

Die Temperaturansprüche von Ackerwildkräutern bei der Keimung — auch eine Ursache für den Wandel im Artenspektrum auf Äckern

(dargestellt am Beispiel der Landkreise Freising und München)

Annette OTTE

1. Einleitung

Über Rückgangstendenzen von Ackerwildkräutern und Ackerwildkrautgesellschaften, die sich im Zuge der Intensivierung der Pflanzenproduktion seit den 60er Jahren vollzogen haben, gibt es mittlerweile eine Inflation von Beobachtungen und Veröffentlichungen; eine ausführliche Übersicht dazu hat ALBRECHT (1990) zusammengestellt.

Diese Untersuchungen haben letztlich auch dazu geführt, daß bundesweit Artenhilfsprogramme zur Erhaltung seltener und in ihrem Bestand gefährdeter Ackerwildkräuter eingeführt worden sind - so wie es SCHUMACHER schon zu Beginn der 80er Jahre vorgeschlagen und erfolgreich umgesetzt hat.

Die moderne Pflanzenproduktion hat daneben auch Arten gefördert, die vor der Phase des technisierten Ackerbaus selten waren bzw. gänzlich fehlten. Die Ausbreitung sog. „Maisunkräuter“ wie z.B. *Digitaria ischaemum*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum dichotomiflorum*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus chlorostachys* oder *Chenopodium ficifolium* ist dafür ein Beispiel (BRAUN 1986, 1988; BACHTHALER 1982, 1985; KEES 1981; MÜLLER (in OBERDORFER) 1983; OTTE 1984, 1990, 1991).

Zwischen diesen beiden Extremen - dem deutlichen Rückgang bzw. Ausfall von Arten und der auffälligen Zunahme von Arten bis zu deren Überhandnehmen in speziellen Kulturen, die überwiegend durch die Wirksamkeit von Herbiziden bzw. Wirkungslücken verursacht werden - gibt es eine langsamere ablaufende Umstrukturierung in den Ackerwildkraut-Gesellschaften, die durch einen Faktorenkomplex aus veränderten Saat- und Bearbeitungsterminen, hoher optimierter Mineraldüngung, Aussetzen der mechanischen Bestandespflege, Zeitpunkt des Herbizideinsatzes, technisiertem Ernteverfahren, engen Fruchtfolgen und den artspezifischen Eigenschaften der Ackerwildkräuter bedingt ist.

Dies kann dazu führen, daß in dem Übergangszeitraum zwischen einer extensiven und einer intensivierten Pflanzenproduktionsphase die Artenzahlen auf den betreffenden

Äckern deutlich höher liegen als während der extensiveren - wie es die Autorin 1990 auf Äckern des *Alchemillo-Matricarietum* im Landkreis Freising nachweisen konnte; einen ähnlichen Umstrukturierungs-Prozeß beobachtete ALBRECHT (1989, S. 56) auf Ackerstandorten des *Teesdalis-Arnoseridetum* in Mittelfranken.

In Agrarlandschaften, wo historische Vegetationsaufnahmen von nicht mit Herbiziden behandelten Äckern vorliegen, erweisen sich die Flächen des Ackerrandstreifenprogramms als günstige Datengrundlage für einen Vergleich zwischen „früher und heute“ - denn dort kann sich die aktuelle Ackerwildkrautvegetation relativ vollständig*, ohne die Beeinträchtigung durch Herbizide und bei einer vertragsgemäß reduzierten Düngung, entwickeln.

Eine derartige Situation liegt in den Landkreisen Freising und München vor, wo historische Vegetationsaufnahmen vom Beginn der 50er Jahre (LAUER 1953, SCHRAMM 1954) vorliegen, und wo die aktuelle Situation seit 1986 auf den Flächen des „Artenhilfsprogramms zum Schutz der Ackerwildkräuter“ (HELFRICH, 1988) dokumentiert wird (MATTHEIS & OTTE, 1992).

Die Arbeit von Else LAUER (1953) lieferte die Begründung für die Einstufung der Ackerwildkraut-Gesellschaften in Getreide-(= *Secalietea*) und Hackfrucht-(= *Chenopodietea*) Gesellschaften, denn ihre Charakterarten haben unterschiedliche Temperaturansprüche bei der Keimung.

Es bot sich daher an, die heutigen Vegetationsaufnahmen mit denjenigen von LAUER und SCHRAMM zu vergleichen und die Laborversuche von LAUER zu den Temperaturan-

* „Je nach Kulturart werden im Durchschnitt vom Gesamt-Artenspektrum einer Ackerfläche (bei ein bis zwei Begehungen) nur ca. 50% der vorkommenden Arten erfaßt. Die verhältnismäßig geringen Artenzahlen, die man mit Vegetationsaufnahmen erfaßt, ergeben sich daraus, daß Arten nicht aufgezeichnet werden, die zu den Dokumentationszeitpunkten schon verblüht sind bzw. noch nicht aufgelaufen sind oder nur latent im Samenvorrat in so geringer Samendichte vorhanden sind oder daraus, daß sie nur unter günstigen Umständen (z.B. speziellen Kulturarten, Klimabedingungen) zur Entwicklung kommen“ (OTTE 1992).

sprüchen von Ackerwildkräutern bei der Keimung zu wiederholen, um festzustellen, ob Veränderungen im Artenspektrum der Äcker eventuell auch durch ein verändertes Keim- und somit Auflaufverhalten verursacht sein können.

2. Untersuchungsgebiet

Datengrundlage der vorliegenden Arbeit sind Vegetationsaufnahmen aus den Landkreisen Freising und München (Reg.-Bez. Oberbayern, Abb. 1). Naturräumlich ist das Gebiet in die lößlehmreiche Zone des Donau-Isar-Hügellandes (ca. 500 m üNN, Obere Süßwassermolasse, Tertiär) und in die Nördliche und Südliche Münchener Schotterebene (470-550 m üNN, Pleistozän, Quartär) gegliedert. Leitböden der lößlehmreichen Zone des Donau-Isar-Hügellandes sind Braunerden (uL - utL), deren vorherrschende Ackerwildkraut-Gesellschaft das *Alchemillo arvensis* - *Matricarietum chamomillae* Tx. 37 em Oberd. 58 ist.

Leitböden der Münchener Schotterebene sind Parabraunerden und Rendzinen, für die das basiphile *Papaveri-Melandrietum noctiflori* Wassch. 41 und das *Caucalido-Adonidetum flammeae* Tx. 50 kennzeichnend sind. Niedermoorböden an den Randbereichen der Schotterebene tragen Fragment-Gesellschaften (vgl. dazu OTTE, ZWINGEL, NAAB & PFADENHAUER, 1988).

Das Klima des Gebietes wird von WITTMANN (1983) als mäßig feucht (- mäßig trocken) bei einer mittleren Spanne der Jahrestemperatur von 7,0 - 7,6°C und Jahresniederschlägen zwischen 750 und 800 mm im Donau-Isar-Hügelland und 800 - 1100 mm auf der Münchener Schotterebene eingestuft. Dagegen ist die Vegetationszeit aufgrund der südlichen Lage mit 210 - 230 Tagen relativ lang!

3. Material und Methoden

3.1 Auswertung von Vegetationsaufnahmen

Für den Vergleich wurde die Stetigkeit der Ackerwildkräuter aus dem Material von LAUER (1953, 182 Aufn.), SCHRAMM (1954, 230 Aufn.) und MATTHEIS & OTTE (1992, 255 Aufn.)

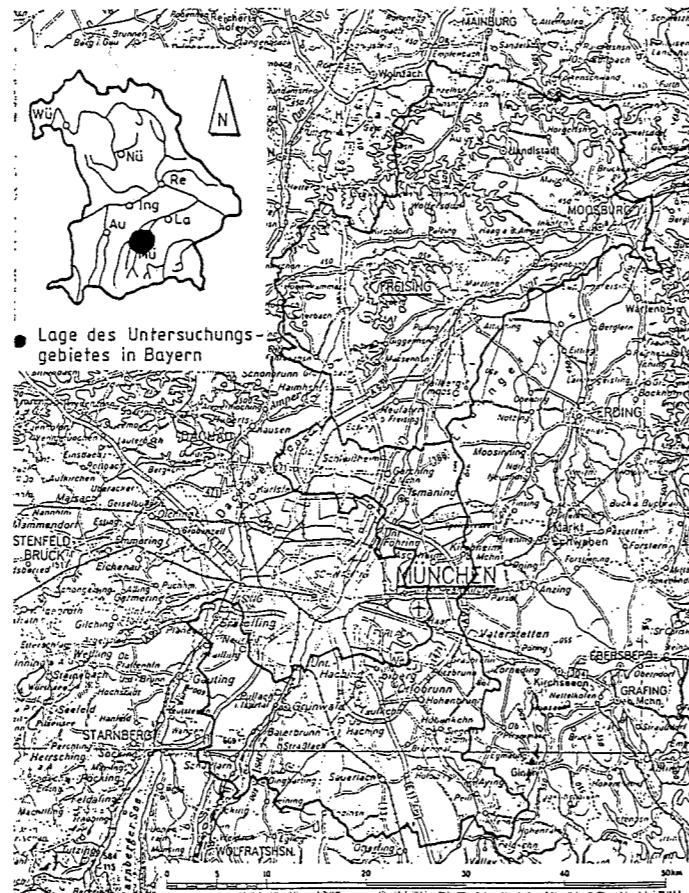


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

separat für Wintergetreide, Sommergetreide und Blattfrüchte (= Kartoffeln, Mais, Lein, Wicken, Erbsen) berechnet. Eine nach Naturräumen differenzierte Auswertung erfolgte nicht, da keine regionalen Verschiebungen beschrieben werden sollten, sondern generelle Veränderungen!

3.2 Laborversuche zu den Keimtemperatur-Ansprüchen von Arten auf Äckern

Die aktuellen Versuche zu den Keimtemperatur-Ansprüchen von Ackerwildkräutern wurden in Klimakammern (Fa. Heraeus-Vötsch) durchgeführt, die auf konstante Temperaturen (3, 7, 10, 15, 20, 25, 30 und 35°C) mit einem Tag- und Nachtwechsel (16+8 Stunden) programmiert waren. Eine Klimakammer war auf Wechseltemperatur (WT) eingestellt: 16 Stunden lang bei Beleuchtung 15°C und 8 Stunden bei Dunkelheit 5°C. Je Temperaturstufe wurden fünf Parallelen à 50 Samen getestet. Die Samen wurden in Petrischalen (Durchmesser 9 cm) auf Filterpapier eingezählt und sofort nach dem Anfeuchten (mit destilliertem Wasser) 6 Wochen (= 42 Tage) in den Klimakammern zum Keimen aufgestellt. Das Auszählen der gekeimten Samen erfolgte wöchentlich einmal, die Kontrolle der Feuchtigkeit in den Petrischalen zweimal.

Die Versuche von LAUER (1953) waren nach der gleichen Vorgehensweise ausgeführt worden. Allerdings testete sie etwas abweichend die Temperaturstufen 2-5, 7, 13, 20, 25, 30, 35, 40°C und 15/5°C WT und verwendete für jeweils 3 Parallelen 100 Samen (Genauerer bei LAUER, 1953, S. 552 ff.).

4. Ergebnisse

4.1 Veränderungen in der Stetigkeit von Ackerwildkräutern zwischen 1950 und 1991

Die Veränderungen, die sich aus dem Vergleich von Vegetationsaufnahmen aus den 50er Jahren und aktuellen von 1985 bis 1991 belegen lassen, sind in der Stetigkeitstabelle Tab. 1 zusammengestellt. Dabei handelt es sich jedoch nicht um eine vollständige Artenliste, sondern es wurden nur diejenigen 66 Arten ausgewählt, die bei LAUER (1953, Tab. 13) als Beleg für die „Verteilung von Ackerunkräutern auf verschiedene Feldfrüchte in ihrem Zusammenhang mit der Keimtemperatur“ aufgeführt sind. Ergänzt wurde diese Artenauswahl um vier weitere, die in LAUERs Material nicht

vorkamen, heute aber häufig sind (*Veronica polita*, *Veronica arvensis*, *Galinsoga ciliata* und *Matricaria discoidea*).

Die Arten wurden so geordnet, daß diejenigen mit den größten Rückgangstendenzen* im Wintergetreide vorangestellt sind und die mit den stärksten Zunahmen am Ende der Tabelle erscheinen (vgl. Teil B in Tab. 1). Ein Vergleich dieser Einstufung mit bayernweiten Untersuchungen von BRAUN (1988) und ALBRECHT (1989) und einer überregionalen Literaturlauswertung von ALBRECHT & BACHTHALER (1990) zeigt folgende Ergebnisse (siehe Teil D in Tab 1):

Übereinstimmungen mit den Angaben von ALBRECHT und BRAUN bestehen für folgende Arten mit Rückgangstendenzen: *Plantago major*, *Sonchus arvensis*, *S. oleraceus*, *Centaurea cyanus*, *Buglossoides arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Veronica hederifolia*, *Rumex crispus*, *Sherardia arvensis*, *Achillea millefolium*, *Vicia hirsuta*, *Convolvulus arvensis*, *Neslia paniculata*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*, *Aphanes arvensis*, *Ranunculus repens*, *Scleranthus annuus*, *Gnaphalium uliginosum*, *Setaria viridis*, *Chenopodium polyspermum*, *Daucus carota*, *Veronica triphyllos*, *Agrostemma githago*, *Consolida regalis*, *Legousia speculum-veneris* und *Spergula arvensis* und bei den Arten mit Zunahmentendenzen für *Lamium purpureum*, *Galinsoga ciliata*, *Lapsana communis*, *Matricaria discoidea*, *Rumex obtusifolius* und *Tripleurospermum inodorum*.

Unterschiede - im Vergleich zu der überregionalen Auswertung von ALBRECHT & BACHTHALER (1990) - ergeben sich vorrangig für Arten, die in den Ackerrandstreifen der Landkreise Freising und München heute häufiger sind als früher. Hierzu zählen *Matricaria chamomilla*, *Euphorbia helioscopia*, *Stellaria media*, *Lamium amplexicaule*, *Capsella bursa-pastoris*, *Geranium pusillum*, *Thlaspi arvense* und *Poa annua*: Bei ALBRECHT & BACHTHALER sind sie als Arten

* Δ = aktuelle Stetigkeit — (historische Stetigkeit) : 2

aus Material von MATTHEIS & OTTE (1992)

aus Material von LAUER (1953) plus SCHRAMM (1954)

mit „nicht einheitlicher Veränderung in der Stetigkeit“ eingestuft, d.h. es gibt Regionen in Mitteleuropa, wo diese Arten sowohl zu- als auch abgenommen haben.

Abweichungen zu den Auswertungen von ALBRECHT, ALBRECHT & BACHTHALER und BRAUN gibt es bei *Silene noctiflora*, *Veronica arvensis* und *Sonchus asper*, die in den Flächen des Ackerrandstreifenprogramms heute deutlich häufiger sind als früher.

4.2 Kennzeichen von Artengruppen mit rückläufiger und zunehmender Stetigkeit

Um die Ursachen für die Veränderungen in der Stetigkeit von Ackerwildkräutern erklären zu können, werden die Arten von Tabelle 1 nach gemeinsamen Merkmalen zu sog. Strategie-Gruppen zusammengestellt (Tab. 2, Abb. 2).

Zu den rückläufigen Arten zählen vor allem Arten, deren Keimung in den Zeitraum von Dezember bis Mai fällt (Tab. 2 und Abb. 2; vgl. dazu OTTE, 1990). Es sind:

a) lichtbedürftige, niedrigwüchsige Therophyten (< 20 cm) wie *Aphanes arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Sherardia arvensis*, *Veronica hederifolia* und *Veronica triphyllos* und

b) lichtbedürftige, hochwüchsige Therophyten mit geringer Samenproduktion (hartschalige und / oder großsamige Diasporen) wie *Buglossoides arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Fallopia convolvulus*, *Neslia paniculata*, *Vicia hirsuta*, *Agrostemma githago* und *Consolida regalis*. Diese überwinterten oder sich im zeitigen Frühjahr entwickelnden Arten werden durch den Einsatz von Herbiziden zu Beginn der warmen Jahreszeit ausgemerzt und können nur unter für sie günstigen Umständen (ein kaltes Frühjahr, ein kühler Frühsommer) noch nach Mitte Mai (den sog. „Eisheiligen“) keimen. Die Entwicklungschancen der niedrigwüchsigen Arten (von Gruppe a) sind deshalb in den momentan sehr dichten Winter- und Sommergetreidebeständen gering. Die lichtbedürftigen, hochwüchsigen Arten von Gruppe b) produzieren zwar relativ große, aber dafür nur wenige Samen (<1.000

Samen / Individuum, KORSMO 1930, HANF 1982). Damit ist die Anzahl aufkommender Keimlinge erheblich geringer als bei den Arten von Gruppe a), und deshalb wirkt sich der Herbizideinsatz im Frühjahr bei ihnen stärker dezimierend aus als bei denjenigen von Gruppe b).

Rückläufig sind außerdem Therophyten mit einem ausgesprochen sommerlichen Entwicklungsgang (Tab. 2: Gruppe d), deren Keimung in den Zeitraum von Mai bis November (Abb. 2) fällt. Hierzu gehören *Setaria viridis*, *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Ch. glaucum*, *Ch. polyspermum*, *Erysimum cheiranthoides*, *Galeopsis tetrahit*, *Galinsoga parviflora*, *Scleranthus annuus* und *Urtica urens*. Bei sommerlichen Klimabedingungen und einer optimalen Nährstoffversorgung ist für sie ein kurzer Entwicklungszyklus typisch! Nach jeder Bodenbearbeitung können sie sofort in Massen aufkeimen und sind somit typische „Hackfrucht-Ackerwildkräuter“. Unterbleibt die mechanische Bodenbearbeitung, oder wird sie auf nur einen Bearbeitungsgang reduziert (z.B. im Maisanbau auf den Aussattermin), dünnt der Samenvorrat dieser Arten aus! Eine geringe Zunahme ist nur bei den Hackfrucht-Arten *Euphorbia helioscopia* und *Senecio vulgaris* festzustellen; beide sind schattenverträglicher als die vorher genannten Arten. Deshalb entwickelt sich *Euphorbia helioscopia* derzeit bevorzugt in Sommergetreidekulturen (vgl. Tab. 1, Teil A) und *Senecio vulgaris* in Maisäckern. Bei letzterer begünstigt ihre Windverbreitung (Anemochorie) die Häufigkeit, weshalb sie auch außerhalb von Äckern auf „gestörten“ Plätzen (z.B. Ruderalstellen) präsent ist.

Eine zunehmende Stetigkeit ist derzeit bei frostresistenten, niedrigwüchsigen Therophyten mit Keimung zwischen Dezember und Ende August zu verzeichnen (Tab. 2: Gruppe e; Abb. 2). Es sind folgende Arten: *Capsella bursa-pastoris*, *Lamium amplexicaule*, *Lamium purpureum*, *Stellaria media*, *Veronica persica*, *Geranium pusillum*, *Poa annua*, *Thlaspi arvense*, *Tripleurospermum inodorum*, *Veronica arvensis* und *Veronica polita*.

Tab. 2: Strategie-Gruppen von derzeit rückläufigen und sich ausbreitenden Arten auf Äckern des Ackerrandstreifenprogramms in den Landkreisen Freising und München

Einstufung nach Tab. 1 Strategie - Gruppen	A + B Arten mit deutlichen Rückgangstendenzen (-34 bis -11 %)	C Arten mit geringen Rückgangstendenzen (< -11 %)	D Arten mit geringen Zunahmetendenzen (< 11 %)	E + F Arten mit deutlichen Zunahmetendenzen (< 11 bis 68 %)	G Arten mit Veränderungen ohne einheitliche Tendenz
Therophyten					
a) Lichtbedürftige, niedrigwüchsige (< 20 cm) Th. mit Keimung von Dezember bis Mitte Mai	<i>Aphanes arvensis</i> <i>Arenaria serpyllifolia</i> <i>Sherardia arvensis</i> <i>Veronica hederifolia</i>	<i>Veronica triphyllos</i>			
b) Lichtbedürftige Th. mit geringer Samenproduktion (z.T. hartschalig) und Keimung von Dezember bis Mitte Mai	<i>Buglossoides arvensis</i> <i>Centaurea cyanus</i> <i>Fallopia convolvulus</i> <i>Neslia paniculata</i> <i>Vicia hirsuta</i>	<i>Agrostemma githago</i> <i>Consolida regalis</i>			<i>Raphanus raphanistrum</i>
c) Lichtliebende, hochwüchsige Th. mit Keimung von Dezember bis Ende Juni	<i>Papaver rhoeas</i>		<i>Anthemis arvensis</i> <i>Matricaria chamomilla</i>		<i>Apera spica-venti</i>
d) Th. mit sommerlichem Entwicklungsgang und Keimung von Mai bis November ("Hackfruchtarten")	<i>Chenopodium album</i> <i>Plantago major</i> agg. <i>Polygonum lapathifolium</i> agg. <i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Chenopodium glaucum</i> <i>Chenopodium polyspermum</i> <i>Erysimum cheiranthoides</i> <i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Gnaphalium uliginosum</i> <i>Scleranthus annuus</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Silene alba</i> <i>Solanum nigrum</i> <i>Spergula arvensis</i> <i>Urtica urens</i>	<i>Euphorbia helioscopia</i> <i>Senecio vulgaris</i>		<i>Anagallis arvensis</i> <i>Polygonum hydropiper</i>
e) Frostresistente, niedrigwüchsige Th. mit Keimung von Dezember bis Ende August			<i>Capsella bursa-pastoris</i> <i>Lamium amplexicaule</i> <i>Lamium purpureum</i> <i>Stellaria media</i> <i>Veronica persica</i>	<i>Geranium pusillum</i> <i>Poa annua</i> <i>Thlaspi arvense</i> <i>Tripleurospermum inodorum</i> <i>Veronica arvensis</i> <i>Veronica polita</i>	<i>Myosotis arvensis</i> <i>Polygonum aviculare</i> <i>Viola arvensis</i>
f) Nicht frostresistente Th. mit Keimung von Anfang März bis Ende November		<i>Legousia speculum-veneris</i>	<i>Chenopodium ficifolium</i> <i>Silene noctiflora</i>	<i>Galinsoga ciliata</i> <i>Lapsana communis</i> <i>Matricaria discoidea</i> <i>Sonchus asper</i>	
Perennierende Arten					
g) Blannuelle		<i>Daucus carota</i>			
h) Geophyten	<i>Convolvulus arvensis</i> <i>Sonchus arvensis</i>				
i) Hemikryptophyten	<i>Achillea millefolium</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Rumex crispus</i>		<i>Artemisia vulgaris</i> <i>Campanula rapunculoides</i> <i>Silene vulgaris</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>	

Diese Arten blühen im Wintergetreide schon im zeitigen Frühjahr und haben teilweise schon Samen produziert, wenn die Herbizide im Frühjahr ausgebracht werden. Da sie jederzeit erneut keimen können, entwickeln sie häufig mehrere Generationen innerhalb einer Anbauperiode, wie z.B. *Stellaria media* bis zu 3,6 Generationen innerhalb eines Jahres (vgl. OTTE 1990, S. 78). HELMECKE & MAHN (1984) berichten für *Lamium amplexicaule* von einem normalen winterannuellen Zyklus und darüber hinaus von einem verkürzten sommerannuellen Populationszyklus der Art, den sie nach Störungen im Frühjahr durchlaufen kann. Voraussetzung für diese Entwicklung ist eine gute bis sehr gute Nährstoffversorgung.

Weiterhin ist eine deutliche Zunahme in der Stetigkeit bei nicht frostresistenten Therophyten mit Keimung von Anfang März bis Ende November (Tab. 2: Gruppe f, Abb. 2) zu beobachten (vgl. OTTE 1990, Tabelle 2). Es sind *Galinsoga ciliata*, *Matricaria discoidea*, *Lapsana communis*, *Sonchus asper*, *Chenopodium ficifolium* und *Silene noctiflora*. Die Fähigkeit dieser Arten, sich sowohl unter Lang- als auch unter Kurztagsbedingungen zu entwickeln, wird deutlich in der aktuellen Stetigkeit: Es gibt bei ihnen keine spezielle Bindung an Wintergetreide-, Sommergetreide- oder Blattfruchtkulturen. Lediglich *Chenopodium ficifolium* hat in Sommergetreide und den Blattfrüchten eine höhere Präsenz (vgl. Tab. 1, Teil A). Eine Ausnahme in dieser Artengruppe ist *Legousia speculum-veneris*, die rückläufig ist. Trotz ihres Vermögens, während einer weiten Temperaturspanne zu keimen, hat sie ihren Verbreitungsschwerpunkt im Wintergetreide - wo sie von den Frühjahrs-Herbizideinsätzen besonders stark dezimiert wird, da sie erst kurz vor diesen Terminen aufläuft.

Rückläufig sind auch die sich überwiegend vegetativ vermehrenden sog. „Wurzelunkräuter“ (Tab. 2: Gruppe g - i), die aufgrund der verbesserten mechanischen Bodenbearbeitung ihre Konkurrenzvorteile einbüßen; es sind Geophyten wie *Convolvulus arvensis* und *Sonchus arvensis* und die Hemikryptophyten *Achillea millefolium*, *Ranunculus repens*

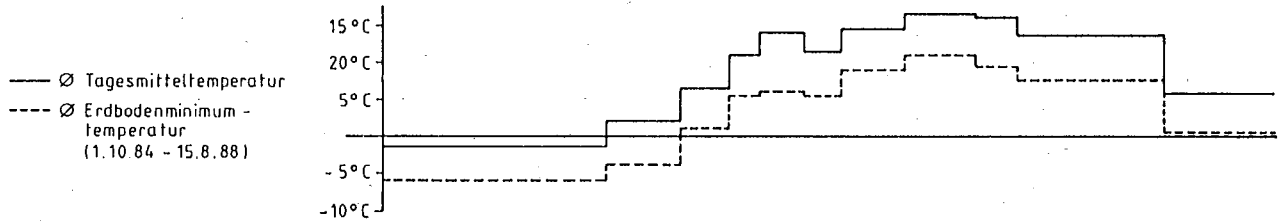
und *Rumex crispus*. Die letztgenannten drei Arten haben ihre Hauptverbreitung eigentlich in frischem bis feuchtem, verdichtetem Grünland und sind von dort aus in ähnliche Standorte auf Äckern eingedrungen. Da sie lichtbedürftig sind, fallen sie in den heutigen dichten Kulturpflanzenbeständen nach dem Unterpflügen ihres vegetativen Pflanzenkörpers allmählich aus, denn sie können nur noch mit verminderter Vitalität zur Entwicklung kommen. Anders verhält sich dagegen *Rumex obtusifolius*, der nicht nur zu kurz geschnittenes und mit Gülle überdüngtes Grünland erobert hat, sondern mittlerweile auch in 50% der Äcker des Ackerlandstreifenprogramms vorkommt. Seine Fähigkeit, jederzeit keimen zu können, sein tiefreichendes Wurzelwerk, seine Licht- und Halbschattenverträglichkeit und sein hohes Nährstoffbedürfnis bis hin zur Salzverträglichkeit fördern ihn auf allen Ackerstandorten mit mais-starken Fruchtfolgen.

4.3 Ergebnisse aktueller Untersuchungen zur Keimung von Ackerwildkräutern

Mit den Laborversuchen zur Keimung von Ackerwildkräutern soll überprüft werden, ob das zeitlich gestaffelte Auftreten der Keimlingsgenerationen im Kulturpflanzenbestand (vgl. Abb. 2) auch unter reproduzierbaren Versuchsbedingungen stattfindet und wie die maximale Keimung entlang eines konstanten Temperaturgradienten (3, 7, 10, 15, 20, 25, 30 und 35 °C, Tag-/Nachtrhythmus: 16/8 Stunden) abläuft. Außerdem sollte getestet werden, ob sich die Verschiebungen im Artenspektrum der Äcker in den Landkreisen Freising und München seit den Versuchen von LAUER (1953) außer durch Herbizideinsatz, Saatgutreinigung, verbesserte, tiefergehende Bodenbearbeitung, erhöhte Düngung und den Ausfall von „Hackgängen“ während der Anbauperiode auch mit veränderten Keimtemperatursprüchen erklären lassen, so wie es OTTE (1991) schon für *Chenopodium ficifolium* beschrieben hat. Diese Art keimt heutzutage bei einem weiteren Temperaturbereich als früher. LAUER stufte 1953 das Optimum bei der Keimung der Art zwischen

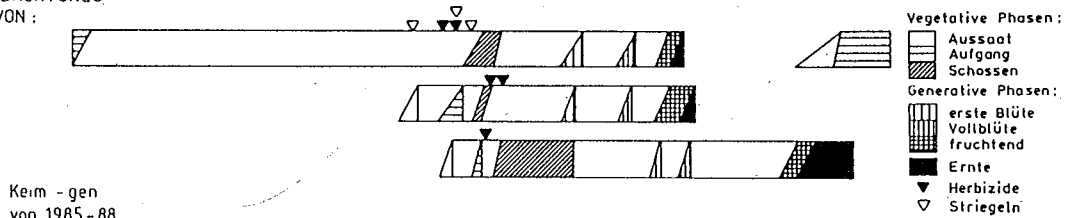
AUFLAUFPHASE
 Ø DAUER (TAGE)

Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
90			31	21	10	18	15	26	28	16	60	47

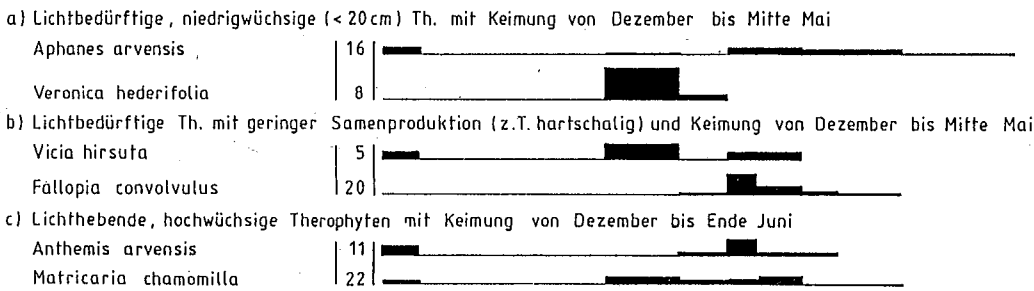


PHÄNOLOGISCHE PHASEN IM BEOBSACHTUNGS-ZEITRAUM (1.10.84 - 15.8.88) VON:

Triticum aestivum
Avena sativa
Zea mays

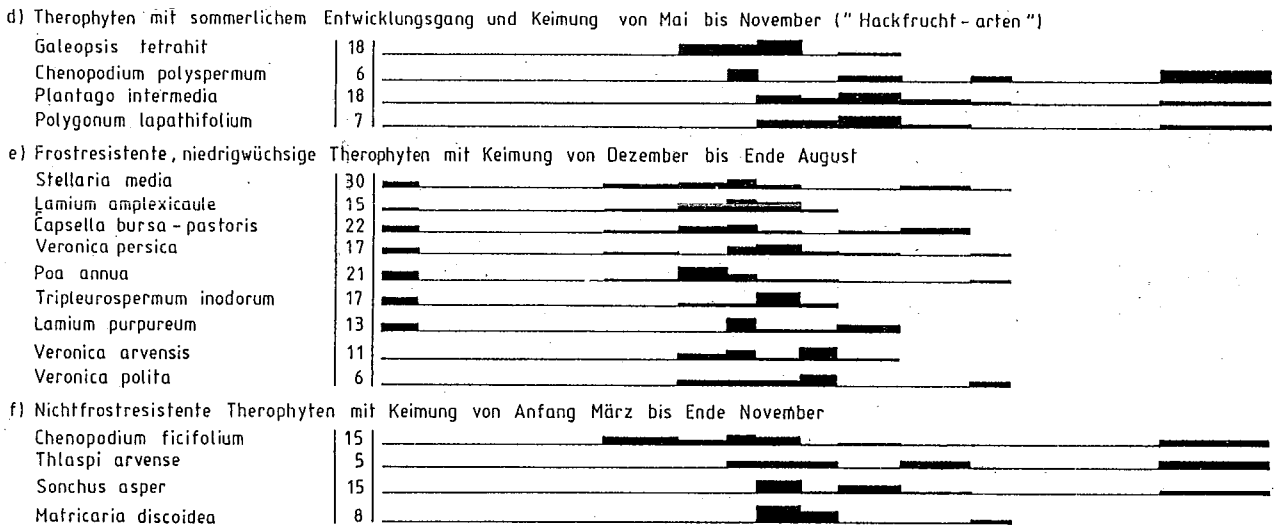


Keim - gen
 von 1985 - 88
 (n = 100 %)



AUFLAUFPHASE
 Ø DAUER (TAGE)

Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
90			31	21	10	18	15	26	28	16	60	47



n = Keim - gen. ≈ Keimlingsgenerationen

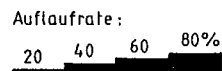


Abb. 2: Strategiegruppen rückläufiger und zunehmender Ackerwildkräuter - geordnet nach Keimungsphasen (aus OTTE 1990)

35 und 40°C (100%ige Keimrate) ein; heute keimt die Art schon ab 2°C (12%ige Keimrate) und hat ihr Optimum zwischen 7 und 20°C!

4.3.1 Keimtemperatur-Spannen von Ackerwildkräutern

Von den Arten, deren Auflaufzeiten in Kulturpflanzenbeständen in Abb. 2 dargestellt sind, werden an folgenden Keimtests ausgeführt: *Fallopia convolvulus*, *Consolida regalis*, *Veronica hederifolia*, *Buglossoides arvensis*, *Aphanes arvensis*, *Veronica polita*, *Stellaria media*, *Vicia hirsuta*, *Poa annua*, *Veronica persica*, *Chenopodium ficifolium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Polygonum persicaria*, *Galinsoga ciliata*, *Tripleurospermum inodorum*, *Matricaria discoidea*, *Galeopsis tetrahit*, *Chenopodium glaucum*, *Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium polyspermum* und *Setaria viridis*; außerdem auch an *Arenaria serpyllifolia*, *Legousia speculum-veneris* und *Silene noctiflora*, deren Aufgangszeiten im Freiland auf Probestellen des *Alchemillo-Matricarietum* nicht dokumentiert werden konnten, weil sie dort nicht vorkamen (vgl. dazu OTTE 1990, Tab. 2).

Vergleichend wurden die aktuellen Spannen der Keimtemperaturen den Ergebnissen von LAUER (1953) gegenübergestellt (Abb. 3). Danach keimen die 1989 und 1990 gesammelten Samen wie folgt:

- zwischen 3 und 20 °C: *Fallopia convolvulus* (schwach auch bei 35 °C), *Consolida regalis*, *Veronica hederifolia* und *Buglossoides arvensis*;
- zwischen 3 und 30 °C: *Aphanes arvensis*, *Veronica polita*, *Stellaria media*, *Vicia hirsuta*, *Arenaria serpyllifolia* und *Legousia speculum-veneris*;
- zwischen 3 und 35 °C: *Poa annua*, *Veronica persica*, *Chenopodium ficifolium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense* und *Polygonum persicaria*;
- zwischen 7 und 35 °C: *Galinsoga ciliata*, *Tripleurospermum inodorum*, *Matricaria discoidea* und *Silene noctiflora* und

— zwischen 15 und 35 °C: *Galeopsis tetrahit*, *Chenopodium glaucum*, *Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium polyspermum* und *Setaria viridis*.

Abweichungen zu den Versuchen von LAUER wurden danach für *Aphanes arvensis* (LAUER 3-20 °C), *Arenaria serpyllifolia* (LAUER 3-20 °C), *Galeopsis tetrahit* (LAUER 3-20 °C), *Fallopia convolvulus* (LAUER 3-20 °C), *Stellaria media* (LAUER 7-30 °C), *Legousia speculum-veneris* (LAUER 3-25 °C), *Setaria viridis* (LAUER 3-20 °C), *Silene noctiflora* (LAUER 20-35 °C), *Polygonum persicaria* (LAUER 25-30 °C) und *Chenopodium ficifolium* (LAUER 35-40 °C) festgestellt. Deutlich zeigt sich dabei, daß die Temperaturspanne, bei der die Samen von 1989 und 1990 keimen, grundsätzlich breiter ist als früher! Eine Ausnahme davon bildet nur *Galeopsis tetrahit* mit einer geringeren Keimbereitschaft (> 25%), die keine eindeutige Aussage über die Temperaturansprüche bei der Keimung zuläßt. Arten, die im Vergleich zu den Versuchen von LAUER die Keimtemperatur-Spannen zu höheren Temperaturen hin ausgedehnt und zugenommen haben, sind auf den Flächen des Ackerrandstreifenprogramms nur *Stellaria media*, *Chenopodium ficifolium* und *Silene noctiflora*. Bei *Legousia speculum-veneris*, *Arenaria serpyllifolia*, *Polygonum persicaria* und *Setaria viridis* ist die Tendenz nicht eindeutig und rückläufig sind - trotz erweiterter Keimtemperatur-Spanne - *Aphanes arvensis* und *Arenaria serpyllifolia*. Über früher seltene (oder gar nicht dokumentierte Arten), die derzeit in den Landkreisen Freising und München häufig sind - wie *Galinsoga ciliata*, *Matricaria discoidea* oder *Veronica polita* - liegen leider keine Untersuchungen von LAUER vor.

Ein Vergleich der Keimtests mit den Freilandbeobachtungen (vgl. Abb. 2) zeigt, daß sich die Keimtemperatur-Spannen der Arten erwartungsgemäß in ihrem Auflaufen im Acker widerspiegeln. Dazu läßt sich vereinfacht folgendes aussagen:

Arten, deren Temperaturspannen bei der Keimung unter Laborbedingungen

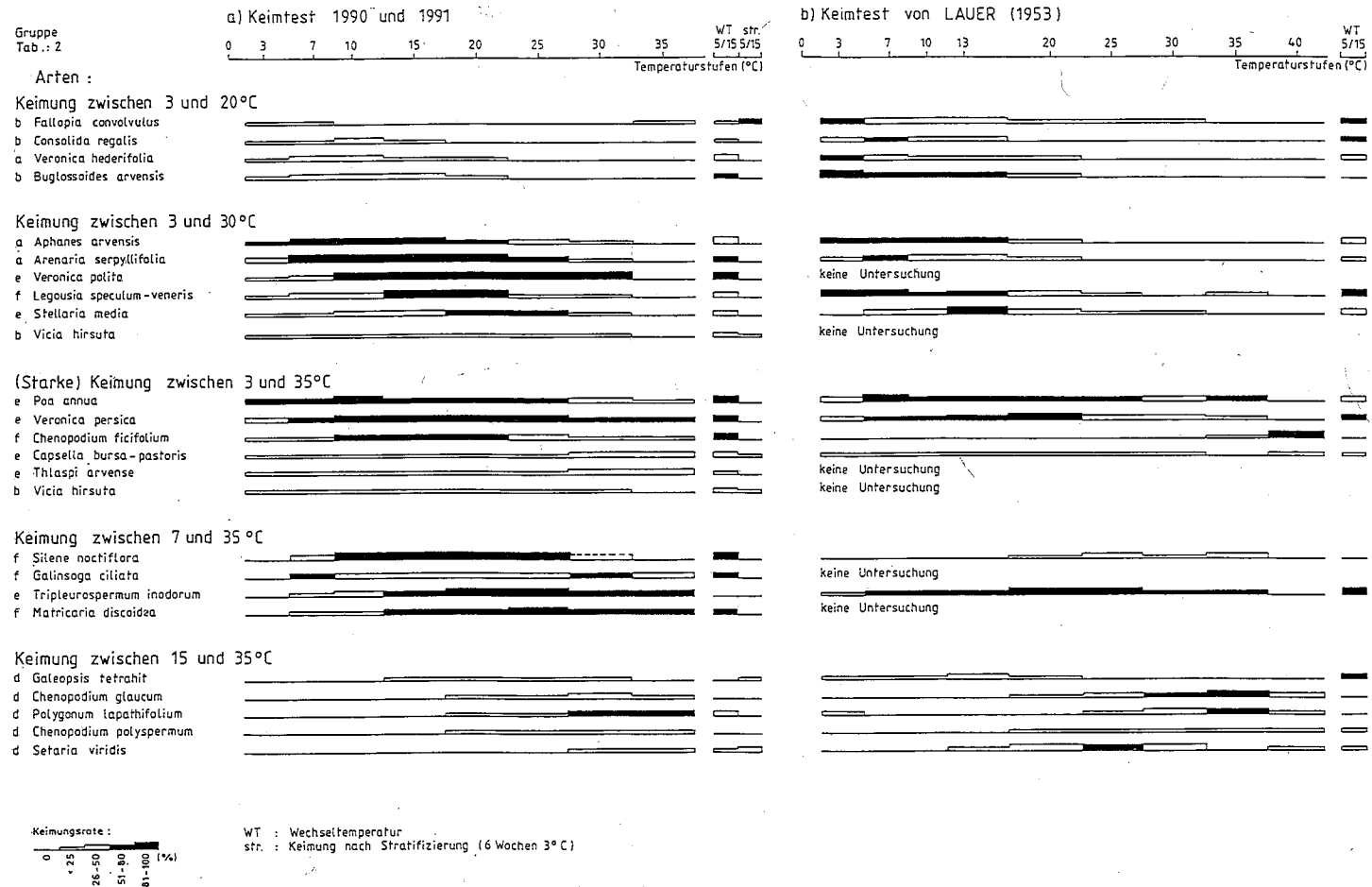


Abb. 3: Temperaturspanne von Ackerwildkräutern bei der Keimung — ein Vergleich von aktuellen Untersuchungen mit Untersuchungen von LAUER (1953)

- zwischen 3 und 20 °C liegen, keimen von (Dezember) März bis Juni,
- zwischen 3 und 30 °C und zwischen 3 und 35 °C liegen, keimen von Dezember bis Mitte August,
- zwischen 7 und 35 °C liegen, keimen von Mai bis Ende Juli und
- zwischen 15 und 35 °C liegen, keimen von April bis November.

Um die Beziehungen zwischen den unter Laborbedingungen ermittelten Keimtemperatursprüchen von Ackerwildkräutern und ihrem Auflaufen im Freiland zu beschreiben, werden demnächst Versuche zu den bodennahen Temperaturen bei der Keimung ausgeführt.

4.3.2 Die maximale Keimfähigkeit von Arten mit rückläufiger und zunehmender Stetigkeit

Neben der Temperaturspanne, innerhalb derer Ackerwildkräuter keimen können, sind die maximale Keimrate der Samen bei verschiedenen Temperaturen und die Keimungsgeschwindigkeit für die Etablierung der Arten im Bestand bedeutsam.

In den Abbildungen 4 bis 8 sind die maximale Keimfähigkeit (max. % gekeimte Samen) bei konstanten Temperaturen zwischen 3 und 35 °C und einem Temperaturwechsel (WT zwischen 5 und 15 °C) für rückläufige, zunehmende und sich indifferent verhaltende Arten (vgl. Tab. 1) dargestellt. Soweit es möglich war, wurden jeweils Samen verschiedener Herkunftsorte getestet und vergleichend zu den von LAUER (1953) ermittelten Werten dargestellt, um Veränderungen und Unterschiede sichtbar zu machen.

Abb. 4 zeigt die maximalen Keimfähigkeiten rückläufiger Arten wie *Consolida regalis*, *Veronica hederifolia* und *Buglossoides arvensis*. Neben ihrer Bindung an kühlere Keimbedingungen ist offensichtlich, daß die Keimfähigkeit ihrer Samen geringer ist als bei den Arten der Abb. 5, 6 und 7, wo immer (!) bei mehreren Temperaturen Keimfähigkeiten von 100 % erzielt werden. Eine ähnlich schwache Keimung ist bei den

rückläufigen Arten *Chenopodium polyspermum*, *Ch. glaucum* und *Polygonum lapathifolium* agg. (Abb. 8) zu beobachten, deren Keimtemperatur-Optimum im höheren Temperaturbereich zwischen 15 und 35 °C liegt.

In den frühen Versuchen von LAUER (1953) hatten die derzeit rückläufigen Arten (*Consolida regalis*, *Veronica hederifolia*, *Buglossoides arvensis*, *Polygonum persicaria* und *Chenopodium glaucum*) eine höhere maximale Keimfähigkeit innerhalb ihres Temperaturoptimums als heute.

Deutlich sichtbar ist, daß Arten, die heute zwischen 3 und 30 °C (Abb. 5), 3 und 35 °C (Abb. 6) und 7 und 35 °C (Abb. 7) keimen, bei mehreren Temperaturstufen sehr gut keimen - also ein weites Temperaturoptimum bei der Keimung haben! Am deutlichsten ist dies bei *Veronica persica* (Oberbayern, Eberspoint, Abb. 6) und *Galinsoga ciliata* (Oberbayern, Karlskron, Abb. 7) erkennbar: In der Temperaturspanne zwischen 7 und 35 °C keimen beide Arten zu 100 %. Dies bedeutet, daß sie im Zeitraum von März bis Anfang Dezember auf allen offenen Böden auflaufen können. Dabei ergibt sich für *Veronica persica* noch ein zusätzlicher Konkurrenzvorteil: Sie kann in milden Wintern überdauern, während *Galinsoga ciliata* sehr frostempfindlich ist und erfriert. Die Fähigkeit beider Arten, sich sofort auf allen offenen, gut bis sehr gut mit Nährstoffen versorgten Böden zu entwickeln, fördert ihre Präsenz: Denn nicht nur auf Äckern, sondern auch auf offenen Ruderalstellen in dörflichen Siedlungen zählen sie mittlerweile zu den hochsteten Arten.

Für annuelle Ackerwildkräuter, die derzeit in Ausbreitung begriffen sind (bzw. schon allgegenwärtig sind), ist typisch, daß sie bei guter Wasser- und Nährstoffversorgung sehr gut innerhalb eines weiten Temperaturoptimums keimen können. Neben *Veronica persica* und *Galinsoga ciliata* gilt dies auch für *Veronica polita*, *Poa annua*, *Chenopodium ficifolium*, *Tripleurospermum inodorum*, *Silene noctiflora* und *Matricaria discoidea* (vgl. Abb. 5, 6 und 7). Hinzu kommt noch, daß ihre Samen relativ langlebig sind und sie somit ungünstige Lebensbedingungen im Boden überdauern können. Die Samen von *Veronica persica* können in ungestörten Böden 20

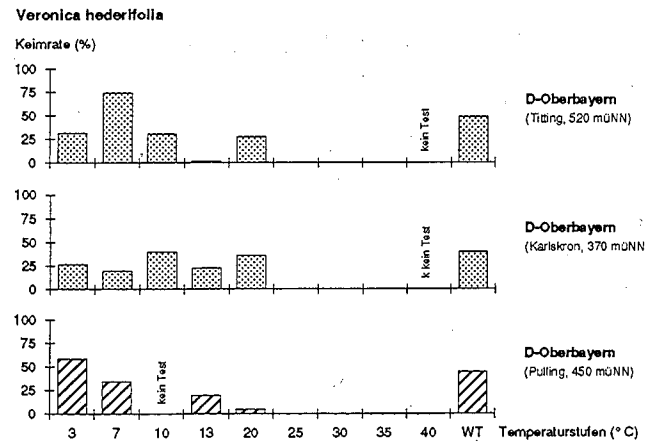
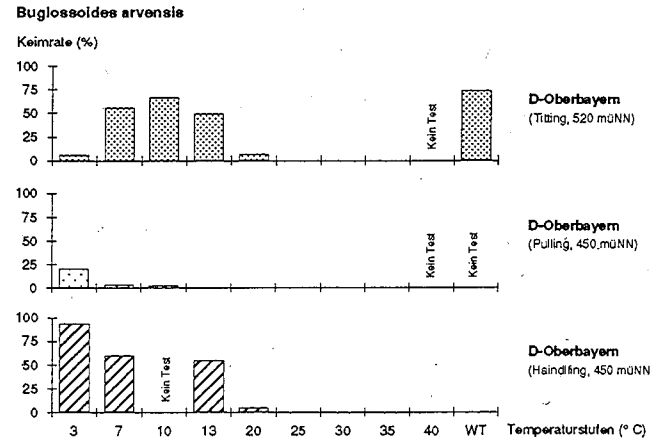
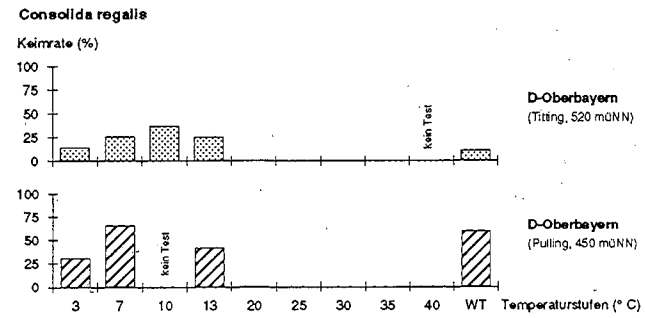


Abb. 4: Arten mit aktuellen Keimtemperaturspannen zwischen 3 und 20 °C

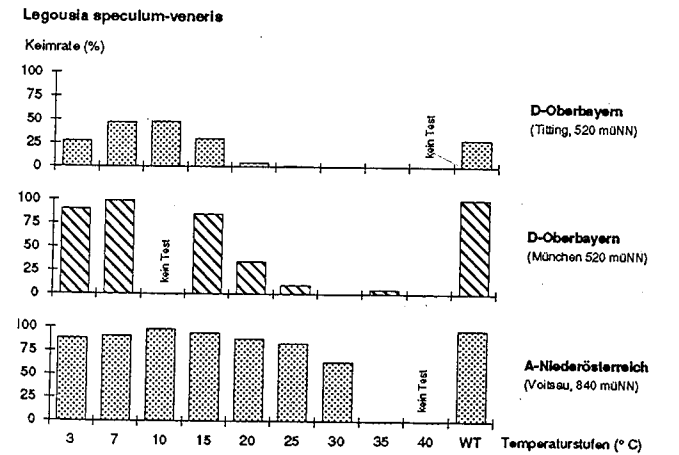
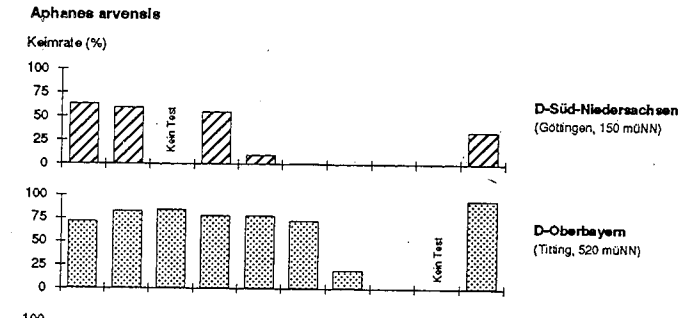
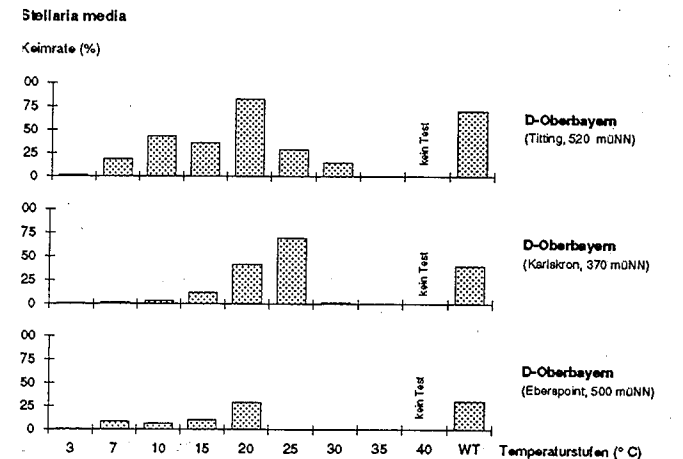
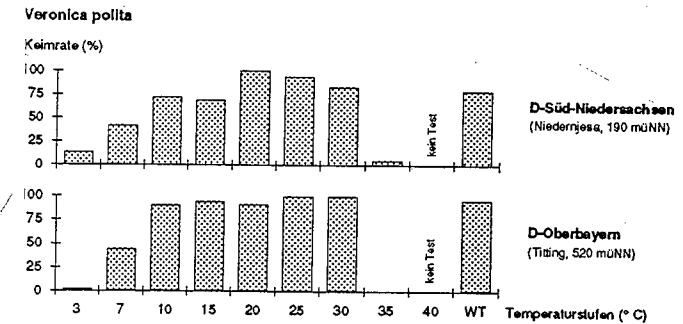
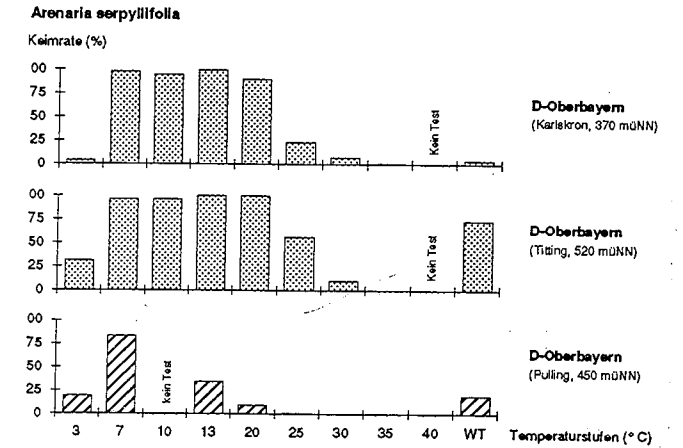


Abb. 5: Arten mit aktuellen Keimtemperaturspannen zwischen 3 und 30 °C



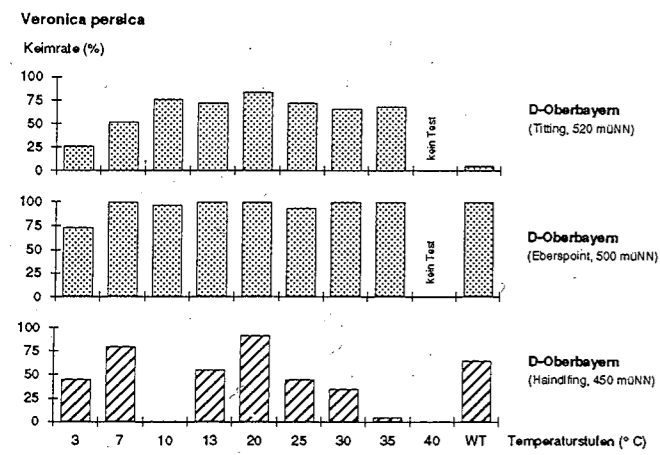
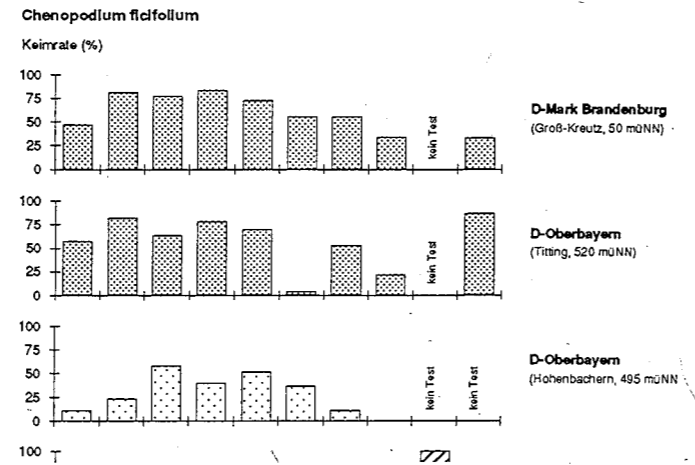
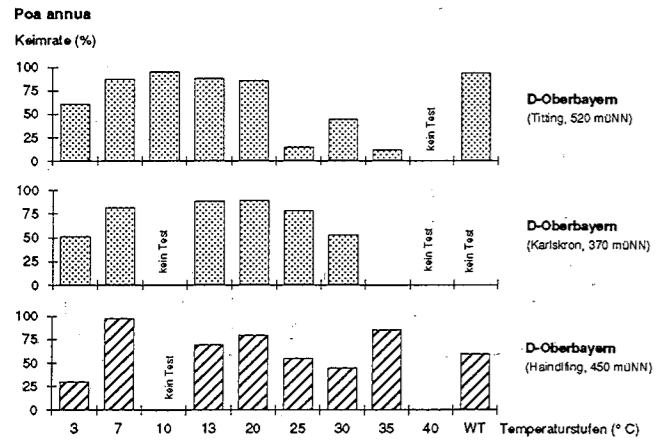


Abb. 6: Arten mit aktuellen Keimtemperaturspannen zwischen 3 und 35 °C

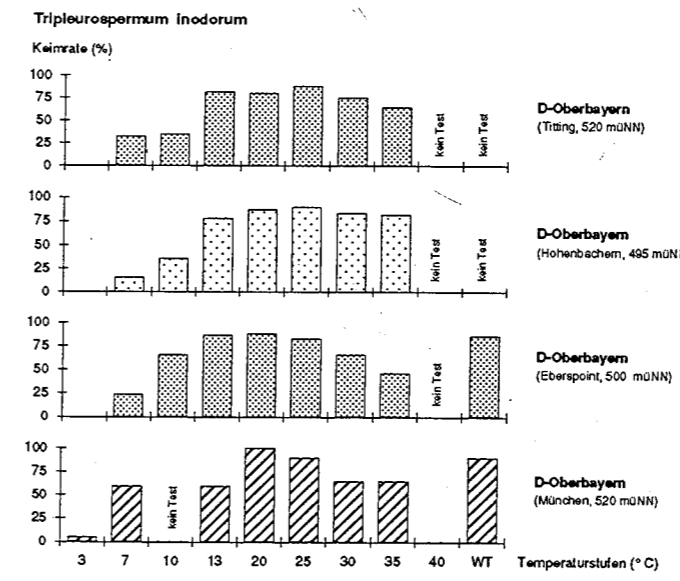
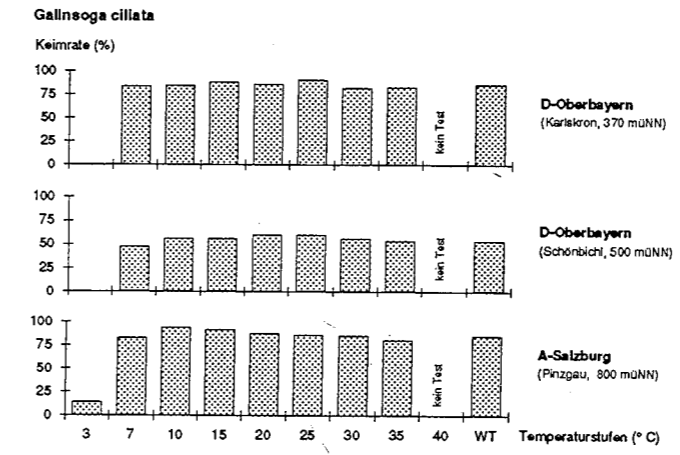
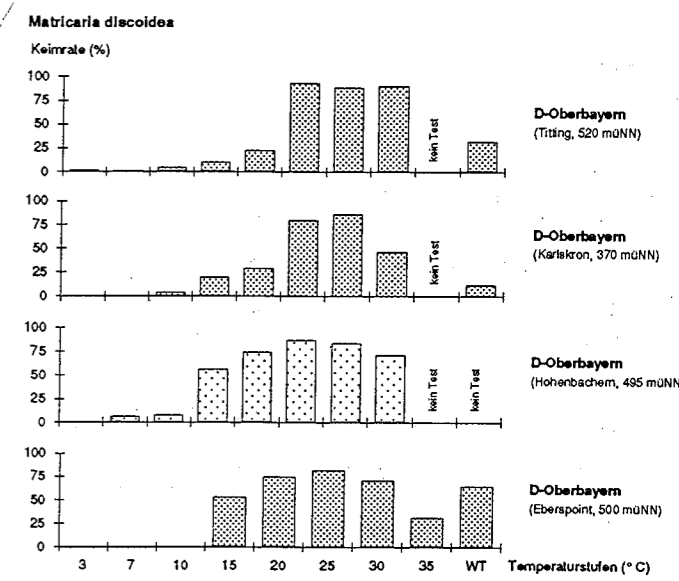
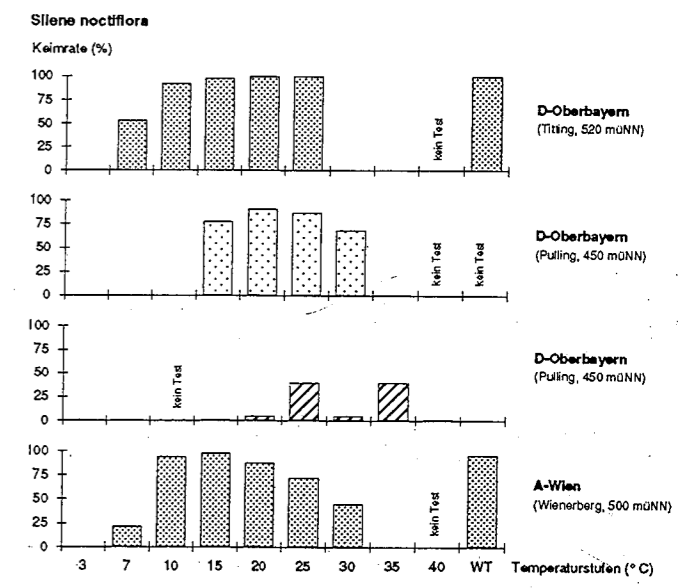


Abb. 7: Arten mit aktuellen Keimtemperaturspannen zwischen 7 und 35 °C



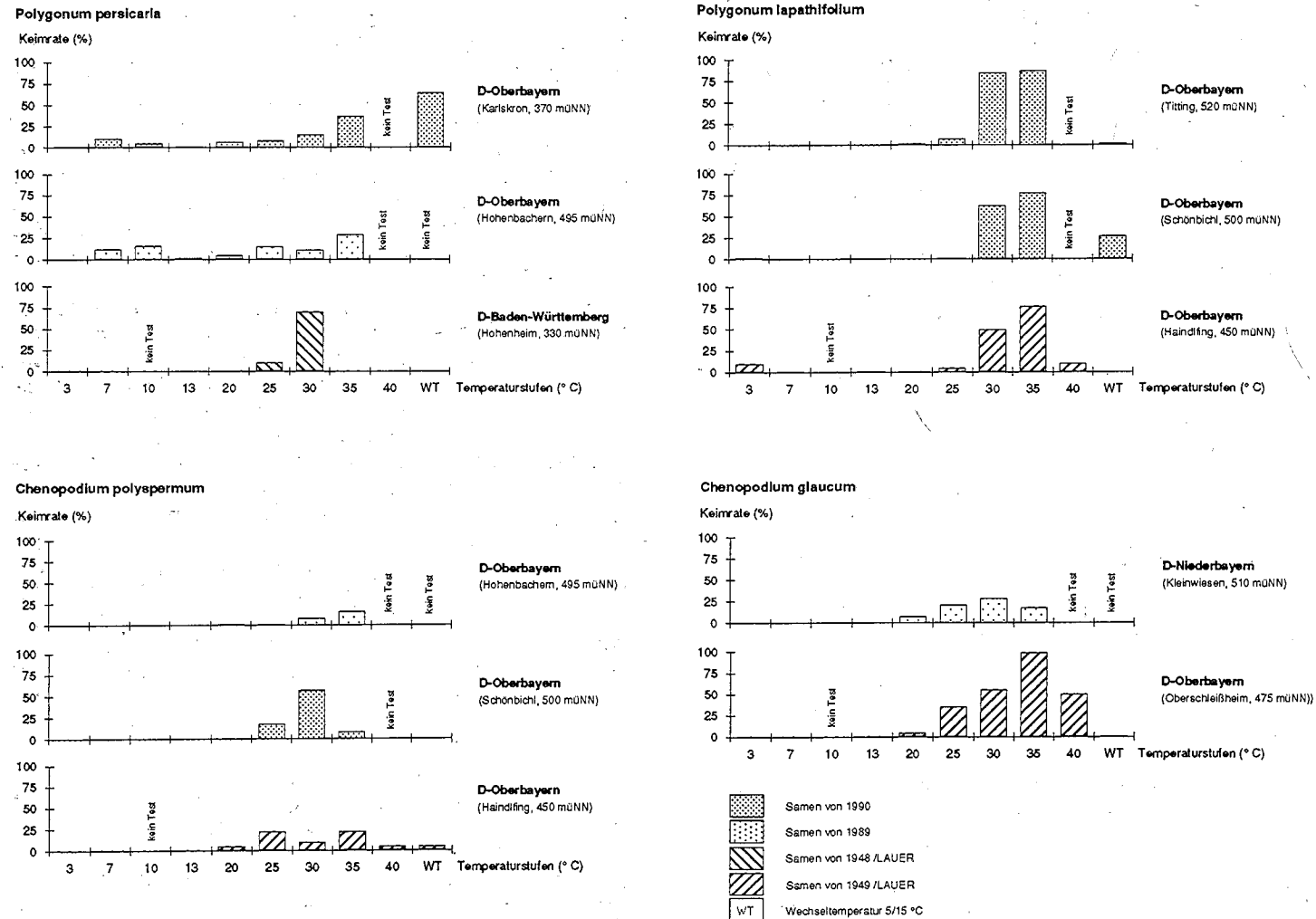


Abb. 8: Arten mit aktuellen Keimtemperaturspannen zwischen 3 und 35 °C

bis 160 Jahre lebensfähig sein (ØDUM 1965, 1974), Samen von *Poa annua* bis 30 Jahre (ØDUM 1974), Samen von *Chenopodium species* 20 bis 2.000 Jahre (ØDUM 1965, 1974) und Samen von *Tripleurospermum inodorum* bis 25 Jahre (ØDUM 1974) und Samen von *Matricaria discoidea* weisen nach sechs Jahren ungestörter Lagerung im Boden noch Keimraten von 17% auf (ROBERTS & FEAST 1973). Gegenätzlich dazu verhalten sich stark rückläufige Arten der „Roten Liste“ (KORNECK & SUKOPP 1988) wie *Agrostemma githago*, *Bromus arvensis* oder *B. secalinus*, deren Samen schon nach ein bis zwei Jahren ungestörter Lagerung im Boden die Keimfähigkeit verlieren (Ellenberg 1986).

5. Diskussion:

Konkurrenzvor- und -nachteile von zunehmenden und rückläufigen Arten

Im Zeitraum 1953/1954 bis 1985/1991 sind in den Landkreisen Freising und München Arten mit enger Bindung an kühle Keimungstemperaturen und einer entsprechend kurzen Auflaufphase auf dem Feld stark zurückgegangen. Zu diesen Arten zählen die Herbst- und Frühjahrskeimer (Auflaufzeit Oktober bis Mitte Mai) *Buglossoides arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Veronica hederifolia*, *Papaver rhoeas*, *Veronica triphyllos* und *Consolida regalis* (vgl. Tab. 1, Gruppen A-C), die LAUER (1953) als „Arten mit niederem Anspruch an die Keimtemperatur“ (Optimum zwischen 13 und 25 °C) eingestuft hat. Zu den rückläufigen Arten gehören weiterhin ausgesprochene Frühjahrskeimer (Januar bis Mitte Mai) wie *Legousia speculum-veneris*, *Neslia paniculata* und *Sherardia arvensis*. Die genannten Arten werden durch Herbizidapplikationen im Herbst und vor allem im Frühjahr sehr wirksam unterdrückt, da sie nach den Frühjahrsregulierungen nur in seltenen Einzelfällen wieder keimen können - wie auch Auszählungen von Keimpflanzen, die ALBRECHT (1989) vor und nach Herbizidapplikationen ausführte, bestätigen.

Im Konkurrenzvorteil und daher derzeit in Ausbreitung begriffen sind Arten mit indifferenten Temperaturansprüchen während der Keimung, die ihnen das Auflaufen auch noch spät im Jahr ermöglichen. Nach den Unkrautregulierungs-

maßnahmen, die während der Hauptauflaufphasen der Ackerwildkräuter (Abb. 2: Phase 4 und 5, April bis Mitte Mai) durchgeführt werden, können sich vor allem jederzeit keimfähige sommerannuelle Arten (Tab. 1: Gruppen E und F) noch/wieder entwickeln.

Diese frühauflaufenden Sommerannualen (ab März) haben z.T. sehr weite Auflaufphasen, die es ihnen ermöglichen, nach dem Abklingen der Regulierungsmaßnahmen erneut zu keimen wie z.B. *Chenopodium ficifolium*, *Veronica polita* oder *Thlaspi arvense*; dies ist eine Ursache für ihre derzeitige Ausbreitungstendenz auf Äckern.

Rückläufige Sommerannuelle (Mai bis November) sind dagegen *Galeopsis tetrahit* und *Chenopodium polyspermum* und Krumenfeuchte- und Frischezeiger wie *Gnaphalium uliginosum*, *Plantago intermedia*, *Polygonum persicaria* und *P. lapathifolium*, die einerseits spät und mit geringer Individuendichte auflaufen und daneben noch andere Konkurrenz-nachteile wie Niedrigwüchsigkeit oder geringe Samenproduktion haben (vgl. Kap. 4.2).

Beim Vergleich mit den Laborversuchen von LAUER (1953) zu den Keimtemperaturansprüchen von Ackerwildkräutern wird deutlich, daß u.a. *Aphanes arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Chenopodium ficifolium*, *Silene noctiflora* und *Veronica persica* ihre Variabilität in den Temperaturansprüchen bei der Keimung erweitert haben. Arten, die in den Vegetationsaufnahmen von LAUER (1953) und SCHRAMM (1954) nicht oder nur sehr selten vorkamen wie *Matricaria discoidea*, *Poa annua*, *Lapsana communis*, *Veronica polita* und *Galinsoga ciliata* sind durch ein sehr weites Temperaturoptimum bei der Keimung gekennzeichnet, das es ihnen ermöglicht außerhalb der Frost- und Winterperiode jederzeit zu keimen und sich zu entwickeln - vorausgesetzt, Nährstoff- und Wasser-versorgung sind gut!

Die allgemein beobachtete Verschiebung der Artenspektren der Getreideäcker von *Secalietea*- zu *Chenopodietaea*-Gesellschaften (HILBIG 1987; HÜPPE & HOFMEISTER 1990; KULP & CORDES 1986; MEISEL 1966; MEISEL & v. HÜBSCHMANN 1976; OBERDORFER 1983; TÜXEN 1962 u.a.) ist auf die Förderung sommerannualer Arten und je-

derzeit keimfähiger Ubiquisten zu Ungunsten winterannuel-
ler zurückzuführen. Dabei muß beachtet werden, daß die
ehemaligen Hackfruchtkulturen Kartoffeln und Rüben ihre
weite Verbreitung eingebüßt haben und durch Maisanbau
ersetzt worden sind, dessen Kultivierung völlig anders ab-
läuft (vgl. GEISLER 1980). Mit der Ausbreitung des Maisan-
baus in Deutschland haben sich neue Ackerwildkraut-Ges-
ellschaften formiert, die die traditionellen Hackfrucht-
Ackerwildkraut-Gesellschaften ersetzt haben (Rückgang
der „Hackfruchtarten“, vgl. dazu auch Tab. 1: Gruppe C).
Die von PASSARGE (1964), J. TÜXEN (1958) und TÜXEN
(1950) beschriebenen Ackerwildkraut-Gesellschaften sind
deshalb nicht mehr vorhanden und bei Neubearbeitungen
des pflanzensoziologischen Systems der Ackerwildkraut-
Gesellschaften wäre es notwendig, neuere Vegetationsauf-
nahmen (seit 1970) separat von den älteren zu gliedern, da
sie aus einer mittlerweile historischen Ackerbauperiode
stammen (nämlich der verbesserten Dreifelderwirtschaft),
um die vormalige Heterogenität der heutigen Homogenisie-
rung gegenüberzustellen. Aus einer Vermischung von histo-
rischen und modernen Vegetationsaufnahmen resultiert an-
sonsten eine Nivellierung in der ursprünglichen Vielfalt von
Ackerwildkraut-Gesellschaften (vgl. HÜPPE & HOFMEI-
STER, 1990).

6. Literatur

- ALBRECHT, H., 1989: Untersuchungen zur Veränderung
der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten
zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und
1986/88. - Dissertationes Botanicae 141. Berlin/Stuttgart
(Cramer in Borntraeger).
- ALBRECHT, H. & BACHTHALER, G., 1990: Veränderun-
gen der Segetalflora Mitteleuropas während der letzten
vier Jahrzehnte.
In: RIEVENHERM, S. & LIETH, H. (Hrsg.): Verh. Ges. f.
Ökologie (Osnabrück 1989) 19(2): 364-372: Anklam
- BACHTHALER, G., 1982: Das Auftreten von Unkrautarten
mit geringen Stetigkeits- und Deckungsgradwerten auf
Ackerstandorten Bayerns in den Aufnahme-Zeiträumen
1950-1960 und 1961-1980. - Angew. Botanik 56: 219 -
236.
- BACHTHALER, G., 1985: Veränderungen der Ackerun-
krautvegetation in Bayern. - Bay. Landw. Jahrb. 62:
60-75.
- BRAUN, W., 1986: Die Gabelästige Hirse, *Panicum dichtomi-
florum* Michx., eine neue Art der bayerischen Flora. -
Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 75-80.
- BRAUN, W., 1988: Auswirkungen der modernen Landbe-
wirtschaftung auf die Vegetation von Grün- und Acker-
land in Bayern. - Wiss. Z. Univ. Halle. Mitt. 1: 82-92.
- ELLENBERG, H., 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den
Alpen - (4. verb. Aufl.). Stuttgart (Ulmer). 982 S.
- GEISLER, G., 1980: Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologi-
sche Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion.
- Berlin/Hamburg (Paul Parey). 479 S.
- HANF, M., 1982: Ackerunkräuter Europas mit ihren Samen
und Keimlingen. - BASF, Ludwigshafen (1. Aufl.) 496 S.
- HELFRICH, R., 1988: Das „Acker- und Wiesenrandstreifen-
programm“ in Bayern - ein Programm zur Verbesserung
der gesamtökologischen Situation in der Feldflur. -
Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Um-
weltschutz 84: 155-160.
- HELMECKE, K. & MAHN, E.-G., 1984: Veränderungen der
Populationsdynamik ausgewählter Segetalarten in Agro-
phytozönosen durch Herbizide. - Wiss. Z. Univ. Halle 33
(5): 3-20.
- HILBIG, W., 1987: Wandlungen der Segetalvegetation unter
den Bedingungen der industriemäßigen Landwirtschaft.
- Arch. Naturschutz Landsch.forsch. 27: 229-249.
- HÜPPE, J. & HOFMEISTER, H., 1990: Syntaxonomische
Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesell-
schaften der Bundesrepublik Deutschland. - Ber. d.
Reinh. Tüxen-Ges. 2: 61-83.
- KEES, H., 1981: Zum Auftreten atrazinresistenter Samenun-
kräuter in Bayern. - Bayer. Landw. Jb. 58: 657-668.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988: Rote Liste der in der
Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, ver-
schollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen
und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. -
Schr. Reihe Vegetationskde. 19, 210 S.
- KORSMO, E., 1930: Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. -
580 S.
- KULP, H.-G. & CORDES, H., 1986: Veränderung der sozio-
logischen Bindung in Ackerwildkrautgesellschaften auf
Sandböden. - Tuexenia 6: 25-36.
- LAUER, E., 1953: Über die Keimtemperaturen von Acker-
wildkräutern und deren Einfluß auf die Zusammenset-
zung von Unkrautgesellschaften. - Flora 140: 551-595.
- MATTHEIS, A. & OTTE, A., 1992: Bericht zum Forschungs-
vorhaben „Artenhilfsprogramm für Ackerwildkräuter“ im
Regierungsbezirk Oberbayern. - Zusammenfassung der
Ergebnisse der Erfolgskontrollen 1985-1991. - Erstellt im
Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt-
schutz. Unveröff. Gutachten.
- MEISEL, K., 1966: Ergebnisse von Daueruntersuchungen
in nordwestdeutschen Ackerunkrautgesellschaften. - In:
R. TÜXEN (Hrsg.): Anthropogene Vegetation: 86-96.
Den Hague (Junk).
- MEISEL, K. & HÜBSCHMANN, A., 1976: Veränderungen
der Acker- und Gründlandvegetation im nordwestdeut-
schen Flachland in jüngerer Zeit. - Schriftenr. f. Vegeta-
tionskunde 10: 109-124.
- OBERDORFER, E., 1983: Süddeutsche Pflanzengesell-
schaften. Teil III (2. Aufl.). Stuttgart (Fischer). 455 S.
- ØDUM, S., 1965: Germination of ancient seeds; floristical
observations and experiments with archaeological da-
ted soil samples. - Danske. Botanisk. Arkiv 24(2).
- ØDUM, S., 1974: Seeds in ruderal soils, their longevity and
contribution of the flora of disturbed ground in Denmark.
- Proc. 12th Brit. Weed Contr. Conf.: 1131-1144.
- OTTE, A., 1984: Änderungen in Ackerwildkraut-Gesell-
schaften als Folge sich wandelnder Feldbaumethoden
in den letzten 3 Jahrzehnten - dargestellt an Beispielen
aus dem Raum Ingolstadt. - Dissertationes Botanicae
78. Braunschweig (Cramer).
- OTTE, A., 1990: Die Entwicklung von Ackerwildkraut-
Gesellschaften auf Böden mit guter Ertragsfähigkeit
nach dem Aussetzen von Unkrautregulierungsmaßnah-
men. - Phytocoenologia 19 (1): 43-92.
- OTTE, A., 1991: Veränderungen im Keimungs- und Auflauf-
verhalten bei *Chenopodium ficifolium* im Vergleich von
1950 zu 1985-88. - In: MAHN, E.-G. & TIETZE, F. (Hrsg.):
Agro-Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarland-
schaft. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wiss.
Beiträge 1991/6 (P46): 38-48.
- OTTE, A., 1992: Entwicklungen im Samenpotential von
Ackerböden nach dem Aussetzen von Unkrautregulie-
rungsmaßnahmen. Landw. Jahrb. 69. Jhrg. 7: 837-860.
- OTTE, A., ZWINGE, W., NAAB, M. & PFADENHAUER, J.,
1988: „Ergebnisse der Erfolgskontrolle zum Ackerrand-

streifenprogramm“ aus den Regierungsbezirken Oberbayern und Schwaben (Jahre 1986 und 1987). - Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 84: 161-206.

PASSARGE, H., 1964: Pflanzengesellschaften des nordwestdeutschen Flachlandes I. - Pflanzensoziologie 13: 139. Jena (Fischer). 298 S.

ROBERTS, H.A. & FEAST, P.M., 1973: Emergence and longevity of seeds in annual weeds in cultivated and undisturbed soil. - J. Appl. Ecol. 10: S. 133-143.

SCHRAMM, G., 1954: Die Beziehungen der Ackerunkräuter und ihrer Gemeinschaften zum Reaktionszustand und zur Struktur des Ackerlandes im Gebiet des Tertiären Hügellandes. - Dissertation Weihenstephan.

SCHUMACHER, W., 1980: Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. - Natur und Landschaft (55. Jg.) 12: 447-453.

TÜXEN, J., 1950: Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. - Mitt. Flor. - soz. Arbeitsgem. N.F. 2: 94-176.

TÜXEN, J., 1953: Zur Systematik und Ökologie der Hackfruchtunkrautgesellschaften. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 4: 147-148

TÜXEN, R., 1962: Gedanken zur Zerstörung der mitteleuropäischen Ackerbiozosen. - Mitt. Flor. - soz. Arbeitsgem. N.F. 9: 60-61.

WITTMANN, O., 1983: Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. 2. Aufl. - Materialien 21. München (Bay. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen). 30 S.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Annette Otte
Technische Universität München
Institut für Landespflege und Botanik
- Lehrgebiet Geobotanik
85354 Freising-Weihenstephan