei HÜTHER 1961 aus der Pfalz, vgl. Teil III dieses Ergänzungsbandes).

Biologie und Ökologie:

Folsomides parvulus ist in Wäldern selten. Es handelt sich um einen ausgesprochen Offenlandbewohner, insbesondere von sonnigen trockenen Standorten. BOCKEMÜHL (1956) traf ihn vor allem im Mesobrometum der Bunten Mergel am Spitzberg bei Tübingen, vereinzelt am Waldrand und auf einer Lichtung. HÜTHER (1961) meldet die Art in geringer Zahl aus Weinbergböden der Vorderpfalz. GISIN (1943, Umgebung Basels und anschließender Schweizer Jura) bezeichnet *F. parvulus* als „Charakterart durchlässiger, daher trockener Wiesenböden vom Kulturland bis 940 m ü. M“. Er sei zahlreich in kalkhaltigen Böden, individuenärmer in kiesigen oder sandigen und tritt außer auf Wiesen auch in Äckern auf. SCHALLER (1951) hat die Art im Mainzer Sandgebiet nicht gefunden. Laut POTAPOV (2001) liegt ihr Optimum in südlichen Regionen mit trockenem Klima, die Frequenz und Abundanz nehmen nach Norden hin ab. Ihre Dichten sind in Mitteleuropa stets niedrig. POTAPOV nennt sie xerophil und psammophil.

BOCKEMÜHL (l.c.) beobachtete *F. parvulus* nie in trockenem Boden, die Proben, welche die Art enthielten waren meist frisch bis feucht, selten nass (vom Schmelzwasser im Frühjahr). Vom verwandten *F. angularis* (AXELSON, 1905) ist Anhydrobiose (Trockenstarre) beschrieben worden, wobei der Körper über 90 % des Wassers verliert (BELGNAOUI & BARRA 1989). Bei *F. parvulus* ist ein derartiger Resistenzmechanismus unbekannt. BOCKEMÜHL fand die Tiere meist im Mineralboden bis 20 cm Tiefe, zeitweise (ausreichende Feuchtigkeit vorausgesetzt) auch in der Grasnarbe, sie wichen vor Trockenheit in größere Bodentiefen aus. Die Art trat ganzjährig auf, bei Frost aber nie in der obersten Bodenschicht. Es sind nur Weibchen bekannt, die Fortpflanzung erfolgt parthenogenetisch (POTAPOV l.c.).

Isotomodes productus (AXELSON, 1906)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Frequenz (von 63) | 3 | in Baden-Württemberg offenbar weit verbreitet, doch müssen die großen Lücken zwischen den bekannten Vorkommen noch überprüft werden |
| Gesamtfangzahl | 31 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 20, 5, 6 | Art nur im Jahr 1990 festgestellt, Maximum im Frühling, sehr ähnlich <i>I. cf. templetoni</i> , geht zurück auf 14 Ex. von Fläche 1390 |

Isotomodes productus ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1390 Mittlerer Schwarzwald | 1410 Hochschwarzwald NSG Belchen | 1470 Lahr-Emmerdinger Vorberge Rand der Oberrheinebene |
|---|--|---|--|
| Fangzahl / Probennahmetermin | 18 | 12 | 1 |
| Abundanz / Dominanz (mehrjähriges Mittel) | 180 Ind./m ² / 0,56 % | 120 Ind./m ² / 0,61 % | 10 Ind./m ² / 0,07 % |
| Höhe ü. NN [m] | 615 | 1260 | 245 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, West, geneigt 37 % | hochmontan, Nordost, geneigt 14 % | collin, Nordwest, geneigt 12 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige, schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung | mittelgründige Braunerde auf Granit | sehr tiefgründige Para- braunerde aus Löss, Ah-Horizont nur 4 cm mächtig, darunter Al |
| Vegetation | oligotrophenter Tannen- Buchenwald (extrem artenarmes Luzulo- Fagetum), lückige Kraut- schicht v.a. aus Heidel- beere | lichter Tannen-Buchen- wald, Übergang Luzulo- Aceri-Fagetum, Kraut- schicht schwach, v.a. Heidelbeere, <i>Calamag- rostis arundinacea</i> und <i>Dryopteris dilatata</i> | oligotrophenter Buchen- wald (artenarmes Luzulo- Fagetum), lückige Krautschicht beherrscht von <i>Luzula sylvatica</i> |
| Humus | rohhumusartiger Moder, organ. Auflage 14 cm, Humusgehalt Ah: 11,9 % C/N 24,4, C/P 145 | L-Mull, Humusgehalt Ah: 9,1 %, C/N 12,8, C/P 34 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,9 %, C/N 18,5, C/P 145 Al: Humus 0,8 %, C/N 9,7, C/P 30 |
| pH (Ah) | 3,1 | 3,6 | 3,6 [Al: 3,7] |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand, sehr stark grusig oder steinig, Einzelkorn- bis Krümel- gefüge | sandiger Lehm, sehr stark grusig oder steinig, Krümelgefüge | Ah: schluffiger Lehm, Krümelgefüge, Al: lehmiger Schluff, Kohärentgefüge |
| Basen | basenarmer, karbonat- freier Boden | basenarmer, karbonat- freier Boden | mäßig basenarmer, tiefgründig entkalkter Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Cd in der organ. Auflage | Pb ges. im Ah-Horizont | Pb ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | schwer einzuschätzen: vermutlich frisch, evtl. mit stärkerem Wechsel | frischer Standort in humid-kühler Klimalage | frischer oder zumindest mäßig frischer Standort |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 1000-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-8 °C | | 800-1000 mm, um 9,5 °C |
| Sonstiges | Ah-Horizonte stets sehr stark durchwurzelt bei (sehr) geringer Lagerungsdichte große geschlossene Waldgebiete | | |

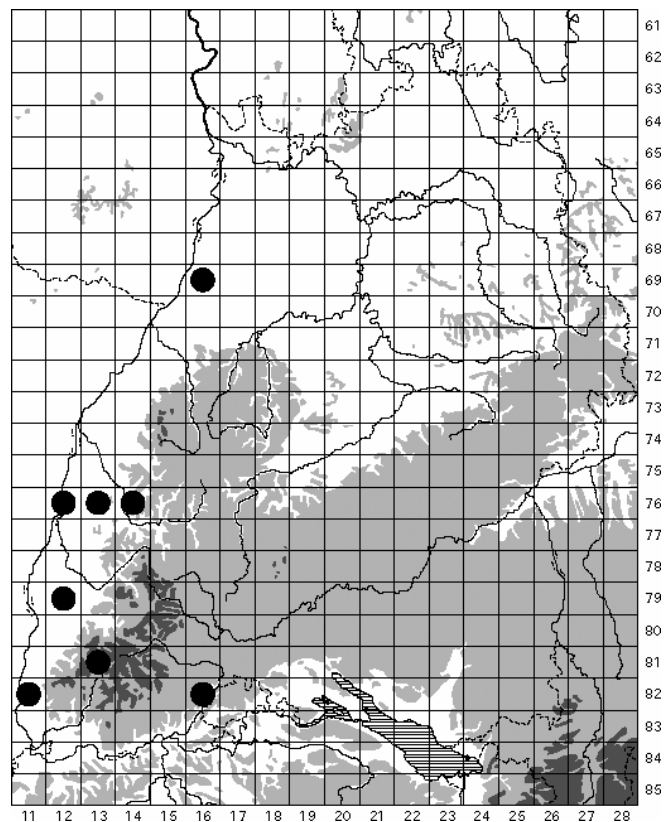
Allgemeine Verbreitung:

Isotomodes productus wird häufig als Kosmopolit bezeichnet, scheint aber trotz einer weiten Verbreitung doch längst nicht überall nachgewiesen zu sein. BELLINGER et al. (1996-2003) geben an: Teile Nordamerikas, Europas und Asiens (und zwar die mittleren und südlichen Breiten ohne den arktisch-subarktischen Bereich), die Kapprovinz, Australien, Neuseeland sowie Melanesien/Mikronesien. Funde aus Mittel- und Südamerika gelten dagegen als zweifelhaft. Nach POTAPOV (2001) kommt die Art in ganz Europa mit Ausnahme der arktischen Inseln vor, ist (in trockenen Habitaten) gemein, tritt aber meist in niederen Abundanzen auf.

Biologie und Ökologie:

Isotomodes productus gilt nach Literaturangaben als xerotoleranter, vielleicht auch thermophiler Offenlandbewohner sowohl toniger wie sandiger Böden. Er fehlt nach POTAPOV (2001) aber den Wäldern bzw. tritt nur an offenen, trockenen Stellen auf (POTAPOV zit. DUNGER 1984). Auch BOCKEMÜHL (1956) fand die Art am Spitzberg bei Tübingen nur noch vereinzelt am Waldrand, konstant und überall dagegen im Meso- und Xerobrometum. Das Auftreten der Art auf Wald-Dauerbeobachtungsflächen ist demnach ungewöhnlich, zumal hier zweimal nicht nur Einzelindividuen festgestellt wurden. Auf allen drei Flächen kommt auch *I. cf. templetoni* vor, und zum Teil wurden beide Arten zeitgleich gefunden (besonders zahlreich im Frühling 1990).

Isotomodes cf. templetoni BAGNALL, 1939; DA GAMA, 1963



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 8 | hohe Rasterfrequenz im Südwesten, dazu ein Fundort bei Karlsruhe, jedoch bedarf das Vorkommen der Art in Baden-Württemberg weiterer Bestätigung |
| Gesamtfangzahl | 49 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 41, 7, 1 | Maximum im Frühling, sehr ähnlich <i>I. productus</i> , geht zurück auf 30 Ind. von Fläche 1390 im Frühling 1990 |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 60, Median 30, Max. 320 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,28 , Median 0,21 , Max. 0,97 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,3779 | < 0,0001 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2846 | 0,0018 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | + 0,2561 | 0,0049 |
| Durchwurzelungsintensität Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2505 | 0,0059 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2421 | 0,0078 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2396 | 0,0085 |
| P austauschbar im Ah | 57 | + 0,2242 | 0,0138 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2092 | 0,0215 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | + 0,1984 | 0,0293 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,1928 | 0,0342 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,1918 | 0,0351 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1895 | 0,0373 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | - 0,2025 | 0,0401 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,1823 | 0,0452 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,1819 | 0,0457 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1490 Rheinaue bei Karlsruhe, 40 Ind./m ² Fläche 1410 Belchen im Hochschwarzwald, 40 Ind./m ² Fläche 1390 Mittlerer Schwarzwald, 320 Ind./m ² |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 100, 1260, 615 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (4x Braunerden, davon 1x schwach podsolig, 2x über Pelosol, daneben Pararendzina, Parabraunerde und Auenrendzina-Auengley und Vega) | - sehr tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auen- mergel über pleistozänen Sanden, - mittelgründige Braunerde auf Granit und - mittelgründige, schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder | - Auenwaldrelikt (ehemaliges Carpinetum), planare Stufe, Hauptbaumarten Esche und Buche, - lichter, oligotraphenter Tannen-Buchenwald der hochmontanen Stufe (Luzulo- bis Aceri-Fagetum), - oligotraphenter Tannen-Buchenwald der montanen Stufe (Luzulo-Fagetum), vorherrschend Heidelbeere |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | mullartiger Moder, L-Mull und rohhumusartiger Moder, Humusgehalt Ah: 6-11,9 %, C/N 6,6-24,4, C/P 34-145 |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 7,2 , 3,6 und 3,1 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand bis toniger Lehm | - schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Wurmgingen, - sandiger Lehm, sehr stark steinig, Krümelgefüge mit Wurmgingen, - anlehmiger Sand, sehr stark steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge |

| | | |
|---------------|--|---|
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden | - sehr basenreicher, karbonatreicher Boden, - basenarmer, karbonatfreier Boden, - basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. (1410: Ah bis Bv-Cv, 1390: Bhv), Cu mob. (1490: Ah) und Cd (1390: in der organ. Auflage) |
| Feuchte | frische bis feuchte Standorte wie auch mäßig frische mit sommerlichen Trockenphasen | - frischer bis feuchter Standort, - frischer Standort in kühl-humider Klimalage, - schwer einzustufen: frischer Standort ? |
| Sonstiges | kaum nordexponierte Flächen Ah-Horizonte immer (sehr) stark durchwurzelt bei (sehr) geringer Lagerungsdichte | stets große geschlossene Waldgebiete; Jahresniederschlagssummen 600-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C (für Fläche 1390: 1000-1600 mm und 6,5-8 °C) |

Allgemeine Verbreitung:

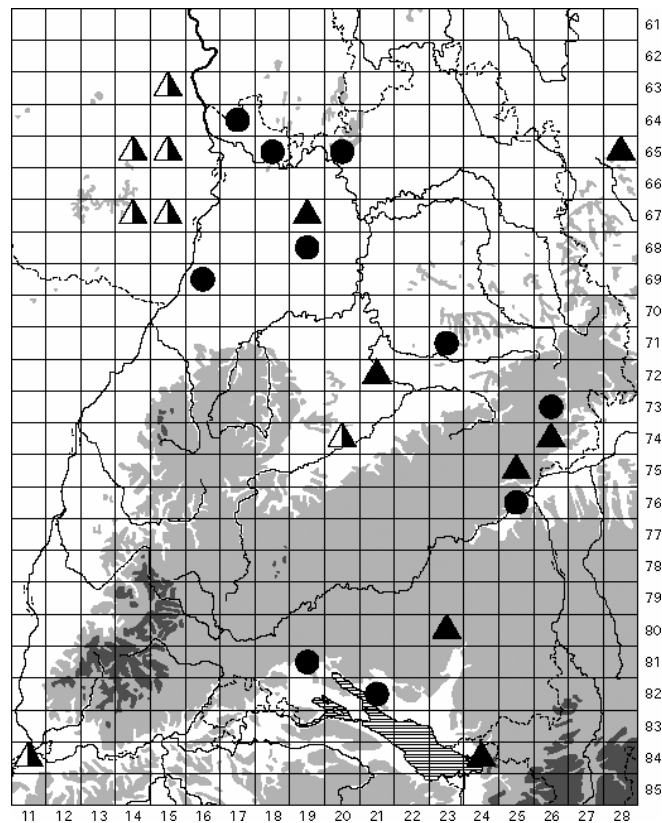
Nach POTAPOV (2001) bislang nur nachgewiesen in Irland, Großbritannien und Spanien. Meldungen aus weiteren Gebieten (genannt werden Jugoslawien und Peru) hält er für zweifelhaft.

I. templetoni wäre neu für Deutschland. Die Meldung aus Baden-Württemberg bedarf daher weiterer Bestätigung. Andererseits ist die Art nach der aktuellen Bestimmungsliteratur morphologisch gut kenntlich und z.B. deutlich von *I. productus* (AXELSON, 1906) verschieden.

Anmerkung:

Nimmt man *I. cf. templetoni* und *I. productus* zusammen, so weisen sie auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1390 und 1410 mit Abstand die höchsten Fangzahlen auf, und die Korrelationen zu den Umweltvariablen gleichen in etwa den für *I. cf. templetoni* errechneten.

Proisotoma minima (ABSOLON, 1901)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 10 | Meldungen aus allen großen Naturräumen des Landes außer vom Schwarzwald; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 92 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 56, 2, 34 | ausgeprägtes Sommerminimum, aber allein 52 Ind. von Fläche 1350 im Frühling 1990 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 100, Median 35, Max. 530 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,94 , Median 0,26 , Max. 5,33 | |

Nicht berücksichtigt in diesen Angaben sind 83 juvenile Tiere der Gattung *Proisotoma*, die nicht bis zur Art bestimmt werden konnten.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,4491 | < 0,0001 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3710 | 0,0001 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | - 0,3243 | 0,0004 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | - 0,3089 | 0,0008 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | - 0,3291 | 0,0008 |

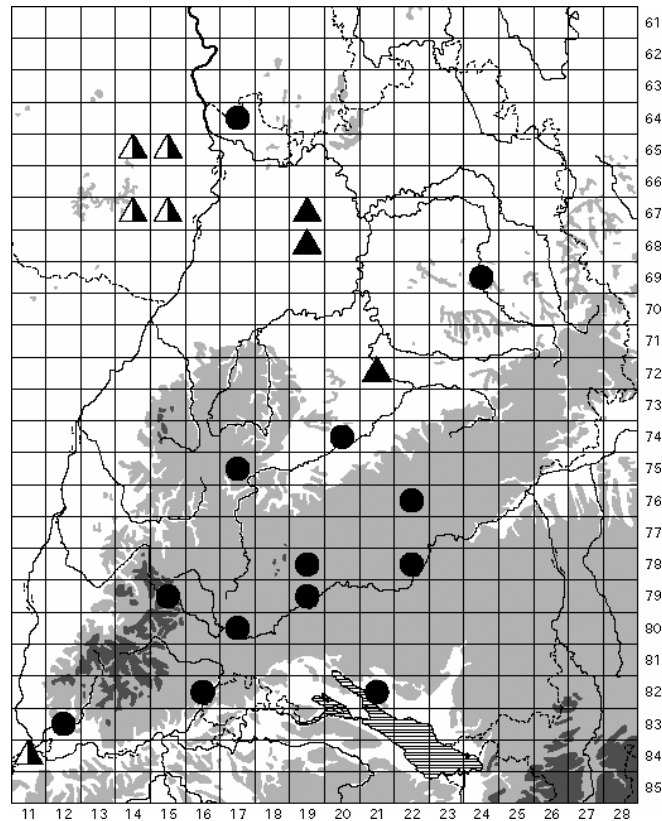
| | | | |
|--|----|----------|--------|
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,3036 | 0,0008 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,3014 | 0,0009 |
| K gesamt im Ah | 57 | - 0,2923 | 0,0013 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2923 | 0,0013 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2911 | 0,0014 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2874 | 0,0016 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,2775 | 0,0023 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,2753 | 0,0025 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2754 | 0,0027 |
| Al gesamt im Ah | 57 | - 0,2720 | 0,0028 |
| P gesamt im Ah | 57 | - 0,2703 | 0,0030 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2633 | 0,0042 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2597 | 0,0043 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2434 | 0,0075 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,2403 | 0,0083 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,2377 | 0,0090 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2354 | 0,0097 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2336 | 0,0103 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | - 0,2332 | 0,0104 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2305 | 0,0113 |
| Na gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2318 | 0,0116 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2287 | 0,0120 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2287 | 0,0120 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2282 | 0,0122 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2142 | 0,0186 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2116 | 0,0201 |
| N gesamt im Ah | 57 | - 0,2068 | 0,0231 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2042 | 0,0249 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2042 | 0,0249 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2039 | 0,0251 |
| Lagerungsdichte Ah [Klassen] | 49 | - 0,2192 | 0,0263 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2018 | 0,0266 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1923 | 0,0363 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,1895 | 0,0373 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,1889 | 0,0379 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1896 | 0,0391 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,1890 | 0,0396 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,1852 | 0,0419 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,1815 | 0,0482 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,1796 | 0,0485 |
| P gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1811 | 0,0487 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: - Fläche 1520 nördlich von Mannheim, 115 Ind./m ² , - Fläche 1350 im Vorderen Odenwald, 530 Ind./m ² |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 600 | 98 und 290 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden, meist posolig, 2x pseudo-vergleyt, Parabraunerden, 1x Ranker, 1x Rendzina-Terra fusca) | - sehr tiefgründige, schwach podsolige und leicht lessivierte Braunerde aus Niederterrassensanden, - mittelgründige, schwach podsolige Braunerde auf Granit |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laubwälder sowie ein oligotraphenter Mischwald | - oligotraphenter Eichen-Buchenwald mit Kiefern (sehr artenarmes Luzulo-Fagetum od. „Fago-Quercetum“), - sehr artenarmes Luzulo-Fagetum, <i>Luzula sylvatica</i> -Fazies), Deckung der Krautschicht ca. 20 % |
| Humus | L-Mull bis Moder | - Moder, feinhumusreich, stark humoser Boden (Ah 5,3 %), sehr geringe H.qualität (C/N 25,7, C/P 235, > 200 gilt als gestört), - Moder, feinhumusreich, mittel humoser Boden (Ah 4,3 %), geringe H.qualität (C/N 20,1, C/P 75) |
| pH (Ah) | 3,3 - 5,3 | 3,3 und 3,4 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis lehmiger Ton | - Sand, Einzelkorngefüge, - sandiger Schluff, steinig, Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, meist oberflächlich kalkarme oder kalkfreie Böden, 1x Boden aus Kalkstein, aber oberflächlich schon teilweise entkalkt | basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: - auf Fläche 1520: Pb ges., Pb mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der org. Auflage, - auf Fläche 1350: Pb mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Flächen in großen geschlossenen Waldgebieten; Ebene und Südhang; Böden ohne Regenwurmgänge im Profil, Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte, geringe Säureelastizität; bei Fläche 1520 Standortfeuchte nach Ausweis der Krautschicht unsicher, sommerliche Trockenperioden wahrscheinlich, Fläche 1350 ist frisch bis feucht; Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Nach POTAPOV (2001) weit verbreitet in der Holarktis, darüber hinaus auch aus Mittel- und Südamerika (Jamaika und Peru; BELLINGER et al. (1996-2003) nennen karibische Inseln und das Festland sowie Amazonien). Die meisten Meldungen stammen laut POTAPOV (l.c.) jedoch aus Europa.

Proisotoma minuta (TULLBERG, 1871)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 13 | in Baden-Württemberg offenbar weit verbreitet, doch bestehen zwischen den Fundorten große Lücken, z.B. in der Oberrheinebene; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 209 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 203, 6, 0 | ganz ausgeprägtes Frühlingsmaximum, davon insgesamt 159 Ex. von mehreren Fläche im Frühling 1988 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 125, Median 75, Max. 575 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,68 , Median 0,54 , Max. 2,65 | |

Nicht berücksichtigt in diesen Angaben sind 83 juvenile Tiere der Gattung *Proisotoma*, die nicht bis zur Art bestimmt werden konnten.

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 180 -575 Ind./m ² , n=4 |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 955 | 380 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von podsoliger Braunerde bis Rendzina) | - (sehr) flachgründige Terra fusca sowie Terra fusca-Rendzina aus Kalksteinen (Malm, mo), - schwach pseudovergleyter Pelosol, mittelgründig, aus Tonmergel (ku) und - tiefgründige Braunerde aus Gneisverwitterung |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder sowie 1x oligotraphenter Fichten-Tannenwald | 3x eutraphente Laub- und Mischwälder (Asperulo-, Carici- und Elymo-Fagetum) der submontanen und montanen Stufe, 1x oligotraphenter Fichten-Tannenwald (forstliches Luzulo-Abietetum) montaner Lage, Krautschicht lückig bis dicht |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull bis Moder, organ. Auflage bis 6 cm, 1x stark, 3x sehr stark humose Böden (Ah 5,3-12,9 %), hohe bis mittlere H.qualität (C/N 10,4-18,9, C/P 41-126) |
| pH (Ah) | 3,3 - 7,1 | 3,5 - 5,9 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis lehmiger Ton | toniger Lehm und lehmiger Ton, 2x sehr stark steinig, Krümel- oder Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | 3x basenreiche, nur oberflächlich entkalkte Böden, 1x basenarmer, karbonatfreier Boden (Gneisverwitterung) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Böden im Ah-Horizont stark bis sehr stark durchwurzelt bei (3x sehr) geringer Lagerungsdichte; Standorte mäßig frisch (z.T. sommerliche Trockenperioden) bis frisch; Jahresniederschlagssummen 700-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9 °C |

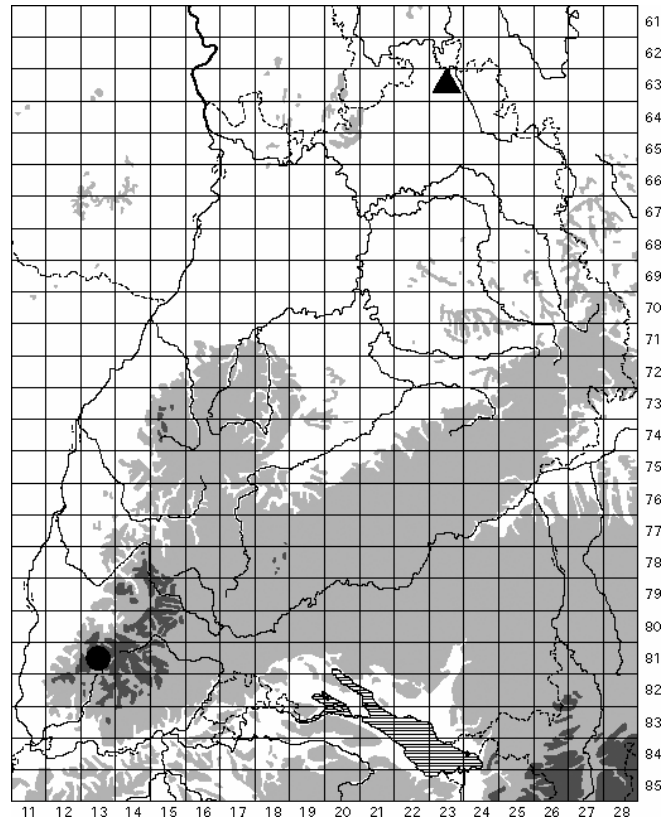
Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001) alle Erdteile außer der Arktis (und der Antarktis ?); nach BELLINGER et al. (1996-2003) Lücken in Teilen Südamerikas, im tropischen Afrika und Südostasien. POTAPOV (l.c.) vermutet, dass viele Vorkommen auf anthropogener Verschleppung beruhen. Auch in Mittel- und Nordeuropa soll die Art i.W. ruderal oder synanthrop auftreten, weiter im Süden dagegen auch in natürlichen Habitaten häufig sein (Beispiel Portugal). Aus unserem Raum ist *P. minuta* seit dem Beginn systematischer Aufzeichnungen (SCHÄFFER 1900) regelmäßig gemeldet worden (vgl. Teil III dieses Ergänzungsbandes).

Proisotoma topsenti DENIS, 1948

Syn. *Proisotoma revilliodi* GISIN, 1949

heute Genus *Pachyotoma* BAGNALL, 1949



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | in Baden-Württemberg bislang nur zwei Fundorte: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1410 im Naturschutzgebiet am Belchen im Hochschwarzwald und Grünland-Dauerbeobachtungsfläche 2330 bei Tauberbischofsheim |
| Gesamtfangzahl | 1 | seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 0, 0 | nur im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1410, Jahresmittel 1990) | 30 Ind./m ² / 0,87 % | |

Fläche 1410

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 1260 (höchstgelegene Wald-Dauerbeobachtungsfläche) |
| Höhenstufe, Exposition | hochmontan, Nordost, Hangneigung 14 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige Braunerde auf Granit |
| Vegetation | lichter Tannen-Buchenwald, Übergang zwischen Luzulo-Fagetum und Aceri-Fagetum, in der schwach entwickelten Krautschicht dominieren <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> und <i>Dryopteris dilatata</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 9,1 %, C/N 12,8, C/P 34 |
| pH (Ah) | 3,6 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Bodenart, Gefügeform Basen | sandiger Lehm, sehr stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen basenarmer, karbonatfreier Boden, geringe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer Standort in humid-kühler Klimalage |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 1400-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-7,5 °C |

Beim zweiten Fundort im Land handelt es sich um die Grünland-Dauerbeobachtungsfläche 2330 im NSG am Apfelberg bei Werbach a.d. Tauber (7 km N Tauberbischofsheim). Im Jahr 1990 wurden hier zwei Ex. von *P. topsenti* mit Bodenproben gefangen. Eine kurze Standortbeschreibung:

| | |
|-------------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 322 |
| Höhenstufe, Exposition | collin bis submontan, Süd, Hangneigung 28 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige Braune Rendzina aus Kalkgestein des Unteren Muschelkalks |
| Vegetation | Halbtrockenrasen mit Feuchtstellen |
| Humus | Mull, Humusgehalt Ah: ca. 5 %, C/N 13, C/P 117 |
| pH (Ah) | 7,5 |
| Bodenart, Gefügeform Basen | schluffiger Lehm, stark steinig, Krümelgefüge basenreicher und karbonatreicher Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | keine Überschreitung der Hintergrundwerte |
| Feuchte | im Gelände offenbar stark wechselnd |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 650-700 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-9 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Bislang bekannt aus Frankreich (Côte-d'Or, DENIS 1948), der Schweiz (waadtländer Jurafuß, GISIN 1949) und Deutschland (Oberlausitz, DUNGER 1987). Die Funde auf Dauerbeobachtungsflächen des Ökologischen Wirkungskatasters sind die ersten Nachweise der Art aus Baden-Württemberg.

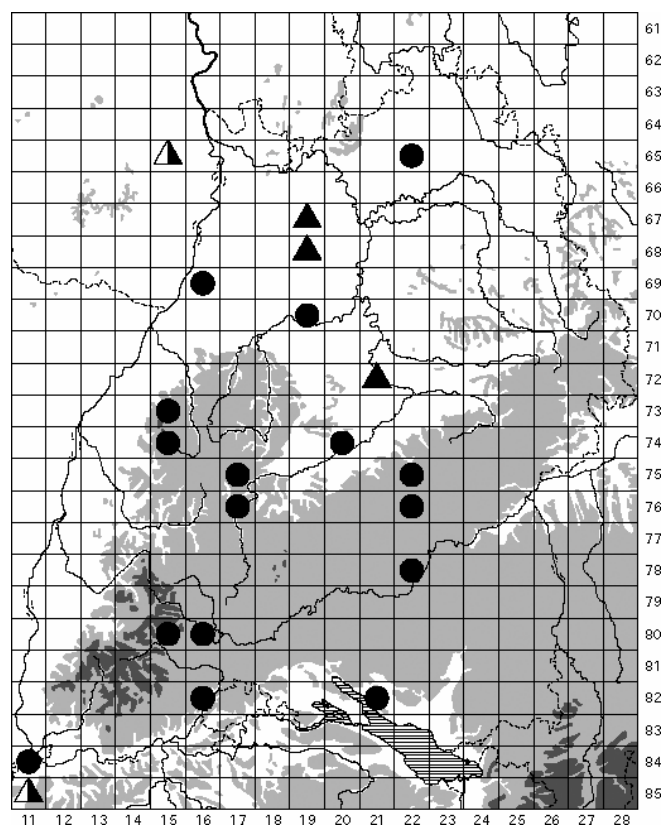
Biologie und Ökologie:

Über Biologie und Ökologie von *Proisotoma topsenti* ist noch wenig bekannt. Die Art wurde nur sehr selten gefunden, dann jedoch meist in „Kolonien“ von Tausenden Tieren (DENIS 1948, GISIN 1949 und DUNGER 1987). Aus Baden-Württemberg sind derzeit allerdings nur einzelne Exemplare bekannt. *P. topsenti* lebt hemiedaphisch in der Streuauflage, unter Steinen und im Oberboden lichter Wälder wie auch offener Habitate.

Proisotoma spec. (unbestimmbare Juvenile)

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 16 | |
| Gesamtfangzahl | 83 | |
| Phänologie (F, S, H) | 68, 7, 8 | davon 49 vom Frühling 1990 (23 bzw. 17 von den Flächen 1470 und 1450 im Oberrheingebiet) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 45, Median 15, Max. 235 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,37, Median 0,09, Max. 2,33 | |

Cryptopygus thermophilus (AXELSON, 1900)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 16 | aus allen großen Naturräumen außer dem Odenwald bekannt, jedoch keine Nachweise aus dem Osten; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 38 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 18, 19, 1 | Minimum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 20, Median 15, Max. 70 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,13, Median 0,11, Max. 0,25 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 2,5, Median 2, Max. 9 | |

20 juvenile Tiere der Gattung *Cryptopygus* konnten nicht bis zur Art determiniert werden. Die meisten traten im Herbst auf (F 6, S 4, H 10). Im Gebiet sind neben *Cryptopygus thermophilus* weitere Arten der Gattung nachgewiesen (vgl. Teil III dieses Bandes), am häufigsten *C. bipunctatus* (AXELSON, 1903).

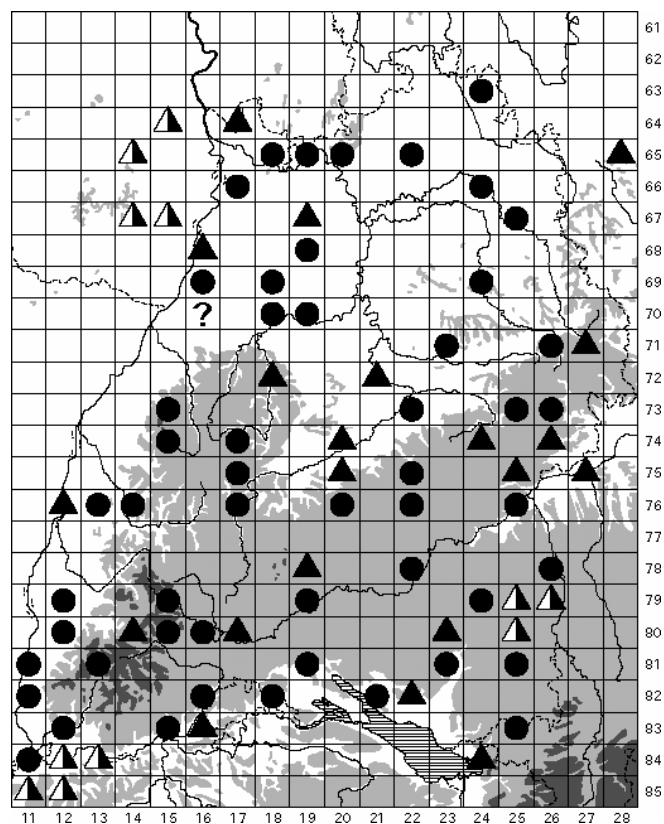
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2488 | 0,0063 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2412 | 0,0080 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2371 | 0,0099 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2127 | 0,0195 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,1924 | 0,0346 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,1909 | 0,0360 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,1855 | 0,0416 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1853 | 0,0417 |
| Deckungsgrad der Strauchschicht [Klassen] | 57 | - 0,1804 | 0,0475 |
| Bodenart Ah-Horizont [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,1786 | 0,0498 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 25 -70 Ind./m ² , n=5 |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 112 bis 1015 | 112 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von podsoligem Ranker und podsoliger Braunerde einerseits bis zu Rendzinen andererseits, keine Auenböden) | Rendzina, Rendzina-Terra fusca und Braunerde-Terra fusca aus Gesteinen des Oberen Muschelkalks (dolomitischer Mergeltonstein, Kalkmergelstein, Mergelkalkstein) sowie podsolige Pseudogley-Braunerde aus Oberem Buntsandstein und schwach podsolige Braunerde auf Niederterrassensand/ -kies |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis extrem stark humose Böden, (sehr) hohe bis sehr geringe H.qualität | F-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis extrem humose Böden (Humusgehalte Ah 5-15,3 %), C/N 11,3-20,5, C/P 50-207 (>200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,1 | 3,3 - 7,0 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | 2x anlehmiger Sand, 1x schluffig-toniger Lehm und 2x lehmiger Ton, z.T. sehr stark steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden | basenreiche und basenarme, karbonatfreie sowie kalkhaltige oder nur oberflächlich entkalkte Böden |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie von Pb in der organ. Auflage | Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | mäßig frische Standorte mit sommerlichen Trockenperioden, frische und ein frischer bis feuchter Standort; Jahresniederschlagssummen 650-1800 mm, dabei aber 4x nur bis 900 mm, 1x 1000-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Alle Erdteile außer der Antarktis (BELLINGER et al. 1996-2003). *C. thermophilus* bewohnt, wie der Name richtig sagt, vor allem die wärmeren Gebiete der Erde (POTAPOV 2001). Die Art verhält sich z.B. in Südeuropa eurytop und erreicht zuweilen hohe Abundanz und Dominanz. Auch aus Feldern in Nordindien ist *C. thermophilus* als dominant bekannt (GURU & DAS 1991). In Mitteleuropa tritt die Art laut POTAPOV (l.c.) ebenfalls noch häufig auf, fehlt aber den Hochgebirgen. Weiter im Norden und Nordosten wird sie seltener und immer stärker synanthrop.

Isotomiella minor (SCHÄFFER, 1896)



Ergebnisse:

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 63 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 12266 | eine der häufigsten Arten |
| Phänologie (F, S, H) | 2584, 4393, 5289 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1840, Median 1260, Max. 5820 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 11,2 , Median 9,7 , Max. 30,7 | |

Die Zahlen umfassen nur determinierbare Tiere, keine kleineren Juvenilen, die nicht von jenen der *I. paraminor* unterscheidbar sind.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,3654 | 0,0001 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2814 | 0,0020 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | - 0,2779 | 0,0023 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2682 | 0,0032 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2664 | 0,0034 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,2857 | 0,0038 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2628 | 0,0042 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2589 | 0,0045 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2576 | 0,0047 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2524 | 0,0056 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2486 | 0,0063 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2410 | 0,0081 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2338 | 0,0102 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,2314 | 0,0110 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2261 | 0,0130 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2255 | 0,0132 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,2225 | 0,0145 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2208 | 0,0153 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2206 | 0,0154 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2211 | 0,0161 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | + 0,2175 | 0,0169 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2143 | 0,0186 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2136 | 0,0189 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2043 | 0,0248 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2041 | 0,0250 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2030 | 0,0257 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,2026 | 0,0260 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,1967 | 0,0307 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1931 | 0,0339 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1912 | 0,0357 |
| P gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1897 | 0,0389 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1848 | 0,0423 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | + 0,1995 | 0,0431 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,1833 | 0,0440 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,1817 | 0,0459 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,1817 | 0,0459 |

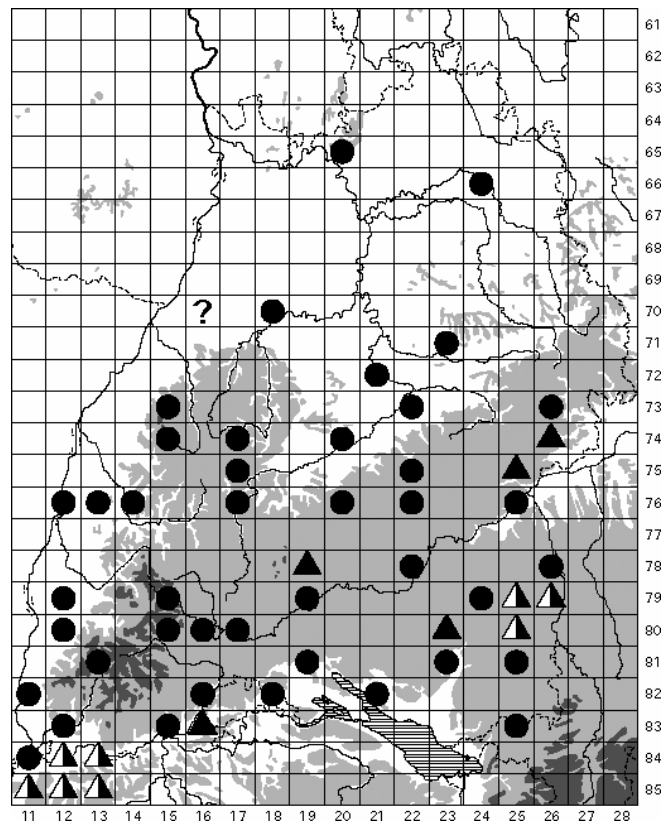
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 2870- 5820 Ind./m ² , n=16 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 380 bis 885 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen von Rendzina bis zu podsoliger Pseudogley-Braunerde, meist Rendzinen / Terrae fuscae, Pseudogleye oder Braunerden, vorw. auf Kalksteinen und Mergeln unterschiedlicher geologischer Formationen, doch auch auf Sand und 1x Gneis, keine Lössböden, keine Auenböden |

| | | |
|---------------|---|--|
| Vegetation | eutröphente Laubwaldgesellschaften bis oligotrophente Nadelwaldgesellschaften | vorw. eu- und oligotrophente Laub- und Mischwälder der submontanen und montanen Stufe, 2x Nadelforste (Fichte, Tanne), keine Auenwälder |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L- und F-Mull sowie je 1x Moder und rohhumusartiger Moder, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3-17 %), sehr hohe bis geringe H.qualität (C/N 6,9-24,4, C/P 19-145 und 1x 412, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,0 - 7,0 |
| Bodenart | Sand bis Ton | Sandböden (Su, Sl2, Sl3 und Sl4), toniger Lehm und lehmiger Ton, z.T. (4x) sehr steinig, keine Schluffböden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche (in der Mehrzahl) aber auch basenarme Böden, im Ah-Horizont immer karbonatfrei (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte des Ah-Horizontes (sehr) gering; Flächen in verschiedenen Naturräumen, nicht aber im Oberrheintal, den Ebenen Nordwürttembergs oder im Odenwald; sowohl mäßig frische (z.T. sommerliche Trockenperioden möglich) wie frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 650-1600 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Meist als kosmopolitisch angegeben; nach BELLINGER et al. (1996-2003) von allen Kontinenten außer Australien und der Antarktis bekannt. POTAPOV (2001) vermutet die Art vorwiegend in der gemäßigten Klimazone. Sie soll den hohen arktischen Breiten fehlen (Spitzbergen) und auch in den Tropen nicht oder nur selten auftreten. Der Autor ist der Ansicht, dass sich zahlreiche Meldungen von „*I. minor*“ tatsächlich auf andere, zum Teil noch nicht beschriebene Arten der Gattung beziehen. In Nord- und Mitteleuropa ist *Isotomiella minor* weit verbreitet und erreicht oft hohe Abundanz und Dominanz. Das Optimum der Art soll in den Waldgebieten Nordeuropas liegen.

Isotomiella paraminor GISIN, 1942



Auch GISIN (1960a) meldet die Art aus dem Schwarzwald, allerdings ohne Ortsangabe.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 45 | hohe Fundortdichte in der südlichen Landeshälfte, nach Norden stark abnehmend |
| Gesamtfangzahl | 3995 | |
| Phänologie (F, S, H) | 1017, 1370, 1608 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 810, Median 460, Max. 4540 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 4,15 , Median 2,75 , Max. 17,0 | |

Die Zahlen umfassen nur determinierbare Tiere, keine kleineren Juvenilen, die nicht von jenen der *I. minor* unterscheidbar sind.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,4387 | < 0,0001 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,4085 | < 0,0001 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3836 | < 0,0001 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3816 | < 0,0001 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3436 | 0,0002 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3329 | 0,0003 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,3324 | 0,0003 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3110 | 0,0006 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2654 | 0,0035 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,2576 | 0,0047 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2440 | 0,0079 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2415 | 0,0080 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | + 0,2382 | 0,0089 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2348 | 0,0099 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2267 | 0,0127 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2212 | 0,0151 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2186 | 0,0163 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2132 | 0,0203 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1882 | 0,0406 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1861 | 0,0428 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,1817 | 0,0459 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 1285- 4540 Ind./m ² , n=11 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 1260 | 385 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker und Rendzinen, nur 1x in einem alten Auenboden | 5x Braunerden, davon 3 podsolig, 4x Rendzina/Terra fusca und 2x Parabraunerden auf unterschiedlicher geologischer Basis (Granit/Gneis, Sandstein, Kalkstein, Moränen u.a.), keine Lössböden, keine Auenböden |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | eu- und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder der submontanen und (vorwiegend) der montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 14 cm, mittel bis (1x) extrem humose Böden (Ah 3,8- 16 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 6,9- 25,3, C/P 29-207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,1 - 6,7 |
| Bodenart | anlehmiger und schluffiger Sand bis Ton | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton, oft (sehr) steinig |
| Basen | basenreiche und basen- arme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, karbonathaltige bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Flächen im mittleren und im südlichen Schwarzwald, auf der Schwäbischen Alb und ihren Vorbergen sowie in Oberschwaben; (mäßig) frische bis frische/feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 700 bis 2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-8,5°C |

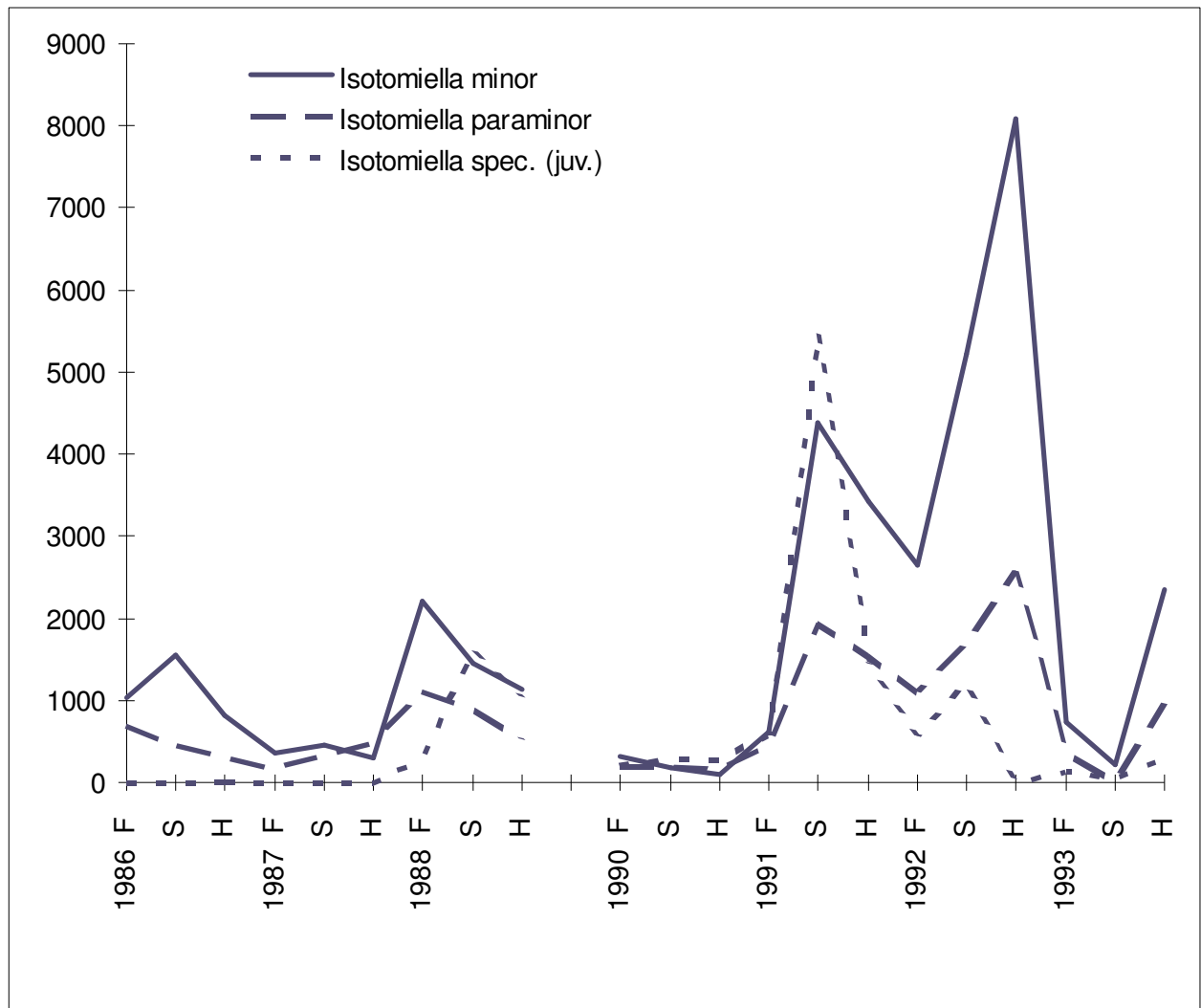
Allgemeine Verbreitung:

Bergregionen Mitteleuropas und darüber hinaus. Laut POTAPOV (2001) stammen die meisten Meldungen bisher aus den Alpen. An Ländern nennt er (von West nach Ost): Nordwestspanien,

Westdeutschland, die Schweiz, Österreich, Norditalien, Albanien, Serbien, die Slowakei und Bulgarien. Meldungen aus weiteren Gebieten (Irland, Portugal, Tropen) sollen auf Verwechslungen beruhen. Die Vertikalverbreitung reicht offenbar von der collinen bis zur subalpinen Stufe.

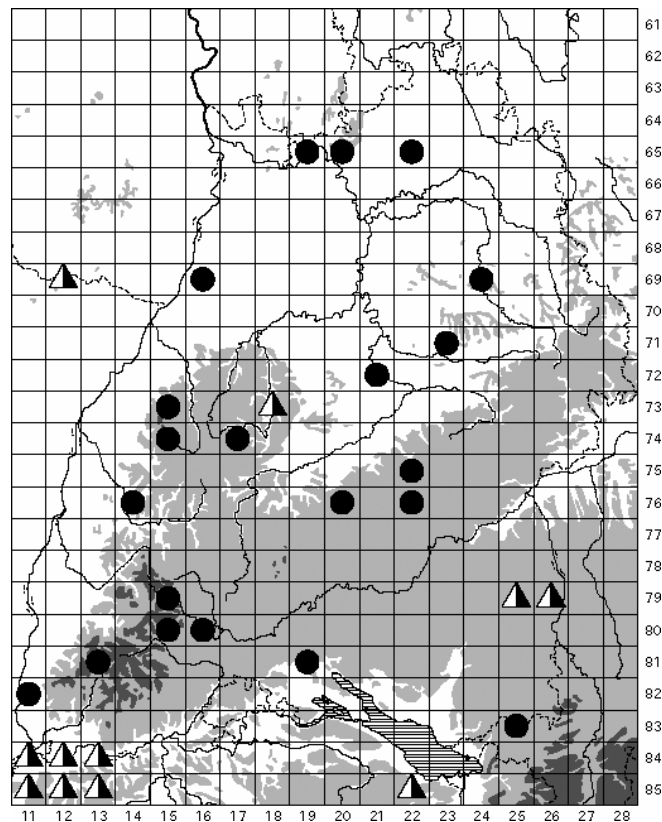
Isotomiella spec. (unbestimmbare Juvenile)

| | | |
|--|---|---------------|
| Frequenz (von 63) | 58 | |
| Gesamtfangzahl | 4486 | |
| Phänologie (F, S, H) | 577, 2873, 1036 | Sommermaximum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 660, Median 380, Max. 3400 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 3,75 , Median 3,0 , Max. 17,25 | |



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Isotomiella minor*, *I. paraminor* und den nicht bestimmbaren juvenilen Tieren der Gattung 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die jeweilige Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Pseudisotoma sensibilis (TULLBERG, 1876)



Ergebnisse:

| | | |
|--|--|---|
| Frequenz (von 63) | 21 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, jedoch mit Schwerpunkt in den höher gelegenen Landesteilen; das Vorkommen der Art bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 605 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 188, 221, 196 | ganzjährig etwa gleichmäßig (?) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 310, Median 50, Max. 3080 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,56 , Median 0,24 , Max. 12,78 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,4609 | < 0,0001 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krauchtschicht | 57 | - 0,4320 | < 0,0001 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krauchtschicht | 57 | - 0,3758 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,3678 | 0,0001 |
| Artenzahl Moose in der Moossschicht | 57 | + 0,3394 | 0,0002 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,3369 | 0,0002 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,3276 | 0,0003 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3251 | 0,0004 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3240 | 0,0004 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3157 | 0,0005 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3108 | 0,0007 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,3072 | 0,0007 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | + 0,2979 | 0,0011 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2951 | 0,0012 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | - 0,2864 | 0,0017 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,2832 | 0,0019 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2833 | 0,0020 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2805 | 0,0021 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,2713 | 0,0029 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2683 | 0,0032 |
| Basensättigung Ah | 57 | - 0,2665 | 0,0034 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2656 | 0,0035 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,2641 | 0,0037 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2621 | 0,0040 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2608 | 0,0042 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | - 0,2590 | 0,0044 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2613 | 0,0045 |
| pH-Wert Ah | 57 | - 0,2550 | 0,0051 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2547 | 0,0051 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2453 | 0,0070 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,2453 | 0,0070 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | - 0,2418 | 0,0079 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | - 0,2384 | 0,0088 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,2367 | 0,0093 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2311 | 0,0111 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2296 | 0,0116 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | + 0,2201 | 0,0156 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,2112 | 0,0203 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2088 | 0,0218 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,2080 | 0,0223 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1942 | 0,0346 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1941 | 0,0346 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1887 | 0,0382 |
| Na gesamt im Ah | 57 | - 0,1884 | 0,0385 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,1876 | 0,0393 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,1853 | 0,0418 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1819 | 0,0456 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 230 -3080 Ind./m ² , n=6 (incl. Fläche 1340 im Odenwald obwohl nur in zwei Jahren beprobt) |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 405 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker, Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein und Auenrendzina-Auengley | Braunerden, 2 von 5 podsolig, 2 von 5 pseudovergleyt, sowie 1x podsoliger Ranker, aus Sandsteinen (sm, so, km4 und Dogger) und 1x aus Gneisverwitterung |

| | | |
|----------------------|---|--|
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder der submontanen bis hochmontanen Stufe (3x Luzulo-Fageten, 1x Luzulo-Abietetum, 2x Vaccinio-Abieteten) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | je 1x L- und F-Mull, 2x Moder und 2x rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3-13 %), bei hoher bis geringer H.qualität (C/N 14,3-20,5, C/P 55-207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,1 - 3,8 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | 2x schluffiger Sand, steinig, 1x anlehmiger Sand, steinig, 1x sandig-toniger Lehm, sehr stark steinig, und 1x schluffig-toniger Lehm, Einzelkorn- oder Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | mäßig bis sehr basenarme, karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob., Cd mob. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | große geschlossene Waldgebiete (Schwarzwald, Odenwald, Schwäbisch-Fränkischer Wald, Randberge der Schwäbischen Alb); nicht auf nordexponierten Flächen; keine Regenwurmgänge in den Bodenprofilen; wohl vorwiegend frische Standorte, zumindest in einem Fall aber im Sommer wohl z.T. trocken; Jahresniederschlagssummen 800-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9,5°C |

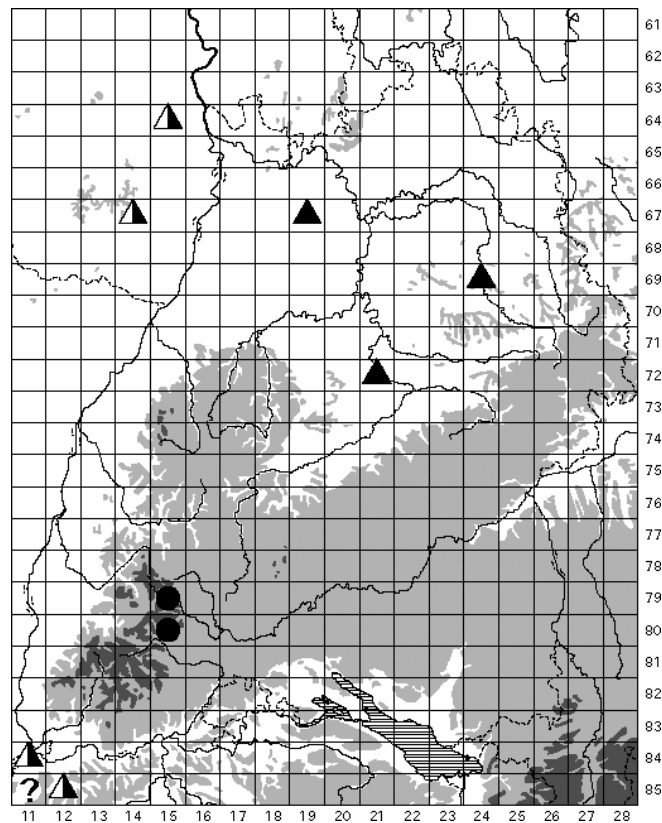
Allgemeine Verbreitung:

Die Angaben differieren erheblich je nach taxonomischer Auffassung über die Sippe. In einem weiten Sinne verstanden (wie bei BELLINGER et al. 1996-2003) ist die Art verbreitet über die Holarktis und bis in die Tropen (Mittelamerika sowie von Südostasien bis zu den Salomonen). POTAPOV (2001) gibt an weite Teile der Paläarktis (Europa, arktische Gebiete Russlands, Ural, den Fernen Osten Russlands, China und Japan). Nach GISIN (1960a) kommt „*P. sensibilis*“ vor von Grönland und Nowaja Semlja bis zum Kaukasus und Jugoslawien. Dem wäre noch Südfrankreich hinzuzufügen (Alpen und Dept. Tarn).

Taxonomie:

Laut POTAPOV (2001) wurden unter dem Namen *Isotoma* bzw. *Pseudisotoma sensibilis* in der Vergangenheit verschiedene (bisher nicht wissenschaftlich benannte) Arten gemeldet bzw. beschrieben. Bis zu einer Revision der Sippe müssen alle Angaben auf *P. sensibilis* senu lato bezogen werden.

Vertagopus arboreus (LINNAEUS, 1758)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | Eine landesweite Verbreitung der Art ist wahrscheinlich, bedarf aber noch der Überprüfung. Die meisten Studien wurden ihr weder nach Jahreszeit noch nach Mikrohabitat gerecht. |
| Gesamtfangzahl | 8 | sehr gering, corticicole Form |
| Phänologie (F, S, H) | 8, 0, 0 | Winterart |

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1400 Südöstlicher Schwarzwald | 1402 Südöstlicher Schwarzwald |
|---|--|--|
| Fangzahl / -termin | 1 Ex. im Frühling 1986 | 7 Ex. im Frühling 1986 |
| Abundanz / Dominanz (am Probenahmetermin) | 90 Ind./m ² / 0,4 % | 640 Ind./m ² / 6,5 % |
| Höhe ü. NN [m] | 1015 | 955 |
| Höhenstufe, Exposition | montan, Südost, Hangneigung 5 % | montan, Süd-Südwest, Neigung 15 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde aus tonigem Sandstein des Oberen Buntsandsteins | tiefgründige Braunerde auf Gneis |
| Vegetation | oligotropher Tannenwald, hoher Fichten- und Kiefernanteil (forstlich gefördertes Vaccinio-Abietetum), im Frühling 1986: lückige Moosschicht, | oligotropher Tannenwald mit hohem Fichtenanteil (forstlich bedingtes Luzulo-Abietetum), im Frühling 1986: lückige Krautschicht |

| | | |
|----------------------|--|--|
| | lückige Krautschicht, v.a. Heidelbeere und Drahtschmiele | dominiert von <i>Avenella flexuosa</i> , gefolgt von <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| Humus | rohhumusartiger Moder, organische Auflage 6 cm, Humusgehalt Ahe: 6,7 %, C/N 20,5, C/P 207 (gilt als gestört) | feinhumusreicher Moder, organische Auflage 6 cm, Humusgehalt Ah: 12,9 %, C/N 18,9, C/P 126 |
| pH (Ah) | 3,4 (Ahe) | 3,5 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand, steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge | sandig-toniger Lehm, sehr stark steinig oder grusig, Krümelgefüge |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier Boden | basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes für Pb mob. im Bhsv-Horizont | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | schwer einzustufen: frisch oder nur mäßig frisch ? | schwer einzustufen: frisch oder nur mäßig frisch ? |
| Sonstiges | im Ahe mittlere Durchwurzelungsintensität bei geringer (?) Lagerungsdichte | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 1000-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen um 6 °C, an beiden Standorten ist der Höhenlage nach mit einer längeren Dauer des meteorologischen Winters zu rechnen | |

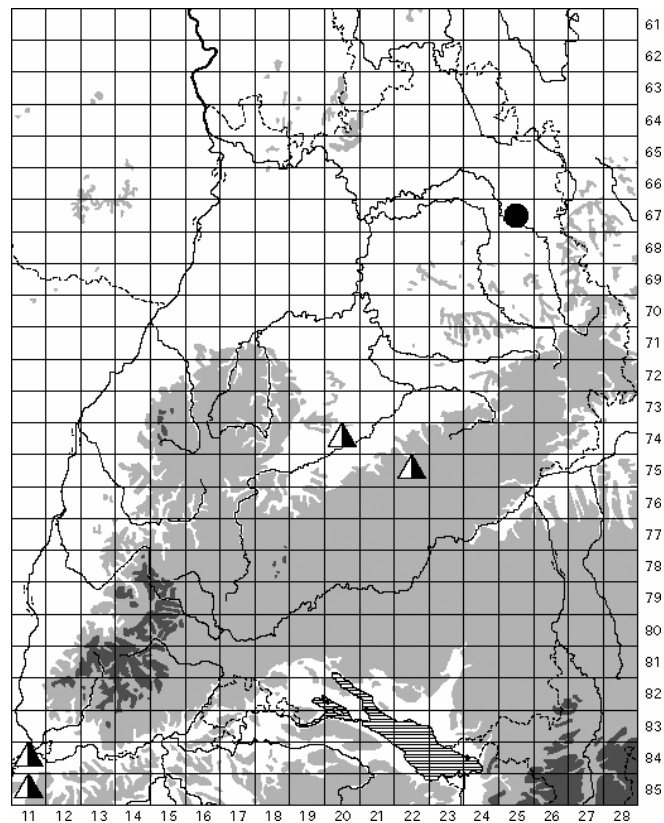
Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach POTAPOV 2001)

Da die Art oft mit verwandten Formen verwechselt worden sein dürfte, kann ihr Areal nur unvollkommen beschrieben werden, ältere Nachweise sind revisionsbedürftig. Unbestätigte Meldungen liegen vor aus allen Teilen Europas (auch synanthrop von Island), aus dem Libanon, dem fernöstlichen Russland und Japan, aus Nordamerika sowie aus Südamerika (Pampas und Patagonien bei BELLINGER et al. 1996-2003). In Mitteleuropa ist *V. arboreus* sicherlich weit verbreitet und häufig (wenn auch nur im Winter).

Biologie und Ökologie:

Vertagopus arboreus gilt in Mitteleuropa als gemein in Wäldern und anderen Habitaten mit Baumbestand (Gärten, Streuobstwiesen, Hecken etc.). GISIN (1943) bezeichnet ihn als „Charakterart der Rinden mit Moosen oder Flechten licht stehender Bäume auf Wiesen oder Alleen in den tieferen Lagen“. Der Autor traf im Gebiet um Basel die Art nur unterhalb von 500 m ü. NN. Funde ab dieser Höhe hat er später (GISIN 1949) zu *V. montanus* STACH, 1947 revidiert, einer laut POTAPOV (2001) alpinen Form. Im Winter tritt *V. arboreus* zuweilen in Massen an Bäumen auf, vorwiegend scheinbar außerhalb des dichten Waldes. Trotz der meist corticolen Lebensweise berichten mehrere Autoren von Funden am Boden, z.B. RUPP (1985) im Kraichgau von einer Mähwiese neben einer Streuobstwiese (41 Ex.) und von einem Winterweizenfeld (3 Ex.). HÜTHER (1961) fand die Art in Weinbergen der Vorderpfalz ganzjährig in Bodenproben, meist in 5-30 cm Tiefe, maximal bis 50 cm, und bemerkt: „... wandert im Winter an die Oberfläche.“ Manches zur Biologie scheint noch unbekannt zu sein, so der Ort und Zeitpunkt der Eiablage (im Boden, im Stammfußbereich oder im Winter an Baumrinde ?). Einen Überblick über die neuere Literatur gibt POTAPOV (2001).

Vertagopus cinereus (NICOLET, 1842)



Ergebnisse:

| | | |
|--|----------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | Die geringe Zahl an Fundorten lässt keine Schlüsse zu. Eine gezielte Untersuchung der Mikrohabitate der Art könnte aber eine weitere Verbreitung im Land erweisen. |
| Gesamtfangzahl | 6 | sehr gering, corticicole Form |
| Phänologie (F, S, H) | 5, 1, 0 | nur bei gesonderten Probenahmen im Jahr 1989 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1310, Jahresmittel 1989) | 70 Ind./ m ² / 0,47 % | |

Fläche 1310

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 420 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Südost, Hangneigung 5 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründiger Pseudogley-Pelosol aus Mergelton des Unteren Keuper (stellenweise Lösslehmüberdeckung) |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum), mächtigste Arten in der lückigen Krautschicht: <i>Anemone nemorosa</i> (im Frühling) und <i>Lamiastrum galeobdolon</i> agg. (im Sommer), in Teilbereichen außerhalb der Kernfläche <i>Impatiens noli-tangere</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,6 %, C/N 11,8, C/P 42 |
| pH (Ah) | 6,3 |
| Bodenart, Gefügestufe | schluffig-toniger Lehm, Polyedergefüge |

| | |
|---------------|---|
| Basen | basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden (Cv-Horizont ab 35 cm unter GOF karbonathaltig), sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | keine Überschreitungen der Hintergrundwerte |
| Feuchte | (mäßig) frisch bis mäßig feucht, nässere Senken in der Kernfläche |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 750-800 mm, Jahresmitteltemperaturen 7,5-9 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach POTAPOV 2001)

Paläarktisch; wegen Verwechslungen mit erst in jüngerer Zeit beschriebenen, sehr ähnlichen Arten im Detail schwer einzugrenzen. Ältere Meldungen sind revisionsbedürftig. *V. cinereus* soll in Europa sehr weit verbreitet und gebietsweise häufig sein (z.B. in Norwegen laut FJELLBERG 1980). Es wird auch von Vorkommen in Asien berichtet. Bei SALMON (1964) zitierte Meldungen aus der Paläarktis reichen von Irland über Skandinavien nach (Nord-)Sibirien sowie im Süden bis Italien. Auch in den spanischen Pyrenäen ist die Art nachgewiesen. Der locus typicus liegt in der Schweiz (Hauterive bei Neuchâtel). Die zahlreichen Berichte über Vorkommen in Nordamerika beziehen sich auf eine nahe verwandte Form (*V. pseudocinereus* FJELLBERG, 1975).

Biologie und Ökologie:

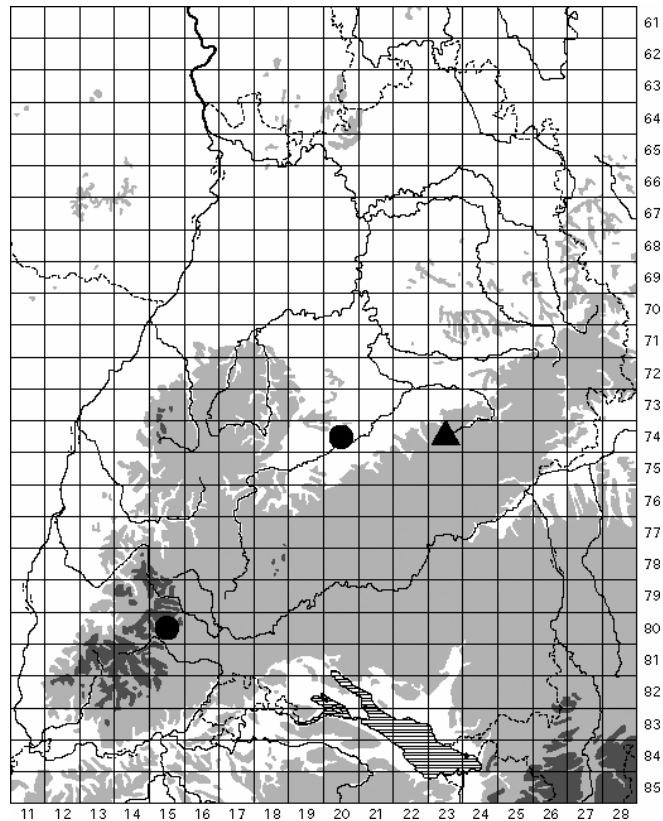
Vertagopus cinereus ist im Gegensatz zu *V. arboreus* regelmäßig auch im Sommer anzutreffen und tritt fast ausschließlich in Wäldern auf. In den Schweizer Alpen steigt die Art bis zur Waldgrenze (GISIN 1943). Sie ist corticol und kann in großen Individuenzahlen unter der Rinde abgestorbener Bäume gefunden werden, wie dies NICOLET vom locus typicus in der Schweiz berichtet (zit. in POTAPOV 2001). Am Boden in der Streuauflage sind dagegen nur geringe Dichten festzustellen (POTAPOV l.c.). Männchen zeichnen sich in reproduktiven Häutungsintervallen durch etwas verkürzte Macrochaeten auf dem Abdomen aus (Epitokie, POTAPOV zit. FJELLBERG 1977).

V. cinereus scheint in unserem Raum weniger häufig zu sein als *V. arboreus*, beide Arten können jedoch auch mit verwandten Formen verwechselt werden (vgl. POTAPOV l.c.). SCHÄFFER (1900) fing im August 1896 sechs Tiere bei Bad Urach unter Baumrinde. Am Spitzberg bei Tübingen fand BOCKEMÜHL (1956) *V. cinereus* zerstreut. Weitere Funde meldet GISIN (1943) aus dem nahen schweizerischen Gebiet um Basel.

Isotoma fennica REUTER, 1895

Syn. *Isotoma hiemalis* var. *fennica* REUTER, 1895

heute Genus *Desoria* NICOLET in DESOR, 1841



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | bislang von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen und aus der Gutenberger Höhle auf der Schwäbischen Alb; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 2 | seltene Art ? |
| Phänologie (F, S, H) | 2, 0, 0 | Winterart |

Isotoma fennica ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1200 Schönbuch | 1400 Südöstlicher Schwarzwald |
|--|--|--|
| Fangzahl / -termin | 1 Ex. im Frühling 1986 | 1 Ex. im Frühling 1986 |
| Abundanz / Dominanz (zum Probenahmetermin) | 90 Ind./m ² / 1,0 % | 90 Ind./m ² / 0,4 % |
| Höhe ü. NN [m] | 465 | 1015 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Ost-Südost, Neigung 4 % | montan, Südost, Hangneigung 5 % |
| Geologie / Bodentyp | Pseudogley-Parabraunerde über einem III Sp-P-Horizont, tiefgründig, aus sandigen Mergeltonen und Sandsteinen des Lias alpha; Ah-Horizont nur 2 cm, Ah-AI 23 cm | mittelgründige, podsolige Pseudogley-Braunerde aus tonigem Sandstein des Oberen Buntsandsteins |

| | | |
|----------------------|---|---|
| Vegetation | Übergang zwischen eu- und oligotrophem Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum), <i>Carex brizoides</i> -Fazies | oligotropher Tannenwald, hoher Fichten- und Kiefernanteil (forstlich gefördertes Vaccinio-Abietetum), im Frühling 1986: lückige Moosschicht, lückige Krautschicht, v.a. Heidelbeere und Drahtschmiele |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 3,8 % [Ah-Al: 2,8 %], C/N 12,7, C/P 42 [Ah-Al: C/N 14,2, C/P 32] | rohhumusartiger Moder, organische Auflage 6 cm, Humusgehalt Ahe: 6,7 %, C/N 20,5, C/P 207 (gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 4,0 [Ah-Al: 3,9] | 3,4 (Ahe) |
| Bodenart, Gefügeform | Ah: schluffiger Lehm, Krümelgefüge [Ah-Al: Subpolyedergefüge] | anlehmiger Sand, steinig, Einzelkornbis Krümelgefüge |
| Basen | mäßig basenarmer, karbonatfreier (tiefgründig entkalkter) Boden | basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Cd mob. im Ah-Horizont | Überschreitung des Hintergrundwertes für Pb mob. im Bhsv-Horizont |
| Feuchte | wechselfeuchter Standort | schwer einzustufen: frisch oder nur mäßig frisch ? |
| Sonstiges | Durchwurzelungsintensität im Ah und Ah-Al stark bis mittel, geringe (?) bzw. mittlere Lagerungsdichte | im Ahe mittlere Durchwurzelungsintensität bei geringer (?) Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 650-700 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-9,5 °C | Jahresniederschläge 1000-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen um 6 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001 zit. FJELLBERG 1979 u.a.) Nord- und Mitteleuropa sowie Nordamerika (nur die nördlichen Gebiete nach BELLINGER et al. 1996-2003). In Europa bekannt aus Norwegen, Finnland, Polen, der Slowakei, Deutschland und Frankreich. Es liegen etliche Meldungen aus weiteren europäischen Ländern vor (STACH 1947, GISIN 1960a: u.a. Basler Jura), auch aus dem asiatischen Teil der Paläarktis vom Ural, aus Nordsibirien und im Süden aus dem Altai und Tienschan. Diese bedürfen nach Ansicht POTAPOVS jedoch einer Revision.

Aus Baden-Württemberg war bisher nur ein Individuum aus der Gutenberger Höhle auf der Schwäbischen Alb gemeldet worden (27. 01. 1962, DOBAT 1975). Um die Verbreitung der Art zu überprüfen sind allerdings spezielle Nachsuchen im Winter nötig.

Biologie und Ökologie:

Isotoma fennica wurde in Mitteleuropa vorwiegend aus Wäldern gemeldet. Ihre Vorkommen erstrecken sich wahrscheinlich bis in die Tundra und in die Hochgebirge des paläarktischen Asien (s.o.). Sie ist in unseren Breiten fast nur in den kalten Monaten zu finden („Winterart“). GISIN (1961) führt aber einen Fund aus dem Monat Juni auf (Österreich, Salzburger Alpen, Wasserfall am Kleinen Göll, leg. BÖRNER). Er betont jedoch, die Art sei „streng an kühl-feuchte Standorte gebunden“. *I. fennica* wurde auch in Höhlen gefangen, laut POTAPOV (2001) besonders zahlreich in den skandinavischen. FJELLBERG (1979) fasst ihr ökologisches Verhalten folgendermaßen zusammen: „The species is usually collected on snow in winter from various habitats, both in hardwood and coniferous forests“. Dabei kann sie in großen Massen auftreten

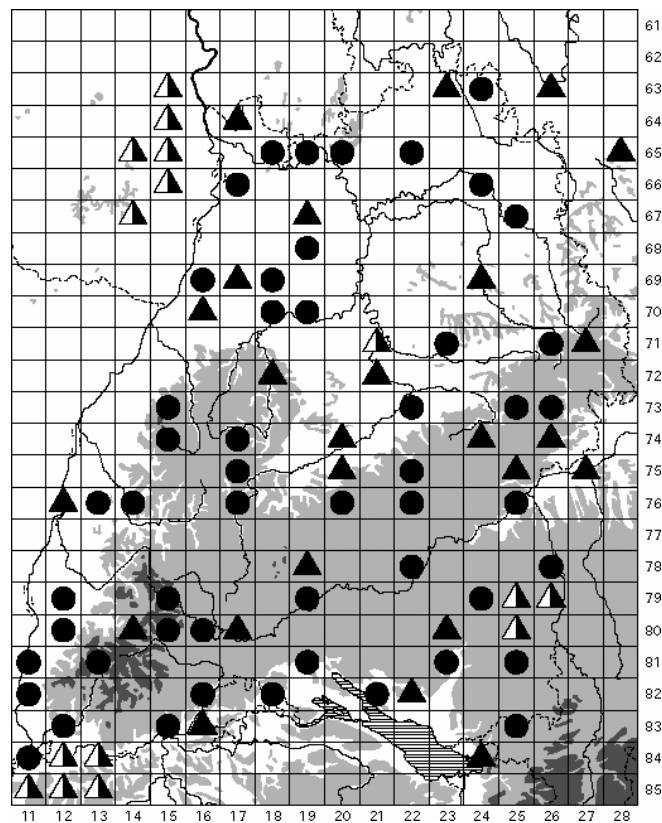
wie REUTER vom locus typicus in Finnland berichtet (zit. in ПОТАПОВ). Aus unserem Raum sind solche Erscheinungen nicht bekannt.

Taxonomie:

I. olivacea-Gruppe; die Determination erfolgte nach der Bearbeitung durch FJELLBERG (1979, 1980). Juvenile sind nicht von denen anderer Arten der Gruppe unterschiedbar, außerdem bestehen Verwechslungsmöglichkeiten bei den Adulti, z.B. mit *I. propinqua*.

Isotoma notabilis SCHÄFFER, 1896

heute Genus *Parisotoma* BAGNALL, 1940



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 63 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 13924 | eine der häufigsten Arten |
| Phänologie (F, S, H) | 4818, 4840, 4266 | ganzjährig etwa gleichmäßig (?) |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1950, Median 1440, Max. 7480 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 13, Median 7,6, Max. 60 | |

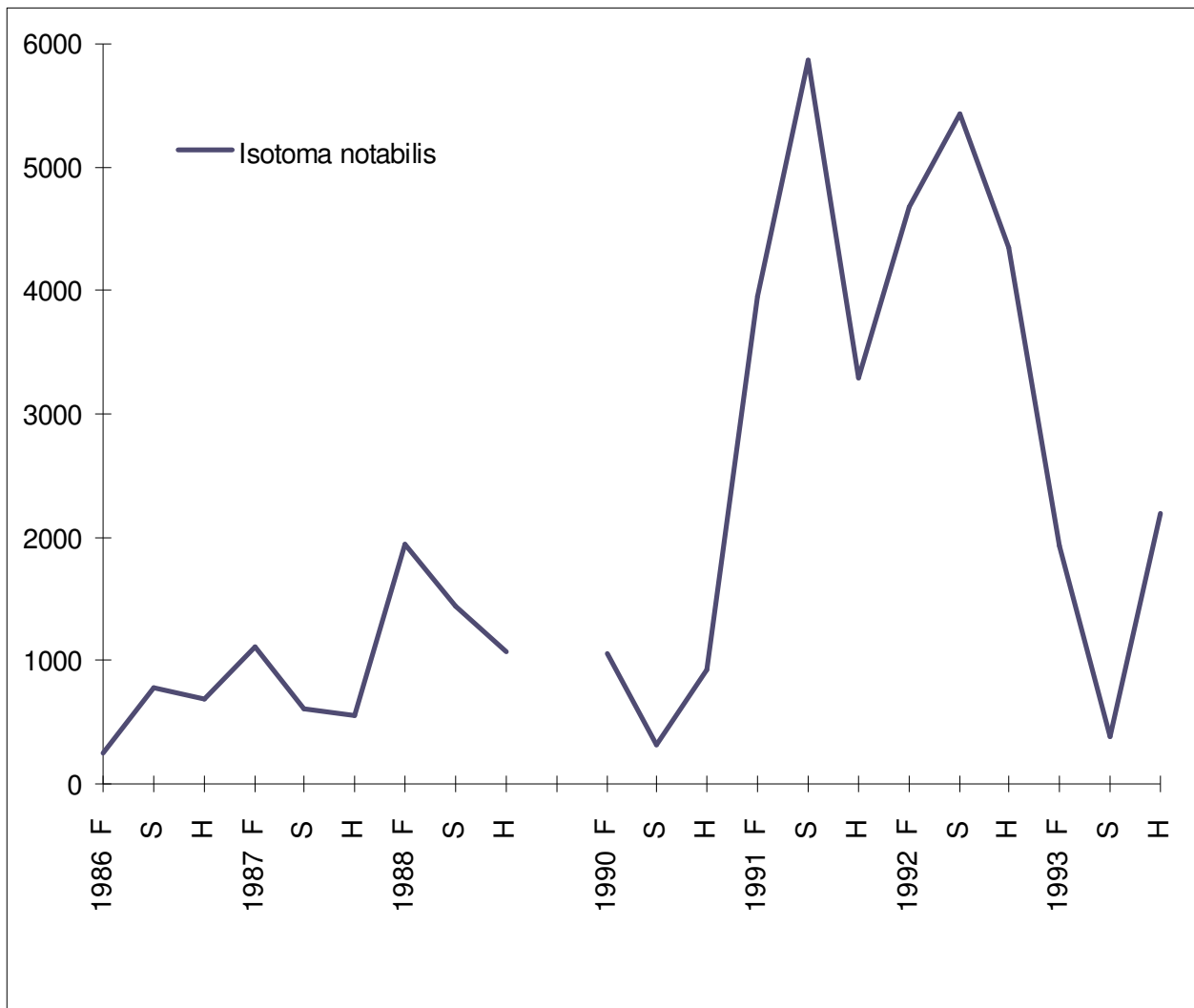
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,3346 | 0,0002 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,3105 | 0,0006 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2688 | 0,0031 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2568 | 0,0048 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,2251 | 0,0134 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2222 | 0,0146 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2180 | 0,0166 |
| mittlere Feuchtezahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2090 | 0,0216 |
| Artenzahl Moose in der Mooschicht | 57 | - 0,1987 | 0,0290 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,1985 | 0,0307 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1909 | 0,0377 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,1880 | 0,0389 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | + 0,1819 | 0,0456 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 2600- 7480 Ind./m ² , n=17 (incl. Fläche 1211 und 1292 obwohl jeweils nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 98 bis 755 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | versch. Bodentypen von Rendzina-Terra fusca bis zur podsoligen Braunerde, auch Auenrendzina-Auengley, auf untersch. geolog. Basis (außer Buntsandstein und Gneis /Granit), vorw. Parabraunerden (meist aus Löss), Braunerden (auch podsolige) und Rendzinae /Terra fuscae |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften bis oligo- traphente Nadelwald- gesellschaften | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder vom Tiefland bis in submontane Lagen, nur 1x Nadelforst (Tannen, Fichten) auf basenreichem Boden in der montanen Höhenstufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und Moder, organ. Auflage bis 7 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 2,4-16,9 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 5,1-34,2 , C/P 19 -273 , > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,3 - 7,2 |
| Bodenart | Sand bis Ton | Sand (Einzelkorngefüge) bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basen- arme, kalkreiche bis kalkfreie Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges., Cu ges. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | frische bis feuchte Standorte wie auch mäßig frische mit sommerlicher Trockenperiode; an Südhängen oder in der Ebene, nur je 1x NO- und NW-Exposition; Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10°C |

Allgemeine Verbreitung:

Gilt als Kosmopolit. Nach BELLINGER et al. (1996-2003) nachgewiesen auf allen Kontinenten außer der Antarktis: ganze Holarktis, Teile von Neotropis und Orientalis, Neuseeland und Teile

Australiens, Hawaii, Inseln im Atlantik, fehlt jedoch weitgehend in Afrika (außer dem paläarktischen Norden und dem Kapland) sowie den Wüsten Arabiens und Südwestasiens. In Europa laut POTAPOV (2001) besonders in der gemäßigten Zone gemein; verbreitet aber in geringeren Abundanzen in Trockengebieten, im hohen Norden und in größeren Höhen der Gebirge (schon auf der höchstgelegenen Wald-Dauerbeobachtungsfläche in 1260 m ü. NN nur ein Einzelfund, wenn auch die Höhengrenze der Art weit darüber liegt).

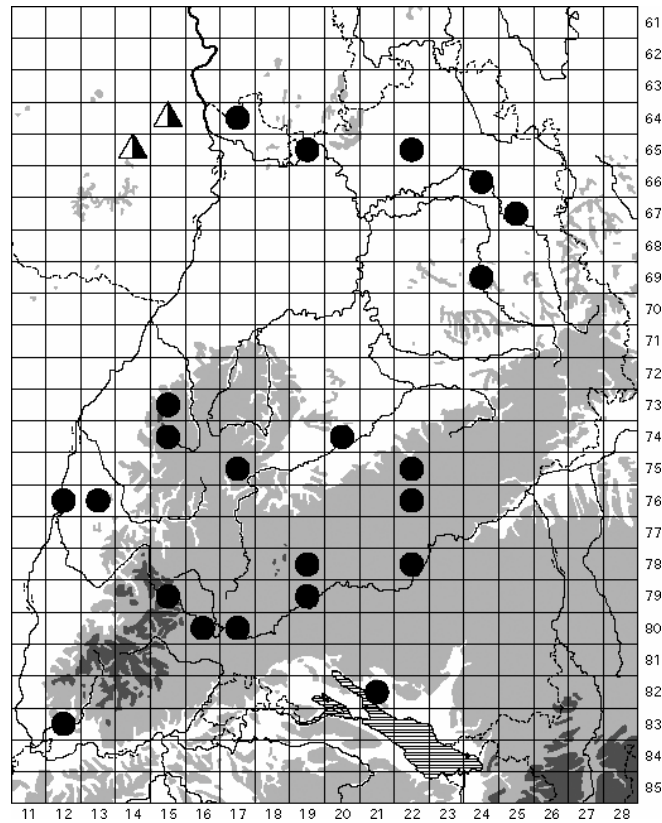


Mittlere Abundanz [Ind./m²] von *Isotoma notabilis* auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-93. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Isotoma propinqua AXELSON, 1902

Syn. *Spinisotoma pectinata* STACH, 1926 (nach ökomorphen Individuen)

heute Genus *Desoria* NICOLET in DESOR, 1841



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 23 | wahrscheinlich in Baden-Württemberg weit verbreitet, größere Lücken bedürfen jedoch noch der Prüfung (z.B. Kraichgau, mittleres Neckargebiet, Ostalb, weite Teile des Alpenvorlandes) |
| Gesamtfangzahl | 139 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 54, 34, 51 | Minimum im Sommer |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 60, Median 20, Max. 410 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,31 , Median 0,12 , Max. 1,69 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 30 -410 Ind./m ² , n=7 |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 955 | 355 bis 955 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von podsoligem Ranker und Braunerde bis zur Rendzina, 1x Gley-Vega) | unterschiedliche Bodentypen aus den verschiedensten Ausgangsgesteinen, von der Terra fusca-Rendzina über Braunerden und Parabraunerde bis zum podsoligen Ranker |
| Vegetation | eutrphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | 4x eutrphente Laub- und Mischwälder sowie 3x oligotraphente Nadelwälder, meist gut ausgebildete Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull bis rohhumusartiger Moder, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,9-13 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 7,6-28,4, C/P 50-273, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,1 - 6,7 | 3,1 - 5,1 |
| Bodenart | Sand bis lehmiger Ton | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, Böden z.T. sehr steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonathaltige bis karbonatfreie Böden | basenreiche und basenarme, karbonatarmer oder -freie Böden, zumindest oberflächlich entkalkt |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | vorwiegend frische Standorte, daneben ein Carici-Fagetum mit sommerlichen Trockenperioden, Jahresniederschlagssummen 700-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut POTAPOV (2001) wahrscheinlich in der gesamten Holarktis; gemeldet aus allen Ländern Nord- und Mitteleuropas, im Süden bis Griechenland, im Osten aus dem europäischen und dem asiatischen Teil Russlands, sowohl in arktischen als auch in südlichen Gebieten, sowie der Ukraine. Auch aus Nordamerika bekannt.

Biologie und Ökologie:

POTAPOV (2001) fasst zusammen: „rare species in litter of various biotopes, more abundant in rich organic substrates“. GISIN (1943) fand *I. propinqua* in Wäldern und Wiesen des höheren Schweizer Jura, zahlreich im Frühling und Herbst, selten im Sommer. BOCKEMÜHL (1956) traf sie am Spitzberg bei Tübingen nur im Februar und März bei Temperaturen um 0° C in feuchter Laubstreu und Moos. Aus Weinbergen in der Vorderpfalz meldet HÜTHER (1961) nur drei Exemplare. Die Art kann im Winter häufig auf dem Schnee beobachtet werden. Ansonsten hält sie sich in der Streuauflage, in Ansammlungen verrottender organischer Substanz, in Nagetier- und Ameisennestern (POTAPOV l.c.). Sie scheint hygrophil zu sein und niedere Temperaturen zu bevorzugen. Juvenile Tiere entwickeln im Frühling bei höheren Temperaturen eine Querreihe auffälliger Cuticularornen am Ende des fünften Hinterleibtergites. Für diese stellte STACH 1926 das neue Genus *Spinisotoma* auf und beschrieb sie als *Spinisotoma pectinata* STACH, 1926. CASSAGNAU (1955) konnte für die nahe verwandte *Isotoma tigrina* (NICOLET, 1842) einen

Zusammenhang zwischen der Temperaturerhöhung und gleichartigen Veränderungen der Cuticula aufzeigen, wonach es sich um eine Ökomorphose handelt.

Taxonomie:

I. olivacea-Gruppe; die Determination erfolgte nach der Bearbeitung durch FJELLBERG (1979, 1980). Juvenile sind nicht von denen anderer Arten der *I. olivacea*-Gruppe zu unterscheiden, und auch bei den Adulti sind Verwechslungen möglich, z.B. mit *I. fennica*.

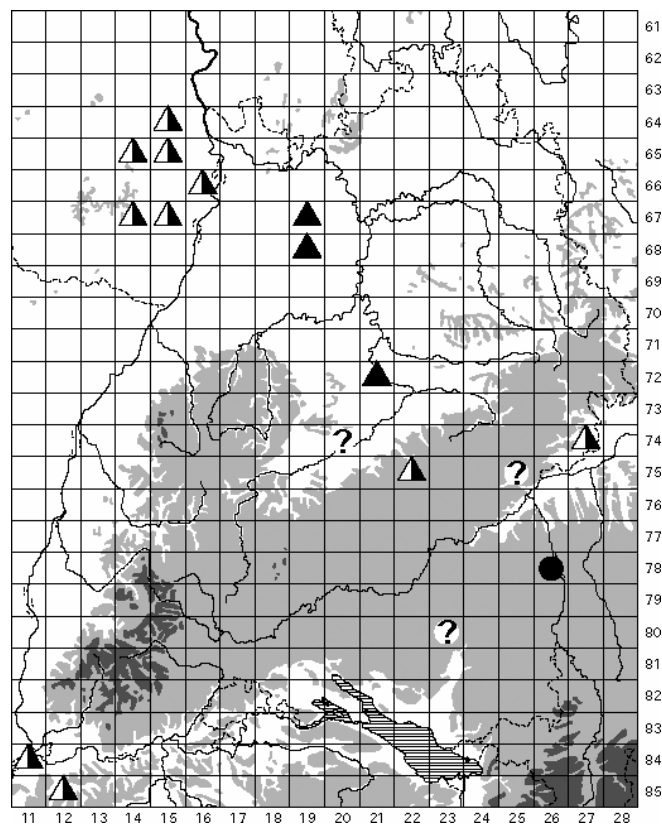
Isotoma tigrina (NICOLET, 1842)

Syn. *Isotoma grisea* LUBBOCK, 1869; *Isotoma grisescens* SCHÄFFER, 1896;

Spinisotoma stachi (DENIS, 1929) STACH, 1947 (nach ökomorphen Individuen);

Isotoma olivacea auctorum nec TULLBERG, 1871

heute Genus *Desoria* NICOLET in DESOR, 1841



Ergebnisse:

| | | |
|-------------------|---|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | Nachweise bisher aus dem Neckar-Tauber-Land, von der Schwäbischen Alb und dem Alpenvorland; von einer weiteren Verbreitung der Art in Baden-Württemberg ist auszugehen |
|-------------------|---|--|

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| Gesamtfangzahl | 9 | sehr gering (Winterart) |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 9, 0 | nur im Sommer 1987, Sommerfunde sind für die Art ungewöhnlich |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1090, Jahresmittel 1987) | 275 Ind./m ² / 6 % | |

Fläche 1090

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 550 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Südwest, Hangneigung 10 % |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige Pseudogley-Braunerde über tertiären Sanden und Tonmergel der Oberen Süßwassermolasse unter periglazialen Deckschichten |
| Vegetation | eutraphenter Eichen-Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum), in der gut entwickelten aber heterogenen Krautschicht dominieren <i>Anemone nemorosa</i> (im Frühling), junge Eschen, <i>Oxalis acetosella</i> und <i>Lamium galeobdolon</i> agg., es treten auch mehrere Feuchtezeiger auf |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 6,2 %, C/N 9,3, C/P 67 |
| pH (Ah) | 3,8 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge mit Regenwurm-gängen |
| Basen | basenreicher, karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe ca. 1 m), sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frisch bis wechselfeucht |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 750-950 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-8 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Wegen Verwechslungen mit verwandten Arten nicht sicher einzugrenzen. POTAPOV (2001) vermutet die Art weltweit. BELLINGER et al. (1996-2003) geben sie als europäisch und nordamerikanisch an sowie von Australien und der Antarktis (oder subantarktischen Inseln). POTAPOV erwähnt auch Meldungen aus Sibirien und China. In Europa bekannt aus weiten Teilen vom hohen Norden bis Kreta, ausgenommen wahrscheinlich die Hochgebirgsregionen. Vermutlich weltweit in den kühlen und gemäßigten Zonen der Nord- und Südhalbkugel (vergeschleppt?). FJELLBERG (1979) schreibt: „One of the most common and widespread species of *Isotoma*.“ Auch in Baden-Württemberg ist die Art sicherlich viel weiter verbreitet, als die Fundortkarte angibt, vermutlich im ganzen Land. Doch scheint ihr Optimum außerhalb der Wälder zu liegen.

Biologie und Ökologie:

In den verschiedensten Lebensräumen unter verrottender organischer Substanz: in Laub- und Nadelwäldern, im Spülsaum von Binnengewässern, in Gärten, Grünland, auf Feldern, in der

Streuaufgabe, an alten Pilzen, unter Dung und Kompost (FJELLBERG 1979). Benötigt jedoch ein kühl-feuchtes Milieu. *Isotoma tigrina* gilt manchen Autoren (z.B. GISIN) als Winterart, die im Mai ausstirbt und erst ab September oder Oktober wieder erscheint. Andere Autoren fanden sie nur im Frühling (BOCKEMÜHL 1956, nur April und Mai). Vereinzelt Fänge im Juli und August lassen dagegen vermuten, dass es sich nur um einen starken Rückgang der Art im Sommer handelt und es von den Witterungsverhältnissen bzw. dem Mikroklima im Habitat abhängt, ob die Art tatsächlich ganz verschwindet. Bei Temperaturen von über etwa 10-15 °C entwickeln juvenile Tiere einer bestimmten Größenklasse (0,7 bis 1,35 mm) eine Querreihe auffälliger Cuticularornamente am Ende des fünften Hinterleibtergites. Solche Exemplare wurden von DENIS 1929 zunächst als neue Art unter dem Namen *Isotoma stachi* beschrieben. CASSAGNAU (1955) konnte den Zusammenhang mit der Temperatur aufzeigen, nach dem es sich um eine Ökomorphose handelt. Bei Stuttgart-Hohenheim traten ökomorphe Individuen auf Äckern in den Monaten Mai und Juli auf.

Taxonomie:

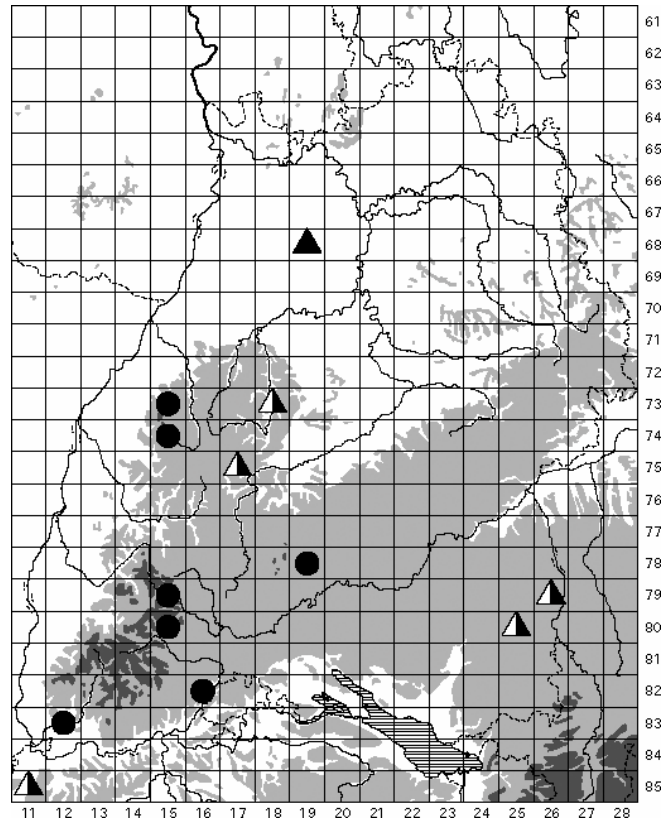
I. olivacea-Gruppe; die Determination erfolgte nach der Bearbeitung durch FJELLBERG (1979, 1980). *I. tigrina* wurde vor FJELLBERGS Revision in Europa häufig als *I. olivacea* TULLBERG, 1871 determiniert, als deren Synonym oder Varietät man die Sippe betrachtete. Nach einer später geäußerten Ansicht FJELLBERGS (zit. in POTAPOV 2001) setzt sich *I. tigrina* aus zwei Formen zusammen, die sich im Bau bzw. der Beborstung von Labium und Maxillenkopf unterscheiden.

Isotoma violacea TULLBERG, 1876

nec *I. violacea* f. *mucronata* KSENEMAN, 1938 (= Sommerform von *I. hiemalis* SCHÖTT, 1893)

nec *I. violacea* var. *divergens* AXELSON, 1900 (*I. divergens* ist eine separate Art.)

heute Genus *Desoria* NICOLET in DESOR, 1841



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 7 | bislang fast nur aus den höher gelegenen Teilen Baden-Württembergs; die Verbreitung der Art im Land bedarf aber weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 19 | sehr gering, seltene Art ? |
| Phänologie (F, S, H) | 9, 6, 4 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 2,7 , Median 3 , Max. 5 | |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 20, Median 20, Max. 40 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,13 , Median 0,13 , Max. 0,37 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,4062 | < 0,0001 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3914 | < 0,0001 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,3618 | 0,0001 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,3501 | 0,0001 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,3371 | 0,0002 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3086 | 0,0008 |
| Expositionsrichtung [Klassen, Nord bis Süd] | 57 | + 0,3056 | 0,0008 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2983 | 0,0010 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2957 | 0,0013 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2904 | 0,0014 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | + 0,2813 | 0,0020 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2698 | 0,0033 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2601 | 0,0043 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | + 0,2580 | 0,0046 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | + 0,2439 | 0,0079 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2404 | 0,0083 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | + 0,2383 | 0,0088 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2151 | 0,0181 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,2127 | 0,0194 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2101 | 0,0210 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2088 | 0,0218 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2083 | 0,0221 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1979 | 0,0297 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1951 | 0,0321 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1909 | 0,0359 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | - 0,1795 | 0,0486 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1402 im südöstlichen Schwarzwald, 30 Ind./m ² , Fläche 1240 im Wutachgebiet, 40 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 380 bis 1015 | 955 und 550 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (vom podsoligen Ranker über Braunerden bis zur Rendzina) | - tiefgründige Braunerde auf Gneis, - flachgründige Pararendzina-Braunerde aus Tonmergelstein des Oberen Muschelkalk |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften submontaner bis hochmontaner Lagen, oligotraphente Nadelwälder sind überproportional vertreten (4 von 7) | - oligotraphenter Nadelwald (Luzulo-Abietetum aus Fichten und Tannen), in der lückigen Krautschicht vorherrschend Drahtschmiele und Heidelbeere, - eutraphenter Mischwald (Carici-Fagetum mit Fichten- und Kiefernanteil), in der Krautschicht vorherrschend Efeu |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder (4x von 7 Moder oder rohhumusartiger Moder, in den Nadelwäldern) | - feinhumusreicher Moder, organ. Auflage 6 cm, sehr stark humoser Boden (Ah 12,9 %), bei mittlerer Humusqualität (C/N 18,9, C/P 126), - F-Mull, sehr stark humoser Boden (Ah 14,5 %), bei hoher Humusqualität (C/N 12,7, C/P 66) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,1 (4x 3,1 - 3,5 und 3x 5,9 - 7,1) | 3,5 und 7,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger und anlehmiger Sand bis schluffig-toniger Lehm | - sandig-toniger Lehm, sehr stark steinig, - schluffiger Lehm, steinig, in beiden Fällen Krümelgefüge, jedoch ohne Regenwurmgänge im Profil |

| | | |
|---------------|--|---|
| Basen | in basenreichen und basenarmen, karbonatreichen bis karbonatfreien Böden | - basenarmer, kalkfreier Boden, - basenreicher, sehr kalkreicher Boden |
| Schwermetalle | bei Überschreitung der Hintergrundwerte von Pb in der organ. Auflage sowie der folgenden → | - auf Fläche 1402 Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob. und Cd mob. im Ah-Horizont, - auf Fläche 1240 Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | nur in großen geschlossenen Waldgebieten, darunter keine nordexponierte Fläche | beide Standorte mindestens mäßig frisch, das Carici-Fagetum z.T mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 850-1800 mm , Jahresmitteltemperaturen 6-8 °C |

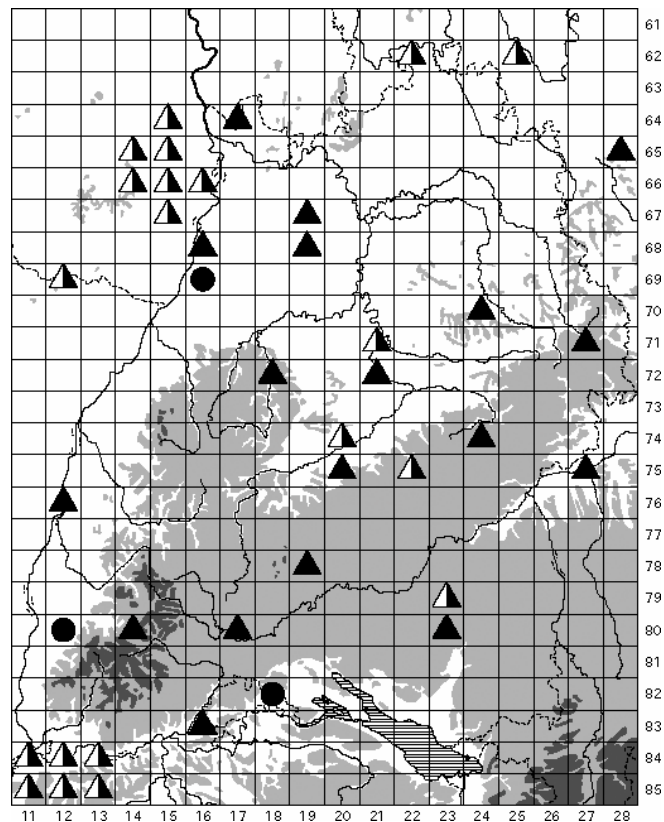
Allgemeine Verbreitung:

Wegen Verwechslungen mit verwandten Arten schwer einzugrenzen. POTAPOV (2001) hält eine weite Verbreitung in Europa für gesichert, von Island im Norden bis Spanien und Italien im Süden. Es handele sich um eine boreo-montane Art, die vor allem in den Gebirgen auftritt, im Tiefland dagegen selten gefunden wird. Im Osten reichen die Vorkommen über Nordrussland bis ins arktische Sibirien. Meldungen aus einigen südlichen Regionen (Rumänien, Kaukasus, Mongolei) hält POTAPOV (l.c.) für revisionsbedürftig.

Taxonomie:

I. olivacea-Gruppe; die Determination erfolgte nach der Bearbeitung durch FJELLBERG (1979, 1980). In älteren Arbeiten dürfte die Art häufig mit anderen dunkel („violett“) gefärbten *Isotoma*-Arten verwechselt worden sein (POTAPOV 2001), z.B. mit *I. hiemalis* SCHÖTT, 1893 oder *I. olivacea* TULLBERG, 1871.

Isotoma viridis BOURLET, 1839 sensu lato



Die Karte gilt für die gesamte *I. viridis*-Gruppe, zumal die meisten Meldungen nicht auf dem aktuellen Stand der Taxonomie zugeordnet werden können. Informationen zu Vorkommen der einzelnen Formen bzw. Arten findet der Leser in Teil III dieses Ergänzungsbandes.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Frequenz (von 63) | 3 | Die Gruppe ist in ganz Baden-Württemberg verbreitet. Die Vorkommen der einzelnen Arten im Land müssen noch weiter bearbeitet werden. |
| Gesamtfangzahl | 35 | sehr gering, in Wäldern selten |
| Phänologie (F, S, H) | 5, 1, 29 | Maximum im Herbst |

Isotoma viridis s.l. ist auf den folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| Fläche | 1440 Freiburger Bucht | 1010 Hegau | 1490 Rheinaue bei Karlsruhe |
|---|--|--|---------------------------------|
| Fangzahl / Probennahmetermin | 2 im Frühling 1993 (<i>Isotoma anglicana</i>) | 1 im Sommer 1987, 1 im Herbst 1987, 2 im Frühling 1990, 1 im Frühling 1992 | 28 im Herbst 1987 |
| Abundanz / Dominanz (jeweiliges Jahresmittel) | 60 Ind./m ² / 0,8 % | 1987 60 Ind./m ² / 1,25 %, 1990 60 Ind./m ² / 0,65 %, 1992 30 Ind./m ² / 0,15 % | 860 Ind./m ² / 6,1 % |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Höhe ü. NN [m] | 220 | 485 | 100 |
| Höhenstufe, Exposition | planar, Nordwest | submontan, Nord | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss über vulkanischem Gestein | mittelgründiger Kolluvisol über Mergeln einer Grundmoräne der Würmeiszeit | sehr tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auenmergel über pleistozänen Sanden |
| Vegetation | eutraphenter Buchen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum in Entwicklung zum Asperulo-Fagetum), Krautschicht im Frühling dicht bei Dominanz von <i>Anemone nemorosa</i> | eutraphenter Buchenwald mit Hainbuche (artenreiches Asperulo-Fagetum), faziesbildend <i>Allium ursinum</i> , besonders im Frühling dichte Krautschicht, im Sommer Efeu, Eschen, Bergahorn | Auenwaldrelikt (ehemaliges Carpinetum der hohen Hartholzau), Eschen und Buchen vorherrschend, dichte Krautschicht mit starker Bergahornverjüngung |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 3,6 %, C/N 9, C/P 56 | L-Mull, Humusgehalt Ah: 6 %, C/N 8,4, C/P 56 | mullartiger Moder, Humusgehalt Ah: 6 %, C/N 6,6, C/P 67 |
| pH (Ah) | 4,6 | 4,8 | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, schwach steinig, Krümelgefüge | lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyederggefüge | schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| Basen | basenreicher, tiefgründig entkalkter (> 1 m) Boden | basenreicher Boden, Entkalkungstiefe 50 cm | sehr basenreicher und karbonatreicher Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Cd mob. im Ah-Horizont | keine | einzigster Standort, an dem der Hintergrundwert von Cu mob. im Ah-Horizont überschritten wird und einzige Fläche, auf der Mo mob. mit 0,025 mg/kg über der Nachweisgrenze liegt, Mo ges. 1,23 mg/kg |
| Feuchte | frischer Standort | frischer bis feuchter Standort | frischer bis feuchter Standort |
| Klima: Jahresniederschlagssummen 600-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C | | | |

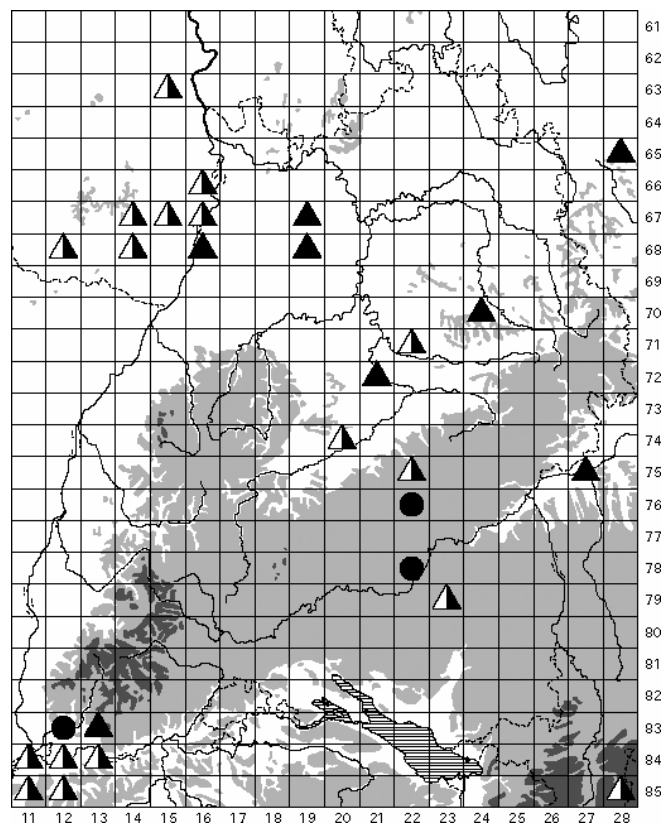
Allgemeine Verbreitung:

Da die Arten in der Vergangenheit häufig nicht unterschieden wurden, sind ihre Areale schwer einzugrenzen. *I. anglicana* ist laut POTAPOV (2001) in Nord- und Mitteleuropa häufig, kommt aber auch in Nord- und Zentralasien vor (Turkmenistan, Tadschikistan, Chukotka, Kurilen). Nach BELLINGER et al. (1996-2003) besiedelt die Art auch Teile Nordamerikas (Fundorte im Norden und im pazifischen Westen). *I. riparia* ist in Europa weit verbreitet (ausgenommen den Süden), und ihr Areal scheint sich über den Ural bis nach Westsibirien zu erstrecken (POTAPOV l.c.). Die Vorkommen von *I. viridis* s.str. reichen über die gesamte Holarktis bis in südlich angrenzende Regionen (Mittelamerika, Nordafrika/Vorderasien, Südostasien) (BELLINGER et al. 1996-2003). Nach POTAPOV (l.c.) ist die Art jedoch in Europa weit häufiger als in Asien, wo sie mit anderen Formen der Gattung verwechselt werden kann.

Taxonomie:

Es handelt sich um einen formenreichen Kreis, und die Einstufung mancher Sippen ist strittig. Meldungen von *I. viridis* aus unserem Raum können sich außer auf *I. viridis* s.str. (= sensu POTAPOV 2001) auch auf *I. anglicana* LUBBOCK, 1862 oder *I. riparia* (NICOLET, 1842) beziehen bzw. diese mit einschließen (POTAPOV 2001). Außer *I. viridis* s.str. kommt in Baden-Württemberg (auch auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen) noch *I. anglicana* vor, doch wurde bei der Determination der Tiere die Unterscheidung nicht durchgehend vorgenommen.

Isotomurus palustris (MÜLLER, 1776) sensu lato



Die Karte gilt für die gesamte *I. palustris*-Gruppe. Informationen zu Vorkommen der einzelnen Formen bzw. Arten findet der Leser in Teil III dieses Ergänzungsbandes.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 3 | Die Gruppe ist in ganz Baden-Württemberg zu erwarten. Die Verbreitung der einzelnen Arten im Land muss noch weiter bearbeitet werden. |
| Gesamtfangzahl | 8 | sehr gering, in Wäldern selten |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 7, 0 | |

Isotomurus palustris s.l. ist auf folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangen worden:

| | | | |
|---|--|--|---|
| Fläche | 1420 Dinkelberg | 1060 Donau-Ablach-Platten, zwischen Jurahöhen und Donau | 1140 Mittlere Flächenalb |
| Fangzahl / Probenahmetermin | 1 (im Frühling 1986) | 2 (im Sommer 1988) | 5 (im Sommer 1988) |
| Abundanz / Dominanz (jeweiliges Jahresmittel) | 30 Ind./m ² / 0,4 % | 60 Ind./m ² / 0,8 % | 150 Ind./m ² / 0,5 % |
| Höhe ü. NN [m] | 380 | 610 | 725 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Süd-SW | submontan, Südost | montan, Nord-NW |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründiger Pseudogley-Pelosol aus Tonmergel des Unteren Keuper | Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Risseiszeit (Geschiebemergel) | flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkstein des Weißjura epsilon |
| Vegetation | eutraphenter Laubmischwald (Asperulo-Fagetum aus Buchen, Eichen und Eschen), in der stark entwickelten Krautschicht dominiert <i>Carex sylvatica</i> | Übergang zwischen eutraphenter und oligotraphentem Laubmischwald aus Hainbuche, Buche und Eichen, faziesbildend dominiert <i>Carex brizoides</i> | eutraphenter Buchenwald (Elymo-Fagetum), starke Krautschicht im Frühling dominiert von <i>Anemone nemorosa</i> , im Sommer von jg. Buchen |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah 5,3 %, C/N 10,4, C/P 82 | L-Mull, Humusgehalt Ah 2,9 %, C/N 9,9, C/P 46 | L-Mull, Humusgehalt Ah 11,7 %, C/N 15,2, C/P 41 |
| pH (Ah) | 5,9 | 3,7 | 5,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge | schluffiger Lehm, Krümelgefüge | lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreicher, oberflächlich karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe 46 cm) | mäßig basenarmer, karbonatfreier Boden (tiefgründig entkalkt) | basenreicher, im Ah-Horizont karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe nur ca. 10 cm) |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Pb ges. vom Ah- bis in den Cv-P-Horizont | keine | Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer Standort | wechselfeucht | frisch |
| Sonstiges | Distanz zum Waldrand ca. 400-500 m, doch in etwa 100 m Entfernung im Wald ein Bachlauf | Distanz zum Waldrand ca. 50-100 m; keine Regenwurmgänge im Bodenprofil | Distanz zum Waldrand ca. 200-250 m |
| Klima: Jahresniederschlagssummen 600-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-9 °C | | | |

Allgemeine Verbreitung:

Angehörige des Komplexes wurden bis auf die Antarktis von allen Kontinenten gemeldet, wobei allerdings meist unklar bleibt, auf welche Art sich die Angaben gemäß der aktuellen Taxonomie beziehen. Nach den Verbreitungskarten in BELLINGER et al. (1996-2003) und den Ausführungen POTAPOVS (2001) liegt der Schluss nahe, dass die Tropen sowie die arktischen Klimate nicht oder weniger stark besiedelt sind. Aus Mitteleuropa kennt man verschiedene Vertreter der Gruppe (vgl. auch Teil III dieses Ergänzungsbandes), und es kann eine fast durchgehende Verbreitung der Sippe angenommen werden.

Biologie und Ökologie:

Es handelt sich nach neueren Erkenntnissen (CARAPELLI et al. 1995 und 2001, POTAPOV 2001, BELLINGER et al. 1996-2003) um einen artenreichen Komplex, dessen Formen bislang meist als Varietäten von *Isotomurus palustris* determiniert wurden. Eine Zusammenfassung der Literatur zu Taxonomie und Ökologie findet sich bei POTAPOV (l.c.). Allen Formen gemeinsam dürfte sein, dass sie sich hygrophil bis hydrophil verhalten. Im Untersuchungsgebiet wurde *I. palustris* s.l. in großer Zahl auf mehr oder minder feuchten Wiesen und Äckern angetroffen und zieht offene Habitats dem schattigen Wald vor. Außerdem besiedelt der Artenkomplex Moore, die Uferzone von stehenden und fließenden Gewässern. Im Hochgebirge, der Arktis und am Meeresstrand wird die Gruppe von anderen Isotomiden vertreten (POTAPOV l.c.). Meist bewegen sich die Tiere an der Bodenoberfläche oder halten sich unter Steinen, Holz und anderen Gegenständen verborgen, die Juvenilen dringen auch bis zu 30 cm tief in den Boden ein (HÜTHER 1961 und eigene Beobachtungen).

Taxonomie:

Komplex aus Taxa, die bislang meist als Varietäten von *I. palustris* aufgefasst wurden; in Mitteleuropa vermutlich die folgenden Arten (POTAPOV 2001, PALISSA 1964):

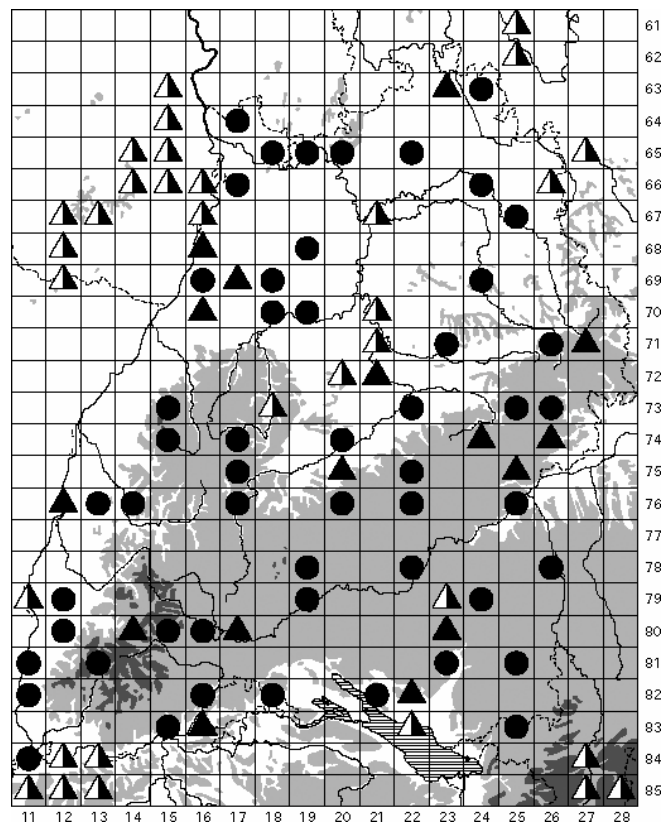
Isotomurus palustris (MÜLLER, 1776) sensu stricto, *Isotomurus balteatus* (REUTER, 1876),
Isotomurus prasinus (REUTER, 1891), *Isotomurus unifasciatus* (BÖRNER, 1901),
Isotomurus fucicola (REUTER, 1891) und *Isotomurus maculatus* (SCHÄFFER, 1896).

Eventuell können auch folgende Formen Artrang beanspruchen:

f. *aquatilis* (MÜLLER, 1776) (von BELLINGER et al. (1996-2003) bereits als Arten geführt),
f. *bimaculata* (AGREN, 1903) (von BELLINGER et al. (1996-2003) bereits als Arten geführt),
f. *pallida* (SCHÄFFER, 1896) (von SCHÄFFER selbst später zu f. *prasina* REUTER gerechnet)
und f. *cincta* (KRAUSBAUER, 1902) (nach PALISSA 1964 Synonym von f. *balteata* REUTER).

Eine Bearbeitung der *I. palustris*-Gruppe nach dem aktuellen Stand der Taxonomie steht für das Untersuchungsgebiet noch aus.

Entomobrya spp.



Bei den Fängen von den Wald-Dauerbeobachtungsflächen handelt es sich um ein Konglomerat vorwiegend juveniler Tiere mehrerer Taxa. Die folgenden Angaben sind nicht auf eine bestimmte Art zu beziehen. Verbreitung und Autökologie der einzelnen Formen im Land bedürfen noch der Bearbeitung.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 59 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet; zu Vorkommen einzelner Arten siehe die folgenden Abschnitte und Kapitel III dieses Ergänzungsbandes |
| Gesamtfangzahl | 417 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 188, 143, 86 Adulti: 12, 13, 11 | Minimum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 70, Median 45, Max. 420 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,46 , Median 0,39 , Max. 2,72 | |

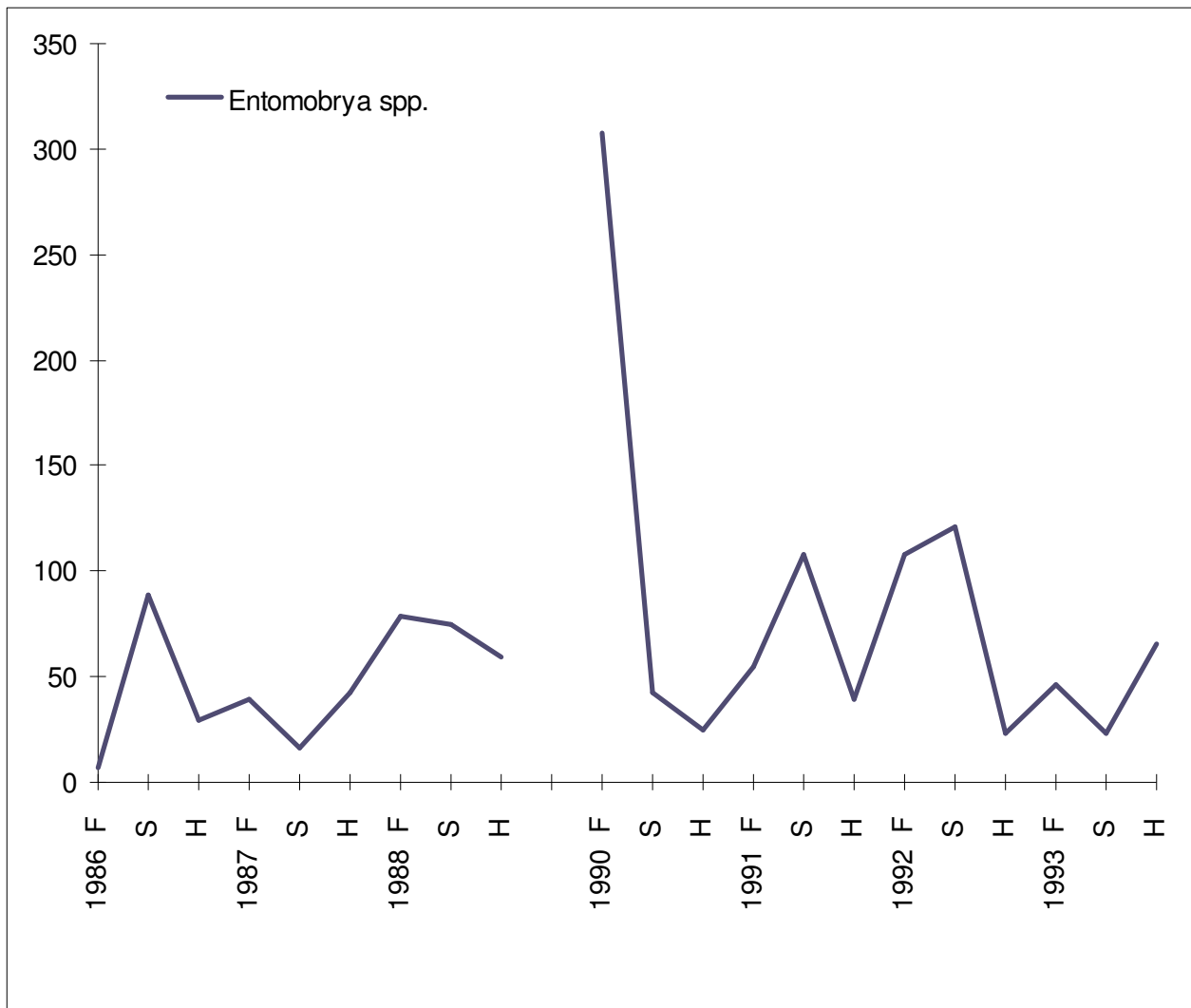
Die meisten der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Exemplare waren juvenil, und nur 36 Tiere konnten bis zur Art bestimmt werden: 22 *Entomobrya muscorum* (NICOLET, 1842), acht *E. corticalis* (NICOLET, 1842), fünf *E. quinquelineata* BÖRNER, 1901 und eine *E. nivalis* (LINNAEUS, 1758). Aus Baden-Württemberg sind außerdem bekannt *Entomobrya arborea* (TULLBERG, 1871), *Entomobrya lanuginosa* (NICOLET, 1842), *Entomobrya marginata* (TULLBERG, 1871) sowie *Entomobrya multifasciata* (TULLBERG, 1871).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2395 | 0,0085 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2381 | 0,0089 |
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2317 | 0,0109 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2212 | 0,0151 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2169 | 0,0172 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2092 | 0,0216 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2053 | 0,0241 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1996 | 0,0299 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1862 | 0,0408 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1838 | 0,0434 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 80 -420 Ind./m ² , n=14 |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 98 bis 810 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzinen über Parabraunerden und Braunerden bis zum podsoligen Ranker, auch Auenböden) | oft Böden mit Tonhorizont (Parabraunerde, Pseudogleye, Terra fusca, Pelosol), insgesamt Spanne von Auenrendzina über flachgründige Terra fusca bis zu podsoliger Braunerde aus Niederterrassensand, auf unterschiedlicher geologischer Basis, doch nicht aus Buntsandstein, Granit oder Gneis |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder planarer bis montaner Lagen, darunter auch Auenwaldrelikte, 1x oligotraphenter Tannen-Fichten-Forst in montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis Moder, die vier höchsten Abundanzen in F-Mull, organ. Auflage 1-9 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,9-10,5 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 6,6-34,2, C/P 36-412, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,0 - 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | Sand, Einzelkorngefüge, bis lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyeder-/Polyedergefüge, die vier höchsten Abundanzen in tonigem Lehm und lehmigem Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden | basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob., Cu ges. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie von Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | vorwiegend ebene und südexponierte Flächen, nur 1x Westhang; mäßig frische (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden) bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 500-1500 mm (darunter aber nur einmal mehr als 1000 mm), Jahresmitteltemperaturen 5,5-10 °C |

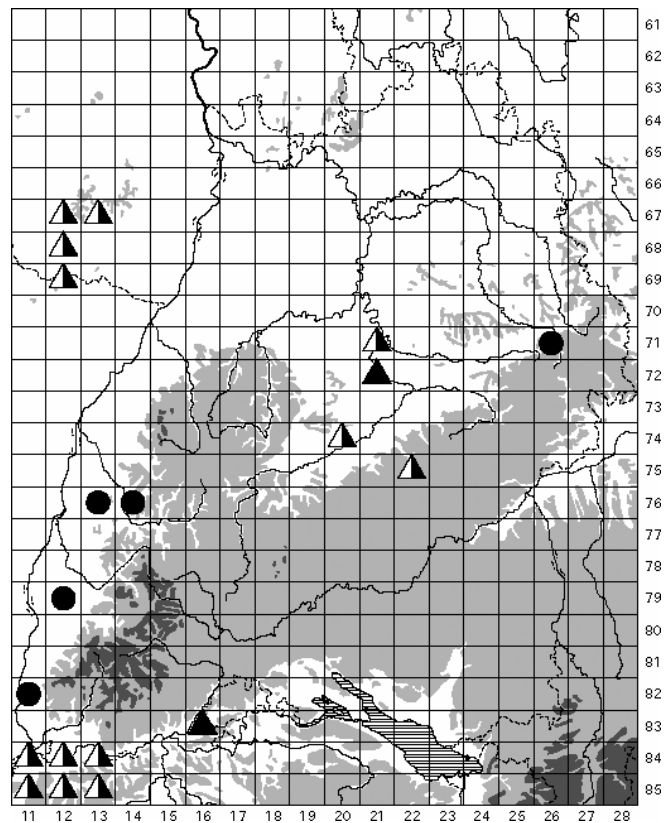
Allgemeine Verbreitung:

(siehe Angaben unter den nachfolgenden Arten)



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] aller *Entomobrya* spp. (vorwiegend Juvenile) 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die Gattung nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Entomobrya corticalis (NICOLET, 1842)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 5 | Die wenigen Fundorte aus tiefer gelegenen Landesteilen ergeben noch kein repräsentatives Bild. Es ist von einer weiteren Verbreitung der Art auszugehen. |
| Gesamtfangzahl | 8 | sehr gering (hier nur Adulti, da Juvenile nicht bis zur Art bestimmbar, siehe <i>Entomobrya</i> spp.) |
| Phänologie (F, S, H) | 5, 2, 1 | |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 15, Median 10, Max. 30 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,12 , Median 0,07 , Max. 0,32 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | arith.M. 1,6 , Median 1 , Max. 3 | |

Die Vorkommen auf Wald-Dauerbeobachtungsflächen erstrecken sich über einen weiten Bereich von Standortbedingungen:

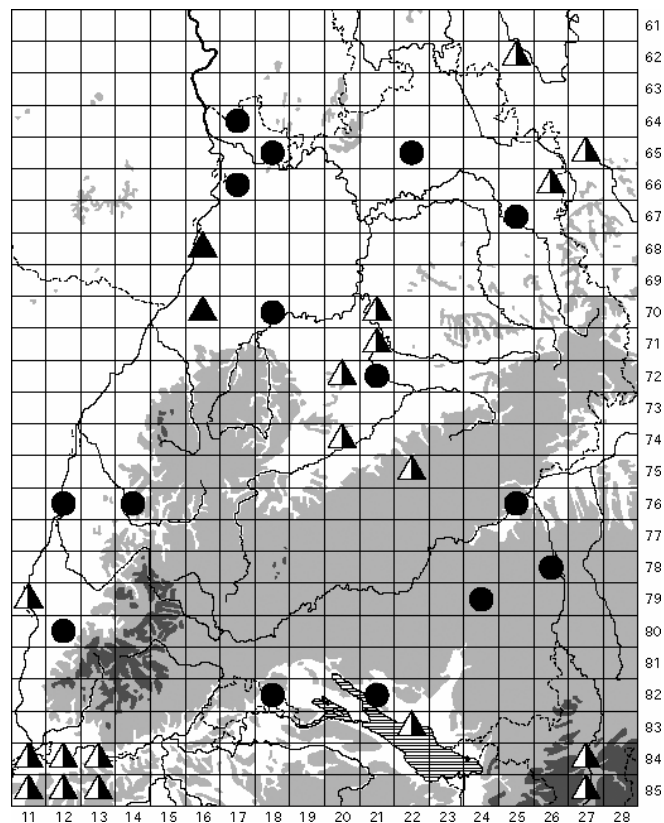
vertikal [m ü. NN] 245 bis 615
 Geologie / Bodentyp dreimal Braunerden (1x schwach podsolig aus Gneisverwitterung) sowie Parabraunerde und Pararendzina, meist aus Ton / Tonmergel oder Löss(lehm), darunter 2x pseudovergleyte Böden

| | |
|----------------------|--|
| Vegetation | eutraphente und oligotraphente Laub- und Mischwälder (ein Carici-Fagetum, zwei Asperulo- und zwei Luzulo-Fageten) |
| Humusform | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organische Auflage bis 14 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Humusgehalt Ah 3,1-11,9 %), sehr hohe bis geringe Humusqualität (C/N 8-24,4, C/P 19-145) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand (sehr stark steinig), Einzelkorn- bis Krümelgefüge, schluffiger Lehm (3x) und schluffig-toniger Lehm, Krümelgefüge im Ah (wo dieser geringmächtig, darunter Polyeder- oder Kohärentgefüge) |
| Basengehalt | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 550-1600 mm (allerdings nur einmal mehr als 1000 mm), Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C, colline bis montane Lagen, Expositionsrichtung Südost, Süd, West (2x) und Nordwest |
| Feuchte | mäßig frisch oder mäßig trocken (insbesondere mit sommerlichen Trockenperioden) bis frisch (evtl. bis mäßig feucht) |
| Sonstiges | Ah-Horizonte stark oder sehr stark durchwurzelt |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) in der gemäßigten Zone Europas, in Sibirien, aus der west- und zentralasiatischen sowie der sino-japanischen Provinz. Die meisten anderen Autoren schreiben der Art nur ein europäisches Areal zu (z.B. STACH 1963, CHRISTIAN 1987). Hier tritt sie von Skandinavien (erst südlich von Lappland) bis nach Frankreich, in die Alpenländer und Weißrussland auf. STACH (l.c.) erwähnt allerdings auch einen Fund auf Korsika. *E. corticalis* soll sich im Gebirge nur in Lagen unterhalb 1000 m ü. NN aufhalten (GISIN 1960a).

Entomobrya muscorum (NICOLET, 1842)



Ergebnisse:

| | | |
|--|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 15 | in Baden-Württemberg sehr weit verbreitet, doch keine Nachweise aus den Hochlagen von Schwarzwald und Schwäbischer Alb; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 22 | sehr gering (hier nur Adulti, da Juvenile nicht bis zur Art bestimmbar, siehe <i>Entomobrya</i> spp.) |
| Phänologie (F, S, H) | 2, 11, 9 | |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | | arith.M. 1,9 , Median 1 , Max. 7 |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | | arith.M. 20, Median 10, Max. 70 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | | arith.M. 0,12 , Median 0,07 , Max. 0,46 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2668 | 0,0034 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2515 | 0,0057 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2449 | 0,0071 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | + 0,2499 | 0,0113 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,2260 | 0,0130 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2237 | 0,0140 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2213 | 0,0150 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2186 | 0,0163 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2085 | 0,0220 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2056 | 0,0239 |

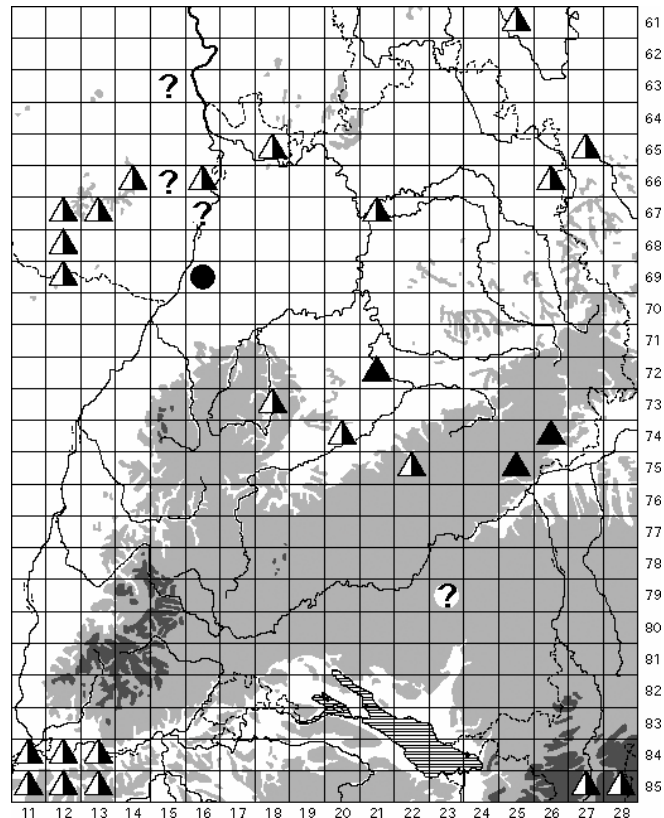
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1440 Freiburger Bucht, 15 Ind./m ² , Fläche 1510 Neckar-Rhein-Ebene, 40 Ind./m ² , Fläche 1090 zwischen Iller und Rot, 70 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 620 | 220, 100, 550 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (meistens Braunerden oder Parabraunerden, 5x pseudo-vergleyt, auch podsolig, 1x Gley-Vega, 1x Kolluvisol auf Moränenmergel, 1x Terra fusca | - sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss über vulkanischem Gestein, - tiefgründige, leicht lessivierte Braunerde auf pleistozäner Flussniederterrasse (Gerölle und Kiese eingebettet in lehmige Sande), - sehr tiefgründige Pseudogley-Braunerde aus Tonmergeln und Sanden der Oberen Süßwassermolasse |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und (selten) Mischwälder, auch Auenwaldrelikte | - eutraphenter Buchen-Hainbuchenwald (ehemaliges Carpinetum im Übergang zum Fagetum), - Auenwaldrelikt (ehemaliges Carpinetum im Übergang zum Fagetum) aus Buche, Hainbuche, Eichen, Bergahorn und Linde, - eutraphenter Eichen-Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum) der submontanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | stets F-Mull, mittel bis stark humose Böden (Ah 2,4-6,2 %), bei hoher und sehr hoher Humusqualität (C/N 9-12,8, C/P 56-67) |
| pH (Ah) | 3,1 - 6,3 | 4,6, 3,6 und 3,8 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis lehmiger Ton | - schluffiger Lehm, Krümelgefüge - anehmiger Sand, steinig, Krümelgefüge - schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und (seltener) basenarme, karbonathaltige bis karbonatarme, seltener karbonatfreie Böden | basenreiche Böden (Fläche 1090 und 1440) sowie basenarmer Boden (Fläche 1510), immer tiefgründig (> 1m) entkalkt |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob., Zn ges. und Zn. mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | stets Böden mit groben Makroporen (d > 2 mm) und/oder Regenwurmgängen im Ah-Horizont | frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; im Detail schwer einzugrenzen, da die Art früher häufig mit ähnlich gezeichneten Vertretern der Gattung verwechselt wurde, insbesondere mit *E. nivalis* (LINNAEUS, 1758). HOPKIN (2002-2003) hält alle Meldungen von *E. muscorum* aus Großbritannien und Irland für irrtümlich. Gleiches könnte für Norwegen zutreffen, da FJELLBERG (1980) die Art nicht erwähnt. BELLINGER et al. (1996-2003) geben in ihrer Verbreitungskarte sowohl den asiatischen (allerdings ohne die sino-japanische Provinz) wie den europäischen Teil der Paläarktis an, von der arktisch-subarktischen Region bis ins Mittelmeergebiet und auf die Inseln im Ostatlantik,

außerdem Funde von Australien (eingeschleppt ?). In Ost- und Mitteleuropa dürfte die Art tatsächlich weit verbreitet sein. STACH (1963) nennt Vorkommen in Weißrussland, der Ukraine, Polen, der Slowakei, Rumänien, Bulgarien, Ungarn, im ehemaligen Jugoslawien und in Österreich. Dazu kommen nach weiteren Autoren zumindest noch die Schweiz (locus classicus), Deutschland und Belgien.

Entomobrya nivalis (LINNAEUS, 1758)



Ältere Meldungen entsprechen nicht unbedingt der aktuellen Taxonomie und können Formen wie *E. multifasciata* (TULLBERG, 1871), *E. nicoleti* (LUBBOCK, 1868) oder *E. lanuginosa* (NICOLET, 1842) einschließen. Mögliche Verwechslungen mit Letzterer sind durch Fragezeichen markiert.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | Eine landesweite Verbreitung der Art ist wahrscheinlich, bedarf aber noch der Überprüfung. Insbesondere fehlen Nachweise aus dem Schwarzwald und Alpenvorland. |
| Gesamtfangzahl | 1 | Juvenile nicht bis zur Art bestimmbar, siehe auch unter <i>Entomobrya</i> spp. |
| Phänologie (F, S, H) | 1, 0, 0 | nur im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1490, Jahresmittel 1990) | 30 Ind./m ² / 0,27 % | |

Fläche 1490

| | |
|-------------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 100 |
| Höhenstufe, Exposition | planar, eben |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auenmergel über pleistozänen Sanden einer Niederterrasse |
| Vegetation | ehemaliges Ulmo-Carpinetum der hohen Hartholzaue (Auenwaldrelikt), Hauptbaumarten Esche und Buche, starke Strauchschicht und dichte Krautschicht geprägt durch Bergahornverjüngung, daneben Licht-, Kalk- und Feuchtezeiger |
| Humus | mullartiger Moder, organ. Auflage 2,5 cm, Humusgehalt Ah-Horizont: 6 %, C/N 6,6, C/P 67 |
| pH (Ah) | 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform Basen | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmängen sehr basenreicher, karbonatreicher Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | einziger Standort, an dem der Hintergrundwert von Cu austauschbar im Ah-Horizont überschritten wird und einzige Fläche, auf der Mo austb. mit 0,025 mg/kgTS über der Nachweisgrenze liegt, Mo ges. 1,23 mg/kgTS |
| Feuchte | frisch bis feucht |
| Sonstiges | durch Ausdeichung ist die Fläche überflutungsfrei, Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen um 600 mm, Jahresmitteltemperaturen um 9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

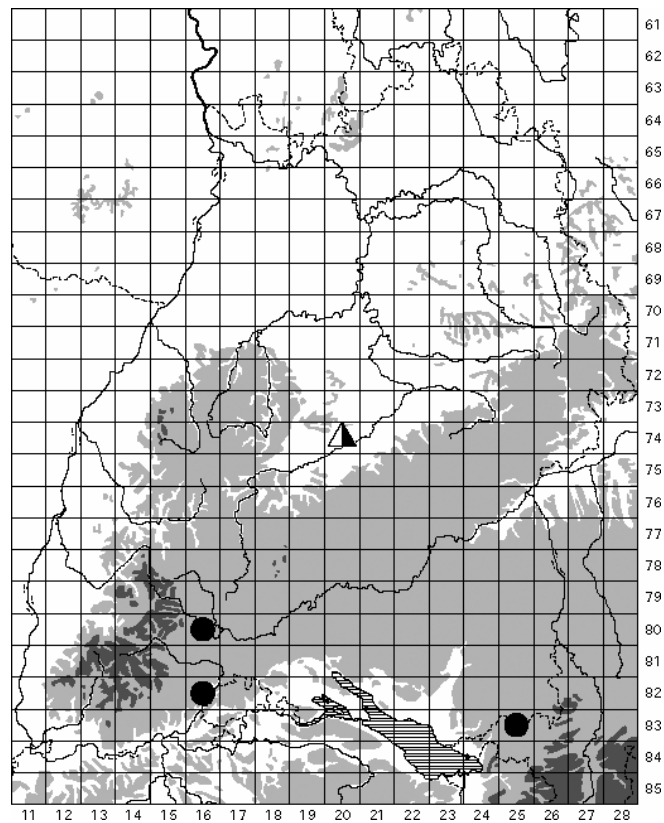
Kosmopolit. Es liegen offenbar bestätigte Meldungen von allen Erdteilen vor, von den arktischen Breiten bis in den antarktischen Raum (BELLINGER et al. 1996-2003). Dennoch scheint die Art – nach der Karte in der „Checklist“ zu schließen – keineswegs überall vorzukommen. Für Europa kann man allerdings von einer fast flächendeckenden Verbreitung ausgehen. Nach STACH (1963) erstreckt sich das Areal bis 68° nördlicher Breite und in den Alpen bis über 3000 m ü. NN (zit. CARL). In Mitteleuropa ist *E. nivalis* in Wäldern und Gehölzen jeder Art zu finden, der häufigste Vertreter der Gattung und meist der zahlreichste Bewohner von Bäumen und Sträuchern (GISIN 1943, BOCKEMÜHL 1956).

Biologie und Ökologie:

Entomobrya nivalis dürfte zu den häufigsten Collembolenarten Mitteleuropas gehören. Es handelt sich allerdings um einen an Bäume und Sträucher gebundenen Makrophytenbewohner, vorzugsweise an Bäume mit rauher, rissiger Borke und Epiphyten (Moose, Flechten; GISIN 1943). Die Tiere treten bis in den Kronenbereich auf. Im übrigen ist die Art wohl eurytop. In Baden-Württemberg wird man sie überall in Wäldern und Hecken finden können. Ihrem Lebensraum entsprechend ist sie xerotolerant, wenn auch nicht in dem Maße wie *Willowsia platani* bzw.

nigromaculata, sie bevorzugt die geschützte Stammseite (BOCKEMÜHL 1956). *E. nivalis* tritt ganzjährig auf und überwintert auch auf Bäumen (STACH 1963). Am Boden in der Streuauflage oder auf dem Schnee ist sie in geringerer Anzahl ebenfalls zu finden, meist herabgeweht oder bei Gefahr abgesprungen, wohl auch bei zu großer Trockenheit. In Bodenproben erhält man sie selten, günstigere Methoden zum Fang sind Stammeklektoren oder das Abklopfen der Zweige. Die Eiablage kann offenbar an Bäumen und Sträuchern erfolgen (GISIN zit. CARL 1901 mit Eigelege an der Unterseite von Brombeerblättern).

Entomobrya quinquelineata BÖRNER, 1901



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|--|
| Frequenz (von 63) | 3 | bisher nur aus der südlichen Landeshälfte bekannt, doch ergeben die wenigen Fundorte kein repräsentatives Bild; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 6 | sehr gering (hier nur Adulti, da Juvenile nicht bis zur Art bestimmbar, siehe <i>Entomobrya</i> spp.) |
| Phänologie (F, S, H) | 4, 1, 1 | |

Entomobrya quinquelineata ist auf folgenden Wald-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesen:

| Fläche | 1250 Baar | 1240 Wutachgebiet | 1040 Westallgäuer Hügelland |
|---|---|---|--|
| Fangzahl / Probenahmetermin | 1 im August 1985 | 1 im Herbst 1986 | 4 im Frühling 1988 |
| Abundanz / Dominanz (jeweiliges Jahresmittel) | Proben nicht quantitativ auswertbar | 30 Ind./m ² / 0,33 % | 120 Ind./m ² / 0,73 % |
| Höhe ü. NN [m] | 755 | 550 | 700 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan bis montan, Nordost | submontan, Süd-Südost | montan, eben |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Terra fusca aus Kalkmergelstein des Mittleren Muschelkalks | flachgründige Pararendzina-Braunerde aus Tonmergelstein des Oberen Muschelkalks | tiefgründige, podsolige Pseudogley-Parabraunerde auf Grundmoräne der Würmeiszeit (anlehmiger Sand) |
| Vegetation | eutraphenter, forstlich geformter Tannen-Fichten-Bestand, dichte, artenreiche Krautschicht, vorherrschend <i>Fragaria vesca</i> und <i>Oxalis acetosella</i> , auch Arten der Kalkbuchenwälder, gut entwickelte Moosschicht | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum) mit forstlichem Fichten- und Kiefernanteil, in der lückigen Krautschicht einige Frischezeiger, keine Moosschicht | oligotraphenter Tannen-Fichten-Forst (potentiell Buchen-Tannenwald), starke Moosschicht und dichte Krautschicht mit <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Dryopteris dilatata</i> und <i>Lycopodium annotinum</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 11,0 %, C/N 13,5, C/P 117 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 14,5 %, C/N 12,7, C/P 66 | Moder, in Mulden Torf, organ. Auflage 9 cm, Humusgehalt Ah: 5,9 %, C/N 18,9, C/P 412 (> 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 5,1 | 7,1 | 3,0 |
| Bodenart | lehmiger Ton, Krümelgefüge | schluffiger Lehm, steinig / grusig, Krümelgefüge | lehmiger Sand, Subpolyedergefüge, nur schwach verfestigt |
| Basen | basenreicher, karbonathaltiger, nur oberflächlich entkalkter Boden | basenreicher, karbonatreicher Boden | basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle: Überschreitung von Hintergrundwerten | Pb ges., Zn ges. und Cd mob. im Ah-Horizont | Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont | keine |
| Feuchte | frisch bis mäßig feucht | mäßig frischer Standort, sommerliche Trockenperioden möglich | frisch bis feucht |
| Sonstiges: | stets geringe oder sehr geringe Lagerungsdichte der Ah-Horizonte | | |
| Klima: | Jahresniederschlagssummen 750-1500 mm (für das Westallgäuer Hügelland 900-1500 mm), Jahresmitteltemperaturen 7-8 °C | | |

Allgemeine Verbreitung:

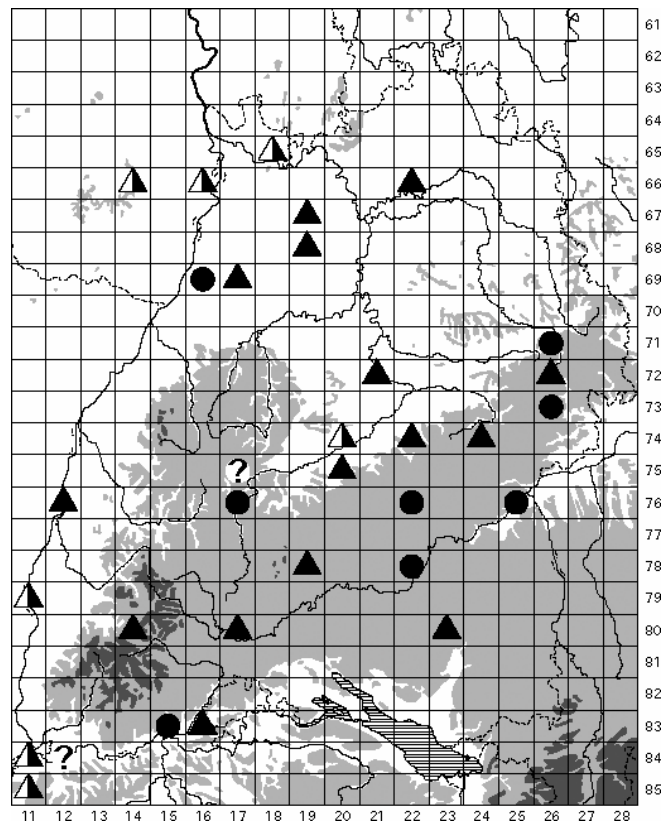
Paläarktisch; von den meisten Autoren jedoch mit europäisch angegeben. GISIN (1960a) und STACH (1963) zufolge von Litauen, Weißrussland und der westlichen Ukraine durchgehend über Ungarn, Österreich, Holland und Frankreich bis Spanien, Marokko und Algerien (GISIN 1960a,

STACH 1963). Nach der Verbreitungskarte bei BELLINGER et al. (1996-2003) reicht das Areal im Osten bis nach Sibirien, doch machen die Autoren leider keine näheren Angaben. Vorwiegend im Tiefland (STACH l.c.); höchster Fundort: subalpiner Fichtenwald bei Schruns in Vorarlberg, 1540 m ü. NN (KOPESZKI & MEYER 1994).

Biologie und Ökologie:

Entomobrya quinquelineata bewohnt vorwiegend offene Standorte und lichte Wälder. Die Tiere finden sich meist in der Streuauflage, im Moos und der Grasnarbe, oder sie klettern an Gräsern, Kräutern und Sträuchern umher. Vor Trockenheit und Hitze verbergen sie sich im Boden oder unter Steinen. Die Spanne der Habitate reicht von Trocken- und Halbtrockenrasen über Kiefernwälder und Laubwälder bis zu Mooren. Der Chemismus des Bodens scheint von geringer Bedeutung zu sein. KOPESZKI & MEYER (1994) trafen die Art noch in 1540 m Höhe im subalpinen Fichtenwald an. Bevorzugt werden jedoch trockene, warme Standorte im Tief- oder Hügelland. BOCKEMÜHL (1956) macht für Funde am Spitzberg bei Tübingen nähere Angaben: lichter Kiefernwald (hier die höchste Abundanz mit ca. 100 Ind./l), Pruno-Ligustretum, Mesobrometum (nur einzeln), meist an der Oberfläche bzw. in der Streuauflage (Kiefernadelstreu, Moos, Grasstreu), im Boden bis 12 cm tief, Proben feucht bis trocken, Probentemperatur 0-22 °C, Auftreten in den Monaten Februar, März, Juli und November. STACH (1963) gibt Fangdaten von Mai bis Oktober an. Die Eiablage dürfte am oder im Boden stattfinden, wo sich die Juvenilen wahrscheinlich längere Zeit aufhalten. Da diese nicht zur Art determiniert werden können, ist *E. quinquelineata* in Untersuchungen, die sich ausschließlich auf Bodenproben stützen wohl meist unterrepräsentiert.

Lepidocyrtus curvicollis BOURLET, 1839



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 8 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, die bestehenden Lücken in der Fundortkarte bedürften aber einer Überprüfung |
| Gesamtfangzahl | 21 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 10, 0, 11 | Minimum im Sommer |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 20, Median 10, Max. 90 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,13 , Median 0,08 , Max. 0,48 | |

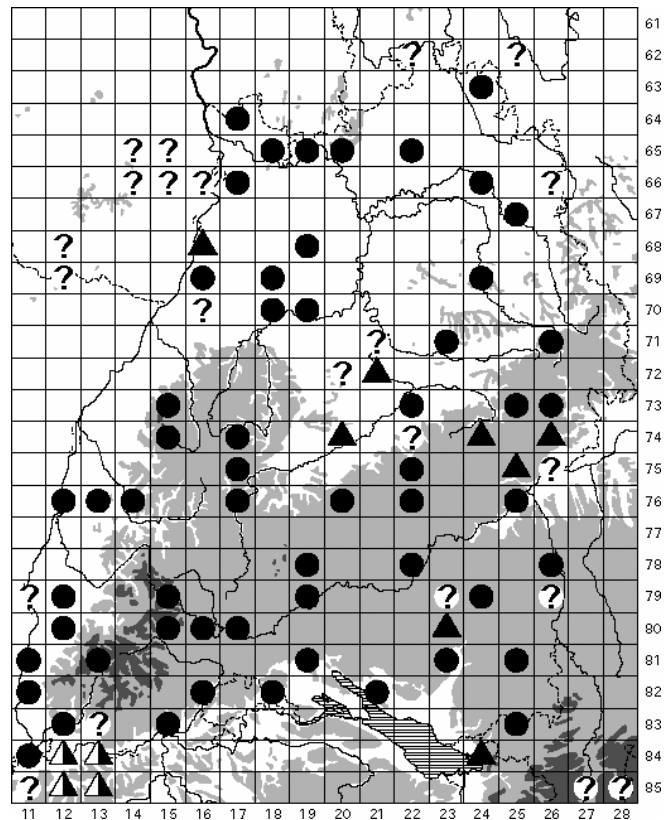
Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1260 Obere Gäue, 30 Ind./m ² , Fläche 1490 Rheinaue bei Karlsruhe, 90 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 725 | 560 und 100 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina bis podsoliger Pseudogley-Braunerde, auch Parabraunerden und Auengley) | - flachgründige Rendzina aus dolomitischem Mergeltonstein des Oberen Muschelkalks, - sehr tiefgründiger Auenboden / Auengley aus Auenmergel über pleistozänen Sanden |
| Vegetation | vorwiegend eutraphente Laub- und Mischwälder, doch auch oligotraphente Gesellschaften, 5x mit dichter Krautschicht | - eutraphenter Buchen-Tannenwald mit Fichtenanteil (Asperulo-Fagetum), dichte Krautschicht, viele Frische- und Mullzeiger, - Auenwaldrelikt (Carpinetum der hohen Hartholzaue) aus Eschen und Buchen mit dichter Strauch- und Krautschicht; auf beiden Flächen starke Verjüngung von Bergahorn |
| Humus | L-Mull bis mullartiger Moder | - F-Mull, extrem humoser Boden (Ah 15 %), hohe Humusqualität (C/N 11,3, C/P 63), - mullartiger Moder, stark humoser Boden (Ah 6 %), sehr hohe Humusqualität (C/N 6,6, C/P 67) |
| pH (Ah) | 3,5 - 7,2 | 7,0 und 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand bis lehmiger Ton | lehmiger Ton und schluffiger Lehm, in beiden Fällen Krümelgefüge |
| Basen | mäßig basenhaltige bzw. -arme, oberflächlich karbonatfreie Böden sowie basen- und karbonatreiche Böden | ausgesprochen basenreiche und karbonatreiche Böden |
| Schwermetalle | Vorkommen bei Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges., Cd mob. und Cu mob. im Ah-Horizont | Überschreitungen der Hintergrundwerte von - Pb ges. im Ah-Horizont, - Cu mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | nur in Böden mit groben Makroporen (d > 2 mm) | Ah-Horizonte sehr stark durchwurzelt; nordexponierte und ebene Fläche; beide Standorte frisch bis feucht; Jahresniederschlagssummen 600-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) in der gemäßigten Zone Europas, im Mittelmeergebiet und auf den ostatlantischen Inseln, aber auch in Sibirien, der sino-japanischen Region und im nördlichen Nordamerika (ausgenommen die arktisch-subarktischen Breiten). In Europa verläuft die Nordgrenze des Areals über England und Südnorwegen (GISIN 1964b, FJELLBERG 1980). In Mitteleuropa dürfte *L. curvicollis* weit verbreitet sein, wenn auch alte Meldungen ähnliche Arten, z.B. den *L. lignorum* (FABRICIUS, 1775), einschließen können. In den Gebirgen soll *L. curvicollis* nicht in größeren Höhen vorkommen (bis ca. 800 m ü. NN, GISIN l.c.).

Lepidocyrtus lignorum (FABRICIUS, 1775); GISIN, 1964



Die zahlreichen Fragezeichen gehen auf Meldungen zurück, in denen nicht eindeutig zwischen *L. lignorum* und *L. lanuginosus* (GMELIN, 1788) unterschieden wurde.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 63 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 8989 | eine der häufigsten Arten |
| Phänologie (F, S, H) | 4208, 2894, 1887 | Frühlingsmaximum wahrsch. durch Juvenile, Abnahme im Jahreslauf |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1360, Median 1210, Max. 4120 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 9,2 , Median 8,0 , Max. 23,4 | |

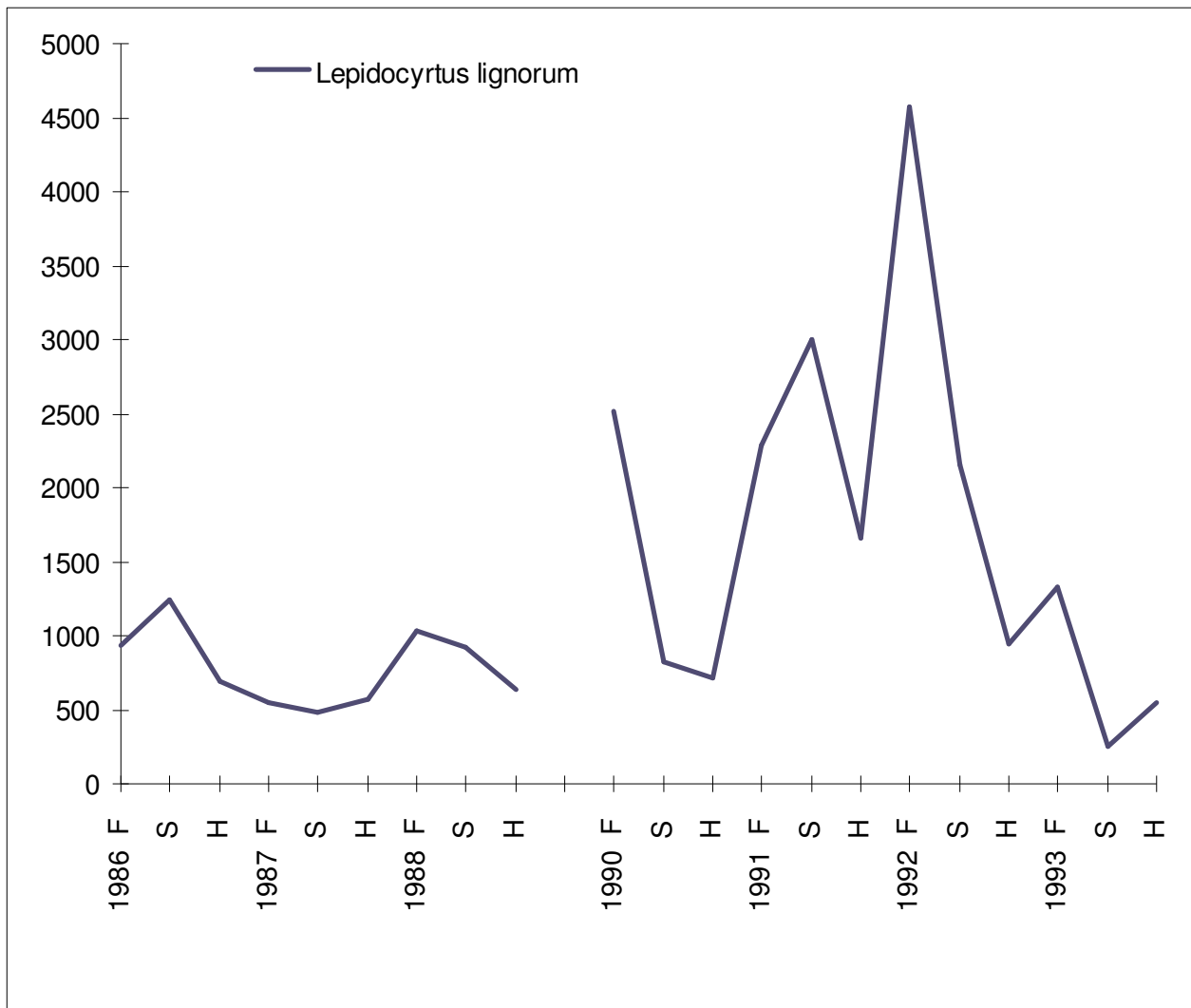
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,3310 | 0,0003 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3190 | 0,0005 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3133 | 0,0006 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,3123 | 0,0006 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,3121 | 0,0006 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,3117 | 0,0006 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,3022 | 0,0009 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2995 | 0,0010 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2995 | 0,0010 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2982 | 0,0011 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,2982 | 0,0011 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2982 | 0,0011 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2974 | 0,0012 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2945 | 0,0012 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2889 | 0,0015 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2883 | 0,0015 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2848 | 0,0018 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2827 | 0,0019 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,2818 | 0,0020 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2797 | 0,0021 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2789 | 0,0022 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2740 | 0,0026 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2738 | 0,0026 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,2737 | 0,0026 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2667 | 0,0034 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2631 | 0,0042 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2599 | 0,0043 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2556 | 0,0050 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2531 | 0,0054 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2738 | 0,0055 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2511 | 0,0063 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,2456 | 0,0070 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | - 0,2340 | 0,0101 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2361 | 0,0102 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,2466 | 0,0124 |
| Cd gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2270 | 0,0135 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,2195 | 0,0159 |
| Pb austauschbar im Ah-Horizont | 57 | - 0,2180 | 0,0166 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | + 0,2112 | 0,0203 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2123 | 0,0208 |
| Pb ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2095 | 0,0214 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2068 | 0,0231 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2055 | 0,0240 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2004 | 0,0277 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1990 | 0,0288 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1901 | 0,0367 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1870 | 0,0399 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1843 | 0,0429 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,1837 | 0,0436 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,1792 | 0,0490 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 1800 -4120 Ind./m ² , n=15 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 100 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | versch. Bodentypen (von Rendzina bis zu podsoliger Braunerde), meist Braunerden, Terrae fuscae, Pelosole und Parabraunerden aus Mergeln unterschiedlicher Genese, Kalkstein und Löss, auch Auenrendzina-Auengley aus Auenmergel, daneben Braunerden aus Sandstein, Niederterrassensand und Gneis |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | Laub-, Misch- und Nadelwälder bis in die montane Stufe, überwiegend eutraphente Gesellschaften, nur 2x oligotraphente (Vaccinio- und Luzulo-Abieteten im Südost-Schwarzwald) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 6 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 2,4-16 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 7,1-34,2, C/P 42-207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,4 - 7,0 |
| Bodenart | Sand bis Ton | anlehmiger Sand und lehmiger Schluff bis lehmiger Ton, z.T. (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche (11x) und basenarme (4x), karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte Ah-Horizont (sehr) gering, fast immer grobe Makroporen (d > 2 mm) vorhanden (bis auf eine Fläche, dort aber starke Streuauflage); sowohl frische bis feuchte Standorte wie auch mäßig frische (mit sommerlicher Trockenperiode); Jahresniederschlagssummen 500-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) in Nordamerika und Europa, hier vom hohen Norden bis ins Mittelmeergebiet. Aus dem asiatischen Teil der Paläarktis scheinen keine Meldungen vorzuliegen. Die Verbreitungskarte in der „Checklist“ weist aber Funde in Australien aus (eingeschleppt ?). Die Art wurde bis zu ihrer Wiederbeschreibung durch GISIN (1964b) und manchmal sicherlich darüber hinaus als *L. lanuginosus* (GMELIN, 1788) determiniert. Es lassen sich daher noch keine vollständigen Angaben zu ihrem Areal machen. *L. lignorum* ist in Norwegen (FJELLBERG 1980) und in der Schweiz (GISIN 1964b) weit verbreitet und häufig. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch für Deutschland, im Südwesten belegt durch die Funde auf sämtlichen Wald-Dauerbeobachtungsflächen.

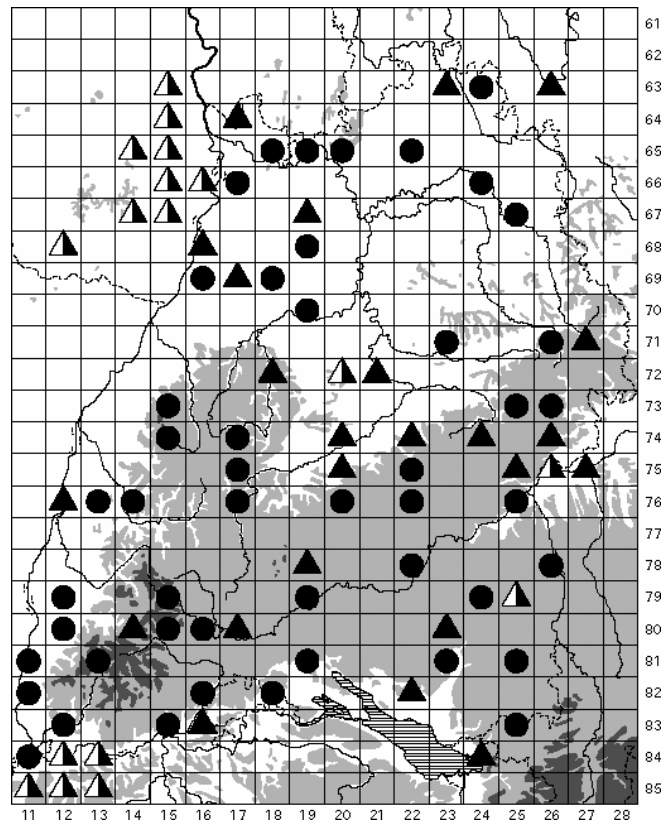


Mittlere Abundanz [Ind./m²] von *Lepidocyrtus lignorum* auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-93. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Lepidocyrtus cyaneus TULLBERG, 1871; GISIN, 1964

& Lepidocyrtus violaceus (FOURCROY, 1785); GISIN, 1964

In den Proben der Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind beide Formen nachgewiesen (mündl. Mitteilung Dr. SCHICK), wurden aber bei der Determination nicht unterschieden, sondern als „*Lepidocyrtus cyaneus*“ notiert, sodass keine Aussagen über das Zahlenverhältnis und etwaige Unterschiede im Auftreten möglich sind.



Von *L. violaceus* liegen nur wenige Nachweise aus der Literatur vor. Es ist aber wahrscheinlich, dass sich die älteren „*L. cyaneus*“-Meldungen teilweise auf *L. violaceus* beziehen (vgl. Kapitel III dieses Ergänzungsbandes). Nicht zu lokalisieren ist ein Fundort von „*L. cyaneus*“ aus SCHÄFFER (1900): „Heiligkreuzthal (Schwarzwald)“, Oberförster Spohn leg., November 1894.

Ergebnisse:

| | | |
|--|-------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 56 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet; die Vorkommen beider Arten im Land müssten jedoch auf Grundlage der aktuellen Taxonomie bearbeitet werden |
| Gesamtfangzahl | 1716 | |
| Phänologie (F, S, H) | 256, 492, 968 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 290, Median 150, Max. 2290 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,9, Median 1,1, Max. 12,2 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,3086 | 0,0008 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2844 | 0,0020 |
| Na gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2708 | 0,0032 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2588 | 0,0049 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2392 | 0,0086 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2371 | 0,0092 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2345 | 0,0100 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,2256 | 0,0132 |
| mittlere Feuchtezahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2232 | 0,0142 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2169 | 0,0172 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2052 | 0,0242 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2044 | 0,0247 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2012 | 0,0271 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2002 | 0,0278 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,1980 | 0,0296 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,1935 | 0,0335 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1931 | 0,0339 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,1930 | 0,0339 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1849 | 0,0422 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,1803 | 0,0476 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 340 -2290 Ind./m ² , n=13 |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 100 bis 755 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzinen über Parabraunerden und Braunerden bis zum podsoligen Ranker, auch Auenböden) | verschiedene Bodentypen (Rendzinen, Terra fusca, Braunerden, Parabraunerden, Pelosole, auch pseudo-vergleyte Böden) auf unterschiedlichen geologischen Formationen, maximale Abundanz in Auenrendzina-Auengley aus Auenmergel am Rhein bei Karlsruhe |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente Laubwälder (Carpineten, Asperulo-, Elymo- und Carici-Fageten), 1x Nadelforst auf basenreichem Boden (Fichten, Tannen), 1x oligotraphenter Mischwald (Luzulo-Abietetum) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis Moder, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3-15 %), bei sehr hoher bis geringer Humusqualität (C/N 6,6-20,6, C/P 19-122) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,2 - 7,2 |
| Bodenart | Sand bis Ton | lehmiger Sand bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche und karbonatfreie Böden | vorwiegend basenreiche Böden, im Ah karbonatreich bis karbonatfrei, nur 1x ausgesprochen basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie von Cu in der org. Auflage |

| | | |
|-----------|--|--|
| Sonstiges | | Ah-Horizonte immer stark oder sehr stark durchwurzelt, meist (bis auf 1 Fläche) grobe Makroporen u./o. Wurmgänge vorhanden sowie sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität; einzelne mäßig frische (z.T. sommerliche Trockenperioden möglich), vorwiegend aber frische bis feuchte Standorte; Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C, Jahresniederschlagssummen 500-1000 mm |
|-----------|--|--|

Allgemeine Verbreitung:

L. cyaneus: Holarktisch laut BELLINGER et al. (1996-2003) und zwar von den arktisch-subarktischen Breiten bis in die südlichen Gebiete der Region. In Mitteleuropa weit verbreitet und häufig. Andere Autoren (z.B. CHRISTIAN 1987) bezeichnen die Art als Kosmopolit. Eine weltweite taxonomische Revision der blauen *Lepidocyrtus*-Arten steht jedoch noch aus.

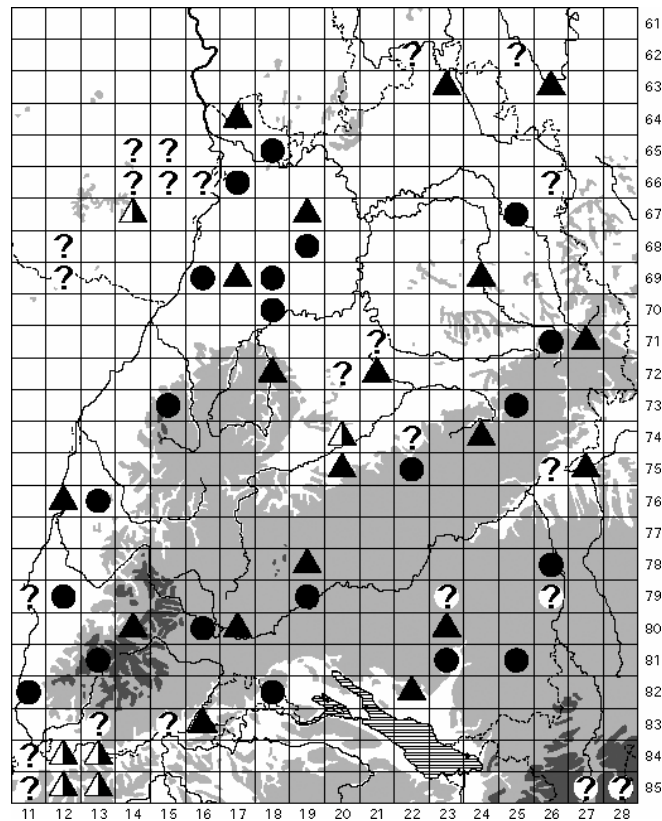
L. violaceus: Holarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) in ganz Europa (nicht aber auf den Inselgruppen im Ostlantik), im asiatischen Teil der Paläarktis (ausgenommen die sino-japanische Provinz) und in weiten Teilen Nordamerikas (besonders im Norden und pazifischen Westen), außerdem auf Hawaii. In Mitteleuropa dürfte *L. violaceus* ebenfalls weit verbreitet sein, wenn auch in früheren Zeiten die Art als *L. cyaneus* notiert wurde. Erst GISIN (1943, 1944, 1964a) hat sie wiederbeschrieben.

Biologie und Ökologie:

Nach GISIN (1943, 1964a) ist *L. violaceus* auf Gehölze beschränkt, wogegen *L. cyaneus* als Charakterart der fetten Wiesen- und Ackerböden gilt und nicht oder zumindest seltener in Wäldern auftritt (z.B. STIERHOF: unveröffentlichte Aufsammlung aus einem feuchten Fichtenforst bei Bad Waldsee). Die beiden Arten wurden aber lange Zeit nicht unterschieden, und insbesondere ältere Angaben von „*L. cyaneus*“ können häufig nicht mit Sicherheit zugeordnet werden.

Lepidocyrtus lanuginosus (GMELIN, 1788); GISIN, 1964

Lepidocyrtus lanuginosus ist in den Listen des Ökologischen Wirkungskatasters nur im August 1985 und im Herbst 1992 verzeichnet. Es werden vorläufig nur die Fundortkarte und die Standortverhältnisse der betreffenden Flächen angegeben.



Ergebnisse:

Lepidocyrtus lanuginosus ist nachgewiesen auf 23 von 63 Wald-Dauerbeobachtungsflächen und wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet. Die zahlreichen Fragezeichen in der Karte gehen auf Meldungen zurück, bei welchen nicht eindeutig zwischen *L. lanuginosus* und *L. lignorum* (FABRICIUS, 1775) unterschieden wurde.

Die Vorkommen in den untersuchten Wäldern erstrecken sich über einen weiten Bereich von Standortbedingungen:

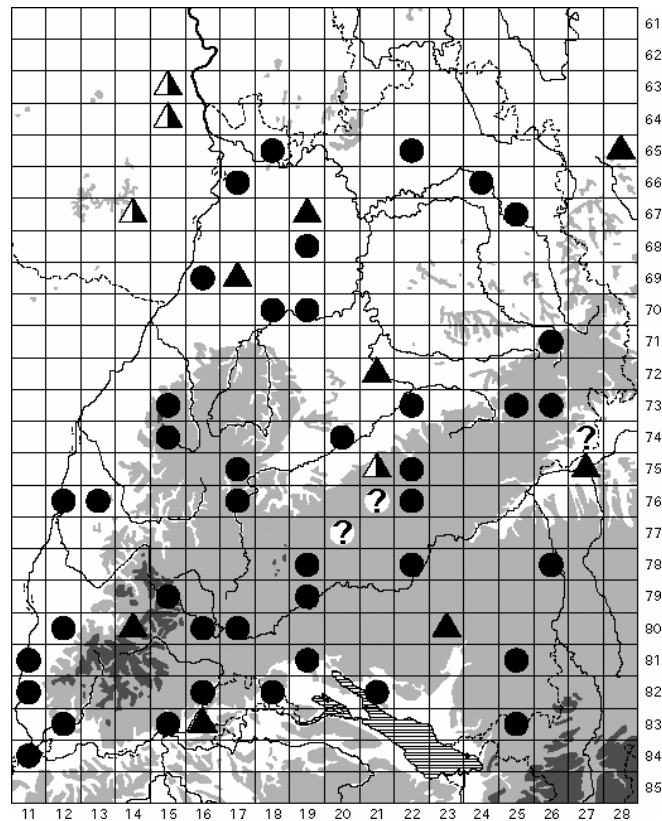
| | |
|---------------------|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina und Terra fusca über Braunerden und Parabraunerden bis zum podsoligen Ranker, auch Auenböden) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften |

| | |
|----------------------|---|
| Humusform | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organische Auflage bis 17 cm, mittel bis extrem stark humose Böden (Humusgehalte im Ah 2,4-10,5 %), sehr hohe bis sehr geringe Humusqualität (C/N 9,3-34,2, C/P 34-163) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton, Einzelkorn-, Krümel-, Subpolyeder- und Polyedergefüge |
| Basengehalt | basenreiche und basenarme, karbonatreiche wie auch karbonatfreie Böden |
| Klima | mehr als Einzelindividuen nur bei Jahresniederschlagssummen \leq 1000 mm und Jahresmitteltemperaturen \geq 7 °C, in der planaren, collinen und submontanen Stufe, auf südexponierten und ebenen Flächen |
| Feuchte | mäßig frische (zum Teil mit sommerlichen Trockenperioden) bis feuchte Standorte |

Allgemeine Verbreitung:

Da unter dem Namen *L. lanuginosus* lange Zeit auch *L. lignorum* (FABRICIUS, 1775) sowie evtl. noch weitere Vertreter der Gattung notiert wurden, sind zum Areal der Art keine gesicherten Angaben möglich. Früher galt sie als Kosmopolit (BOCKEMÜHL 1956). CHRISTIAN (1987) geht von einer holarktischen Verbreitung aus. BELLINGER et al. (1996-2003) dagegen geben große Teile der Paläarktis an (in Europa von der arktisch-subarktischen Region bis ins Mittelmeergebiet), Teile Afrikas südlich der Sahara (die ostafrikanischen Steppen und die Kapprovinz) sowie die Pampas Südamerikas. Leider machen die Autoren keine Angaben über ihre Quellen. Einer separaten Liste kann man aber entnehmen, dass die Art auch in der Nearktis vorkommt. Aus Mitteleuropa liegen hinreichend neue Angaben vor, um eine weite Verbreitung zu belegen. Nach SALMON (1964, jedoch inclusive *L. lignorum* !) reichen die Vorkommen in der Westpaläarktis von Ostgrönland über Spitzbergen und Finnland bis zur Ukraine und nach Algerien.

augenlose Pseudosinellen



Die folgenden Angaben gelten für das gesamte Kollektiv der augenlosen Pseudosinellen in unbekannter quantitativer Zusammensetzung. Eine Determination erfolgte nur 1985; dabei wurden *Pseudosinella decipiens* DENIS, 1924 auf sechs Flächen und *P. petterseni* BÖRNER, 1901 auf einer Fläche festgestellt. Die Artansprachen sind jedoch unsicher, da es sich bei den augenlosen Pseudosinellen um eine revisionsbedürftige Gruppe handelt. In Baden-Württemberg sind aus Wald-, Grünland- und Ackerböden bislang gemeldet: die genannten *P. decipiens* und *P. petterseni* sowie *Pseudosinella immaculata* (LIE-PETERSEN, 1896). Die obige Fundortkarte berücksichtigt nur im Freiland anzutreffende Taxa, Meldungen höhlenbewohnender Formen der Gattung im Gebiet siehe Kapitel III.

Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 43 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet; die Vorkommen der einzelnen Arten bedürfen noch der Bearbeitung nach aktueller Taxonomie |
| Gesamtfangzahl | 234 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 35, 115, 84 | Minimum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 50, Median 30, Max. 500 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,35 , Median 0,21 , Max. 3,03 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,3931 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,3757 | < 0,0001 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,3688 | 0,0001 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,3673 | 0,0001 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3496 | 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,3464 | 0,0001 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,3398 | 0,0002 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,3326 | 0,0003 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,3315 | 0,0003 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,3313 | 0,0003 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,3238 | 0,0004 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3216 | 0,0004 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,3152 | 0,0005 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,3143 | 0,0006 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3142 | 0,0006 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,3137 | 0,0006 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,3113 | 0,0006 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3062 | 0,0008 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,3245 | 0,0010 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,2993 | 0,0010 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2916 | 0,0014 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2877 | 0,0017 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | + 0,3058 | 0,0019 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2822 | 0,0019 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2821 | 0,0019 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,2791 | 0,0022 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2756 | 0,0025 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,2743 | 0,0026 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2737 | 0,0026 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2748 | 0,0028 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,2691 | 0,0031 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2676 | 0,0033 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2663 | 0,0034 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2652 | 0,0036 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | + 0,2598 | 0,0043 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,2558 | 0,0049 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2500 | 0,0060 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,2470 | 0,0066 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2449 | 0,0071 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2424 | 0,0077 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2442 | 0,0079 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2417 | 0,0079 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2341 | 0,0101 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2331 | 0,0112 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2231 | 0,0143 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,2092 | 0,0216 |

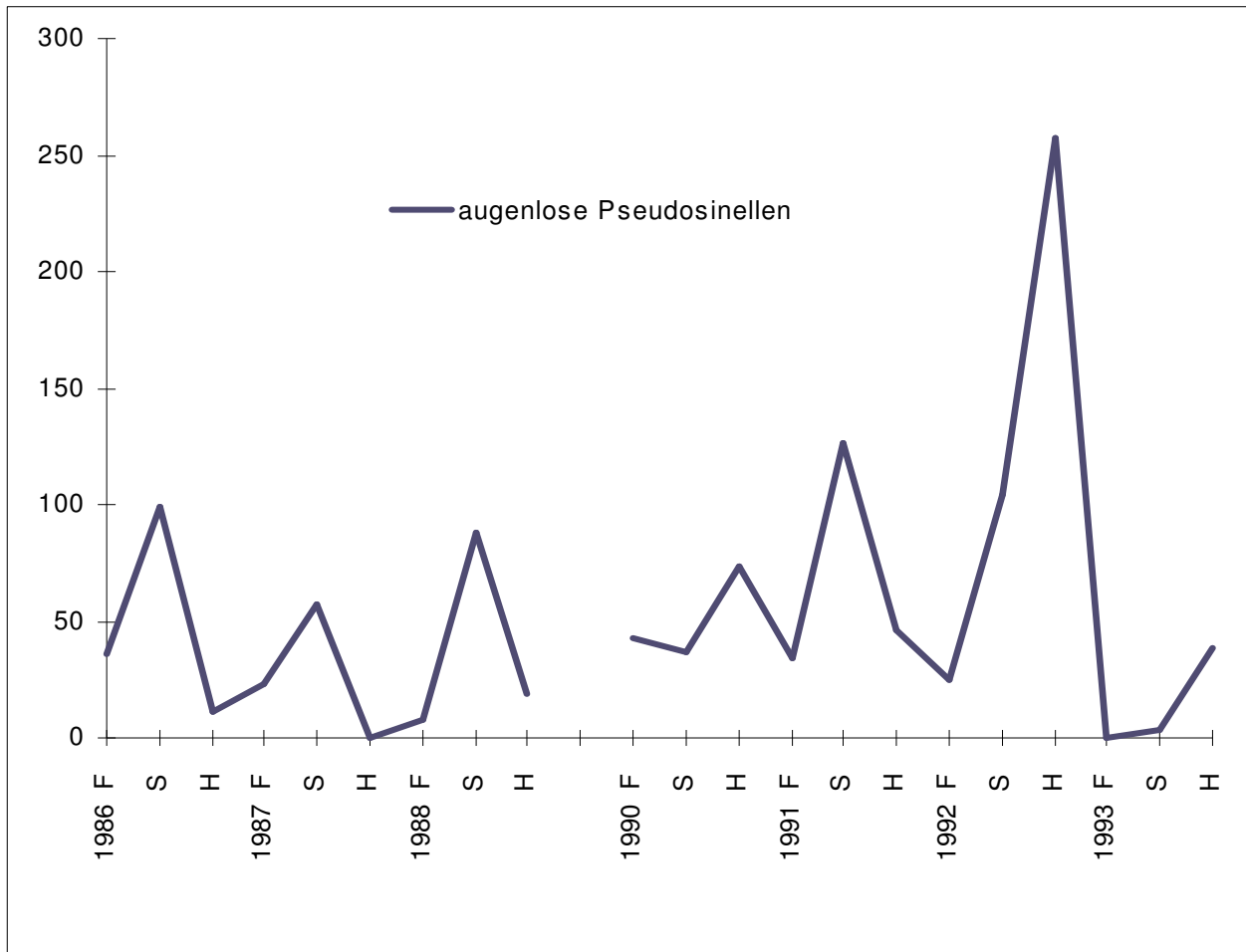
| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2090 | 0,0217 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2077 | 0,0225 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | - 0,2074 | 0,0227 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | + 0,2048 | 0,0258 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2020 | 0,0265 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1992 | 0,0302 |
| Zn austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,1964 | 0,0309 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,1939 | 0,0332 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | + 0,1931 | 0,0338 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,1837 | 0,0435 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1851 | 0,0440 |
| Zn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1835 | 0,0457 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 60 -500 Ind./m ² , n=11 |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 955 | 220 bis 810 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | 5x Pelosole verschiedener Ausprägung auf unterschiedlicher geologischer Basis, 4x Rendzinen und Terrae fuscae auf Muschelkalk oder Weißjura und 2x Parabraunerden aus Löss bzw. Moränenmergel |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente Laub- und (seltener) Mischwälder incl. Übergänge zu oligotraphenten Ausbildungen, 1x eutraphenter Nadelwald bzw. -forst (Tannen, Fichten) auf basenreichem Boden |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L- und F-Mull, organ. Auflage 1-3 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,6-15,3 %), sehr hohe bis (1x) mittlere H.qualität (C/N 6,9-15,2, C/P 29-117) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,8 - 7,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton | schluffiger Lehm, schluffig-toniger Lehm und lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyeder- und Polyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche bis mäßig basenarme, karbonatfreie (zumindest oberflächlich entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | nur Böden mit sehr hoher Säureelastizität, Ah-Horizont immer (sehr) stark durchwurzelt und mit groben Makroporen (d > 2 mm); frische bis feuchte Standorte (darunter ein nur mäßig frischer Standort ?); Jahresniederschlagssummen 650-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Alle Angaben sind genauso revisionsbedürftig wie die Taxonomie der Gruppe. *P. decipiens* bewohnt wahrscheinlich ein europäisches Areal von den klimatisch gemäßigten Teilen Schwedens bis ins Mittelmeergebiet, im Osten bis zum Neusiedler See (GISIN 1960a, BELLINGER et al. 1996-

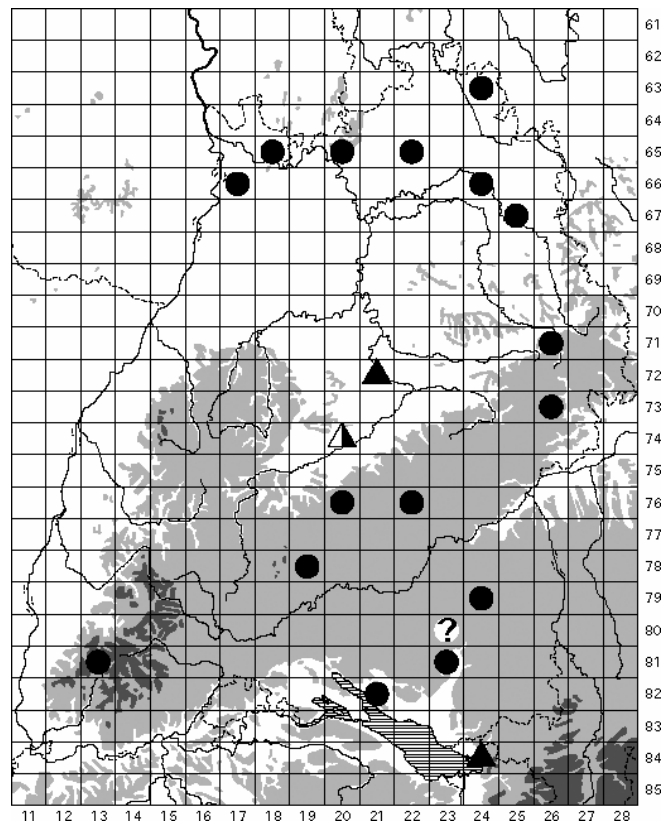
2003). Ähnlich soll auch das Vorkommen von *P. immaculata* aussehen: vom südlichen Norwegen bis Ungarn und Spanien (GISIN 1960a, FJELLBERG 1980). *P. petterseni* dagegen ist nach BELLINGER et al. (1996-2003) über das gemäßigte Europa und den Mittelmeerraum einerseits und über Indien und die sino-japanische Provinz andererseits verbreitet. Es gibt auch Meldungen aus der Nearktis und Neotropis, doch beziehen sich diese wohl auf andere Arten.



Mittlere Abundanz [Ind./m²] der augenlosen Pseudosinellen 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die Formen nachgewiesen sind. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Pseudosinella binocularata KSEMAN, 1935; HÜTHER, 1969

Syn. *Pseudosinella ksenemani* GISIN, 1944 (vgl. Taxonomie, unten)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|---|
| Frequenz (von 63) | 18 | vorwiegend Nachweise aus der östlichen Hälfte Baden-Württembergs, große Lücke im Raum Kraichgau–Rheinebene–Schwarzwald; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 63 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 15, 21, 27 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 35, Median 15, Max. 205 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,28 , Median 0,10 , Max. 1,24 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | | |
|--------------------|------------------|---|
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 40 -205 Ind./m ² , n=5 (incl. Fläche 1341 obwohl nur in zwei Jahren beprobt) |
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 290 bis 620 |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzina), oft mit mehr oder weniger stark ausgeprägtem tonreichem Horizont im Unterboden, aber keine Auenböden mit Grundwasserhorizont | lessivierte Braunerde aus pleistozänem Sand über Mergel (OSM), 2x schwach podsolige Braunerde (Granit und so), Parabraunerde aus Moränenmaterial sowie pseudovergleyter Braunerde-Pelosol (Lösslehm auf ku) |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und (seltener) Mischwälder | eu- und oligotraphente Buchenwaldgesellschaften submontaner und submontan-montaner Lagen (2x Asperulo-, 1x Elymo- und 2x Luzulo-Fageten) |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull bis Moder, organ. Auflage bis 9 cm, schwach bis stark humose Böden (Ah 1,7-7,6 %), bei sehr hoher bis geringer H.qualität (C/N 9,7-20,4, C/P 38-212, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,3 - 6,7 | 3,3 - 6,3 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton | vorwiegend Sand- und Schluffböden (Su, Us, Sl2, Sl3/Sl4), meist steinig, Einzelkorn-, Krümel- oder Subpolyedergefüge, sowie 1x schluffig-toniger Lehm, Polyedergefüge |
| Basen | vorwiegend basenreiche, selten basenarme, kalkreiche bis kalkarme Böden | basenarme und basenreiche, karbonatfreie (zumindest oberflächlich entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Pb mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | Ah-Horizonte immer gut durchwurzelt | Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt bei (sehr) geringer Lagerungsdichte; frische sowie frische bis feuchte Standorte, Fläche 1341 evtl. nur mäßig frisch; kein Nordhang; Jahresniederschlagssummen 750-1200 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-9,5°C |

Allgemeine Verbreitung:

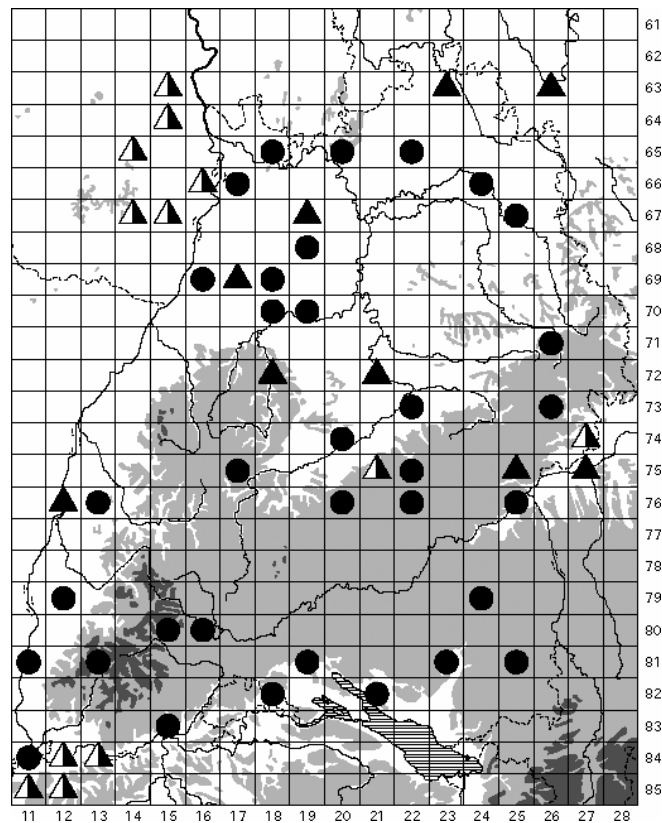
Wenig bekannt, offenbar beschränkt auf Europa. Es werden angegeben (GISIN 1960a, HÜTHER 1969): die ehemalige Tschechoslowakei (locus classicus in den Karpaten), Österreich und Deutschland (Lindenberg/Haardt, Tübingen, Würzburg). Außerdem sei die Art von Spanien gemeldet, was wohl identisch ist mit der Angabe über Vorkommen im Mittelmeerraum in SALMONS Verzeichnis (1964, nach DELAMARE-DEBOUTTEVILLE 1952). CHRISTIAN (1987) dagegen geht von einem mitteleuropäischen Areal aus.

Taxonomie:

Die Art wird aus Deutschland als *P. ksenemani* GISIN, 1944 gemeldet (BOCKEMÜHL 1956, HÜTHER 1969, SCHULZ et al. 2002). GISIN hielt *binoculata* für präoccupiert, was aber nicht zutrifft, und benannte KSENEMANS Art neu. So begründen CHRISTIANSEN et al. (1983) die Synonymie zu *P. binoculata* KSENEMAN, 1935. Die Chaetotaxie von KSENEMANS *binoculata* ist nicht bekannt, weshalb CHRISTIANSEN et al. (l.c.) alle Meldungen für unsicher erklären. HÜTHER gab 1969 jedoch eine detaillierte Wiederbeschreibung nach zwei Exemplaren aus Lindenberg in der Pfalz

(unter dem Namen *P. ksenemani* GISIN, 1944). Dabei dürfte es sich um dieselbe Art handeln, die auch auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen auftritt.

Pseudosinella alba (PACKARD, 1873)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--|
| Frequenz (von 63) | 36 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, einige Lücken bedürfen noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 415 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 102, 126, 187 | Maximum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 100, Median 60, Max. 470 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,71 , Median 0,41 , Max. 2,84 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,3303 | 0,0003 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,3066 | 0,0008 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2984 | 0,0010 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2812 | 0,0022 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,2738 | 0,0026 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2626 | 0,0039 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2563 | 0,0049 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2504 | 0,0064 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,2392 | 0,0086 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2375 | 0,0091 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2351 | 0,0098 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2304 | 0,0114 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,2260 | 0,0130 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,2175 | 0,0169 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2153 | 0,0191 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2126 | 0,0195 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,2115 | 0,0201 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,2053 | 0,0241 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,2053 | 0,0241 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2039 | 0,0251 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | + 0,2002 | 0,0279 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,2010 | 0,0287 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,1956 | 0,0316 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,1936 | 0,0335 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1908 | 0,0361 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1901 | 0,0367 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1901 | 0,0367 |
| Deckungsgrad der Krautschicht | 57 | - 0,1901 | 0,0368 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1895 | 0,0374 |
| Na gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1834 | 0,0459 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,1826 | 0,0469 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1814 | 0,0484 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,1791 | 0,0492 |

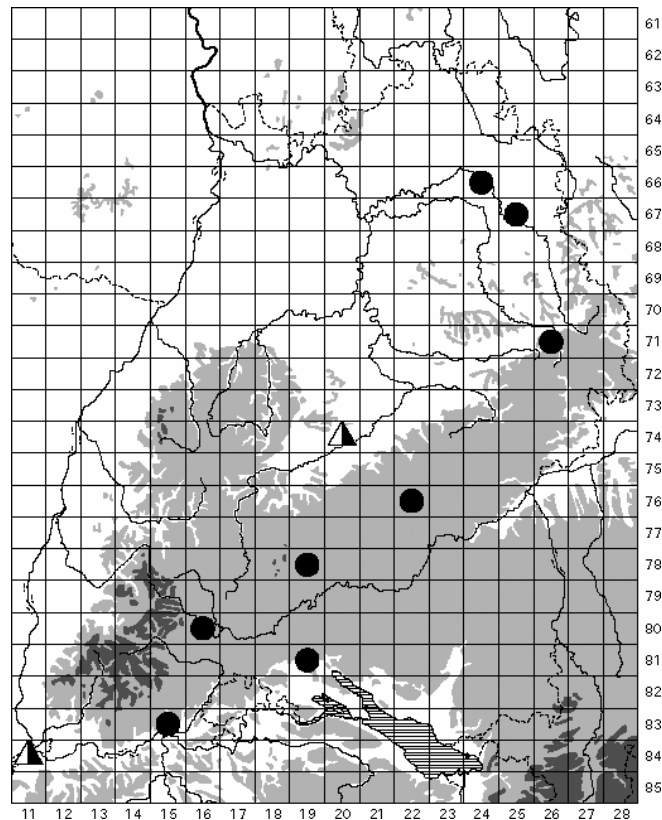
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 140 -470 Ind./m ² , n=10 (incl. Fläche 1292 im Kraichgau obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 100 bis 755 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina-Terra fusca aus Mergelkalkstein und Auenrendzina-Auengley bis zur schwach podsoligen Braunerde aus Niederterrassen-sanden), nicht aber auf Granit oder Gneis |
| Vegetation | meist eutraphente und oligotraphente Laub- und Mischwälder sowie 1x eutraphenter und 1x oligotraphenter Nadelwald | vorwiegend eutraphente Laub- und Mischwälder der planaren bis submontanen Stufe, auch Auenwälder, 2x oligotraphente Buchenwälder (Luzulo-Fageten) der panaren und submontanen Stufe und 1x eutraphenter Nadelwald bzw. -forst (Tannen, Fichten) der submontanen bis montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und (1x) Moder, mittel, stark und (1x) sehr stark humose Böden (Ah 2,4-11 %), sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 5,1-17, C/P 38-157) |
| pH (Ah) | 3,3 - 7,2 | 3,3 - 7,2 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | 2x anlehmiger Sand, 3x schluffiger Lehm, 2x tonig-schluffiger Lehm und 3x lehmiger Ton |

| | | |
|---------------|---|---|
| Basen | basenreiche und (seltener) basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche (7x) und basenarme (3x), karbonatreiche (2x) bis karbonatfreie (entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | vorwiegend auf ebenen oder südexponierten Flächen, nicht bei Nordexposition; frische bis feuchte Standorte, nur vereinzelt Anzeichen für sommerliche Trockenheit; Jahresniederschlagssummen 500-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut BELLINGER et al. (1996-2003) in großen Teilen der Holarktis (ausgenommen die sibirische und die sino-japanische Region) und darüber hinaus in Mittelamerika bis ins nördliche Südamerika, auf den atlantischen Inseln Ascencion und St. Helena, in Teilen Afrikas südlich der Sahara (Kap, ostafrikanische Steppen) sowie in Neuseeland (eingeschleppt ?). CHRISTIAN (1987) gibt das Areal von *P. alba* nur als holarktisch an. Nach GISIN (1960a) bewohnt die Art ganz Europa mit Ausnahme der arktischen Gebiete und bevorzugt die tieferen Lagen.

Pseudosinella cf. octopunctata BÖRNER, 1901



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 8 | in einem schmalen Gürtel von den Muschelkalkebenen an der Jagst über die Schwäbische Alb (einschl. Vorland und Spitzberg) bis ins Wutachgebiet; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 19 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 7, 10, 2 | Minimum im Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 20, Median 20, Max. 40 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,12, Median 0,12, Max. 0,30 | |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2963 | 0,0011 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2907 | 0,0014 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,2834 | 0,0019 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2791 | 0,0022 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2514 | 0,0062 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,2484 | 0,0069 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2425 | 0,0077 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2355 | 0,0097 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2290 | 0,0119 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,2223 | 0,0146 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2195 | 0,0159 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2108 | 0,0205 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2078 | 0,0224 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2009 | 0,0273 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1985 | 0,0292 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1959 | 0,0314 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,1959 | 0,0314 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,1957 | 0,0315 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1935 | 0,0335 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,1927 | 0,0343 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,1899 | 0,0369 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,1872 | 0,0397 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1879 | 0,0408 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,1857 | 0,0413 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,1815 | 0,0462 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1812 | 0,0465 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanz auf Fläche 1300 Kocher-Jagst-Ebenen, 40 Ind./m ² Fläche 1100 Hegaualb, 25 Ind./m ² Fläche 1120 Hohe Schwabenalb, 25 Ind./m ² |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 330 bis 900 | 330, 600, 900 |
| Bodentyp / Geologie | Rendzina und Terraes fuscae aus Karbonatgesteinen (4x), Para- | - flachgründige Terra fusca aus Mergelkalkstein des Oberen Muschelkalks, |

| | | |
|----------------------|--|--|
| | braunerden und pseudovergleyte Pelosol-Braunerde / Braunerde-Pelosol | - tiefgründige Parabraunerde aus mergeligem Grundmoränenmaterial der Würmeiszeit, - flachgründige Rendzina aus Kalkstein des Oberen Jura (Hangschutt, Malm epsilon) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften (Carici-, Elymo- und Asperulo-Fageten), in montanen Lagen auch mit Nadelholzanteil, 1x forstlich geformter Nadelwald auf Kalk-Buchenwald-Standort | - eutraphenter Buchenwald (sehr artenreiches Carici-Fagetum) mit lückiger Krautschicht, - eutraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum), Krautschicht heterogen, - eutraphenter Tannen-Buchenwald (artenreiches Elymo-Fagetum) mit Fichten und gut entwickelter Krautschicht |
| Humus | L-Mull und F-Mull | - F-Mull, Humusgehalt Ah: 9,5 %, C/N 14,5, C/P 62, in den beiden übrigen Fällen: - F-Mull und L-Mull, Humusgehalte Ah: 4 bzw. 14,3 %, C/N 9 und 9,5, C/P 66 und 51 |
| pH (Ah) | 3,8 - 6,7 | 5,1 , 4,0 und 6,7 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmgiger Sand bis lehmiger Ton | - lehmiger Ton, Subpolyedergefüge im 4 cm mächtigen Ah, darunter im Cv-T Polyedergefüge (stark steinig), Profil in beiden Horizonten mit Regenwurmgängen, - auf 1100 und 1120: schluffiger Lehm, stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen |
| Basen | basenreiche bis mäßig basenarme, karbonathaltige und entkalkte Böden | - basenreicher, oberflächlich entkalkter Boden, - mäßig basenhaltig, tiefgründig entkalkt, - basenreicher Boden (Ca stark überwiegend), Feinerde karbonatarm, Kalkgrus, stets sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | | Überschreitungen der Hintergrundwerte von - Cu in der organ. Auflage und Cd mob. im Ah, - keine, - Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | | - 1300 mäßig frisch bis (wechsel-) frisch, - 1100 und 1120 frisch bis mäßig feucht |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte stark bis sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer bis mittlerer Lagerungsdichte; Exposition: Süd, Plateau und Ost; Jahresniederschlagssummen 800-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-8 °C, für die Hohe Schwabenalb nur 4,5-6,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Laut BELLINGER et al. (1996-2003) fast in der gesamten Holarktis und darüber hinaus bis Mittelamerika oder ins nördliche Südamerika, über Südostasien und den malaiischen Archipel, in Teilen Afrikas südlich der Sahara (ostafrikanische Steppen, Südafrika) sowie auf Hawaii. CHRISTIAN (1987) dagegen gibt als Areal von *P. octopunctata* Nord- und Mitteleuropa, Südafrika und Amerika an. Nach GISIN (1960a) und SALMON (1964) ist die Art bekannt aus ganz Europa (von Lappland bis Italien, von der Ukraine bis Portugal), Nordafrika (Algerien, Libyen, Ägypten und Äthiopien) sowie aus dem Libanon und Palästina. In Europa scheint das Hauptareal in südlichen, wärmeren Gebieten zu liegen, nach Nordeuropa nimmt die Zahl der Nachweise ab. FJELLBERG (1980) zum Beispiel kann für Norwegen nur eine Meldung aus dem Jahr 1906 zitieren.

Biologie und Ökologie:

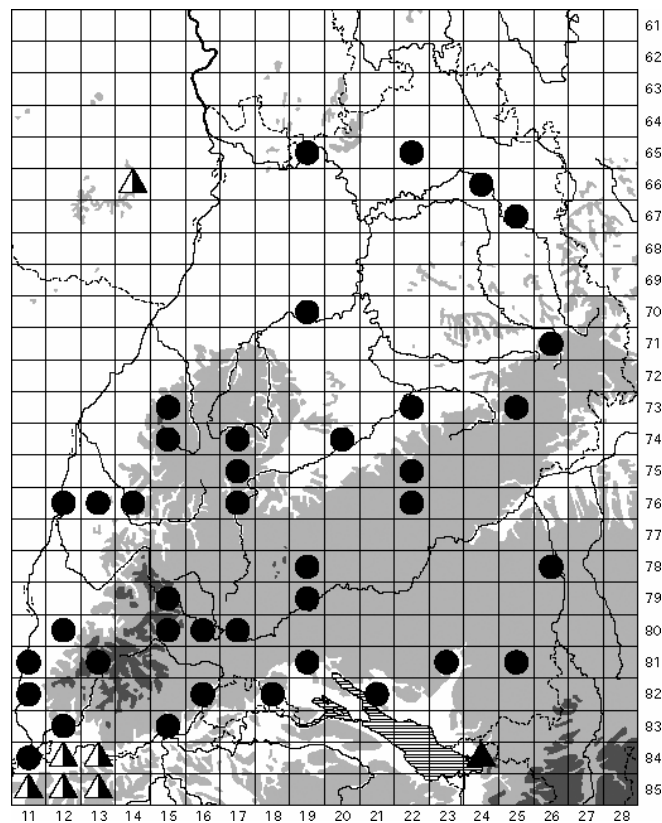
Pseudosinella octopunctata bewohnt vorwiegend Wälder oder kleinere Gehölze aber auch offene Habitate. Man findet die Tiere am oder im Boden unter Steinen oder Holz, in Laub- und (selten) Nadelstreu, in Humuserde, in Hummelnestern, in Holzmull sowie an bzw. in alten Pilzfruchtkörpern. Auch in Höhlen wurde die Art angetroffen. Sie tritt stets in niederen Abundanzen auf, oft werden nur Einzelexemplare gefangen. In unserem Gebiet bevorzugt *Pseudosinella octopunctata* eutraphente Laubwaldgesellschaften und Mullhumus und scheint besonders in Landschaften mit basenreichen, kalkhaltigen Gesteinen vorzukommen. Es sei an dieser Stelle auf die Ähnlichkeit mit der Verbreitung von *Hypogastrura purpurescens* (LUBBOCK, 1868) hingewiesen. Allerdings genügt die geringe Zahl der Fundorte nicht für eine gesicherte Aussage. Nach GISIN (zit. in BOCKEMÜHL 1956) ist sie in warmen Biotopen um Genf häufig. Eine Präferenz für wärmere Gebiete deutet auch ihre geographische Verbreitung an. Auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen ist die höchste Abundanz an einem mäßig warmen Standort (Fläche 1300) festzustellen, andererseits bestehen negative Korrelationen zu den Jahresmitteltemperaturen der Naturräume.

Taxonomie:

Pseudosinellen mit 4+4 (aberrant auch 4+5) Ocellen wurden in den schriftlichen Jahresberichten des Ökologischen Wirkungskatasters zum Teil als *P. octopunctata* ausgewiesen, in der Datenbank der Landesanstalt für Umweltschutz erscheinen sie aber nur als „*Pseudosinella* 4+4“. Aus Deutschland ist neben *P. octopunctata* keine weitere Art mit 4+4 Ocellen bekannt (SCHULZ et al. 2002). In Europa kommen laut CHRISTIANSEN et al. (1983) mehrere Formen mit derselben Ocellenzahl vor, es scheint sich bei diesen jedoch ausschließlich um Höhlenbewohner zu handeln (mit Ausnahme von *P. picta* (BÖRNER, 1903), einer species inquirenda).

Pseudosinella cf. huetheri STOMP, 1971

Syn. *Pseudosinella wahlgreni* (BÖRNER, 1907) auctorum p.p.



Auch GISIN (1960a) meldet *P. wahlgreni* aus dem Schwarzwald, allerdings ohne Ortsangabe.

Ergebnisse:

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 41 | vielleicht in ganz Baden-Württemberg verbreitet, höchste Rasterfrequenz im Südwesten; vor allem die Lücke vom Kraichgau bis in die nördliche Oberrheinebene müsste noch überprüft werden |
| Gesamtfangzahl | 781 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 134, 293, 354 | Minimum im Frühling, Anstieg zum Herbst |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 180, Median 100, Max. 850 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,1 , Median 0,7 , Max. 6,7 | |

Von insgesamt 781 Pseudosinellen mit 5+5 Ocellen wurden 22 (aus den Fängen von 1987) bis zur Art determiniert. Festgestellt wurde nur *Pseudosinella huetheri*, und zwar auf sieben Wald-Dauerbeobachtungsflächen. In den Listen von 1985 ist noch *P. wahlgreni* (BÖRNER, 1907) verzeichnet, wobei es sich um eine species inquirenda handelt (Revision durch STOMP 1971). In Deutschland ist außer *P. huetheri* keine weitere Art mit 5+5 Ocellen nachgewiesen (SCHULZ et al. 2002). Bei Exemplaren, die in den Listen als „*Pseudosinella* 5+5 (*octopunctata*)“ eingetragen

sind, handelte es sich um asymmetrische Tiere mit 4+5 Ocellen (mündl. Mitteilung Dr. SCHICK). Sie werden unter *P. cf. octopunctata* behandelt.

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,3605 | 0,0001 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,3546 | 0,0001 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,3332 | 0,0003 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,3300 | 0,0003 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,3129 | 0,0006 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,3113 | 0,0006 |
| Mittel der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2934 | 0,0013 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2918 | 0,0013 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2769 | 0,0023 |
| Mittel der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2521 | 0,0056 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2250 | 0,0143 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2208 | 0,0153 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2183 | 0,0165 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | + 0,2007 | 0,0289 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,1961 | 0,0312 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,1938 | 0,0332 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,1935 | 0,0335 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1908 | 0,0360 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,1889 | 0,0379 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2036 | 0,0390 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,1876 | 0,0393 |
| Hangneigung | 57 | + 0,1860 | 0,0410 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,1822 | 0,0453 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,1818 | 0,0458 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,1816 | 0,0460 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,1806 | 0,0472 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | - 0,1785 | 0,0499 |

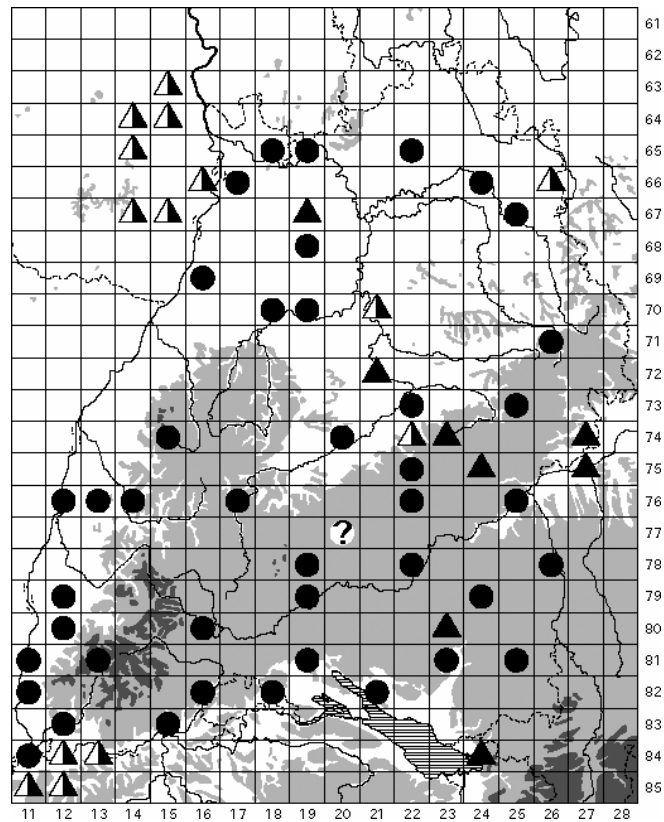
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 240 -850 Ind./m ² , n=10 |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 1260 | 465 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden und Parabraunerden bis Rendzinen, auch Auenrendzina, sowie 1x podsoliger Ranker) | 5x Rendzinen und Terrae fuscae aus Muschelkalk und Weißjura, 2x pseudovergleyte Braunerde und Parabraunerde auf OSM und Lias, Parabraunerde auf Würmmoräne sowie 2x podsolige Braunerde aus Gneis bzw. aus Granit |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente, nur 2x oligotraphente Laub- und Mischwälder submontaner und montaner Lagen (Carici-, Elymo-, Asperulo- und Luzulo-Fageten) und 1x fast reiner Nadelwald (Luzulo-Abietetum) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder (7x F-Mull), organ. Auflage bis 14 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,8-15,3 %), sehr hohe bis sehr geringe Humusqualität (C/N 6,9-28,4, C/P 36-145) |

| | | |
|---------------|---|---|
| pH (Ah) | 3,1 - 7,1 | 3,1 - 7,0 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | anlehmiger und lehmiger Sand, schluffiger und toniger Lehm, lehmiger Ton, Böden oft sehr steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden | basenreiche und basenarme Böden, karbonathaltig im Ah-Horizont bis karbonatfrei |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd ges., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte stark oder sehr stark durchwurzelt bei geringer oder sehr geringer Lagerungsdichte; die Standorte sind mäßig frisch, 1x mit längeren sommerlichen Trockenperioden, frisch und frisch bis feucht oder wechselfeucht; Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Über die Verbreitung von *P. huetheri* ist bislang wenig bekannt. STOMP (1971) nennt folgende Fundorte: Berdorf in Luxemburg, Zweibrücken und Lindenberg/Haardt in Rheinland-Pfalz sowie die Umgebung von Basel in der Schweiz. Hinzu kommt nach CHRISTIAN (1987) Lunz am See in Niederösterreich. Die baden-württembergischen Funde ergänzen das Bild eines west-mittel-europäischen Areals. Allerdings sind sicherlich viele Melungen von *P. wahlgreni* (BÖRNER, 1907) auf *P. huetheri* zu beziehen, und die Verbreitung der Art könnte sich in der Zukunft als weiter herausstellen.

Heteromurus nitidus (TEMPLETON, 1835)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---|--------------------------------------|
| Frequenz (von 63) | 45 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 361 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 66, 166, 129 | Minimum im Frühling |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 80, Median 60, Max. 380 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,57 , Median 0,26 , Max. 2,45 | |

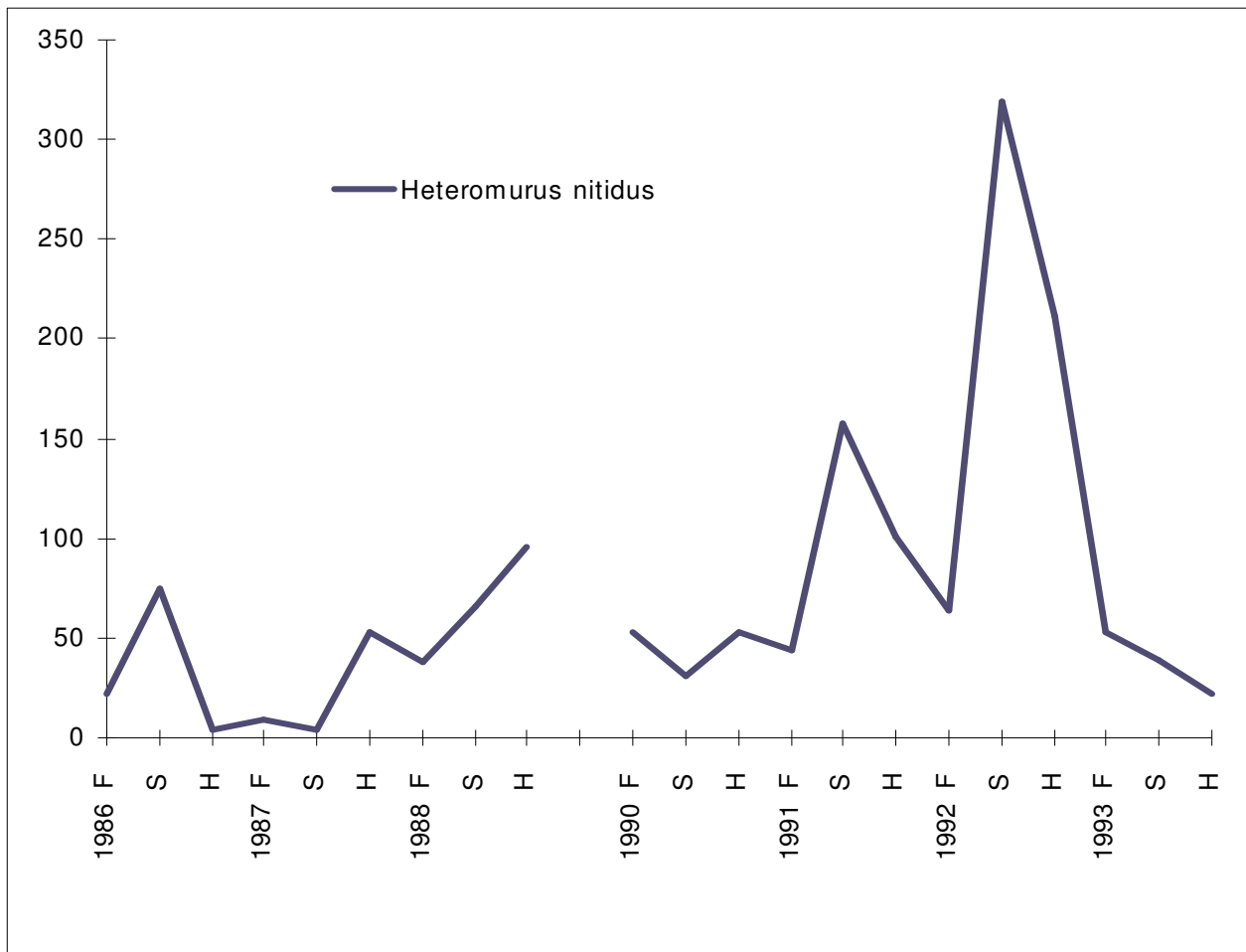
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,4332 | < 0,0001 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,4097 | < 0,0001 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,3909 | < 0,0001 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,3792 | < 0,0001 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,3772 | < 0,0001 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,3807 | < 0,0001 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,3662 | 0,0001 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,3631 | 0,0001 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,3513 | 0,0001 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,3471 | 0,0001 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,3456 | 0,0002 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,3384 | 0,0002 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3330 | 0,0003 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,3232 | 0,0004 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,3229 | 0,0004 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,3166 | 0,0005 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3114 | 0,0006 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,3103 | 0,0007 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,3344 | 0,0007 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,3083 | 0,0007 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,2980 | 0,0011 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2952 | 0,0012 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2932 | 0,0013 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2935 | 0,0014 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2908 | 0,0014 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2880 | 0,0016 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2867 | 0,0016 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2826 | 0,0019 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2800 | 0,0023 |
| Na austauschbar im Ah | 57 | + 0,2771 | 0,0023 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2763 | 0,0024 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2736 | 0,0026 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2732 | 0,0027 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2729 | 0,0027 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,2719 | 0,0028 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2658 | 0,0035 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | - 0,2595 | 0,0044 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,2588 | 0,0045 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2557 | 0,0050 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2548 | 0,0051 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2515 | 0,0057 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2447 | 0,0072 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2424 | 0,0077 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,2387 | 0,0087 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2295 | 0,0117 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2293 | 0,0117 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2270 | 0,0126 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,2151 | 0,0181 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,2139 | 0,0188 |
| Pb gesamt im Ah | 57 | + 0,2080 | 0,0223 |
| mittlere Feuchtezahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1937 | 0,0334 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1806 | 0,0473 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 110 -380 Ind./m ² , n=11 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 220 bis 755 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | Böden mit Tonhorizont (Terrae fuscae, Pelosole, zwei Parabraunerden, eine pseudovergleyte Braunerde), daneben 1x Pararendzina aus Löss (evtl. ehemaliger Rigosol > Weinbau), geologische Basis: Mergel verschiedener Genese, Kalkstein, Löss und sandiger Lehm einer Moräne |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laub- und Mischwälder bis in die montane Höhenstufe, nur 1x Nadelforst (Tanne, Fichte auf basenreichem Boden), i.d.R. mit gut ausgebildeter Krautschicht (nur 1x Kr. spärlich) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull und F-Mull, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,6-16 %), i.d.R. sehr hohe bis mittlere H.qualität (C/N 8-16,5, C/P 16-117), Ausnahmen: C/N 25,3 und C/P 273 (> 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,5 - 7,2 |
| Bodenart | lehmiger Sand bis Ton | lehmiger Schluff und schluffiger Lehm bis Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | fast ausschl. basenreiche, karbonatreiche bis (im Oberboden) karbonatfreie Böden, nur 1x basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | im Ah-Horizont meist grobe Makroporen (d > 2 mm), bis auf eine Fläche: dort Streuauflage von 4 cm, Durchwurzelungsintensität im Ah immer (sehr) hoch; vorw. frische bis feuchte Standorte, nur im Kaiserstuhl ein mäßig frischer bis mäßig trockener Standort; Jahresniederschlagssummen 550-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

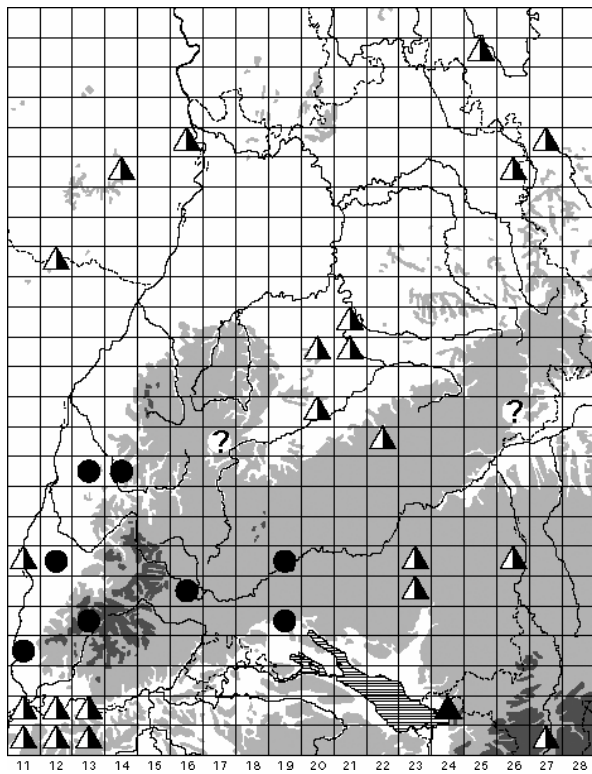
Primär wohl holarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) bekannt aus weiten Teilen Europas, aus Nordamerika, Mittelamerika und Neuseeland (eingeschleppt ?). Aus arktisch-subarktischen Breiten gibt es keine Nachweise. In der Paläarktis ist das Areal der Art offenbar auf Europa beschränkt, von wo die Art aber aus fast allen Ländern gemeldet wurde (SALMON 1964). Die Vorkommen reichen von Skandinavien (laut GISIN 1960a ohne den hohen Norden) bis in die Ukraine (Kiew, Charkow), über Rumänien, Bulgarien und das ehemalige Jugoslawien ins Mittelmeergebiet, westlich bis Portugal und auf die atlantischen Inseln, über Irland und Schottland wiederum bis in den Süden Norwegens (FJELLBERG 1980). Auch aus Algerien und Marokko ist *H. nitidus* gemeldet worden. Aus dem europäischen Teil Russlands sind dagegen in der ausgewerteten Literatur keine Funde vermerkt.



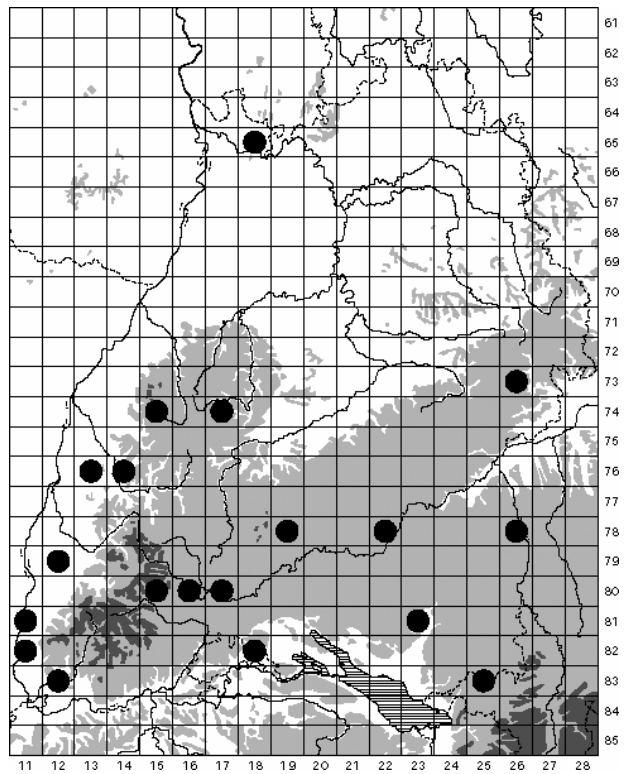
Mittlere Abundanz [Ind./m²] von *Heteromurus nitidus* 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Orchesella flavescens (BOURLET, 1839)

Syn. *Orchesella rufescens* LUBBOCK, 1862



Orchesella flavescens



juvenile Orchesellen

Ergebnisse:

135 juvenile Tiere der Gattung *Orchesella* konnten nicht bis zur Art determiniert werden. Die meisten traten im Sommer auf (F 6, S 114, H 15). Zahlen in eckiger Klammer [] bezeichnen Angaben für die Summe aus determinierten und juvenilen Tieren. In Baden-Württemberg sind bislang neben *O. flavescens* nachgewiesen worden: *Orchesella alticola* UZEL, 1891, *Orchesella bifasciata* NICOLET, 1842, *Orchesella cincta* (LINNAEUS, 1758), *Orchesella quinquefasciata* (BOURLET, 1842) und *Orchesella villosa* (GEOFFROY, 1762).

| | | |
|----------------------|-------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 8 [22] | Artnachweise aus allen großen Naturräumen, juvenile Orchesellen vorwiegend aus der südlichen Landeshälfte; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 163 [298] | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 100, 35, 28 [106, 149, 43] | Frühlingsmaximum, unter Einschluss der juvenilen Orchesellen Sommermaximum und Herbstminimum |

| | |
|--|--|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 210 [140], Median 190 [30], Max. 460 [800] |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,53 [0,88], Median 1,02 [0,18], Max. 4,98 [5,31] |

Unter alleiniger Berücksichtigung der determinierten Tiere gilt: Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

Nach Hinzunahme der juvenilen Orchesellen ergeben sich folgende Resultate:

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,3267 | 0,0003 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,3115 | 0,0006 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2239 | 0,0139 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2182 | 0,0165 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2166 | 0,0173 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2132 | 0,0192 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,2038 | 0,0252 |
| Mg-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1985 | 0,0292 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | + 0,1940 | 0,0330 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1883 | 0,0405 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1808 | 0,0470 |

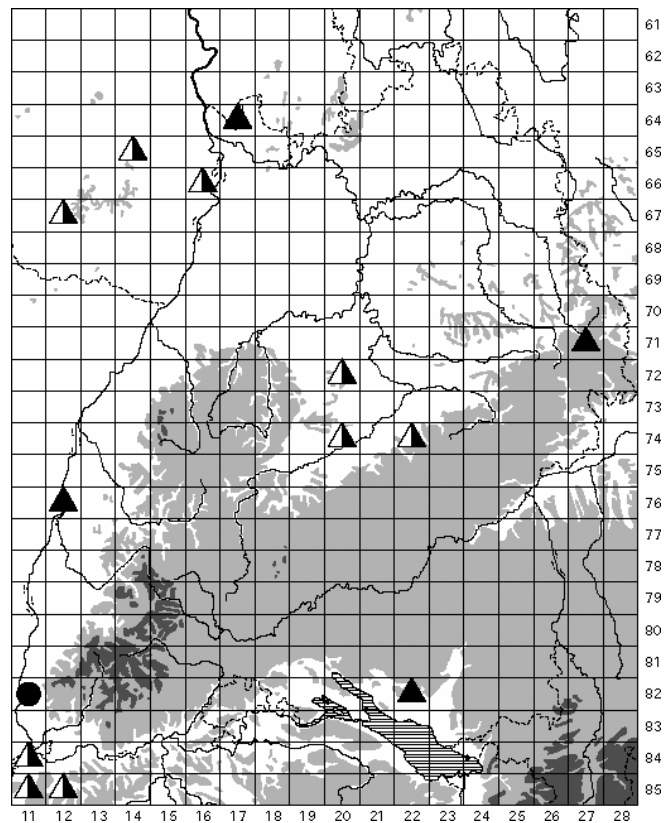
| | Vorkommen [Angaben in Klammern unter Einbeziehung der juvenilen Orchesellen] | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1470 Lahr-Emmerdinger Vorberge, 410 Ind./m ² Fläche 1450 Kaiserstuhl, 460 Ind./m ² [mit Juvenilen n=5, 200-800 Ind./m ² , vom Schwarzwald bis in die Vorbergzone und den Kaiserstuhl] |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 245 [210] bis 1260 | 245 und 310 [245 bis 760] |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerde, auch podsolig, bis Rendzina-Terra fusca und Pararendzina) [verschieden (Braunerde, auch podsolig, bis Rendzina und Auenrendzina)] | - sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss, Ah-Horizont nur 4 cm mächtig, darunter Al - mittelgründige Pararendzina aus Löss über vulkanischem Gestein, unter 9 cm Ah1 ein (R-)Ah2 von 40 cm, ehemaliger Rigisol ? [von Pararendzina aus Löss über Parabraunerde bis zur podsoligen Braunerde aus Gneis oder Granit] |
| Vegetation | eutraphente und oligotraphente Laub- und Mischwälder sowie ein eutraphenter Fichten-/Tannenforst auf basenreichem Boden | - oligotraphenter Buchenwald der collinen Stufe (artenarmes Luzulo-Fagetum), keine Strauchschicht, die lückige Krautschicht beherrscht von <i>Luzula sylvatica</i> - eutraphenter Buchenwald colliner bis submontaner Lage (fragmentarisches Carici-Fagetum), kaum eine Strauchschicht, mächtigste Art der schwach entwi- |

| | | |
|----------------------|---|---|
| | [eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften] | ckelten Krautschicht ist <i>Convallaria majalis</i> [eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften der collinen bis montanen Stufe] |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder [ebenso] | - F-Mull, Humusgehalt Ah 7,9 %, C/N 18,5, C/P 145 - F-Mull, Humusgehalt Ah 6,2 %, C/N 8, C/P 52 [F-Mull bis rohhumusartiger Moder, Humusgehalt Ah 4-12 %, C/N 8-28,4, C/P 52-145] |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 [3,0 - 7,2] | 3,6 und 7,2 [3,1 - 7,2] |
| Bodenart, Gefügeform | [Schluff und] anlehmiger Sand bis lehmiger Ton | schluffiger Lehm, Krümelgefüge (beide) [2x (an)lehmiger Sand, sehr steinig, und 3x schluffiger Lehm, Einzelkorn- bzw. Krümelgefüge] |
| Basen | vorwiegend basenreiche aber auch basenarme, kalkreiche wie kalkfreie Böden [basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden] | - mäßig basenarmer, tiefgründig entkalkter Boden - basenreicher (besonders Ca und Mg), karbonatreicher Boden [basenreiche und basenarme, karbonatreiche und karbonatfreie Böden] |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. im Ah-Horizont (Fläche 1470) [Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage] |
| Sonstiges | Ah-Horizonte stark bis sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer oder geringer Lagerungsdichte [z.T. nur mittlere Durchwurzelungsintensität oder auch ohne grobe Makroporen] | - Fläche 1470: frisch oder zumindest mäßig frisch - Fläche 1450: mäßig frisch, wahrscheinlich sommerliche Trockenperioden Jahresniederschlagssummen 550-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 9-10 °C [frische Standorte bis mäßig frische mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C] |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; nach Angaben in GISIN (1960a) und SALMON (1964) weit verbreitet in Europa bis nach Sibirien. Meldungen aus Nordamerika scheinen nicht auf diese Art zuzutreffen (BELLINGER et al. 1996-2003). In Europa reicht das Areal von Skandinavien (einschl. Lappland) über den Osten bis in die Ukraine, im Süden über Rumänien, Ungarn und das ehemalige Jugoslawien nach Italien, Südfrankreich und Spanien (?). Im Westen werden Irland und England erreicht. Unsicher ist die Grenze sowohl im Norden (Südnorwegen laut FJELLBERG 1980, andererseits Nordfinnland) und im Süden (wie weit reichen die Vorkommen ins Mittelmeergebiet ?). In Mitteleuropa dürfte *O. flavescens* durchgehend verbreitet sein.

Cyphoderus albinus NICOLET, 1842



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | bis auf den Schwarzwald aus allen großen Naturräumen des Landes bekannt; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf gleichwohl weiterer Nachforschung |
| Gesamtfangzahl | 1 | mit Bodenproben schwer zu erfassen, da myrmecophil |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 1 | nur im Herbst 1990 |

Fläche 1430

Höhe ü. NN [m] 440
 Höhenstufe, Exposition collin, Süd, Hangneigung 10 %
 Geologie / Bodentyp Übergangstyp von Parabraunerde zu Braunerde, mittelgründig, über fossilem T-Horizont auf Tonmergel des Weißen Jura (stellenweise Löss- oder Lösslehmüberdeckung)
 Vegetation eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum) mit forstlichem Lärchen- und Kiefernanteil, faziesbildend junger Bergahorn, danach als mächtigste Arten der Krautschicht *Oxalis acetosella* und *Anemone nemorosa* (nur im Frühling)
 Humus F-Mull, Humusgehalt Ah: 4,1 %, C/N 10,7, C/P 96
 pH (Ah) 5,1
 Bodenart, Gefügeform schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen

| | |
|---------------|---|
| Basen | basenreicher, tiefgründig entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Cd mob. im Ah- und im Bv-Al-Horizont sowie von Zn ges. nur im Bv-Al |
| Feuchte | frischer Standort |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte, keine Angaben zur Nähe von Ameisennestern; hangabwärts in Ortsnähe Weinberge |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 700-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

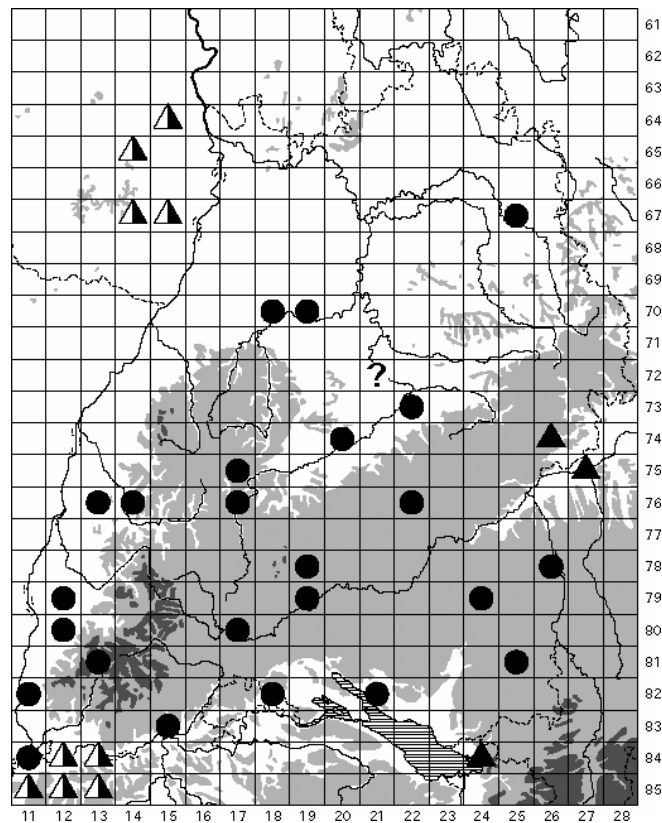
BELLINGER et al. (1996-2003) geben an: Europa ohne die arktisch-subarktischen Breiten aber inklusive des Mittelmeergebietes und der vorgelagerten Inseln im Atlanik (Azoren bis Kapverden), dazu Sibirien (wiederum abgesehen vom arktisch-subarktischen Norden) sowie (scheinbar isoliert vom übrigen Areal) Indien. Bei von SALMON (1964) zitierten Meldungen aus Nordamerika (Vereinigte Staaten), Südamerika (Argentinien), Westafrika (Sierra Leone) und Mikronesien (Marianen) handelt es sich sehr wahrscheinlich um andere Arten. Eine Revision steht aber noch aus. In Europa ist *C. albinus* weit verbreitet. Das Areal reicht von Irland über Norwegen bis Mittelfinnland, im Süden von der Ukraine über Italien bis Nordafrika, außerdem bis in den Libanon (GISIN 1960a, SALMON 1964).

Biologie und Ökologie:

Cyphoderus albinus wird meist in Nestern verschiedener Ameisenarten oder in deren Nähe angetroffen, sowohl auf Wiesen als auch in Wäldern, besonders an trockeneren Standorten. Er gilt als myrmecophil und thermophil. Viele Fundstellen im Gebiet liegen in Regionen mit Weinbauklima. Für Baden-Württemberg macht BOCKEMÜHL (1956) die detailliertesten Angaben zur Autökologie: Er fand die Art am Südhang des Spitzbergs bei Tübingen im Weinberg, im Mesobrometum sowie im lichten Kiefern- und Eichenwald in neun Streu- und Bodenproben in Gesellschaft mit Ameisen, außerdem fünfmal in Ameisennestern unter Steinen. Das Substrat war stets frisch bis feucht, die Bodentemperaturen lagen zwischen 6 und 14 °C. BOCKEMÜHL vermutet eine Bindung an einen engen Temperaturbereich. Er fand *C. albinus* z.B. im Monat Mai in einer Probe nur in 12 bis 18 cm Tiefe, während in der obersten Lage 26 °C herrschten. Die Art tritt ganzjährig auf. Man trifft sie einzeln oder zu mehreren an.

In alten Arbeiten, vor allem aus dem 19. Jahrhundert, werden verschiedentlich Vorkommen in Höhlen gemeldet (in Baden-Württemberg z.B. aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach (zit. in DOBAT 1975)). Hierbei könnte es sich jedoch auch um andere pigmentlose Entomobryomorpha handeln.

Oncopodura crassicornis SHOEBOTHAM, 1911



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-------------|---|
| Frequenz (von 63) | 25 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet, doch aus der Nordhälfte des Landes nur wenige Nachweise; das Vorkommen der Art bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 218 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 50, 52, 116 | Maximum im Herbst, geht auf den Fang von 46 Ex. von Fläche 1450 am Kaiserstuhl 1992 zurück. |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 80, Median 40, Max. 850 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,65 , Median 0,26 , Max. 9,19 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,3275 | 0,0003 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,3196 | 0,0004 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2828 | 0,0019 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,2802 | 0,0021 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,2782 | 0,0022 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2679 | 0,0032 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2674 | 0,0036 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2651 | 0,0036 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2642 | 0,0037 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,2620 | 0,0040 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2603 | 0,0042 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2576 | 0,0047 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2573 | 0,0047 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2573 | 0,0047 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2543 | 0,0052 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2522 | 0,0060 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2456 | 0,0070 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2422 | 0,0078 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2407 | 0,0082 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2607 | 0,0082 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,2391 | 0,0086 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2346 | 0,0100 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | - 0,2322 | 0,0107 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,2321 | 0,0108 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2309 | 0,0120 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2286 | 0,0120 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2278 | 0,0123 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2258 | 0,0131 |
| C/P-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2220 | 0,0147 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2120 | 0,0199 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,2104 | 0,0208 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2080 | 0,0223 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,2071 | 0,0229 |
| Hangneigung | 57 | + 0,2071 | 0,0229 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,2036 | 0,0253 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,1938 | 0,0333 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,1905 | 0,0381 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,1864 | 0,0406 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,1862 | 0,0408 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,1879 | 0,0409 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1851 | 0,0439 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,1834 | 0,0439 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 80 -850 Ind./m ² , n=7 [mit weitem Abstand größte Abundanz auf der Fläche 1450 im Kaiserstuhl] |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 220 bis 1260 | 310 bis 1260 [310] |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen, keine Auenböden) | 3x Rendzina und Terra fusca auf Kalksteinen (mo, Malm) sowie lessivierte Braunerde aus Tonmergel (Malm), Pararendzina aus Löss und 2x Braunerden auf Gneis und Granit (auch schwach podsolig) [mittelgründige Pararendzina aus Löss über vulkani- schem Gestein, unter 9 cm Ah1 ein (R-)Ah2-Horizont von 40 cm, ehemaliger Rigosol ?] |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder | vorwiegend eutraphente daneben aber auch oligotra- phente Laub- und Mischwälder der collinen bis hoch- montanen Stufe, keine Auenwälder |

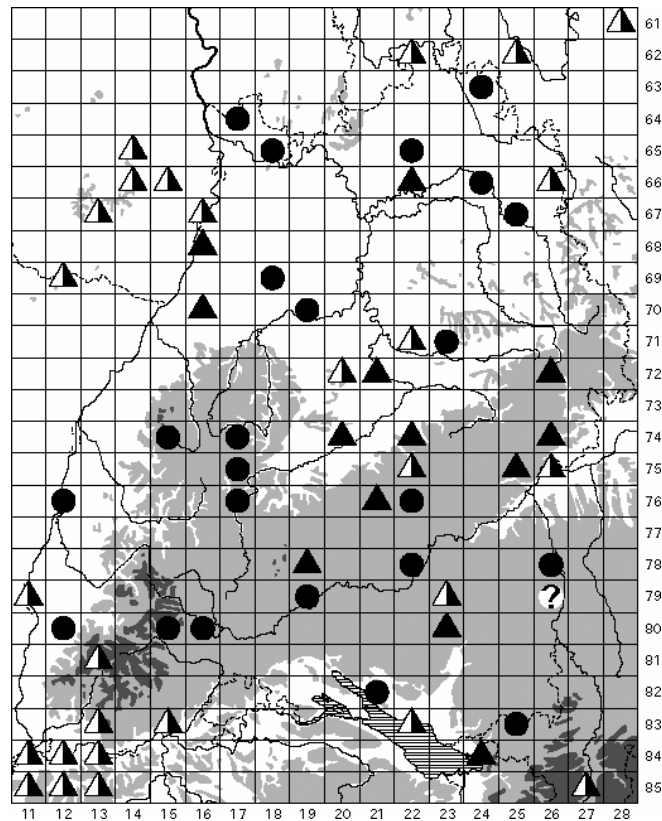
| | | |
|---------------|---|---|
| | | [Fläche 1450: fragmentarisches Carici-Fagetum der collinen Stufe mit geringer Deckung der Krautschicht] |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L- und F-Mull, doch 1x auch rohhumusartiger Moder, mittel (1x) bis sehr stark humose Böden (Ah-Horizont 4,1-14,3 %), sehr hohe bis (1x) sehr geringe H.qualität (C/N 8-24,4, C/P 34-145) [F-Mull, stark humoser Boden (Ah 6,2 %), sehr hohe Humusqualität (C/N 8, C/P 52)] |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 7,2 [7,2] |
| Bodenart | lehmiger Sand bis Ton | anlehmiger Sand, sandiger Lehm, 3x schluffiger Lehm und 2x lehmiger Ton, Böden oft sehr steinig [schluffiger Lehm, Ah1: Krümelgefüge, Ah2: Subpolyederggefüge] |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche (5x) und basenarme (2x), karbonatreiche bis karbonatfreie Böden [sehr basenreicher (besonders Ca und Mg) und karbonatreicher Boden] |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage [auf Fläche 1450 keine Überschreitung der Hintergrundwerte] |
| Sonstiges | nur in Böden mit groben Makroporen und/oder Regenwurmgingen | Böden im Ah-Horizont (sehr) stark durchwurzelt, zumindest mit groben Makroporen (d > 2mm) und sehr geringer Lagerungsdichte; mäßig frische (mit sommerlichen Trockenperioden) bis reichlich frische Standorte Jahresniederschlagssummen 550-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C; [Fläche 1450: Carici-Fagetum, besonders warmer Standort mit sommerlichen Trockenperioden, Fläche 1261 mit der zweithöchsten Abundanz ebenfalls ein Carici-Fagetum mit sommerlichen Trockenperioden] |

Allgemeine Verbreitung:

Wohl paläarktisch; BELLINGER et al. (1996-2003) geben als gesichert an: Europa ohne die arktisch-subarktischen Breiten aber inclusive des Mittelmeergebietes und der vorgelagerten Inseln im Atlanik (Azoren bis Kapverden), dazu (scheinbar isoliert) die sino-japanische Region. In Europa nennen GISIN (1960) und SALMON (1964) folgende Länder: England, Frankreich, Deutschland, Polen (in den Grenzen bis 1939, später z.T. UdSSR), die Tschechoslowakei, Ungarn, Österreich und die Schweiz. Das Areal erstreckt sich nach neueren Kenntnissen weiter nach Süden (vgl. BELLINGER et al.) aber offenbar nicht nach Norden (keine Funde in Skandinavien, z.B. FJELLBERG 1980).

Tomocerus (Pogonognathellus) flavescens (TULLBERG, 1871)

heute Genus *Pogonognathellus* PACLT, 1944



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------|--|
| Frequenz (von 63) | 26 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 120 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 21, 53, 46 | Anstieg der Fangzahlen wahrscheinlich durch Schlupf bzw. Reproduktion im Frühling und Sommer |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 45, Median 35, Max. 105 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,33 , Median 0,25 , Max. 1,57 |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanz der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanz 60 -105 Ind./m ² , n=8 |
|---------------------|-------------------------------------|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1015 | 98 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (podsolige Braunerde | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina aus Weißjurakalk bis zu |

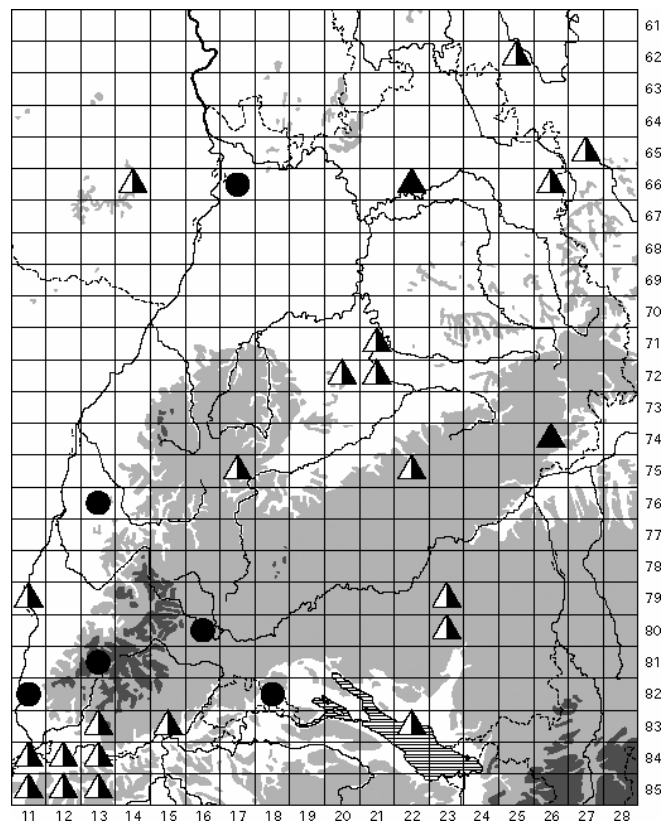
| | | |
|----------------------|---|--|
| | bis Rendzina) | podsoliger Braunerde aus Niederterrassensand), keine Auenböden, auch nicht auf Gneis/Granit |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder (die vier höchsten Werte in eutraphenten Laub- und Mischwäldern und dem Übergang zu einer oligotraphenten Ausbildung), immer bei gut ausgebildeter Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis Moder, organische Auflage bis 9 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,9-14,3 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 9-25,7, C/P 46-412, >200 gilt als gestört), die vier höchsten Abundanzen aber bei Mull und sehr hoher H.qualität (C/N 9-10, C/P 46-67) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,0 | 3,0 - 6,7 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis lehmiger Ton | Sand, Einzelkorngefüge, bis lehmiger Ton und Krümel- bis Subpolyedergefüge, die vier höchsten Werte aber in schluffigem oder tonigem Lehm bei Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und (3x) basenarme, karbonathaltige bis karbonatfreie Böden (in den beiden sehr basenarmen Böden Abundanz jeweils nur 60 Ind./m ²) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der org. Auflage (für die vier höchsten Abundanzen: Pb ges., Cd mob. Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont) |
| Sonstiges | | frische bis feuchte Standorte (in zwei Fällen evtl. frühjahrsfeucht mit sommerlichen Trockenperioden); Jahresniederschlagssummen 550-1500 mm (die vier höchsten Abundanzen bei 600-1000 mm), Jahresmitteltemperaturen 4,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch. Auf dem europäischen Festland ist die Art in allen Ländern anzutreffen vom hohen Norden bis ins Mittelmeergebiet sowie auf den Inselgruppen im Ostatlantik. Für den asiatischen Teil der Paläarktis sind bei SALMON (1964) nur Funde aus dem pazifischen Raum notiert (Japan und die Tschuktschen-Halbinsel). Laut BELLINGER et al. (1996-2003) müssen weitere Meldungen aus Sibirien vorliegen. Die neuere Literatur in russischer Sprache ist jedoch von westlichen Autoren kaum berücksichtigt worden. In der Nearktis reichen die Vorkommen von Alaska und Kanada bis Mittelamerika, evtl. bis Venezuela (BELLINGER et al., l.c.).

Tomocerus (Pogonognathellus) longicornis (MÜLLER, 1776)

heute Genus *Pogonognathellus* PACLT, 1944



Nicht zu lokalisieren ist ein Fundort aus SCHÄFFER (1900): „Heiligkreuzthal (Schwarzwald)“, H. Simon leg., 1874.

Ergebnisse:

| | | |
|---|--|--|
| Frequenz (von 63) | 6 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, vielleicht über das ganze Land; das Vorkommen der Art bedarf noch weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 7 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 3, 4, 0 | erlischt im Herbst, Überwinterung nur im Ei |
| Fangzahl (nur Vorkommen) | 5 x 1 Ex., 1x 2 Ex. | |
| Abundanz (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | 5 x 10 Ind./m ² , 1x 20 Ind./m ² | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,09 , Median 0,07 , Max. 0,15 | |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

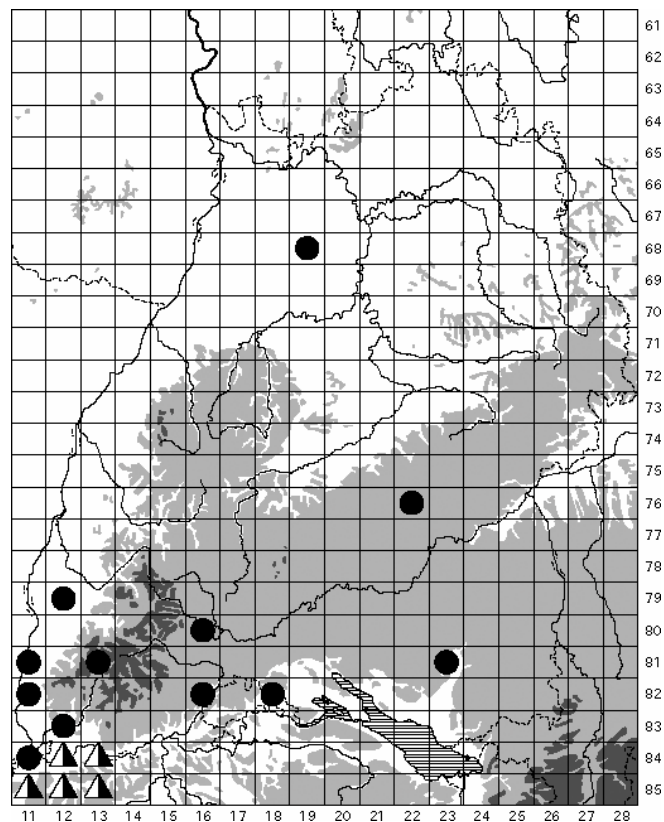
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanz auf Fläche 1470 Lahr-Emmerdinger Vorberge am Rand der Oberrheinebene, 20 Ind./m ² |
|----------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 245 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerde, 2x lessivierte Braunerde, Parabraunerde, Kolluvisol und Rendzina-Terra fusca) | sehr tiefgründige Parabraunerde aus Löss (Ah-Horizont nur 4cm mächtig, darunter Al-Horizont von 22 cm) |
| Vegetation | eu- und oligotrophente Laub- und Mischwälder sowie ein Nadelforst auf basenreichem Boden (Tannen, Fichten) | oligotrophenter Buchenwald (artenarmes Luzulo-Fagetum) der collinen Stufe, die lückige Krautschicht wird beherrscht von <i>Luzula sylvatica</i> |
| Humus | L-Mull und F-Mull | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,9 %, C/N 18,5, C/P 145, Al: Humusgehalt 0,8 %, C/N 9,7, C/P 30 |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton, Krümelgefüge | schluffiger Lehm, Krümelgefüge mit Regenwurmängen [Al: lehmiger Schluff, Kohärentgefüge mit Regenwurmängen |
| pH (Ah) | 3,6 - 5,1 | 3,6 [Al: 3,7] |
| Basen | basenreiche und basenarme Böden, im Ah-Horizont immer karbonatfrei (z.T. nur oberflächlich entkalkt) | mäßig basenarmer, karbonatfreier Boden (tiefgründig entkalkt) |
| Schwermetalle | | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | nur frische bis feuchte Standorte; Ah-Horizonte stets (sehr) stark durchwurzelt bei (sehr) geringer Lagerungsdichte, mit groben Makroporen und meist (5x von 6) mit Regenwurmängen | frischer oder zumindest mäßig frischer Standort, die Dominanz von <i>Luzula sylvatica</i> könnte auf luftfeuchte Lage hinweisen; Jahresniederschläge 800-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen um 9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch (SCHULZ et al. 2002), im Wesentlichen europäisch (BELLINGER et al. 1996-2003). Weit verbreitet in Europa vom hohen Norden (Finnmark, FJELLBERG 1980) über die Britischen Inseln einerseits und Finnland, Russland andererseits bis ins Mittelmeergebiet und auf die Inselgruppen im Ostatlantik. Aus dem asiatischen Teil der Paläarktis liegen nur wenige, zum Teil unbestätigte Meldungen vor. Als gesichert scheint das Vorkommen nur in Nordwestsibirien zu gelten. Zahlreiche Zitate bei SALMON (1964) über Funde aus Nord- und Südamerika, Grönland, Südafrika und Japan (meist als *Podura plumbea* LINNAEUS) dürften sich auf andere Arten beziehen, zumeist auf *T. (P.) flavescens* (TULLBERG, 1871).

Tomocerus (Tomocerus) baudoti DENIS, 1932

nach Aufhebung der Subgenera heute Genus *Tomocerus* NICOLET, 1842 s.str.



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------|---|
| Frequenz (von 63) | 12 | hohe Rasterfrequenz im Südwesten des Landes, einzelne Nachweise aus dem Alpenvorland, von der Alb und dem Kraichgau; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 133 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 12, 36, 85 | Anstieg der Fangzahlen wahrscheinlich durch Schlupf bzw. Reproduktion im Frühling und Sommer |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 105, Median 35, Max. 360 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,03, Median 0,24, Max. 4,08 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|----------|
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | -0,4041 | < 0,0001 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | -0,3886 | < 0,0001 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | -0,3832 | < 0,0001 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | -0,3819 | < 0,0001 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | -0,3639 | 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | +0,3632 | 0,0001 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,3408 | 0,0002 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3378 | 0,0002 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,3346 | 0,0002 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,3323 | 0,0003 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3170 | 0,0005 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3158 | 0,0005 |
| Cd austauschbar im Ah | 57 | - 0,3127 | 0,0006 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,3071 | 0,0007 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,3047 | 0,0008 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2959 | 0,0012 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2913 | 0,0014 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,2883 | 0,0015 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,2855 | 0,0017 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2804 | 0,0021 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2811 | 0,0022 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2659 | 0,0035 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,2614 | 0,0041 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2606 | 0,0042 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2495 | 0,0061 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2410 | 0,0081 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2360 | 0,0102 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,2288 | 0,0120 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,2283 | 0,0121 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2273 | 0,0125 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2220 | 0,0157 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,2142 | 0,0186 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2078 | 0,0224 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2061 | 0,0249 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2029 | 0,0258 |
| P gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2026 | 0,0275 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2156 | 0,0289 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,1914 | 0,0355 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1900 | 0,0368 |
| C/N-Verhältnis im Ah-Horizont | 57 | - 0,1826 | 0,0448 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen: n=3 |
|---------------------|---|---|
| | | Fläche 1420 und 1421 im Naturraum Dinkelberg, 175 bzw. 315 Ind./m ² , sowie die Fläche 1480 in der Markgräfler Rheinebene mit 360 Ind./m ² |
| vertikal [m ü. NN] | 210 bis 1260 | 380, 460 u. 210 |
| Geologie / Bodentyp | vorwiegend Böden mit ± ausgeprägtem Tonhorizont (Pelosole, Terra fusca, Parabraunerden), daneben Braunerde, Rendzina und Pararendzina | - mittelgründiger Pseudogley-Pelosol aus kalkreichem Tonmergel des Unteren Keuper, - flachgründiger Rendzina-Pelosol aus Tonmergel des Oberen Muschelkalks (dazwischen Kalksteine) - mittelgründiger Auenboden / Auengley aus kalkreichem Auenmergel über Kies und Sand |

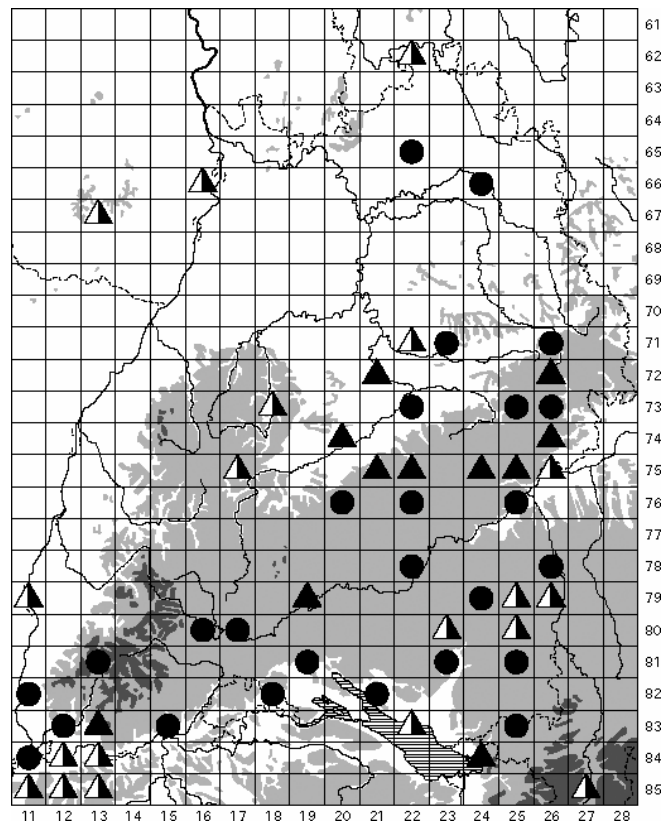
| | | |
|----------------------|---|--|
| Vegetation | vorwiegend eutraphente Laub- und Mischwälder, 1x Übergang zu oligotraphenter Gesellschaft, 1x Nadelforst auf basenreichem Boden | - eutraphente Buchenwälder der submontanen Stufe (Asperulo-Fageta, auf 1420 mit Eichen und Eschen, in der Krautschicht viel <i>Carex sylvatica</i>) - eutraphente Auenwaldreliktgesellschaft (ehem. Ulmo-Carpinetum der planaren Stufe, Hauptbaumart Esche, <i>Allium ursinum</i> -Fazies) |
| Humus | nur Mull (L-Mull und F-Mull) | immer L-Mull, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 4,6-10,1 %), (sehr) hohe H.qualität (C/N 7,1-11,4, C/P 55-132) |
| pH (Ah) | 3,6 - 7,2 | 5,9 , 6,3 und 7,0 |
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Sand bis Ton | - schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergef., - Ton, Krümel- bis Polyedergefüge - schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme Böden, nicht jedoch die Extremstandorte, sowohl karbonatreiche als auch karbonatfreie Böden | - basenreicher, im Ah karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe ca. 45cm), - sehr basenreicher, nur im Ah-Horizont (7cm) entkalkter Boden - sehr basenreicher, auch im Ah-Horizont karbonatreicher Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont (nur auf Fläche 1480 keine Überschreitung von Hintergrundwerten) |
| Sonstiges | vorwiegend frische bis feuchte Standorte, 2x aber Carici-Fageten mit sommerlichen Trockenperioden | frische bis feuchte Standorte; Ah-Horizonte mit groben Makroporen und Regenwurm-gängen, Säureelastizität immer sehr hoch; Jahresniederschlagssummen 500-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-9°C |

Allgemeine Verbreitung:

Bisher wenig bekannt (GISIN 1946, SALMON 1964, CHRISTIAN 1987): Südfrankreich (locus classicus), Westschweiz, Süddeutschland, Österreich (Oberösterreich, Niederösterreich, Steiermark). BELLINGER et al. (1996-2003) geben in ihrer Verbreitungskarte neben der europäischen auch die sino-japanische Region an, allerdings ohne Quellennachweis.

Tomocerus (Tomocerus) minor (LUBBOCK, 1862)

nach Aufhebung der Subgenera heute Genus *Tomocerus* NICOLET, 1842 s.str.



Nicht zu lokalisieren ist ein Fundort aus SCHÄFFER (1900): „Heiligkreuzthal (Schwarzwald)“, Oberförster Spohn leg., November 1894.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-------------|---|
| Frequenz (von 63) | 29 | auffällender Unterschied in der Rasterfrequenz beiderseits einer von Südwest nach Nordost streichenden Diagonale; die Verbreitung der Art besonders im Norden und Westen des Landes bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 251 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 26, 154, 71 | Maximum im Sommer |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 70, Median 40, Max. 665 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,49 , Median 0,29 , Max. 3,52 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Durchwurzelungsintensität Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,3625 | 0,0001 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | + 0,3367 | 0,0002 |
| Rechtswert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | + 0,3192 | 0,0005 |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,2960 | 0,0011 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,2932 | 0,0013 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Cd austauschbar im Ah | 57 | + 0,2740 | 0,0026 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | + 0,2684 | 0,0032 |
| P austauschbar im Ah | 57 | - 0,2627 | 0,0039 |
| Cu gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2521 | 0,0061 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,2485 | 0,0063 |
| Na gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2417 | 0,0085 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2369 | 0,0092 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | + 0,2327 | 0,0106 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2301 | 0,0123 |
| Karbonatgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2261 | 0,0130 |
| Lagerungsdichte Ah-Horizont [Klassen] | 49 | + 0,2442 | 0,0133 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | + 0,2235 | 0,0141 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2034 | 0,0254 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2007 | 0,0275 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2019 | 0,0280 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | + 0,1833 | 0,0440 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 65 -665 Ind./m ² , n=8 |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 330 bis 1260 | 385 bis 700 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen, jedoch keine Auenböden) | Parabraunerden und Braunerden, oft pseudovergleyt (5 von 8), auch podsolig (2x), aus Sanden und/oder Tonmergeln von Moränen (4 von 8), alten Flussterrassen, OSM und Braunjura |
| Vegetation | eutrAPHente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorw. eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder (Galio odorati- und Luzulo-Fageten) der submontanen und montanen Stufe sowie 1x oligotraphenter Tannen-Fichten-Forst |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull bis Moder, vorw. L- oder F-Mull, mittel und stark humose Böden (Ah 2,9-7,7 %), i.d.R. sehr hohe oder hohe, nur 1x geringe H.qualität (C/N 9-15(19), C/P 29-90(412), >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 6,3 | 3,0 - 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton | Sand- und Lehmböden (4x lehmiger Sand, 3x schluffiger Lehm, 1x schluffig-toniger Lehm), z.T. steinig, Krümel- bis Subpolyedergefüge, 1x Einzelkorngefüge (bei Sl) |
| Basen | basenreiche und basenarme Böden, jedoch vorw. kalkarme (A-Horizont) | vorw. mäßig basenarme Böden, 1x sehr basenarmer, doch 1x auch basenreicher Boden, im Oberboden immer karbonatfrei |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Zn ges., Zn mob. und Cu ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | keine flachgründigen Böden (wie z.B. die Rendzinen und Terrae fuscae der Schwäbischen Alb); mäßig frische (2x) bis (4x) feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-1500 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-8,5°C |

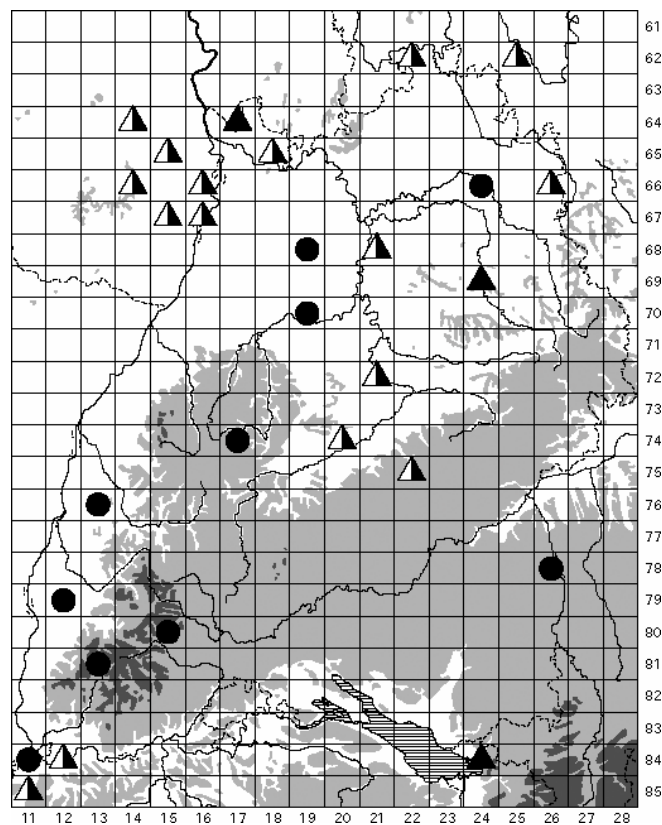
Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) darüber hinaus in Mittelamerika, Hawaii, auf Inseln im Atlanik (Ascension & St. Helena) sowie Neuseeland (eingeschleppt ?). In Europa ist *T.*

minor sehr weit verbreitet, das Areal reicht von Island bis ins Mittelmeergebiet, nach Nordafrika und auf die Azoren. Aus Asien scheinen dagegen nur wenige und teilweise unsichere Meldungen vorzuliegen.

Tomocerus (Tomocerus) vulgaris (TULLBERG, 1871)

nach Aufhebung der Subgenera heute Genus *Tomocerus* NICOLET, 1842 s.str.



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|--|
| Frequenz (von 63) | 11 | in Baden-Württemberg weit verbreitet; die meisten Nachweise bislang aus tiefer gelegenen Landesteilen, doch müssen die großen Lücken in der Fundortkarte noch überprüft werden |
| Gesamtfangzahl | 30 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 14, 7, 9 | |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 30, Median 15, Max. 110 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,24 , Median 0,09 , Max. 1,22 |

Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die

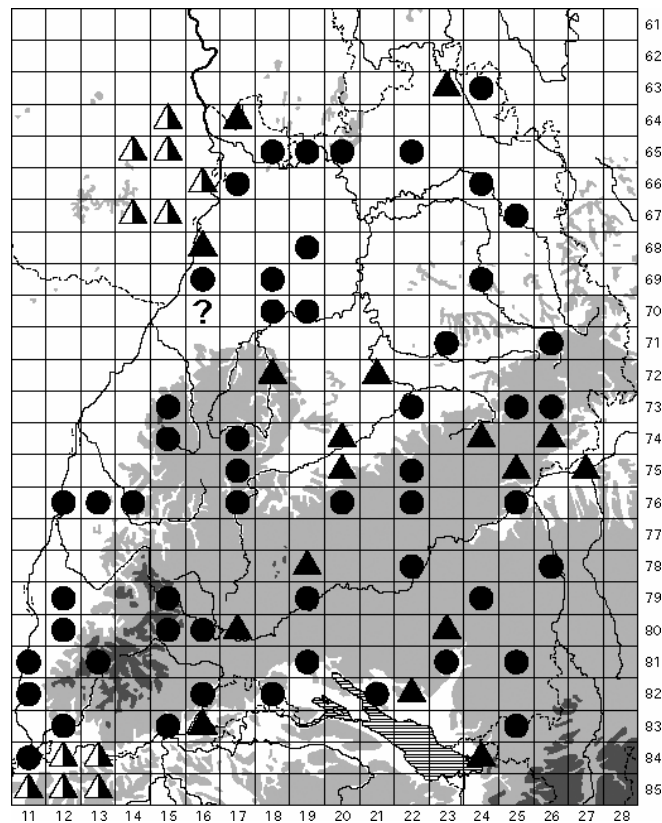
Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=2: Fläche 1360 Schwarzwald-Randplatten, 60 Ind./m ² , Fläche 1450 im Kaiserstuhl, 110 Ind./m ² |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 680 und 310 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Rendzina-Pelosol und Terra fusca bis podsolige Braunerde, auch lessivierte und pseudovergleyte Böden aber keine Auenböden) | - mittelgründiger, schwach podsoliger Braunerde-Pseudogley aus tonreichem Sandstein des Oberen Buntsandsteins, - mittelgründige Pararendzina aus Löss über vulkanischem Gestein; unter 9 cm Ah1 folgt ein (R)-Ah2 von 40 cm, ehemaliger Rigosol ? |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | - forstlich überformter oligotraphenter Tannen-Buchenwald mit Fichtenanteil (Luzulo-Abietetum), dichte Krautschicht beherrscht von Drahtschmiele und Heidelbeere, - eutraphenter Buchenwald (artenarmes Carici-Fagetum) mit spärlicher Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | Moder und F-Mull, stark humose Böden (Ah 6,5 bzw. 6,2 %), bei geringer und sehr hoher H.qualität (C/N 20,6 bzw. 8,0, C/P 122 bzw. 52) |
| pH (Ah) | 3,2 - 7,2 | 3,2 und 7,2 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | - sandiger Lehm, steinig, Einzelkorn- bis Krümelgefüge - schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme bzw. -freie Böden | - basenarmer, karbonatfreier Boden, - sehr basenreicher (besonders Ca und Mg), karbonatreicher Boden; beide mit schlechter K-Versorgung (Anteil an der KAK) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitung des Hintergrundwerts von: Pb mob. im Ah-Horizont (auf Fläche 1360) |
| Sonstiges | | auf beiden Flächen sehr geringe Lagerungsdichte und sehr starke Durchwurzelung der Ah-Horizonte aber keine Regenwurmgänge im Profil; Expositionsrichtung Ost bzw. West; Feuchte der Standorte schwer einzuschätzen: Fläche 1360 wohl mäßig frisch bis frisch, Fläche 1450 wohl mäßig frisch, z.T. mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 550-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 7-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktisch; in Europa weit verbreitet (außer im Süden ?), nach SALMON (1964) von Island, Norwegen (tiefer gelegene Landesteile, FJELLBERG 1980) und Finnland bis Portugal, in die Ukraine und zum Libanon. GISIN (1960a) fasst das europäische Areal etwas kleiner: von Mittelfinnland und England bis Südfrankreich und das ehemalige Jugoslawien. BELLINGER et al. (1996-2003) rechnen der Art auch Meldungen aus dem australischen Raum zu (eingeschleppt ?).

Megalothorax minimus WILLEM, 1900



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------------|---|
| Frequenz (von 63) | 63 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet |
| Gesamtfangzahl | 3521 | |
| Phänologie (F, S, H) | 1092, 897, 1532 | Minimum im Sommer, Maximum im Herbst (ähnlich <i>Mesaphorura krausbaueri</i> s.l.) |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 525, Median 390, Max. 2295 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 3,4 , Median 3,2 , Max. 13,8 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,4471 | < 0,0001 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,4032 | < 0,0001 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,3927 | < 0,0001 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,3887 | < 0,0001 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,3857 | < 0,0001 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,3842 | < 0,0001 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,3686 | 0,0001 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,3681 | 0,0001 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,3646 | 0,0001 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3636 | 0,0001 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,3524 | 0,0001 |

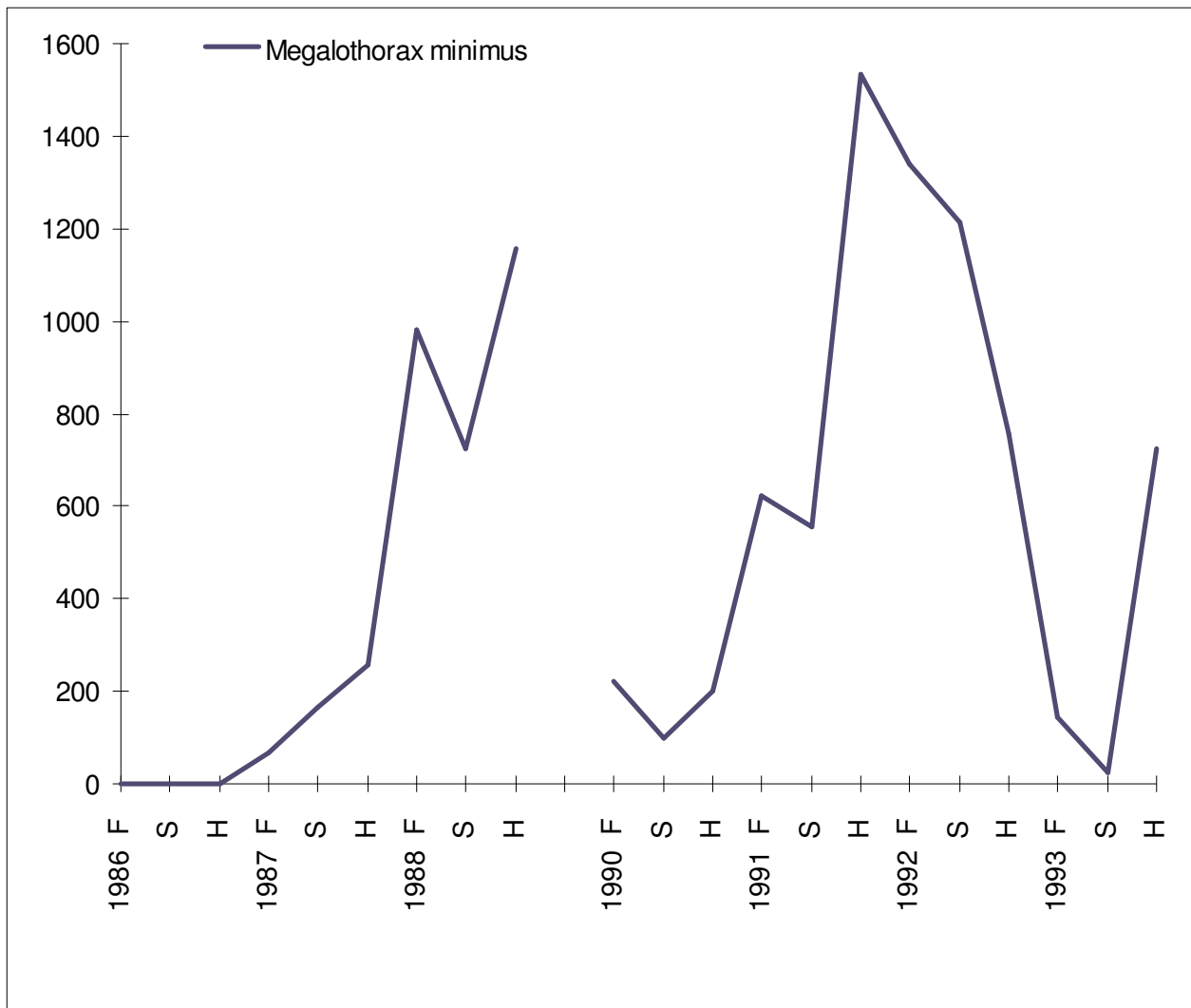
| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3493 | 0,0001 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,3468 | 0,0001 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,3439 | 0,0002 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,3423 | 0,0002 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,3411 | 0,0002 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,3361 | 0,0002 |
| Cu gesamt im Ah | 57 | + 0,3348 | 0,0002 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,3293 | 0,0003 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,3285 | 0,0003 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,3462 | 0,0004 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,3248 | 0,0004 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,3150 | 0,0005 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,3139 | 0,0006 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,3088 | 0,0007 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,3085 | 0,0007 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,3065 | 0,0008 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,3036 | 0,0009 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,2994 | 0,0010 |
| Pufferkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2969 | 0,0011 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,2946 | 0,0012 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2950 | 0,0013 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2940 | 0,0014 |
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2923 | 0,0015 |
| mittlere Reaktionszahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2627 | 0,0039 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2575 | 0,0047 |
| Mg gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2424 | 0,0083 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,2277 | 0,0124 |
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | + 0,2262 | 0,0130 |
| Trockenraumgewicht Ah-Horizont | 49 | - 0,2407 | 0,0147 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,2178 | 0,0167 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,2129 | 0,0193 |
| P gesamt im Ah | 57 | + 0,2069 | 0,0230 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2035 | 0,0254 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | + 0,1984 | 0,0293 |
| K gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1962 | 0,0327 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | - 0,1940 | 0,0330 |
| maximale Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | - 0,1867 | 0,0402 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,1812 | 0,0464 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 705 -2295 Ind./m ² , n=15 |
|---------------------|--|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 210 bis 885 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley | Böden mit Tonhorizont (Terrae fuscae, Pelosole, pseudovergleyte Braunerden, eine Parabraunerde und eine Rendzina aus Mergeltonstein (mo)), daneben 1x Auenrendzina-Auengley, geologische Basis: Mergel versch. Genese, Kalkstein, tonreiche Sandsteine, Löss |

| | | |
|---------------|---|---|
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente Laubwaldgesellschaften der planaren bis montanen Höhenstufe, 1x Nadelforst auf basenreichem Boden, 1x oligotraphenter Tannen-Buchenwald mit Fichten über tonreichem Sandstein |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und 1x Moder, organ. Auflage bis 5 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3,6-15,3 %), i.d.R. sehr hohe bis mittlere und 1x geringe H.qualität (C/N 6,9-16,5 u.20,6, C/P 36-83 sowie 117 u.122) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,2 - 7,0 |
| Bodenart | Sand bis Ton | (je 1x) lehmiger Schluff und sandiger Lehm bis (8x) lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | fast ausschließlich basenreiche, karbonatreiche bis (im Oberboden) karbonatfreie Böden, 1x basenarmer, karbonatfreier Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges. und Zn mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte der Ah-Horizonte gering oder sehr gering, Durchwurzelungsintensität hoch bis sehr hoch; vorw. frische bis feuchte Standorte, doch auch mäßig frische mit sommerlicher Trockenperiode; Jahresniederschlagssummen 500-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

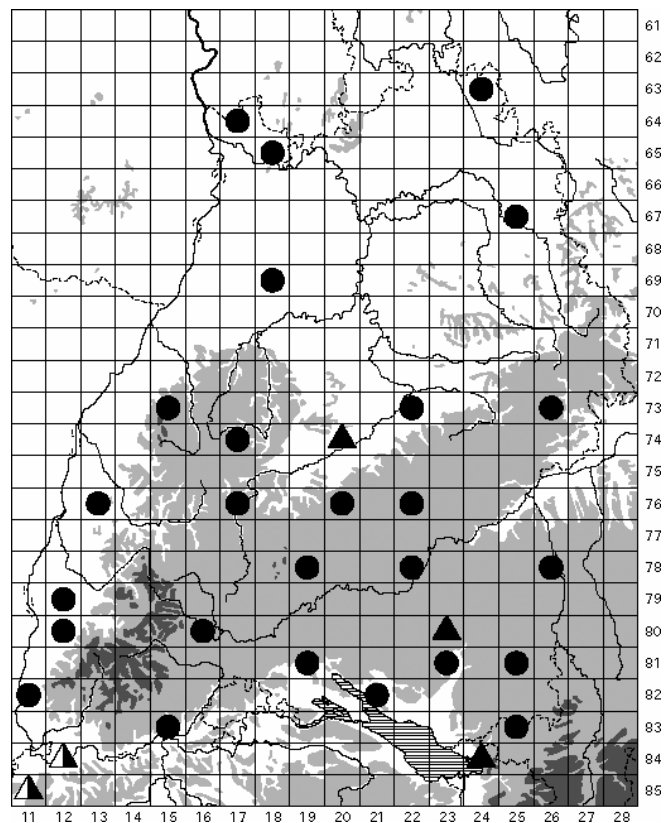
Allgemeine Verbreitung:

Scheinbar fast kosmopolitisch; nach BELLINGER et al. (1996-2003) auf allen Erdteilen außer in Australien und Neuseeland nachgewiesen, im übrigen von der Arktis bis in den antarktischen Raum. BRETFFELD (1999) beschränkt seine Angabe auf die Holarktis und die Tropen und ist der Ansicht, dass eine Revision vieler Populationen nötig sei. In Mitteleuropa ist eine annähernd durchgehende Verbreitung anzunehmen. Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis auf 2500 m ü. NN (in den Pyrenäen, zit. in BRETFFELD).



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Megalothorax minimus* auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen 1986-93. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Neelides minutus (FOLSOM, 1901)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------|--|
| Frequenz (von 63) | 28 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, Rasterfrequenz im Süden höher als im Norden; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 142 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 26, 70, 46 | Maximum im Sommer |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 45, Median 20, Max. 320 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,38 , Median 0,13 , Max. 3,31 |

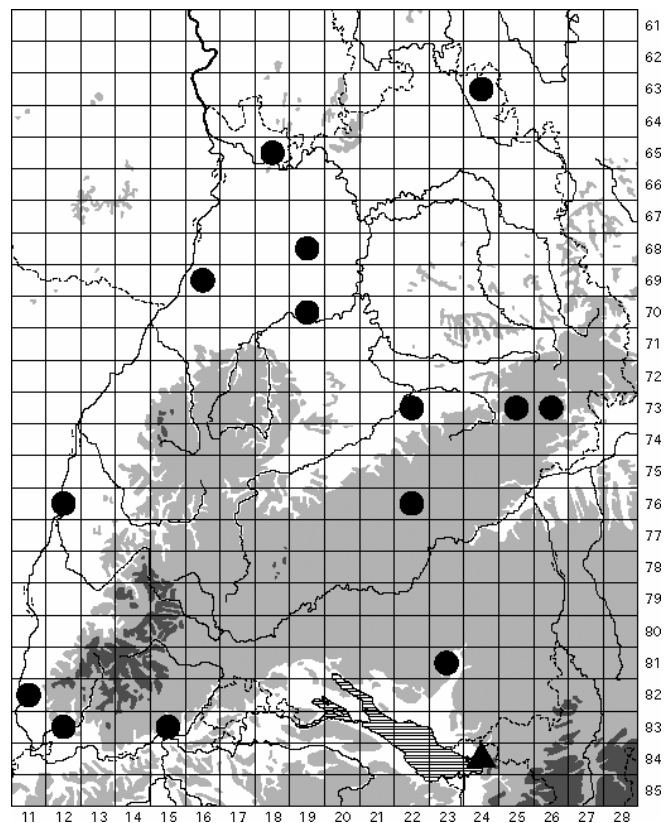
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2756 | 0,0025 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2656 | 0,0035 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | + 0,2490 | 0,0062 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | - 0,2288 | 0,0120 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2138 | 0,0188 |
| Cd ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1886 | 0,0382 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,1904 | 0,0383 |
| Hochwert [Gauß-Krüger-Koordinaten] | 57 | - 0,1870 | 0,0399 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,1869 | 0,0400 |
| Flächengröße der Waldgebiete | 57 | - 0,1854 | 0,0417 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | + 0,1822 | 0,0453 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 40 -320 Ind./m ² , n=7 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 910 | 220 bis 560 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Rendzinen und Ranker, oft lessivierte oder pseudovergleyte Böden, auch podsolige) | Parabraunerden und lessivierte Braunerden auf untersch. geolog. Ausgangsbasis sowie 1x Rendzina aus dolomitischem Mergeltonstein (mo) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laub- und Mischwälder (1x Übergang zu oligotraphenter Ausbildung) von der planaren bis zur submontanen Stufe, immer mit gut ausgebildeter Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | 6x F-Mull und 1x Moder (feinhumusarm), in mittel bis extrem humosen Böden (Ah 3,6-15,3 %), bei sehr hoher bis sehr geringer H.qualität (C/N 9-34,2, C/P 45-273, >200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,4 - 7,0 |
| Bodenart | Sand bis lehmiger Ton | lehmiger Sand und lehmiger Schluff bis lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden | basenreiche bis basenarme, karbonathaltige bis karbonatfreie (tiefgründig entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Durchwurzelung des Ah-Horizonts (sehr) stark; ausschließlich frische bis mäßig feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 650-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-10°C |

Allgemeine Verbreitung:

Holarktis (große Teile Eurasiens und Nordamerikas), Mittelamerika und Hawaii (BELLINGER et al. 1996-2003); in den letzteren Gebieten und Japan nicht sicher gegen verwandte Arten abgegrenzt (BRETFFELD 1999). In Europa weit verbreitet von Irland, über Skandinavien und Russland (und/oder die Ukraine) bis ins Mittelmeergebiet und zu den Kapverdischen Inseln, möglicherweise jedoch mit Lücken (i.W. nach GISIN 1960, SALMON 1964). Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis 1850 m ü. NN in den Pyrenäen bzw. bis 2500 m ü. NN in Mexiko (zit. in BRETFFELD).

Neelus murinus FOLSOM, 1896



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| Frequenz (von 63) | 15 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch zeigt die Fundortkarte noch große Lücken, und aus dem Schwarzwald liegt kein Nachweis vor; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 59 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 7, 22, 30 | Minimum im Frühling |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 35, Median 40, Max. 80 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,24 , Median 0,23 , Max. 0,49 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | + 0,2978 | 0,0011 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2831 | 0,0019 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmängen] | 56 | + 0,2603 | 0,0046 |
| Höhe ü. NN | 57 | - 0,2561 | 0,0049 |
| mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,2324 | 0,0107 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | - 0,2016 | 0,0268 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,1925 | 0,0344 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | - 0,1919 | 0,0350 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1876 | 0,0393 |
| Zn ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | - 0,1829 | 0,0444 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 45 -80 Ind./m ² , n=5 (incl. Fläche 1290 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 780 | 112 bis 380 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (vorw. Böden mit Tonhorizont: Parabraunerden, Pelosole, Terrae fuscae, 1x Auengley, daneben Braunerden, selbst schwach podsolige) | 2x Parabraunerde aus Löss(lehm), Pelosol aus Tonmergel (ku), Braunerde/Vega und schwach podsolige, lessivierte Braunerde auf Flussniederterrassen |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laubwaldgesellschaften | 4x eutraphente Laubmischwälder (neben der Rotuche Eichen, Esche u. Hainbuche) und 1x oligotraphenter Buchenwald (Luzulo-Fagetum) |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull bis Moder, in mittel bis stark humosen Böden (Ah 2,9-5,3 %), bei sehr hoher bis mittlerer H.qualität (C/N 6,7-17, C/P 44-157) |
| pH (Ah) | 3,3 - 7,2 | 3,3 - 5,9 |
| Bodenart | lehmiger Sand bis Ton | anlehmiger Sand, lehmiger Schluff, schluffiger Lehm und toniger Lehm; vorw. Krümel- bis Subpolyedergefüge, auf Sand Krümel- bis Einzelkorngefüge |
| Basen | vorw. basenreiche, doch auch basenarme Böden, oberflächlich meist entkalkt, seltener karbonatreich | basenreiche und basenarme, zumindest oberflächlich entkalkte Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen des Hintergrundwerts von: Pb ges. und Pb mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Lagerungsdichte Ah (sehr) gering, Säureelastizität Ah sehr hoch, keine flachgründigen Böden; alle Flächen eben oder südexponiert; frische Standorte (beim Sandboden nicht gesichert) Jahresniederschlagssummen 650-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-10°C |

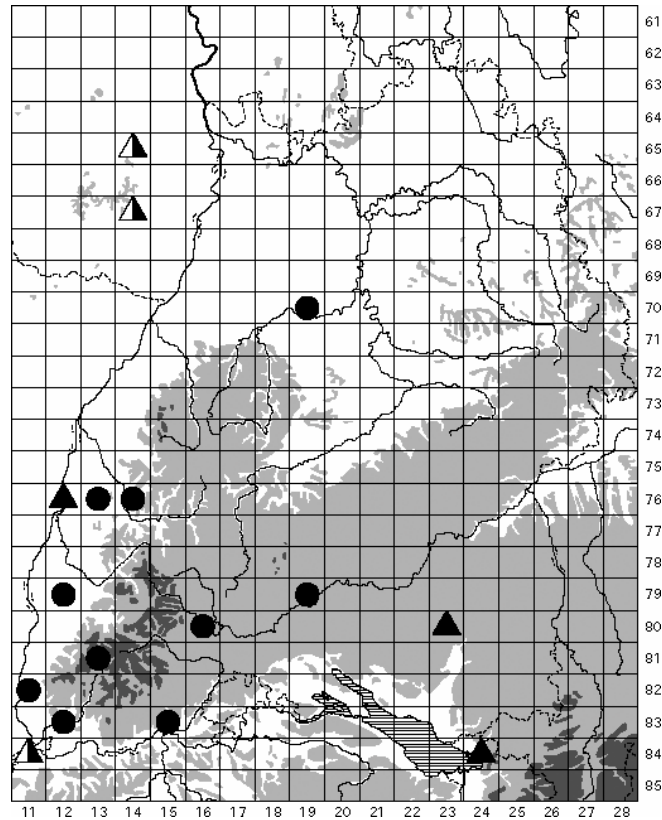
Allgemeine Verbreitung:

Nord- und Mittelamerika, Europa, Indien, Singapur, Südastralien (BRETFFELD 1999); BELLINGER et al. (1996-2003) geben in ihrer Karte auch Funde im tropischen West- oder Zentralafrika an. BRETFFELD ist angesichts des großen Areals der Meinung, dass sich hinter den Meldungen verwandte Taxa verbergen könnten. In Europa ist die Art weit verbreitet (evtl. mit Lücken) von Irland, Südnorwegen (Bergen, FJELLBERG 1980), Polen, der Ukraine und dem ehemaligen Jugoslawien bis Sizilien und Portugal sowie auf Madeira und den Kapverdischen Inseln, daneben auch in Marokko (i.W. nach GISIN 1960a, SALMON 1964). *N. murinus* fehlt aber dem arktisch-subarktischen Bereich. In Mexiko kommt die Art noch in 2800 m ü. NN vor (zit. in BRETFFELD), im kälteren Europa verläuft die Höhengrenze sicherlich viel tiefer.

Sminthurides parvulus (KRAUSBAUER, 1898)

Bas. *Sminthurus parvulus* KRAUSBAUER, 1898;

Syn. *Sminthurides quinquelineatus* GISIN, 1943; *Sminthurides quinquearticulatus* GISIN, 1944



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 10 | Funde bislang vorwiegend aus dem Südwesten Baden-Württembergs, darüber hinaus im Alpenvorland und am Stromberg; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 27 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 17, 4, 6 | Maximum im Frühling |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 10, Max. 80 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,18 , Median 0,11 , Max. 0,85 |

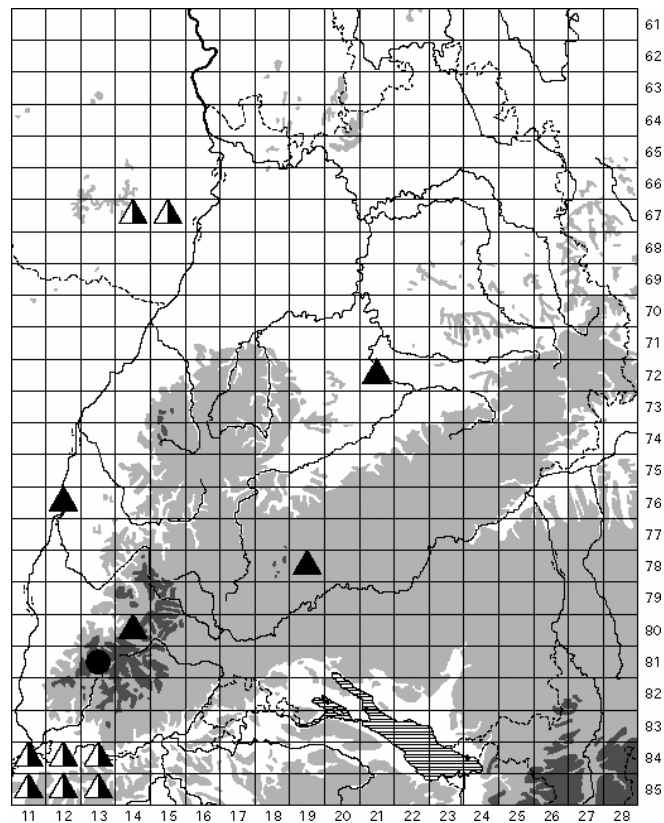
Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen n=3: Fläche 1420 im Dinkelberg, 30 Ind./m ² Fläche 1390 im Mittleren Schwarzwald, 60 Ind./m ² Fläche 1430 im Markgräfler Hügelland, 80 Ind./m ² |
|----------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 245 bis 1260 | 380, 615, 440 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von Pararendzina und Rendzina-Terra fusca bis zur schwach podsoligen Braunerde) | - Pseudogley-Pelosol aus kalkreichem Tonmergel des Unteren Keuper - schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung - Übergangstyp Parabraunerde >> Braunerde über fossilem T-Horizont auf Tonmergel des Weißjura (stellenweise Löss- oder Lösslehmüberdeckung) |
| Vegetation | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder sowie ein Nadelforst auf basenreichem Boden (Fichten, Tannen) | - eutraphenter Buchenwald (artenreiches Asperulo-Fagetum) mit Eichen und Eschen, in der gut ausgebildeten Krautschicht dominiert <i>Carex sylvatica</i> - oligotraphenter Tannen-Buchenwald (artenarmes Luzulo-Fagetum), in der lückigen Krautschicht dominiert die Heidelbeere - eutraphenter Buchenwald (Asperulo-Fagetum) mit Lärchen, Kiefern und starkem Bergahorn-Jungwuchs |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, rohhumusartiger Moder und F-Mull, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 4-12 %), bei hoher bis geringer H.qualität (C/N 10,4-24,4, C/P 82-145) |
| Bodenart, Gefügeform | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton | - schluffig-toniger Lehm, Krümel- bis Subpolyedergefüge - anlehmiger Sand, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, sehr steinig - schluffiger Lehm, Krümelgefüge |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 5,9 , 3,1 und 5,1 |
| Basen | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden | - basenreicher, im Ah karbonatfreier Boden (Entkalkungstiefe ≥ 45cm) - basenarmer, karbonatfreier Boden - basenreicher, karbonatfreier Boden (tiefgründig entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. im Ah-Horizont, Cd in der organ. Auflage und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | Ah-Horizonte stark bis sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte, in den Bodenprofilen stets grobe Markropfen (d > 2 mm), 2x Regenwurmgänge (fehlen in der schwach podsoligen Braunerde); Fläche 1420 und 1430 frische Standorte, für Fläche 1390 Einstufung unsicher: wechselfrisch /-feucht ? Jahresniederschlagssummen 700-1600 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben nach BRETFFELD 1999)

Europäisch; von Island und Nordnorwegen bis ins frühere Jugoslawien, im Westen über Irland bis Portugal und Madeira. Aus Italien und Griechenland nicht bekannt. Eine Meldung aus Indien ist nach Ansicht BRETFFELDS revisionsbedürftig. Vertikal reichen die Vorkommen von tieferen Lagen bis 2600 m ü. NN (in den Pyrenäen).

Sminthurides schoetti AXELSON, 1903



Ergebnisse:

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | Die wenigen Fundorte ergeben noch kein repräsentatives Bild vom Vorkommen der Art in Baden-Württemberg. Ihre Verbreitung im Land bedarf weiterer Prüfung. |
| Gesamtfangzahl | 3 | sehr gering, in Wäldern seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 3, 0, 0 | nur im Frühling 1990 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1410, Jahresmittel 1990) | 90 Ind./m ² / 2,6 % | |

Fläche 1410

| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 1260 (höchstgelegene Wald-Dauerbeobachtungsfläche) |
| Höhenstufe, Exposition | hochmontan, Nordost, Hangneigung 14 % |
| Geologie / Bodentyp | mittelgründige Braunerde auf Granit |
| Vegetation | lichter Tannen-Buchenwald, Übergang zwischen Luzulo-Fagetum und Aceri-Fagetum, in der schwach entwickelten Krautschicht dominieren <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> und <i>Dryopteris dilatata</i> |
| Humus | L-Mull, Humusgehalt Ah: 9,1 %, C/N 12,8, C/P 34 |
| pH (Ah) | 3,6 |
| Bodenart, Gefügeform | sandiger Lehm, sehr stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen |
| Basen | basenarmer, karbonatfreier Boden, geringe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |

| | |
|---------------|--|
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont |
| Feuchte | frischer Standort in humid-kühler Klimalage |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 1400-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-7,5 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben nach BRETFFELD 1999)

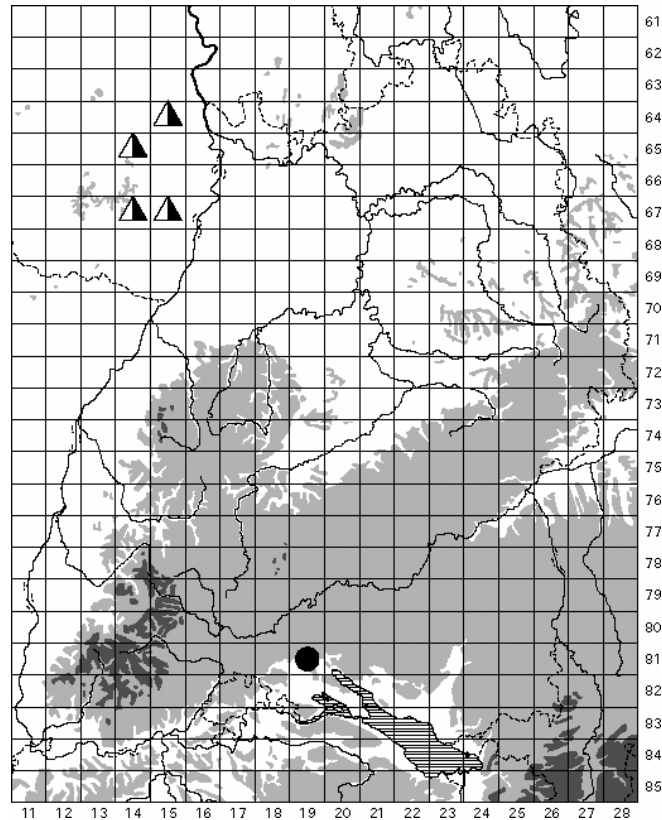
Paläarktisch; von Island und arktischen Teilen Russlands (Nowaja Semlja) bis Südsibirien, ins Mittelmeergebiet und im Westen über Irland bis Portugal und zu den Azoren. Vertikal reichen die Vorkommen von der Küste bis in die alpine Höhenstufe (2260 m ü. NN in den österreichischen Alpen).

Biologie und Ökologie:

Sminthurides schoetti ist ein Bewohner offener Habitats und in Wäldern selten. GISIN (1943) bezeichnet ihn im Gebiet um Basel und im Schweizer Jura als Charakterart der Fettwiesen und Moore. Nach den von BRETFFELD (1999) zusammengefassten Angaben bewohnt die Art vor allem feuchte Biotope in der Nähe von Süßgewässern, in Mooren, aber auch an der Küste. Häufig angetroffen wird *S. schoetti* zudem in frischem bis feuchtem Grünland und in frischen Ackerböden (auf Feldern in Baden-Württemberg z.B. von BIERINGER 1969, STIERHOF 1996). Er ist hygrophil und tritt auch im Winter auf. Eine Aufstellung von Beobachtungen zur Biologie der Art gibt BRETFFELD (l.c.).

Sminthurides signatus (KRAUSBAUER, 1998)

in den Artenlisten der Landesanstalt als *Sminthurides assimilis* (KRAUSBAUER, 1998),
Synonymie nach BRETTFELD (1999)



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang einziger Fundort in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1100 im Naturraum Hegaualb; die Verbreitung der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 1 | seltene Art |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 0, 1 | nur im Herbst 1988 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1100, Jahresmittel 1988) | 30 Ind./m ² / 0,24 % | |

Fläche 1100

| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 600 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Südwest, Hangneigung 3 % |
| Geologie / Bodentyp | tiefgründige Parabraunerde auf einer Grundmoräne der Würmeiszeit (Schotter in Lehmmergel eingebettet) |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Asperulo-Fagetum), Krautschicht heterogen, lückig bis dicht, mächtigste Arten sind <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Galium odoratum</i> und <i>Impatiens noli-tangere</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 4 %, C/N 9, C/P 66 |

| | |
|----------------------|--|
| pH (Ah) | 4,0 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Lehm, stark steinig, Krümelgefüge mit Regenwurmgängen |
| Basen | mäßig basenhaltiger, tiefgründig entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | keine Überschreitungen der Hintergrundwerte |
| Feuchte | frischer bis (mäßig) feuchter Standort |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 800-850 mm, Jahresmitteltemperaturen um 7 °C |

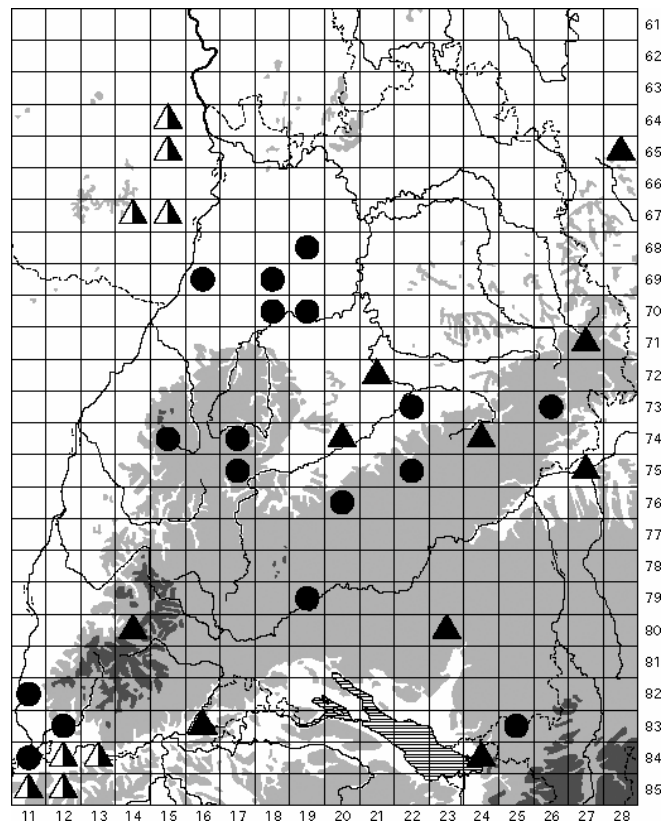
Allgemeine Verbreitung:

Paläarktisch; bekannte Vorkommen reichen von den Azoren und Portugal bis in den Süden Russlands bzw. Sibiriens (nach BRETFFELD 1999), im Norden einschließlich der Britischen Inseln und Schweden (Lappland). Vertikal vom Tiefland (z.B. in Holstein, STRENZKE 1949) bis 1210 m ü. NN (Südfrankreich, Montagne Noir, CASSAGNAU 1965 zit. im BRETFFELD 1999).

Biologie und Ökologie:

Sminthurides signatus gilt als hydrophile Art, die in verschiedenen nassen Habitaten angetroffen wird (BRETFFELD 1999), meist offenbar an kleinen Stillgewässern oder in deren Umgebung in Wäldern. Die Tiere halten sich oft auf der Wasseroberfläche von Pfützen und Tümpeln auf. Allerdings scheint die Art nicht allzu häufig zu sein. GISIN (1960a) beschreibt sie als „sehr selten“. HÜTHER (1961) traf *S. signatus* im Gegensatz zu anderen Autoren in weniger feuchten Böden von Weinbergen der Pfälzer Rheinebene und des Haardtrandes an, zum Teil in erheblicher Dichte und Dominanz (bis 6,4 %). Die Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1100 ist unter den 57 untersuchten Standorten zu den feuchteren zu rechnen, was sich z.B. am Vorkommen von *Impatiens noli-tangere* ablesen lässt.

Sphaeridia pumilis (KRAUSBAUER, 1998)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|------------|--|
| Frequenz (von 63) | 18 | aus allen großen Naturräumen des Landes bekannt, vielleicht in ganz Baden-Württemberg verbreitet; größere Lücken bedürfen noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 65 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 33, 20, 12 | Maximum im Frühling (?) |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 30, Median 20, Max. 75 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,19 , Median 0,20 , Max. 0,40 |

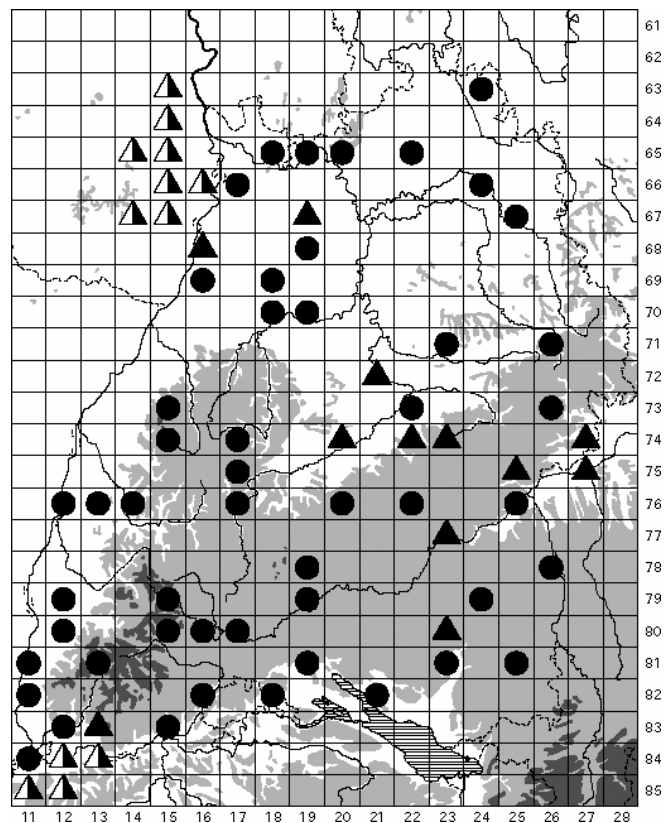
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,3034 | 0,0009 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2371 | 0,0092 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,2345 | 0,0100 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2137 | 0,0189 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2131 | 0,0192 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,1948 | 0,0323 |
| Steingehalt / Skelettanteil Ah-Horizont | 57 | - 0,1900 | 0,0369 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,1897 | 0,0371 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,1861 | 0,0409 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,1833 | 0,0440 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanz 40 -75 Ind./m ² , n=7 (incl. Fläche 1292 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|----------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 810 | 230 bis 720 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden: Braunerden bis (im Ah entkalkte) Rendzinen und Auengley | Böden mit Tonhorizont: 2x pseudovergleyte Pelosole aus Braunjuraton bzw. Tonmergel (ku), 2x (Rendzina-) Terrae fuscae (mo bzw. Weißjura), 2x Parabraunerden aus Löss(lehm) und 1x pseudovergleyte Braunerde aus tonreichem Sandstein |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente (in der Mehrzahl) und oligotraphente Laub- und Mischwälder der collinen bis montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis Moder | L-Mull, F-Mull und Moder, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3-16 %), sehr hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 5,1-34,2, C/P 29-122) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,2 - 5,9 |
| Bodenart, Gefügeform | Lehmiger Sand bis Ton | lehmiger Schluff, Krümelgefüge, und sandiger Lehm, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, bis lehmiger Ton, Krümel- bis Subpolyeder- oder Polyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkarme und kalkreiche Böden | basenreiche und basenarme, karbonatfreie (zumindest oberfl. entkalkte) Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob. und Zn ges. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | 4x frische Standorte, 3x aber mäßig frische z.T. mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 600-1300 mm, Jahresmitteltemperaturen 5-10°C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach BRETTFELD 1999)

Schwer einzugrenzen, da die Art wahrscheinlich des öfteren mit ähnlichen Formen verwechselt wurde. BRETTFELD hält ein holarktisches Vorkommen für gesichert, außerdem Meldungen von Australien (eingeschleppt ?). In Nordamerika und Europa ist *S. pumilis* demnach weit verbreitet, in der Paläarktis reicht das Areal von Nordschweden und von Algerien (durchgehend ?) bis nach Sibirien (Irkutsk). Der locus typicus liegt in Deutschland (bei Weilburg/Lahn, Hessen). FJELLBERG (1980) meldet die Art als „common“ aus Norwegen. Bei BELLINGER et al. (1996-2003) wird sie als nahezu kosmopolitisch angesehen (Funde von allen Erdteilen außer der Antarktis) und käme in allen Klimazonen von der Arktis/Subarktis bis in die inneren Tropen vor.

Arrhopalites spp.



Es handelt sich um ein Konglomerat mehrerer Taxa, und die folgenden Angaben können nicht auf eine bestimmte Art bezogen werden. Verbreitung und Autökologie der Angehörigen der Gattung im Land bedürfen noch der Bearbeitung.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-------------|---|
| Frequenz (von 63) | 55 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet; zu Vorkommen einzelner Arten können keine hinreichenden Angaben gemacht werden, Nachweise aus dem Land siehe in Kapitel III dieses Ergänzungsbandes |
| Gesamtfangzahl | 539 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 77, 44, 418 | Maximum im Herbst |

| | |
|--|--------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 100, Median 40, Max. 810 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,7 , Median 0,2 , Max. 6,4 |

Viele der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Exemplare waren juvenil, und nur 26 Tiere wurden bis zur Art determiniert: 25 *Arrhopalites ornatus* STACH, 1945 sowie ein *Arrhopalites principalis* STACH, 1945. In Baden-Württemberg sind außerdem nachgewiesen *Arrhopalites baccettii* DALLAI, 1969, *Arrhopalites caecus* (TULLBERG, 1871), *Arrhopalites pygmaeus* (WANKEL, 1860) und *Arrhopalites sericus* GISIN, 1947. Weitere Arten können im Gebiet vermutet werden (siehe Kapitel III).

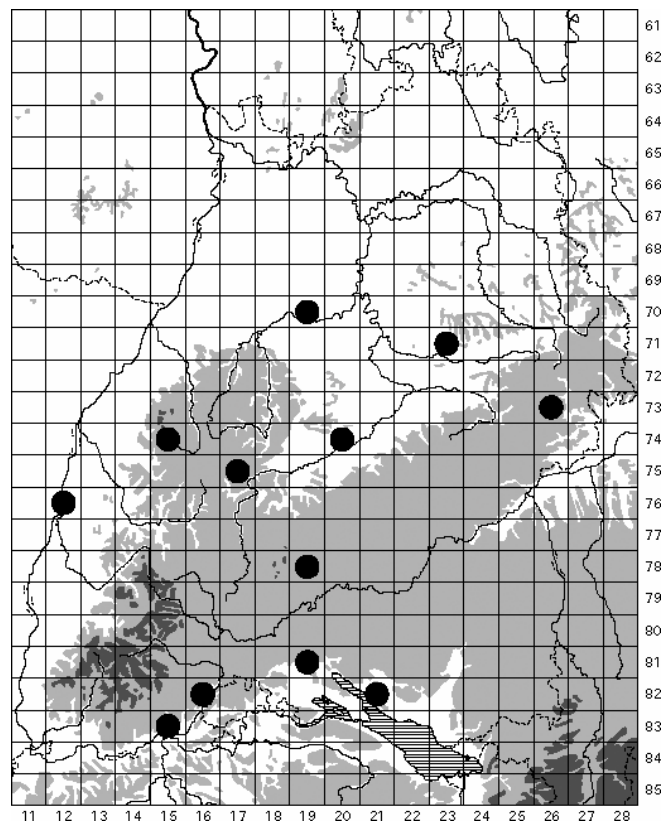
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|---|----|---------------|---------|
| Waldgesellschaft [Klassen, eutr. Laubw. bis oligotr. Nadelw.] | 56 | - 0,2642 | 0,0040 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2496 | 0,0061 |
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2468 | 0,0072 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | + 0,2275 | 0,0124 |
| Deckungsgrad der Moosschicht [Klassen] | 57 | - 0,2235 | 0,0141 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | + 0,2189 | 0,0172 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | - 0,2006 | 0,0275 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | + 0,1939 | 0,0332 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | - 0,1882 | 0,0387 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,1864 | 0,0406 |
| Schluffgehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,1827 | 0,0448 |
| mittlere Temperaturzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | + 0,1795 | 0,0486 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 110 -810 Ind./m ² , n=14 (inclusive Fläche 1211 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 100 bis 1260 | 100 bis 885 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Rendzinen sowie Auenböden) | vorwiegend Parabraunerden und Braunerden auf unterschiedlicher geologischer Basis, gelegentlich pseudovergleyt oder über Pelosol, 1x schwach podsolige Braunerde aus Gneisverwitterung und 1x Terra fusca-Rendzina aus Weißjurakalk |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub- und (seltener) Mischwälder der planaren bis montanen Stufe, mit dichter bis spärlicher Krautschicht aber stets fehlender oder schwacher Moosschicht |
| Humus | L-Mull bis rohumusartiger Moder | 2x L-Mull, 10x F-Mull und je 1x Moder bzw. rohumusartiger Moder, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 2,4-11,9 %), sehr hohe bis sehr geringe Humusqualität (C/N 7,6-34,2, C/P 19-273, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,1 - 7,2 | 3,1 - 6,2 |
| Bodenart | schluffiger Sand bis Ton | anlehmiger Sand bis lehmiger Ton, Böden oft steinig |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme oder -freie Böden | basenreiche und basenarme, im Oberboden karbonatfreie Böden (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | keine nordexponierten Flächen; Ah-Horizonte (sehr) stark durchwurzelt, (bis auf eine Fläche) mit groben Makroporen, meist mit, 3x ohne Regenwurmginge; meist frische Standorte, 3x frisch bis feucht, vereinzelt sommerliche Trockenperioden möglich; Jahresniederschlag 550-1600 mm (1x über 1000 mm), Jahresmitteltemperaturen 5,5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung:

(vgl. Angaben bei *A. ornatus* und *A. principalis*)

Arrhopalites ornatus STACH, 1945



Arrhopalites ornatus ist nur im Herbst 1993 in den Listen der Wald-Dauerbeobachtungsflächen verzeichnet. In der Regel erfolgte bei Tieren der Gattung keine Artbestimmung (Zusammenfassung unter „*Arrhopalites* spp.“). Daher werden im Folgenden nur die Fundortkarte und die Standortverhältnisse der betreffenden Flächen angegeben.

Ergebnisse:

Arrhopalites ornatus ist nachgewiesen auf zwölf von 63 Wald-Dauerbeobachtungsflächen und scheint in großen Teilen Baden-Württembergs vorzukommen, in den tieferen Lagen (der Oberrheinebene und den Gäuebene im Norden) aber seltener zu sein. Die Verbreitung der Art im Land bedarf jedoch weiterer Prüfung.

Die Vorkommen in den untersuchten Wäldern erstrecken sich über einen weiten Bereich von Standortbedingungen:

| | |
|---------------------|---|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Parabraunerden und Braunerden, auch podsoliert, Rendzinen und Rendzina-Terra fusca sowie 1x Gley-Vega) |

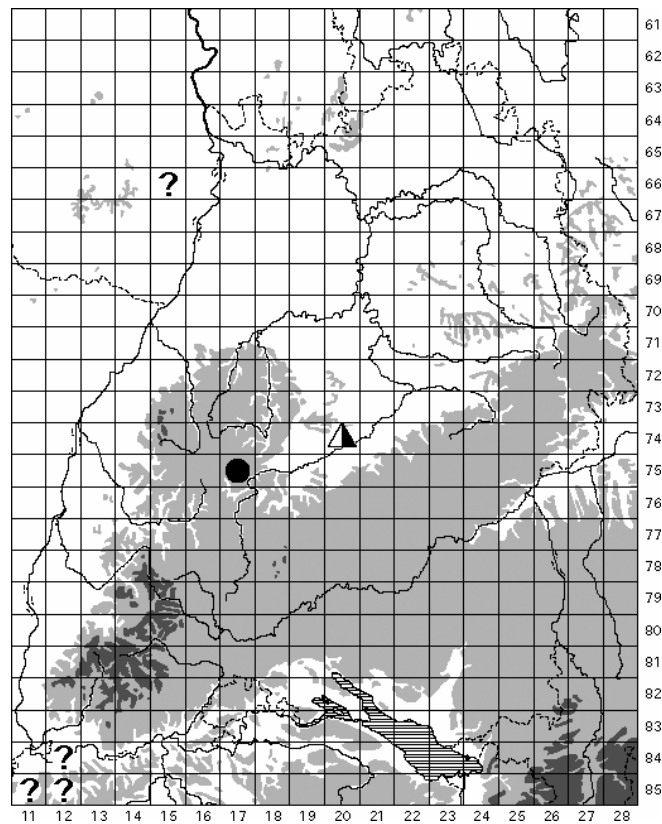
| | |
|----------------------|--|
| Vegetation | vorwiegend eutraphente Laub- und Mischwälder, seltener oligotraphente Ausbildungen, 1x Nadelwald (forstlich gefördertes Luzulo-Abietetum, anstelle eines potentiellen Luzulo-Fagetums) |
| Humus | L-Mull bis Moder, mittel bis extrem stark humose Böden, bei sehr hoher bis sehr geringer Humusqualität |
| pH (Ah) | 3,3 - 7,1 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis lehmiger Ton, vorwiegend Krümelgefüge, gelegentlich Einzelkorn- oder Subpolyedergefüge bzw. Mischformen |
| Basengehalt | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, aber nur einmal über 1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5 °C, aber nur einmal unter 6 °C, planare bis montane Lagen, nicht auf nordexponierten Flächen |
| Feuchte | mäßig frische (mit sommerlichen Trockenperioden) bis feuchte Standorte |

Allgemeine Verbreitung:

Laut BRETFFELD (1999) vorwiegend südeuropäisch: von Spanien und Südfrankreich über Italien bis Ungarn und ins ehemalige Jugoslawien; andererseits auch aus Deutschland bekannt aus Wäldern am Vogelsberg in Hessen (BRETFFELD zit. BÖHLE 1991). Für Baden-Württemberg wäre die Art neu. Es ist möglich, dass sie in Mitteleuropa bisher verkannt wurde.

Arrhopalites principalis STACH, 1945 sensu STACH, 1956

Syn. *Arrhopalites binoculatus* auctorum p.p.



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 1 | bislang nur vom Spitzberg bei Tübingen und der Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1261 im Naturraum Obere Gäue bei Horb; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 1 | in dieser Gattung i.d.R. keine Artbestimmungen, Zusammenfassung unter <i>Arrhopalites</i> spp. |
| Phänologie (F, S, H) | 0, 1, 0 | nur im Sommer 1986 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1261, Jahresmittel 1986) | 30 Ind./m ² / 0,09 % | |

Fläche 1261

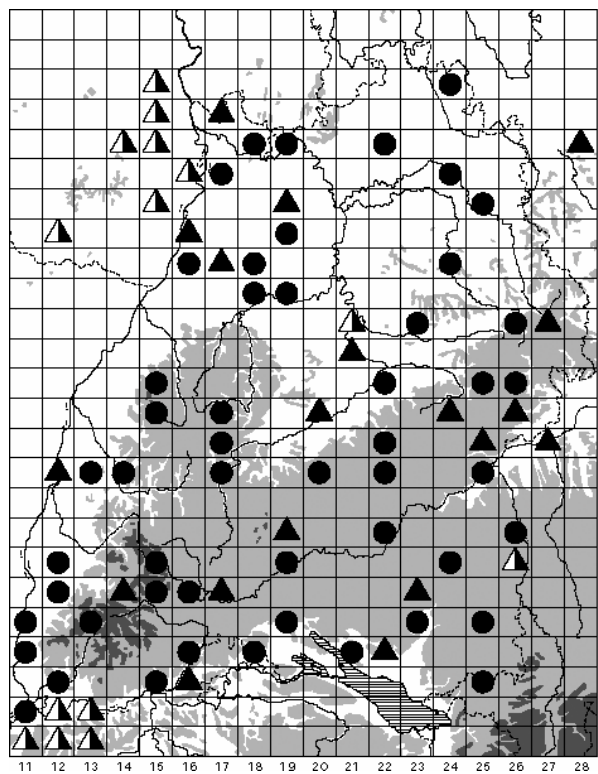
| | |
|------------------------|---|
| Höhe ü. NN [m] | 550 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Süd-Südost, Hangneigung 25 % |
| Geologie / Bodentyp | sehr flachgründige Terra fusca-Rendzina aus Kalkmergelstein des Oberen Muschelkalks |
| Vegetation | eutraphenter Buchenwald (Carici-Fagetum) mit Fichten und Tannen, mächtigste Arten in der sehr lückigen Krautschicht sind nach Buchenjungwuchs <i>Galium odoratum</i> und <i>Carex montana</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 11,2 %, C/N 16,5, C/P 83 |
| pH (Ah) | 5,0 |

| | |
|----------------------|---|
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Ton, sehr stark steinig, Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreicher, nur oberflächlich entkalkter Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Feuchte | mäßig frisch mit sommerlichen Trockenperioden |
| Sonstiges | Ah-Horizont stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 700-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9 °C |

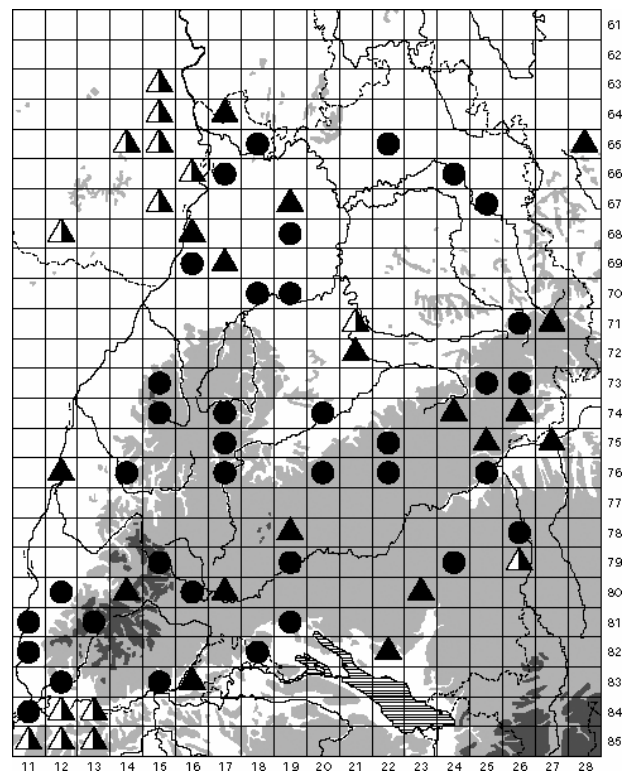
Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach BRETFFELD 1999)

Holarktisch; Nordamerika (BELLINGER et al. 1996-2003 präzisieren: pazifisches Nordamerika), in der Paläarktis von Grönland über Nordeuropa bis Südsibirien, in Europa südlich bis zu den Pyrenäen, den Alpen und ins ehemalige Jugoslawien. CHRISTIAN (1987) bezeichnet die Art als arкто-alpin, sie tritt im Süden ihres Areals aber nicht nur in Gebirgen auf, sondern auch in Wäldern Schleswig-Holsteins oder in Steppengebieten Sibiriens. In Deutschland bekannt aus Schleswig-Holstein, aus dem Raum Harz/Kyffhäuser, dem Vogelsberg sowie vom Spitzberg bei Tübingen (Literatur zit. in BRETFFELD 1999).

Katiannidae spp.



Katiannidae gesamt



Sminthurinus aureus-Gruppe

Bei den Katiannidae von den Wald-Dauerbeobachtungsflächen handelt es sich um ein Konglomerat mehrerer Taxa, und die folgenden Angaben können nicht auf eine bestimmte Art bezogen werden. Die Mehrzahl der Tiere dürfte der *Sminthurinus aureus*-Gruppe angehören. Verbreitung und Autökologie der Angehörigen der Familie im Land bedürfen noch einer genaueren Bearbeitung.

Ergebnisse:

| | | |
|--|-------------------------------------|---|
| Frequenz (von 63) | 61 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet, doch ist bisher häufig nicht zwischen <i>S. aureus</i> und <i>S. elegans</i> oder weiteren Arten unterschieden worden |
| Gesamtfangzahl | 1532 | |
| Phänologie (F, S, H) | 985, 122, 425 | Frühlingsmaximum, Sommerminimum |
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 230, Median 130, Max. 1175 | |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 1,5, Median 1,0, Max. 8,3 | |

Die meisten der auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen gefangenen Exemplare waren juvenil. Genauer determiniert wurden: 444 Exemplare aus der *Sminthurinus aureus*-Gruppe, acht *Sminthurinus niger* (LUBBOCK, 1868) und drei *Stenognathellus denisi* CASSAGNAU, 1953. Die *aureus*-Gruppe umfasst im Land, soweit bisher bekannt, *Sminthurinus aureus* (LUBBOCK, 1862) und *Sminthurinus elegans* (FITCH, 1863), vergleiche auch die Meldungen in Teil III dieses Ergänzungsbandes. Zur Taxonomie der Katiannidae und der *S. aureus*-Gruppe im Besonderen siehe BRETTFELD (1999).

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|----------|
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,4355 | < 0,0001 |
| Bodengründigkeit [Klassen] | 57 | - 0,3360 | 0,0002 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,3091 | 0,0007 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,2997 | 0,0010 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah-Horizont | 57 | + 0,2906 | 0,0014 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2823 | 0,0019 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2728 | 0,0027 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2724 | 0,0028 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,2850 | 0,0039 |
| pH-Wert Ah | 57 | + 0,2515 | 0,0057 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2485 | 0,0063 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2458 | 0,0069 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2443 | 0,0073 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2443 | 0,0073 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2392 | 0,0086 |
| Verhältnis Mg:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2388 | 0,0087 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,2372 | 0,0092 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,2363 | 0,0094 |

| | | | |
|--|----|----------|--------|
| Mn gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2384 | 0,0095 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,2313 | 0,0110 |
| Ca gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2328 | 0,0113 |
| Mn austauschbar im Ah | 57 | - 0,2252 | 0,0134 |
| Al austauschbar im Ah | 57 | - 0,2242 | 0,0138 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2175 | 0,0169 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | - 0,2156 | 0,0189 |
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah (Ca+Mg-Sättigung) | 57 | + 0,2137 | 0,0189 |
| Azidität Ah-Horizont | 57 | - 0,2115 | 0,0201 |
| N gesamt im Ah | 57 | + 0,2113 | 0,0202 |
| Höhe ü. NN | 57 | + 0,2085 | 0,0220 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2074 | 0,0227 |
| Ca gesamt im Ah | 57 | + 0,2062 | 0,0235 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2058 | 0,0237 |
| Minima der Jahresniederschlagssummen der Naturräume | 57 | + 0,2037 | 0,0252 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,1967 | 0,0307 |
| Wasserkapazität bis 1 m Bodentiefe [Klassen] | 57 | - 0,1955 | 0,0317 |
| Humusform Ah [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,1874 | 0,0396 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,1839 | 0,0433 |
| K-Versorgung Ah-Horizont (Anteil an der KAK pot.) | 57 | - 0,1807 | 0,0471 |

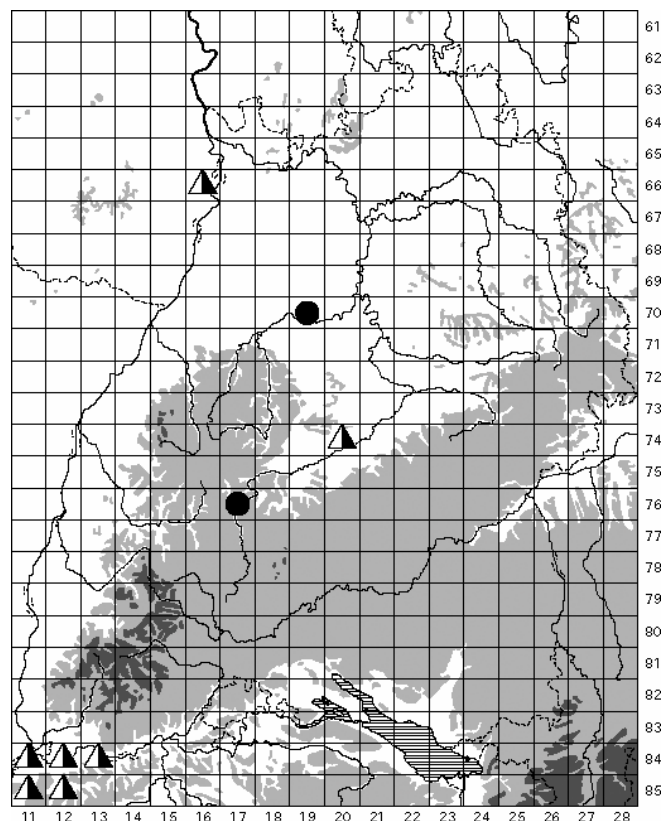
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 305 -1175 Ind./m ² , n=15 |
|---------------------|---|--|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 1260 | 100 bis 910 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker, Rendzinen und Auengley) | von der Rendzina über Parabraunerden und Braunerden bis zum podsoligen Ranker, einschließlich Auengley, auf den unterschiedlichsten Ausgangsgesteinen |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eutraphente Laubwälder bis oligotraphente Nadelwälder, meistens stark entwickelte Krautschicht (Deckung im Jahreslauf > 50%, nur 4x kleiner) |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 17 cm, Humusgehalt Ah: 2,9-15,3 %, C/N 6,6-28,4, C/P 41-163 |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,1 - 7,2 |
| Bodenart | Sand bis Ton | schluffiger Sand bis Ton, skelettarme aber auch sehr stark steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden | basenreiche und basenarme, kalkreiche bis kalkfreie Böden |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb mob., Cd ges., Cd mob., Zn ges., Zn mob. und Cu mob. im Ah-Horizont sowie Pb in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | frische (auch wechselfrische ?) und frische bis feuchte Standorte; Jahresniederschlagssummen 600-2000 mm Jahresmitteltemperaturen 5-10 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach BRETTFELD 1999)

S. aureus: Paläarktisch; weit verbreitet von Island über Skandinavien östlich (durchgehend ?) bis Japan, bekannt im Süden aus dem westlichen Mittelmeergebiet, Marokko sowie von Madeira und den Azoren. Ältere Meldungen (zit. in SALMON 1964) berichten von Vorkommen in Nordamerika, in Australien und Neuseeland. Sie beziehen sich auf andere Arten oder bedürfen der Bestätigung. BELLINGER et al. (1996-2003) geben allerdings außer der Paläarktis auch Neuseeland an (eingeschleppt ?). *S. aureus* tritt auf vom Tiefland bis in alpine Lagen (2300 m ü. NN in den österreichischen Alpen, 2650 m ü. NN im Hohen Atlas).

S. elegans: Holarktisch, außerdem auf Hawaii und (laut BELLINGER et al. 1996-2003) in Australien (eingeschleppt ?). In der Paläarktis nur aus Europa und Kleinasien (Trabzon am Schwarzen Meer, nach STACH 1956) bekannt. Weit verbreitet in Europa von Skandinavien und Finnland über Osteuropa bis Portugal (einschl. Madeira und Azoren). Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis etwa 1200 m ü. NN (in den Pyrenäen).

Sminthurinus niger (LUBBOCK, 1868)



Es ist nicht sicher, ob sich die verzeichneten Meldungen alle auf *S. niger* im Sinne der aktuellen taxonomischen Auffassung der Art (vgl. BRETTFELD 1999) beziehen.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Frequenz (von 63) | 2 | bisher nur wenige Nachweise aus dem oberen und mittleren Neckargebiet; die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 8 | sehr gering, seltene Art (?) |
| Phänologie (F, S, H) | 8, 0, 0 | |

Von 1532 gefangenen Tieren der Familie Katiannidae sind nur 455 bis zum Artniveau bestimmt worden, davon waren 444 *Sminthurinus aureus/elegans*, acht *Sminthurinus niger* und drei *Stenognathellus denisi*.

Unter den Fundorten im Gebiet sind zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen:

| Fläche | 1260 Obere Gäue b. Sulz am Neckar | 1280 Strom- und Heuchelberg |
|--|--|---|
| Fangzahl / -termin | 7 Ex. im Frühling 1986 | 1 Ex. im Frühling 1993 |
| Abundanz / Dominanz (jeweilige Jahresmittel) | 215 Ind./m ² / 1,4 % | 30 Ind./m ² / 0,36 % |
| Höhe ü. NN [m] | 560 | 390 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Nord, Hangneigung 4 % | collin bis submontan, eben |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Rendzina aus dolomitischem Mergeltonstein des Oberen Muschelkalks | flachgründiger Braunerde-Pelosol (Ah 1 cm, Bv 4 cm, P 20 cm) auf dolomitischem Sandstein (Stubensandstein) |
| Vegetation | eutraphenter Buchen-Tannenwald (Asperulo-Fagetum) mit Fichtenanteil, Krautschicht im Frühling 1986 lückig, u.a. mit <i>Lamiasium galeobdolon</i> agg. und <i>Melica uniflora</i> | eutraphenter Buchenwald (artenarmes Elymo-Fagetum) mit stark entwickelter Krautschicht in <i>Mercurialis perennis</i> -Fazies |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 15,3 %, C/N 11,3, C/P 63 | F-Mull, Humusgehalt Ah: 7,2 %, C/N 13,5, C/P 71 |
| pH (Ah) | 7,0 | 6,2 [Bv: 5,4, P: 6,3] |
| Bodenart, Gefügeform | lehmgiger Ton, sehr stark steinig, Krümel- bis Polyedergefüge | Ah: TI, Krümelgefüge mit Regenwurm-gängen, Bv: Lu, Subpolyeder-gefüge mit Regenwurm-gängen, P: TI, Prismengefüge |
| Basen | sehr basenreicher (besonders Ca, Mg), karbonathaltiger Boden | basenreicher, karbonatfreier (entkalkter) Boden |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont, Mo-Gehalt mit 3,6 mg/kgTS ungewöhnlich hoch | Überschreitungen der Hintergrundwerte von Pb ges. im Ah-Horizont sowie von Cd mob. im Bv-Horizont |
| Feuchte | frischer bis feuchter Standort, Schwankungen von Jahr zu Jahr ablesbar an der Entwicklung von <i>Impatiens noli-tangere</i> | wechselfrischer Standort (?), <i>Mercurialis perennis</i> zeigt im Sommer häufig Trockenheitsschäden und niedrigere Deckungsgrade als im Frühling |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte | Ah- und Bv-Horizont sehr stark durchwurzelt bei sehr geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschläge 700-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9 °C | Jahresniederschläge 750-800 mm, Jahresmitteltemperaturen 8-9 °C |

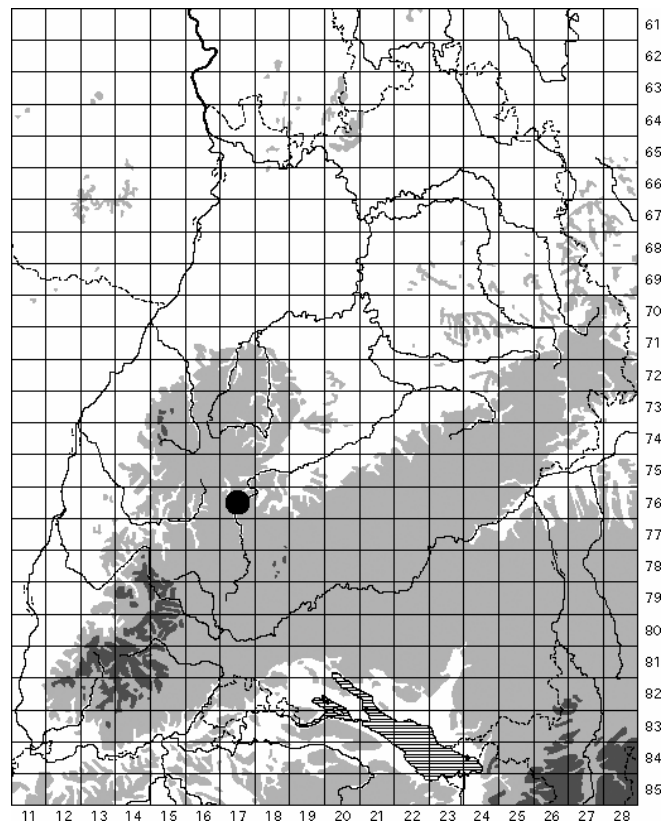
Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach BRETTFELD 1999)

Vermutlich paläarktisch-europäisch; schwer einzugrenzen, da die Art vor und auch noch nach der Wiederbeschreibung durch GISIN (1963) häufig mit anderen Formen verwechselt wurde. BRETTFELD hält für einigermaßen gesichert Vorkommen im Westen Russlands (Moskau), in Polen, der Slowakei, Tschechien, Deutschland, England, Norwegen (synanthrop), Süditalien (Liparische Inseln), Spanien, auf den Kanaren, Madeira und den Azoren. Hinzu käme laut GISIN (l.c.) auch Finnland. CHRISTIAN (1987) nennt die Art kosmopolitisch und zitiert ältere Meldungen aus Österreich, BELLINGER et al. (1996-2003) geben an die Paläarktis sowie Ascencion & St. Helena im Atlantik, die Kapprovinz und Australien (eingeschleppt ?).

Biologie und Ökologie:

Laut BRETTFELD (l.c.) lebt *Sminthurinus niger* am Boden, in der Streu und im Moos feuchter Habitate. Der Schwerpunkt dürfte in Wäldern liegen. Der Autor hält aber viele Angaben für revisionsbedürftig, da sie sich evtl. auf andere Taxa der *S. niger*-Gruppe beziehen. Am Spitzberg bei Tübingen meldet BOCKEMÜHL (1956) die Art zahlreich aus verschiedenen Waldgesellschaften, vor allem aus Laub- und Mischwald. Auch GISIN (1943) berichtet vom angrenzenden schweizerischen Gebiet um Basel und dem Schweizer Jura, dass „*S. niger*“ in Wäldern der tieferen Lagen unter 600 m überall auftritt, in den höheren Lagen seltener, maximal bis 1100 m ü. NN. Es wäre demnach auch auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen mit einer größeren Frequenz und Individuenzahl der Art zu rechnen.

Stenognathellus denisi CASSAGNAU, 1953



Ergebnisse:

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| Frequenz (von 63) | 1 | einzigster Fundort in Baden-Württemberg: Wald-Dauerbeobachtungsfläche 1260 bei Sulz am Neckar im Naturraum Obere Gäue; das Vorkommen der Art im Land bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 3 | sehr gering, seltene Art (?) |
| Phänologie (F, S, H) | 2, 0, 1 | nur in den Proben von 1986 |
| Abundanz / Dominanz (Fläche 1260, Jahresmittel 1986) | 90 Ind./m ² / 0,60 % | |

Fläche 1260

| | |
|------------------------|--|
| Höhe ü. NN [m] | 560 |
| Höhenstufe, Exposition | submontan, Nord, Hangneigung 4 % |
| Geologie / Bodentyp | flachgründige Rendzina aus dolomitischen Mergeltonstein des Oberen Muschelkalks |
| Vegetation | eutraphenter Buchen-Tannenwald (Asperulo-Fagetum) mit Fichtenanteil, in der gut ausgebildeten Krautschicht viel <i>Lamiaestrum galeobdolon</i> agg., <i>Geranium robertianum</i> (beide besonders im Sommer 1986), <i>Acer pseudoplatanus</i> und <i>Melica uniflora</i> |
| Humus | F-Mull, Humusgehalt Ah: 15,3 %, C/N 11,3, C/P 63 |
| pH (Ah) | 7,0 |

| | |
|----------------------|---|
| Bodenart, Gefügeform | lehmiger Ton, sehr stark steinig, Krümel- bis Polyedergefüge |
| Basen | sehr basenreicher (besonders Ca, Mg), karbonathaltiger Boden, sehr hohe Elastizität gegen Säuretoxizität im Ah-Horizont |
| Schwermetalle | Überschreitung des Hintergrundwertes von Pb ges. im Ah-Horizont, Mo-Gehalt mit 3,6 mg/kgTS ungewöhnlich hoch |
| Feuchte | frischer bis feuchter Standort, Schwankungen von Jahr zu Jahr ablesbar an der Entwicklung von <i>Impatiens noli-tangere</i> |
| Sonstiges | Ah-Horizont sehr stark durchwurzelt bei geringer Lagerungsdichte |
| Klima | Jahresniederschlagssummen 700-900 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9 °C |

Allgemeine Verbreitung:

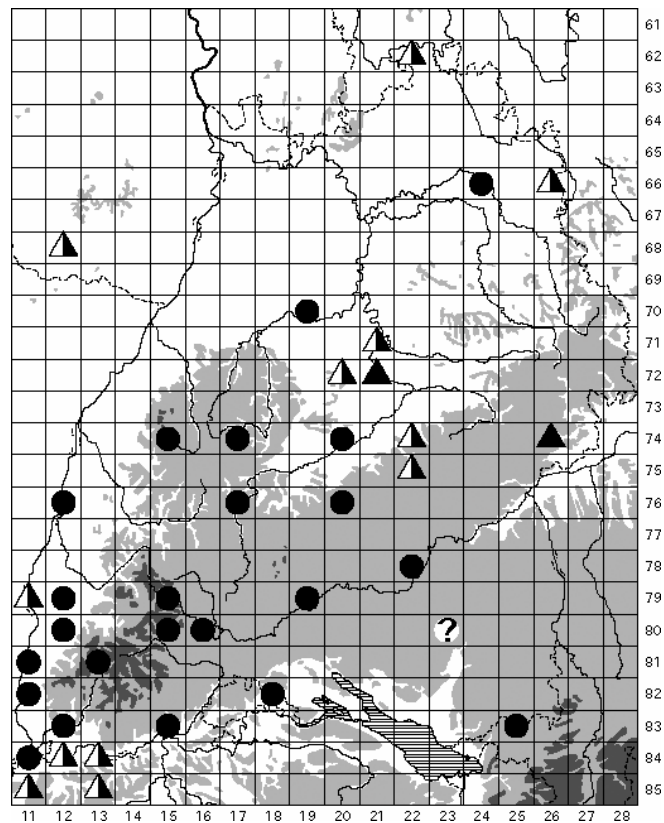
Bisher nur wenige Meldungen aus Nordspanien, Südfrankreich, Korsika, Italien, aus Deutschland (bei Bonn, nunmehr auch aus Baden-Württemberg), der Schweiz, Österreich (Vorarlberg) und Ungarn. In Italien bis in Höhen von 1400 m ü. NN (DALLAI 1971 zit. im BRETTFELD 1999).

Biologie und Ökologie:

Stenognathellus denisi ist eine Waldart; die Tiere finden sich in der Streuauflage oder in feuchtem Moos, dort auch an Felsen oder im Stammfußbereich. Die meisten Nachweise stammen aus Berg- oder Hügelländern Südeuropas, und die Art gilt als thermophil bzw. soll mediterranes Klima bevorzugen. Nördlich der Alpen scheint sie selten zu sein. In Baden-Württemberg wurden bisher nur drei Individuen gefangen, am nächstgelegenen Fundort in Vorarlberg bei Nenzing (Mischwald aus Fichte, Tanne und Buche, 870 m ü. NN) gerade eines.

GISIN (1960a) vermutet, dass *S. denisi* häufig verkannt bzw. mit anderen Katianniden verwechselt worden ist. Auf der Fläche 1260 tritt er gemeinsam mit Taxa der *Sminthurinus aureus*-Gruppe und mit *Sminthurinus niger* (LUBBOCK, 1868) auf. Besonders die Juvenilstadien dieser Formen dürften kaum zu unterscheiden sein (siehe auch unter Katiannidae spp.).

Dicyrtoma fusca (LUBBOCK, 1873)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| Frequenz (von 63) | 23 | in Baden-Württemberg weit verbreitet, doch auffällige Konzentration der Fundorte im Südwesten; das Vorkommen der Art im Norden und Osten des Landes bedarf weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 73 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 44, 7, 22 | Minimum im Sommer |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 15, Max. 85 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,19 , Median 0,11 , Max. 0,65 |

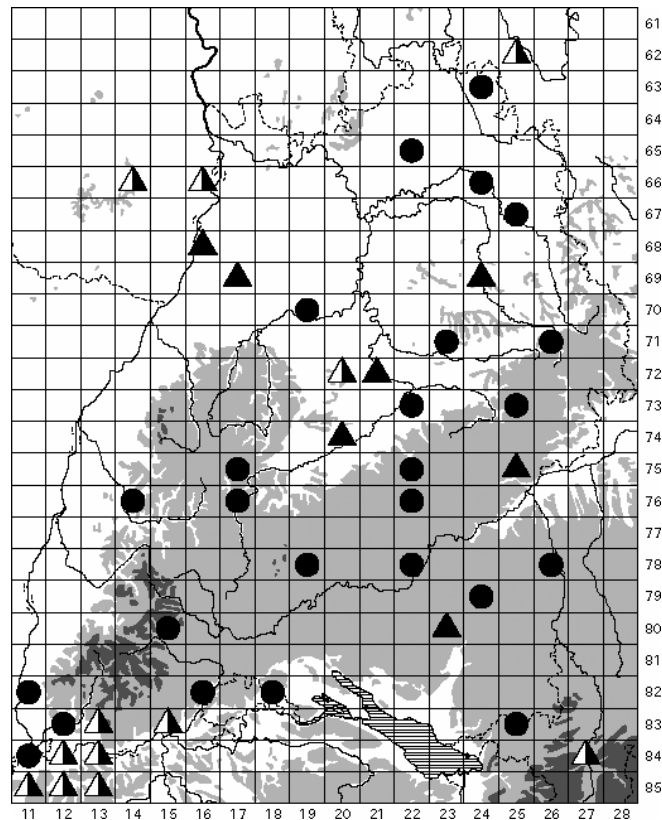
Die Zahl der signifikanten Korrelationen zwischen den Abundanzen der Art auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen und den 102 betrachteten Umweltvariablen ist so niedrig, dass die Ergebnisse als zufällig betrachtet werden können. Es sind keine statistisch abgesicherten, gerichteten Beziehungen festzustellen.

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 35 -85 Ind./m ² , n=6 |
|---------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 160 bis 1260 | 210 bis 1015 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (von podsoliger Braunerde bis Rendzina, inclusive Auenböden) | verschieden (von podsoliger Pseudogley-Braunerde bis Rendzina, einschließlich Auenrendzina-Auengley) |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder planarer bis submontaner Lagen, aber auch ein oligotraphenter Nadelwald (Vaccinio-Abietetum mit Tannen, Fichten und Kiefern) der montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 6 cm, mittel bis extrem stark humose Böden (Ah 3,8-15,3 %), bei sehr hoher bis geringer H.qualität (C/N 7,1-20,5, C/P 42-207, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,4 - 7,0 |
| Bodenart | lehmiger Sand bis Ton, nicht in reinen Sand- oder Schluffböden | 1x anlehmiger Sand, 3x schluffiger bis toniger Lehm, 2x lehmiger Ton |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme oder -freie Böden | basenreiche und basenarme, karbonatreiche bis karbonatfreie Böden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Cd mob., Zn mob. im Ah-Horizont sowie Cu in der org. Auflage |
| Sonstiges | | überwiegend frische bis feuchte Standorte, ein Carici-Fagetum wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden (siehe aber Sommerminimum bei <i>D. fusca</i>); Jahresniederschlagssummen 500-1800 mm, Jahresmitteltemperaturen 6-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben nach BRETZFELD 1999, GISIN 1960a und STACH 1957)

Holarktisch; in der Paläarktis weit verbreitet: von Island über Lappland bis Sibirien (vielleicht auch Japan), im Süden von Rumänien über Italien, Algerien, Portugal bis auf die Azoren. Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis in die subalpine Höhenstufe (z.B. 1500 m ü. NN in der Slowakei).

Dicyrtomina minuta (FABRICIUS, 1783) & Dicyrtomina ornata (NICOLET, 1842)



Ob es sich um separate biologische Arten oder nur um Farbvaritäten handelt, ist bislang nicht geklärt (BRETTFELD 1999). In den Proben der Wald-Dauerbeobachtungsflächen sind beide Formen nachgewiesen, wurden aber bei der Determination meist unter „*D. ornata*-Gruppe“ vereinigt, sodass keine Aussagen über das Zahlenverhältnis und etwaige Unterschiede im Auftreten möglich sind.

Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------|---|
| Frequenz (von 63) | 27 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet; in der Oberrheinebene, dem Kraichgau und dem Odenwald scheinbar selten, doch bedürfen die Vorkommen beider Formen im Land weiterer Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 76 | sehr gering |
| Phänologie (F, S, H) | 60, 2, 11 | Frühlingsmaximum, wahrscheinlich Juvenile |

| | |
|--|---|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 20, Max. 85 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,21 , Median 0,15 , Max. 1,24 |

| | | | |
|---|----|---------------|---------|
| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | - 0,2921 | 0,0013 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | + 0,2833 | 0,0019 |

| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Elastizität gg. Säuretoxizität im Ah [Klassen] | 57 | + 0,2811 | 0,0020 |
| Sandgehalt Ah-Horizont | 57 | - 0,2757 | 0,0025 |
| Wasserkapazität Ah-Horizont | 49 | + 0,2987 | 0,0025 |
| Tongehalt Ah-Horizont | 57 | + 0,2668 | 0,0034 |
| K gesamt im Ah | 57 | + 0,2592 | 0,0044 |
| mikrobielle Biomasse (C_{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,2514 | 0,0057 |
| Al gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2520 | 0,0061 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | + 0,2424 | 0,0077 |
| K austauschbar im Ah | 57 | + 0,2385 | 0,0088 |
| P austauschbar im Ah | 57 | - 0,2345 | 0,0100 |
| Höhenstufe [Klassen, planar bis hochmontan] | 57 | + 0,2340 | 0,0101 |
| Pb austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | - 0,2333 | 0,0104 |
| Minima der Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,2294 | 0,0117 |
| Pb austauschbar im Ah | 57 | - 0,2277 | 0,0123 |
| Al gesamt im Ah | 57 | + 0,2270 | 0,0126 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | - 0,2263 | 0,0138 |
| Cu austauschbar im Ah | 57 | - 0,2241 | 0,0138 |
| Mo gesamt im Ah | 57 | + 0,2225 | 0,0145 |
| Cd austb.-Belastung im Ah [Überschreitung der Hintergrundw.] | 57 | + 0,2224 | 0,0146 |
| mittlere Lichtzahl nach Ellenberg für die Krautschicht | 57 | - 0,2145 | 0,0185 |
| Ca austauschbar im Ah | 57 | + 0,2109 | 0,0205 |
| Mächtigkeit des Ah-Horizontes | 57 | + 0,2082 | 0,0222 |
| Basensättigung Ah | 57 | + 0,2003 | 0,0278 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1989 | 0,0288 |
| Na gesamt im Ah | 57 | + 0,1988 | 0,0290 |
| Deckungsgrad der Krautschicht [Klassen] | 57 | + 0,1939 | 0,0331 |
| Deckungsgrad der Mooschicht [Klassen] | 57 | - 0,1928 | 0,0341 |
| effektive Kationenaustauschkapazität Ah | 57 | + 0,1877 | 0,0392 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | + 0,1876 | 0,0392 |
| Zn gesamt im Ah | 57 | + 0,1854 | 0,0417 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | + 0,1838 | 0,0434 |
| Verhältnis Ca:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | + 0,1838 | 0,0434 |
| Cd gesamt im Ah | 57 | + 0,1794 | 0,0488 |

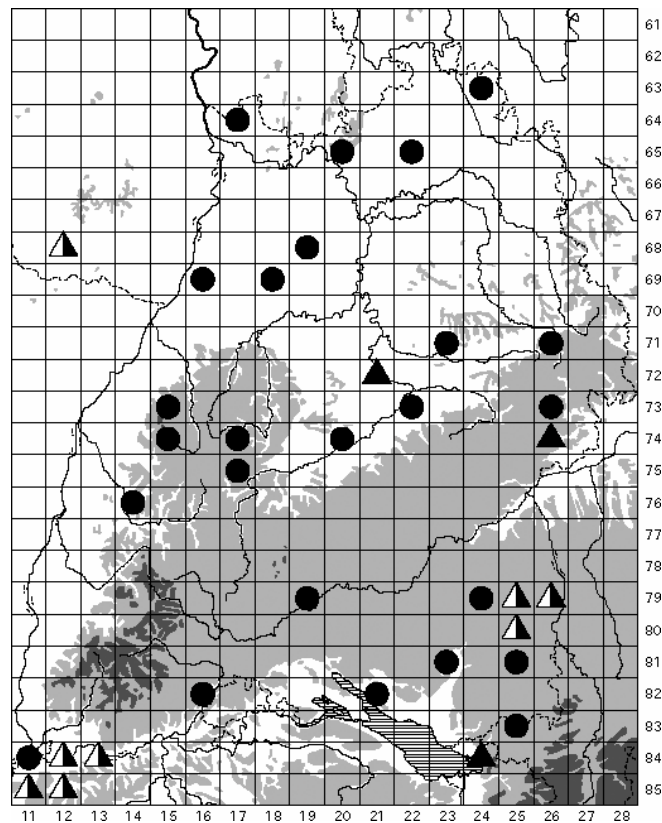
| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 40 -85 Ind./m ² , n=7 |
|---------------------|--|---|
| vertikal [m ü. NN] | 330 bis 1015 | 465 bis 900 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Rendzinen bis podsolige Braunerden, fast alle Standorte mit unterliegenden Pelosolen, auch staunasse, jedoch keine Auenböden) | Rendzinen und Terrae fucae aus Weißjura oder Muschelkalk sowie pseudovergleyte Parabraunerden auf Schwarzjura oder Moränenmaterial, Letztere auch 1x podsolig |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | vorwiegend eutraphente Laub- und Mischwälder der submontanen und montanen Stufe einschließlich der Übergänge zu oligotraphenten Ausbildungen, nur 1x oligotraphenter Fichten-Tannen-Forst in montaner Lage, meistens (5x) gut ausgebildete Krautschicht |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull, F-Mull und 1x Moder, organ. Auflage 2-9 cm, mittel bis extrem humose Böden (Ah 3-16 %), sehr hohe bis sehr geringe Humusqualität (C/N 9-25,3, C/P 16-83 und 1x 412, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,1 | 3,0 - 6,7 |
| Bodenart, Gefügeform | schluffiger Sand bis Ton | lehmiger Sand bis Ton, auch (sehr) steinig, Subpolyeder-, Krümel- und 1x Polyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme oder -freie Böden | basenreiche und mäßig basenarme Böden, 1x extrem basenarmer Boden, karbonathaltig im Ah-Horizont bis karbonatfrei |
| Schwermetalle | | tolerieren Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont |
| Sonstiges | | meist frische bis feuchte Standorte, Ausnahme ein Carici-Fagetum mit sommerlichen Trockenperioden; Jahresniederschlagssummen 600-1500 mm, Jahresmitteltemperaturen 4,5-9,5 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben i.W. nach BRETTFELD 1999)

Holarktisch (*D. ornata* offenbar bislang nur paläarktisch); in der Paläarktis im Norden von Island über Skandinavien bis in den Westen Russlands, im Süden von Aserbaidschan (nur *D. ornata*), bzw. dem ehemaligen Jugoslawien (ab hier auch *D. minuta*) über Algerien, Marokko, Portugal und Madeira bis zu den Azoren. Weitere Meldungen über Vorkommen aus dem Nahen und Mittleren Osten (Palästina, Iran), aus Südamerika, Südafrika, Australien und Neuseeland sind nach BRETTFELDS Ansicht revisionsbedürftig. Die Vertikalverbreitung reicht von der Küste bis in die subalpine Höhenstufe (1900 m ü. NN in den Alpen und Pyrenäen). Laut GISIN (1960a) treten beide Formen vor allem im Tiefland auf.

Lipothrix lubbocki (TULLBERG, 1872)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|-----------|--|
| Frequenz (von 63) | 27 | in ganz Baden-Württemberg verbreitet, selten im Ober-rheinischen Tiefland; einige Lücken in der Fundortkarte bedürfen noch der Prüfung |
| Gesamtfangzahl | 161 | gering |
| Phänologie (F, S, H) | 93, 63, 5 | Minimum im Herbst |

| | |
|--|--------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 55, Median 40, Max. 165 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,3 , Median 0,2 , Max. 1,3 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Humusform [Klassen, L-Mull bis rohhumusartiger Moder] | 57 | + 0,2978 | 0,0011 |
| Pb gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2724 | 0,0030 |
| Mächtigkeit der organ. Auflage | 56 | + 0,2532 | 0,0059 |
| Cu ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2425 | 0,0077 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,2124 | 0,0196 |
| Bodenart Ah [18 Klassen, Sand bis Ton] | 57 | - 0,2080 | 0,0223 |
| Mg gesamt im Ah | 57 | - 0,2014 | 0,0269 |
| Wasserkapazität bis 1m Tiefe [Klassen] | 57 | 0,1959 | 0,0314 |
| Verhältnis K:Al (austauschbar, molar) im Ah | 57 | - 0,1944 | 0,0327 |
| Mn gesamt im Ah | 57 | - 0,1865 | 0,0405 |

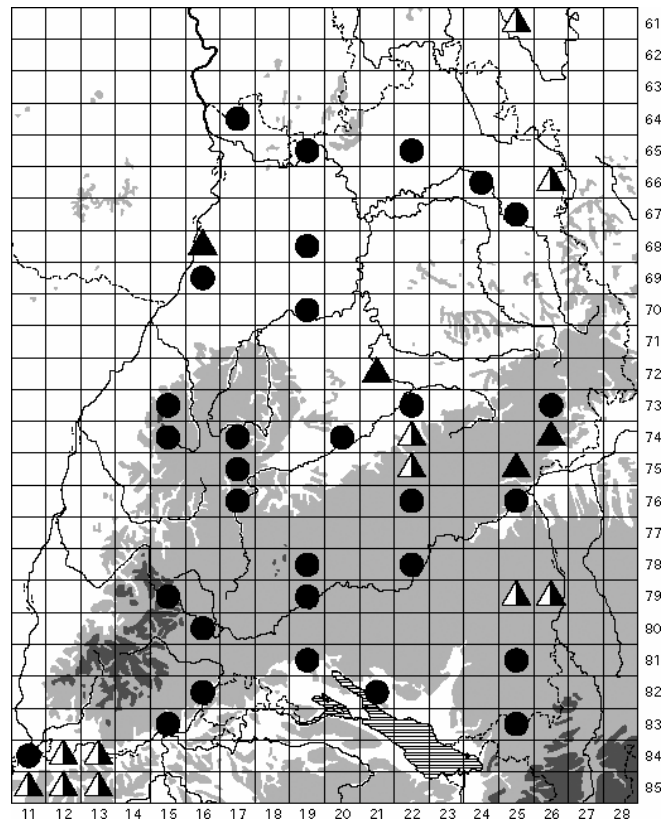
| | | | |
|---|----|----------|--------|
| Artenzahl Kormophyten in der Krautschicht | 57 | - 0,1837 | 0,0435 |
| K austauschbar im Ah | 57 | - 0,1806 | 0,0472 |
| Mg austauschbar im Ah | 57 | - 0,1787 | 0,0496 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 80 -165 Ind./m ² , n=7 (incl. Fläche 1211 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 910 | 235 bis 760 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker und Auengley) | 5x Parabraunerden aus Moränenmaterial, Löss oder Braunjuratonen, davon drei pseudovergleyt und eine zudem podsolig, sowie 2x posolige Braunerde aus Granit bzw. Gneis im Schwarzwald |
| Vegetation | eutraphente Laubwald- gesellschaften. bis oligotraphente Nadel- waldgesellschaften | eutraphente und (in der Mehrzahl) oligotraphente Laub-, Misch- und Nadelwälder der collinen bis montanen Stufe |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | F-Mull bis rohhumusartiger Moder, organ. Auflage bis 14 cm, mittel bis sehr stark humose Böden (Ah 3,8- 11,9 %), hohe bis sehr geringe H.qualität (C/N 12,4- 34,2, C/P 29-145 u. 1x 412, > 200 gilt als gestört) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,2 | 3,0 - 4,6 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | 4x anlehmiger und lehmiger Sand, lehmiger Schluff, schluffiger Lehm und schluffig-toniger Lehm, Einzelkorn- bis Krümelgefüge oder Subpolyedergefüge, 3x (sehr) steinige Böden |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | vorw. basenarme, karbonatfreie Böden (aus karbonat- freiem Gestein oder entkalkt > 70 cm tief), 1x basen- reicher, tiefgründig entkalkter Boden |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges. und Cd mob. im Ah-Horizont sowie Pb und Cd in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | nicht in flachgründigen Böden (wie z.B. den Rendzinen oder Terraes fuscae der Schwäbischen Alb); Standorte mäßig frisch bis mäßig feucht; Jahresniederschlagssummen 650-2000 mm, Jahresmitteltemperaturen 6,5-9°C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben nach BRETTFELD 1999, GISIN 1960a und STACH 1956)

Europa und Nordafrika (Algerien, Marokko); in Europa weit verbreitet von Skandinavien und England über Weißrussland und die Westukraine bis Bulgarien, Portugal, die Azoren und Madeira; fehlt dem hohen Norden (auch dem Nordosten, Russland ?). Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis in die subalpine Höhenstufe (z.B. in den Pyrenäen bis 1850 m ü. NN). Laut GISIN tritt die Art „vornehmlich in höheren Lagen“ auf (wohl im Hinblick auf seine Funde in der Schweiz).

Allacma fusca (LINNAEUS, 1758)



Ergebnisse:

| | | |
|----------------------|----------|---|
| Frequenz (von 63) | 30 | wahrscheinlich in ganz Baden-Württemberg verbreitet; einige Lücken in der Fundortkarte müssten noch überprüft werden, z.B. weite Teile der Oberrheinebene |
| Gesamtfangzahl | 84 | sehr gering (s.u.) |
| Phänologie (F, S, H) | 77, 3, 4 | Frühlingsmaximum, wahrscheinlich Juvenile |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Abundanz [Ind./m ²] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 25, Median 10, Max. 120 |
| Dominanz [%] (mehrj. Mittel, nur Vorkommen) | arith.M. 0,15, Median 0,07, Max. 0,66 |

| Abundanz (mehrj. Mittel) korreliert mit | N | Kendall's tau | p-level |
|--|----|---------------|---------|
| Humusgehalt Ah-Horizont [Klassen] | 57 | + 0,2321 | 0,0108 |
| Cu ges.-Belastung im Ah [Überschreitung d. Hintergrundwerte] | 57 | + 0,2104 | 0,0208 |
| Deckungsgrad der Baumschicht [Klassen] | 57 | - 0,2028 | 0,0259 |
| Mo gesamt in der organ. Auflage | 56 | + 0,2012 | 0,0286 |
| mikrobielle Biomasse (C _{mikrob}) in 0-10 cm [Klassen] | 57 | + 0,1978 | 0,0297 |
| bodenkundliche Feuchtestufe | 57 | - 0,1956 | 0,0316 |
| Bodenhohlräume Ah [Größenkl., ohne / mit Regenwurmgingen] | 56 | - 0,1928 | 0,0359 |
| maximale Jahresmitteltemperaturen der Naturräume | 57 | - 0,1888 | 0,0380 |
| Humusgehalt Ah-Horizont [%] (ebenso C organ.) | 57 | + 0,1846 | 0,0426 |
| Zn austauschbar im Ah | 57 | - 0,1832 | 0,0442 |

| | Vorkommen | höchste mittlere Abundanzen 25 -120 Ind./m ² , n=8 (incl. Fläche 1290 obwohl nur in einem Jahr beprobt) |
|----------------------|---|---|
| vertikal [m ü. NN] | 98 bis 955 | 230 bis 810 |
| Geologie / Bodentyp | verschieden (Braunerden bis Ranker) | verschiedene Bodentypen auf unterschiedlicher geologischer Basis (von Rendzina-Terra fusca aus Weißjurakalk bis zur podsoligen Pseudogley-Braunerde aus Terrassensand), 3x pseudovergleyt und 2x podsolig |
| Vegetation | eutraphente Laubwaldgesellschaften bis oligotraphente Nadelwaldgesellschaften | eu- und oligotraphente Laub- und Mischwälder der collinen bis montanen Stufe mit gut ausgebildeter (dichter oder lückiger) Krautschicht |
| Humus | L-Mull bis rohhumusartiger Moder | L-Mull bis Moder (5x F-Mull), Ah mittel bis extrem humos (3-17 %), sehr hohe bis geringe Humusqualität (C/N 6,9-20,6, C/P 36-140) |
| pH (Ah) | 3,0 - 7,1 | 3,2 - 7,1 |
| Bodenart, Gefügeform | Sand bis Ton | lehmiger Sand und sandiger Lehm, 3x schluffiger Lehm und 3x lehmiger Ton, Einzelkorn-, Krümel- oder Subpolyedergefüge |
| Basen | basenreiche und basenarme, kalkreiche und kalkarme Böden | basenreiche und basenarme, im Ah-Horizont immer karbonatfreie Böden (zumindest oberflächlich entkalkt) |
| Schwermetalle | | toleriert Überschreitungen der Hintergrundwerte von: Pb ges., Pb austb., Cd ges., Cd austb., Zn ges., Zn austb. und Cu ges. im Ah-Horizont sowie Cu in der organ. Auflage |
| Sonstiges | | frische und mäßig frische Standorte, 1x feucht; Jahresniederschlagssummen 600-1000 mm, Jahresmitteltemperaturen 5,5-9 °C |

Allgemeine Verbreitung: (Angaben nach BRETZFELD 1999 und STACH 1956)

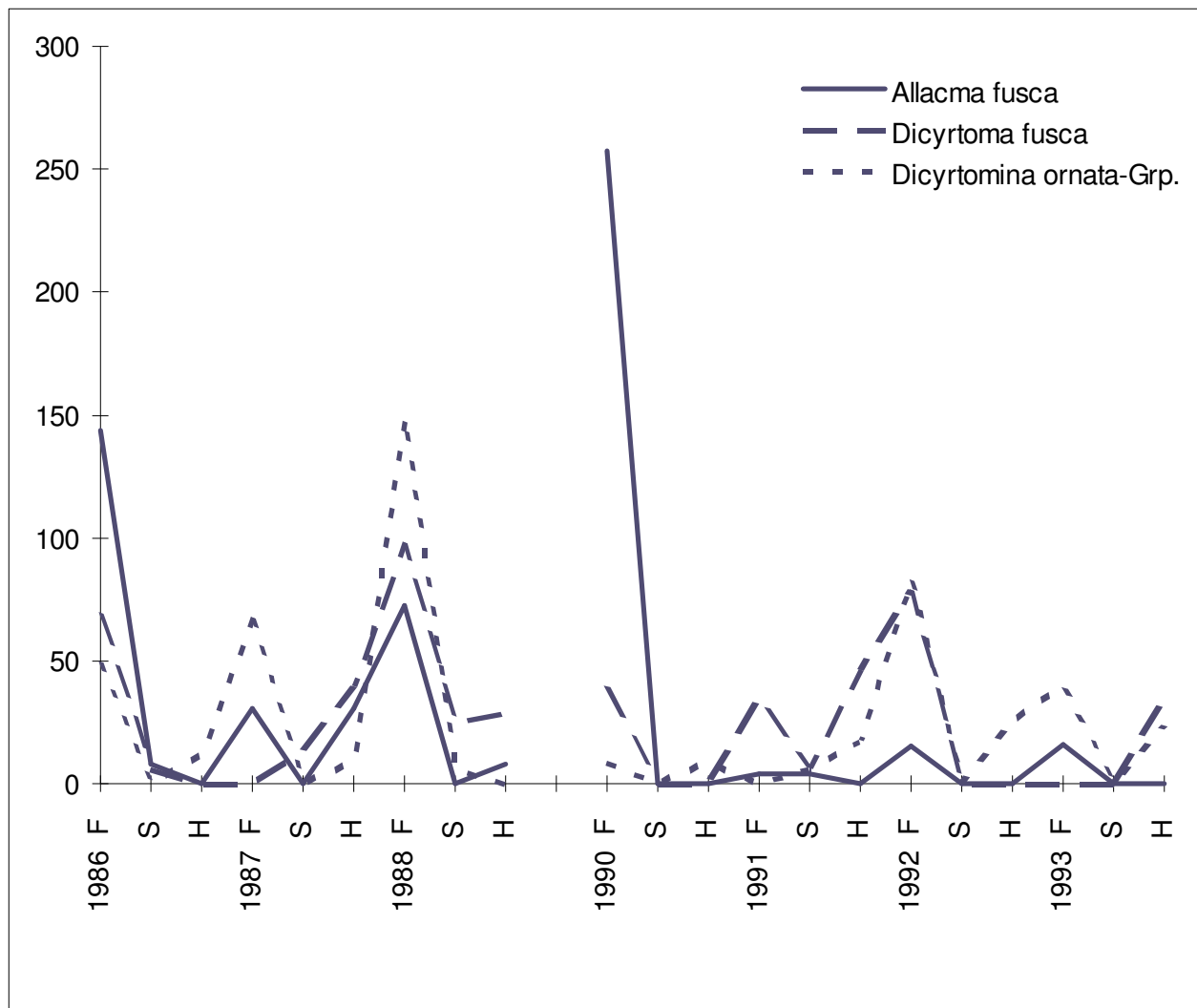
Holarktisch; in Nordamerika bekannt aus Quebec (Kanada), in der Paläarktis nur aus Europa und Nordwestafrika. *A. fusca* ist über Europa sehr weit verbreitet, ihr Areal erstreckt sich von Skandinavien über Großbritannien im Westen und das Baltikum, Weißrussland und die Westukraine im Osten bis in den Kaukasus und nach Portugal sowie auf die Azoren. Vertikal reichen die Vorkommen vom Tiefland bis zur Waldgrenze in den Gebirgen.

Biologie und Ökologie:

Allacma fusca bewohnt im Gebiet Gehölze verschiedenster Art, neben Wäldern (s.o.) auch Hecken, Parks und Gärten, an meist frischen bis feuchten Standorten. Die frühen Juvenilstadien sind an beständig hohe Luftfeuchte in der Streuaufgabe gebunden, und *A. fusca* gilt insgesamt als empfindlich gegen Trockenheit. Man findet die Tiere oft unter Holz am Boden, an Felsen oder im Stammfußbereich, bei höherer Luftfeuchte steigen sie in der Vegetation auf. Von manchen Autoren wurde die Art deshalb als atmobiont eingestuft, während sie im Körperbau mehr dem hemiedaphischen Typus entspricht. Wegen ihrer Präferenz für die genannten Mikrohabitate ist *A. fusca* mit Bodenproben schwer quantitativ erfassbar. Als relativ große Form tritt sie meist in

geringen Abundanzen auf. VOLZ (1989) traf in der Rheinaue bei Germersheim ähnliche Dichten an wie sie auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen vorkommen. *A. fusca* ernährt sich unter anderem von Luftalgen, die sie bei feuchter Witterung an Baumstämmen abweidet (BAUER 1979). Die Überwinterung erfolgt im Ei (VOLZ 1989). Das Frühlingsmaximum (siehe oben und Phänogramm) ist weit deutlicher ausgeprägt als bei anderen Symphypleona auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen. VOLZ dagegen beobachtete im Rheinauwald zwei Generationen und die höchsten Individuenzahlen in den Monaten Juli und August.

BRETFELD (1999), VOLZ (1989) und STACH (1956) geben kurzen Überblick über Chorologie, Biologie und Ökologie dieser häufigen und gut untersuchten Art sowie über die neuere Literatur. Ein Verzeichnis älterer Arbeiten enthält wie für die meisten Collembolenarten SALMON (1964).



Mittlere Abundanzen [Ind./m²] von *Allacma fusca*, *Dicyrtoma fusca* und den Arten der *Dicyrtomina ornata*-Gruppe 1986-93 auf allen Wald-Dauerbeobachtungsflächen, auf welchen die jeweilige Art nachgewiesen ist. Beachte: zwei Flächenkollektive, 1989 keine Probenahme.

Folgende Taxa, die noch in den Jahrganglisten von 1985 bis 1993 erscheinen, sollten nach Mitteilung von Herrn Dr. SCHICK nicht weiter als Artnachweise berücksichtigt werden:

Pseudanurophorus isotoma (BÖRNER, 1903): ein juveniles Tier auf Fläche 1370 im Schwarzwald vom August 1985 (Verwechslung mit *P. binoculatus* ?); Meldungen von *P. isotoma* aus Baden-Württemberg nach Literaturangaben siehe in Kapitel III

Entomobrya lanuginosa (NICOLET, 1842): ein adultes Tier auf Fläche 1490 in der Rheinaue bei Karlsruhe vom August 1985 (Verwechslung mit *E. nivalis* ?); Meldungen von *E. lanuginosa* aus Baden-Württemberg nach Literaturangaben siehe in Kapitel III

Entomobryoides purpurascens (PACKARD, 1873): zwei juvenile Tiere auf Fläche 1030 im Alpenvorland vom August 1985 (Verwechslung möglich ?)

Mesaphorura jarmilae RUSEK, 1982: nur vom Jahrgang 1990, Determination nicht gesichert, im übrigen stets *Tullbergia krausbaueri* (BÖRNER, 1901) sensu lato; vor dem Erscheinen der Tullbergiinen-Bearbeitung von ZIMDARS & DUNGER (1994), vgl. Kapitel III

Onychiurus (Protaphorura) subuliginatus GISIN, 1956: ein adultes Tier auf Fläche 1410 am Belchen im Hochschwarzwald vom August 1985 (*O. armatus*-Gruppe)

Orchesella frontimaculata GISIN, 1946: ein juveniles Tier auf Fläche 1030 im Alpenvorland vom August 1985 (Verwechslung mit *O. flavescens* möglich)

Pseudosinella decipiens DENIS, 1924: von sechs Flächen im August 1985, später unter „augenlose Pseudosinellen“, da ganze Gruppe revisionsbedürftig, weitere Nachweise von *P. decipiens* in Baden-Württemberg nach Angaben aus der Literatur siehe in Kapitel III

Pseudosinella duodecimpunctata DENIS, 1931: ein juveniles Tier auf Fläche 1030 im Alpenvorland vom August 1985; Meldungen von *P. duodecimpunctata* aus Baden-Württemberg und benachbarten Gebieten nach Literaturangaben siehe in Kapitel III

Pseudosinella petterseni BÖRNER, 1901: zwei juvenile Tiere auf Fläche 1010 im Hegau vom August 1985, später unter „augenlose Pseudosinellen“, da Gruppe revisionsbedürftig, weitere Nachweise von *P. petterseni* in Baden-Württemberg und Nachbargebieten nach Angaben aus der Literatur siehe in Kapitel III

Pseudosinella wahlgreni (BÖRNER, 1907): von vier Flächen im August 1985, species inquirenda, später zusammengefasst unter „Pseudosinella mit 5+5 Ocellen“, weitere Nachweise von „*P. wahlgreni*“ in Baden-Württemberg und angrenzenden Gebieten nach Angaben aus der Literatur siehe in Kapitel III; die häufigste (oder die einzige ?) Art der Gattung mit 5+5 Ocellen im Gebiet ist wahrscheinlich *P. huetheri* STOMP, 1971.

Willowsia nigromaculata (LUBBOCK, 1873): von Fläche 1190 (Östliches Albvorland) und Fläche 1470 (Lahr-Emmerdinger Vorberge) zusammen drei Tiere im August 1985, davon zwei juvenil (Verwechslung mit *W. platani* (NICOLET, 1842) möglich); Nachweise von *W. nigromaculata* und *W. platani* in Baden-Württemberg nach Angaben aus der Literatur siehe in Kapitel III

II. Literaturverzeichnis zu Collembolen aus Baden-Württemberg und unmittelbar benachbarten Gebieten

Die mit einem Stern (*) gekennzeichneten Arbeiten konnten nicht oder nur unvollständig ausgewertet werden, da sie mir noch nicht sämtlich vorliegen. Ihr Inhalt wurde zum Teil aus Zitaten in anderen Publikationen erschlossen, z.B. bei den Meldungen aus Höhlen der Schwäbischen Alb aus DOBAT (1975).

* ABSOLON, KARL (1901): Weitere Nachrichten über europäische Höhlencollembolen und über die Gattung *Aphorura* A. D. MACGILL. Zoologischer Anzeiger 24, 375-381 und 385-389 [enthält Meldungen von vier Arten aus der Nebelhöhle, zitiert in SCHUBERT 1935 und DOBAT 1975].

* ANONYMUS (1926): in der Rubrik „Vermischte Nachrichten“ der Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung (Berlin) (= Zeitschrift für Karst- und Höhlenkunde) 4, 142 [Meldungen zweier Arten aus der Laichinger Tiefenhöhle, offenbar nach F. LENGERSDORF bzw. aus dessen Nachlass, zitiert in DOBAT 1975].

BAUCHHENSS, J. (1989): Vergleichende Untersuchungen der Collembolen- und Oribatidenbesiedlung von Weinbergen und naturnahen Flächen auf vier Weinberglagen Unterfrankens. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 66 (8), 985-1010 [Determinations- und Auswertung nur auf Niveau der Familien nach GISIN (1960a)].

BAUCHHENSS, J. & B. DANCAU (1977): Die Collembolen- und Oribatiden-Taxozönosen einiger Böden in Süddeutschland. - In: R. TÜXEN (Hrsg.): Vegetation und Fauna. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, Rinteln 1976. Vaduz, 49-57 [61].

BAUCHHENSS, J. & G. WEIGAND (1974): Untersuchungen zur Collembolenfauna auf zwei Zuckerrübenschlägen in Bayern. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 26, 150-153.

* BECK, LUDWIG (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwaldes. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1983, 37-54.

BIERINGER, HERMANN (1969): Untersuchungen über den Einfluss langjähriger Herbizidanwendung auf Boden-Collembolen. Dissertation, Universität Hohenheim (LH), 54 S.

- BOCKEMÜHL, JOCHEN (1956): Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 84, 113-194.
- BRETFELD, GERHARD (1989): Chorologie und Ökologie von sieben europäischen Arten der Collembola-Symphyleona (Insecta, Entognatha). Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 116, 293-327.
- BRETFELD, GERHARD (1999): Symphyleona. - In: WOLFRAM DUNGER (Hrsg.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol. 2. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz, 71 (1), 1-318.
- * CARL, JOHANN (1899a): Ueber Schweizerische Collembola. Revue Suisse de Zoologie 6, 273-362 + zwei Tafeln.
- CARL, JOHANN (1899b): Notice descriptive des Collemboles de la collection de M. Adrien Dollfus recueillis à Lyons-la-Forêt (Eure) et dans d'autres localités de France et de Suisse. La Feuille des Jeunes Naturalistes (Paris) Sér. 3., 29, 95-100 [enthält Meldungen aus Pratteln im Kanton Basel-Landschaft].
- * CARL, JOHANN (1901): Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Collembolenfauna der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie 9, 243-278 + eine Tafel.
- CHRISTIAN, ERHARD (1987): Catalogus Faunae Austriae. Teil XII a: U.-Kl.: Collembola (Springschwänze). Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 83 S.
- DENIS, J.-R. (1931): Collemboles des Collections C. SCHÄFFER et du „Zoologisches Staatsinstitut und Zoologisches Museum in Hamburg“. Mitteilungen aus dem Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum in Hamburg 44, 197-242.
- DIELMANN, HERBERT J. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden - 10. Die Collembolen. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Poster, Göttingen 1987), Bd. XVII, 103-107.
- * DOBAT, KLAUS (1963): Die Fauna der Gutenberger Höhlen. Jahreshefte für Karst- und Höhlenkunde 4, 287-301 [zitiert in DOBAT 1975].
- * DOBAT, KLAUS (1965): Beitrag zur Stollenfauna des Elsaß-Quartier „Gabe Gottes“ im Rauen-thal bei Sainte-Marie-aux-Mines/ Haut-Rhin. Rassegna Speleologica Italiana 17 (1-4), 82-86 [u.a. eine Meldung aus dem Neubulacher Stollen im Schwarzwald (*Onychiurus hussoni*), zitiert in DOBAT 1975].

- * DOBAT, KLAUS (1966a): Die Kryptogamenvegetation der Höhlen und Halbhöhlen im Bereich der Schwäbischen Alb. Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe E 3, 1-153 [u.a. zu *Onychiurus dunarius* an Algenrasen bei künstlicher Lichtquelle, zitiert in DOBAT 1975].
 - * DOBAT, KLAUS (1966b): Geschichte und Ergebnisse botanischer und zoologischer Untersuchungen in den Höhlen der Schwäbischen Alb bis zum Jahre 1960. Jahreshefte für Karst- und Höhlenkunde 6, 139-158 [zitiert in DOBAT 1975].
 - * DOBAT, KLAUS (1968): Die Pflanzen- und Tierwelt der Charlottenhöhle. Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe A 3, 37-50 [zitiert in DOBAT 1975].
 - * DOBAT, KLAUS (1970): Considérations sur la végétation cryptogamique des grottes du Jura Souabe (Sud-ouest de l'Allemagne). Annales de Speleologie 25 (4), 871-907 [u.a. zu *Onychiurus dunarius* an Algenrasen bei einer künstlichen Lichtquelle, zitiert in DOBAT 1975].
- DOBAT, KLAUS (1975): Die Höhlenfauna der Schwäbischen Alb mit Einschluss des Dinkelberges, des Schwarzwaldes und des Wutachgebietes. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg 130, 260-381 (mit Liste der Collembolenarten S. 322-333). [Die Arbeiten über die Collembolenfauna baden-württembergischer Höhlen sind weitgehend DOBATs ausführlichem Literaturverzeichnis entnommen. Er zitiert fast alle Publikationen zu diesem Thema. In Kapitel III habe ich die von ihm genannten Arten aufgenommen, werde aber unter DOBAT 1975 nicht sämtliche Zitate wiederholen.]
- FOX, OLIVER (2000): Räumliche und zeitliche Variabilität der Collembolenfauna in einer Weichholzaue der Oberrheinebene in Abhängigkeit von Hochwasserereignissen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
 - FRANZ, HERBERT (1975): Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. 2 Bände (1. Textband, 2. Tabellenband), Franz Steiner, Wiesbaden [Artenlisten im Tabellenband enthalten auch Standorte im Schwarzwald und in Oberschwaben, vgl. HAYBACH 1959].
 - * FRIES, SIGMUND (1874): Die Falkensteiner Höhle, ihre Fauna und Flora. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 30, 86-163 [Collembolen werden mit „*Achorutes*“ und „*Podura*“ erwähnt, jedoch ohne Artnachweise, zitiert in DOBAT 1975].
 - * FRIES, SIGMUND (1879): Mittheilungen aus dem Gebiete der Dunkel-Fauna. Zoologischer Anzeiger 2, 150-155 (bezüglich der Collembolen) [erwähnt aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach neben der fragwürdigen *Beckia argentea* auch „*Lipura*“, d.h. Onychiurinen, zitiert in DOBAT 1975].

- * FRIES, SIGMUND (1880): Nachricht über neue Untersuchungen der Falkensteiner Höhle. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 36, 95-117 [zitiert in DOBAT 1975].
- FUNKE, WERNER & GERD SAMMER (1980): Stammauflauf und Stammanflug von Gliederfüßern in Laubwäldern (Arthropoda). Entomologia Generalis 6 (2/4), 159-168 [Collembolen nur getrennt nach Arthropleona und Symphypleona].
- * GAMA, MARIA MANUELA DA (1963): Monografia do Genero *Isotomodes*. Memórias e estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra (Portugal) 284, 1-44.
- * GAMA, MARIA MANUELA DA (1973): Systématique évolutive des Pseudosinella. IX. (Insecta: Collembola). Revue Suisse de Zoologie 80 (1), 45-63.
- * GISIN, HERMANN (1942): Materialien zur Revision der Collembolen. I. Neue und verkannte Isotomiden. Revue Suisse de Zoologie 49, 283-298.
- GISIN, HERMANN (1943): Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Revue Suisse de Zoologie 50 (4), 131-224.
- GISIN, HERMANN (1944a): Hilfstabellen zum Bestimmen der holarktischen Collembolen. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 55, 1-130.
- * GISIN, HERMANN (1944b): Materialien zur Revision der Collembolen. II. Weiteres Basler Material. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 19, 121-156.
- * GISIN, HERMANN (1946a) [1947]: Collemboles nouveaux ou peu connus de la Suisse. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 20, 217-224.
- * GISIN, HERMANN (1946b) [1947]: Révision des espèces suisses du genre *Bourletiella* s. lat. (Collembola). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 20, 249-261.
- GISIN, HERMANN (1947): Notes taxonomiques sur quelques espèces suisses des genres *Hypogastrura* et *Xenylla* (Collembola). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 20, 341-344.
- * GISIN, HERMANN (1949): Notes sur les Collemboles avec description de quatorze espèces et d'un genre nouveaux. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 22, 385-410.

- * GISIN, HERMANN (1952): Notes sur les Collemboles, avec démembrement des *Onychiurus armatus*, *ambulans* et *fimetarius* auctorum. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 25, 1-22.
- * GISIN, HERMANN (1955): Notes sur divers Collemboles de la Suisse. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 28, 141-148.
- * GISIN, HERMANN (1956): Nouvelles contributions au démembrement des espèces d'*Onychiurus* (Collembola). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 29, 329-352.
- * GISIN, HERMANN (1957a): Sur la faune européenne des Collemboles I. Revue Suisse de Zoologie 64 (25), 475-496.
- * GISIN, HERMANN (1957b): Redescription de quelques espèces de Collemboles. Acta Zoologica Cracoviensia 2, 453-466 + eine Tafel.
- GISIN, HERMANN (1958): Sur la faune européenne des Collemboles II. Revue Suisse de Zoologie 65 (36), 773-778.
- GISIN, HERMANN (1960a): Collembolenfauna Europas. Museum d'Histoire Naturelle, Genève, 312 S.
- GISIN, HERMANN (1960b): Collemboles cavernicoles de la Suisse, du Jura français, de la Haute-Savoie et de la Bourgogne. Revue Suisse de Zoologie 67 (2), 81-99.
- GISIN, HERMANN (1960c): Sur la faune européenne des Collemboles III. Revue Suisse de Zoologie 67 (26), 309-322.
- GISIN, HERMANN (1961a): Collembolen aus der Sammlung C. BÖRNER des Deutschen Entomologischen Institutes (Apterygota). I. Deutschland und angrenzende Länder. Beiträge zur Entomologie 11 (3/4), 329-354.
- GISIN, HERMANN (1961b): Collembolen aus der Sammlung C. BÖRNER des Deutschen Entomologischen Institutes (Apterygota). II. Spitzbergen und Färöer. Beiträge zur Entomologie 11 (3/4), 540-545 [Notiz über *Onychiurus pseudovanderdrifti* GISIN aus Oberschwaben].
- * GISIN, HERMANN (1962): Sur la faune européenne des Collemboles IV. Revue Suisse de Zoologie 69 (1), 1-23.
- * GISIN, HERMANN (1963): Collemboles d'Europe. V. Revue Suisse de Zoologie 70 (5), 77-101.

- GISIN, HERMANN (1964a): Collemboles d'Europe. VI. Revue Suisse de Zoologie 71 (20), 383-399.
- GISIN, HERMANN (1964b): Collemboles d'Europe. VII. Revue Suisse de Zoologie 71 (36), 649-678.
- * GISIN, HERMANN (1965b): *Pseudosinella dohati* n. sp. , cavernicole nouveau de l'Alsace, et sur *Onychiurus handschini hussoni* DENIS, nov. comb. (Insecta, Collembola). Rassegna Speleologica Italiana 17 (1-4), 14-15 [u.a. eine Meldung aus dem Neubulacher Stollen im Schwarzwald (*Onychiurus hussoni*), zitiert in DOBAT 1975].
- GRAB, F. (1924): Massenerscheinungen von Collembolen. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg i. Breisgau, Neue Folge 1, 334.
- * HAMANN, O. (1896): Europäische Höhlenfauna. Jena, 296 S. [wiederholt Meldungen von FRIES, wird zitiert von DOBAT 1975].
- * HANDSCHIN, EDUARD (1920) [1921]: Die Onychiurinen der Schweiz. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 32, 1-37 [wird zitiert in GISIN 1943].
- * HANDSCHIN, EDUARD (1924): Die Collembolenfauna des schweizerischen Nationalparkes. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 60, 89-174 [enthält laut GISIN 1943 eine Meldung von *Heteromurus nitidus* von Liestal im Kanton Basellandschaft].
- * HANDSCHIN, EDUARD (1926a): Subterrane Collembolengesellschaften. Archiv für Naturgeschichte (Berlin) 91 (1925), A.H. 1, 119-138 [wird zitiert in GISIN 1943].
- * HANDSCHIN, EDUARD (1926b): Collembola. Springschwänze. - In: PAUL SCHULZE (Hrsg.): Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin. Teil 25, 7-56.
- HANDSCHIN, EDUARD (1929): Urinsekten oder Apterygota. - In: FRIEDRICH DAHL (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 16. Teil. Jena, 1-150.
- HAYBACH, GABRIELE (1959): Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 98/99, 31-51 [untersucht wurden auch Standorte im Schwarzwald und in Oberschwaben].
- * HÖLKER, H. (1960): Die Charlottenhöhle bei Hürben. Jahreshefte für Karst- und Höhlenkunde 1, 23-34 [wird zitiert in Dobat 1975].

- HÜTHER, WALTER (1959): *Willemia buddenbrocki* nov. spec. und zur Chaetotaxie von *W. persimilis* BONET, 1945. *Senckenbergiana biologica* (Frankfurt am Main) 40 (3/4), 173-177.
- HÜTHER, WALTER (1961): Ökologische Untersuchungen über die Fauna pfälzischer Weinbergböden mit besonderer Berücksichtigung der Collembolen und Milben. *Zoologische Jahrbücher / Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 89, 243-368.
- * HÜTHER, WALTER (1962): Beitrag zur Gattung *Willemia* BÖRNER (Collembola). *Beiträge zur Entomologie* 12 (5/6), 511-526.
- * HÜTHER, WALTER (1964): Zur Kenntnis der deutschen Collembolen I. *Zoologischer Anzeiger* 173, 289-298.
- * HÜTHER, WALTER (1969): Über einige bemerkenswerte Ur-Insekten aus der Pfalz und benachbarter Gebiete (Protura, Diplura, Collembola). *Mitteilungen der Pollichia*, III. Reihe 16, 135-148.
- HUNZIKER, HANS (1919): Über die Befunde bei Leichenausgrabungen auf den Kirchhöfen Basels. *Frankfurter Zeitschrift für Pathologie* 22, 147-207 [Determination der Collembolen durch Herrn cand. phil. LINIGER vom Zoologischen Institut in Basel].
- * JENI, J. (1983): Vergleichende Untersuchungen der Collembolengesellschaften an zwei verschiedenen Laubwaldstandorten des Schönbuchs. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Tübingen.
- * KAMPMANN, THOMAS (1987): Untersuchungen an Collembolenzönosen in Wäldern der Bundesrepublik Deutschland. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 179 S.
- KELLER, MANFRED (1957): *Auf unterirdischen Pfaden. Eine kleine Höhlenkunde.* Kosmos, Stuttgart, 78 S.
- * KOGLIN, JOACHIM (1980): Besiedlung eines Buchenwaldbodens durch Collembolen. Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Universität Karlsruhe.
- * KOGLIN, JOACHIM & LUDWIG BECK (1983): Wirkung von Umweltänderungen auf die Collembolenfauna (Insecta, Apterygota) eines Buchenwaldbodens. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 1983, S. 218.
- KOPESZKI, HUBERT & ERWIN MEYER (1994): Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden Vorarlbergs (Österreich). *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck* 81, 151-166.

- KRAUß, JOCHEN (1996): Zur Collembolen- und Proturenfauna in Fichtenforsten. Auswirkungen von Windwurf, Kalk- und Kompostgaben. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Ulm, 122 S.
- * LAMPERT, KURT (1908): Tiere und Pflanzen der Jetztzeit in den schwäbischen Höhlen. Mitteilungen aus dem königlichen Naturalienkabinett Stuttgart 60, 1-39 [enthält Meldungen aus Höhlen der Schwäbischen Alb, zitiert in DOBAT 1975].
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1986): Immissionsökologisches Wirkungskataster, Jahresbericht 1985. Karlsruhe, 281 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994): Signale aus der Natur. 10 Jahre Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. Karlsruhe, 63 S.
- * LENGERSDORF, F. (1952): Von Höhlen und Höhlentieren. Die Neue Brehm-Bücherei 26. Leipzig, 52 S. [erwähnt die *Schaefferia emucronata* aus der Charlottenhöhle bei Hürben (nach LAMPERT 1908), wird zitiert von DOBAT 1975].
- * LENGERSDORF, F. (1961): Die lebende Tierwelt der westfälischen Höhlen. Jahreshefte für Karst- und Höhlenkunde 2, 193-226 [erwähnt wieder die *Schaefferia emucronata* aus der Charlottenhöhle bei Hürben (nach LAMPERT 1908), wird zitiert von DOBAT 1975].
- * LEYDIG, FRANZ VON (1867): Das Tierreich. - In: Beschreibung des Oberamts Tübingen. Stuttgart. [erwähnt in einer Fußnote Collembolen aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach unter „*Achorutes*“, zitiert in DOBAT 1975].
- MÜLLER, ADOLF (1991): Collembolengemeinschaften in Beziehung zu verschiedenen Pflanzenarten in einem Wirtschaftsgrünlandbestand. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Osnabrück [durchgeführt an der Universität Hohenheim bei Stuttgart], 107 S.
- PALISSA, ALFRED (1964): Apterygota – Urinsekten. - In: PAUL BROHMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas. 4. Lieferung, Teil Ia. Leipzig, 1-407.
- PFEIFER, MARTIN, USCHI RAU, WERNER JANS, MECHTHILD ROTH & WERNER FUNKE (1995): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und aromatischen Kohlenwasserstoffen auf die Insektenfauna (Diptera, Collembola) eines Fichtenbestandes. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 9 (4-6), 763-770 [Determination und Auswertung vorwiegend auf Niveau der Familien, nur einige häufige Formen bis zur Art bestimmt].

- POTAPOV, MIKHAIL (2001): Isotomidae. - In: WOLFRAM DUNGER (Hrsg.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol. 3. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz, 73 (2), 1-603.
- * QUENSTEDT, FRIEDRICH AUGUST (1864): Geologische Ausflüge in Schwaben. Stuttgart. [berichtet aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach: „... und auf dem trocknen Boden hüpfet ein völlig bleiches Mücklein herum, dessen Farbe uns schon auf das sicherste andeutet, das es nie das Tageslicht sah.“ Diese Angabe wurde von FRIES 1874 zu den Collembolen gerechnet. Beide sind hier zitiert nach DOBAT 1975.]
- * QUENSTEDT, FRIEDRICH AUGUST (1869): Begleitworte zur geognostischen Specialkarte von Württemberg. Atlasblatt Urach mit den Umgebungen von Memmingen usw. Stuttgart. [berichtet aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach: „...während an den Wänden kleine bleiche Mückchen sitzen.“ Diese Angabe wurde von FRIES 1874 zu den Collembolen gerechnet. Beide sind hier zitiert nach DOBAT 1975.]
- RUPP, JOHANNA (1985): Die Bedeutung der Collembolen als Bioindikatoren in flurbereinigten Gebieten des Kraichgaus. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 216 S.
- SALMON, J.T. (1964): An Index to the Collembola. Royal Society of New Zealand Bulletin 7, 1-644 (in 2 volumes). [Auswertung der Literatur bis Anfang der 1960er Jahre, enthält Zitate aus Arbeiten über das hiesige Untersuchungsgebiet, welchen in Kapitel III jedoch die Originalarbeiten zur Auswertung vorgezogen wurden. Anmerkung: Der Titel von BOCKEMÜHL (1956) wird in SALMONS Literaturverzeichnis zwar korrekt wiedergegeben, im Artenregister findet sich aber stets die falsche Ortsangabe „Spitzbergen“ statt korrekt Spitzberg (bei Tübingen !).]
- SCHÄFFER, C. (1900): Ueber württembergische Collembola. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 56, 245-280 + eine Tafel.
- SCHICK, HANS (1985)[1986]: Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1985. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 250 S.
- SCHICK, HANS (1986): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1986. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 330 S.
- SCHICK, HANS (1987): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1987. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 293 S.

- * SCHICK, HANS (1990): Collembolen als Bioindikatoren zur Beurteilung von Immissionswirkungen auf Waldökosysteme. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 308 S. [Auswertung der Fänge auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen des Immissionsökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg]
- SCHICK, HANS (1990): Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna der Dauerbeobachtungsflächen Schriesheim und Crailsheim. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 9 S.
- SCHICK, HANS (1992): Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenuntersuchungen auf den Walddauerbeobachtungsflächen 1990/91. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 30 S.
- SCHICK, HANS & KLAUS JACOBI (1994): Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenfauna 1993. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 110 S.
- SCHICK, HANS & KURT KREIMES (1993): Der Einsatz von Collembolen als Bioindikatoren. - In: RAINER EHRNSBERGER (Hrsg.): Bodenmesofauna und Naturschutz. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege in Nordwestdeutschland Bd. 6, 309-323.
- * SCHNEIDER, R. (1885): Über subterrane Organismen. Königliche Realschule Berlin. Bericht über das Schuljahr Ostern 1884 bis Ostern 1885. S. 1-32 [wiederholt Meldungen von FRIES, wird zitiert von DOBAT 1975].
- SCHUBERT, KARL (1935): Die von Prof. Dr. FRIEDRICH DAHL † gesammelten Apterygoten des Berliner Zoologischen Museums. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrgang 1934. 104-128, 198-235, 364-384, 406.
- * STACH, JAN (1924): Eine alte Reliktform in der heutigen Apterygoten-Fauna von Malta, zugleich über einige Collembolen von dieser Insel und aus Tunis. Annales Musei Nationalis Hungarici (Budapest) 21, 105-130 + zwei Tafeln [u.a. zur systematischen Stellung der *Dicytoma fusca* var. *cavernicola* SCHÄFFER, 1900 (locus typicus: Teck), zitiert in DENIS 1931].
- * STACH, JAN (1934): Die in den Höhlen Europas vorkommenden Arten der Gattung *Onychiurus* GERVAIS. Annales Musei Zoologici Polonici (Warszawa) 10, 111-222 [zitiert in DOBAT 1975].
- * STACH, JAN (1939): Die Höhlenfauna des Glatzer Schneeberges. 11. Die Collembolenfauna der Salzlöcher bei Seitendorf. - In: F. Pax: Beiträge zur Biologie des Glatzer Schnee-

- berges. 5. Heft, 395-415. Breslau [zitiert LAMPERT 1908 mit *Schaefferia emucronata* aus der Charlottenhöhle bei Hürben, wird zitiert von DOBAT 1975].
- STACH, JAN: The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. Acta Monographica Musei Historiae Naturalis, Kraków [mehrfach Angaben bzw. Zitate über Funde aus dem hiesigen Untersuchungsgebiet].
 (1947): Family: Isotomidae. 488 S. + 53 Tafeln.
 (1949a): Families: Neogastruridae and Brachystomellidae. 341 S. + 35 Tafeln.
 (1949b): Families: Anuridae and Pseudachorutidae. 122 S. + 15 Tafeln.
 (1954): Family: Onychiuridae. 219 S. + 27 Tafeln.
 (1956): Family: Sminthuridae. 287 S. + 33 Tafeln.
 (1957): Families: Neelidae and Dicyrtomidae. 113 S. + 9 Tafeln.
 (1960): Tribe: Orchesellini. 151 S. + 25 Tafeln.
 (1963): Tribe: Entomobryini. 126 S. + 43 Tafeln.
- STIERHOF, THOMAS (1996): Collembolencoenen unterschiedlich bewirtschafteter Ackerböden. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Hohenheim, 126 S.
- STOMP, NORBERT (1971): Contribution à l'étude des *Pseudosinella* endogés. Espèces européennes de *Pseudosinella* à 5+5 yeux (Collembola, Entomobryidae). Revue d'Écologie et de Biologie du Sol 8 (1), 173-188.
- STREBEL, OTTO (1938): Pfälzische Collembolen (Springschwänze). Beiträge zu ihrer Faunistik, Oekologie und Biologie. Saarpfälzische Abhandlungen zur Landes- und Volksforschung 2. Band, 2. Lieferung, 198-217 + eine Tafel.
- STREBEL, OTTO (1957): Ein Beitrag zur Faunistik und Biologie der Apterygoten aus einem Zuckerrübenfeld der Oberrheinischen Tiefebene. Acta Zoologica Cracoviensia 2, 469-478.
- * VOGLER, C.H. (1896): Beiträge zur Kenntnis der Springschwänze (Collembola). Illustrierte Wochenschrift für Entomologie (Neudamm) 1, 149-154, 169-176, 197-199 und 213-217.
- VOLZ, PETER (1989): Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta, Apterygota) – Untersuchungen in der Hördter Rheinaue. carolina (Karlsruhe) 47, 93-116.
- * WIEDERSHEIM, ROBERT ERNST (1873): Beiträge zur Kenntnis der württembergischen Höhlenfauna. Verhandlungen der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Neue Folge 4, 207-222 [erwähnt Collembolen aus der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach unter „*Achorutes*“, zitiert in DOBAT 1975].

- WINK, URSULA (1971): (Untersuchungen zu Biozönose einiger Aueböden Bayerns.) Bodenzoo-
logische Untersuchungen. A. Unter besonderer Berücksichtigung der Collembolen und
Milben. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 48, Sonderheft 5, 37-62.
- * WOLF, B. (1934-37): Animalium Cavernarum Catalogus. Vol. 2: Cavernarum Catalogus.
W. Junk, s'Gravenhage, 822 S. [Literaturauswertung, wird zitiert von DOBAT 1975].
- * WOLF, B. (1934-38): Animalium Cavernarum Catalogus. Vol. 3: Animalium Catalogus.
W. Junk, s'Gravenhage, 918 S. [Literaturauswertung, wird zitiert von DOBAT 1975].
- ZIMDARS, BETTINA & WOLFRAM DUNGER (1994): Tullbergiinae. - In: WOLFRAM DUNGER
(Hrsg.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol. 1. Abhandlungen und Berichte des
Naturkundemuseums Görlitz, 68 (4), 1-71.

III. Verzeichnis der in Baden-Württemberg und den unmittelbar benachbarten Gebieten nachgewiesenen Collembolenarten

Die folgende Artenliste ist im Wesentlichen nach Literaturangaben zusammengestellt, Belegexemplare liegen dem Autor nur aus eigenen Fängen vor. „Unmittelbar benachbart“ schließt Fundorte bis ca. 20 Kilometer jenseits der Landesgrenzen mit ein. Derzeit sind 260 Collembolenarten als nachgewiesen verzeichnet, weitere 34 Taxa als zweifelhaft. Die Zahl könnte jedoch aufgrund unterschiedlicher Auffassungen über den Artrang diverser Formen auch etwas kleiner oder größer sein (Anmerkungen hierzu jeweils bei den Taxa). Andererseits ist die Aufstellung für unseren Raum mit Sicherheit bei weitem noch nicht vollständig. Aus Deutschland sind bislang 416 Collembolenarten bekannt (SCHULZ et al. 2002).

Systematik und Nomenklatur orientieren sich weitgehend an HOPKIN (1997) und CHRISTIAN (1987), für die Tullbergiinae, Isotomidae und Symphypleona an den „Synopses on Palaearctic Collembola“ (ZIMDARS & DUNGER 1994, POTAPOV 2001, BRETTFELD 1999) sowie BRETTFELD (1994). In einzelnen Fällen wurden auch BELLINGER et al. (1996-2003), FJELLBERG (1980), GISIN (1965), GISIN (1960a), PALISSA (1964), SALMON (1964) und STACH (1947-1963) herangezogen. Synonyme sind nur erwähnt, wenn der Arname abweicht, nicht jedoch bei Einordnung der Art in verschiedene Gattungen.

Tab.: Übersicht über die systematische Zugehörigkeit der Collembolenarten des Untersuchungsgebietes.

| Familie | Arten nachgewiesen | Arten zweifelhaft |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| Hypogastruridae | 29 | 1 |
| Brachystomellidae | 2 | |
| Neanuridae | 20 | |
| Odontellidae | 4 | |
| Onychiuridae | 52 | 14 |
| Isotomidae | 58 | 6 |
| Entomobryidae | 42 | 7 |
| Cyphoderidae | 1 | |
| Oncopoduridae | 2 | |
| Tomoceridae | 6 | |
| Poduridae s.str. | 1 | |
| Neelidae | 4 | |
| Sminthurididae | 7 | |
| Arrhopalitidae | 8 | 3 |
| Katiannidae | 6 | 1 |
| Dicyrtomidae | 5 | |
| Sminthuridae s.str. | 5 | |
| Bourletiellidae | 7 | 2 |
| incertae sedis | 1 | |

Für Arten, welche auf den Wald-Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg vorkommen, findet der Leser Rasterkarten zur Verbreitung im Gebiet in Teil I dieses Bandes. Im übrigen werden die Fundorte jeweils bei den Zitaten genannt. Die Aufstellung der ausgewerteten Literatur ist Teil II dieses Bandes zu entnehmen.

Ordnung Arthropleona

Unterordnung „Poduromorpha“ (excl. *Podura aquatica*)

Familie Hypogastruridae

U.-Familie Hypogastrurinae

Hypogastrura assimilis KRAUSBAUER, 1898 – GISIN 1943 (Region Basel, in alten Kompost- und Stallmisthaufen, als *H. manubrialis* (TULLBERG) var. *assimilis* KRAUSBAUER). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Leistadt und Feuerberg O Bad Dürkheim, *H. assimilis* KRAUSBAUER sensu GISIN, 1952, nec STACH 1949a).

Anmerkung: Hierher vielleicht auch die Meldungen von *H. manubrialis* (TULLBERG). GISIN (1961a) äußert die Ansicht, dass sich die meisten älteren Meldungen der *H. manubrialis* auf *H. assimilis* beziehen dürften; siehe dort.

Hypogastrura boldorii DENIS, 1931 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura, unter trockenen Rinden licht stehender Bäume, z.B. bei Bad Schauenburg und im Passwanggebiet, als *H. tullbergi* (SCHÄFFER, 1900), revidiert von GISIN 1961a). – GISIN 1961a (Revision der Tiere aus dem Basler Jura, vgl. GISIN 1943). – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Gönninger Höhle bei Dettingen, vermutlich trogloden).

? *Hypogastrura manubrialis* (TULLBERG, 1869) – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, bei Speyer, in Moos und Nadelstreu aus einem Kiefernwald). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberg bei Leistadt, ein Ex., *H. cf. manubrialis* (TULLBERG) sensu GISIN, 1952, STACH 1949a a.p., syntop mit *H. assimilis*). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Juli 1996, bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, aus Barberfalle, zunächst als *H. vernalis* (CARL, 1901), Revision durch Dr. H.-J. SCHULZ, Görlitz, nach STACH 1949a).

Anmerkung: *H. assimilis* KRAUSBAUER ist laut GISIN (1960a) bei STACH (1949a) in *H. manubrialis* (TULLBERG) mit inbegriffen. Die Form der Mucronen der Möckmühler Tiere spricht eher für *H. assimilis*; siehe dort.

Hypogastrura monticola STACH, 1946 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (lichtes Fagetum am Belchen im Südschwarzwald auf 1260 m ü. NN).

Hypogastrura purpurescens (LUBBOCK, 1868) – SCHÄFFER 1900 („beim Uracher Wasserfall an einem Baumstumpf“, als *Achorutes purpurascens* LUBBOCK und als *Achorutes carolinae* nov. spec. nach einem Ind. mit vier Analdornen von Bad Urach „unter Holz“). –

ANONYMUS 1926 (Laichinger Tiefenhöhle, vermutlich leg. LENGERSDORF 1925/26). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, *A. carolinae* als *H. purpurascens* LUBBOCK var. *carolinae* SCHÄFFER, 1900). – SCHUBERT 1935 (bei Dorfprozelten am Main, „Sandsteinbruch, im Moos“, aus der Sammlung DAHL, Oktober 1916, außerdem für Württemberg das Zitat SCHÄFFER 1900 über *Achorutes carolinae* nov. spec., diese jedoch als Form von *H. purpurescens*). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, als *H. purpurascens*, „in Kellern an faulenden Kartoffeln, Dahlienknollen usw. [...] Gelegentlich treten vorübergehend hellgelbe albinotische Formen auf.“). – GISIN 1943 (in der Schweiz bei Riehen, Grellingen und am Passwang: „unter Moos und Holzmoder licht stehender Bäume, als *H. britannica* (BAGNALL, 1940), Synonymie nach GISIN 1960a). – STACH 1949a (zit. SCHÄFFER 1900 mit *Achorutes carolinae* als Synonym unter *H. purpurescens*). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb und des Dinkelbergs, troglöphil). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsfläche bei Mulfingen a.d. Jagst, ein Lathyro-Fagetum oder Galio-Carpinetum auf Muschelkalk, Einzelfund).

Hypogastrura sahlbergi (REUTER, 1895) – SCHÄFFER 1900 (als *Achorutes affinis* nov. spec. (nec LUCAS, 1846), nomen praecoc., nach zwei adulten und zehn juvenilen Tieren vom Kriegsberg in Stuttgart, im Weinberg an Weintrester, leg. HOFFMANN 1882, Synonymie nach GISIN 1949). – CARL 1901 (zit. SCHÄFFER 1900, als *Achorutes schaefferi* nom. nov. pro *affinis* SCHÄFFER). – DENIS 1931 (Kriegsberg in Stuttgart, Revision zweier juveniler Tiere aus SCHÄFFERS Sammlung, als *Achorutes schaefferi*). – SCHUBERT 1935 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1944a (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, *H. schaefferi* evtl. ein Juniorsynonym von *H. sahlbergi*). – STACH 1949a (Kriegsberg bei Stuttgart, zit. SCHÄFFER 1900, „insufficiently described and not figured form“ und möglicherweise identisch mit *H. crassaegranulata* (STACH, 1949) ssp. *franconiana* (STACH, 1949)).

Anmerkung: SCHÄFFER selbst wie auch CARL und DENIS betonen die Nähe von *Achorutes affinis* zu *H. purpurescens* LUBBOCK. GISIN (1949) konnte schweizerische Tiere von *A. schaefferi* aus CARLS Sammlung überprüfen und fand sie identisch mit einem Exemplar von *H. sahlbergi* aus Finnland (Sammlung LINNANIEMI). BELLINGER et al. (1996-2003) folgen der Ansicht GISINS und führen SCHÄFFERS *A. affinis* als Synonym von *H. sahlbergi*, ebenso wie CARLS *A. schaefferi* (diese jedoch mit Fragezeichen).

Hypogastrura socialis (UZEL, 1891) – HANDSCHIN 1929 (Hochschwarzwald, bei Todtmoos, offenbar im Winter, leg. SKWARRA, det. HANDSCHIN). – SCHUBERT 1935 (zit. HANDSCHIN 1929).

Hypogastrura vernalis (CARL, 1901) – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Zuckerrübenfeld bei Bockenheim an der Weinstraße, Frühling/Sommer, Dominanz 8,5 %) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberg bei Obersülzen, ganzjährig häufig, Dominanz 8,5 %).

Hypogastrura viatica (TULLBERG, 1872) – SCHUBERT 1935 (Bayern, bei Rothenburg ob der Tauber, Nadelwald, in dichtem Moospolster, ein Ind., aus der Sammlung DAHL, Oktober 1916). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „auf Humuserde, Mist und unter Steinen“). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Feuerberg O Bad Dürkheim, Leistadt und Altdorf in der Rheinebene, vereinzelt in Bodenfallen).

Ceratophysella armata (NICOLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 (auch die ab. *pallens* KRAUSBAUER, 1898). – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (aus der Schweiz als *C. armata* und unter *C. luteospina* (STACH, 1920), Letztere am Schleifenberg bei Liestal, Birsufer der Reinacher Heide und in einem Fagetum ob Reigoldswil, offenbar stets auf kalkhaltigen Böden, mit *C. armata* vikariierend, jedoch revidiert zu *C. armata* in GISIN 1947). – GISIN 1944b (unter *C. luteospina*, bezüglich der Funde aus dem Basler Exkursionsgebiet, revidiert zu *C. armata* in GISIN 1947). – GISIN 1947 (bezüglich der Funde von *C. luteospina* aus dem Basler Exkursionsgebiet, s.o.). – BOCKEMÜHL 1956 („= cf. *armata* s.str. GISIN 1949“). – STREBEL 1957. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen).

Anmerkung: In der älteren Literatur wurden andere *Ceratophysella*-Arten z.T. nicht von *C. armata* unterschieden. Die von HANDSCHIN als *Hypogastrura armata* bestimmten Tiere einer winterlichen Massenerscheinung vom Schafberg bei Efringen (GRAB 1924) wurden von GISIN (1943) zu *C. sigillata* revidiert.

Ceratophysella armatissima GISIN, 1958 – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, staunassem Untergrund, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).

Ceratophysella bengtssoni (AGREN, 1904) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – DOBAT 1975 (troglophil). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Ceratophysella denticulata (BAGNALL, 1941) – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961 (*C. denticulata* (BAGNALL) sensu GISIN 1949). – BAUCHHENSS & WEIGAND 1974. – DOBAT 1975 (vermutlich trogloxen). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENSS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Irndorfer Hardt, Schwäbische Alb, nur ein Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF 1996.

- Ceratophysella engadinensis* (GISIN, 1949) – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Dauco-Arrhenatheretum brometosum auf graubrauner (gealterter) Kalkpaternia, ein Ind.).
- Ceratophysella sigillata* (UZEL, 1891) – ? LINIGER in HUNZIKER 1919 (in Basel auf Friedhöfen, an exhumierten Leichen; die Tiere traten in großer Zahl zugleich in verschiedenen Altersstadien auf und werden als „weiß“ beschrieben, was Zweifel an der Determination weckt). – GRAß 1924 (Massenaufreten im Winter, von HANDSCHIN als *C. armata* bestimmt, von GISIN 1943 zu *C. sigillata* revidiert). – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Dellenhäule, Ostalbkreis, drei Ex.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUß 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurffläche auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996, neun Ind., wovon sechs juvenil).
- Ceratophysella succinea* (GISIN, 1949) – GISIN 1949 (locus typicus bei Schaffhausen in der Schweiz). – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.
- Schoettella ununguiculata* (TULLBERG, 1869) – SCHÄFFER 1900 (als *Schöttella uniunguiculata* (TULLBERG)). – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900, gibt als Fundort statt Ludwigsburg aber fälschlich Bad Urach an). – GISIN 1943. – STACH 1949a (zit. GISIN 1943). – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.
- Choreutinula inermis* (TULLBERG, 1871) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).
- Schaefferia emucronata* ABSOLON, 1900 – GISIN 1943 (Kanton Basel-Landschaft, Klus bei Aesch, am Weg zum Tschäpperli, an nassen, schattigen Felsen). – GISIN 1960b (Schwaben, vgl. DOBAT 1975, außerdem Zitat GISIN 1943, vorw. in Höhlen, Glazialrelikt). – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Nebelhöhle bei Genkingen, Charlottenhöhle bei Hürben, troglophil).
- Xenylla boernerii* AXELSON, 1905 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: gemein an Rinden und Rindenmoosen der Jurawälder, jedoch auch in einem Birnbaumhain bei der Ruine Ramstein, 780 m ü. NN). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation). – KRAUß 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten, Fichtenwaldboden).

Xenylla brevicauda TULLBERG, 1869 – ? HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, in dessen Arbeit die Art jedoch nicht erwähnt wird). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Xenylla grisea AXELSON, 1900 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Xenylla maritima TULLBERG, 1869 – SCHÄFFER 1900 (bei Ludwigsburg, im Wald unter Moos und Rinde). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1943 (Region Basel, v.a. unter Rinden licht stehender Bäume des Tieflandes, etwas seltener im dichten Wald, im Jura bis über 1000 m). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, lichter Misch- und Nadelwald, vereinzelt bis in frisches Grünland). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (April 1995, in Gaildorf im Garten unter einem Apfelbaum sowie bei Stuttgart-Kleinhohenheim unter einer Hecke, hier cf. *maritima*).

Xenylla tullbergi BÖRNER, 1903 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KRAUB 1996.

Xenylla welchi FOLSOM, 1916 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge der Rheinebene und des Haardtrandes).

Willemia anophthalma BÖRNER, 1901 – GISIN 1943 (f. *principalis*; f. *inermis* siehe unter *W. aspinata* STACH, 1949). – BOCKEMÜHL 1956. – STREBEL 1957. – HAYBACH 1959. – BIERINGER 1969 „*Willemia spec. (anophthalma BÖRNER, HÜTHER)*“. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.

Willemia aspinata STACH, 1949 – GISIN 1943 (als *W. anophthalma* BÖRNER f. *inermis* BÖRNER, 1901). – HAYBACH 1959 (als *W. inermis* BÖRNER; GISIN, 1950). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959, als *W. inermis*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Taubergießen am Oberrhein, zwei Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996.

Anmerkung: Nach FJELLBERG (1985) ist *W. aspinata* STACH, 1949 ein Juniorsynonym von *W. denisi* MILLS, 1932. Aus Deutschland melden SCHULZ et al. (2002) *W. aspinata* und *W. denisi* separat.

Willemia buddenbrocki HÜTHER, 1959 – HÜTHER 1959 (Rheinland-Pfalz: Haardtrand und Rheinebene, bei Obersülzen, Altdorf und Edesheim in Weinbergböden, Beschreibung

nach neun weiblichen Ind., locus typicus ist ein Weinberg bei Edesheim). – HÜTHER 1961 (bezieht sich auf dieselben Fänge wie HÜTHER 1959). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim in Ackerböden). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, zwei Ind.).

Willemia scandinavica STACH, 1949 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinbergböden von Haardtrand und Rheinebene). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Kalk-Buchenwald bei Stühlingen im Wutachgebiet, ein Ind.).

Acherongia palatinensis (HÜTHER, 1969) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, bei Obersülzen und Feuerberg O Bad Dürkheim, in Weinbergböden, insgesamt drei Ex. aus Bodentiefen zwischen 10 und 50 cm, als *Acherontiella* n.spec. noch ohne Beschreibung). – HÜTHER 1969 (Artbeschreibung in der Gattung *Acherontiella* aufgrund der drei von Oktober bis Dezember 1956 gefangenen Tiere, vgl. HÜTHER 1961).

Familie Brachystomellidae

Brachystomella curvula GISIN, 1948 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (in der Rheinebene bei Mannheim, Kiefernforst mit Buchen und Eichen auf podsoliger Bänderbraunerde aus würmeiszeitlichem Flugsand, 28 Ex.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Orchideenwiese N Küßnach, Kreis Waldshut, Südexposition, Pararendzina aus Solifluktlagen über miozänem Mergelstein, ein Ind., syntop drei Ex. *B. parvula*).

Brachystomella parvula (SCHÄFFER, 1896) – GISIN 1943 (Region Basel, Charakterart der Fettwiesen vom Basler Sundgau bis in den Hochjura). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, sowohl auf Trockenrasen, Halbtrockenrasen wie auf feuchter Wiese, nur vereinzelt an lichten Grasstellen im Waldsaum). – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld, ein Ind.). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, bei Altdorf in der Rheinebene, Weinberg). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Wiesen- und Ackerböden aus kalkhaltigen Sedimenten, feucht bis wechselfeucht). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach und Reihen, Mähwiese und Zuckerrübenfeld). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf neun von 15 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (1995 bei Gaildorf, im Wald unter feuchter Buchenstreu, cf. *parvula*, ein juveniles Ind.).

Familie Neanuridae

U.-Familie Frieseinae

Friesea afurcata (DENIS, 1926) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Feuerberg O Bad Dürkheim und Leistadt am Haardtrand).

Friesea claviseta AXELSON, 1900 – GISIN 1943 (Region Basel, unter Rindenmoos licht stehender Bäume, von der Kulturstufe bis in die Juragipfel, selten, f. *principalis*; f. *sublimis* siehe unter *F. sublimis* MACNAMARA, 1921). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, bei Altdorf in der Rheinebene, Weinberg, f. *principalis*, zwei Ind.).

Friesea denisi KSENNEMAN, 1936 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: am Blauen, Gempen und Rehhag, über 400 bis 900 m ü. NN, ausgesprochen acidophil). – HAYBACH 1959 (Dornstetten im vorderen Schwarzwald sowie Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Revier Ottobühl, Fichtenforste auf sauren Böden). – ? FRANZ 1975 (Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Revier Schachen bei Rot an der Rot, Fichtenforst auf saurem Boden; bezieht sich offenbar auf die Untersuchungen von HAYBACH 1959, wo *F. denisi* für diesen Fundort jedoch nicht erwähnt wird).

Anmerkung: Die Art ist in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) noch nicht berücksichtigt worden.

Friesea mirabilis (TULLBERG, 1871) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*; f. *reducta* siehe unter *F. truncata* CASSAGNAU, 1958). – HAYBACH 1959. – WINK 1971. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF 1996.

Friesea sublimis MACNAMARA, 1921 – GISIN 1943 (Umgebung Basel: bei Neuallschwil zahlreich in altem Rossmisthaufen sowie Kompost, als *F. claviseta* AXELSON f. *sublimis* MACNAMARA).

Anmerkung: CHRISTIAN (1987) hält die Konspezifität der europäischen „*sublimis*“ mit MACNAMARAS Art für nicht gesichert. BELLINGER et al. (1996-2003) geben die Art aber als holarktisch verbreitet an.

Friesea truncata CASSAGNAU, 1958 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, als *F. mirabilis* f. *reducta* STACH, 1949, meist gemeinsam mit *Friesea mirabilis* f. *principalis*: v.a. im Wald, besonders an feuchteren Stellen). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten, Fichtenwaldboden, unter Baumhäckselkompost).

U.-Familie Neanurinae

Neanura muscorum (TEMPLETON, 1835) – CARL 1899b. – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956. –

HAYBACH 1959. – DOBAT 1975 (trogloxen). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Obersiggingen, Bodenseekreis, ein Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, an Holz in der Streu unter einer alten, breiten Weißbuchenhecke, April 1995; in der mächtigen organischen Auflage von zwei Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; in Nadelstreu eines nassen Waldstandortes mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls Oktober 1996).

U.-Familie Pseudachorutinae

Pseudachorutes boernerii SCHÖTT, 1902 – GISIN 1943 (als *Pseudachorutes corticicolus* (SCHÄFFER, 1896) f. *globuliseta* n.f., aber ohne Beschreibung, locus classicus in der Region Basel: „Charakterart der Rinden und Rindenmoose dichter Wälder vom Tiefland bis über 1000 m Höhe“). – GISIN 1944b (bezieht sich auf dieselben Fundorte wie GISIN 1943, Neubeschreibung als *Pseudachorutes corticicola* (SCHÄFFER, 1896) f. *globulisetosa* n.f.). – STACH 1949b (Umgebung von Basel, zit. GISIN 1944b). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten und bei Langenau, Fichtenwaldboden bzw. Sturmwurffläche).

Anmerkung: Die Art ist in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) noch nicht berücksichtigt worden.

Pseudachorutes corticicola (SCHÄFFER, 1896) – SCHÄFFER 1900 (Bad Urach). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900).

Pseudachorutes dubius KRAUSBAUER, 1898 – ? SCHÄFFER 1900 (Bad Urach, als *Schöttella poppei* SCHÄFFER, 1896, nach STACH 1949b „probably identical with *Pseudachorutes dubius* KRAUSBAUER“). – GISIN 1943 (Region Basel: „meist vereinzelt in Bodenstreu der Wälder“, z.B. rechtsrheinisch bei St. Chrischona). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – ? STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, ein juveniles Ex., im Schönbuch, Fichtenforst-Sturmwurffläche).

Pseudachorutes parvulus BÖRNER, 1901 – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: „ziemlich seltene Leitform versauernder Nadelwaldböden“, z.B. vom Hochblauen und vom Rehhag, 829 und 930 m ü. NN; nur die f. *sexsetosa* DENIS, 1934). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, in Laub- und Nadelwald, vorw. an S- und SW-Hängen, auch im Mesobrometum). – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald und im Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Revier Schachen bei Rot an der Rot, Fichtenforste auf sauren Böden). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH

- 1959). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).
- Pseudachorutes subcrassus* TULLBERG, 1871 – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald, Fichtenforst auf saurem Boden, zwei Ex.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Hohe Schwabenalb bei Nusplingen, Buchen-Tannenwald / Elymo-Fagetum auf Rendzina). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen).
- Pseudachorutella asigillata* (BÖRNER, 1901) – GISIN 1943 (Region Basel: Olsberger Wald, Eichen-Buchen-Mischwald mit Heidelbeeren, im Bodenlaub). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, im Wald „in Moos und Kiefernstreu seltener als in Laubstreu“, höchste Abundanz in Holzmull). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, staunassem Untergrund, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation). – KRAUß 1996 (Schwäbische Alb bei Langenau, Fichtenforst-Sturmwurffläche). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, nur ein Ind., Oktober 1996).
- Micranurida forsslundi* GISIN, 1949 – GISIN 1943 (als *Micranurida furcifera* MILLS, 1934). – BOCKEMÜHL 1956. – GISIN 1960a (Region Basel und Schwäbische Alb). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).
- Micranurida hasai* KSENEMAN, 1936 – GISIN 1943 (Region Basel: Olsberger Wald, dort auch an anderer Stelle *M. pygmaea*). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, immer zusammen mit *M. pygmaea*). – KOPESZKI & MEYER 1994 (auf derselben Fläche tritt auch *M. pygmaea* auf). – ? KRAUß 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten und Langenau, „*M. hasai/pygmaea*“). – ? STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Schwäbische Alb bei Langenau, Fichtenforst-Sturmwurffläche, cf. *hasai/pygmaea*, wahrscheinlich nur 1+1 Ocellen, ein juveniles Ex.).
- Anmerkung: *M. hasai* wird von GISIN (1960a) als Aberration von *pygmaea* bezeichnet und auch im Verzeichnis von BELLINGER et al. (1996-2003) dieser zugeordnet. STACH (1949b) und CHRISTIAN (1987) führen sie dagegen als separate Art. Sie tritt meist an Standorten auf, an denen auch *M. pygmaea* vorkommt. Letztere wird aber auch allein angetroffen, z.B. bei den Untersuchungen des Ökologischen Wirkungskatasters.
- Micranurida pygmaea* BÖRNER, 1901 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobach-

tungsfläche am Büchelberg bei Neuhausen, Enzkreis, nur ein Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – ? KRAUB 1996 („*M. hasai/pygmaea*“). – ? STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Schwäbische Alb bei Langenau, Streuaufgabe einer Fichtenforst-Sturmwurffläche, cf. *hasai lpygmaea*, siehe auch unter *M. hasai*).

Pseudachorudina meridionalis (BONET, 1929) – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: „regelmäßig und zahlreich in der Grasnarbe magerer Wiesen und Weiden auf Kalk vom Tiefland bis in die Jurahöhen“, als Beispiele eine trockene Weide an einem Südhang, eine *Sesleria*-Halde auf sonnigen Felsen und ein Xerobrometum mit Kiefern, alle drei auf Kalk, sowie ein Buxetum an sonnigem Hang, als *Pseudachorutes falteronensis* DENIS, 1927, revidiert durch GISIN 1955). – GISIN 1955 (Revision der 1943 gemeldeten Funde zu *P. bougisi* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1951, nach BELLINGER et al. 1996-2003 ein Juniorsynonym von *P. meridionalis*). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Mesobrometum, Gebüsch und lichter Wald an S- und SW-Hängen, als *Pseudachorutes bougisi*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, in größerer Anzahl, als *Pseudachorutes bougisi*). Anmerkung: Die Art ist möglicherweise neu für Deutschland, sie wird in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) nicht erwähnt.

Anurida granaria (NICOLET, 1847) – HANDSCHIN 1926a (auf Friedhöfen in Basel, an exhumierten Leichen). – GISIN 1943 (Basel, zit. HANDSCHIN 1926a). – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Laichinger Tiefenhöhle, troglophil). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, staunassem Untergrund, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehl-applikation).

Anurida granulata AGRELL, 1943 – HAYBACH 1959 (als *Micranurida handschini* GISIN, 1944, Synonymie nach GISIN 1960a, sowie als *Micranurida mirabilis*, i.e. *Hypanurida mirabilis* DENIS, 1931, Synonymie nach BELLINGER et al. 1996-2003). – ? GISIN 1960a (eine Abbildung nach einem Ex. aus Süddeutschland könnte auf Tiere aus HAYBACHS Untersuchung zurückgehen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996.

Anurida sensillata GISIN, 1953 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, „meist nur einzeln an trockenen Stellen des Mesobrometums, Steppenheidewaldes und Kiefernwaldes“). – GISIN 1960a (bei Tübingen, besonnte Böden, siehe BOCKEMÜHL 1956). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Rheinebene und Hügelzone am Rand der Haardt, Weinberge, zus. vier Ex.). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Querco-Ulmetum alnetosum auf grauer bis braungrauer (gealterter) Gley-Kalkpaternia, nur ein Ind.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche am Apfelberg bei Werbach im Main-Tauber-Kreis, zwei Ind.).

Familie Odontellidae

Odontella empodialis STACH, 1934 – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald vier Ind. und im Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Revier Schachen bei Rot an der Rot, ein Ex. aus Bodenproben, beide Male Fichtenforste auf sauren Böden). – GISIN 1961a (zit. HAYBACH 1959). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959).

Odontella lamellifera (AXELSON, 1903) – GISIN 1943 (Umgebung Basel und nördlicher Schweizer Jura: bei Riehen, im Allschwiler Wald, am Gempen und der Richtiflüh, 280-750 m ü. NN, Laub- und Mischwälder, meist einzeln, zahlreich nur auf einer Waldlichtung mit Disteln und kleinen Tannen auf Lösslehm im Allschwiler Wald). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, zerstreut in bodensaurem Eichenwald in Rohhumus und Moos).

Xenyllodes armatus AXELSON, 1903 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Passwang, Laubwald auf Kalksteinhalde, 1000 m ü. NN, und Richtiflüh, sonnige Kalkschutthalde in Flaumeichenwald, 700 m ü. NN, an beiden Stellen zahlreich). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, „verstreut an lichten Waldstellen, meidet im Gebiet anscheinend die feuchteren Standorte“, auch ein Ind. aus Mesobrometum). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, acht Ex.).

Axenyllodes bayeri (KSENEMAN, 1935) – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, „zweimal in bebauten Weinbergen an S- und SW-Hang“). – GISIN 1960a (Württemberg, nach den Funden BOCKEMÜHLS).

Familie Onychiuridae

U.-Familie Onychiurinae

Onychiurus (Oligaphorura) absoloni (BÖRNER, 1901) – GISIN 1943 (als *O. groenlandicus* (TULLBERG, 1876) f. *affinis* AGREN, 1903). – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, als *O. affinis* AGREN, 1903) – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996). – FOX 2000.

? *Onychiurus (Kalaphorura) burmeisteri* (LUBBOCK, 1873) – LAMPERT 1908 (Bärenhöhle bei Erpfingen, Charlottenhöhle bei Hürben, Kleine Höhle bei der Gutenberger Höhle sowie Linkenboldshöhle bei Onstmettingen, wahrscheinlich *O. paradoxus* (SCHÄFFER, 1900), siehe DOBAT 1975). – HANDSCHIN 1920 (Glitzersteinerhöhle am Gempen, siehe auch HANDSCHIN 1929 und unter *O. paradoxus*). – HANDSCHIN 1929 (Höhle in der Umgebung von Basel, vgl. DOBAT 1975 sowie unter *O. paradoxus*). – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Rehlag, 900 m ü. NN, sehr zahlreich unter Lebermoos an

schattigen, feuchten Kalkfelsen, auch Glitzersteinhöhle am Gempen; außerdem Zitat HANDSCHIN 1920; nach GISIN 1964b handelt es sich jedoch stets um *O. paradoxus*). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, zit. LAMPERT 1908, nach briefl. Mitteilung GISINS an DOBAT seien jedoch alle *O. 'burmeisteri'* aus Höhlen des deutschen und schweizerischen Jura und aus den Alpen zu *O. paradoxus* zu rechnen).

Onychiurus (Kalaphorura) paradoxus (SCHÄFFER, 1900); GISIN, 1964b – SCHÄFFER 1900 (locus classicus Schwäbische Alb: Todsburger Höhle bei Wiesensteig und Nebelhöhle bei Genkingen, zus. 17 Ex.) – ABSOLON 1901 (Nebelhöhle bei Genkingen, fünf Ind., leg. VERHOEFF). – ? LAMPERT 1908 (Höhlen der Schwäbischen Alb, als *O. burmeisteri* (LUBBOCK, 1873) und als *O. tuberculatus* (MONIEZ, 1890), siehe dort, enthält auch die Zitate SCHÄFFER 1900 und ABSOLON 1901). – HANDSCHIN 1920 (Glitzersteinerhöhle am Gempen, als *Kalaphorura burmeisteri*, vgl. HANDSCHIN 1929 und GISIN 1943, 1964b). – HANDSCHIN 1929 (Höhlen in Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, und bei Basel, als Synonym unter *K. burmeisteri*). – STACH 1934 (zit. SCHÄFFER 1900, als Synonym unter *O. tuberculatus*). – SCHUBERT 1935 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Rehhag, 900 m ü. NN, sehr zahlreich unter Lebermoos an schattigen, feuchten Kalkfelsen, auch Glitzersteinhöhle am Gempen, beide Male als *O. burmeisteri*; außerdem Zitat HANDSCHIN 1920; nach GISIN 1964b handelt es sich jedoch stets um *O. paradoxus*). – STACH 1954 (württembergische Höhlen, zit. SCHÄFFER 1900, als Synonym unter *O. tuberculatus*). – GISIN 1964b (Schwäbische Alb: Todsburger Höhle, Gußmannshöhle und Montmilchhöhle, coll. DOBAT, s.u., Schweiz: Rehhag und Glitzersteinhöhle am Gempen, siehe HANDSCHIN 1920 und GISIN 1943, sowie weitere Höhlen des Berner, Solothurner, Basler und Schaffhauser Jura). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb und des Dinkelbergs, fünf Tiere aus der Todsburger Höhle sowie je eines aus Gußmannshöhle und Montmilchhöhle neben anderen Grundlage für die Revision der Diagnose durch GISIN, enthält die meisten der o.g. Zitate zu Funden in baden-württembergischen Höhlen, troglophil).

? *Onychiurus (Kalaphorura) tuberculatus* (MONIEZ, 1890) – LAMPERT 1908 (Charlottenhöhle bei Hürben, Nebelhöhle bei Genkingen, Wimsener Höhle bei Zwiefalten sowie Ziegelhöhle bei Fridingen). – STACH 1934 (Todsburger Höhle bei Wiesensteig und Nebelhöhle, zit. SCHÄFFER 1900, SCHÄFFERS *Aphorura paradoxa* als Synonym von *O. tuberculatus*). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, zit. LAMPERT 1908 und STACH 1934, hält das Vorkommen der Art jedoch für fraglich).

Anmerkung: Die Funde im Gebiet sind wahrscheinlich wie die Meldungen von *O. burmeisteri* (LUBBOCK, 1873) zu *O. (K.) paradoxus* (SCHÄFFER, 1900) zu rechnen.

Onychiurus (Hymenaphorura) sibiricus (TULLBERG, 1876) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – BIERINGER 1969. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). –

Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.

Anmerkung: BELLINGER et al. (1996-2003) geben als Verbreitung von *O. (H.) sibiricus* nur arktische und subarktische Regionen an und äußern Zweifel an der Konspezifität der Funde aus südlicheren Gebieten Europas mit TULLBERG's Art.

? *Onychiurus (Hymenaphorura) subsimilis* BAGNALL, 1948 – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, feuchter Acker auf graubrauner (gealterter) Gley-Kalkpaternia, ein Ind.).

Anmerkung: WINK nennt als Bestimmungsliteratur GISIN (1960a), welcher *O. subsimilis* als species inquirenda aus Rumänien führt. Die Art steht *O. (H.) sibiricus* nahe (STACH 1954). Nach BELLINGER et al. (1996-2003) liegen alle bekannten Fundorte von *O. subsimilis* in Europa (excl. Arktis /Subarktis) und im Mittelmeergebiet (vgl. *O. (H.) sibiricus*).

Onychiurus (Protaphorura) armatus (TULLBERG, 1869) – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956 (*armatus* sensu GISIN 1952). – STREBEL 1957. – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961 (*armatus* sensu GISIN 1952). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (weist auf morphologische Variabilität hin). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Kleinhohenheim, Ackerboden, November 1995; Fichtenforst-Stumwurffläche auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, nur ein Ex., ebenfalls im Oktober 1996).

Anmerkung: In älteren Arbeiten wurden weitere *Protaphorura*-Arten oft nicht von *O. armatus* unterschieden. Seit GISIN (1952) erfolgten andererseits zahlreiche Neubeschreibungen von Arten in der *armatus*-Gruppe nach z.T. minutiösen Unterschieden in der Beborstung oder Pseudocellenformel. Der Status vieler dieser Sippen ist umstritten (vgl. HOPKIN 1997), und die Ansichten über Synonymien differieren. In dieser Aufstellung werden sie vorläufig wie gute Arten behandelt. Eine kritische Revision einer Reihe dieser Formen gibt POMORSKI (1990). Die aktuellen Synonymien können BELLINGER et al. (1996-2003) entnommen werden.

Onychiurus (Protaphorura) aurantiacus (RIDLEY, 1880) – FOX 2000 (periodisch überflutete Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen N Karlsruhe, Dominanz 7,5 %, Konstanz 66,7 %).

Onychiurus (Protaphorura) austriacus BUTSCHEK, 1948 – DIELMANN 1989 (Ettlingen bei Karlsruhe, Sauerhumus-Buchenwald).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880), bei BELLINGER et al. (1996-2003) unter Berufung auf eine Mitteilung POMORSKIS von 2002 aber wieder als separate Art; möglicherweise neu für Deutschland.

Onychiurus (Protaphorura) campatus GISIN, 1952 – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach und Hilsbach, Mähwiese und Zuckerrübenfelder). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Kleinhohenheim in Ackerboden, November 1995).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) eine gute Art, nach BELLINGER et al. (1996-2003) ein Juniorsynonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952.

Onychiurus (Protaphorura) fimatus GISIN, 1952 – ? BIERINGER 1969 (aus Gartenerde, Herkunft nicht genannt, ob Stuttgart-Hohenheim?). – BAUCHHENS & WEIGAND 1974 (bei Oberickelsheim in Mittelfranken, Zuckerrübenfeld). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Onychiurus (Protaphorura) furcifer (BÖRNER, 1901) – HANDSCHIN 1929. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (als *O. parumpunctatus* (SCHÄFFER, 1896) mit Synonym *O. furcifer*, außerdem Zitat HANDSCHIN 1929). – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von vier Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (organische Auflage einer Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, Oktober 1996).

Onychiurus (Protaphorura) glebatus GISIN, 1952 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) quadriocellatus* GISIN, 1947, bei BELLINGER et al. (1996-2003) unter Berufung auf eine Mitteilung POMORSKIS von 2002 aber wieder als separate Art; möglicherweise neu für Deutschland.

? *Onychiurus (Protaphorura) humatus* GISIN, 1952 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (zwölf Ind. von vier Wald-Dauerbeobachtungsflächen: eu- und oligotrophente Laubwälder der collinen und submontanen Stufe, vgl. Angaben zur Art in Teil I dieses Ergänzungsbandes).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952.

Onychiurus (Protaphorura) octopunctatus (TULLBERG, 1876) – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund).

- ? *Onychiurus (Protaphorura) parallatus* GISIN, 1952 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Laubmischwald auf Mergelkalkstein bei Mulfingen /Jagst, nur ein Ind., vgl. Angaben zur Art in Teil I dieses Ergänzungsbandes).
- Onychiurus (Protaphorura) procampatus* GISIN, 1956 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).
Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) campatus* GISIN, 1952, nach BELLINGER et al. (1996-2003) zusammen mit Letzterem Synonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952.
- Onychiurus (Protaphorura) prolatus* GISIN, 1956 – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Falkensteiner Höhle bei Bad Urach, troglophil). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Dellenhäule, Ostalbkreis, 38 Ex.).
Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880).
- Onychiurus (Protaphorura) pseudocellatus* NAGLITSCH, 1962 – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Kleinhohenheim in Ackerboden, November 1995).
- Onychiurus (Protaphorura) pseudovanderdrifti* GISIN, 1957 – GISIN 1957a (Erstbeschreibung der Art, locus typicus: Reichenbach bei Ochsenhausen in Oberschwaben, Fichtenforst, mehrere Ex., 27. April 1956, FRANZ ded.). – HAYBACH 1959 (Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Reviere Reichenbach (16 Ex., vgl. GISIN 1957a) und Ottobühl (ein Ind.), Fichtenforste auf feuchten, sauren Böden). – GISIN 1961b („... ursprünglich aus Oberschwaben ... beschrieben“). – FRANZ 1975 (gibt im Tabellenband HAYBACHS Artenliste wieder, s.o.). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Bad Waldsee im Alpenvorland, an einem staunassen Waldstandort (Fichten neben Erlen), zwei weibliche Ind., Oktober 1996).
Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) s-vontoernei* GISIN, 1957, nach BELLINGER et al. (1996-2003) dagegen von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952.
- Onychiurus (Protaphorura) quadriocellatus* GISIN, 1947 – GISIN 1943 (als *O. (P.) octopunctatus* (TULLBERG, 1876) f. *daviesi* BAGNALL, 1935) – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – GISIN 1960a (Schwarzwald, bezieht sich wohl auf die Funde HAYBACHS). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Bruchsal, nur ein Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUß 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (organische Auflage einer Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, Oktober 1996).

Onychiurus (Protaphorura) subarmatus GISIN, 1957 – GISIN 1957 (locus tyicus im Alpenvorland bei Ochsenhausen, Fichtenforst, nach Exemplaren aus den Untersuchungen HAYBACHS). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994.

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) subuliginatus* GISIN, 1956, nach BÖHLE (1991) und BELLINGER et al. (1996-2003) zusammen mit Letzterem Synonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952, und zwar laut BÖHLE eine „Ökoform“ ständig nasser Böden.

Onychiurus (Protaphorura) sublatus GISIN, 1957 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880).

Onychiurus (Protaphorura) tricampatus GISIN, 1956 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (von zwei Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (fette Mähwiese in einer Bachaue bei Stuttgart-Hohenheim, ein Ind.).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) armatus* (TULLBERG, 1869) sensu GISIN, 1952.

Onychiurus (Protaphorura) uliginatus GISIN, 1952 – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, stau-nassem Untergrund, nur auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880).

? *Onychiurus (Protaphorura) vontoernei* GISIN, 1957 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Eichen-Buchenwald auf saurer Braunerde über Moräne, Alpenvorland bei Bad Wurzach, vgl. Angaben zur Art in Teil I dieses Ergänzungsbandes).

Anmerkung: nach POMORSKI (1990) ein Juniorsynonym von *O. (P.) aurantiacus* (RIDLEY, 1880), bei BELLINGER et al. (1996-2003) unter Berufung auf eine Mitteilung POMORSKIS von 2002 aber wieder als separate Art.

Onychiurus (Protaphorura) zschokkei HANDSCHIN, 1919 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: am Gempenaufstieg, 570 m ü. NN, Moosdecke auf sonnigem Kalkstein in Rotbuchenjungwald, bei der Richtiflüh, 700 m ü. NN, „trockene, sonnige Kalkschutterde im Flaumeichenwald und Buxetum“, am Rehhag, 900 m ü. NN, unter Lebermoos an Kalkfelsen im Fichtenwald). – ? MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, 325 m ü. NN, fette Mähwiese in einer Bachaue, nur ein Ind.).

Onychiurus (Onychiurus) ambulans (LINNAEUS, 1758) – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – GISIN 1952 (Beschreibung von *O. (O.) circulans* nov. spec. nach Tieren aus der Umgebung von Liestal und Muttentz im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft). – BOCKEMÜHL 1956 (als *O. (O.) circulans* GISIN, 1952). – WINK 1971. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, als *O. (O.) circulans*).

Onychiurus (Onychiurus) dunarius GISIN, 1956 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügellzone am Rand der Haardt, bei Leistadt-Kalkofen, Weinbergboden). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, troglphil).

Onychiurus (Onychiurus) edinensis BAGNALL, 1935 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügellzone am Rand der Haardt, bei Flemlingen, drei Ind. aus Weinbergboden, als *O. spinularius* GISIN, 1952, Synonymie nach BELLINGER et al. (1996-2003)).

„*Onychiurus (Onychiurus) fimetarius* (LINNAEUS)“ – ABSOLON 1901 (Nebelhöhle bei Genkingen, zwei Ind., leg. VERHOEFF). – LAMPERT 1908 (Linkenboldshöhle bei Onstmettingen und Charlottenhöhle bei Hürben, außerdem Zitat ABSOLON 1901) – HANDSCHIN 1920 (Liestal im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft, aus Flussgenist, als *O. pseudofimeratus* [lapsus] = *pseudofimetarius* FOLSOM, 1917, Zuordnung durch GISIN 1943, 1944a zu *O. fimetarius* (LINNAEUS), vgl. Anmerkung unten). – STACH 1934 (zit. ABSOLON 1901 und LAMPERT 1908, Zuordnung mit Vorbehalt zu *O. fimetarius* (LINNAEUS) sensu STACH, 1934, vgl. Anmerkung unten). – SCHUBERT 1935 (zit. ABSOLON 1901, *Aphorura inermis* (TULLBERG) als Synonym von *O. fimetarius* (LINNAEUS)). – GISIN 1943 (Region Basel: „häufig in feuchten bis nassen Waldböden auf kalkhaltiger Unterlage vom Tiefland bis auf die Juragipfel“, als *O. fimetarius*, außerdem Zitat HANDSCHIN 1920). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, zit. ABSOLON 1901, LAMPERT 1908 und STACH 1934).

Anmerkung: Meldungen von *O. fimetarius* (LINNAEUS) auctorum werden von BELLINGER et al. (1996-2003) *O. (O.)* (heute *Deuteraphorura*) *inermis* (TULLBERG, 1869, 1871) zugeordnet. LINNÉ beschrieb offenbar 1758, 1761 und 1766/67 verschiedene, heute nicht mehr zu identifizierende Arten unter demselben Namen. Spätere Autoren, z.B. STACH (1934), DENIS (1938) oder GISIN (1952), haben versucht, den Formenkreis näher aufzulösen. TULLBERGS *Lipura inermis* gilt GISIN (in litteris, zit. in DOBAT 1975) als nomen oblitum. Aus der Gattung *Deuteraphorura* sind nach SCHULZ et al. (2002) aus Deutschland drei Arten bekannt: *D. silvaria* (GISIN, 1952), *D. cebennaria* (GISIN, 1956) und *D. variabilis* (STACH, 1954). Bei den Funden GISINS (1943) aus Wäldern in der Region Basel könnte es sich durchaus um *D. silvaria* handeln. Laut GISIN (1960a) tritt diese Art auch in Höhlen auf, wogegen *D. cebennaria* ausschließlich troglobiont sei.

Onychiurus (Onychiurus) fistulosus GISIN, 1956 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Glitzersteinhöhle am Gempfen, als *O. perforatus* HANDSCHIN, 1920). – GISIN 1960b

(Glitzersteinhöhle am Gempen, nun unter *O. fistulosus*, troglobiont im Gegensatz zum nahe verwandten, in alpinen Böden lebenden *O. perforatus*).

Anmerkung: GISIN (1960a) weist auf morphologische Unterschiede zwischen *fistulosus* und *perforatus* hin, ist sich aber nicht ganz sicher, ob es sich tatsächlich um separate Arten handelt. BELLINGER et al. (1996-2003) führen in ihrem Verzeichnis beide als valide Taxa.

Onychiurus (Onychiurus) granulosus STACH, 1930 – ? GISIN 1943. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Anmerkung: GISIN revidierte 1955 seine Meldung von *O. (O.) granulosus* zu *O. (O.) pseudogranulosus* DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & GISIN, 1951 (siehe dort). STACH (1954) und SALMON (1964) hielten diese Art für ein Juniorsynonym von *O. (O.) granulosus*, CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) führen beide wieder separat.

Onychiurus (Onychiurus) hussoni DENIS, 1935 – GISIN 1965b (Neubulacher Stollen im Nordschwarzwald bei Calw, Redeskription als *O. (O.) handschini* DENIS, 1924 ssp. *hussoni* DENIS, 1935, GISIN, 1965b nov. comb.; vgl. DOBAT 1965 und 1975). – DOBAT 1965 (Neubulacher Stollen bei Calw, im Inneren des Oberen Stollen an morschen Balken, 30 Ind., 25. März 1962, Determination durch GISIN 1965b). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb und des Dinkelbergs sowie die Zitate DOBAT 1965 und GISIN 1965b, als *O. (O.) handschini* DENIS, 1924 ssp. *hussoni* DENIS, 1935, GISIN, 1965b; Tiere aus dem Neubulacher Stollen im Schwarzwald waren neben Ex. aus dem Elsass maßgeblich für die Wiederbeschreibung durch GISIN; troglobiont).

? *Onychiurus (Onychiurus) inermis* (TULLBERG, 1869, 1871) → Vgl. die Anmerkung unter „*O. (O.) fimetarius* (LINNAEUS)“.

Onychiurus (Onychiurus) jubilarius GISIN, 1957 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Waldrand zu Mesobrometum und Weinberg am S- und SW-Hang, als *O. antheuili* DENIS, GISIN 1952). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in Weinbergböden, mit Anmerkung „= *O. antheuili* GISIN, nec DENIS“). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, feuchter Acker auf graubrauner (gealterter) Gley-Kalkpaternia, ein Ind.). – BAUCHHENS & WEIGAND 1974 (bei Oberickelsheim in Mittelfranken, Zuckerrübenfeld). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund). – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden).

? *Onychiurus (Onychiurus) pseudofimetarius* FOLSOM, 1917 – HANDSCHIN 1920 (Liestal im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft, aus Flussgenist, als *O. pseudofimeratus* [lapsus]).

Anmerkung: GISIN (1943, 1944a) ordnete die Meldung „*O. fimetarius* (LINNAEUS)“ zu, vgl. Anmerkung dort.

Onychiurus (Onychiurus) pseudogranulosus DELAMARE-DEBOUTTEVILLE & GISIN, 1951 – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura, vorwiegend in Waldböden höherer Lagen, hygrophil, säuremeidend, unter *O. (O.) granulosus* STACH, 1930). – GISIN 1955 (zit. GISIN 1943, revidiert seine Angaben aber auf *O. (O.) pseudogranulosus*). Anmerkung: STACH (1954) und SALMON (1964) hielten diese Art für ein Juniorsynonym von *O. (O.) granulosus* STACH, 1930, CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) führen beide wieder separat.

Onychiurus (Onychiurus) silvarius GISIN, 1952 – ? GISIN 1943 (Region Basel: „häufig in feuchten bis nassen Waldböden auf kalkhaltiger Unterlage vom Tiefland bis auf die Juragipfel“, als „*O. fimetarius* (LINNAEUS)“, vgl. Anmerkung dort). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, Oktober 1996).

Anmerkung: Die Art wurde vermutlich in der älteren Literatur unter „*O. fimetarius* (LINNAEUS)“ notiert bzw. dürfte dort mit inbegriffen sein.

Onychiurus (Onychiurus) sublegans GISIN, 1960 – GISIN 1960c (Artbeschreibung nach Tieren aus Weinbergboden bei Flemlingen in der Pfalz, coll. HÜTHER 1956, siehe auch HÜTHER 1961). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Haardt, bei Flemlingen, in hoher Konstanz in Weinbergboden, daraus die Typen für GISINs Artbeschreibung, siehe GISIN 1960c). – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Falkenhöhle bei Bartholomä, *Onychiurus* cf. *subelegans* GISIN, 1960, det. M.M. DA GAMA (lapsus), troglphil). Anmerkung: Trotz der schon älteren Meldungen wird die Art nicht im Verzeichnis der deutschen Collembolen (SCHULZ et al 2002) geführt.

U.-Familie Tullbergiinae

? *Tullbergia simplex* GISIN, 1958 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf zehn von 15 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesen, 160-950 m ü. NN, vorwiegend in der südlichen Landeshälfte, aber auch aus dem Main-Tauber-Kreis, zus. 214 Ex.).

Anmerkung: ZIMDARS & DUNGER (1994) geben zur Verbreitung an: „Arktische Tundra und alpine Höhenstufe europäischer und asiatischer Gebirge.“ Ob es sich bei den Funden auf den Dauerbeobachtungsflächen tatsächlich um diese Art handelt, sollte daher nochmals überprüft werden.

? *Wankeliella mediochaeta* RUSEK, 1975 – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, staunassem

- Untergrund, nur zwei Ind. auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation, als „*Wankeliella* sp. n. (cf. *mediochaeta*) RUSEK 1975“).
- Wankeliella peterseni* RUSEK, 1975 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen: im NSG Dellenhülle, Ostalbkreis, 164 Ex., im NSG am Kappelberg bei Fellbach, Rems-Murr-Kreis, ein Ind.).
- Paratullbergia callipygos* (BÖRNER, 1902) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996.
- ? *Paratullbergia macdougalli* BAGNALL, 1936 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Feuerberg O Bad Dürkheim, Weinbergboden, als *Tullbergia* cf. *macdougalli* (BAGNALL, 1936)).
- Neotullbergia crassispis* (GISIN, 1944) – GISIN 1943 (Name sowie Fundorte in der Region Basel und im nördlichen Schweizer Jura, aber noch keine Beschreibung). – GISIN 1944b (Erstbeschreibung, locus typicus östlich von Basel: in der Moränenlandschaft zwischen Möhlin und Mumpf, „alte, weiche Mähwiese“). – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Laubwald der Rheinaue bei Karlsruhe, ein Ex.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Orchideenwiese N Küßnach, Kreis Waldshut, ein Ex.). – MÜLLER 1991. – ZIMDARS & DUNGER 1994 (zit. GISIN 1944b). – STIERHOF 1996.
- Neotullbergia ramispis* (GISIN, 1953) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, am Rand der Rheinebene bei Obersülzen, Weinberg; Autor vermutet Synonymie mit *Tullbergia tricuspis* BÖRNER, 1902, siehe unten). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Dauco-Arrhenatheretum brometosum auf graubrauner (gealterter) Kalkpaternia, ein Ind.). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Elsenz, Hilsbach, Adersbach und Reihen, in Ackerböden: Zuckerrüben, Futterrüben, Getreide).
- Neotullbergia tricuspis* (BÖRNER, 1902) – GISIN 1943. – STREBEL 1957 (starke Variabilität der Nebendornen an den Analdornen: „... bei manchen Tieren deutlich, bei manchen nur als stumpfe Höcker ...“). – HÜTHER 1961 (als *Tullbergia staudacheri* KOS, 1940, „syn. *T. tricuspis* GISIN, 1944, nec BÖRNER, 1902“). – BIERINGER 1969. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Laubwald der Rheinaue bei Karlsruhe, als *N. staudacheri* (KOS, 1940)). – MÜLLER 1991. – STIERHOF 1996.
- Metaphorura affinis* (BÖRNER, 1902) – GISIN 1943 (Region Basel: „oft und zahlreich in trockener Erde von Wiesen und Weiden, vom Rheintal bis in die Juragipfel“). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, an S- und SW-Hängen am Waldrand zum Mesobrometum, Xerobrometum und Weinberg). – WINK 1971 (Donauried bei Günz-

burg, ± kalkhaltige Wald-, Wiesen- und Ackerböden). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, Mähwiese neben Obstbäumen).

Stenaphorurella denisi (BAGNALL, 1935) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991.

Stenaphorurella parisi (DENIS, 1943) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen: NSG Mönchsteig bei Nellingen (Mittlere Kuppenalb) und Filsenberg bei Mössingen (Albtrauf)). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (jeweils mehrere Ind. aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Mai bis November 1995, Revision durch Dr. H.-J. SCHULZ, Görlitz).

Stenaphorurella quadrispina (BÖRNER, 1901) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Ackerboden bei Stuttgart-Kleinhohenheim, zwei Ex., November 1995).

Anmerkung: Gattung *Stenaphorurella* LUCIÁNEZ & SIMÓN, 1992 für *Stenaphorura* ABSOLON, 1900 (nach ZIMDARS & DUNGER 1994).

Neonaphorura adulta (GISIN, 1944) – GISIN 1943 (Umgebung Basel: locus typicus Wald der Reinacher Heide, hohe Föhren mit Laubunterholz und Bingelkrautschicht auf „fetter Kieserde“ sowie Querceto-Carpinetum mit Springkraut auf humoser Sanderde, als *Tullbergia* (*Neonaphorura*) *duboscqi* DENIS, 1932 f. *adulta* n.f., noch ohne Beschreibung). – GISIN 1944b (Beschreibung nach zwei Ex. als *Tullbergia* (*Neonaphorura*) *duboscqi* DENIS, 1932 f. *adulta* n.f., locus typicus siehe GISIN 1943). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, ein Ind. aus anlehmigem grobem Sand unter Moos und Grasstreu im Kiefernwald, als *Tullbergia duboscqi* DENIS f. *adulta* GISIN). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Wiesenböden (Dauco-Arrhenathereten) auf kalkhaltigen Auen-sedimenten, als *Tullbergia duboscqi* DENIS f. *adulta* GISIN). – ZIMDARS & DUNGER 1994 (als *Neonaphorura adulta* (GISIN, 1944), zitieren GISIN 1944b mit locus typicus im „Gebiet um Basel“).

Neonaphorura duboscqi (DENIS, 1932) – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Dauco-Arrhenatheretum typicum auf Smonitza mit *Carum carvi* als Hinweis auf einen relativ ausgeglichenen Wasserhaushalt, 20 Ex. aus einer Bodenprobe, syntop mit *Neonaphorura adulta* (GISIN, 1944)).

? *Mesaphorura betshi* RUSEK, 1979 – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, zwei Ind.).

Anmerkung: ZIMDARS & DUNGER (1994) geben zur Verbreitung der Art bis dato nur wenige Fundorte in Frankreich und Nordspanien an.

Mesaphorura critica ELLIS, 1976 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue).

Mesaphorura hygrophila (RUSEK, 1971) – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, zwei Ind.).

Anmerkung: Nach ZIMDARS & DUNGER (1994) typisch für feuchte Standorte und als einzige *Mesaphorura*-Art auch in zeitweilig völlig überschwemmten Wiesenböden anzutreffen. Die Meldung MÜLLERS ist demnach zumindest plausibel.

Mesaphorura hylophila RUSEK, 1982 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, nur auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation). – STIERHOF 1996 (Stuttgart-Kleinhohenheim, Ackerboden, ein Ind., cf. *hylophila*).

Mesaphorura italica (RUSEK, 1971) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen der Oberrheinebene und ihrer Ränder: NSG Taubergießen, Bruchsal und Bergstraße). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, nur auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).

Mesaphorura jarmilae RUSEK, 1982 – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, Determination nachträglich in Frage gestellt, Mitt. Dr. H. SCHICK). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Sulzbach an der Bergstraße, rigolte Pararendzina aus Löss, nur ein Ind.).

Mesaphorura krausbaueri BÖRNER, 1901 s.str. – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, Dominanz 6,9 %, Konstanz 26,7 %). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, Waldböden der montanen Stufe, Dominanz 0,2 und 0,4 %). – FOX 2000 (periodisch überflutete Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen N Karlsruhe, Dominanz 5 %, Konstanz 36,9 %).

Mesaphorura macrochaeta RUSEK, 1976 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg,

Pfändergebiet, Waldböden der montanen Stufe). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten und Langenau, Fichtenwaldböden und Sturmwurffläche). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (beide Male aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Mai bis November 1995).

Anmerkung: Es wurden Tiere gefunden, bei denen anal die Borste l2' nur auf einer Seite ausgebildet ist, ebenso m4 und m5 auf Abd. IV (KOPESZKI & MEYER 1994) sowie Exemplare, denen l2' ganz fehlt, wogegen m4 und m5 beiderseits vorhanden sind (STIERHOF 1996).

? *Mesaphorura sensibilis* RUSEK, 1973 – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, ein Ind.).

Anmerkung: ZIMDARS & DUNGER (1994) geben zur Verbreitung der Art bis dato nur zwei Fundorte in Norditalien (Prealpe Venete) und Polen (Pieniny-Gebirge) an.

? *Mesaphorura spelaea* (NOSEK & NEUHERZ, 1976) – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, ein Ind.).

Anmerkung: Nach ZIMDARS & DUNGER (1994) wurde die Art bis dato nur an ihrem locus typicus, der Raudner-Höhle in der Steiermark (Österreich), festgestellt.

Mesaphorura sylvatica (RUSEK, 1971) – ? MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, drei Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, nur auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).

Mesaphorura tenuisensillata RUSEK, 1974 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, in Waldböden der montanen Stufe häufigste Tullbergiine). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten, Fichtenwaldboden). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls im Oktober 1996).

Mesaphorura yosii (RUSEK, 1967) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, Waldböden der montanen Stufe).

MÜLLER (1991) nennt für eine Mähwiese bei Stuttgart-Hohenheim elf *Mesaphorura*-Arten, z.T. in sehr geringer Individuenzahl. Das Vorkommen mancher dieser Arten im Gebiet ist fraglich und bedarf der Überprüfung.

Tullbergia krausbaueri (BÖRNER, 1901) sensu lato – GISIN 1943 (Region Basel: „häufig in fast allen Böden von der Tiefe bis auf die Gipfel, in Wäldern und Wiesen“). – BOCKEMÜHL

1956 (Spitzberg bei Tübingen, sehr konstant in allen Habitattypen außer unmittelbar am Wasser). – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld, Dominanz 39 %). – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald und im Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Fichtenforste auf sauren Böden, in fast allen Proben). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügellzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in hoher Konstanz und Abundanz in Weinbergböden). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, ± kalkhaltige Wald-, Wiesen- und Ackerböden). – BAUCHHENS & WEIGAND 1974 (bei Oberickelsheim in Mittelfranken, Zuckerrübenfeld). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Wiesen- und Ackerboden). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Grombach, Elsenz, Hilsbach, Reihen und Adersbach, in hoher Konstanz in Ackerböden und einer Mähwiese). – DIELMANN 1989 (bei Karlsruhe, Sauerhumus-Buchenwald, „*Mesaphorura*“).

Unterordnung Entomobryomorpha

Familie Isotomidae

Uzelia setifera ABSOLON, 1901 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: vom Hochblauen auf 829 m, Wisenberg 960 m und Passwang auf 940 und 1180 m ü. NN, als *Uzelia (Pentapleotoma) coniferarum* BAGNALL, 1939). – GISIN 1960a (Basler Jura, mit Abbildung).

Coloburella reticulata LATZEL, 1918 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Anmerkung: POTAPOV (2001) verweist die Meldungen von *C. reticulata* auf *C. zangherii* (DENIS, 1924), da LATZELS Beschreibung unvollständig und *C. reticulata* daher derzeit nicht zu identifizieren sei. CHRISTIAN (1987) sieht in *C. zangherii* ein Synonym von *C. reticulata*.

Anurophorus laricis NICOLET, 1842 – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, bei Speyer, in einem Kiefernwald unter Baumrinde, im Winter auch in der Bodenstreu oder unter Steinen). – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: vom Tiefland bis über 1000 m ü. NN häufig, z.B. in Wäldern um Basel, von Rindenmoosen im Mischwald am Blauen sowie in einem Birnbaumhain bei der Ruine Ramstein, 780 m ü. NN). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, im lichten Wald trockenerer Standorte, vorw. in Nadelstreu, Rinde, trockenem Moos unter Kiefern, Optimum im Moos an den Stämmen). – HAYBACH 1959 (Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, in Fichtenforsten auf sauren Böden, zwei Ind. aus Bodenproben). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959).

? *Pseudanurophorus alticola* BAGNALL, 1949 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge des Haardtrandes und der Rheinebene, *P. cf. alticolus* BAGNALL, 1949 mit der Anmer-

kung: „Nach der BAGNALLSchen Beschreibung ist *P. alticolus* nicht wiederzuerkennen, es kann sich daher in unserem Fall um eine andere Art handeln. Sie ist jedenfalls nicht identisch mit *P. sensibilis* CASSAGNAU, 1959.“

Anmerkung: POTAPOV (2001) hält Meldungen dieser Art aus Mitteleuropa für unsicher. Möglicherweise handelt es sich um Verwechslungen mit anderen augenlosen Arten der Gattung.

Pseudanurophorus binoculatus KSENEMAN, 1934 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: am Rehhag, zahlreich „in Moos eines schattigen Fichtenwaldes, z.T. mit Heidelbeeren“, auf 900-930 m ü. NN). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, Waldböden der montanen Stufe).

Pseudanurophorus isotoma (BÖRNER, 1903) – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld, f. *acuta* DENIS, 1932). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Obersülzen und Altdorf in der Oberrheinebene, f. *capitata* DENIS, 1932; als weiteren Artnachweis das Zitat STREBEL 1957).

Folsomia candida WILLEM, 1902 – ? LINIGER in HUNZIKER 1919 (unter *F. fimetaria* (LINNAEUS, 1758), siehe dortige Anmerkung). – ? STREBEL 1938 (unter *F. fimetaria*, siehe dortige Anmerkung). – GISIN 1943 (als *F. distincta* BAGNALL, 1939). – BOCKEMÜHL 1956. – ? STREBEL 1957 (unter *F. fimetaria*, siehe dortige Anmerkung). – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – DOBAT 1975. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Bisten westl. Hinterzarten, ein Ind.). – MÜLLER 1991. – KRAUß 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (beide Male aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Mai bis November 1995).

Anmerkung: Nach POTAPOV (2001) eine morphologisch sehr variable Art. BAGNALLS *F. distincta* und *F. litsteri* wurden von LAWRENCE (1973) nach Untersuchung der Typen als Jugendformen von *F. candida* erkannt. Nach POTAPOV treffen die Beschreibungen von *F. litsteri* bei GISIN (1960a) und PALISSA (1960) auf eine seinerzeit noch unbekannte Art zu: *F. lawrencei* RUSEK, 1984. Ältere Meldungen von *F. candida* und *F. litsteri* könnten sich demnach auch auf diese Art beziehen oder sie mit einschließen.

Folsomia fimetaria (LINNAEUS, 1758) – ? LINIGER in HUNZIKER 1919 (in Basel auf dem Kannenfeld-Friedhof, an einer exhumierten Leiche). – ? STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Landau und Speyer, „in Humuserde, unter Steinen und vor allem sehr häufig und sehr zahlreich auf und unter Blumentöpfen“; vgl. Anmerkung bei *F. candida*). – GISIN 1943 (Region Basel: Reigoldswil (unter Stallmist auf einer Wiese) sowie im Allschwiler Wald und der Reinacher Heide nahe Fließgewässern). – ? STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz,

Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld, Dominanz 13,2 %). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Grombach, Elsenz, Hilsbach, Reihen und Adersbach, in hoher Konstanz in Ackerböden und einer Mähwiese). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (beide Male aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Sept. und Nov. 1995).

Anmerkung: HANDSCHIN (1929) führt *F. candida* als Synonym von *F. fimetaria*. Zumindest bei den Meldungen von LINIGER in HUNZIKER (revidiert durch HANDSCHIN) und STREBEL (1938) ist daher die Artzugehörigkeit fraglich. Allerdings bereitet die Unterscheidung zwischen *F. fimetaria*, *F. candida* und *F. lawrencei* RUSEK, 1984 besonders bei Juvenilen noch heute zuweilen Probleme (KRAUB 1996, POTAPOV 2001).

Folsomia inoculata STACH, 1947 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, 38 Ex. aus einer Schmelzwasserrinne im Norden des Spitzberges). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Wald-, Wiesen- und Ackerböden aus kalkhaltigen Auensedimenten, feucht bis wechselfeucht).

Anmerkung: Nach der Zusammenfassung von Literaturangaben in POTAPOV (2001) Bewohner der Wälder des höheren Berglandes bis zu alpinen Matten. Allerdings wird auch ein Vorkommen auf der Insel Helgoland erwähnt.

Folsomia lawrencei RUSEK, 1984 – ? BOCKEMÜHL 1956 (als *F. litsteri* BAGNALL, 1939). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, cf. *lawrencei*, in der Datenbank als *F. litsteri*). – KRAUB 1996 (als *F. litsteri*, in einer Anmerkung wird aber auf die Identität mancher Exemplare mit *F. lawrencei* hingewiesen).

Anmerkung: BAGNALLS *F. litsteri* wurde von LAWRENCE (1973) nach Untersuchung der Typen als Jugendformen von *F. candida* erkannt. Nach POTAPOV treffen die Beschreibungen von *F. litsteri* bei GISIN (1960a) und PALISSA (1960) auf die seinerzeit noch unbekannte Art *F. lawrencei* zu. Ältere Meldungen von *F. litsteri* können sich demnach auf diese Art oder auf *F. candida* beziehen oder beide einschließen. Ebenso wie *F. lawrencei* sich hinter *F. candida* mancher Autoren verbergen dürfte.

Folsomia spinosa KSENEMAN, 1936 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961 (als *F. montigena* STACH, 1946, „syn. *F. spinosa* GISIN, nec KSENEMAN“). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, teilweise als *F. montigena*). – KRAUB 1996.

Folsomia ksenemani STACH, 1947 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, nur in einem Tälchen im Norden des Spitzberges, 40 Ex. in Humus unter Laubstreu). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (von zwei Wald-Dauerbeobachtungs-

flächen in der Baar und am Rand des Neckarbeckens, als *Folsomia pseudodiplophthalma* STACH, 1947).

Folsomia penicula BAGNALL, 1939 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956 (als *F. multiseta* STACH, 1947). – HAYBACH 1959 (als *F. multiseta*). – WINK 1971 (als *F. multiseta*). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959, als *F. multiseta*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, teilweise als *F. multiseta*). – DIELMANN 1989 (als *F. multiseta*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, als *F. multiseta*). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996 (als *F. multiseta*).

Folsomia manolachei BAGNALL, 1939 – ? GISIN 1943 (als *F. quadrioculata* (TULLBERG, 1871) f. *anophthalma* (AXELSON, 1902)). – ? BOCKEMÜHL 1956 (stellt bei „*F. quadrioculata*“ eine deutliche Abnahme der Abundanz und der durchschnittlichen Individuengröße vom Wald zum freien Mesobrometum hin fest). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, in 1985 und 1986 zunächst unter *F. nana* GISIN, 1957 und mit *F. quadrioculata* (TULLBERG, 1871) zusammengefasst). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese, als *F. nana*). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb, bei Beimerstetten aus einem Fichtenforst unter *F. manolachei*, sowie von einer Fichtenforst-Sturmwurffläche bei Langenau als *F. nana*). – STIERHOF 1996 (Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, als *F. nana*) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Schwäbische Alb und Schönbuch, Fichtenforst-Sturmwurfflächen, als *F. cf. nana*).

Folsomia quadrioculata (TULLBERG, 1871) – SCHÄFFER 1900. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *anophthalma* (AXELSON, 1902)). – BOCKEMÜHL 1956 (deutliche Abnahme der Abundanz und der durchschnittlichen Individuengröße vom Wald zum freien Mesobrometum hin). – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, 1985 und 1986 incl. *F. nana* GISIN, 1957). – DIELMANN 1989 (*F. quadrioculata* s.l.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Sept. und Nov. 1995, jeweils ein Ex.; bei Gaildorf, Buchenlaubstreu am Waldboden, April 1995). – ? FOX 2000 (*F. quadrioculata*-Gruppe).

Anmerkung: In der *F. quadrioculata*-Gruppe herrschten zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Ansichten über den Artrang bzw. die Synonymie der einzelnen Formen. Bei den

älteren Arbeiten ist davon auszugehen, dass unter „*F. quadrioculata*“ auch *F. nana* / *F. manolachei* mit erfasst wurden. Andererseits wurden *F. nana* und *F. manolachei* nach GISIN (1960a) lange Zeit getrennt. DEHARVENG (1982) stellte (vorläufig) *F. nana* zum „*Folsomia manolachei*-Komplex“, der vermutlich aus mehreren Formen besteht. POTAPOV (2001) schließt sich dem an. KRAUB (1996) weist darauf hin, dass bei seinen Untersuchungen *F. manolachei* und *F. nana* niemals gemeinsam auftraten. *Isotoma anophthalma* AXELSON, 1902 könnte laut DEHARVENG (l.c.) auch zum „*F. manolachei*-Komplex“ zu rechnen sein, GISIN (l.c.) und POTAPOV (l.c.) betrachten sie dagegen als Synonym von *F. quadrioculata*.

Folsomia alpina KSENEMAN, 1936 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Südfuß der Schartenfluh am Gempfen, 700 m ü. NN, sonnige Halde, mehrere Ex. in Bodenstreu aus Kiefernadeln und Moder zwischen Kalksteinen).

Folsomides angularis (AXELSON, 1905) – GISIN 1943 (bei Basel-Breite, Zementbord am Rheinufer, mehrere Meter über der Hochwasserlinie, Moosschicht mit etwas Sanderde, ca. 50 Ex.).

Folsomides marchicus (FRENZEL, 1941) – GISIN 1943 (MuttENZ bei Basel, Rebberg, 25 Ex. aus trockener Kalkschutterde einer locker mit hohem Gras bestandenen Steingrube). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Mesobrometum am Rand des Steppenheide-waldes).

Folsomides parvulus STACH, 1922 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961 (als *F. americanus* DENIS, 1931 = *F. parvulus* GISIN, nec STACH). – BIERINGER 1969. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (November 1995, Ackerboden bei Stuttgart-Kleinhohenheim).

Folsomides pusillus (SCHÄFFER, 1900) – SCHÄFFER 1900 (locus typicus: Bad Urach, nach drei Tieren aus Moos und einem Baumstumpf). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – SCHUBERT 1935 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1942 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura, bei Mumpf, am Schleifenberg bei Liestal, Wisenberg und Passwang: Wälder und frische Wiesen, stets auf Kalk, 310-1000 m ü. NN, außerdem Zitat SCHÄFFER: Bad Urach, Württemberg). – GISIN 1943 (bezieht sich auf dieselben Fundorte wie GISIN 1942, wiederum Zitat SCHÄFFER: Bad Urach, Württemberg). – STACH 1947 (Bad Urach, zit. SCHÄFFER 1900, Umgebung von Basel, zit. GISIN 1942). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Ebersbach, Kreis Ravensburg, Niedermoor, 37 Ind.).

? *Isotomodes bisetosus* CASSAGNAU, 1959 – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, sechs Ind. neben 15 von *I. productus* (AXELSON, 1906)).

Anmerkung: Aufgrund der Verbreitungsangaben in POTAPOV (2001: Portugal, Spanien, Südfrankreich, Norwegen) ist eine Überprüfung der baden-württembergischen Funde zur Bestätigung des Vorkommens notwendig. Die Art wäre neu für Deutschland.

Isotomodes gisini DA GAMA, 1963 – DA GAMA 1963 (locus typicus: „Lange Erlen“ bei Riehen, Kanton Basel, „prado adubado“). – POTAPOV 2001 (zitiert DA GAMA 1963 mit der Angabe des locus typicus).

Isotomodes productus (AXELSON, 1906) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991.

? *Isotomodes templetoni* BAGNALL, 1939 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Anmerkung: Infolge der Verbreitungsangaben in POTAPOV (2001: Irland, Großbritannien und Spanien) ist eine Überprüfung der baden-württembergischen Funde zur Bestätigung des Vorkommens notwendig. Die Art wäre neu für Deutschland.

Appendisotoma nidicola (AGRELL, 1939) – GISIN 1960a, 1960c (hat von HÜTHER Material erhalten, die Tiere als *Proisotoma nidicola* AGRELL bestimmt und gibt in 1960a eine Abbildung von Dens und Mucro eines Ex. aus der Pfalz). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge des Haardtrandes und der Rheinebene, *Proisotoma* cf. *nidicola*, stets syntop mit *P. minuta* (TULLBERG, 1871), Anmerkung: „Meine Exemplare stimmen nicht ganz mit der AGRELLSchen Beschreibung überein. Wahrscheinlich handelt es sich nur um eine Ökomorphose der vorigen Art (*P. minuta*).“).

Anmerkung: Die Diagnosen AGRELLS und GISINS (1960a) stimmen nicht voll überein, die Art ist revisionsbedürftig (POTAPOV 2001). Auch aus der Schweiz liegt eine Meldung aus einem Weinberg vor (Wallis, Massenaufreten, vgl. GISIN 1960c). Am locus typicus (bei Lund in Schweden) wurden zwei Ex. in einem Mäusenest gefunden (GISIN 1960c zit. AGRELL). In der Liste der Collembolen Deutschlands (SCHULZ et al. 2002) wird *A. nidicola* nicht geführt.

Ballistura hankoi (STACH, 1929) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Feuerbach O Bad Dürkheim und Leistadt am Haardtrand).

Anmerkung: Die Art ist aus Deutschland sonst nicht bekannt (SCHULZ et al. 2002). Sie wurde bislang nur selten gefunden: am Plattensee in Ungarn (locus typicus zit. in POTAPOV 2001) sowie in einem Weinberg bei Genf (GISIN 1955), demnach stets in warmen Klimaten wie in den Weinbergen am Oberrhein.

Ballistura schoetti (DALLA TORRE, 1895) – ? HANDSCHIN 1929 (Franken ohne genauere Ortsangabe, leg. STADLER, det. HANDSCHIN; vermutlich aus der Umgebung von Lohr am Main im Mainspessart wie *Agrenia bidenticulata* (TULLBERG, 1876)). – GISIN 1943 (Binningen bei Basel, Pferdemitthausen, mehrere Ind.).

Proisotoma minima (ABSOLON, 1901) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – STREBEL 1957. – HÜTHER 1961. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Ebersbach, Kreis Ravensburg, Niedermoor, vier Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996.

Proisotoma minuta (TULLBERG, 1871) – SCHÄFFER 1900. – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1943. – HÜTHER 1961. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF 1996.

Proisotoma subminuta DENIS, 1931 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, im Wald „nur in Holzmüll von Kiefer und Buche (meist Baumstümpfe), scheint sehr spezifisch zu sein für derartiges Substrat“, offenbar nur Jungtiere, det. GISIN: wahrscheinlich *P. subminuta*, „welche vielleicht eine gute Art ist“).

Anmerkung: nach GISIN (1960a) species inquirenda, laut POTAPOV (2001) locus typicus in Costa Rica sowie „a few unverified records in the Palaearctic“, auch aus Deutschland.

Proisotoma topsenti DENIS, 1948 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (lichtes Fagetum am Belchen im Südschwarzwald auf 1260 m ü. NN, ein Ind.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche am Apfelberg bei Werbach, Main-Tauber-Kreis, zwei Ind.).

Agrenia bidenticulata (TULLBERG, 1876) – HANDSCHIN 1929 (Umgebung von Lohr am Main im Mainspessart, in der Nähe kalter Quellen, leg. STADLER). – SCHUBERT 1935 (zit. HANDSCHIN 1929).

Cryptopygus bipunctatus (AXELSON, 1903) – GISIN 1943 (Binningen, Basel und Reinacher Heide, trockene Komposterde, Gartenbeet und Kieserde in lichtem Kiefernwald). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone zwischen Rheinebene und Haardt, in hoher Stetigkeit und Dichte in Weinbergböden). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Wiesenböden aus kalkhaltigen Auensedimenten, in zwei Dauco-Arrhenathereten und (in höchster Abundanz und Konstanz) aus einem Gentiano-Koelerietum mit einigen Molinietalia-Arten). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Elsenz, Adersbach und Reihen, in Ackerböden: Getreide, Zuckerrüben, Futterrüben). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue).

- Cryptopygus exilis* (GISIN, 1960) – GISIN 1960c (Artbeschreibung nach Exemplaren aus Weinbergböden bei Flemlingen (Holotypus) und Obersülzen in der Pfalz, coll. HÜTHER 1956, siehe auch HÜTHER 1961). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge der Rheinebene und des Haardtrandes, insgesamt 11 Ind., darunter die Typen von GISINs Artbeschreibung, siehe GISIN 1960c).
- Cryptopygus ponticus* (STACH, 1947) – ? GISIN 1943 (Neuallschwil bei Basel, Kartoffelacker mit humosem Schwemmlehm über Kiesunterlage, zwei Ind., als *Proisotoma (Isotomina) agreni* (BÖRNER, 1903)). – BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Alchemillo-Arrhenatheretum alopecuretosum, 185 Ex.).
Anmerkung: Nach GISIN (1960a) ist *Isotoma agreni* Börner, 1903 bis dato nur durch das Typusexemplar aus Genua bekannt. Es handelt sich um eine species inquirenda. Im Verzeichnis von BELLINGER et al. (1996-2003) wird unter „*C. agreni* (BÖRNER, 1903 s.i.) ELLIS & BELLINGER 1973“ als Verbreitungsgebiet der Mittelmeerraum angegeben. Für die Schweiz nennt GISIN (1960a) als morphologisch am nächsten stehende Art *C. ponticus*.
- Cryptopygus scapellifer* (GISIN, 1955) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Rheinebene und randliche Hügelzone, bei Altdorf und Feuerberg, in hoher Stetigkeit aber geringer Dichte in Weinbergböden). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Böden aus kalkhaltigen Auensedimenten, Querco-Ulmetum typicum sowie ein Gentiano-Koelerietum mit einigen Molinietales-Arten). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, Getreidefelder und Mähwiese, insgesamt acht Tiere).
- Cryptopygus thermophilus* (AXELSON, 1900) – GISIN 1943 (f. principalis). – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – STIERHOF 1996.
- Isotomiella minor* (SCHÄFFER, 1896) – ? SCHÄFFER 1900 (als *Isotoma muscorum* nov. spec., siehe auch unter *Isotomiella muscorum*). – ? HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als Synonym von *I. minor*). – GISIN 1943. – ? GISIN 1944a (*Isotoma muscorum* SCHÄFFER als separate Art, zit. SCHÄFFER 1900: Beschreibung nach einem Ex. von Württemberg). – ? STACH 1947 (zit. SCHÄFFER 1900 und HANDSCHIN 1929, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als möglicherweise synonym mit *I. minor*). – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – ? PALISSA 1964 (zit. SCHÄFFER 1900, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als möglicherweise synonym mit *I. minor*: „seit SCHÄFFERS Fund (1900) nicht wieder gemeldet“). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989 (*Isotomiella minor /paraminor*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobach-

tungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUß 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Mai, Sept. und Nov. 1995; organische Auflage einer Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, Oktober 1996). – FOX 2000 („*Isotomiella* spec.“, darunter *I. minor*, soweit bestimmbar (mündl. Mitt. O. FOX)).

? *Isotomiella muscorum* (SCHÄFFER, 1900) – SCHÄFFER 1900 (als *Isotoma muscorum* nov. spec. nach einem Tier von Bad Urach aus Moos, von *I. minor* abweichend in Länge der Dentes und Form der Mucronen). – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als Synonym von *I. minor*). – GISIN 1944a (*Isotoma muscorum* SCHÄFFER als separate Art, zit. SCHÄFFER 1900: Beschreibung nach einem Ex. von Württemberg). – STACH 1947 (zit. SCHÄFFER 1900 und HANDSCHIN 1929, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als möglicherweise synonym mit *I. minor*). – PALISSA 1964 (zit. SCHÄFFER 1900, *Isotoma muscorum* SCHÄFFER als möglicherweise synonym mit *I. minor*: „seit SCHÄFFERS Fund (1900) nicht wieder gemeldet“). – POTAPOV 2001 (vgl. Anmerkung).

Anmerkung: POTAPOV (2001) führt *I. muscorum* unter Vorbehalt als separate Art. Sie würde insbesondere wegen ihres zweizähligen (nicht dreizähligen) Mucros zur *I. delamarei*-Gruppe zu stellen sein, deren Vertreter allerdings bislang nur aus den Tropen bekannt sind. SCHÄFFERS Beschreibung ist nach modernen taxonomischen Kriterien allerdings nicht zufriedenstellend, und es sind seither keine weiteren Funde bekannt geworden. Es könnte sich um ein aberrantes Individuum von *I. minor* oder auch von *I. paraminor* gehandelt haben.

Isotomiella paraminor GISIN, 1942 – ? SCHÄFFER 1900 (als *Isotoma muscorum* nov. spec., siehe auch unter *Isotomiella muscorum*). – GISIN 1943. – HAYBACH 1959. – GISIN 1960a (Schwarzwald, bezieht sich wohl auf die Funde HAYBACHS). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – ? DIELMANN 1989 (*Isotomiella minor* /*paraminor*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen im Wutachgebiet und auf der Schwäbischen Alb). – KRAUß 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurffläche auf der Schwäbischen Alb bei Langenau und nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, beide im Oktober 1996).

Pseudisotoma sensibilis (TULLBERG, 1876) – SCHÄFFER 1900 (bei Bad Urach, in Moos). – GISIN 1943 (Region Basel: „Charakterart der Rinden, Felsen- und Rindenmoose dichter Wälder von der Tiefe bis auf die Gipfel, konstant und gemein“, außerdem von Sankt Gallen). – HAYBACH 1959 (Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Fichten-

forste auf sauren Böden). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Vertagopus arboreus (LINNAEUS, 1758) – GISIN 1943 (Region Basel, Charakterart der Rinden mit Moosen oder Flechten licht stehender Bäume auf Wiesen oder Alleen der tieferen Lagen, ausschließlich in der kalten Jahreszeit, dann meist massenhaft). – GISIN 1960a (Abb. nach einem Ind. aus Basel, vgl. GISIN 1943). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone zw. Rheinebene und Haardt, bei Obersülzen und Edesheim, in Weinbergen, im Boden ganzjährig, im Winterhalbjahr zahlreicher und an der Oberfläche). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, zahlreich in einer Mähwiese neben Obstbäumen, einzelne in Getreidefeld). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Nadelwälder im südöstlichen Schwarzwald) – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Gaildorf, an Apfelbäumen, April 1995).

Vertagopus cinereus (NICOLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 (bei Bad Urach, unter Baumrinde). – GISIN 1943 (Region Basel: im Allschwiler Wald und bei Pfeffingen, an Rinden und morschem Holz). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, unter Kiefernrinde und in Buchenlaubstreu). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (bei Kirchberg a.d. Jagst, Fagetum auf pseudovergleytem Braunerde-Pelosol).

Vertagopus montanus STACH, 1947 – GISIN 1943 („ob Pfeffingen, morscher Kirschbaum, 500 m, 30.III.40, massenhaft“, als höchstgelegene Fundstelle von *V. arboreus* (LINNAEUS, 1758), revidiert in GISIN 1949). – GISIN 1949 (Revision der Meldung aus GISIN 1943 zu *V. montanus*).

Anmerkung: *V. montanus* ist nur schwer von *V. arboreus* unterscheidbar, und POTAPOV (2001) führt die Art zwar, doch mit der Maßgabe „needs further investigation“.

Vertagopus westerlundi (REUTER, 1898) – GISIN 1943 (Basler-Solothurner Jura, am Passwang in 940 und 1180 m ü. NN, an Rindenmoosen und -flechten).

Isotoma anglicana LUBBOCK, 1862 – BOCKEMÜHL 1956 (als *I. viridis* BOURLET, 1839 f. *coerulea* BOURLET, 1839). – HÜTHER 1961 (als *I. viridis* f. *violacea* LIE-PETERSEN, 1898). – WINK 1971 (als *I. viridis* f. *violacea*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Buchen-Hainbuchenwald auf Parabraunerde aus Löss, zwei Ind.) – MÜLLER 1991. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Gaildorf, Nassholzlager auf Ackerbrache, Frühling 1995; bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder von April/Mai bis November 1995).

Anmerkung: Wurde lange Zeit als Varietät oder Synonym von *I. viridis* BOURLET, 1839 betrachtet. Die älteren Meldungen von *I. viridis* f. *coerulea* und f. *violacea* sind wahrscheinlich hier einzuordnen (POTAPOV 2001, PALISSA 1964).

- Isotoma fennica* REUTER, 1895 – GISIN 1960a (Basler Jura). – DOBAT 1975 (vermutlich trogloxen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).
- Isotoma hiemalis* SCHÖTT, 1893 – HANDSCHIN 1929 (Hochschwarzwald, bei Todtmoos, offenbar im Winter, leg. SKWARRA, det. HANDSCHIN). – SCHUBERT 1935 (zit. HANDSCHIN 1929). – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Gempenplateau, als *I. violacea* TULLBERG, 1876 f. *mucronata* AXELSON, 1900, Synonymie nach FJELLBERG 1979: Cyclo-morphose, die f. *mucronata* ist die Sommerform von *I. hiemalis*). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, nur im Winter, Mesobrometum und Weinberg).
- Isotoma neglecta* SCHÄFFER, 1900 – SCHÄFFER 1900 (locus typicus bei Ulm, nach zwei Ex. aus Flussgenist der Donau) – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900, als *I. olivacea* TULLBERG, 1871 var. *neglecta*). – SCHUBERT 1935 (zit. SCHÄFFER 1900, hält *I. neglecta* SCHÄFFER jedoch für eine Varietät von *I. olivacea* TULLBERG, 1871). – STACH 1947 (zit. SCHÄFFER 1900, als *I. olivacea* TULLBERG, 1871 var. *neglecta*). – ? HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge der Rheinebene und des Haardtrandes, als *I. olivacea* f. *neglecta* bei *I. olivacea* f. *grisea* LUBBOCK, 1869 (= *I. tigrina* (NICOLET, 1842)): „Jüngere Tiere stimmen jedoch häufig mit der von STACH (1947) für f. *neglecta* gegebenen Beschreibung überein.“). – ? KRAUB 1996 (Beimerstetten bei Beimerstetten, Fichtenforst, ein Ind., „*Isotoma* cf. *tigrina* juvenil, evtl. *I. neglecta*“). – POTAPOV 2001 (zit. SCHÄFFER 1900 mit der Angabe des locus typicus).
- Isotoma notabilis* SCHÄFFER, 1896 – SCHÄFFER 1900. – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – STREBEL 1957. – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Gaildorf, Buchenlaubstreu am Waldboden, April 1995; bei Stuttgart-Kleinhohenheim, Ackerböden, November 1995; Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls Oktober 1996).
- ? *Isotoma olivacea* TULLBERG, 1871 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, nur im April und Mai, höchste Dichte in feuchter Laubstreu und Humus). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Grombach, Elsenz, Hilsbach, Reihen und Adersbach, in hoher Konstanz in Ackerböden (Zuckerrüben, Getreide, Futterrüben) sowie in einer Mähwiese). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese, Anfang September).

Anmerkung: Die Meldungen beziehen sich wahrscheinlich auf *I. tigrina* (NICOLET, 1842), siehe FJELLBERG (1979).

Isotoma propinqua AXELSON, 1902 – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *pectinata* STACH, 1926, f. *hexaspina* AGRELL, 1936). – BOCKEMÜHL 1956. – GISIN 1960a (Basler Jura: f. *hexaspina*, wohl nach GISIN 1943, Schwäbischer Jura). – HÜTHER 1961 (f. *principalis*, f. *pectinata*, f. *hexaspina*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Isotoma tigrina (NICOLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 (als *I. grisescens* SCHÄFFER, 1896). – LAMPERT 1908 (als *I. tigrina* (NICOLET) TULLBERG, 1871 var. *grisescens* SCHÄFFER). – SCHUBERT 1935 (zit. SCHÄFFER 1900, hält *I. grisescens* SCHÄFFER jedoch für eine Varietät von *I. olivacea* TULLBERG, 1871). – STREBEL 1938 (als *I. olivacea* f. *grisescens* SCHÄFFER). – GISIN 1943. – ? BOCKEMÜHL 1956 (als *I. olivacea*). – HÜTHER 1961 (als *I. olivacea* f. *grisea* LUBBOCK, 1869 und f. *stachi* DENIS, 1929, f. *neglecta* siehe unter *I. neglecta* SCHÄFFER, 1900). – DOBAT 1975 (zit. LAMPERT 1908). – ? RUPP 1985 (als *I. olivacea*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Eichen-Buchenwald im Alpenvorland bei Wain). – ? MÜLLER 1991 (als *I. olivacea*). – KRAUB 1996 („cf. *tigrina* juvenil, evtl. *I. neglecta* SCHÄFFER, 1900“). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, April/Mai bis November/Dezember 1995, Maximum im Herbst, im Mai und Juli mehrere ökomorphe Juvenile; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, Oktober 1996, ein juveniles Ind., cf. *tigrina*).

Isotoma violacea TULLBERG, 1876 – SCHÄFFER 1900. – GISIN 1943 (f. *principalis*, die f. *mucronata* AXELSON, 1900 siehe unter *I. hiemalis* SCHÖTT, 1893). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Isotoma viridis BOURLET, 1839 – CARL 1899b. – SCHÄFFER 1900 (f. *principalis*). – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *coerulea* BOURLET, 1839 siehe unter *I. anglicana* LUBBOCK, 1862). – HÜTHER 1961 (f. *principalis* und f. *pallida* (NICOLET, 1842); f. *violacea* LIE-PETTERSEN, 1898 siehe unter *I. anglicana*). – BIERINGER 1969. – BAUCHENSS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Ackerboden bei Stuttgart-Kleinhohenheim, November 1995, vier juvenile/subadulte Ind., zusammen mit *I. tigrina* (zahlreiche Juvenile) und *I. anglicana* (wenige Juvenile)). – FOX 2000 („*Isotoma* spec.“, darunter *I. viridis* s.l., soweit bestimmbar (mündliche Mitt. O. FOX)).

Anmerkungen: Meldungen von *I. viridis* aus unserem Raum können sich außer auf *I. viridis* s.str. (= sensu POTAPOV 2001) auch auf *I. anglicana* LUBBOCK, 1862 oder *I. riparia* (NICOLET, 1842) beziehen bzw. diese mit einschließen (POTAPOV 2001). Die f. *coerulea* BOURLET, 1839 und f. *violacea* LIE-PETTERSEN, 1898 rechne ich zu *I. anglicana*. Sie zeichnen sich wie diese durch je zwei Enddornen an den Distalplatten des Manubriums aus (PALISSA 1964, FJELLBERG 1980).

Hydroisotoma schaefferi (KRAUSBAUER, 1898) – SCHÄFFER 1900 (Stuttgart-Kaltental, 16 Ex., H. Fischer leg., 14. Oktober 1895). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – STACH 1947 (Stuttgart, zit. SCHÄFFER 1900).

? *Isotomurus antennalis* BAGNALL, 1940 – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, vier Ind.).

Anmerkung: POTAPOV (2001) weist auf Verwechslungsmöglichkeiten mit Exemplaren anderer *Isotomurus*-Arten hin, wenn diese die Trichobothrien verloren haben, sowie mit Arten der Gattung *Isotoma*. Er hält die Meldungen aus Deutschland für revisionsbedürftig.

Isotomurus aquatilis (MÜLLER, 1776) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, nur bei Flemlingen am Rand der Haardt, in einem Weinberg auf einer pseudovergleyten Parabraunerde, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *aquatilis*, aber syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Isotomurus bimaculatus (AGREN, 1903) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Altdorf und Flemlingen, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *bimaculata*, bei Flemlingen auf einer pseudovergleyten Parabraunerde besonders zahlreich, aber stets syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Isotomurus fucicola (REUTER, 1891) – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, feuchte bis wechselfeuchte Wiesen- und Ackerböden aus kalkhaltigen Auensedimenten, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *fucicola*, auf den untersuchten Flächen nicht syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe, obwohl diese im Gebiet vertreten waren). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreidefeld auf Lösslehm, Barberfalle, Nov./Dez. 1995, als *I. palustris* var. *fucicola*, syntop mit anderen Arten der *I. palustris*-Gruppe).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Isotomurus maculatus (SCHÄFFER, 1896) – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Landau und Speyer, „in Gärten auf feuchter Erde sehr häufig und sehr zahlreich, auch auf Blumentöpfen“, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *maculata*). – HÜTHER 1961 (Rheinland-

Pfalz, Weinberge bei Altdorf und Flemlingen, als *I. palustris* var. *maculata*, bei Altdorf auf einer verbrauchten Pararendzina die häufigste Form, aber stets syntop mit anderen Arten der *I. palustris*-Gruppe). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreidefeld, Barberfalle, Juni 1995, als *I. palustris* var. *maculata*, syntop mit anderen Arten der *I. palustris*-Gruppe).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Isotomurus palustris (MÜLLER, 1776) sensu stricto – SCHÄFFER 1900 (in der f. *principalis* von Grunbach im Remstal, var. *prasina* siehe unter *I. prasinus* (REUTER, 1891)). – GISIN 1943 (in der f. *principalis* an Ufern, var. *prasina* siehe unter *I. prasinus*). – BOCKEMÜHL 1956 (auf der Höhe des Spitzberges bei Tübingen, in Wald und Wiese an sehr feuchten Standorten, z.B. Tümpelufer und Schmelzwasserrinne, nur im Februar und März, bei Temperaturen von 0 bis 6°C, nur in der f. *principalis*). – ? STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Zuckerrübenfeld bei Bockenheim an der Weinstraße, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen, vgl. z.B. die Funde HÜTHERS 1961 in Weinbergen). – ? BIERINGER 1969 (Stuttgart-Hohenheim, Versuchsfelder, Bodenproben, Dominanzen von 10 und 28 %, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen, vgl. z.B. die Funde STIERHOFS 1996). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Quercu-Ulmetum alnetosum und feuchter Acker auf (Gley-)Kalkpaternien, offenbar die f. *principalis*, var. *unifasciata* siehe unter *I. unifasciatus* (BÖRNER, 1901), var. *fucicola* siehe unter *I. fucicola* (REUTER, 1891)). – ? DOBAT 1975 (Dossenbach-Quellhöhle, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen, trogloxen). – ? BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Alchemillo-Arrhenatheretum alopecuretosum, Dominanz in Bodenproben 23 %, außerdem in geringerer Zahl von einem Acker, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen). – ? RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Reihen und Grombach, in geringer Zahl auf Zuckerrübenfeldern, in deren Nähe sich Gräben befinden, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen). – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen). – ? MÜLLER 1991 (Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, Bodenproben, Dominanz 5 %, ohne Angabe der Varietät, kann sich auch auf andere Formen der *I. palustris*-Gruppe beziehen). – ? STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (Getreidefelder bei Stuttgart-Hohenheim, April bis Dezember 1995, sowie bei Gaildorf, Nassholzlager auf Ackerbrache, Frühling 1995; beide Male ohne Angabe der Varietät). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (1995, Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, in der f. *principalis*, Adulti vorwiegend aus Barberfallen, Juvenile aus Bodenproben, sehr zahlreich, syntop mit anderen Arten der *I. pa-*

lustris-Gruppe; var. *prasina* siehe unter *I. prasinus* (REUTER, 1891), var. *fucicola* unter *I. fucicola* (REUTER, 1891) und var. *maculata* unter *I. maculatus* (SCHÄFFER, 1896)). – ? FOX 2000 (periodisch überflutete Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen N Karlsruhe, Dominanz 4,3 %, Konstanz 29 %, „*Isotomurus spec.*“, darunter *I. palustris* s.l., soweit bestimmbar (mündl. Mitt. O. FOX)).

Isotomurus prasinus (REUTER, 1891) – SCHÄFFER 1900 (bei Bad Urach, in Moos und unter Rinde, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *prasina* mit der Anmerkung, dass auch die var. *pallida* SCHÄFFER, 1896 vom Autor nunmehr zu *prasina* gerechnet wird). – SCHUBERT 1935 (aus dem Hochmoor bei Jungholz im Südschwarzwald sowie aus einer Kiesgrube und einem Torfwerk bei Bad Schussenried, als *I. palustris* var. *prasina*). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Ufer des Berghäuser Altrheins sowie Tümpelufer bei Speyer, als *I. palustris* var. *prasina*). – GISIN 1943 (Region Basel, häufigste Form der *I. palustris*-Gruppe, an feuchten Standorten: Wiesen, Mooren und nassen Waldböden der Niederungen, als *I. palustris* var. *prasina*). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Altdorf und Flemlingen, als *I. palustris* var. *prasina*, bei Flemlingen auf einer pseudovergleyten Parabraunerde besonders zahlreich, aber stets syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (1995, Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, Adulti vorwiegend aus Barberfallen, Juvenile aus Bodenproben, häufig, als *I. palustris* var. *prasina*, syntop mit anderen Arten der *I. palustris*-Gruppe).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Isotomurus unifasciatus (BÖRNER, 1901) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Altdorf und Flemlingen, als *I. palustris* (MÜLLER, 1776) var. *unifasciata*, bei Flemlingen auf einer pseudovergleyten Parabraunerde besonders zahlreich, aber stets syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Gentiano-Koelerietum mit einigen Molinietales-Arten auf Borowina, ein Ind., als *I. palustris* var. *unifasciata*, nicht syntop mit anderen Formen der *I. palustris*-Gruppe, obwohl diese im Gebiet vertreten waren).

Anmerkung: *I. palustris*-Gruppe

Anmerkung: Über den Status der Arten bzw. Varietäten in der *I. palustris*-Gruppe herrscht wie bei *Isotoma viridis* s.l. keine Einigkeit unter den Autoren. POTAPOV (2001) äußert die Ansicht, man könne „for now“ die bisherigen Farbvarietäten als separate Arten betrachten. Er beruft sich dabei auf biochemische und ökologische Untersuchungen von CARAPPELLI et al. (1995 und 2001). Die obigen Zuordnungen folgen POTAPOV (l.c.) und der „Checklist of the Collembola of the World“ (BELLINGER et al. 1996-2003), doch steht eine Bearbeitung der *I. palustris*-Gruppe nach dem aktuellen Stand der Taxonomie in unserem Gebiet noch aus.

Familie Entomobryidae

U.-Familie Entomobryinae

? *Sinella coeca* (SCHÖTT, 1896) – LINIGER in HUNZIKER 1919 (Schweiz: auf einem Friedhof in Basel, an einer exhumierten Leiche, als *Sinella spec.*, Revision durch HANDSCHIN 1926a). – HANDSCHIN 1926a (Revision der Funde LINIGERS). – GISIN 1943 (Basel und Riehen, zit. LINIGER in HUNZIKER 1919 und HANDSCHIN 1926a). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Quercu-Ulmetum alnetosum und Dauco-Arrhenatheretum typicum, je ein Ind., „*Sinella spec.*“). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, ein Tier aus biologisch-dynamisch bewirtschaftetem Wintergerstenfeld). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, ein Ind.).

Anmerkung: Die Artzugehörigkeit der *Sinella*-Funde im Gebiet ist revisionsbedürftig. HOPKIN (2002-2003) kommt nach Überprüfung britischer Exemplare, die als *S. coeca* gemeldet waren, zu dem Schluss, dass es sich ausschließlich um *S. tenebricosa* FOLSOM, 1902 handelte. Diese trete synanthrop auf und stamme ursprünglich aus dem Orient. BELLINGER et al. (1996-2003) halten *S. coeca*-Meldungen aus Europa insgesamt für zweifelhaft. Diese Art wäre demnach auf Nordamerika beschränkt. Nach SCHULZ et al. (2002) sollen in Deutschland jedoch beide Taxa vorkommen.

Sinella hoefti SCHÄFFER, 1896 – LINIGER in HUNZIKER 1919 (Schweiz: Friedhof von Riehen bei Basel, an einer exhumierten Leiche).

Anmerkung: *S. hoefti* wurde von nachfolgenden Autoren (z.B. HANDSCHIN 1929, GISIN 1960a) als Juniorsynonym von *S. coeca* behandelt. BELLINGER et al. (1996-2003) führen sie aber wieder als gute Art.

Entomobrya arborea (TULLBERG, 1871) – CARL 1899b (Pratteln im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft). – SCHÄFFER 1900 (var. *obscura* n.var. nach zwei Ex. von Bad Teinach und Ludwigsburg, aus Moos bzw. von sehr trockener Apfelbaumrinde). – GISIN 1943 (Region Basel: Allschwiler Wald, Basler Sundgau, ob Reigoldswil, an Rindenflechten und in Baumwipfeln, f. *principalis*, f. *pallida* BECKER, 1902; außerdem Zitat CARL 1899b).

Entomobrya corticalis (NICOLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 (f. *principalis*, var. *pallida* n.var., Letztere nach drei Tieren von Ludwigsburg und Bad Urach). – GISIN 1943. – GISIN 1944a (zit. SCHÄFFER 1900: f. *pallida* SCHÄFFER zus. mit f. *principalis*). – BOCKEMÜHL 1956. – STACH 1963 (ab. *pallida* aus Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Orchideenwiese N Küßnach, Kreis Waldshut, 14 Ex., Nähe zum Waldrand). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, alte Weißbuchenhecke mit Überhältern, April 1995).

Entomobrya lanuginosa (NICOLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 (bei Ludwigsburg und Bad Urach, „an verschiedenen krautigen Pflanzen“ bzw. an Gras). – DENIS 1931 (Heidelberg, aus der Sammlung SCHÄFFER, leg. Dr. KRAEPELIN, Juli 1900). – SCHUBERT 1935 (zit. SCHÄFFER 1900, hält *E. lanuginosa* jedoch für ein Synonym von *E. nivalis* (LINNAEUS, 1758)). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, vorw. im Mesobrometum und Prunus-Cornus-Ligustrum-Gesträuch). – ? STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, mehrere Ind. aus Bodenproben von einem Zuckerrübenfeld bei Bockenheim an der Weinstraße, unter *E. nivalis*). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Rheinebene, bei Obersülzen, Leistadt und Feuerberg in Weinbergen, f. *principalis* syntop mit f. *maritima* (siehe unter *E. maritima*)). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen).

Entomobrya marginata (TULLBERG, 1871) – SCHÄFFER 1900 (bei Bad Urach, ein Ind. von Baumrinde, f. *principalis*). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „an faulenden Pflanzenstoffen, in Kellern“).

? *Entomobrya maritima* REUTER, 1891 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Rheinebene, bei Obersülzen, Leistadt und Feuerberg in Weinbergen, als *E. lanuginosa* f. *maritima*, stets syntop mit *E. lanuginosa* aber in geringerer Anzahl).

Anmerkung: Beschrieben von REUTER als Varietät von *E. lanuginosa*, bei BELLINGER et al. (1996-2003) als Art geführt. HOPKIN (2002-2003) dagegen kann an britischen Tieren keine signifikanten Unterschiede finden und hält *E. maritima* für ein „probable junior synonym“ von *E. lanuginosa*.

Entomobrya multifasciata (TULLBERG, 1871) – GISIN 1943 (Region Basel, als *E. nivalis* (LINNAEUS) f. *multifasciata* und f. *lateralis* STACH, 1922, ohne nähere Angaben zu Fundorten und Ökologie). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Rheinebene, bei Obersülzen und Feuerberg, in Weinbergen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Einzelfund in Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus).

Entomobrya muscorum (NICOLET, 1842) – CARL 1899b (als *E. orcheselloides* SCHÄFFER, 1896). – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *elongata* BROOK, 1883, f. *orcheselloides* SCHÄFFER, 1896; außerdem Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956. – VOLZ 1989. – DIELMANN 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

? *Entomobrya nicoleti* (LUBBOCK, 1868) – SCHÄFFER 1900 (bei Stuttgart-Hohenheim und Bad Urach, in Wäldern, als *E. nivalis* (LINNAEUS, 1758) var. *maculata* SCHÄFFER, 1896; Zuordnung zu *E. nicoleti* nach BELLINGER et al. (1996-2003)). – GISIN 1943 (Region Basel, als *E. nivalis* (LINNAEUS) f. *nicoleti*, ohne nähere Angaben zu Fundorten und Ökologie).

Anmerkung: In späteren Publikationen (1960, 1961a) erwähnt GISIN die Art nicht mehr aus der Schweiz und merkt an, sichere Nachweise gebe es bis dato nur aus Großbritannien, Skandinavien und von Helgoland.

Entomobrya nivalis (LINNAEUS, 1758) – SCHÄFFER 1900 (f. *principalis*, var. *pallida* SCHÄFFER, 1896, var. *maculata* SCHÄFFER, 1896). – DENIS 1931. – SCHUBERT 1935 (f. *principalis*, f. *immaculata* SCHÄFFER, 1896). – STREBEL 1938 (f. *principalis*, f. *dorsalis* AGREN, 1904). – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *immaculata*, f. *dorsalis*; f. *multifasciata* und f. *lateralis* siehe unter *E. multifasciata*, f. *nicoleti* siehe unter *E. nicoleti*). – BOCKEMÜHL 1956. – ? STREBEL 1957 (siehe unter *E. lanuginosa*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche am Kappelberg bei Fellbach, Rems-Murr-Kreis, drei Ind., Nähe zum Waldrand). – PFEIFER et al. 1995. – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, große Weißbuchenhecke, in der Streu und an Rinde April 1995).

Anmerkung: Über den Status von *E. nicoleti* (LUBBOCK, 1868) und *E. multifasciata* (TULLBERG, 1871) waren die Autoren lange Zeit unterschiedlicher Ansicht. GISIN z.B. betrachtet sie 1943 als Varietäten von *E. nivalis*, 1960a als separate Arten. Bei CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) werden sie ebenfalls von *E. nivalis* abgetrennt. Die var. *maculata* SCHÄFFER, 1896 wird von BELLINGER et al. der *E. nicoleti* zugeordnet.

Entomobrya quinquelineata BÖRNER, 1901 – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Entomobryoides myrmecophilus (REUTER, 1886) – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Passwanggebiet, 550-940 m ü. NN, einige Ind. aus epiphytischen Flechten eines Apfelbaums, Rindenmoos eines Birnbaums bei der Ruine Ramstein und aus Moos am Stammfuß einer Tanne in einem Fagetum).

Willowsia buski (LUBBOCK, 1869) – SCHÄFFER 1900 (bei Ludwigsburg und Bad Teinach, an Weidenrinde und in Moos, als *Sira pruni* (NICOLET, 1842) var. *buskii* LUBBOCK, 1869). – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1943 (Region Basel, bis 400 m ü. NN, an Alleebäumen, Bachweiden, Totholz, am Rheindamm, nur ganz vereinzelt in Nadelwäldern). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Neustadt a.d. Weinstraße, neun Ex. in Bodenproben aus Weinbergen des Haardtrandes und Vorderpfälzer Tieflands; allerdings nimmt der Autor Zuwanderung in die Auslesetrichter im Labor an). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Gentiano-Koelerietum mit einigen Molinietales-Arten auf Borowina, ein Ind.).

Willowsia nigromaculata (LUBBOCK, 1873) – SCHÄFFER 1900 (bei Stuttgart-Bad Cannstadt und Sersheim, unter/an Baumrinden: Schwarzpappeln bzw. Pflaume). – GISIN 1943 (Region Basel, Charakterform der Rinden licht stehender Bäume der tieferen Lagen bis 800 m ü.

NN, als *Sira platani* (NICOLET) f. *nigromaculata* LUBBOCK). – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald, Fichtenforst auf saurem Boden, ein Ind.). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Neustadt a.d. Weinstraße, sieben Ex. in Bodenproben aus Weinbergen des Haardtrandes und Vorderpfälzer Tieflands; allerdings nimmt der Autor Zuwanderung in die Auslesetrichter im Labor an). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Gaildorf, bachbegleitendes Gehölz, am Stamm einer Esche, cf. *nigromaculata*, April 1995).

Willowsia platani (NICOLET, 1842) – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura, ab 500 m ü. NN, oberhalb 900 m ü. NN Charakterform der Rinden allein stehender Bäume der höheren Lagen, als *Sira platani* (NICOLET) f. *corticalis* CARL, 1899). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Streu und Boden an offenen, sehr sonnigen und trockenen Stellen, *W. platani* f. *flava* (AGREN, 1903)). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Gaildorf, im Garten unter einem Apfelbaum, April 1995).

Anmerkung: *W. platani* und *W. nigromaculata* werden von vielen Autoren als Formen einer Art angesehen (HANDSCHIN 1926, 1929, GISIN 1943, PALISSA 1964). GISIN (1960a) führt sie separat, weist aber auf den unsicheren Status hin. SALMON (1964), CHRISTIAN (1987) und BELLINGER et al. (1996-2003) behandeln sie wie zwei Arten.

Seira domestica (NICOLET, 1842) – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „in Häusern, an Wänden, auf Fenstersimsen und Fensterbrettern, unter Blumentöpfen“). – GISIN 1943 (Neuallschwil bei Basel, ein Ex. aus einem Pferdemitthausen, außerdem Basel: „Prof. HANDSCHIN fand sie früher in der zoologischen Anstalt.“). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, vorw. im lichten Kiefernwald, Steppenheidewald, Mesobrometum und Xerobrometum). – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, ein Ind. aus Bodenproben von Zuckerrübenfeld bei Bockenheim an der Weinstraße, u.U. Einwanderung in Auslesetrichter möglich, vgl. Angaben HÜTHERS). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Neustadt a.d. Weinstraße, drei Ex. in Bodenproben aus Weinbergen des Haardtrandes und Vorderpfälzer Tieflands; allerdings nimmt der Autor Zuwanderung in die Auslesetrichter im Labor an).

Lepidocyrtus curvicollis BOURLET, 1839 – SCHÄFFER 1900. – DENIS 1931. – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – GISIN 1964b (Schwäbische Alb: Falkensteiner Höhle, coll. DOBAT). – DOBAT 1975 (drei Höhlen der Schwäbischen Alb, trogloden). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf zehn von 15 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfallen, Aug./Sept. 1995 und Juli 1996).

Anmerkung: Ältere Meldungen von *L. curvicollis* können sich laut GISIN (1964b) auch auf *L. lignorum* beziehen bzw. diesen mit einschließen.

Lepidocyrtus lignorum (FABRICIUS, 1775) – ? SCHÄFFER 1900 (als Juvenile von *L. lanuginosus* mit Synonym *L. albicans* REUTER, 1891). – ? SCHUBERT 1935 (unter *L. lanuginosus* (GMELIN, 1788)). – ? STREBEL 1938 (unter *L. lanuginosus*, auch Zitat SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (als *L. lanuginosus* f. *albicans*). – BOCKEMÜHL 1956 (sehr häufig, besonders an trockenen Standorten, meist gemeinsam mit *L. lanuginosus*, als *L. lanuginosus* f. *albicans*). – ? HAYBACH 1959 (unter *L. lanuginosus* und *L. curvicollis*). – GISIN 1964b (Identität älterer Funde, z.B. aus GISIN 1943, dazu neu: eine Höhle im nördlichen Schweizer Jura). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – VOLZ 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – PFEIFER et al. 1995. – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Kleinhohenheim, auf einem Getreidefeld in Waldrandnähe) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Kleinhohenheim unter einer breiten, alten Weißbuchenhecke mit Überhältern, April 1995; Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls Oktober 1996).

Vgl. Anmerkungen bei *L. curvicollis* und *L. lanuginosus*.

Lepidocyrtus paradoxus UZEL, 1891 – SCHÄFFER 1900 (bei Stuttgart-Hohenheim im Wald und bei Kochendorf). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – SCHUBERT 1935 (mehrere Fundorte in Baden-Württemberg und im angrenzenden Bayern, meist in offenen Habitaten, z.B. Steinbrüchen, aber auch gelegentlich im Wald; 1916-1918, aus der Sammlung DAHL). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „an Steinen und Holz, auf Wiesen an Gräsern und Kräutern“). – GISIN 1943 (Region Basel: vereinzelt im offenen Land, am regelmäßigsten an feuchten Stellen, nur in niederen Lagen). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Arrhenatheretum, Weinberg und lichter Laubwald). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Rheinebene, bei Obersülzen, Weinberg). – BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Alchemillo-Arrhenatheretum alopecuretosum, wenige Ind.). – STIERHOF 1996 (Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreidefeld, Barberfalle, Juni 1995) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (Juli 1996 bei Möckmühl: Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle; 1995-2003 mehrfach im Sommer/Herbst bei Gaildorf: auf Wiesen unter Kirsch- und Apfelbäumen bzw. einer frei stehenden alten Fichte).

Lepidocyrtus violaceus (FOURCROY, 1785); LUBBOCK, 1873 – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura, Leitart der Rinden und Rindenmoose aller Wälder, auch in einem Birnbaumhain bei der Ruine Ramstein, 780 m ü. NN). – HAYBACH 1959 (Forstamtsbezirk Ochsenhausen in Oberschwaben, Revier Reichenbach, Fichtenforst auf

feuchtem, saurem Boden, zwei Ind.). – GISIN 1964a (Taxonomie, mit Bezug auf GISIN 1943). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Querco-Ulmetum alnetosum auf gealterter Gley-Kalkpaternia, als *L. cyaneus* TULLB. *violaceus* LUBB.). – VOLZ 1989 (NSG Hördter Rheinaue bei Germersheim). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Vgl. Anmerkung bei *L. cyaneus*.

Lepidocyrtus cyaneus TULLBERG, 1871 – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *pallida* siehe unter *L. pallidus* REUTER, 1890). – STREBEL 1957. – HÜTHER 1961 (f. *principalis*, f. *pallida* siehe unter *L. pallidus*). – GISIN 1964a (Taxonomie, mit Bezug auf GISIN 1943). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – DOBAT 1975 (trogloxen). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – VOLZ 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (weist auf morphologische Variabilität hin). – KOPESZKI & MEYER 1994. – PFEIFER et al. 1995. – STIERHOF 1996 (als *L. weidneri* HÜTHER, 1971 wegen abweichender Labialbeborstung) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefeld, April 1995; Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls Oktober 1996).

Anmerkung: Noch bei GISIN 1960a und PALISSA 1964 werden *L. pallidus* und *L. violaceus* als Synonyme bzw. Varietät bei von *L. cyaneus* geführt. Ältere Meldungen von *cyaneus* können demnach diese beiden Arten einschließen.

Lepidocyrtus pallidus REUTER, 1890 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, neben *L. cyaneus* als f. *pallida* REUTER). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge der Rheinebene und des Haardtrandes zwischen Flemlingen im Süden und Obersülzen im Norden, neben *L. cyaneus* als f. *pallida*).

Vgl. Anmerkung bei *L. cyaneus*. Die Art ist in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) noch nicht berücksichtigt worden.

Lepidocyrtus lanuginosus (GMELIN, 1788) – FRIES 1880 (Falkensteiner Höhle b. Bad Urach). – CARL 1899b (als *L. fucatus* UZEL, 1891). – ? SCHÄFFER 1900 (weist darauf hin, dass die jüngsten Ex. mit *L. albicans* REUTER, 1891 völlig übereinstimmen und hält daher letztere Art für eine Jugendform von *L. lanuginosus*, siehe Anmerkung). – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938 (zitiert auch SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (f. *principalis* und f. *fucata* UZEL, Letztere „hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in höhern Lagen, ohne den tiefern ganz zu fehlen; sie tritt fast immer zusammen mit der Hauptform auf“; f. *albicans* REUTER siehe unter *L. lignorum* (FABRICIUS, 1775); außerdem Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis* und f. *fucata* UZEL, Letztere nur im Wald auf der Hochfläche, meist

zusammen mit der f. *principalis*; f. *albicans* siehe unter *L. lignorum*). – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – SALMON 1964 (zit. FRIES 1880). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Gaildorf, an modernem Holz zwischen Buchenstreu am Waldboden, April 1995; bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, April/Mai und November 1995).

Anmerkung: Noch in GISIN (1960a) und PALISSA (1964) wird *L. lignorum* als Synonym bei *L. lanuginosus* geführt. Ältere Meldungen von *lanuginosus* können demnach *lignorum* einschließen. Dies gilt insbesondere für SCHÄFFER (1900), denn *L. albicans* ist nach GISIN (1965a) ein Juniorsynonym von *lignorum*, für FRIES (1880), CARL (1899b), SCHUBERT (1935), GISIN (1943) und BOCKEMÜHL (1956), aber vielleicht auch z.T. für noch jüngere Publikationen. DENIS (1931) weist darauf hin, dass in der französischen Literatur häufig *L. curvicollis* (damals noch incl. *L. lignorum* !) als *L. fucatus* bestimmt wurde.

Pseudosinella aelleni DA GAMA, 1973 – DOBAT 1975 (Schwäbische Alb: Bärenhöhle im Lonetal locus typicus, troglphil bis troglobiont, noch nicht eindeutig festlegbar).

Anmerkung: Trotz ihres locus typicus in Baden-Württemberg ist die Art in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) noch nicht berücksichtigt worden.

? *Pseudosinella cavernarum* (MONIEZ, 1893) → siehe unter *P. immaculata* LIE-PETTERSEN, 1896.

Pseudosinella decipiens DENIS, 1924 – HANDSCHIN 1926a (bei Allschwil W Basel, aus einem Hummelnest, als *P. martelli* CARPENTER, 1897, siehe auch GISIN 1943). – GISIN 1943 (bei Allschwil nach Zitat HANDSCHIN 1926a, jetzt als *P. argentea* FOLSOM, 1902 mit dem Synonym *P. decipiens* DENIS). – ? STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld, „*P. decipiens* (?) DENIS“). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone zwischen Rheinebene und Haardt, Weinbergböden, gesamt fünf Ind.). – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, Determination nachträglich in Frage gestellt, Mitt. Dr. H. SCHICK). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen je ein Ind., einmal syntop mit *P. immaculata*). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (beide Male bei Stuttgart-Hohenheim aus Ackerböden, Mai bis November 1995).

Pseudosinella immaculata (LIE-PETTERSEN, 1896) – ? ABSOLON 1901 (Nebelhöhle bei Genkingen, leg. VERHOEFF, als *P. cavernarum* (MONIEZ, 1893), Zuordnung nach GISIN 1960a). – ? LAMPERT 1908 (Bärenhöhle bei Erpfingen, Charlottenhöhle bei Hürben, Linkenboldshöhle bei Onstmettingen, außerdem Zitat ABSOLON 1901, als *P. cavernarum*). – SCHUBERT 1935 (zit. ABSOLON 1901 mit *P. cavernarum*). – ? GISIN 1943 (Region Basel: im Sundgau, bei Birsfelden und am Bölchen im Jura, als *P. subvirei* BONET, 1931, siehe dort). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Wald und Mesobrometum). – ? BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden, „*Pseudosinella immaculata* ? LIE-PETTERSEN“). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Querco-Ulmetum alnetosum auf gealterter Gley-Kalkpaternia, ein Ind.). – ? DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, zit. ABSOLON 1901, LAMPERT 1908 und SCHUBERT 1935 mit *P. cavernarum*, Anm.: „Das Vorkommen dieser Art im Untersuchungsgebiet ist fraglich, mit einiger Sicherheit liegt eine Fehlbestimmung vor.“). – BAUCHHENSS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Alchemillo-Arrhenatheretum alopecuretosum, wenige Ind.). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Grombach, Elsenz, Hilsbach, Reihen und Adersbach, in hoher Konstanz in Ackerböden und einer Mähwiese). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, darunter einmal syntop mit *P. decipiens*).

Anmerkung: Bei den alten Meldungen aus Höhlen kommen auch tatsächlich troglobionte, augenlose Pseudosinellen in Betracht, welche erst in jüngerer Zeit beschrieben wurden, z.B. *P. dohati* GISIN, 1965.

Pseudosinella lamperti (SCHÄFFER, 1900); GISIN, 1963 – SCHÄFFER 1900 (locus typicus: „Tottsburghöhle“=Todsburger Höhle bei Wiesensteig, Schwäbische Alb). – HANDSCHIN 1929 (Höhlen Württembergs, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1944a (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, evtl. synonym: *P. vandeli* DENIS, 1923). – GISIN 1963 (Redeskription). – DA GAMA 1973 (Aufteilung in die Unterarten *lamperti* (SCHÄFFER, 1900) und *germanica* DA GAMA, 1973, Näheres siehe DOBAT 1975). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, troglphil bis troglobiont, nicht eindeutig festlegbar; durch DA GAMA Aufteilung in die Unterarten *lamperti* (SCHÄFFER, 1900) und *germanica* DA GAMA, 1973, die jeweils aus mehreren Höhlen nachgewiesen sind, Holotyp von *germanica* aus der Eppenzillhöhle bei Bad Urach, in der Falkensteiner Höhle bei Bad Urach sollen beide Formen vorkommen). – CHRISTIAN 1987 (Endemit der Höhlen der Schwäbischen Alb).

Pseudosinella petterseni BÖRNER, 1901 – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, zwei Ind.).

? *Pseudosinella sollaudi* DENIS, 1924 – KELLER 1957 (Schwäbische Alb: Sontheimer Höhle, offenbar nur ein Ind.). – DOBAT 1975 (Sontheimer Höhle, zit. KELLER 1957, keine Bestätigung durch eigene Funde, troglobiont).

Anmerkung: GISIN (1960a) gibt unter Verbreitung von *P. sollaudi* nur Höhlen des französischen Jura und der französischen Alpen (nördlich von Grenoble) an. Der nächstgelegene Fundort der Art ist eine Höhle im französischen Departement Doubs.

? *Pseudosinella subvirei* BONET, 1931 – GISIN 1943 (im Tiefland bei Basel drei Fundorte im Sundgau sowie einer im Hardtwald bei Birsfelden: Komposterde einer Gärtnerei, Eichen-Hainbuchenwälder und Fettwiese auf Lössboden, außerdem im nördlichen Schweizer Jura am Bölchen auf 990 m ü. NN in der Grasnarbe einer Weide auf mäßig feuchtem Tonboden).

Anmerkung: GISIN (1960a) gibt unter Verbreitung von *P. subvirei* nur Höhlen in Spanien an. Bei den Funden aus der Region Basel handelt es sich offenbar um eine andere Art, vielleicht um *P. immaculata* LIE-PETTERSEN, 1896.

Pseudosinella vandeli DENIS, 1923 – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: aus der Glitzersteinhöhle am Gempfen). – GISIN 1964b (ssp. *relicta* GISIN, 1964 aus sechs Höhlen im nördlichen Schweizer Jura, darunter Holotypus der Unterart aus der Glitzersteinhöhle am Gempfen, s. GISIN 1943; Beschreibung mehrerer Unterarten). – DOBAT 1975 (Höhlen im Dinkelberg: ssp. *vandeli* DENIS, 1923 aus der Haseler Höhle und ssp. *relicta* GISIN, 1964 aus der Dossenbach-Quellhöhle, beide Male det. GISIN, troglobiont).

Anmerkung: Die Taxonomie der augenlosen Pseudosinellen bedarf der Revision, die meisten Nachweise müssen daher als vorläufig betrachtet werden.

Pseudosinella binocolata KSEMAN, 1935 – BOCKEMÜHL 1956 (als *Pseudosinella ksenemani* GISIN, 1944). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991 (als *P. ksenemani*). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (im Alpenvorland bei Bad Waldsee, nasser Waldstandort, cf. *ksenemani*, Oktober 1996).

Anmerkung: Die Synonymie wird begründet bei CHRISTIANSEN et al. (1983), vgl. auch die Ausführungen zur Art in Teil I dieses Ergänzungsbandes. HÜTHER (1969) gibt eine Wiederbeschreibung der Art nach Tieren aus der Pfalz unter Berücksichtigung der Chaetotaxie.

Pseudosinella alba (PACKARD, 1873) – SCHÄFFER 1900. – ABSOLON 1901. – LAMPERT 1908. – HANDSCHIN 1929 (zit. SCHÄFFER 1900). – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – STREBEL 1957. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – BAUCHHENS & WEIGAND 1974. – DOBAT 1975 (zit. ABSOLON 1901 und LAMPERT 1908, trogloxen). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (jeweils aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Mai, Sept. und Nov. 1995).

Pseudosinella imparipunctata GISIN, 1953 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Feuerberg O Bad Dürkheim, Weinberg, nur ein Ex.).

Anmerkung: Die Meldung ist in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) nicht berücksichtigt worden.

Pseudosinella sexoculata SCHÖTT, 1902 – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „an faulenden Pflanzenteilen im Keller“). – GISIN 1943 (bei Allschwil W Basel, in Kompost einer Kehrtafelablage). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Feuerberg O Bad Dürkheim, Weinberg, Dominanz < 1 %).

Pseudosinella octopunctata BÖRNER, 1901 – HANDSCHIN 1926a. – GISIN 1943 (zit. HANDSCHIN 1926a). – BOCKEMÜHL 1956 (als *Lepidocyrtus octoculatus* CAROLI, 1914). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Pseudosinella huetheri STOMP, 1971 – STOMP 1971 (Schweiz: Umgebung von Basel und Liesental, coll. GISIN, siehe auch unter *P. wahlgreni* (Börner, 1907)). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, in den Listen von 1985 noch als *P. wahlgreni*).

„*Pseudosinella wahlgreni* (BÖRNER, 1907)“ – GISIN 1943 (Region Basel: vom Sundgau bis in die Solothurner und Berner Jurahöhen, in Waldböden). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Tälchen am Nordhang, in Humus unter Laubstreu, März 1954). – HAYBACH 1959 (bei Dornstetten im vorderen Schwarzwald, Fichtenforst auf saurem Boden, zwei Ex.). – GISIN 1960a (Schwarzwald, bezieht sich wohl auf die Funde HAYBACHS). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Einzelfund in Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus).

Anmerkung: Species inquirenda, beschrieben von WAHLGREN im Jahre 1906 als *Lepidocyrtus decemoculatus* (nom. praeocc.) nach juvenilen Tieren von 0,5 mm Länge aus Ägypten (STOMP 1971 und darin zitierte Literatur). Als einziges Merkmal für Adulti blieben die 5+5 Ocellen, welche nach heutiger Kenntnis aber mehrere *Pseudosinella*-Arten auszeichnen. STOMP schlägt daher vor, den Namen *P. wahlgreni* zu ignorieren. Nach seiner Bearbeitung der Gruppe dürften sich die Meldungen aus unserem Raum auf *P. huetheri* beziehen (von STOMP nachgewiesen an Material aus Luxemburg, der Pfalz und der Nordwestschweiz, vgl. GISIN 1943 und STOMP 1971).

Pseudosinella duodecimpunctata DENIS, 1931 – DOBAT 1975 (Dinkelberg: Dossenbach-Quellhöhle, det. GISIN, troglobiont). – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985 (bei Bad Waldsee im Alpenvorland, Asperulo-Fagetum, ein juveniles Ex.). – ? MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue, zwei Ind.).

Anmerkung: *P. duodecimpunctata* ist nach der „Checklist“ von BELLINGER et al. (1996-2003) ein Synonym von *P. duodecimoculata* BONET, 1931. Laut GISIN (1967) sollen alle

Pseudosinella-Arten mit 6+6 Ocellen troglobiont sein, außer *P. terricola* GISIN, 1967. Die Freilandfunde wären daraufhin besonders zu überprüfen.

? *Pseudosinella terricola* GISIN, 1967 → siehe unter *P. duodecimpunctata* DENIS, 1931.

U.-Familie Orchesellinae

Heteromurus nitidus (TEMPLETON, 1835) – FRIES 1880 (Falkensteiner Höhle). – SCHÄFFER 1900. – HANDSCHIN 1924 (Liestal im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft). – ANONYMUS 1926 (Laichinger Tiefenhöhle). – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *margaritaria* WANKEL, 1860, f. *paucidentata* STACH, 1929, f. *quadriocellata* KSENEMAN, 1935, außerdem Zitat HANDSCHIN 1924). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*). – STREBEL 1957. – HÜTHER 1961. – SALMON 1964 (zit. FRIES 1880). – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb, troglphil; aus der Bärenhöhle im Lonetal die var. *margaritaria*, vermutlich troglphil). – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, Bodenproben vom Juli, Sept. und Nov. 1995; nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, Oktober 1996).

Orchesella alticola UZEL, 1891 – SCHÄFFER 1900 (am Eingang zur Sibyllenhöhle im Burgfelsen der Teck, „... im schwäbischen Jura auch außerhalb der Höhlen aufzufinden.“). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – STACH 1960 (Höhle(n) in Württemberg, geht offenbar zurück auf SCHÄFFER 1900). – DOBAT 1975 (zit. SCHÄFFER 1900: Sibyllenhöhle im Burgfelsen der Teck, ohne Bestätigung durch eigene Funde, troglloxen).

Anmerkung: SCHÄFFERS Meldung ist in der Liste der deutschen Collembolen (SCHULZ et al. 2002) nicht berücksichtigt worden.

Orchesella bifasciata NICOLET, 1842 – SCHÄFFER 1900 (bei Stuttgart, Bad Urach und Langenau, offenbar in Wäldern, unter Steinen, Fichtennadelstreu, im Moos). – SCHUBERT 1935 (Ausläufer des Sandsteinspessart bei Dorfprozelten am Main, „Kiefernwald, unter Steinen“, aus der Sammlung DAHL, Oktober 1916). – GISIN 1943 (Region Basel, vom Sundgau bis auf die Jurahöhen, Charakterart der Rindenmoose in Wäldern, sehr konstant, f. *principalis*, f. *vaga*). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, zerstreut im Wald, einmal im Mesobrometum).

Anmerkung: STACH (1960) erwähnt als dunkle Formen von *bifasciata* die f. *obscura* UZEL, 1891 und die f. *atra*; eine f. *vaga* (LINNAEUS, 1767) ist hingegen von *O. cincta* (LINNAEUS, 1758) bekannt.

Orchesella cincta (LINNAEUS, 1758) – CARL 1899b (Pratteln im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft, f. *principalis*). – SCHÄFFER 1900 (Neckarweiningen, Ludwigsburg, Stuttgart

und Bad Urach, unter Holz und Rinde, an Weidenrinde, f. *principalis*, var. *fastuosa* NICOLET, 1842, var. *sylvatica* NICOLET, 1842, var. *vaga* FABRICIUS, 1793 [korrekt (LINNAEUS, 1767)]. – DENIS 1931 (Heidelberg, aus der Sammlung SCHÄFFER, leg. Dr. KRAEPELIN, Juli 1900). – SCHUBERT 1935 (Baden-Württemberg: Kaiserstuhl, Rheinland-Pfalz: bei Königsbach und Forst an der Weinstraße, Bayern: Rothenburg ob der Tauber und Würzburg; 1916-1918, aus der Sammlung DAHL). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, von Speyer und drei Orten am Rand der Haardt, „in Humus, unter Blättern, unter Holz, unter Steinen“; zitiert auch SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (Region Basel, verschiedene Standorte, z.B. an Baumrinden außerhalb von Wäldern, Flussufer, Weiden und Äcker; außerdem Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, vorw. am Südrand des Waldgebietes im Steppenheide- und Kiefernwald). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberge bei Obersülzen, Feuerberg O Bad Dürkheim und Altdorf in der Rheinebene, f. *thoracotaeniata* KOS, 1936, f. *thoracocincta* KOS, 1936 und f. *vaga* (LINNAEUS, 1767)). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, Bodenstreu unter einer großen Weißbuchenhecke, April 1995; bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle, Juli 1996; Gaildorf, im Garten, v.a. unter Holzstapeln, regelmäßig 1995-2003; bei Feuchtwangen in Mittelfranken, im Steingarten, abends, Sommer 1998).

Anmerkung: STACH (1960) ist entgegen anderen Autoren der Ansicht, bei *O. sylvatica* NICOLET, 1842, handele es sich um eine separate gute Art. SCHÄFFER (1900) fand *O. cincta* (L.) var. *sylvatica* zusammen mit der f. *principalis* und var. *vaga* (L.) bei Bad Urach „unter Holz“.

Orchesella flavescens (BOURLET, 1839) – CARL 1899b (als *O. rufescens* (LINNAEUS, 1767) LUBBOCK, 1862, f. *principalis* und var. *pallida* TULLBERG, 1872). – SCHÄFFER 1900 (als *O. rufescens*, f. *principalis*, f. *pallida* und f. *melanocephala* NICOLET, 1842). – SCHUBERT 1935 (f. *principalis*, f. *pallida* und f. *melanocephala*). – STREBEL 1938 (f. *principalis* und f. *melanocephala*). – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *pallida* und f. *melanocephala*; außerdem Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *melanocephala*). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Schwäbische Alb bei Langenau, Fichtenforst-Sturmwurffläche, cf. *flavescens*).

Orchesella quinquefasciata (BOURLET, 1842) – SCHÄFFER 1900 („... ist mir aus der Schweiz und von Heidelberg bekannt, aus Württemberg noch nicht. Doch kommt sie zweifellos auch dort vor.“). – SCHUBERT 1935 (am Bodenseeufer bei Friedrichshafen, unter Geröll und Anspüllicht wenige Meter vom Wasser, vier Ind., Oktober 1916, aus der Sammlung DAHL). – GISIN 1943 (nördlicher Schweizer Jura: Richtifluh, zwei Ex. am Südhang in

Kalkschutt unter *Teucrium*, sowie am Bölchen ein Ex. am Südhang in der Grasnarbe einer steinigen Weide auf Kalk, 990 m ü. NN; f. *principalis*).

Orchesella spectabilis TULLBERG, 1871 – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus, Einzelfund auf einer Teilfläche nach Gesteinsmehlapplikation).

Orchesella villosa (GEOFFROY, 1762) – SCHÄFFER 1900 (Bad Urach, „unter Steinen“). – SCHUBERT 1935 (Kaiserstuhl, „im Moos“, offenbar im Wald, ein Ex., Oktober 1916, aus der Sammlung DAHL). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „unter Steinen und Holz, unter Fallaub, auf Humus“). – GISIN 1943 (Region Basel, in lichtem Wald, auf Wiesen und Äckern, in Ortschaften). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, lichter Wald, Wiesen, Weinberg). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Rheinebene und Hügelzone am Rand der Haardt, in Weinbergen, f. *principalis*). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden, „*Orchesella villosa* (?) GEOFFROY, KOS“). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Reihen und Adersbach, Getreide- und Zuckerrübenfelder, Mähwiese). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, April bis Dezember 1995; bei Gaildorf, Nassholzlager auf Ackerbrache, Frühling 1995; bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle, Juli 1996).

Familie Cyphoderidae

Cyphoderus albinus NICOLET, 1842 – ? FRIES 1879, 1880 (Falkensteiner Höhle bei Bad Urach, als cf. *Beckia argentea* LUBBOCK, 1869, siehe DOBAT 1975). – ? SCHNEIDER 1885 (zit. FRIES). – ? HAMANN 1896 (zit. FRIES). – SCHÄFFER 1900 (bei Stuttgart und an der Teck bei Kirchheim). – SCHUBERT 1935 (Rheinland-Pfalz, bei Forst an der Weinstraße, unter Basaltstücken in einem alten Steinbruch, aus der Sammlung DAHL, Oktober 1916). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „unter Steinen bei Ameisen“; außerdem Zitat SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (Region Basel: „nur sechs mal an warmen, trockenen Stellen“ in Grünland und Mischwäldern, z.B. am Blauen). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen). – ? SALMON 1964 (zit. FRIES 1879 und 1880). – ? DOBAT 1975 (zit. FRIES 1879 und 1880 als cf. *Beckia argentea* LUBBOCK und merkt an: „mit ziemlicher Sicherheit eine Fehlbestimmung“). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (bei Kandern im Markgräfler Hügelland, Asperulo-Fagetum mit Kiefern und Lärchen über Tonmergel). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von vier Grünland-Dauerbeobachtungsflächen).

Familie Oncopoduridae

- Oncopodura crassicornis* SHOEBOTHAM, 1911 – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – ? BIERINGER 1969 („*Oncopodura crassicornis* (?) Shoebbotham“). – WINK 1971. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996.
- Oncopodura reyersdorfensis* STACH, 1936 – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, Waldböden der montanen Stufe, an denselben Standorten auch *O. crassicornis*). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (November 1995, bei Stuttgart-Kleinhohenheim in Ackerboden, zwei Ind., Revision Dr. H.-J. SCHULZ, Görlitz).

Familie Tomoceridae

- Tomocerus (Pogonognathellus) flavescens* (TULLBERG, 1871) – CARL 1899b. – SCHÄFFER 1900 (als *Tomocerus niger* (BOURLET, 1839) mit Synonym *T. flavescens* (TULLB.) sowie als *Tomocerus lubbocki* nov. spec., locus typicus in Württemberg: Beschreibung nach drei Tieren von Stuttgart, Grunbach im Remstal und Bad Urach, Synonymie nach GISIN 1944a). – SCHUBERT 1935 (enthält auch das Zitat SCHÄFFER 1900 über *T. lubbocki*). – STREBEL 1938 (enthält auch das Zitat SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – GISIN 1944a (zit. SCHÄFFER 1900, *T. lubbocki* als Synonym von *T. flavescens*). – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – DOBAT 1975 (trogloxen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – DIELMANN 1989. – VOLZ 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, Barberfallen, April bis Dezember 1995) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle, August/September 1995; Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996; nasser Waldstandort bei Bad Waldsee im Alpenvorland, ebenfalls Oktober 1996).
- Tomocerus (Pogonognathellus) longicornis* (MÜLLER, 1776) – CARL 1899b (als *Tomocerus plumbeus* (LINNAEUS, 1758) (TULLBERG, 1872), Zuordnung durch GISIN 1943). – SCHÄFFER 1900 (als *T. plumbeus*; gibt als Hauptmerkmal die lange borstenförmige Spitze an, in welche das Empodium ausläuft). – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle, August/September 1995).

Tomocerus (Tomocerus) baudoti DENIS, 1932 – HANDSCHIN 1926a (als *Tomocerus minutus* TULLBERG, 1876, Zuordnung zu *T. baudoti* durch GISIN 1943, 1944a). – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat HANDSCHIN 1926a). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Tomocerus (Tomocerus) minor (LUBBOCK, 1862) – CARL 1899b (als *T. tridentiferus* (TULLBERG, 1872)). – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – HAYBACH 1959. – DOBAT 1975 (troglophil). – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Streuaufgaben von Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und bei Langenau auf der Schwäbischen Alb, Oktober 1996, sowie unter einer alten Weißbuchenhecke bei Stuttgart-Kleinhohenheim, April 1995).

Tomocerus (Tomocerus) minutus TULLBERG, 1876 – ? HANDSCHIN 1926a (Liestal im schweizerischen Kanton Basel-Landschaft, durch GISIN 1943 Zuordnung zu *T. (T.) baudoti*). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 870 m ü. NN, Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald auf sehr saurem, staunassem Untergrund).

Tomocerus (Tomocerus) vulgaris (TULLBERG, 1871) – CARL 1899b. – SCHÄFFER 1900. – DENIS 1931. – SCHUBERT 1935. – STREBEL 1938 (enthält auch das Zitat SCHUBERT 1935). – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956. – GISIN 1960a (Basler Jura). – HÜTHER 1961. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Sulzbach an der Bergstraße, rigolte Pararendzina aus Löss, nur ein Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Gaildorf, im Garten unter Bäumen, mehrfach in den Jahren 1995-2003).

Ordnung Metaxypleona

Familie Poduridae

Podura aquatica (LINNAEUS, 1758) – SCHÄFFER 1900 (bei Ulm, in Flussgenist der Donau). – HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900). – GISIN 1943 (Umgebung Basel, bei Riehen und Therwil, Nasswiese an einem Bach bzw. Ufer eines Weihers). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche am Apfelberg bei Werbach, Main-Tauber-Kreis, drei Ind.). – FOX 2000 (periodisch überflutete Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen N Karlsruhe, 21 Ind., Dominanz 0,4 %, Konstanz 7,7 %).

Ordnung Symphypleona

Unterordnung Neelida

Familie Neelidae

Neelus murinus FOLSOM, 1896 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus).

Neelides minutus (FOLSOM, 1901) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche bei Ebersbach, Kreis Ravensburg, Niedermoor, zwei Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, Oktober 1996).

Megalothorax incertus BÖRNER, 1903 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in verschiedenen Weinbergböden). – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Hohenheim, in Ackerböden).

Megalothorax minimus WILLEM, 1900 – STREBEL 1938. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – WINK 1971. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – ? DIELMANN 1989 (*Megalothorax*). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUß 1996. – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreidefelder, in Bodenproben von Mai bis November 1995, Maximum im Herbst; Fichtenforst-Sturmwurfflächen im Schönbuch und auf der Schwäbischen Alb bei Langenau, Oktober 1996). – FOX 2000.

Unterordnung Eusymphypleona

Familie Sminthurididae

Sminthurides aquaticus (BOURLET, 1842) – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „in den Warmhäusern des Harsterschen Aquariums oft in sehr großen Mengen, aber auch auf Tümpeln im Freien“).

Sminthurides malmgreni (TULLBERG, 1876) – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: im Sundgau, am Blauen, bei Aesch, Reinacher „Heide“, Olsberger Wald: „am Ufer oder in Genist und Quellmoos von Tümpeln“, f. *principalis*, f. *elegantula*

- (REUTER, 1881)). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, Optimum an Tümpeln, verstreut auch im Wald an feuchteren Standorten, nur f. *elegantula*). – KOPESZKI & MEYER 1994 (Vorarlberg, Pfändergebiet, 730 m ü. NN, Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, Mullhumus).
- Sminthurides parvulus* (KRAUSBAUER, 1898) – GISIN 1943 (als *Sminthurides quinquelineatus* nov. spec., doch ohne Beschreibung, locus typicus: Allschwiler Wald SW Basel, 15 Ex.). – GISIN 1944a (als *S. quinquearticulatus* nov. spec. mit Verweis auf GISIN 1944b). – GISIN 1944b (Beschreibung als *Sminthurides quinquearticulatus* nov. spec.). – GISIN 1946a (*S. quinquelineatus* = *S. quinquearticulatus*). – GISIN 1960a (*S. quinquearticulatus* GISIN = *S. parvulus* (KRAUSBAUER), Abb. nach einem Ex. von Basel). – HÜTHER 1961. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Taubergießen am Oberrhein, fünf Ind.). – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Alpenvorland bei Bad Waldsee, nasser Waldstandort mit Erlen und Fichten).
- Sminthurides schoetti* AXELSON, 1903 – GISIN 1943. – HÜTHER 1961. – BIERINGER 1969. – ? RUPP 1985 (unter *Sminthurides* spec.: „könnte es sich um Vertreter der Art *S. schötti* handeln“) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (lichtes Fagetum am Belchen im Südschwarzwald auf 1260 m ü. NN, drei Ind.). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (auf drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF 1996.
- Sminthurides signatus* (KRAUSBAUER, 1898) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügelzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in hoher Stetigkeit in Weinbergböden). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Naturraum Hegaualb, zw. Stockach und Tuttlingen, frisches bis feuchtes Asperulo-Fagetum auf Würmmoräne, ein Ind., als *Sminthurides assimilis* (KRAUSBAUER, 1898), Synonymie nach BRETTFELD 1999).
- Stenacidia violacea* (REUTER, 1881) – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Rheinebene und Hügelzone am Rand der Haardt, in Weinbergen). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – BRETTFELD 1989 (zitiert HÜTHER 1961, als *Stenacidia violacea* = *Jeannenotia stachi* (JEANNENOT, 1955)). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (stets bei Stuttgart-Hohenheim, Getreidefelder, aus Barberfallen).
- Sphaeridia pumilis* (KRAUSBAUER, 1898) – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – MÜLLER 1991. – KOPESZKI & MEYER 1994. – STIERHOF 1996 sowie unver-

öffentliche Aufsammlungen (Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch sowie nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, beide im Oktober 1996).

Familie Arrhopalitidae

? *Arrhopalites acanthophthalmus* GISIN, 1958 – BRETFFELD 1999 („SW Germany (upper Rhine valley, RUSSELL, pers. comm.)“, Fundstelle wahrscheinlich im Gebiet Karlsruhe-Mannheim, möglicherweise in Nähe der Fläche, die FOX (2000) untersuchte: Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen).

Arrhopalites baccettii DALLAI, 1969 – STIERHOF 1996 (aus Ackerboden bei Stuttgart-Kleinhohenheim, als *Arrhopalites* spec. A; Determination durch Dr. BRETFFELD, Kiel, Erstnachweis für Mitteleuropa). – BRETFFELD 1999 („Germany (Baden-Württemberg, Stuttgart, orig. observ., leg. STIERHOF)“).

Anmerkung: *A. baccettii* ist im Gegensatz zu *A. acanthophthalmus* in der vor BRETFFELD (1999) für Mitteleuropa meistgebrauchten Bestimmungsliteratur nicht enthalten. Aufgrund der Ähnlichkeit beider Arten könnte es sich bei mancher Meldung von *A. acanthophthalmus*, z.B. in CHRISTIAN (1987), durchaus um *A. baccettii* handeln.

Arrhopalites caecus (TULLBERG, 1871) – ? HANDSCHIN 1929 (Württemberg, zit. SCHÄFFER 1900, in dessen Arbeit die Art jedoch nicht erwähnt wird). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „unter Brettern, Steinen und Blumentöpfen“). – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz: Haardt /oberrheinisches Tiefland, an sechs Orten zw. Landau und Worms, in Weinbergen). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Dauco-Arrhenatheretum typicum auf Smonitza mit *Carum carvi* als Hinweis auf einen relativ ausgeglichenen Wasserhaushalt, ein Ind.). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, zwei Tiere von biologisch-dynamisch bewirtschafteten Winterweizenfeldern). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (jeweils aus Ackerböden bei Stuttgart-Kleinhohenheim, Mai bis November 1995).

Arrhopalites cochlearifer GISIN, 1947 – BRETFFELD 1999 („Type locality: Switzerland, environs of Basel, Reinacherheide, young *Fagus silvatica* forest“).

Arrhopalites ornatus STACH, 1945 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen).

Arrhopalites principalis STACH, 1945 – ? STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, „Ordenswald“ zw. Neustadt a.d. Weinstraße und Haßloch, unter *Arrhopalites (Sminthurinus) binoculatus* (BÖRNER), siehe auch *A. pygmaeus*). – ? GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: in Wäldern, als *Arrhopalites binoculatus* (BÖRNER) f. *grisea* (AXELSON, 1907) und f. *pallida* (LINNANIEMI, 1912), siehe auch *A. pygmaeus*). – BOCKEMÜHL 1956

(Spitzberg bei Tübingen, zerstreut im Wald, ganzjährig). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (bei Horb /Neckar, Fagetum mit Fichten und Tannen über Kalkmergelstein, ein Ind.) – BRETFFELD 1999 (zitiert BOCKEMÜHL 1956).

Arrhopalites pygmaeus (WANKEL, 1860) sensu STACH 1945, 1956 – ? STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, „Ordenswald“ zw. Neustadt a.d. Weinstraße und Haßloch, unter *Arrhopalites* (*Sminthurinus*) *binoculatus* (BÖRNER), siehe auch *A. principalis*). – ? GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: „in der Erde verschiedener Wälder (Laub- und Nadelholz)“, als *Arrhopalites binoculatus* (BÖRNER) mit Synonym *A. pygmaeus* auct., f. *principalis*, f. *grisea* (AXELSON, 1907), f. *pallida* (LINNANIEMI, 1912)). – DOBAT 1975 (Höhlen der Schwäbischen Alb und des Dinkelbergs, troglobiont).

Anmerkung: Bei STREBELS und GISINS *A. binoculatus* (BÖRNER) könnte es sich auch um *A. principalis* STACH, 1945 handeln (in GISIN 1943 zumindest bei der f. *grisea* (AXELSON, 1907) und f. *pallida* (LINNANIEMI, 1912)). Demnach würden die Meldungen eine der beiden oder beide Arten umfassen. Zu berücksichtigen sind in dieser taxonomisch schwierigen Gruppe aber auch *A. terricola* GISIN, 1958 und *A. pseudappendices* RUSEK, 1967 (siehe BRETFFELD 1999).

Arrhopalites secundarius GISIN, 1958 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz: Haardt /oberrheinisches Tiefland, bei Edesheim, Weinberg, zwei Ex.).

Arrhopalites sericus GISIN, 1947 – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, im Wald, zahlreicher als *A. principalis*, aber nur von Oktober bis Dezember und im März). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz: oberrheinisches Tiefland bzw. Haardttrand, bei Obersülzen und Edesheim, Weinberge, zus. zehn Ex.). – BRETFFELD 1999 („Type locality: Switzerland, Basel, Allschwil, forest of Querceto-Carpinetum association, in moss on the soil“ sowie Zitat aus BOCKEMÜHL 1956).

? *Arrhopalites terricola* GISIN, 1958 – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Schönbuch und Alpenvorland bei Bad Waldsee, in Wäldern, cf. *terricola*, Merkmalsausprägungen scheinbar intermediär zu *pygmaeus*, revisionsbedürftig).

? *Arrhopalites ulehlovae* RUSEK, 1970 – BRETFFELD 1999 („SW Germany (floodplain forest of Upper Rhine valley, orig. observ., leg. RUSSELL)“, Fundstelle wahrscheinlich im Gebiet Karlsruhe-Mannheim, möglicherweise in Nähe der Fläche, die FOX (2000) untersuchte: Weichholzaue am Rhein bei Eggenstein-Leopoldshafen).

Familie Katiannidae

Sminthurinus aureus (LUBBOCK, 1862) – SCHÄFFER 1900 (*Sminthurus albus* nov. spec. nach einem möglicherweise juvenilen Ex. von Ludwigsburg, unter/an Moos und Rinde, nach STACH 1956 identisch mit *S. aureus* var. *alba* KRAUSBAUER, 1902, Letztere aber verwechselbar mit juvenilen *S. niger*). – SCHUBERT 1935 (zit. SCHÄFFER 1900 mit *Smin-*

thurus albus nov. spec.). – STREBEL 1938 (f. *principalis*; f. *bimaculata* siehe unter *S. bimaculatus* AXELSON, 1902). – GISIN 1943 (f. *principalis*, f. *ochropus* REUTER, 1892, BÖRNER, 1901; f. *signata* und f. *ornata* siehe bei *S. elegans*). – GISIN 1944a (*Sminthurus albus* SCHÄFFER, 1900, incertae sedis, da ungenügend beschriebene Art, zit. SCHÄFFER 1900). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *ochropus*; f. *signata* siehe bei *S. elegans*). – STREBEL 1957. – HAYBACH 1959. – HÜTHER 1961. – WINK 1971. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – BAUCHHENS & DANCAU 1977. – RUPP 1985. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, *S. aureus*-Gruppe). – VOLZ 1989. – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, *S. aureus*-Gruppe). – MÜLLER 1991. – KRAUB 1996 (*S. aureus*-Gruppe). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (jeweils 1995 aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, Bodenproben und Barberfallen, im November aus Bodenproben eine kleinere Form als im Sommer (nach adulten Tieren !)). – FOX 2000 (*S. aureus*-Gruppe).

Sminthurinus bimaculatus AXELSON, 1902 – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, „häufig auf Blumentöpfen“, als *S. aureus* f. *bimaculata*).

Anmerkung: Bei einer Bestimmung allein nach der Färbung der Tiere kann es zur Verwechslung mit *S. trinotatus* AXELSON, 1905 kommen (BRETTFELD 1999), einer Art, die häufig in Blumentöpfen auftreten soll.

Sminthurinus elegans (FITCH, 1863) – GISIN 1943 (als *S. aureus* f. *signata* KRAUSBAUER, 1902 und f. *ornata* BÖRNER, 1900, KRAUSBAUER, 1902; bei Letzterer könnte es sich auch um *S. reticulatus* CASSAGNAU, 1964 handeln). – BOCKEMÜHL 1956 (als *S. aureus* f. *signata*). – HÜTHER 1961 (nach der Häufigkeit: f. *transversalis* AXELSON, 1905 (siehe auch *S. reticulatus* CASSAGNAU, 1964), f. *signata*, f. *ornata* (evtl. ebenfalls zu *S. reticulatus*), f. *principalis* sowie eine fast schwarze Form). – RUPP 1985. – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen, *S. aureus*-Gruppe). – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, *S. aureus*-Gruppe). – MÜLLER 1991. – ? KRAUB 1996 (*S. aureus*-Gruppe). – STIERHOF 1996 sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (von Mai bis November 1995 aus Ackerböden bei Stuttgart-Hohenheim, syntop mit *S. aureus* aber in geringerer Zahl). – ? FOX 2000 (*S. aureus*-Gruppe).

? *Sminthurinus reticulatus* CASSAGNAU, 1964 – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura, als *S. aureus* (LUBBOCK, 1862) f. *ornata* BÖRNER, 1900, KRAUSBAUER, 1902, falls diese zu *S. reticulatus* zu zählen wäre). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügellzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in Weinbergen, als *S. elegans* (FITCH, 1863) f. *transversalis* AXELSON, 1905 (die häufigste Form von *S. elegans* auf den untersuchten Flächen) und f. *ornata*, falls diese zu *S. reticulatus* zu zählen wäre).

Anmerkung: Im Formenkreis von *S. aureus*, *S. elegans* und *S. reticulatus* sind zahlreiche Farbvarianten beschrieben worden, die von den Autoren in unterschiedlicher Weise den Arten zugeordnet wurden. Die Aufstellung folgt BRETFFELD (1999), bis auf die f. *ornata*, die dort nicht behandelt wird. Es ist unbekannt, ob es sich in dieser Gruppe überhaupt um biologische Arten oder nur um Varietäten von *S. aureus* handelt (BRETFFELD l.c.).

„*Sminthurinus krausbaueri* BÖRNER, 1901“ – BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Alchemillo-Arthenatheretum alopecuretosum, 30 Ind.).

Anmerkung: BÖRNERs Beschreibung beruht auf einem Jungtier. Tatsächlich handelt es sich bei dieser Form um Tiere einer *Sminthurus*-Art im ersten Juvenilstadium (BRETFFELD 1999 zit. BETSCH 1977).

Sminthurinus niger (LUBBOCK, 1868) – STREBEL 1938 („auf und an Blumentöpfen sehr häufig“, vgl. Anmerkung). – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *ochracea* AXELSON). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – ? STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Streuprobe von einer Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, *niger*-Gruppe juvenil).

Anmerkung: Laut BRETFFELD (1999) dürfte *S. niger* häufig mit ähnlichen Arten verwechselt worden sein. Unter den o.g. Meldungen, welche sich auf Vorkommen in Wäldern beziehen, fällt diejenige von STREBEL auf. Er fand „*S. niger*“ offenbar nur synanthrop. Es könnte sich hierbei evtl. um *S. domesticus* GISIN, 1963 handeln.

Stenognathellus denisi CASSAGNAU, 1953 – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (bei Sulz am Neckar, eutraphenter Buchen-Tannenwald mit Fichtenanteil auf Rendzina).

Gisinianus flammeolus (GISIN, 1957) – KRAUß 1996 (Schwäbische Alb bei Langenau, Fichtenwaldboden und Sturmwurffläche).

Familie Dicyrtomidae

Dicyrtoma fusca (LUBBOCK, 1873) – SCHÄFFER 1900 (f. *principalis*, var. *cavernicola* n.var., locus typicus der var. *cavernicola*: Eingang der Sibyllenhöhle an der Teck, zusammen mit der f. *principalis*). – STACH 1924 (zit. SCHÄFFER 1900, var. *cavernicola* möglicherweise zu var. *pallida* n.var. zu zählen). – DENIS 1931 (Eingang der Sibyllenhöhle an der Teck, var. *cavernicola*, Revision der Typen SCHÄFFERS: Tiere vollständig weiß, selbst die Augen ohne Pigment; außerdem Zitat STACH 1924). – SCHUBERT 1935 (f. *principalis* und f. *silvatica* (TULLBERG, 1871)). – GISIN 1943 (f. *silvatica*). – STACH 1957 (Sibyllenhöhle, zit. SCHÄFFER 1900, var. *cavernicola* SCHÄFFER „belongs probably“ zu var. *flavescens* AXELSON, 1902). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *silvatica*, f. *pallida* STACH). – DOBAT 1975 (zit. SCHÄFFER 1900 mit f. *principalis* und var.

cavernicola SCHÄFFER, 1900, trogloxen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (feuchter Wald im Körschtal bei Stuttgart-Plieningen, 1997, nasser Waldstandort mit Fichten und Erlen bei Bad Waldsee im Alpenvorland, Oktober 1996, und Fichtenforst-Sturmwurffläche im Schönbuch, ebenfalls Oktober 1996, von den beiden letzteren Fundorten nur juvenil, cf. *D. fusca*).

Anmerkungen: *D. silvatica* (TULLBERG, 1871) wird von BELLINGER et al. (1996-2003) als separate Art aufgeführt, BRETTFELD (1999) zählt sie jedoch in Anlehnung an STACH (1957) als Farbvarietät zu *D. fusca*. Die f. *pallida* STACH, 1924 ist eine Varietät von *D. melitensis* STACH, 1957. Die Meldungen aus dem Untersuchungsgebiet werden jedoch weiter auf *D. fusca* bezogen.

Dicyrtoma silvatica (TULLBERG, 1871) → siehe unter *D. fusca* (LUBBOCK, 1873).

Dicyrtomina minuta (FABRICIUS, 1783) – SCHUBERT 1935 (f. *principalis* (?); var. *fusca* und var. *couloni* siehe unter *D. ornata*). – STREBEL 1938. – GISIN 1943 (wahrscheinlich incl. *D. ornata*). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Einzelfunde von zwei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen).

Dicyrtomina ornata (NICOLET, 1842) – SCHUBERT 1935 (als *D. minuta* var. *fusca* KRAUSBAUER, 1902, und var. *couloni* (NICOLET, 1842), Zuordnung nach STACH 1957). – ? GISIN 1943 (wahrscheinlich bei *D. minuta* mit eingeschlossen, vgl. GISIN 1944a). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – VOLZ 1989 (NSG Hördter Rheinaue bei Germersheim). – KRAUB 1996 (Schwäbische Alb bei Beimerstetten, Fichtenwaldboden).

Dicyrtomina violacea (KRAUSBAUER, 1898) – SCHUBERT 1935 (Aftersteg bei Todtnau im Hochschwarzwald, ca. 900 m ü. NN, ein Ind., als *D. minuta* var. *violacea*).

Anmerkung: Die o.g. *Dicyrtomina*-Arten unterscheiden sich im Wesentlichen in der Körperzeichnung und werden oft zusammengefasst. Es ist noch nicht geklärt, ob die paläarktischen *Dicyrtomina*-Arten biologische Arten oder nur Farbvarietäten darstellen (BRETTFELD 1999, der sie getrennt aufführt). In der „Checklist of the Collembola of the World“ von BELLINGER et al. (1996-2003) wird *D. ornata* als Form von *D. minuta* behandelt, *D. violacea* aber als separate Art.

Familie Sminthuridae

U.-Familie Sphyrothecinae

Lipothrix lubbocki (TULLBERG, 1872) – SCHUBERT 1935. – GISIN 1943. – BOCKEMÜHL 1956. – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches

Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche am Kappelberg bei Fellbach, Rems-Murr-Kreis, ein Ind., Nähe zum Waldrand). – KOPESZKI & MEYER 1994. – KRAUB 1996.

U.-Familie Sminthurinae

Allacma fusca (LINNAEUS, 1758) – CARL 1899b (f. *principalis*). – SCHÄFFER 1900. – SCHUBERT 1935. – GISIN 1943 (enthält auch das Zitat CARL 1899b). – BOCKEMÜHL 1956 (f. *principalis*, f. *picea* LATZEL, 1917 und f. *pardalina* LATZEL, 1918). – HAYBACH 1959. – FRANZ 1975 (zit. HAYBACH 1959). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1985-1993 (Wald-Dauerbeobachtungsflächen). – VOLZ 1989. – KRAUB 1996. – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (feuchter Wald im Körschtal bei Stuttgart-Plieningen, 1997; mehrere Juvenile unter Holz in der Streu einer alten Weißbuchenhecke bei Stuttgart-Kleinhohenheim, April 1995).

Caprainea marginata (SCHÖTT, 1893) – GISIN 1943 (Region Basel: „nur vereinzelt“ an nassen Stellen im Allschwiler Wald und der Reinacher „Heide“, Eschenwald und Fettwiese mit Seggen bzw. Kiefernwald mit Laubunterholz) – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG am Hörnekopf N Geisingen, Kreis Tuttlingen, ein Ind.). – STIERHOF unveröffentlichte Aufsammlungen (Oktober 1996, Alpenvorland bei Bad Waldsee, nasser Waldstandort, mehrere Ex., als *Sminthurus echinatus* STACH, 1930, Synonymie nach BRETTFELD 1999).

Sminthurus nigromaculatus TULLBERG, 1871 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Rheinebene und randliche Hügelzone, bei Altdorf und Obersülzen, in Weinbergen, als *S. viridis* f. *nigromaculata*). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Dauco-Arrhenatheretum typicum auf graubrauner Gley-Kalkpaternia, ein Ind.). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Elsenz, Hilsbach und Reihen, Zuckerrübenfelder). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (von drei Grünland-Dauerbeobachtungsflächen). – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreideacker, Barberfalle, Nov./Dez. 1995) sowie unveröffentlichte Aufsammlungen (bei Möckmühl, Wiese auf ehemaligem Weinberg, Barberfalle, Juli 1996).

Sminthurus viridis (LINNAEUS, 1758) – SCHÄFFER 1900 (bei Bad Urach, zwischen oder auf Gras, var. *cinereoviridis* TULLBERG, 1871). – SCHUBERT 1935 (Dachswald bei Stuttgart, im Gebüsch, Oktober 1916, sowie aus Bayern: bei Dorfprozelten am Main von einem Acker, Oktober 1916, und Rothenburg ob der Tauber am Tauberufer, September 1918; aus der Sammlung DAHL). – STREBEL 1938 (Rheinland-Pfalz, Speyer, von Gras und Kräutern). – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: „Charakterart der Grasfauna trockener Wiesen bis in den Hochjura“, einmal auch von Bodenkräutern in lichtem Fagetum). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, vorw. am Rand des

Mesobrometums zum Wald). – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Ittlingen, Elsenz, Hilsbach, Reihen und Adersbach, Zuckerrübenäcker und andere Felder). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese). – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Kleinhohenheim, Getreideacker, Barberfalle, Juni 1995).

Anmerkung: Nach BRETTFELD (1999) sollten alle Vorkommen von *S. viridis* und *nigromaculatus* anhand chaetotaktischer Merkmale überprüft werden, da nur so eine sichere Unterscheidung möglich sei. Eventuell verbergen sich hinter *S. viridis* s.l. noch weitere Arten.

Familie Bourletiellidae

? *Bourletiella (Bourletiella) arvalis* (FITCH, 1863) – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Kleinhohenheim, auf Getreideäckern, als *B. lutea* (LUBBOCK, 1868), revisionsbedürftig).

Bourletiella (Bourletiella) hortensis (FITCH, 1863) – STREBEL 1957 (Rheinland-Pfalz, Bockenheim an der Weinstraße, Zuckerrübenfeld). – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Hügellzone am Rand der Haardt und Rheinebene, in Weinbergen). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Adersbach, Winterweizenfelder und ein Futterrübenacker). – STIERHOF 1996 (bei Stuttgart-Hohenheim, auf Getreideäckern).

? *Bourletiella (Bourletiella) viridescens* STACH, 1920 – BIERINGER 1969 (bei Stuttgart-Hohenheim, Ackerböden, „*Bourletiella spec. (viridescens STACH, GISIN)*“). – RUPP 1985 (im Kraichgau bei Hilsbach, Reihen und Adersbach, Zuckerrübenäcker und ein Winterweizenfeld).

Anmerkung: Da die Bestimmung nach GISIN (1960a) zu Verwechslungen zwischen *B. viridescens* und *B. arvalis* führen kann (BRETTFELD 1999), sind die Nachweise beider Arten zu überprüfen.

Deuterostminthurus bicinctus (KOCH, 1840) – SCHÄFFER 1900 (Bad Urach „an Gesträuch“, als *Sminthurus cinctus* TULLBERG, 1871). – GISIN 1943 (Region Basel und nördlicher Schweizer Jura: Allschwiler Wald, Olsberger Wald, Bad Ramsach, Wisenberg; in Laubwäldern von Kräutern und Sträuchern gekätschert, immer nur im Juni). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, zwei Ind. aus lichten Gebüsch am S- oder SW-Hang, als *Bourletiella flava* GISIN, 1946, Synonymie folgend BRETTFELD 1999). – VOLZ 1989 (NSG Hördter Rheinaue bei Germersheim). – MÜLLER 1991 (bei Stuttgart-Hohenheim, fette Mähwiese in einer Bachaue).

Deuterostminthurus pallipes (BOURLET, 1842) – GISIN 1943 (Region Basel: „häufigste Sminthuride der Makrophyten, sowohl im Wald als auch auf der Wiese, ... vom Mai bis August fast überall angetroffen“, als *Bourletiella (D.) repanda* (AGREN, 1903; STACH, 1920)). – BOCKEMÜHL 1956 (Spitzberg bei Tübingen, ein Ind. aus Laubstreu unter lichtem Robiniengebüsch auf einer alten Weinbergterrasse, als *Bourletiella mixta* GISIN,

1946). – WINK 1971 (Donauried bei Günzburg, Gentiano-Koelerietum mit einigen Molinietales-Arten auf Borowina, als *Bourletiella repanda*). – BAUCHHENS & DANCAU 1977 (bei Ottenhofen in Mittelfranken, Ackerboden, als *Bourletiella repanda* und *B. pallipes*).

Anmerkung: *Sminthurus repandus* AGREN, 1903 wurde von vielen Autoren als Varietät von *D. bicinctus* angesehen, NAYROLLES (1996) stellt ihn jedoch als Synonym zu *D. pallipes*. Dem folgt BRETFFELD (1999). Es ist zu beachten, dass Meldungen von *bicinctus* die f. *repanda* einbeziehen könnten.

Deuterosminthurus sulphureus (KOCH, 1840) – SCHÄFFER 1900 (Bad Urach „im Gras und an Gesträuch“ sowie aus Kochendorf, als *Sminthurus luteus* LUBBOCK, 1868, Synonymie nach BRETFFELD 1999). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsfläche im NSG Taubergießen am Oberrhein, ein Ind., als *Bourletiella sulphurea*).

Anmerkung: Nach BRETFFELD (1999) ist *D. sulphureus* wahrscheinlich des öfteren mit *D. pallipes* f. *repanda* verwechselt worden.

Heterosminthurus bilineatus (BOURLET, 1842, GISIN, 1957) – GISIN 1943 (Region Basel: „lässt sich häufig auf Wiesen kötschern (Mai-September); immerhin bevorzugt sie im Allgemeinen feuchtere Biotope ...“, auch in lichtem Wald (bei Allschwil), als *Bourletiella (Deuterosminthurus) bilineata* (BOURLET)). – BRETFFELD 1989 („NE Karlsruhe (Rheinebene und Kraichgau), Kaiserstuhl, N-Schwarzwald (Bühlerhöhe, Unterstmatt, Schliffkopfhaus), SE-Schwarzwald (Wutachtal); trockene und normalfeuchte Wiesen und Grasflächen, auch trockene *Calluna* (Unterstmatt) und feuchter *Carex*bestand (Schliffkopfhaus), bis 930 m; Streifnetz, zahlreich in reicher Vegetation, ..., Schwäbische Alb: Bodenfalle, 24 Ex., ...“). – Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, als *B. bilineata*).

Heterosminthurus claviger (GISIN, 1958) – GISIN 1958 („Reichholzrieder Moor, près Memmingen (Bavière du Sud) sur *Betula nana*, 10.8.1956, leg. F. Bachmaier, 1 femelle, 1 male“). – BRETFFELD 1989 (zitiert GISIN 1958: „Bayern: Schwaben, S' Memmingen, Reichholzrieder Moor, ...“, außerdem „Baden-Württemberg: N-Schwarzwald, oberhalb Oberkirch, Schliffkopfhaus; moorige Fläche mit *Calluna* und *Carex*, ca. 900 m; Streifnetz, 11 Männchen, ca. 40 Weibchen, 5.9.1974.“). – ? Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg 1990 (Grünland-Dauerbeobachtungsflächen, eventuell unter *Bourletiella bilineata* (BOURLET, 1842) mit erfasst, mündl. Mitt. Dr. H. SCHICK).

Anmerkung: *H. bilineatus* und *H. claviger* gleichen sich im Zeichnungsmuster und wurden in der älteren Literatur nicht unterschieden; es ist auch nicht mehr nachprüfbar, welche Form BOURLET 1842 zur Erstbeschreibung von *H. bilineatus* vorgelegen hat (BRETFFELD 1989). GISIN (1958) gibt *H. bilineatus* als „commune sur le plateau suisse et sur le Jura“ an, *H.*

claviger dagegen als „vivant dans les Alpes et les Préalpes“. Daher ist die Meldung von 1943 Ersterem zugeordnet.

Heterosminthurus insignis (REUTER, 1876) – SCHUBERT 1935 (Bad Schussenried im Alpenvorland, Torfwerk, in Torfmoos, Oktober 1916, ein Ind., aus der Sammlung DAHL).

incertae sedis

Mackenziella psocoides HAMMER, 1953 – HÜTHER 1961 (Rheinland-Pfalz, Weinberg bei Feuerberg O Bad Dürkheim, Bodenfalle, ein Ind., weiblich, 0,24 mm, „möglicherweise ... eine neue Rasse oder Art“).