

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II  
- Grünlandwirtschaft und Futterbau -  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Einfluss der Gerüstsubstanzen auf die *in vitro*-  
Verdaulichkeit organischer Substanz differenziert  
bewirtschafteter Winterweiden**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)  
beim Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und  
Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
Dipl.-Ing. agr. **Markus Kräling**  
aus Marburg

Gießen 2005

Dekan: Prof. Dr. R. Herrmann

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz von Boberfeld

2. Gutachter: Prof. Dr. E. Weigand

Tag der mündlichen Prüfung: 01. Dezember 2005

## Inhalt

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 EINLEITUNG .....</b>                                                    | <b>1</b>  |
| <b>2 LITERATUR .....</b>                                                     | <b>2</b>  |
| <b>2.1 Winteraußenhaltung .....</b>                                          | <b>2</b>  |
| <b>2.2 Winterfutter "auf dem Halm" .....</b>                                 | <b>4</b>  |
| 2.2.1 Pflanzengesellschaften .....                                           | 4         |
| 2.2.2 Hauptbestandsbildner .....                                             | 6         |
| <b>2.3 Verdaulichkeit organischer Substanz .....</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>2.4 Gerüstsubstanzen und Zellinhalt .....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>2.5 Verpilzung und Verdaulichkeit .....</b>                               | <b>20</b> |
| <b>2.6 Arbeitshypothese .....</b>                                            | <b>22</b> |
| <b>3 MATERIAL UND METHODEN .....</b>                                         | <b>24</b> |
| <b>3.1 Material .....</b>                                                    | <b>24</b> |
| 3.1.1 Standort und Witterung .....                                           | 24        |
| 3.1.2 Varianten .....                                                        | 26        |
| 3.1.3 TS-Ertrag und Rohproteinkonzentration .....                            | 29        |
| 3.1.4 Verdaulichkeit organischer Substanz und Ergosterol-Konzentration ..... | 29        |
| <b>3.2 Methoden .....</b>                                                    | <b>29</b> |
| 3.2.1 Probenaufbereitung .....                                               | 29        |
| 3.2.2 Analytik .....                                                         | 32        |
| 3.2.3 Datenauswertung .....                                                  | 32        |

|          |                                    |           |
|----------|------------------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>ERGEBNISSE .....</b>            | <b>33</b> |
| 4.1      | Neutral Detergent Fiber.....       | 33        |
| 4.2      | Acid Detergent Fiber .....         | 37        |
| 4.3      | Acid Detergent Lignin .....        | 41        |
| 4.4      | Wasserlösliche Kohlenhydrate ..... | 45        |
| <b>5</b> | <b>DISKUSSION .....</b>            | <b>50</b> |
| 5.1      | Pflanzengesellschaften.....        | 50        |
| 5.1.1    | Sommernaufwüchse.....              | 50        |
| 5.1.2    | Winternaufwüchse .....             | 53        |
| 5.2      | Hauptbestandbildner.....           | 61        |
| 5.2.1    | Sommernaufwüchse.....              | 61        |
| 5.2.2    | Winternaufwüchse .....             | 64        |
| 5.3      | N-Düngung .....                    | 68        |
| <b>6</b> | <b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>       | <b>75</b> |
| <b>7</b> | <b>SUMMARY .....</b>               | <b>78</b> |
| <b>8</b> | <b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>  | <b>80</b> |
| <b>9</b> | <b>TABELLENANHANG .....</b>        | <b>90</b> |

## **1 Einleitung**

Der zunehmende Preisverfall in der Milchproduktion und die damit verbundene Intensivierung bzw. deren Aufgabe bewirkt eine Freisetzung von Grünland, da die Produktion immer mehr auf Ackerstandorte ausweicht. Um typische Grünlandstandorte zu erhalten und zu nutzen, auch vor dem Hintergrund einer rentablen Bewirtschaftung für den Landwirt, bietet sich eine ganzjährige Außenhaltung von Mutterkühen und Fleischrindern an. Diese als eine der extensivsten Produktionsformen in der Landwirtschaft zeichnet sich sowohl durch ausgedehnte Weideperioden bis zum Jahresende, aber auch durch weitgehend stalllose Haltung aus. Durch eine verlängerte Weideperiode sind kostenträchtige Konserven und durch die vorwiegend stalllose Haltung Gebäudekosten einzusparen, wodurch sich marginale Grünlandstandorte sinnvoll nutzen lassen (LANGHOLZ 1992, OPITZ V. BOBERFELD 1997, OPITZ V. BOBERFELD & WOLF 2002, WÖHLER 2003). Um den Weidetieren ein adäquates Futterangebot im Winter bereitzustellen, sind Untersuchungen unter mitteleuropäischen Verhältnissen zum Ertrag und der Qualität von Winterfutter „auf dem Halm“ nötig.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, wie sich der Zellwandanteil und die Zellwandbeschaffenheit im Spätherbst und Winter verändern und welcher Einfluss von der Dynamik auf die Verdaulichkeit organischer Substanz ausgeht.

## 2 Literatur

### 2.1 Winteraußenhaltung

Periphere Regionen, wie das Lahn-Dill-Bergland und der Westerwald, gelten als benachteiligte Grünlandgebiete und Grenzertragsstandorte. Sie eignen sich daher für eine kostengünstige, immer mehr an Bedeutung gewinnende ganzjährige Außenhaltung von Mutterkühen und Fleischrindern. Diese Form der Tierhaltung stellt gleichzeitig eine der extensivsten agrarischen Landnutzungsformen dar (OPITZ v. BOBERFELD 2001a). Soll eine Winteraußenhaltung praktiziert werden, muss das Management besondere Anforderungen erfüllen. Neben ausreichendem Futter und frostsicheren Tränken, müssen den Tieren ebenso windgeschützte, trockene und falls nötig, eingestreute Liegeflächen zur Verfügung gestellt werden (VAN KEUREN 1970b, OPITZ v. BOBERFELD 1997, HOCHBERG 1998). Ergebnis einer solchen Bewirtschaftung sind ökonomische, aber auch ökologische Vorteile (LANGHOLZ 1992, BAUER 1996). So kann die Rentabilität der Mutterkuhhaltung sowohl durch geringere Kosten für Stallgebäude (BOEKER 1957, DEBLITZ et al. 1993), aber auch durch einen verringerten Arbeitszeitbedarf gesteigert werden (VAN KEUREN 1970b). Die Kosten für Konserven, wie Stroh, Heu oder Silagen, können durch eine verlängerte Weideperiode mit der Nutzung von sogenanntem Futter „auf dem Halm“ eingespart werden (HUGHES 1954, CORBETT 1957, VAN KEUREN 1970a, BARTHOLOMEW et al. 1997, HALL et al. 1998, FREEZE et al. 1999). Neben den möglichen Kosteneinsparungen zeigen sich nach SCHNEIDER (1913, 1917) positive Wirkungen auf die Vitalität der an winterlichen Weidegang angepassten Tiere. Als ökonomischer Vorteil zeigt sich die umwelt- und energieschonende landschaftspflegerische Maßnahme, die eine Haltung von Weidetieren auf Grünland mit sich bringt (LANGHOLZ 1992). Nach DEBLITZ et al. (1993) begrenzt jedoch eine mangelnde Verfügbarkeit an ausreichend tragfähigen Dauergrünlandnarben die Nutzung als Winterweiden. Beeinflusst wird die Durchführung der Winterweide durch klimatische Bedingungen, aber auch durch eine passende Narbe und besonders durch die Entwässerungseigenschaften des Bodens (LOCKHART et al. 1969). Als gute Voraussetzungen für Winterweiden nennt OPITZ v. BOBERFELD (2001b) flachgründige oder sandreiche Böden, die weder stau- noch grundwasserbeeinflusst sind, wie Rendzinen, Ranker oder Sand-Braunerden. Die genannten Böden zeichnen sich jedoch durch einen größeren Anteil an groben Kornfraktionen aus; dadurch nimmt die Durchlässigkeit des Bodens zu, was zu einer Belastung des Grundwassers mit

Nährstoffen – N und K – führen kann. Diese Akkumulationen sind vor allem in Bereichen mit erhöhter Verweildauer, wie Liege-, Futter- und Tränkeplätze, zu erwarten (ANGER et al. 1998, EBEL & MILIMONKA 1998, HOCHBERG & WEIß 1998, WEISE et al. 1998, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Die Belastung solcher hochfrequentierter Bereiche lässt sich durch gezielte Managementmaßnahmen beeinflussen; so hat ein ausreichender Weideaufwuchs eine gleichmäßige Verteilung der Tiere auf der gesamten Fläche zur Folge (PRIEBE & ZUBE 1998). Ebenso lassen sich durch das Anlegen von Strohmattflächen in den Liegebereichen oder durch einen regelmäßigen Wechsel der Futterplätze Narbenschäden und Nährstoffakkumulationen minimieren (OPITZ v. BOBERFELD 1997, 2004, EBEL & MILIMONKA 1998, HOCHBERG & WEIß 1998, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Werden zu hohe Besatzdichten gewählt, kann es zu Narbenschäden kommen, die unter dem Aspekt der Nährstoffbelastung mit *Lolium perenne* nachgesät werden müssen (OPITZ v. BOBERFELD 1997). Im Frühjahr erfordern besonders Winterweiden Pflege- und Regenerationsmaßnahmen, wie rechtzeitiges Abschleppen und Nachsaat, um das Absterben von Teilen der Narbe und die damit verbundene Verungrasungs- bzw. Verunkrautungsgefahr zu begrenzen (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). FREEZE et al. (1999) stellen Masseverluste bei Mutterkühen fest, die ausschließlich die vorhandene Narbe beweiden. Im Gegensatz dazu berichtet VAN KEUREN (1970a) aus den nördlichen USA von Massezunahmen bei Mutterkühen, denen bei Beweidung einer *Festuca arundinacea*-Narbe zusätzlich Heu angeboten wird. VILLALOBOS et al. (1997) berichten, dass auch in Nebraska Massesteigerungen bei der Zufütterung von Heu möglich sind. Saisonal auftretende Gewichtsverluste können durch kompensatorisches Wachstum in Zeiten besserer Futterversorgung ausgeglichen werden (CASTLE & WATSON 1961, HUGHES 1961, MENKE 1987). Auch für die hiesigen klimatischen Verhältnisse kann auf eine Zufütterung von Konserven nicht verzichtet werden (OPITZ v. BOBERFELD 2001b, OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002, WÖHLER 2003, WOLF & OPITZ v. BOBERFELD 2003). In Ackerpferchsystemen, die eine Alternative zur Winterweide darstellen, können Kosten für winterliche Konserven durch auflaufendes Ausfallgetreide, Stoppelreste oder Zwischenfrüchte eingespart werden (OPITZ v. BOBERFELD 1997, ECHTERNACHT 2004, NEFF 2005). Die Möglichkeit der Selektion des Futters hängt entscheidend von der Besatzdichte und dem Weidemanagement ab (WILLMS & RODE 1998); dadurch kann eine hohe Qualität des aufgenommenen Futters erreicht werden (BRYAN et al. 1970, HITZ & RUSSEL 1998),

was sich wiederum positiv in der Masseentwicklung der Weidetiere im Winter niederschlägt (LAWS & NEWTON 1987). Als Grundvoraussetzung für die Winteraußenhaltung gilt jedoch die konsequente Anpassung an die gegebenen Bedingungen, unter Beachtung von pflanzenbaulichen und tiergerechten Aspekten (OPITZ V. BOBERFELD 1997, 2001b).

## 2.2 Winterfutter „auf dem Halm“

### 2.2.1 Pflanzengesellschaften

Die sich durch Weidenutzung einstellenden Assoziationen *Festuco-Cynosureten* oder *Lolio-Cynosureten* des Verbandes *Cynosurion cristati* (= Weißkleeweiden) gehören der Ordnung *Arrhenateretalia* (= Wiesen und Weiden frischer Standorte) an (KLAPP 1965, ELLENBERG 1986). Nach OPITZ V. BOBERFELD (1994a) lassen sie sich lediglich in den Mittelgebirgslagen klar gegeneinander abgrenzen. Auf Weiden mit extensiver Bewirtschaftung und vergleichsweise geringer Düngung stellen sich *Festuco-Cynosureten* (= Rotschwingelweiden) ein; verbreitet sind sie in Höhenlagen des Mittelgebirges mit vorwiegend hohen Niederschlagsmengen und geringen Temperaturen, jedoch auch auf nährstoffarmen, wasserdurchlässigen Böden des Flachlandes (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Nach KLAPP (1965) und OPITZ V. BOBERFELD (1994a) stehen als Bodentypen meist basenarme und flachgründige Böden wie gering entwickelte Ranker sowie extreme Pseudogleye mit pH-Werten im Bereich von 5,0 an. Folgende Vertreter werden von OPITZ V. BOBERFELD (1994a) als Charakterarten des *Festuco-Cynosuretum* ausgewiesen: *Alchemilla xanthochlora*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra commutata*, *Hypochaeris radicata*, *Lathyrus linifolius*, *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris*, *Nardus stricta*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus nemorosus* und *Rumex acetosella*. Kennzeichnend für *Festuco-Cynosureten* ist die Dominanz von *Agrostis capillaris* und *Festuca rubra*; *Agrostis capillaris* ist aufgrund der geringen Bindung nicht als Kennart, sondern als Begleiter einzustufen (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Ergebnis einer hohen Intensitätsstufe sind die *Lolio-Cynosureten*, wobei folgende Vertreter als Charakterarten ausgewiesen werden: *Agrostis stolonifera*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Elymus repens*, *Lolium perenne*, *Plantago major*, *Poa annua*, *Potentilla anserina*, *Potentilla reptans*, *Rumex crispus* und *Rumex obtusifolius*. Viele der genannten Charakterarten sind gleichzeitig Kennarten verschiedener Einheiten der

Tritt- und Flutrasen (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). *Lolio-Cynosureten* zeichnen sich somit durch untergrasreiche und artenarme Bestände aus (OPITZ v. BOBERFELD 1994a), in denen nur tritt- und nutzungsfixe Arten auf Dauer bestehen können (KLAPP 1965, ELLENBERG 1986). *Lolium perenne* als namensgebende Art herrscht vor allem in maritimen Regionen vor, in kontinental geprägtem Klima nimmt diese Stellung *Poa pratensis* ein; *Lolio-Cynosureten* sind eine der wirtschaftlich bedeutendsten Pflanzengesellschaften in Mittel- und Westeuropa und in vielen meeresnahen Regionen der feuchten Mittelbreiten. Bei optimalen Standortbedingungen entwickeln sie sich ohne zusätzliche Nährstoffzufuhr und Bewirtschaftungsmaßnahmen (KLAPP 1965, OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Werden die Standortbedingungen schlechter, sind erhöhte Aufwendungen zur Erhaltung der Gesellschaft notwendig, der anthropogene Einfluss nimmt eine entscheidende Stellung ein (ELLENBERG 1986, OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Anders als bei den *Festuco-Cynosureten* sind bei den *Lolio-Cynosureten* die Variationsbreiten der anstehenden Bodentypen groß, da für das Zustandekommen dieser Gesellschaft der größte Einfluss von der Bewirtschaftungsintensität ausgeht. Vorwiegend kommen sie jedoch auf frischen und basenreichen Standorten vor, wobei meist schwere, basenreiche Böden mit einem pH-Wert von 6,0 anstehen (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). In der Vegetationszeit liefern *Lolio-Cynosureten* gegenüber *Festuco-Cynosureten* meist höhere Leistungen (KLAPP et al. 1953, OPITZ v. BOBERFELD 1994a). ELLENBERG (1986) stellt jedoch heraus, dass sich hierbei die Artenanzahlen umgekehrt verhalten. Nach STERZENBACH (2000) herrschen die beschriebenen Weidegesellschaften sowohl im Lahn-Dill-Bergland als auch im Westerwald vor, dabei unterliegen diese meist einer extensiven agrarischen Nutzung. LANGHOLZ (1992), OPITZ v. BOBERFELD (1997), FREDE & BACH (1999) und WABMUTH (2002) plädieren bei zunehmender Freisetzung von marginalen Grünlandflächen für eine Ganzjahresaußenhaltung von Wiederkäuern als extensivste Form agrarischer Nutzung. So können bei ganzjähriger Außenhaltung von Mutterkühen und Fleischrindern Futterkosten reduziert werden, wenn die Weideperiode durch Winterfutter „auf dem Halm“ verlängert wird, um dadurch teure Konserven einzusparen. OPITZ v. BOBERFELD et al. (2002) berichten von standort- und jahrunabhängiger Einsparung kostenträchtiger Konserven bis hin zum Jahreswechsel bei ab Juli von der Nutzung ausgesparten Flächen. PRIEBE & ZUBE (1998) berichten, dass die Tiere bei ausschließlicher Versorgung über stationäre

Futterraufen größtenteils (= bis zu 90%) in einem engen Umkreis um die Futterstellen verweilen, dagegen führt die Nutzung eines stehenden Winterfutterlagers meist zur Verteilung der Tiere auf der gesamten Fläche. Nach OPITZ V. BOBERFELD et al. (2002) sind *Festuco-Cynosureten* und *Lolio-Cynosureten*, bezogen auf Futtermasse und Qualität, durchaus gleichzustellen.

### 2.2.2 Hauptbestandsbildner

Üblicherweise werden von einer Art besondere Vorzüge bezogen auf Ansaat, Etablierung, Wachstum, Ausdauer, Narbendichte, Tritt- und Weideverträglichkeit, Ertrag und Futterqualität gefordert (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Eine geeignete Art für die Winterweide sollte nach WHEELER (1968) zudem noch winterhart sein und die Fähigkeit besitzen, bei niedrigen Temperaturen zu wachsen. BURNS & CHAMBLE (1979) weisen jedoch darauf hin, dass die letztgenannten Faktoren in Konkurrenz zueinander stehen, da die Einstellung des Wachstums ein Schutz vor Winterschäden darstellt. Unter den hiesigen Klimaten besteht daher ein erhöhter Bedarf an Kältetoleranz im Winter. Eine Unterbrechung des Wachstums wird den meisten Gräsern und Kräutern durch strenge Kälte aufgezwungen. Kräuter und Gräser werden wieder aktiv, wenn die Temperaturen ansteigen, da sie nicht zu den Pflanzen gehören, die ihre Winterruhe erst nach befriedigtem Kältereiz aufheben (LARCHER 1994). Ohne langwierige Abhärtungsphase wird dabei eine Frosthärte erworben, die jedoch auch schnell wieder verloren geht (GUSTA et al. 1980, RAJASHEKAR et al. 1983, LARCHER 1994). Eine höhere Frosttoleranz wird durch den Einbau kältestabiler Phospholipide in die Biomembran, aber auch durch die Anhäufung von löslichen Kohlenhydraten, erreicht (SAKAI & LARCHER 1987, LARCHER 1994). Die benötigten Kohlenhydrate werden dabei entweder aus den Reserven oder der Photosynthese bereitgestellt (SAKAI & LARCHER 1987). Bei *Festuca arundinacea* finden RAZMJOO et al. (1997) im Winter deutlich größere Mengen an Nicht-Struktur-Kohlenhydraten als in anderen Jahreszeiten.

***Lolium perenne*** ist ein horstbildendes Untergras mit rascher Anfangsentwicklung, das einer geringen Nutzungsfrequenz nicht angepasst ist (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Aufgrund seiner raschen Anfangsentwicklung wirkt es in Saatgutmischungen auf die restlichen Mischungspartner stark unterdrückend (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Auf mitteleuropäischen Weiden ist es weit verbreitet und bringt hohe futterbauliche Leistungen (PETERSEN 1988). Eine Steigerung der Ertragsanteile kann

über eine hohe Nutzungsfrequenz in Verbindung mit begrenzten N-Gaben erreicht werden (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Die kurze Winterruhe gilt als Nachteil für die Winternutzung, da so die Gefahr der Auswinterung vergrößert wird (PETERSEN 1988, KLAPP & OPITZ v. BOBERFELD 1990, WILMAN et al. 1999). Zu einer weiteren Verkürzung der ohnehin nicht ausgeprägten Winterruhe führen hohe, spät verabreichte N-Gaben (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Nach CORBETT (1957) trocknen dichte Narben dieser Art mit niedriger Aufwuchshöhe nach Regen oder Schneefall nur langsam ab und sind daher nach Frostschäden besonders anfällig für Fäulnis. Im Winter sterben bei *Lolium perenne* eine große Anzahl von Trieben nicht nur aufgrund von Frost, sondern auch durch milde und feuchte Winterwitterung ab (THOMAS & NORRIS 1979). Um Frosttoleranz zu erlangen, benötigt *Lolium perenne* lange kältere, aber frostfreie Phasen. Eine höhere Lichteinstrahlung vor und während der Abhärtungsphase wirkt dabei verbessernd auf die Kältetoleranz und führt letztendlich zu einem Anstieg der wasserlöslichen Kohlenhydrate (LAWRENCE et al. 1973). THOMAS & NORRIS (1981) stellen fest, dass erhöhte Temperaturen im Winter zu einer Erhöhung von Blattanteil und Blattfläche und zu einer Verringerung der wasserlöslichen Kohlenhydrate in der Halmbasis führen. *Lolium perenne* erzielt nach KLAPP et al. (1953) den mit der Wertzahl 8 höchsten Futterwert und wird sowohl als Heu als auch frisch gern gefressen.

***Festuca arundinacea*** findet in Mitteleuropa auf dem Wirtschaftsgrünland keine Berücksichtigung mehr (OPITZ v. BOBERFELD 1994a), wird jedoch weltweit für die gemäßigten Breiten aufgrund seiner Eigenschaften als wintergrüne Art für die Winterweide empfohlen (BOEKER 1957, STÄHLIN & TIRTAPRADJA 1974, TAYLOR & TEMPELTON 1976, ALLEN et al. 1989, BARTHOLOMEW et al. 1997, OPITZ v. BOBERFELD 1997). Weitere Vorteile von *Festuca arundinacea* im Hinblick auf eine Winternutzung sind die Fähigkeit, raue Winter zu überstehen, der aufrechte Wuchs sowie das lange Vorhandensein grüner Pflanzenteile (RAYBURN et al. 1979). Der Vertreter wird von MATCHES (1979) als möglicherweise bestes kältetolerantes Gras für die Nutzung von Winterfutter „auf dem Halm“ bezeichnet. In der extensiven Haltung von Mutterkühen und Fleischrindern spielt *Festuca arundinacea*, insbesondere im Norden Amerikas, als wichtigstes Winterfutter eine entscheidende Rolle (COLLINS & BALASKO 1981, BARTHOLOMEW et al. 1997). Trotz einer langsamen Jugendentwicklung (PETERSEN 1988) besitzt es mit fortschreitender Entwicklung eine hohe Kampfkraft (KLAPP & OPITZ v. BOBERFELD 1990). Aufgrund der mangelnden Futterakzeptanz und des

Blütenwuchses bezeichnen KLAPP & OPITZ v. BOBERFELD (1990) *Festuca arundinacea* jedoch als narbenentwertend. Im Vergleich mit *Festuca pratensis* sehen STÄHLIN & TIRTAPRADJA (1974) *Festuca arundinacea* als ansaatwürdiges Futtergras in Mitteleuropa an. Nach BARTHOLOMEW et al. (1997) ist *Festuca arundinacea* als Winterfutter „auf dem Halm“ vergleichbar mit Heu mittlerer Qualität. WILMAN et al. (1999) berichten, dass *Festuca arundinacea* unter kontinentalen Bedingungen harte Winter deutlich besser übersteht als *Lolium perenne*. Mit der Wertzahl 4 (KLAPP et al. 1953) wird die geringe Futterqualität und die mangelnde Futterakzeptanz beschrieben. Als Ursache für die mangelnde Futterakzeptanz wird, insbesondere bei physiologisch älteren Beständen, die Einlagerung von Silikaten in die Blätter (WILKINSON & MAYS 1979) angesehen, die dem Gras insgesamt einen scharfkantigen und derben Charakter verleihen (KLAPP & OPITZ v. BOBERFELD 1990).

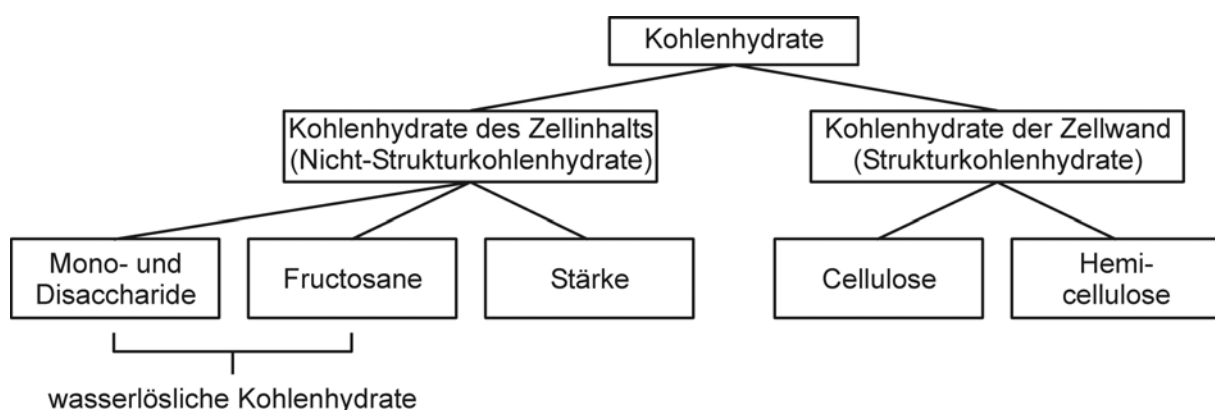
### 2.3 Verdaulichkeit organischer Substanz

Um die Energiedichte von Futtermitteln, welche in enger Beziehung zur Verdaulichkeit organischer Substanz steht, sicher zu bestimmen, sind *in vivo*-Fütterungsversuche notwendig; diese erzielen offenbar die exaktesten Ergebnisse, sind aber zeit- und kostenaufwendig. Für die Praxis werden schnelle und möglichst genaue Methoden benötigt, die bei der Schätzung der Verdaulichkeit organischer Substanz den wahren Werten möglichst nahe kommen sollen. Aus diesem Grund müssen die Schätzmethoden anhand der *in vivo*-Ergebnisse standardisiert und kalibriert werden (MENKE & STEINGASS 1987, ANONYMUS 1997, POTTHAST et al. 1997, KIRCHGEßNER 1998). Nach OPITZ v. BOBERFELD (1994b) ist eine große Auswahl an Schätzmethoden vorhanden, die sich in Zeit- und Kostenaufwand, Genauigkeit und Reproduzierbarkeit unterscheiden. Die Schätzmethoden können in biologische, enzymatische, chemische und physikalische Ansätze eingeteilt werden. Als biologischer Ansatz kann der zu den *in vitro*-Pansensaftmethoden zählende Hohenheimer Futterwerttest (= HFT) genannt werden; hierbei wird zur Schätzung der Verdaulichkeit organischer Substanz das Probenmaterial 24 Stunden mit Pansensaft fermentiert. Gemessen wird im HFT die Gasbildung als Kohlendioxid (= CO<sub>2</sub>) oder Methan (= CH<sub>4</sub>) (MENKE et al. 1979). Eine Pepsin-Salzsäure-Behandlung und anschließende Verdauung mittels Enzymen, hauptsächlich Cellulase, zählt zu den enzymatischen Methoden (ANONYMUS 1997). Zu der Gruppe der chemischen Ansätze gehört die Weender Futtermittelanalyse, anhand derer die Rohnährstoffe

bestimmt und berechnet werden, um so mittels multipler Regressionsgleichungen die Energiedichte zu schätzen. Eine weitere chemische Methode ist das -bedingt durch Aufwand und Exaktheit- international stärker verbreitete Detergentien-Verfahren nach VAN SOEST & MARCUS (1964). Hierbei werden die Zellkomplexe in die Fraktionen Zellinhalt, NDF, ADF und ADL unterteilt. NDF, ADF und ADL stellen die schwerer oder unverdaulichen Gerüstsubstanzen, welche Ableitungen für die Verdaulichkeit und damit für die Energiedichte ermöglichen, dar (OPITZ V. BOBERFELD 1994a). Die Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie (= NIRS) wird als physikalische Methode zur Schätzung der Verdaulichkeit herangezogen. Dabei wird die gemahlene Substanz mit Licht definierter Wellenlänge (1400 bis 2600 nm) stufenweise bestrahlt und die Intensität des diffus reflektierten Lichtes gemessen (NORRIS et al. 1976). DEINUM & VAN SOEST (1969), BOSMAN (1970), O' SHEA et al. (1972), VAN DER KOELEN & VAN ES (1973), TINNIT & THOMAS (1976), AERTS et al. (1977), KIRCHGEßNER & KELLNER (1981), OPITZ V. BOBERFELD et al. (2003) kommen zu dem Schluss, dass mit lebenden Mikroorganismen aus dem Pansen offenbar deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden. Nach MENKE et al. (1979) ist der HFT -verglichen mit anderen *in vitro*-Verfahren- wesentlich genauer, einfacher in der Durchführung und weniger kostenaufwendig. Zwar sind *in vitro*-Pansensaftverfahren arbeitsaufwendiger, da Spendertiere für den Pansensaft benötigt werden, jedoch sind die Schätzergebnisse dieser Verfahren wesentlich genauer, vor allem wenn das Probenmaterial Substanzen enthält, die die Aktivität der Mikroorganismen im Pansen beeinflussen können. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (= Tannine, Iridoide u.a.) (STÄHLIN 1971, ISSELSTEIN 1994) oder Pilze (HÖLTERSHINKEN et al. 1996b, 2000) können Interferenzen verursachen, was in Low-Input-Systemen nicht auszuschließen ist (OPITZ V. BOBERFELD et al. 2003). Keine befriedigenden Korrelationen sowohl bei der Energiedichte, geschätzt nach HFT bzw. chemischer Methode, als auch bei der Verdaulichkeit organischer Substanz, geschätzt nach HFT bzw. enzymatischer Methode, von Winterweidefutter finden OPITZ V. BOBERFELD et al. (2003); dies führen die Autoren auf hohe Rohfaserkonzentrationen oder sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe zurück. Die zuverlässigste Methode zur Schätzung der Energiedichte in Winterweidefutter ist offenbar die *in vitro*-Methode mit Pansensaft (HÖLTERSHINKEN et al. 1996b, 2000, OPITZ V. BOBERFELD et al. 2003).

## 2.4 Gerüstsubstanzen und Zellinhalt

Grünfütter -wie auch andere pflanzliche Futtermittel- bestehen in ihrer organischen Substanz zu 60 bis 80% aus Kohlenhydraten (JEROCH et al. 1993). Die Kohlenhydrate werden innerhalb des Pflanzengewebes nach Lokalisierung und Funktion in Kohlenhydrate des Zellinhaltes und Kohlenhydrate der Zellwand unterschieden. Nach OPITZ v. BOBERFELD (1994a) dienen Kohlenhydrate neben der Grundsubstanz für andere organische Verbindungen, wie Proteine, Fette, Enzyme und Vitamine, und -entsprechend ihrem Molekulargewicht bzw. Polymerisationsgrad- als Energiequelle, Reserven und Strukturbildner.



**Abb. 1:** Aufgliederung der Kohlenhydrate, verändert nach JEROCH et al. (1993)

Die Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten richten sich nach Pflanzenart und Verhältnis von Assimilationsleistung zu Wachstumsintensität. Nach JEROCH et al. (1993) können sich wasserlösliche Kohlenhydrate vor allem bei hoher Lichtintensität anreichern, dabei wird die Nutzung der Assimilate für das Wachstum durch Temperatur-, Wasser- oder Stickstoffmangel begrenzt. So kann die Konzentration der wasserlöslichen Kohlenhydrate ein und derselben Art unterschiedlich sein und sowohl von der Umwelt als auch vom Entwicklungsstadium der Pflanzen abhängen.

Im Gegensatz zur Zelle bei Tieren zeichnet sich die Zelle der Pflanze durch eine stark ausgeprägte Zellwand mit einer Dicke von 0,5–1,0 µm aus (MENGEL 1991). Kohlenhydrate bilden neben Protein und Lignin den Hauptbestandteil der Zellwand. Die Kohlenhydrate Cellulose und Hemicellulose liegen in hochpolymerer Form vor. Während des Pflanzenwachstums wird zuerst die Mittellamelle und die Primärwand ausgebildet, die anfangs plastisch gedehnt werden können und sich dem Wachstum

der Zelle anpassen (CZIHAK et al. 1981). Während des Wachstumsprozesses wird die Primärwand dicker, d.h. es kommt zu einer Erhöhung der Trockensubstanz. Durch Apposition (= Substanzanlagerung) erfolgt das Zellwachstum, dabei werden die älteren Wandlamellen gedehnt und infolgedessen dünner und lockerer. Daneben lagert der Protoplast von innen her neue Wandlamellen ab (CZIHAK et al. 1981). An diese sogenannte Primärwand legt sich eine dünne Übergangslamelle an; es folgt eine massive, oft über 30 Lamellen umfassende Hauptschicht, die besonders cellulosereich ist. Den Abschluss bildet die Tertiärschicht. Durch die Bildung der Sekundärwand kommt es zu einer Einschränkung des Zelllumens, was zum Tod des Protoplasten führen kann (CZIHAK et al. 1981). Lignin entsteht als echtes Polymerisat aus verschiedenen Phenylpropan-Monomeren in der Zelle selbst. Dieser Vorgang wird als Inkrustation oder Verholzung bezeichnet.

Cellulose ist der wichtigste Bestandteil der pflanzlichen Zellwand und setzt sich aus unverzweigten Glucosemonomeren zusammen, welche aus Molekülketten mit einer Länge von 10 000 bis 15 000 Glucoseeinheiten bestehen und  $\beta$ -glykosidisch verknüpft sind (FENGEL 1985). Diese Verknüpfung ist im Gegensatz zur  $\alpha$ -glykosidischen Bindung schwer spaltbar. In die Matrix aus Hemicellulosen, Pektinstoffen, Lignin und Proteinen sind die Cellulose-Mikrofibrillen in die Primärwand eingelagert. Die Verbindungen zwischen den Hemicellulosen und den Cellulose-Mikrofibrillen bestehen aus Wasserstoff-Brücken, daher sind sie relativ schwach. Da Wiederkäuer über keine körpereigenen Verdauungsenzyme verfügen, die es erlauben,  $\beta$ -glykosidische Verbindungen zu spalten, sind sie auf bakterielle Enzyme angewiesen.

Hemicellulose stellt ein pflanzliches Heteropolysaccharid aus Hexosen (= Glucose, Fructose, Mannose und Galactose), Pentosen (= Arabinose, Xylose) und Uronsäuren (= Glucuronsäure, Galacturonsäuren) dar (MENGEL 1991). Da Hemicellulose im Vergleich zur Cellulose weniger regelmäßig aufgebaut ist, ist sie auch weniger kristallin. Sie ist als Zellwandbestandteil in das Gerüst der Cellulosefibrillen eingelagert, wobei die Monomere Glucose und Xylose mit dem Alter zunehmen, die Monomere Galactose und Arabinose nehmen dagegen ab.

Lignin gilt als Nicht-Kohlenhydratbestandteil vieler pflanzlicher Zellen (JEROCH et al. 1993). Im Gegensatz zur Cellulose ist Lignin ein Mischpolymerisat aus verschiedenen Phenylpropan-Monomeren. Die Synthese des Lignins und die Inkrustierung von Zellwänden mit Lignin werden als Verholzung bezeichnet. Im

Allgemeinen sind im Stängel bzw. Halm höhere Ligningehalte als in den Blättern zu finden (BRICE und MORRISON 1982, TWIDWELL et al. 1988, BUXTON 1990, JUNG & VOGEL 1992, OPITZ v. BOBERFELD 1994b). Lignin hat in der Zellwand vor allem Stützfunktion.

Zur besseren Differenzierung der Kohlenhydrate, insbesondere der Gerüstsubstanzen, wird von VAN SOEST ein Analyseverfahren vorgeschlagen, anhand dessen Hemicellulose, Cellulose und Lignin quantifiziert und somit die Weender Analyse ergänzt werden kann (KIRCHGEßNER 2004). Durch die Rohfaserbestimmung wird je nach Futtermittel ein mehr oder weniger großer Anteil der Gerüstsubstanzen erfasst oder bleibt in Lösung, so dass die Fraktion der N-freien Extraktstoffe positiv oder negativ beeinflusst wird (KIRCHGEßNER 2004). Da die Weender Analyse ein summarisches Verfahren ist, werden nur Stoffgruppen erfasst. Diese Stoffgruppen sind sowohl in der chemischen Zusammensetzung als auch in ihrem physiologischen Wert unterschiedlich, daher werden sie als Rohnährstoffe bezeichnet (KIRCHGEßNER 2004). Des weiteren werden nicht alle Nährstoffe durch die Analyse bestimmt, sondern zum Teil errechnet, dabei können sich z. B. bei den N-freien Extraktstoffen Fehler summieren. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Weender Analyse nicht vollkommen durch die Methode nach VAN SOEST ersetzt werden kann. Es ist vielmehr durch zusätzliche Analysen eine Kombination anzustreben, da das gesamte System der Fütterungslehre bisher auf die Weender Analyse aufbaut (KIRCHGEßNER 2004).

Die Rohfaser ist die Fraktion, welche bei verschiedenen Tierarten die größten Unterschiede in der Verdaulichkeit aufweist. Die aufgenommene Menge der Rohfaser beeinflusst auch die Verdaulichkeit anderer Nährstoffgruppen; so müssen zuerst die Zellwände -beim Wiederkäuer durch Mikroorganismen- aufgeschlossen werden, um dem Wirt die Nutzung der Zellinhaltsstoffe zu ermöglichen oder zu erleichtern (CZIHAK et al. 1981, KIRCHGEßNER 2004). Im Gegensatz zu den Monogastern werden die Kohlenhydrate beim Wiederkäuer durch die Mikroben bis zu den niedrigen Fettsäuren abgebaut (KIRCHGEßNER 2004). Diese Abbauvorgänge betreffen neben Stärke, Mono- und Oligosaccharide, auch solche Kohlenhydrate, für die das höhere Tier an sich keine Enzyme besitzt, wie Cellulose, Hemicellulose, Fructosane und Pektine. Lignin wird im Allgemeinen als unverdaulich angesehen. Die Kohlenhydrate werden zunächst zu Pyruvat (= Brenztraubensäure) gespalten. Anschließend entsteht über den Acrylatweg bzw. Succinatweg Propionsäure sowie

durch Decarboxylierung von Pyruvat Acetat und Butyrat. Nach KIRCHGEßNER (2004) werden die einzelnen Kohlenhydrate der löslichen Fraktion unterschiedlich stark umgesetzt, so Saccharose, Glucose und Fructose fast vollständig, Galactose, Xylose und Arabinose dagegen nur zur Hälfte. Zusammensetzung und Zustandsform des Futters beeinflussen die Menge aber auch die prozentualen Anteile der einzelnen Fettsäuren an der Gesamtmenge.

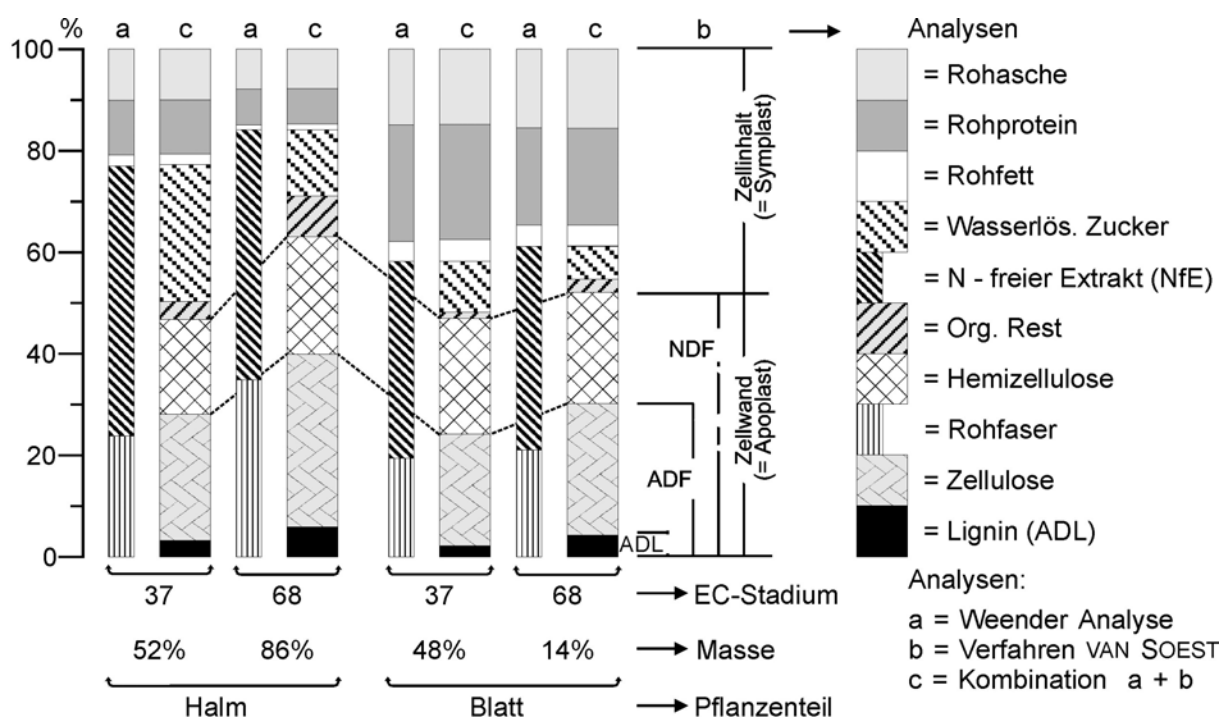
**Tab. 1:** Wirkung von Kohlenhydraten auf das Fettsäuremuster im Pansen, nach KIRCHGEßNER (2004)

| Ration                        | relativer Anteil von |                 |                 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
|                               | Acetat               | Propionat       | Butyrat         |
| cellulosereich                | hoch                 | gering          | gering          |
| stärkereich                   | gering               | mittel bis hoch | mittel bis hoch |
| mono-<br>oliogosaccharidreich | gering               | hoch            | hoch            |

Die kurzkettigen Fettsäuren diffundieren gemäß dem Konzentrationsgefälle durch die Pansenwand ins Blut und stehen so für verschiedene intermediäre Umsetzungen zur Verfügung, z.B. Energiegewinnung oder Fettsynthese (CZIHAK et al. 1981).

Die schwer oder unverdaulichen Gerüstsubstanzen, welche sich durch die Fraktionen NDF (= Neutral Detergent Fiber), ADF (= Acid Detergent Fiber) und ADL (= Acid Detergent Lignin) darstellen lassen (OPITZ v. BOBERFELD 1994a), sind in der Lage, Ableitungen für die Verdaulichkeit und damit der Energiedichten zuzulassen. Die Funktion:  $NEL \text{ (MJ kg TS}^{-1}\text{)} = 9,23 - 0,105 \times \text{ADF (in \%)}$  wird von KIRCHGEßNER & KELLNER (1981) für die Schätzung der Energiedichte angegeben. Die Zellkomplexe werden nach VAN SOEST & MARCUS (1964) mit Hilfe des Detergentien-Verfahrens in Fraktionen unterteilt. Nach JEROCH et al. (1993) gilt derjenige Stoffteil als Zellwandsubstanz, der sich in Neutraldetergens nicht auflöst (= NDF). Dabei beinhaltet NDF die Hemicellulose, Cellulose und Lignin. Rohprotein, Rohfett, wasserlösliche Kohlenhydrate und Stärke sowie eine Restfraktion, die überwiegend aus organischen Säuren besteht, bilden -als den in Lösung gehenden Anteil- die Zellinhaltsstoffe. Zur weiteren Auftrennung der Zellwandsubstanz dient der Rückstand, der sich in Säuredetergens nicht löst (= ADF). Die Fraktion ADF umfasst dabei Cellulose und Lignin. Aus der Differenz zwischen NDF und ADF lässt sich die Hemicellulose berechnen. Wird der ADF-Rückstand mit 72%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  behandelt,

verbleibt als Rückstand die Fraktion Lignin, welche als ADL bezeichnet wird. Cellulose ergibt sich aus der Differenz zwischen ADF und ADL. Nach JEROCH et al. (1993) gehören die Pektine zwar zytologisch zur Zellwand, werden jedoch nach dem beschriebenen Analyseverfahren als Zellinhalt erfasst und gelten im Allgemeinen als hochverdaulich. Abb. 2 stellt die verschiedenen Stoffgruppen, ermittelt aus Weender Analyse und Detergentienmethode sowie eine Kombination der beiden Verfahren dar. Deutlich werden in der Darstellung auch die Ähnlichkeiten zwischen den Fraktionen ADF und Rohfaser, wobei die ADF-Werte ein etwas höheres Niveau erreichen (OPITZ V. BOBERFELD 1994a).



**Abb. 2:** Pflanzenteilspezifische Stoffgruppen (in %) verschiedener Entwicklungsstadien (EC 37 = Fahnenblatt sichtbar, EC 68 = Anthesis abgeschlossen) von *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* nach OPITZ V. BOBERFELD (1994a)

OPITZ V. BOBERFELD (1994a) bezeichnet die Energiedichte und die Verdaulichkeit eines Weideaufwuchses als Maß für die Leistungsfähigkeit eines Bestandes. PRAGER (1983) und WILMAN & REZVANI MOGHADDAM (1998) berichten in der Vegetationsperiode von offensichtlich geringeren Verdaulichkeiten von *Festuca arundinacea* gegenüber *Lolium perenne*, dabei zeigen die Arten im September die höchsten Konzentrationen und die größten Differenzen in der Verdaulichkeit organischer Substanz. Im Juni und im Februar beobachten sie niedrigere Konzentrationen, hier sind auch die Unterschiede zwischen den Arten kaum von praktischer Relevanz. BARTHOLOMEW et al. (1997) stellen keinen Effekt der Art oder

des Artengemisches auf die Gehalte von NDF, ADF und ADL fest, wobei sich die Artengemische aus *Festuca arundinacea* dominierten Winterweiden zusammensetzen, in denen sich auch geringe Anteile von *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Dactylis glomerata* und *Poa pratensis* befinden. Des weiteren findet PRAGER (1983) keine Unterschiede in der Konzentration von Rohfaser, ADF, Cellulose und Lignin bei *Festuca arundinacea* gegenüber *Lolium perenne*, jedoch höhere Konzentrationen an Hemicellulose. Eine Abnahme der Verdaulichkeit im Winter bringen OCUMPAUGH & MATCHES (1977) mit einem verzögerten Wachstum bei gleichzeitig vergleichsweise höheren Temperaturen und geringem Niederschlag in Zusammenhang. Sie stellen jedoch fest, dass eine Abnahme der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz jahrabhängig unterschiedlich sein kann. Wird kein Abfall in der Konzentration der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz festgestellt, so begründen OCUMPAUGH & MATCHES 1977 dies mit auftretenden Wachstumsprozessen der Narbe. Eine Abnahme der Verdaulichkeit finden sie vor allem bei einsetzendem Frost, wobei *Festuca arundinacea* seine Qualität bis in den Herbst beibehält. WILMAN & REZVANI MOGHADDAM (1998) stellen bei *Lolium perenne* gegenüber *Festuca arundinacea* sowohl niedrigere NDF- als auch Lignin-Konzentrationen fest; sie vermuten, dass dies durch die dickeren Zellwände der großlumigeren Zellen von *Festuca arundinacea* verursacht wird. Nach COLLINS & BALASKO (1981) geht der größte Einfluss auf die Verdaulichkeit organischer Substanz vom Wintererntetermin aus. Bei kurzer Schonung und günstigen Witterungsbedingungen zeigt sich in Maryland/USA mit fortschreitender Zeit kein oder nur ein geringer Rückgang der Verdaulichkeit (ARCHER & DECKER 1977a). COLLINS & BALASKO (1981) stellen einen Anstieg der Verdaulichkeit im Winter fest, wobei dies bei längerer Wachstumsphase unter härteren Witterungsbedingungen und verzögerter Vornutzung der Fall ist. RADOJEVIC et al. (1994) stellen unter australischen Bedingungen im Herbst Verdaulichkeiten organischer Substanz von bis zu 52% bei verschiedenen Sorten von *Lolium perenne* fest. In diesen Klimaten werden die höchsten Verdaulichkeiten im Winter und Frühjahr verzeichnet, wobei dies die Autoren auf den in den Sommermonaten herrschenden Trockenstress zurückführen. OCUMPAUGH & MATCHES (1977), COLLINS & BALASKO (1981), HITZ & RUSSELL (1998), WOLF (2002), WÖHLER (2003) und ECHTERNACHT (2004) stellen abnehmende Verdaulichkeiten fest, je später die Nutzung im Winter erfolgt. Von einer Abnahme der Verdaulichkeit berichten auch BROWN et al. (1963) und führen

dies auf die Änderung des Blatt-Halm-Verhältnisses mit fortlaufender Entwicklung der Bestände zurück; darauf weisen auch OPITZ v. BOBERFELD (1994a) und SMOUTHER et al. (1995) hin. OPITZ v. BOBERFELD (1994b) beschreibt den Alterungsprozess, wobei sich junge Pflanzenteile durch eine hohe Konzentration an Nährstoffen und Wasser sowie einen geringen Anteil an Strukturkohlenhydraten auszeichnen. Auch WAITE et al. (1964) berichten bei Gräsern im frühen Entwicklungsstadium von leicht verdaulichen Bestandteilen, was hohe Energiegehalte zur Folge hat. Infolge der Substanzbildung nehmen je Tag die ADF- bzw. die Rohfaser-Konzentrationen in der Vegetationsperiode um ca. 0,2% mit relativ geringer Varianz zu. Im Zuge der Entwicklung berichtet OPITZ v. BOBERFELD (1994b) von einer Verschiebung des Blatt-Halm-Verhältnisses. Dabei erlangt der Halm eine größere Masse. Wird die Energiedichte über HFT geschätzt, so ist in frühen Entwicklungsstadien der Halm wertvoller als das Blatt. Mit dem Erscheinen der Blütenstände verhält es sich bei den Gräsern umgekehrt (OPITZ v. BOBERFELD 1994b). Auch BALLARD et al. (1990) finden unter australischen Bedingungen während der Blüte von *Lolium rigidum* Verdaulichkeiten organischer Substanz von 58% und 69 Tage nach der Blüte noch 36%. Auch diese Autoren begründen dies mit einem zunehmenden Halmanteil, welcher am schlechtesten verdaulich ist. Nimmt nun im Zuge der Reife der Halmanteil an der Trockenmasse des gesamten Bestandes zu, so nimmt die Verdaulichkeit des gesamten Bestandes ab. In den Untersuchungen von FRIBOURG & BELL (1984) erfolgt die Schonung eines *Festuca arundinacea*-Bestandes von Juli, August bzw. September und eine Beerntung bis in den Januar, wobei sich keine Veränderungen der NDF- und ADF-Konzentration zeigen. Dass im Herbst und Winter die Faserkonzentrationen ansteigen, stellen auch ARCHER & DECKER (1977a) fest. Die Autoren berichten in diesem Zusammenhang von einem Anstieg toter Blätter von 20 auf 46% im Herbst und frühen Winter; in der gleichen Untersuchung weisen die toten Blätter deutlich höhere Konzentrationen an NDF, ADF und ADL auf. Durch einen Anstieg toter Blätter von 10% wird die *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz je nach Untersuchungsjahr zwischen <1,0% bis 3,4% negativ beeinflusst; die Autoren ziehen in ihrer Studie den Schluss, dass jegliche Behandlung, die einen Effekt auf den Anteil toter Blattmasse hat, sich in der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz niederschlägt. Diese Beziehung bestätigen sie durch signifikante Korrelationen zwischen dem Anteil toter Blätter und der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz; sie stellen sowohl durch N-Applikation als auch

durch Artunterschiede Effekte auf die Anzahl toter Blätter fest, wodurch sowohl der Fasergehalt als auch die Qualität beeinflusst wird. Die Effekte der N-Applikation sind jedoch gering und steigern in erster Linie den Trockenmasseertrag. Bei Untersuchungen von WILKINS (2002) in England, der blattreiche und „normale“ Sorten von *Lolium perenne* vergleicht, ist ein deutlicher Unterschied zwischen Verdaulichkeit organischer Substanz innerhalb und außerhalb der Vegetationszeit festzustellen; dabei zeichnen sich in der Vegetationszeit die blattreichen Sorten durch höhere Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten, aber auch durch eine höhere Verdaulichkeit organischer Substanz aus, außerhalb der Vegetationszeit ist es umgekehrt. BUXTON & REDFEARN (1997) nennen als limitierenden Faktor der Verdaulichkeit von Gerüstsubstanzen Lignin, den Grund dafür sehen sie in der Eigenschaft von Lignin, als physikalische Barriere zu wirken, welche die Zersetzung durch Mikroben hemmt; dagegen werden lösliche Zellbestandteile meist komplett verdaut. Des weiteren führen BUXTON & REDFEARN (1997) aus, dass Lignin oder ligninähnliche Verbindungen zusammen mit anderen Zellwandbestandteilen dem Schutz der Pflanze vor Krankheiten, Insekten, niedrigen Temperaturen oder anderen biotischem und abiotischem Stress dienen. Auch BUXTON et al. (1995) berichten von schlechteren Überlebenschancen bei höher verdaulichen Sorten von *Panicum virgatum*. In den Untersuchungen von ARCHER & DECKER (1977a) zeigt sich kein Einfluss der N-Düngung auf die Verdaulichkeit, dagegen berichten COLLINS & BALASKO (1981) bei längerer Schonung und höherer N-Düngung von einem Anstieg der Verdaulichkeit. In Nebraska/USA finden SCHULTZ & STUBBENDICK (1983) keinen Einfluss der N-Düngung auf die Verdaulichkeit organischer Substanz von Beständen in der Vegetationsperiode. BALASKO (1977) nennt große Variationen in der Verdaulichkeit von Winterweidefutter; als Begründung nennt er unterschiedliche Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr, den Einfluss des Erntezeitpunktes im vergangenen Sommer oder Herbst und die N-Düngung. Aber auch er stellt in drei von vier Wintern einen Anstieg der Verdaulichkeit organischer Substanz bei N-Applikation fest. Eine verminderte Verdaulichkeit organischer Substanz infolge einer N-Gabe verzeichnen COLLINS & BALASKO (1981) und WOLF & OPITZ v. BOBERFELD (2002) in einem N-Bereich von 0 bis 180 kg N ha<sup>-1</sup> bei einer Abnahme der Verdaulichkeit von 18,6% bei *Festuca arundinacea*. Ein *Festuca arundinacea*-Bestand, der im September und Oktober beerntet wird -im Alter von zwei bis sieben Wochen- zeigt einen Anstieg der Verdaulichkeit organischer Substanz; die Autoren

führen dies auf einen Anstieg der N-freien Extraktstoffe zurück, die in dieser Untersuchung einen Anteil von 50% der Trockenmasse ausmachen, gleichzeitig beobachten sie einen Abfall der Lignin-Konzentration, was keine Steigerung der Cellulose-Verdaulichkeit nach sich zieht. Möglicherweise verhindert ein Anstieg der wasserlöslichen Kohlenhydrate von 9% auf 21% mit älter werdendem Bestand einen kompletten Anstieg der Faser-Verdaulichkeit, da die Pansenmikroben zuerst die leicht löslichen Kohlenhydrate als Energiequelle nutzen (BROWN et al. 1963). *Festuca arundinacea* und *Poa pratensis* besitzen ähnliche Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten; ein Unterschied zwischen den Arten zeigt sich erst mit fortschreitendem Winter, wobei *Festuca arundinacea* steigende, *Poa pratensis* dagegen fallende Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate aufweist (TAYLOR & TEMPELTON 1976). In abgestorbenen Pflanzenteilen stellen sie 1% bis 2% wasserlösliche Kohlenhydrate fest; der stärkste Abfall liegt in der Zeit von Dezember zu März (TAYLOR & TEMPELTON 1976, RAYBURN et al. 1979). Eine Abnahme der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz erklären OCUMPAUGH & MATCHES (1977) mit nach Frost zerstörten Zellwänden und auftretendem Niederschlag, durch den die höher verdaulichen Fraktionen ausgewaschen werden und die weniger löslichen Fraktionen, wie Proteine, in der Pflanze verbleiben; eine Abnahme der wasserlöslichen Kohlenhydrate und der Verdaulichkeit organischer Substanz kann auch mit der Umsetzung der leicht löslichen Fraktionen durch Mikroorganismen in Zusammenhang stehen. RAYBURN et al. (1979), BALLARD et al. (1995) und SMOUTHER et al. (1995) stellen unter australischen Bedingungen eine maximale Konzentration an wasserlöslichen Kohlenhydraten zu Beginn der Blüte fest; OPITZ v. BOBERFELD (1994b) kommt unter den klimatischen Bedingungen gemäßigter Breiten zu dem gleichen Ergebnis. Des weiteren führen SMOUTHER et al. (1995) aus, dass die Konzentration an wasserlöslichen Kohlenhydraten und die *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz bei *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* wesentlich von der Pflanzendichte beeinflusst wird. So liegt die Verdaulichkeit organischer Substanz bei einer Pflanzendichte von 500 Pflanzen m<sup>-2</sup> mit 60,7% um 6,4% höher als bei 5 000 Pflanzen m<sup>-2</sup>. Die Untersuchungen zeigen, dass ein Anstieg der wasserlöslichen Kohlenhydrate durch eine Steigerung der Photosyntheserate bei gleichzeitig geringerem Wachstum begründet sein kann. Im Unterschied zu einem Bestand mit höherer Pflanzendichte zeichnen sich Bestände mit niedrigerer Pflanzendichte durch

mehr Seitentriebe und größere Blätter aus, die dann in der Lage sind, mehr Photosynthese zu betreiben, was eine Anreicherung wasserlöslicher Kohlenhydrate zur Folge haben kann, damit erklären die Autoren einen Anstieg der Gesamtverdaulichkeit. RADOJEVIC et al. (1994) können eine Beeinflussung der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz durch unterschiedliche Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei verschiedenen Sorten von *Lolium perenne* feststellen; dabei nehmen die Verdaulichkeiten bei hohen Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten weniger stark ab. Auch COLLINS & BALASKO (1981) berichten im Winter von engen Korrelationen zwischen wasserlöslichen Kohlenhydraten und *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz; dabei werden die Nicht-Struktur-Kohlenhydrate wesentlich von der Witterung beeinflusst. Eine hohe Assimilation ist die Folge intensiver Strahlung und ausreichender Sinks; ist es gleichzeitig kalt, so reichern sich die Nicht-Struktur-Kohlenhydrate an, da die Umsetzung zu energiereichen Phosphaten und Metaboliten nur langsam erfolgt (LAWRENCE et al. 1973, THOMAS & NORRIS 1979). Ist die Witterung im Winter hingegen bei gleichzeitig geringer Einstrahlung mild, werden in der Summe mehr Kohlenhydrate dissimiliert als assimiliert (THOMAS & NORRIS 1979). Auch RAYBURN et al. (1979) berichten von engen Korrelationen zwischen Rohprotein, Nicht-Struktur-Kohlenhydraten und dem Chlorophyllindex im Winter; möglicherweise hat die N-Düngung einen Effekt auf die grünen Blätter, was sich positiv auf die Photosyntheserate auswirkt. OPITZ v. BOBERFELD & ELLES (1990) und SMOUTHER et al. (1995) beobachten, dass mit einer N-Applikation eine Verringerung der Konzentration an wasserlöslichen Kohlenhydraten einhergeht; da das Wachstum angeregt wird, ist Energie nötig, die durch die Veratmung der Mono- und Oligosaccharide bereitgestellt wird. BALASKO (1977) und COLLINS & BALASKO (1981) dagegen berichten in drei von vier Wintern von einer höheren Konzentration an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei N-Düngung. In der Vegetationsperiode dagegen stellt BALASKO (1977) eine Abnahme der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate bei N-Applikation fest. Der Autor begründet dies mit weniger abgestorbenen Blättern im Winter bei einer N-Düngung. In der Untersuchung gehen die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate mit fortschreitendem Winter zurück, er stellt jedoch vereinzelt auch im Januar höhere Konzentrationen als im Dezember fest. Ein Optimum für die Verdaulichkeit organischer Substanz, Rohprotein und wasserlösliche Kohlenhydrate finden COLLINS & BALASKO (1981) bei

einer N-Menge von 60 kg N ha<sup>-1</sup>. In Colorado/USA finden POWELL et al. (1967) eine Abnahme der Konzentration an Reserve-Kohlenhydraten mit steigender N-Düngung im Herbst und Winter, dagegen verhält es sich bei guten Strahlungsverhältnissen und vergleichsweise milder Winterwitterung umgekehrt. Zu einer Erhöhung der Konzentration an wasserlöslichen Kohlenhydraten kommt es in Untersuchungen von RAYBURN et al. (1979) bei einer Verlegung des Termins der N-Düngung von Juni auf September.

## 2.5 Verpilzung und Verdaulichkeit

*Festuca arundinacea* vermag länger als *Lolium perenne* einer **Verpilzung** zu widerstehen, was vermutlich mit der Morphologie in Zusammenhang steht (WOLF 2002, BANZHAF 2004). GIESLER et al. (1996) sehen im aufrechten Wuchs von *Festuca arundinacea* einen Vorteil gegenüber den dichteren Narben von *Lolium perenne*, da die Pflanzen leichter abtrocknen und den Mikroorganismen ungünstigere Wachstumsbedingungen bieten. Diese Wuchseigenschaften zeichnen sich durch verringerte Seneszenz auch unter Schneebedeckung aus, dadurch werden pathogene und saprophytische Pilze in ihrer Besiedlung negativ beeinflusst (HOFFMANN et al. 1994, SCHLÖSSER 1997). In ähnlicher Weise ist die Dauer der Schonung vor und der Zeitpunkt der Winterernte zu beurteilen (OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002). WOLF & OPITZ v. BOBERFELD (2003) finden dichte und hohe Aufwüchse infolge erhöhter N-Gaben, welche durch Selbstbeschattung die Vitalität negativ beeinflussen, was zu einem vermehrten Absterben von Pflanzenteilen führt. Des weiteren werden die Bestände durch eine Schneeeauflage leicht zu Boden gedrückt. Alle Faktoren fördern in dieser Untersuchung das Pilzwachstum und bedingen höhere Ergosterol-Konzentrationen. In den Untersuchungen von WOLF (2002) und WÖHLER (2003) zeigen sich enge Korrelationen zwischen der Energiedichte und der Ergosterol-Konzentration. Für den Rückgang der Energiedichte mit fortschreitendem Winter nennt WOLF (2002) zum einen die Dissimilation der leicht zugänglichen Pflanzeninhaltsstoffe durch Mikroorganismen und zum anderen die Seneszenz. BOSSUYT et al. (1996) berichten von einer besseren NDF- und ADF-Verdaulichkeit bei Verfütterung von Luzerne-Heu mit Schimmelbefall gegenüber Luzerne-Heu ohne Befall an Angus-Stiere. Die Autoren führen als Erklärung an, dass offenbar die Struktur der Gerüstsubstanzen durch den Befall mit Pilzen gelockert wird und sie so den Pansenmikroben leichter zugänglich sind. Als Indikator einer Pilzinfektion dient

den Autoren die Glucosamin-Konzentration, als Bestandteil der pilzlichen Zellwand. Um die Tiergesundheit zu beurteilen, werden sowohl die Cortisol- als auch die Hämatokrit-Konzentrationen des Blutes herangezogen, wobei sich allerdings keine auffallenden Werte bei unterschiedlichem Schimmelbefall des Futters zeigen. UNDI & WITTENBERG (1996) berichten in einer ähnlichen Untersuchung von keinen Beeinträchtigungen durch Schimmelbefall der kurzkettigen Fettsäuren und des Pansen-pH. Eine direkte Beeinflussung der Pansenmikroben durch Pilze schließt UNDI (1995) aus, da diese meist nur unter aeroben Bedingungen überlebensfähig sind, was im Pansen nicht zutrifft. UNDI & WITTENBERG (1996) sehen eine Beeinflussung der Pansenmikroben nicht direkt durch Pilze, sondern durch deren Abbauprodukte oder Enzyme. Auch OPITZ v. BOBERFELD et al. (2003) geben zu bedenken, dass möglicherweise eine Verpilzung die Pansenmikroben negativ beeinflusst. Dabei sind bestimmte Pilze in der Lage, bei ausreichender Versorgung mit Kohlenhydraten und unter günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen Mykotoxine zu bilden (BAATH et al. 1990). Zu den weit verbreiteten Mykotoxinen gehört das von Pilzen der Gattung *Fusarium* gebildete Zearalenon mit östrogenen und anabolischen Wirkung und Ochratoxin A mit nieren- und leberschädigender sowie kanzerogener Wirkung, das von Pilzen der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* gebildet wird (BAUMANN & ZIMMERLI 1988, OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Rinder gelten als vergleichsweise unempfindlich gegenüber Mykotoxinen. Nach HÖLTERSHINKEN et al. (1996a) gehören geringe Fresslust, schlechte Masseentwicklung, Leistungsrückgang, Fruchtbarkeitsstörungen, erhöhtes Krankheitsrisiko bis hin zu Abmagerung, Durchfall, struppigem Haarkleid und Teilnahmslosigkeit zu den klinischen Symptomen bei Mykotoxikosen von Rindern. Neben direkten Auswirkungen auf den Wiederkäuer berichten MAIWORM et al. (1995) und HÖLTERSHINKEN et al. (1996b, 2000) auch von Beeinträchtigungen der Fermentation im Pansen durch verschimmeltes Raufutter. Offenbar bestehen jedoch keine Zusammenhänge zwischen Ergosterol-Konzentration und der Konzentration an Mykotoxinen (OPITZ v. BOBERFELD 1996).

## 2.6 Arbeitshypothese

Zusammenfassend aus der Literatur lässt sich festhalten:

- Sowohl Arten als auch Artengemische zeigen abnehmende Verdaulichkeiten mit fortschreitendem Winter, wobei der Erntetermin meist den größten Einfluss hat.
- Insbesondere bei Reinsaaten sind artbedingte Qualitäts- und Quantitätsunterschiede zu verzeichnen.
- Nehmen die Verdaulichkeiten ab, so sind Zunahmen der Gerüstsubstanzen und Abnahmen der wasserlöslichen Kohlenhydrate zu beobachten, was durch fortschreitende Seneszenz hervorgerufen wird.
- Es ist nicht eindeutig geklärt, welche Fraktion den größten Einfluss auf die Verdaulichkeit hat, wobei Lignin offenbar eine entscheidende Rolle spielt.
- In der Vegetationsperiode hat meist das physiologische Alter der Bestände einen Einfluss auf die Verdaulichkeit.
- Hoher Schonungsgrad und N-Gaben vor einer Winternutzung wirken meist reduzierend auf die Verdaulichkeit organischer Substanz.
- Veränderungen der Verdaulichkeit werden hauptsächlich durch die Witterung hervorgerufen.
- Durch hohe Gehalte wasserlöslicher Kohlenhydrate nimmt die Verdaulichkeit organischer Substanz mit fortschreitendem Winter offenbar weniger stark ab.
- Ein Einfluss des Besatzes mit Pilzen auf die Verdaulichkeit organischer Substanz über die Beeinträchtigung der Pansenmikroben kann nicht ausgeschlossen werden, insofern kommt *in vitro*-Pansensaft-Methoden für die Schätzung der Verdaulichkeit organischer Substanz offenbar eine besondere Bedeutung zu.

Für die Arbeit lassen sich folgende Fragen ableiten, die einer Klärung näher geführt werden sollen:

- Wie verhalten sich die Verdaulichkeiten der Aufwüchse von Winterweiden verschiedener Weidegesellschaften (= *Festuco*- und *Lolio*-Cynosureten) oder Reinbestände (= *Festuca arundinacea* und *Lolium perenne*) bei variierenden Standort-, Witterungs- und Managementbedingungen?

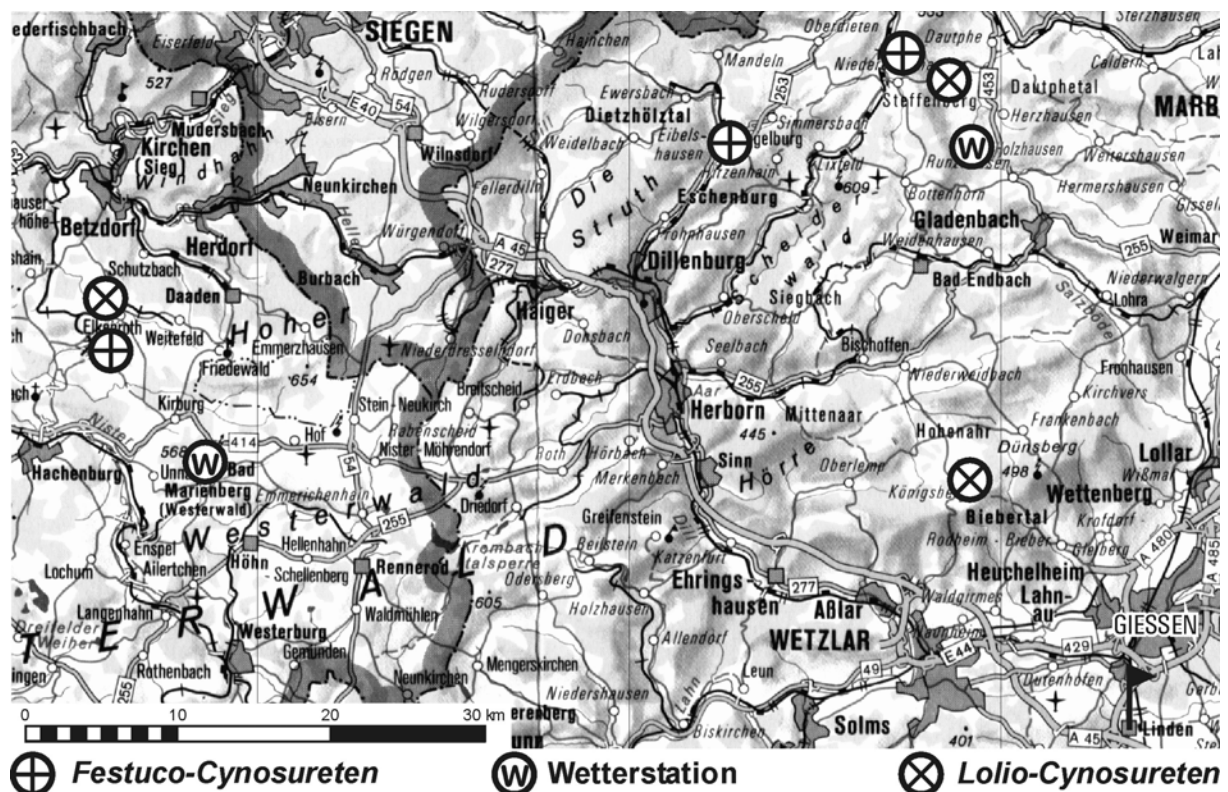
- Ist die Beeinflussung der Verdaulichkeit organischer Substanz durch den Schonungsgrad in der Vegetationsperiode, den Erntetermin im Winter und variierende N-Gaben gegeben?
- Welche Gerüstsubstanzen beeinflussen die Verdaulichkeit organischer Substanz maßgeblich?
- Inwieweit ist eine Beeinflussung der Verdaulichkeit organischer Substanz durch den Verpilzungsgrad möglich?
- Kann die Verdaulichkeit organischer Substanz durch Bewirtschaftungsmaßnahmen gesteuert werden?

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Material

##### 3.1.1 Standort und Witterung

Die Grundlage der Untersuchungen bildeten drei unterschiedlich angelegte Freilandversuchskomplexe (= „Pflanzengesellschaften“, „Hauptbestandsbildner“, „N-Düngung“). An sechs ausgewählten Standorten des Lahn-Dill-Berglandes und des Westerwaldes, vgl. Abb. 3, in Höhenlagen von 320 - 460 m ü. N.N., lagen die Flächen des Versuchs **Pflanzengesellschaften**.



**Abb. 3:** Standort der Flächen der Versuchs **Pflanzengesellschaften**

Diese Flächen wurden als Winterfutter „auf dem Halm“ bereits von WÖHLER (2003) auf TS-Ertrag, Rohprotein-, Ergosterolkonzentration sowie Mykotoxinen und von BANZHAF (2004) auf Mineralstoffmuster und -konzentration untersucht. Aufbauend auf den Untersuchungen von BANZHAF (2004) wurden hier jeweils *Festuco-Cynosureten* (= Rotschwengel-Straußgrasweiden) und *Lolio-Cynosureten* (= Weidelgrasweiden) gewählt. Die gesellschafts- und standortspezifischen Ertragsanteile der Artengruppen sind in Tab. 2 wiedergegeben.

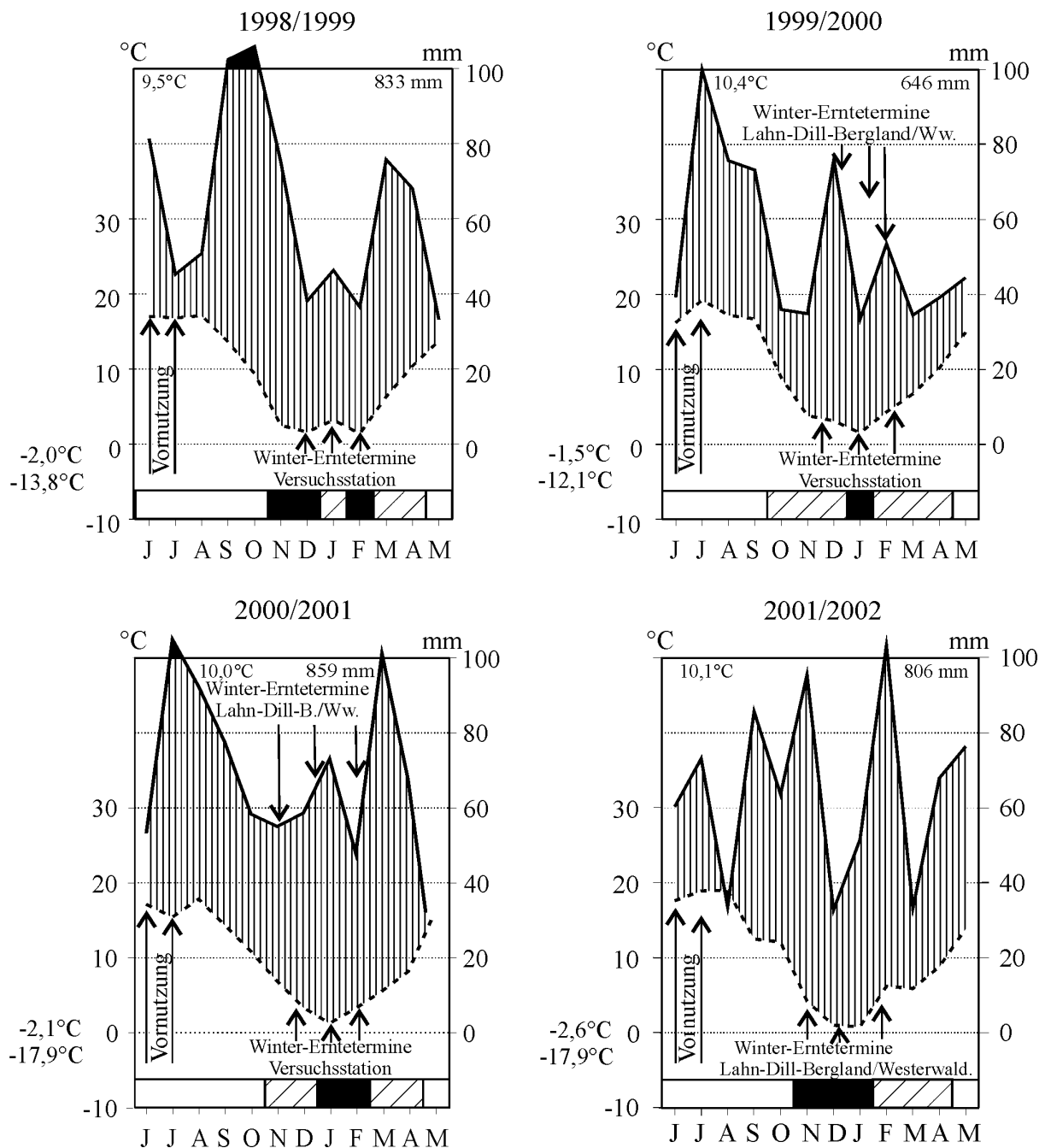
**Tab. 2:** Hauptbestandsbildner und Ertragsanteile (in %),  
Versuch **Pflanzengesellschaften**

|                                                     | <i>Festuco-Cynosureten</i> |                          |                          | <i>Lolio-Cynosureten</i>                                |                                 |                                                  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| m ü. NN                                             | 370                        | 415                      | 460                      | 320                                                     | 390                             | 420                                              |
| Gräser                                              | 79                         | 86                       | 75                       | 82                                                      | 98                              | 79                                               |
| Leguminosen                                         | 1                          | 1                        | +                        | +                                                       | +                               | +                                                |
| sonstige Kräuter                                    | 20                         | 13                       | 25                       | 18                                                      | 2                               | 21                                               |
| Hauptbestands-<br>bildner                           | <i>Festuca<br/>rubra</i>   | <i>Festuca<br/>rubra</i> | <i>Festuca<br/>rubra</i> | <i>Lolium<br/>perenne,<br/>Alopecurus<br/>pratensis</i> | <i>Alopecurus<br/>pratensis</i> | <i>Holcus<br/>lanatus,<br/>Poa<br/>trivialis</i> |
| Ertragsanteile<br>des<br>Hauptbestands-<br>bildners | 29                         | 53                       | 49                       | 42                                                      | 71                              | 35                                               |

In den Anhangtab. 1 bis 6 sind die kompletten Vegetationsaufnahmen, erstellt nach KLAPP-STÄHLIN (KLAPP 1929), dargestellt. Zur Charakterisierung der einzelnen Standorte sind die bodenchemischen Kennwerte der Flächen, die Bodenprofile und -arten sowie die Gauß-Krüger-Koordinaten in den Anhangtab. 7 bis 9 wiedergegeben. Um die Witterung in den Regionen, in denen die Versuchsflächen lagen, vergleichen zu können, sind in Anhangtab. 10 die Witterungsdaten der Wetterstationen Holzhausen (= Lahn-Dill-Bergland, 368 m ü. NN) und Bad Marienberg (= Westerwald, 498 m ü. NN) dargestellt, vgl. Abb. 3. Des weiteren sind in Anhangtab. 11 die Tage mit Schneebedeckung der beiden Stationen aufgeführt.

Die Freilandversuche **Hauptbestandsbildner** und **N-Düngung**, die bereits Grundlage der Untersuchung von WOLF (2002) zur Qualität und Masse von Winterweidefutter und BANZHAF (2004) zur Konzentration und Muster ausgewählter Mineralstoffe waren, befanden sich auf dem Gelände der Versuchsstation des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II -Grünlandwirtschaft und Futterbau- der Justus-Liebig-Universität Gießen in Linden-Forst, 6 km südlich von Gießen in 160 m ü. N.N. Ein Pseudogley aus periglazialen Fließerden über reliktschem Rotlehm (HARRACH 1987) bildete den anstehenden Bodentyp, vgl. Anhangtab. 15. In Anhangtab. 16 sind die bodenchemischen Kennwerte zur Charakterisierung der Ausgangssituation dargestellt. Im März 2000 wurde mit 100 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> als Kainit und mit 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> als Superphosphat gedüngt, um eine Mangelsituation in der Vegetationsperiode auszuschließen. Die Witterungsverläufe der Untersuchungsjahre

sind in Abb. 4 dargestellt. Des weiteren sind die Anzahl der Schneetage in den Wintermonaten des Standortes Linden-Forst in Anhangtab. 17 aufgeführt.



**Abb. 4:** Witterungsdiagramm der Versuchsstation Linden-Forst in 160 m über NN, zusammengestellt nach WALTER (1957)

### 3.1.2 Varianten

An sechs verschiedenen Standorten wurde im Frühjahr 1999 der Versuch **Pflanzengesellschaften** einheitlich als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegt. In Tab. 3 sind die entsprechenden Faktoren und Stufen dargestellt. Die Größe der Parzellen betrug jeweils 20 m<sup>2</sup>. Um den Nährstoffrückfluss

der Tiere zu simulieren, wurden alle Parzellen Anfang August mit jeweils 50 kg N ha<sup>-1</sup> als Kalkammonsalpeter gedüngt.

**Tab. 3:** Versuch **Pflanzengesellschaften**

| Faktoren       | Stufen                     |                                         |
|----------------|----------------------------|-----------------------------------------|
| 1. Assoziation | 1.1                        | <i>Festuco-Cynosuretum</i>              |
|                | 1.2                        | <i>Lolio-Cynosuretum</i>                |
| 2. Standort    | <i>Lolio-Cynosureten</i>   |                                         |
|                | 2.1                        | 320 m ü. NN                             |
|                | 2.2                        | 390 m ü. NN                             |
|                | 2.3                        | 420 m ü. NN                             |
|                | <i>Festuco-Cynosureten</i> |                                         |
|                | 2.4                        | 370 m ü. NN                             |
|                | 2.5                        | 415 m ü. NN                             |
|                | 2.6                        | 460 m ü. NN                             |
| 3. Vornutzung  | 3.1                        | Anfang Juni (= 1x)                      |
|                | 3.2                        | Anfang Juni + Anfang Juli (= 2x)        |
| 4. Erntetermin | 4.1                        | Anfang November                         |
|                | 4.2                        | Mitte Dezember                          |
|                | 4.3                        | Ende Januar                             |
| 5. Zeit        | 5.1                        | Erstes Hauptnutzungsjahr (= 1999/2000)  |
|                | 5.2                        | Zweites Hauptnutzungsjahr (= 2000/2001) |
|                | 5.3                        | Drittes Hauptnutzungsjahr (= 2001/2002) |

Auf allen Parzellen erfolgte einheitlich die erste Nutzung in der Vegetationszeit Anfang Juni. Die Varianten der zweiten Vornutzung wurden nochmals im Juli beerntet. Im November erfolgte die erste Winternutzung für beide Vornutzungsvarianten. Die Ernte- und Vornutzungstermine der Varianten sind in den Anhangtab. 12 bis 14 zu entnehmen.

1997 wurde der Versuch **Hauptbestandsbildner** als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegt; die entsprechenden Faktoren und Stufen sind in Tab. 4 dargestellt. Bei *Festuca arundinacea* und *Lolium perenne* wurden Sortengemische verwendet. Um der geringen Nutzungsfrequenz für *Lolium perenne* Rechnung zu tragen, fiel die Wahl auf die Sorten ARABELLA und WEIGRA, die zu den erektophilen Sorten zählen (ANONYMUS 2003). Die Aussaatstärke betrug bei *Festuca arundinacea* 35 kg ha<sup>-1</sup> und bei *Lolium perenne* 25 kg ha<sup>-1</sup>. Die Parzellen mit einer Größe von 7,0 m<sup>2</sup> wurden drillreihenweise ausgesät. Mitte April und Ende Juli erhielten die Parzellen jeweils 50 kg N ha<sup>-1</sup> in Form von Kalkammonsalpeter. In Anhangtab. 18 sind die Erntetermine dargestellt. Die Ernte erfolgte auch hier auf allen Parzellen jeweils zuerst Anfang Juni, die Parzellen der zweiten

Vornutzungsvariante wurden nochmals Anfang Juli beerntet. Die Beprobung der Flächen erfolgte über drei Jahre.

**Tab. 4:** Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Faktoren        | Stufen                                                                                                                                   |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ansaat       | 1.1 <i>Festuca arundinacea</i> ELFINA, MALIK<br>1.2 <i>Lolium perenne</i> ARABELLA, WEIGRA                                               |
| 2. Vornutzung   | 2.1 Anfang Juni (= 1x)<br>2.2 Anfang Juni + Mitte Juli (= 2x)                                                                            |
| 3. Erntetermine | 3.1 Anfang Dezember<br>3.2 Mitte Januar<br>3.3 Ende Februar                                                                              |
| 4. Zeit         | 4.1 Erstes Hauptnutzungsjahr (= 1999/2000)<br>4.2 Zweites Hauptnutzungsjahr (= 2000/2001)<br>4.3 Drittes Hauptnutzungsjahr (= 2001/2002) |

Im März 1998 wurde der Versuch **N-Düngung** als Lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen angelegt und ebenso drei Jahre beerntet, vgl. Tab. 5. Aufgrund der zu erwartenden düngungsbedingten Randeffekte betrug die Parzellengröße 12,5 m<sup>2</sup>. Zum Einsatz kamen die Sorten ELFINA und MALIK (ANONYMUS 2003) der Art *Festuca arundinacea*, deren Aussaatstärke bei einem Verhältnis der Sorten von 1:1 35 kg ha<sup>-1</sup> betrug. Die Erntetermine sind Anhangtab. 18 zu entnehmen.

**Tab. 5:** Versuch **N-Düngung**

| Faktoren                                                          | Stufen                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. N-Menge<br>(= Kalkammonsalpeter<br>27% N)<br>Termin: Ende Juli | 1.1 0 kg N ha <sup>-1</sup><br>1.2 50 kg N ha <sup>-1</sup><br>1.3 100 kg N ha <sup>-1</sup><br>1.4 150 kg N ha <sup>-1</sup>            |
| 2. Erntetermin                                                    | 2.1 Anfang Dezember<br>2.2 Mitte Januar<br>2.3 Ende Februar                                                                              |
| 3. Zeit                                                           | 3.1 Erstes Hauptnutzungsjahr (= 1998/1999)<br>3.2 Zweites Hauptnutzungsjahr (= 1999/2000)<br>3.3 Drittes Hauptnutzungsjahr (= 2000/2001) |

### **3.1.3 TS-Ertrag und Rohproteinkonzentration**

Aus den Abb. 5, 6 und 7 gehen die TS-Erträge der verschiedenen Versuche für die entsprechenden Beobachtungsjahre hervor, vgl. Anhangtab. 35 bis 38, 102 bis 105 und 144 bis 147. Beim Versuch „Pflanzengesellschaften“ erfolgte die Ernte parzellenweise mit dem Einachsmäher, im Gegensatz zu den Versuchen Hauptbestandsbildner und N-Düngung, die durch den Vollernter parzellenweise beerntet wurden. Die TS-Erträge ergeben sich aus den nach Trocknung des Frischmaterials bei 103°C bis zur Massenkonstanz ermittelten Daten. Die Rohprotein-Konzentrationen wurden von bei 60°C getrocknetem Material nach KJELDAHL (ANONYMUS 1993) bestimmt, vgl. Anhangtab. 39 bis 42, 106 bis 109 und 148 bis 151.

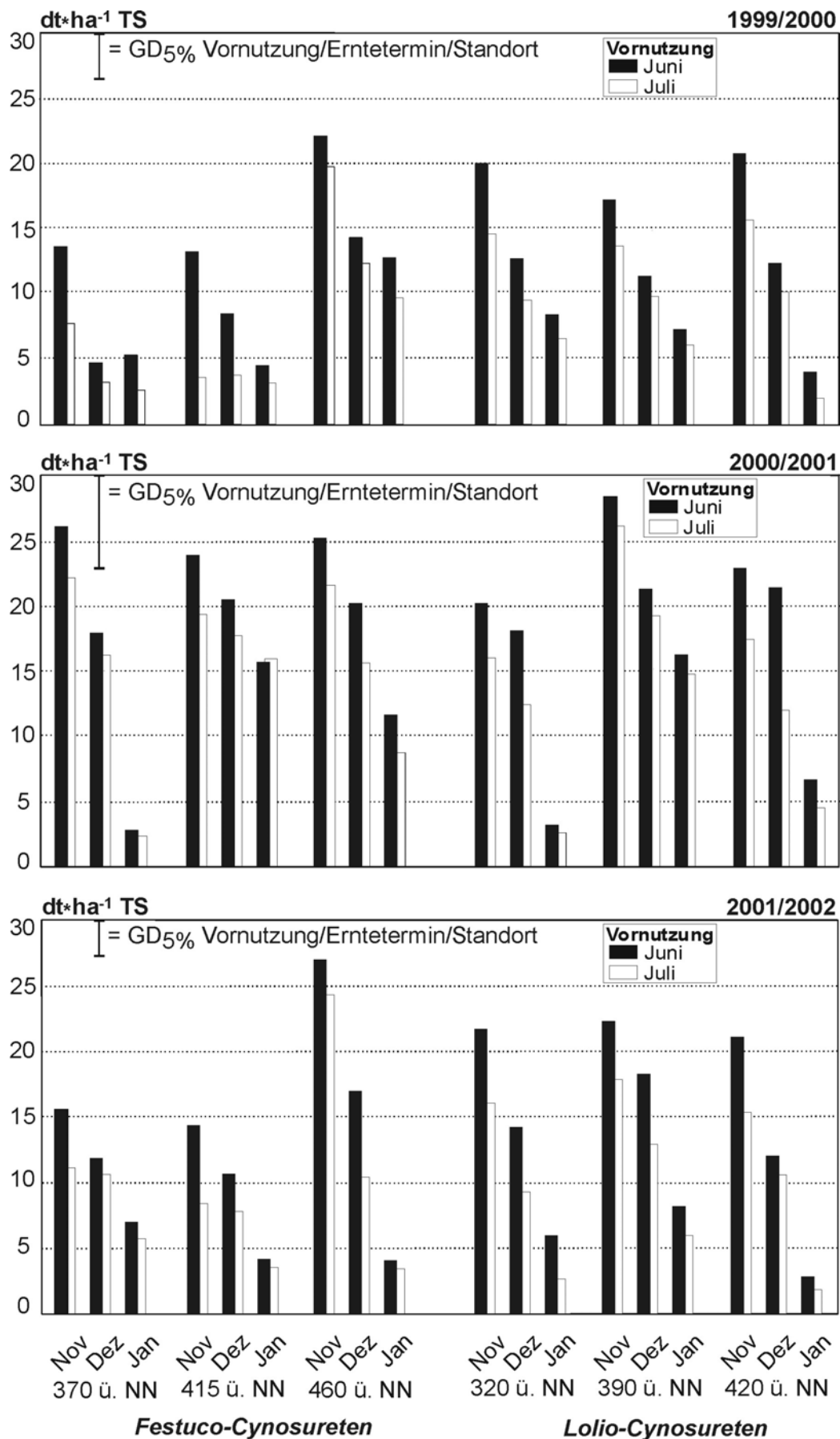
### **3.1.4 Verdaulichkeit organischer Substanz und Ergosterolkonzentration**

Die Verdaulichkeit organischer Substanz wurde über die Variablen Gasbildung, Rohprotein- und Aschegehalt nach der Formel 43f (MENKE & STEINGASS 1987, OPITZ V. BOBERFELD et al. 2003, BANZHAF 2004) geschätzt und zur weiteren Beschreibung der Futterqualität herangezogen, vgl. Anhangtab. 43 bis 46, 110 bis 113 und 152 bis 155. Die Daten der Ergosterol-Konzentrationen wurden nach Verseifung und Extraktion in Petrolether mit der HPLC am UV-Detektor bestimmt (SCHWADORF & MÜLLER 1989, ANONYMUS 1993, BANZHAF 2004), vgl. Anhangtab. 47 bis 50, 114 bis 117 und 156 bis 159. Aufgrund der Ergebnisse von OPITZ V. BOBERFELD (1996), wonach bis Anfang Juni über einen Zeitraum von vier Jahren maximale Ergosterol-Konzentrationen  $<20\text{mg kg TS}^{-1}$  ermittelt wurden, wurde auf die Bestimmung der Ergosterol-Konzentrationen der Erntetermine Juni und Juli verzichtet.

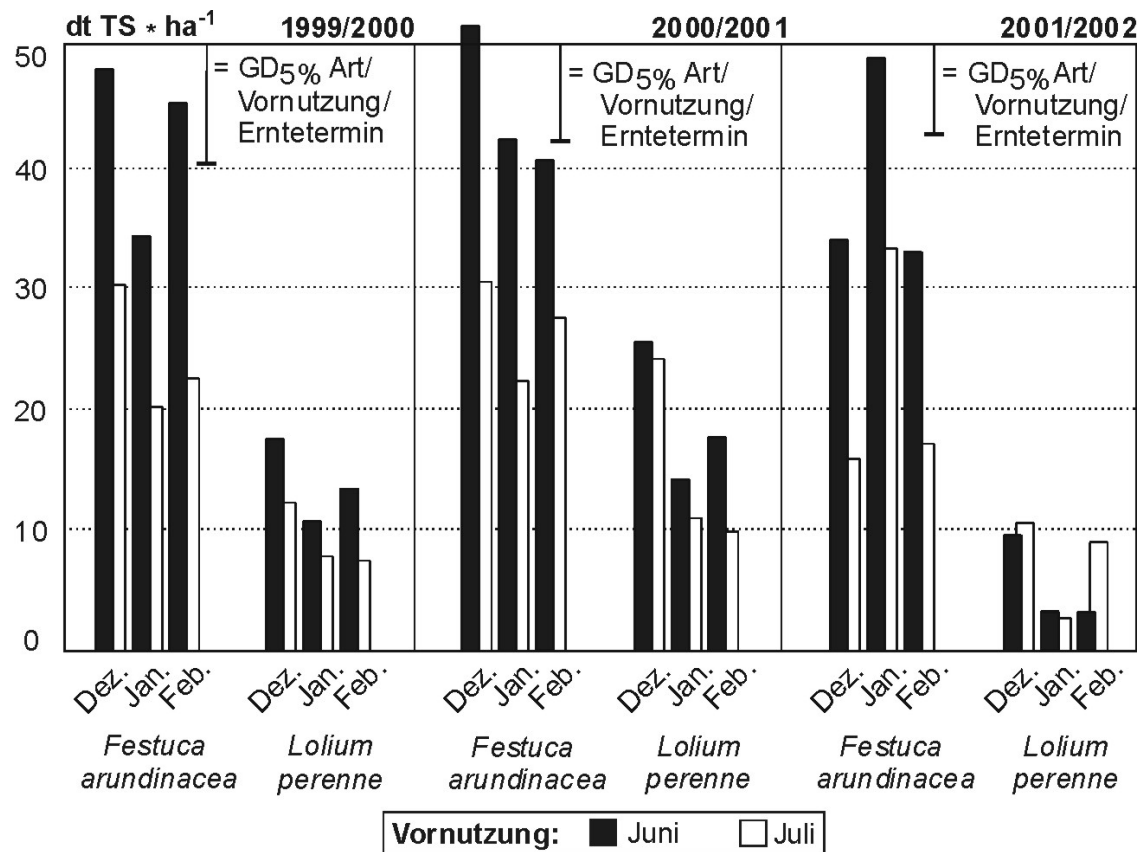
## **3.2 Methoden**

### **3.2.1 Probenaufbereitung**

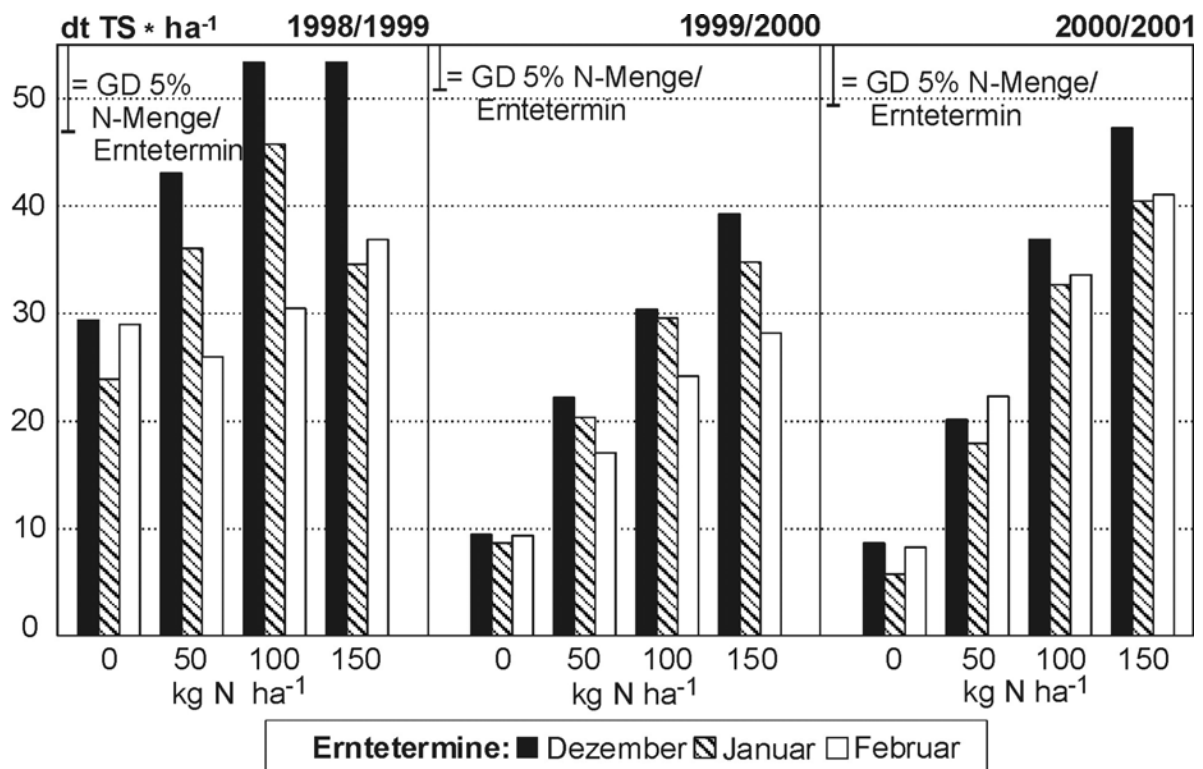
Das von jeder Parzelle geerntete Pflanzenmaterial wurde gewogen, homogenisiert und ein repräsentativer Teil wurde bei 60°C im Ventilator-Trockenschrank bis zur Massenkonstanz getrocknet und anschließend auf einen Durchmesser von  $< 1\text{mm}$  vermahlen. Von diesem Material wurde eine repräsentative Probe bei 103°C getrocknet und die TS-Gehalte bestimmt, um so die Basis der chemischen Analysen zu bilden.



**Abb. 5:** TS-Ertrag in Abhängigkeit von Vornutzung, Erntetermin im Winter, Pflanzengesellschaft und Standort, Versuch **Pflanzengesellschaften**



**Abb. 6:** TS-Ertrag in Abhängigkeit von Art, Vornutzung und Erntetermin im Winter, Versuch **Hauptbestandsbildner**



**Abb. 7:** TS-Ertrag in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin im Winter, Versuch **N-Düngung**

### 3.2.2 Analytik

Mit Hilfe der Anthronmethode (YEMM & WILLIS 1954) wurden die wasserlöslichen Kohlenhydrate kolorimetrisch bestimmt. Nach ANONYMUS (1988, 1993) wurden die Konzentrationen der Neutralen Detergentien Faser (= NDF), der Sauren Detergentien Faser (= ADF) und des Sauren Detergentien Lignins (= ADL) analysiert.

### 3.2.3 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte mit Hilfe des PC-Statistikprogramms SPSS für Windows (ANONYMUS 2000). Die Daten wurden als Lateinisches Rechteck mehrfaktoriell, zur Begrenzung schwer interpretierbarer Wechselwirkungen höherer Ordnung für jedes Untersuchungsjahr getrennt, varianzanalytisch verrechnet, vgl. Tab. 3 bis 5. Zunächst jahrweise für jeden Standort getrennt, erfolgte zur Ermittlung der Säulen- und Blockvarianzen die Verrechnung des Versuchs „Pflanzengesellschaften“, wobei sich zeigte, dass die standortbedingten Restvarianzen keine gesicherten Unterschiede aufwiesen. Aus diesem Grund konnte anschließend in Anlehnung an WÖHLER (2003) und BANZHAF (2004) eine Verrechnung über die Standorte durchgeführt werden.

Für die Tests wurden folgende Signifikanzniveaus gewählt:

- F-Test der Varianztabelle  
Signifikanzniveau 5% in den Tabellen gekennzeichnet durch „\*“  
Signifikanzniveau 1% in den Tabellen gekennzeichnet durch „\*\*“
- multipler t-Test für die Einzelwerte der Tabellen  
Signifikanzniveau 5%.

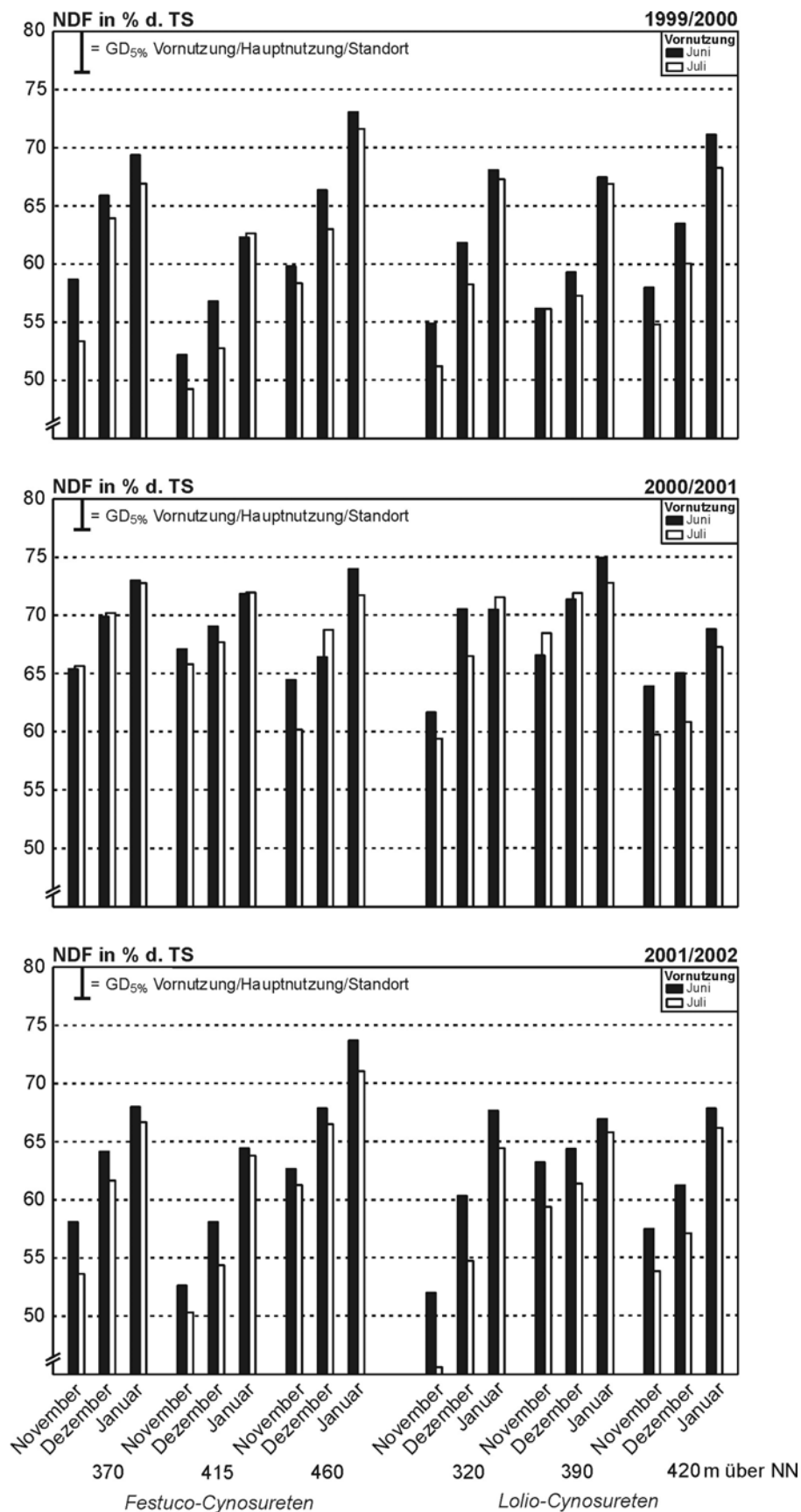
## 4. Ergebnisse

### 4.1 Neutral Detergent Fiber

Zur Einordnung der Neutral Detergent Fiber- (= NDF-) Konzentrationen im Winter zeigen die Anhangtab. 51 bis 55 die NDF-Konzentrationen des Versuchs **Pflanzengesellschaften** in der Vegetationsperiode. Diese liegen je nach Fläche, Wachstumsdauer und Jahr zwischen 42,3 und 69,5%. Aus Abb. 8 gehen die NDF-Konzentrationen des Versuchs „Pflanzengesellschaften“ hervor. In allen Untersuchungsjahren ist die Wechselwirkung Erntetermin x Standort gesichert und hat den größten Einfluss, vgl. Anhangtab. 19; die ernteterminbedingten Differenzen sind zwar standortabhängig, jedoch nicht von großer Relevanz. Im Jahr 2000/2001 ist zudem die Wechselwirkung Vornutzung x Standort signifikant, diese wird jedoch nur durch vereinzelt auftretende Unterschiede hervorgerufen und bleibt futterwirtschaftlich ohne Bedeutung. Im letzten Jahr ist die Wechselwirkung Vornutzung x Erntetermin signifikant und wird besonders bei den *Lolio-Cynosurenten* deutlich, so zeichnet sich eine spätere Vornutzung vor allem bei den Ernteterminen November und Dezember durch niedrigere NDF-Konzentrationen aus, vgl. Abb. 8 und Anhangtab. 19 und 22.

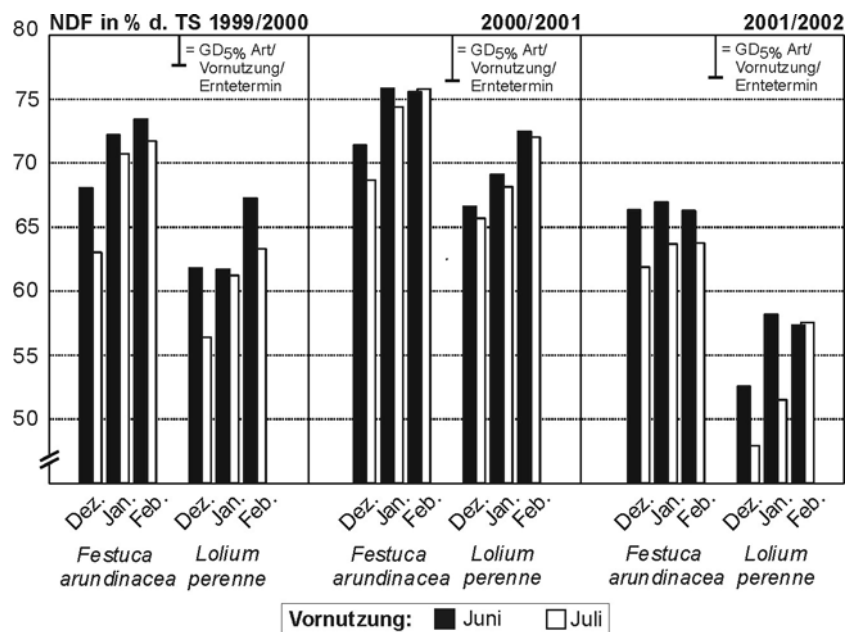
In allen Jahren sind die Hauptwirkungen Erntetermin, Standort und Vornutzung als gesichert ausgewiesen, vgl. Anhangtab. 19. Die wichtigste Hauptwirkung ist in allen drei Jahren der Erntetermin, vgl. Anhangtab. 19. Die niedrigsten NDF-Konzentrationen sind im November, die höchsten im Januar zu finden, wobei ein signifikanter Anstieg der Konzentrationen vielfach bereits von November auf Dezember zu beobachten ist, vgl. Abb. 8 und Anhangtab. 20 bis 22. Die Standorte zeigen jahrabhängig unterschiedliche Konzentrationsniveaus, wobei hier keine Rangfolge ersichtlich ist, vgl. Abb. 8 und Anhangtab. 20 bis 22.

Informationen zu den NDF-Konzentrationen des Versuchs **Hauptbestandsbildner** in der Vegetationszeit, als Vergleich zur Situation im Winter sind den Anhangtab. 118 und 125 bis 127 zu entnehmen. Diese liegen je nach Art, Wachstumsdauer und Jahr im Bereich von 52,7 bis 63,5%. Die NDF-Konzentrationen des Versuchs „Hauptbestandsbildner“ sind in Abb. 9 dargestellt, vgl. Anhangtab. 87 bis 89. Wechselwirkungen treten jahrabhängig nur im ersten und letzten Untersuchungsjahr auf; dies sind im ersten Winter die Wechselwirkungen Vornutzung x Erntetermin und Art x Erntetermin, im letzten Winter dagegen nur die Wechselwirkung Art x Erntetermin.



**Abb. 8:** NDF-Konzentrationen in Abhängigkeit von Vornutzung, Erntetermin im Winter, Pflanzengesellschaft und Standort, Versuch **Pflanzen-**gesellschaften

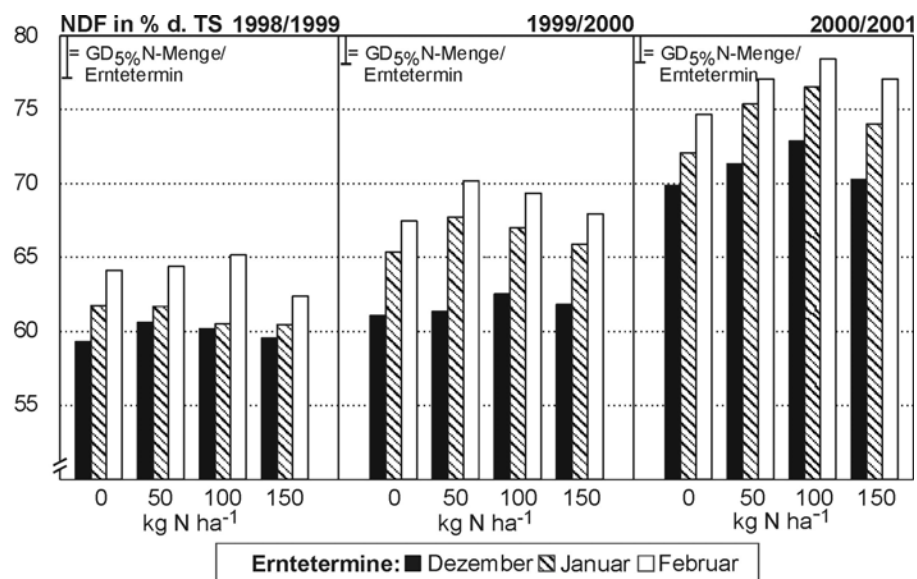
min, vgl. Anhangtab. 86. Da im ersten Winter bei *Lolium perenne* die späte Vornutzung (= im Juli vorgeerntet) der Erntetermine Dezember und Februar, bei *Festuca arundinacea* dagegen nur im Dezember niedrigere NDF-Gehalte aufweist als die frühe Vornutzung (= im Juni vorgeerntet), ist die Wechselwirkungen Vornutzung x Erntetermin gesichert, vgl. Abb. 9 und Anhangtab. 86. Die Interaktion Art x Erntetermin wird im ersten Winter durch einen unterschiedlichen Verlauf der NDF-Konzentrationen beider Arten in der Variante frühe Vornutzung (= im Juni vorgeerntet) ausgelöst. So sind bei *Festuca arundinacea* die beiden letzten Erntetermine nicht verschieden, bei *Lolium perenne* sind es die beiden ersten, die nicht verschieden sind, vgl. Abb. 9 und Anhangtab. 87. Im letzten Winter beruht die Wechselwirkung Art x Erntetermin lediglich auf stärker ausgeprägten Unterschieden zwischen den Ernteterminen bei *Lolium perenne* gegenüber *Festuca arundinacea*, vgl. Abb. 9 und Anhangtab. 89.



**Abb. 9: NDF-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Art, Vornutzung und Erntetermin im Winter, Versuch **Hauptbestandsbildner**

In allen Jahren wird die Art als wichtigste Hauptwirkung ausgewiesen, vgl. Anhangtab. 86; dieser Faktor ist gesichert, weil *Lolium perenne* in der Mehrzahl der Fälle niedrigere NDF-Konzentrationen aufweist als *Festuca arundinacea*. Dabei sind die niedrigen TS-Erträge zu beachten, die eine eindeutige Interpretation erschweren, vgl. Abb. 9 und Anhangtab. 87 bis 89 und 103 bis 105. Der Faktor Erntetermin ist in allen drei Untersuchungsjahren gesichert, verhält sich jedoch jahrabhängig

verschieden bzw. hat einen unterschiedlich starken Einfluss, dennoch liegen die NDF-Konzentrationen im Februar meist über denen im Dezember, vgl. Anhangtab. 87 bis 89. Die Vornutzung ist als Faktor dagegen nur im ersten und letzten Winter gesichert. Falls Unterschiede zwischen den Vornutzungsvarianten auftreten, sind die NDF-Gehalte des physiologisch jüngeren Materials (= im Juli vorgeerntet) niedriger, vgl. Abb. 9 und Anhangtab. 87 bis 89, jedoch ohne pflanzenbauliche Relevanz, da nur extrem geringe TS-Erträge erreicht werden, vgl. Abb. 6 und Anhangtab. 103 bis 105.



**Abb. 10: NDF-Konzentrationen** in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin im Winter, Versuch **N-Düngung**

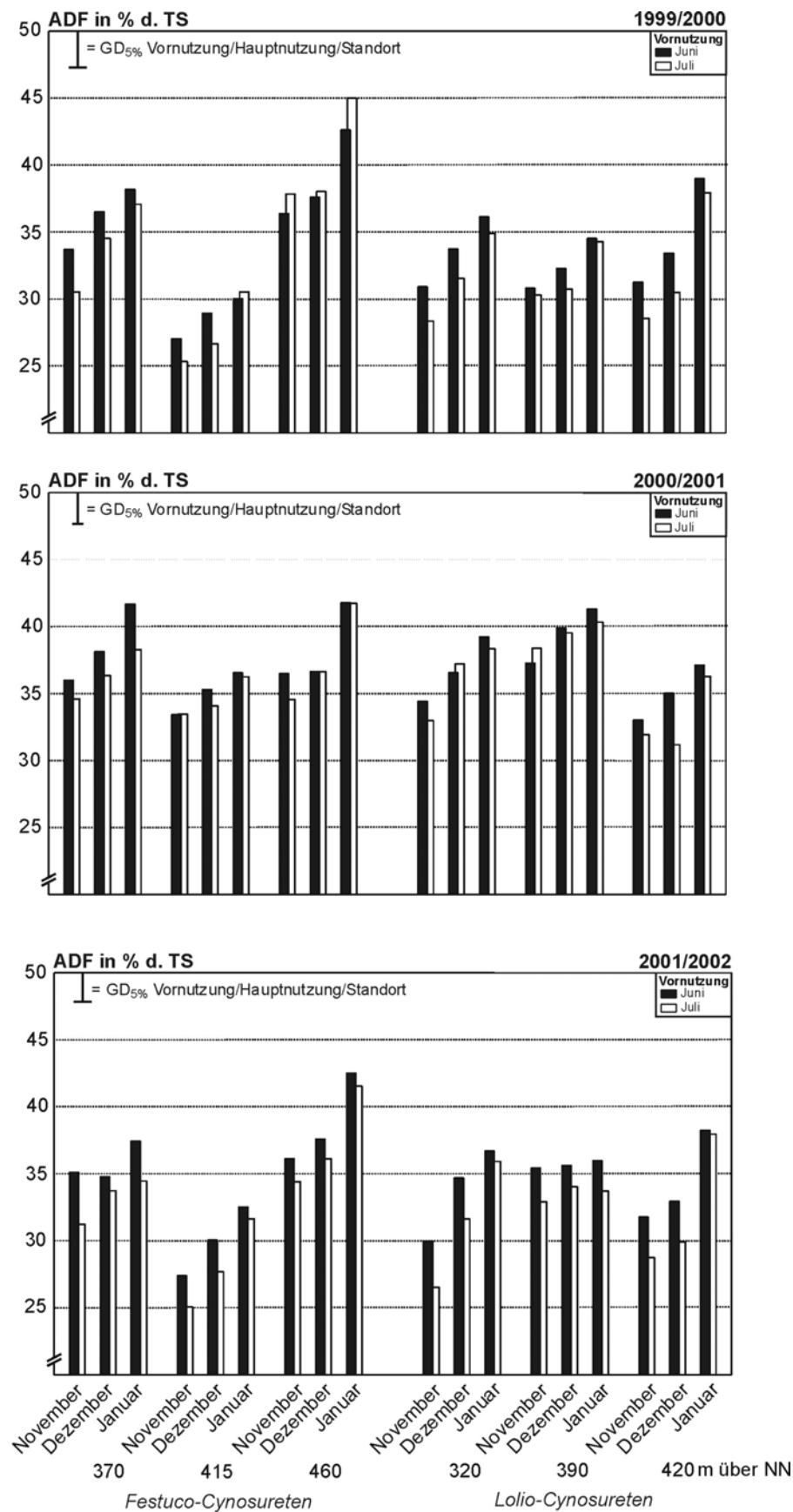
Abb. 10 zeigt die NDF-Konzentrationen des Versuchs **N-Düngung**, vgl. Anhangtab. 129 bis 131. In allen drei Untersuchungsjahren hat der Erntetermin den größten Einfluss auf die NDF-Konzentrationen; in den beiden letzten Wintern ist zusätzlich die N-Menge als gesicherte Hauptwirkung ausgewiesen, vgl. Anhangtab. 128. Mit späterem Erntetermin kommt es zu einem Anstieg der NDF-Konzentrationen. Dabei sind – außer bei der höchsten N-Stufe im ersten Winter – in jedem Jahr und jeder Düngungsstufe signifikante Unterschiede zwischen dem Erntetermin Dezember und Februar zu beobachten, vgl. Abb. 10 und Anhangtab. 129 bis 131. Vereinzelt treten auch Unterschiede zwischen den anderen Ernteterminen auf, wobei ein späterer Erntetermin höhere NDF-Konzentrationen zur Folge hat, vgl. Abb. 10 und Anhangtab. 129 bis 131.

Die Düngungsstufen rufen im Winter 1999/2000 einen signifikanten Unterschied zwischen der ungedüngten und der 50 kg N ha<sup>-1</sup>-Variante im Januar hervor. Im Februar gibt es signifikante Unterschiede zwischen 0 kg N ha<sup>-1</sup> und 50 kg N ha<sup>-1</sup> sowie zwischen 50 kg N ha<sup>-1</sup> und 150 kg N ha<sup>-1</sup>, wobei die 50 kg N ha<sup>-1</sup>-Variante die höchsten NDF-Konzentrationen aufweist, vgl. Abb. 10 und Anhangtab. 130. Im Dezember des letzten Winters erzielt die 100 kg N ha<sup>-1</sup>-Variante mit 72,9% NDF die höchste Konzentration. Auch im Januar erreicht die 100 kg N ha<sup>-1</sup>-Variante die höchste NDF-Konzentration; die ungedüngte Variante hat gegenüber den anderen Düngungsstufen im Januar und Februar die niedrigste NDF-Konzentrationen, vgl. Abb. 10 und Anhangtab. 131.

## 4.2 Acid Detergent Fiber

Die Acid Detergent Fiber- (= ADF-) Konzentrationen der Vegetationszeit des Versuchs **Pflanzengesellschaften** können zum Vergleich mit den Konzentrationen des Winters aus den Anhangtab. 56 bis 60 gesehen werden. Diese liegen je nach Fläche, Wachstumsdauer und Jahr zwischen 25,3 und 40,2%. Abb. 11 zeigt die ADF-Konzentrationen des Versuchs „Pflanzengesellschaften“. Die Wechselwirkung Erntetermin x Standort ist in allen Jahren als signifikant ausgewiesen, vgl. Anhangtab. 23. Da die Standorte unterschiedlich starke Zunahmen an den verschiedenen Ernteterminen zeigen, wird diese Wechselwirkung ausgelöst, vgl. Abb. 11. Des weiteren ist die Wechselwirkung Vornutzung x Standort im Winter 1999/2000 als signifikant ausgewiesen. Diese wird dadurch hervorgerufen, dass an einzelnen Standorten signifikante Unterschiede zwischen den Vornutzungsvarianten auftreten; diese Effekte sind jedoch aus pflanzenbaulicher Sicht nicht relevant, vgl. Abb. 11 und Anhangtab. 23.

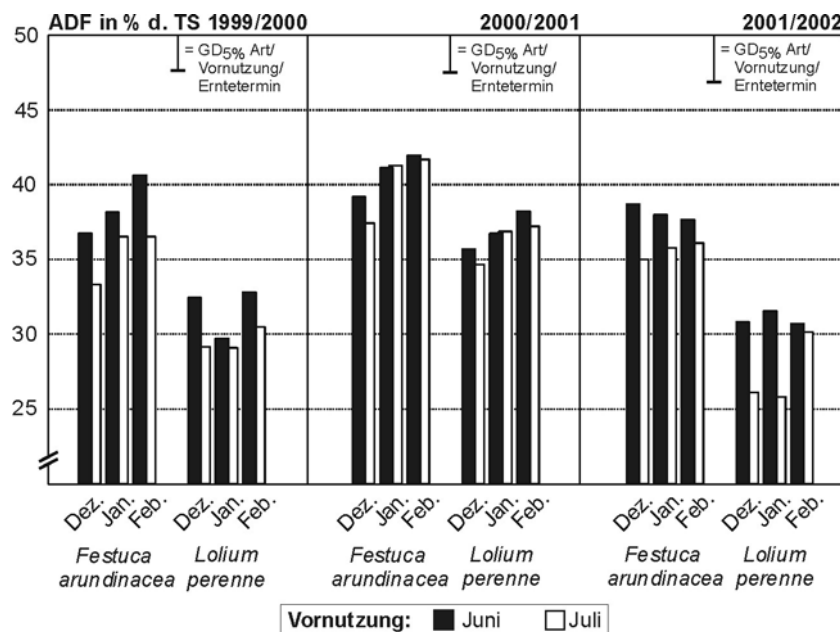
Die Hauptwirkungen Erntetermin, Standort und Vornutzung sind in allen Jahren als signifikant ausgewiesen, wobei der Erntetermin den größten und die Vornutzung den geringsten Einfluss hat, vgl. Anhangtab. 23. Gesicherte Zunahmen der ADF-Konzentration sind meist von November zu Januar zu beobachten, wobei aber auch vereinzelt signifikante Zunahmen von November zu Dezember vorkommen, vgl. Abb. 11 und Anhangtab. 24 bis 26; anders jedoch die Fläche 390 m ü. NN der *Lolio-Cynosureten*, die im letzten Untersuchungsjahr keinen Einfluss der Erntetermine zeigt, vgl. Abb. 11 und Anhangtab. 26. Die *Festuco-Cynosureten* 415 und 460 m ü. NN besitzen in den vergleichsweise kälteren Wintern 1999/2000 und 2001/2002 die



**Abb. 11: ADF-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Vornutzung, Erntetermin im Winter, Pflanzengesellschaft und Standort, Versuch **Pflanzengesellschaften**

niedrigsten (= 415 m ü. NN) bzw. die höchsten (= 460 m ü. NN) ADF-Konzentrationen, vgl. Anhangtab. 24 und 26. Die Standorte zeigen ansonsten keine eindeutige Rangfolge in der Höhe der Konzentrationen, vgl. Abb. 11 und Anhangtab. 24 bis 29. Vereinzelt treten Unterschiede zwischen den beiden Vornutzungen auf und bedingen so den gesicherten Einfluss dieses Faktors, bleiben futterwirtschaftlich jedoch ohne Bedeutung, vgl. Abb. 11 und Anhangtab. 24 bis 26.

Zum Vergleich mit der Situation im Winter des Versuchs **Hauptbestandsbildner**, sind die ADF-Konzentrationen in der Vegetationszeit in den Anhangtab. 119 und 125 bis 127 dargestellt. Diese liegen je nach Art, Wachstumsdauer und Jahr im Bereich von 29,2 bis 36,8%.

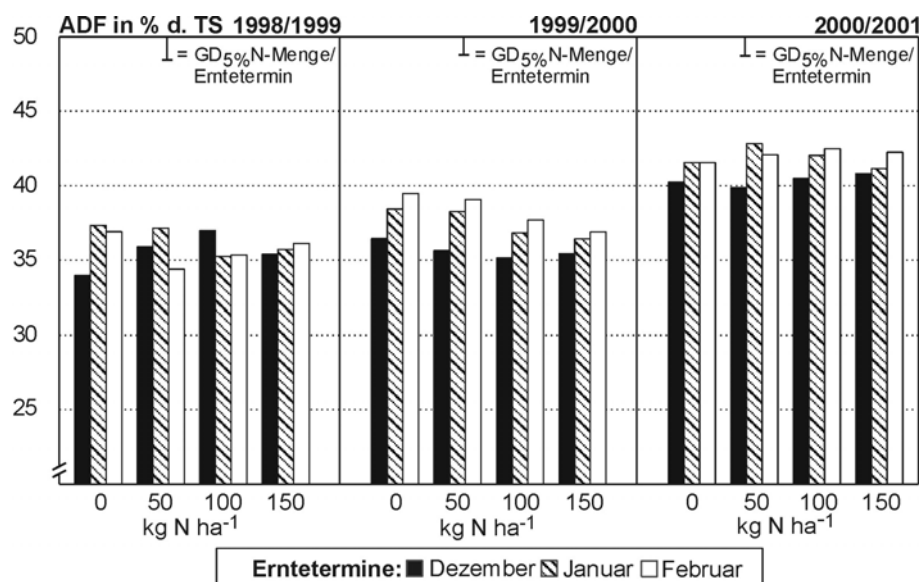


**Abb. 12: ADF-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Art, Vornutzung und Erntetermin im Winter, Versuch **Hauptbestandsbildner**

Aus der Abb. 12 und den Anhangtab. 91 bis 93 gehen die ADF-Konzentrationen des Versuchs „Hauptbestandsbildner“ hervor. Im ersten Jahr ist die Wechselwirkung Art x Erntetermin gesichert, in den beiden anderen Wintern sind keine Wechselwirkungen zu verzeichnen, vgl. Anhangtab. 90. Durch die signifikant niedrigere Konzentration der frühen Vornutzung des Erntetermins im Januar von *Lolium perenne* gegenüber den anderen Ernteterminen im Winter 1999/2000 wird diese Wechselwirkung ausgelöst, vgl. Abb. 12 und Anhangtab. 91 bis 93.

Als wichtigste Hauptwirkung ist in allen Jahren die Art ausgewiesen; dabei zeichnet sich *Lolium perenne* vor allem in den beiden kälteren Wintern durch niedrigere ADF-

Konzentrationen aus, vgl. Abb. 12 und Anhangtab. 91 bis 93. Ebenso wird in den beiden kälteren Wintern die Vornutzung als zweitwichtigste Varianzursache ausgewiesen; im vergleichsweise milden Winter 2000/2001 ist diese jedoch nicht von Relevanz. Treten Unterschiede bei den ADF-Konzentrationen auf, so sind mit späterer Vornutzung niedrigere Konzentrationen zu beobachten, vgl. Abb. 12 und Anhangtab. 91 bis 93. Die Hauptwirkung Erntetermin wird dagegen in den beiden ersten Wintern als Varianzursache ausgewiesen. Mit späterem Erntetermin ist ein Anstieg der ADF-Konzentrationen zu verzeichnen; Signifikanzen bestehen dabei meist zwischen den Ernteterminen Dezember und Februar. Bei *Lolium perenne* ist im ersten Untersuchungsjahr dagegen diese Zunahme nicht eindeutig zu erkennen, vgl. Abb. 12 und Anhangtab 91 bis 93.



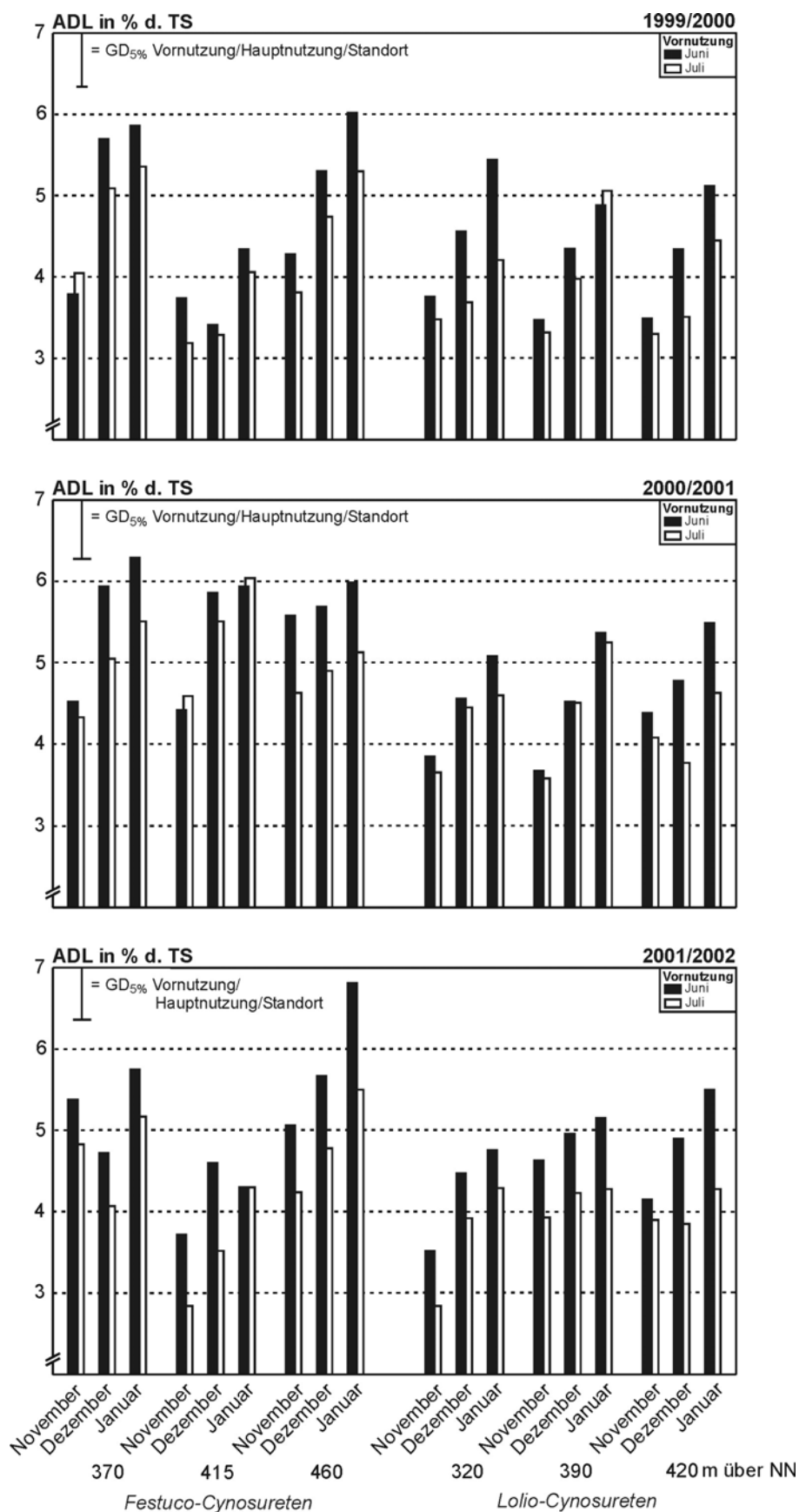
**Abb. 13: ADF-Konzentrationen** in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin im Winter, Versuch **N-Düngung**

Aus der Abb. 13 gehen die ADF-Konzentrationen des Versuchs **N-Düngung** hervor, vgl. Anhangtab. 133 bis 135. In allen drei Untersuchungsjahren ist der Erntetermin wichtigste Varianzursache; im Winter 1999/2000 und 2000/2001 ist die N-Menge ebenso gesichert, vgl. Anhangtab. 132. Im ersten Untersuchungsjahr weist in der 0-Variante der Erntetermin Dezember signifikant niedrigere ADF-Konzentrationen als die späteren Erntetermine auf. Dagegen liegen in der 50 kg N ha⁻¹-Variante im Januar gegenüber Februar und in der 100 kg N ha⁻¹-Variante im Dezember gegenüber Januar höhere ADF-Konzentrationen vor, vgl. Abb. 13 und Anhangtab. 133. Im zweiten Untersuchungsjahr kommt es mit späterem Erntetermin in allen

Düngungsvarianten zu einer Erhöhung der ADF-Konzentrationen, wobei eine Signifikanz meist zwischen Dezember und Februar besteht. Dabei zeigt sich, dass dieser Einfluss mit höherer N-Menge schwächer wird, vgl. Abb. 13 und Anhangtab. 134. Die Steigerung der N-Menge führt zu einer Abnahme der ADF-Konzentrationen vor allem zu den Ernteterminen Januar und Februar; dies ist dabei zwischen der ungedüngten und der am höchsten mit N versorgten Variante am deutlichsten, vgl. Abb. 13 und Anhangtab. 134. Im letzten, vergleichsweise milden Winter, erreichen die ADF-Konzentrationen das höchste Niveau der drei Untersuchungsjahre, vgl. Abb. 13 und Anhangtab. 135. Es zeigt sich, dass alle mit N versorgten Varianten Unterschiede zwischen den ADF-Konzentrationen im Dezember und Februar aufweisen, dabei zeichnen sich die späteren Erntetermine durch höhere ADF-Konzentrationen aus.

### 4.3 Acid Detergent Lignin

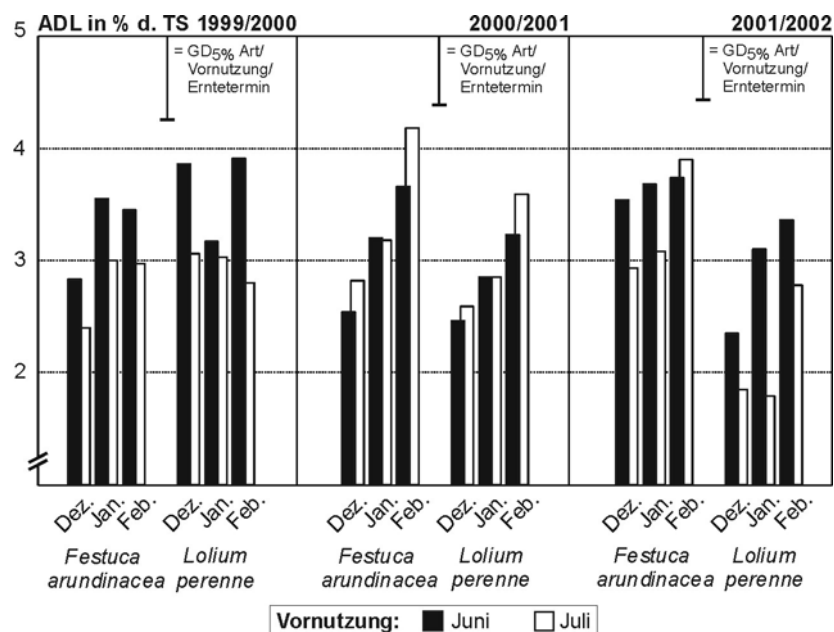
Die Anhangtab. 61 bis 65 zeigen die Acid Detergent Lignin- (= ADL-) Konzentrationen der Vegetationszeit des Versuchs **Pflanzengesellschaften** zum Vergleich mit den Konzentrationen im Winter auf. Diese liegen je nach Fläche, Wachstumsdauer und Jahr zwischen 2,3 und 11,2%. Die Abb. 14 zeigt die ADL-Konzentrationen der drei Untersuchungsjahre des Versuchs „Pflanzengesellschaften“. Die Wechselwirkung Erntetermin x Standort ist in allen drei Jahren gesichert, vgl. Anhangtab. 27. Ausgelöst wird die Wechselwirkung durch einen unterschiedlich starken Anstieg der ADL-Konzentrationen der beiden Vornutzungsvarianten zu den einzelnen Ernteterminen bei den verschiedenen Standorten, vgl. Abb. 14. Im ersten, vergleichsweise kalten Winter 1999/2000 zeigt sich bei der Fläche 415 m ü. NN der Festuco-Cynosureten ein signifikanter Anstieg der ADL-Konzentrationen der ersten Vornutzungsvariante von Dezember auf Januar. Die anderen Flächen zeigen dagegen nur einen signifikanten Anstieg beider Vornutzungsvarianten von November zum Januar, vgl. Abb. 14 und Anhangtab. 28 bis 30. Im letzten Untersuchungsjahr wird die Wechselwirkung Erntetermin x Standort offenbar durch die Fläche 370 m ü. NN ausgelöst, da bei beiden Vornutzungsvarianten die Konzentrationen an ADL von November zu Dezember geringer werden und dann wiederum von Dezember auf Januar ansteigen, vgl. Abb. 14 und Anhangtab. 30.



**Abb. 14:** ADL-Konzentrationen in Abhängigkeit von Vornutzung, Erntetermin im Winter, Pflanzengesellschaft und Standort, Versuch **Pflanzen-**gesellschaften

Die Hauptwirkungen Erntetermin, Standort und Vornutzung sind in allen drei Jahren gesichert, die Varianzanalyse weist jedoch in den ersten beiden Jahren als wichtigsten Faktor den Erntetermin, im letzten Jahr die Vornutzung aus, vgl. Anhangtab. 27. Alle Standorte erreichen mit dem Erntetermin Januar meist die höchsten ADL-Konzentrationen. Ein signifikanter Anstieg zeigt sich in der Mehrzahl der Fälle von November zu Januar. Der Dezember nimmt eine Mittelstellung ein, da signifikante Unterschiede sowohl zum November als auch zum Januar festzustellen sind. Die Hauptwirkung Vornutzung bewirkt, falls signifikante Unterschiede auftreten, eine Verringerung der ADL-Konzentration bei später Vornutzung. Die Konzentrationen zeigen jahresabhängige Varianzen, wobei die *Lolium-Cynosureten* untereinander auf einem ähnlichen Niveau liegen. Anders verhalten sich die *Festuco-Cynosureten*; sie zeigen dies nur im milden Winter 2000/2001, vgl. Abb. 14 und Anhangtab. 28 bis 30. Im ersten und letzten Winter sind sowohl die höchsten, als auch die niedrigsten ADL-Konzentrationen bei den Festuco-Cynosureten zu finden, im milden Winter zeichnen sich die *Lolium-Cynosureten* im Mittel durch niedrigere ADL-Konzentrationen aus, vgl. Anhangtab. 28 und 30.

Zum Vergleich mit der Situation im Winter, sind die ADL-Konzentrationen in der Vegetationszeit in den Anhangtab. 120 und 125 bis 127 des Versuchs **Hauptbestandsbildner** dargestellt. Diese liegen je nach Art, Wachstumsdauer und Jahr im Bereich von 1,8 bis 2,8%. Aus der Abb. 15 gehen die ADL-Konzentrationen



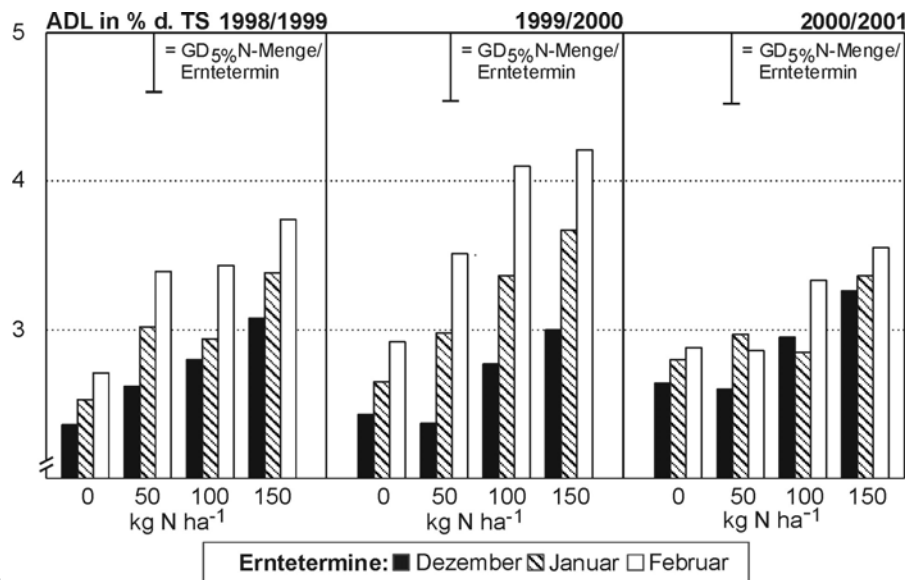
**Abb. 15: ADL-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Art, Vornutzung und Erntetermin im Winter, Versuch **Hauptbestandsbildner**

des Versuchs „Hauptbestandsbildner“ hervor, vgl. Anhangtab. 95 bis 97. Im ersten Untersuchungsjahr ist die Wechselwirkung Art x Erntetermin gesichert und wird durch Unterschiede zwischen den Ernteterminen Januar und Februar der frühen Vornutzung von *Lolium perenne* hervorgerufen, vgl. Abb. 15 und Anhangtab. 94 bis 97. Als weitere Wechselwirkung wird im letzten Jahr Vornutzung x Erntetermin von der Varianzanalyse ausgewiesen. Ausgelöst wird diese durch einen signifikanten ADL-Anstieg von *Lolium perenne* bei früher Vornutzung von Dezember zu Januar; bei später Vornutzung gibt es dagegen einen Unterschied der beiden frühen Erntetermine verglichen mit dem letzten Erntetermin bei beiden Arten, vgl. Abb. 15 und Anhangtab. 95 bis 97.

Die Vornutzung ist in allen Jahren als Hauptwirkung gesichert, weist jahrabhängig aber einen unterschiedlich großen Einfluss auf, vgl. Anhangtab. 94. Sind Unterschiede zwischen den Vornutzungen festzustellen, so bewirkt ein späterer Vornutzungstermin niedrigere ADL-Konzentrationen, vgl. Abb. 15 und Anhangtab. 95 bis 97. Die Hauptwirkung Erntetermin ist nur im zweiten und letzten Winter als gesichert ausgewiesen; dabei hat jedoch der Erntetermin im zweiten Winter den größten Einfluss, im letzten Winter den geringsten, vgl. Anhangtab. 94. So führt eine späte Nutzung im Winter meist zu einem Anstieg der ADL-Konzentrationen, vor allem von Dezember zum Februar. Die Art ist nur im letzten Winter als Hauptwirkung ausgewiesen, hat hier aber den größten Einfluss, vgl. Anhangtab. 94. Im letzten, vergleichsweise schneereichen Jahr zeichnet sich *Lolium perenne* durch meist niedrigere ADL-Konzentrationen gegenüber *Festuca arundinacea* aus, vgl. Abb. 15 und Anhangtab. 97.

Abb. 16 zeigt die ADL-Konzentrationen der drei Untersuchungsjahre des Versuchs **N-Düngung**, vgl. Anhangtab. 137 bis 139. Die Hauptwirkungen verhalten sich jahrabhängig unterschiedlich; so wird im ersten und dritten Untersuchungsjahr die N-Menge als wichtigste Varianzursache ausgewiesen, im zweiten Untersuchungsjahr dagegen hat der Erntetermin den höchsten Anteil an der Varianz, vgl. Anhangtab. 136. Im zweiten Untersuchungsjahr sind in allen N-Varianten signifikante Unterschiede zwischen den Ernteterminen Dezember und Februar zu verzeichnen, dabei werden durch den späteren Erntetermin höhere ADL-Konzentrationen hervorgerufen, vgl. Abb. 16 und Anhangtab. 137 bis 139. Die gedüngten Varianten zeichnen sich ernteterminunabhängig durch einen ADL-Anstieg aus, vgl. Abb. 16 und Anhangtab. 137 bis 139. Im letzten Winter erreicht, ebenso ernteterminunabhängig,

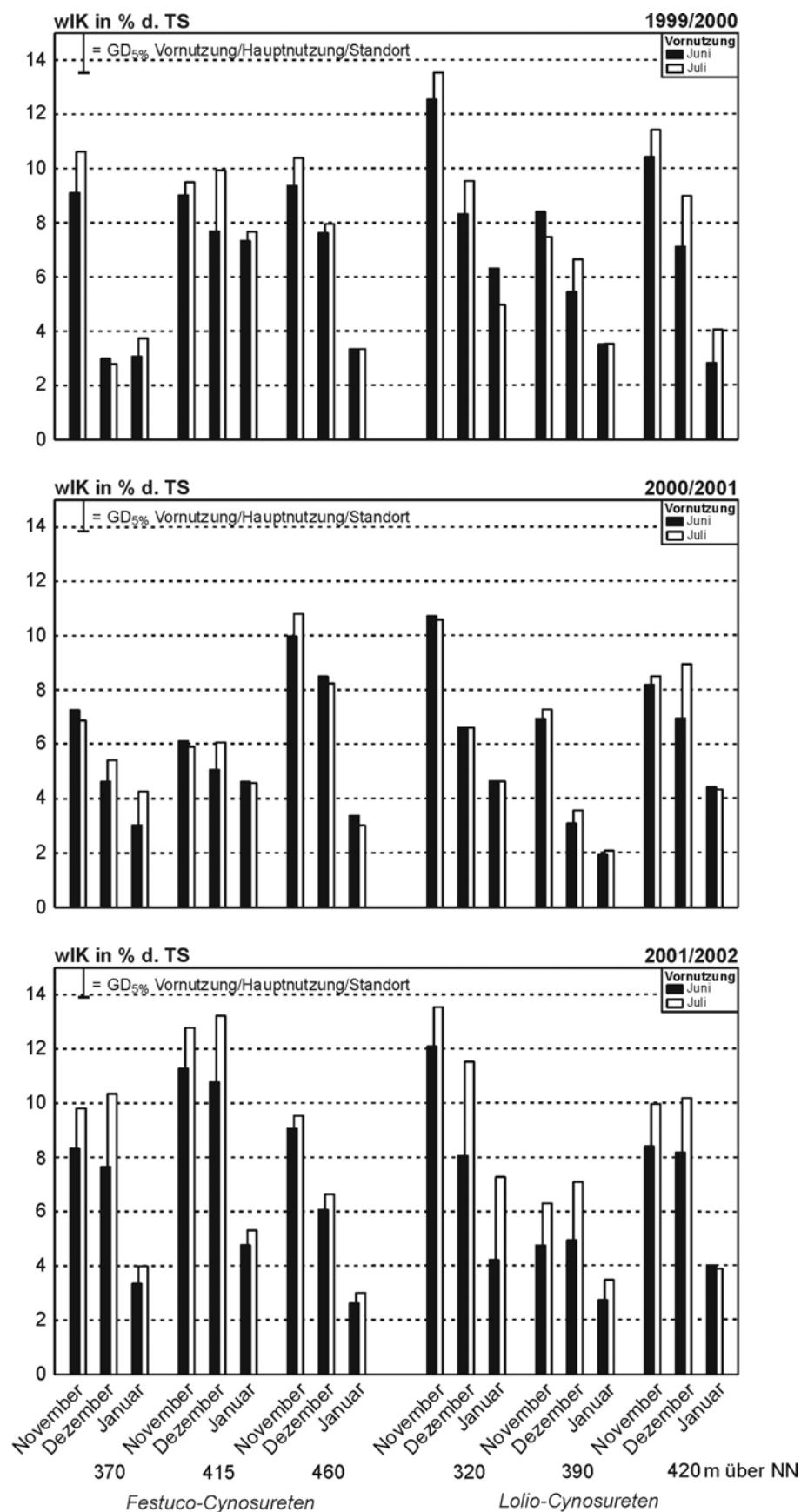
die höchste Düngungsstufe signifikant höhere ADL-Konzentrationen als die ungedüngte und die mit 50 kg N ha<sup>-1</sup> gedüngte Variante. Im ersten Winter, in dem der Erntetermin gefolgt von der N-Menge die wichtigste Varianzursache ist, sind bei allen gedüngten Varianten signifikante terminbedingte Anstiege der ADL-Konzentration zu beobachten, vgl. Abb. 16 und Anhangtab. 136 bis 139.



**Abb. 16: ADL-Konzentrationen** in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin im Winter, Versuch **N-Düngung**

#### 4.4 Wasserlösliche Kohlenhydrate

Die Anhangtab. 66 bis 70 vermitteln bezogen auf die Situation in der Vegetationsperiode die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate (= wLK) des Versuchs **Pflanzengesellschaften**. Diese liegen je nach Fläche, Wachstumsdauer und Jahr zwischen 4,5 und 18,1%. Die Abb. 17 zeigt die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate der Winter 1999/2000, 2000/2001 und 2001/2002. In allen Jahren ist die Wechselwirkung Erntetermin x Standort gesichert und hat, falls andere Wechselwirkungen auftreten, den größten Einfluss, vgl. Anhangtab. 31. Die Wechselwirkung wird durch das unterschiedlich starke Abnehmen der Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate an den verschiedenen Standorten ausgelöst, vgl. Abb. 17 und Anhangtab. 32 bis 34. Im letzten Winter sind zusätzlich die Wechselwirkungen Vornutzung x Erntetermin und Vornutzung x Standort gesichert. Die späte Vornutzung hat vor allem im November und Dezember eine Erhöhung der Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate zur Folge; signifikante Unterschiede zwischen den Vornutzungsvarianten sind - abgesehen von der Fläche

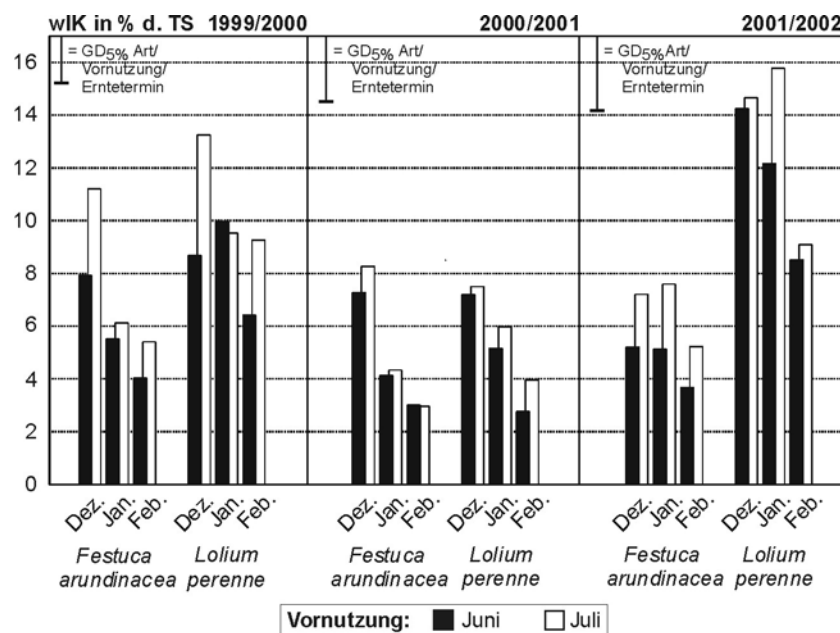


**Abb. 17: wLK-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Vornutzung, Erntetermin im Winter, Pflanzengesellschaft und Standort, Versuch **Pflanzen-**gesellschaften

460 m ü. NN - bei allen anderen zu beobachten und rufen so die Wechselwirkung Vornutzung x Standort hervor, vgl. Abb. 17 und Anhangtab. 31 und 32 bis 34.

In allen drei Jahren sind die Hauptwirkungen Erntetermin, Standort und Vornutzung gesichert, wobei der Erntetermin den größten Einfluss hat, vgl. Anhangtab. 31. Mit späterem Erntetermin sinken die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, wobei ein signifikanter Rückgang meist bereits von November auf Dezember zu beobachten ist. Die Standorte erreichen jahrabhängig verschiedene Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, daher ist eine eindeutige Rangfolge zwischen den Standorten nicht zu verzeichnen; die Fläche 390 m ü. NN der *Lolio-Cynosureten* weist dabei in allen Jahren die niedrigsten Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate auf, vgl. Abb. 17 und Anhangtab. 32 bis 34. Des weiteren ist zu beobachten, dass die Fläche 460 m ü. NN der *Festuco-Cynosureten* über die drei Winter hinweg ihr Konzentrations-Niveau beibehält, vgl. Abb. 17 und Anhangtab. 32 bis 34. Eine spätere Vornutzung führt, falls signifikante Unterschiede bestehen, zu einer Erhöhung der Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, vgl. Abb. 17 und Anhangtab. 32 bis 34.

Informationen zu den Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate des Versuchs **Hauptbestandsbildner** in der Vegetationszeit, als Vergleich zur Situation im Winter, sind den Anhangtab. 121 und 125 bis 127 zu entnehmen. Diese liegen je nach Art, Wachstumsdauer und Jahr im Bereich von 7,6 bis 20,1%. Aus Abb. 18 gehen die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate der drei Untersuchungsjahre des Versuchs „Hauptbestandsbildner“ hervor, vgl. Anhangtab. 99 bis 101. Jahrabhängig weist die Varianzanalyse unterschiedlichen Faktoren eine Bedeutung zu, vgl. Anhangtab. 98. Im ersten Winter sind die Wechselwirkungen Vornutzung x Erntetermin und Art x Erntetermin gesichert, im letzten Winter dagegen nur die Wechselwirkung Art x Erntetermin, vgl. Anhangtab. 98. Die Wechselwirkung Vornutzung x Erntetermin wird im ersten Untersuchungsjahr durch auftretende Unterschiede zwischen den Vornutzungsvarianten im Dezember sowohl bei *Lolium perenne* als auch bei *Festuca arundinacea*, im Februar dagegen nur bei *Lolium perenne* ausgelöst, wobei eine spätere Vornutzung höhere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate zur Folge hat, vgl. Abb. 18 und Anhangtab. 99 bis 101. Des weiteren ist im ersten und letzten Winter die Interaktion Art x Erntetermin gesichert, diese wird im ersten Winter durch ein nicht eindeutiges Verhalten der frühen Vornutzung bei *Lolium perenne* und im letzten Winter durch keine signifikante



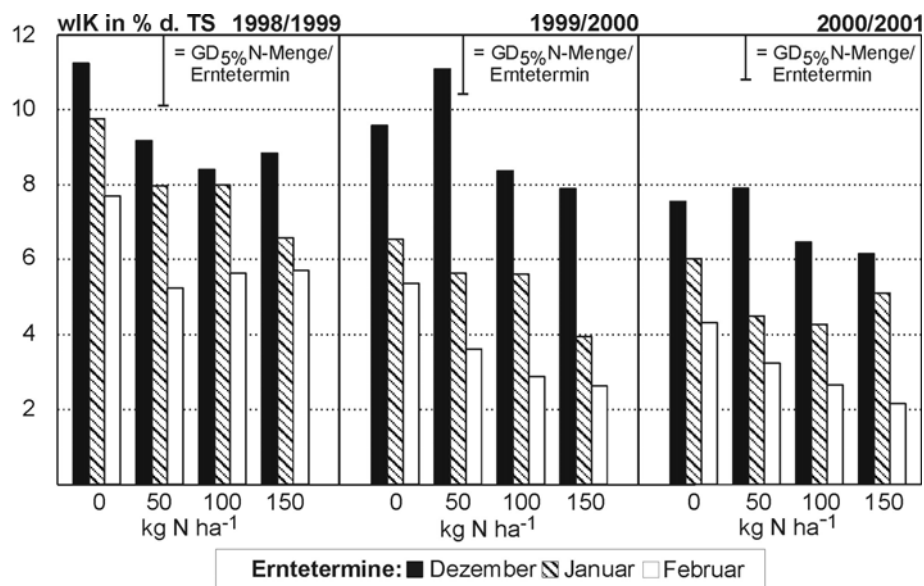
**Abb. 18: wLK-Konzentrationen** in Abhängigkeit von Art, Vornutzung und Erntetermin im Winter, Versuch **Hauptbestandsbildner**

Veränderung der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate mit fortschreitendem Erntetermin bei *Festuca arundinacea* verursacht, vgl. Abb. 18 und Anhangtab. 99 bis 101.

Auch die Hauptwirkungen verhalten sich jahrabhängig unterschiedlich, so wird im ersten und letzten Winter die Art als wichtigste Varianzursache ausgewiesen, im zweiten Untersuchungsjahr dagegen ist der Erntetermin alleinige gesicherte Varianzursache, vgl. Anhangtab. 98. Der signifikante Einfluss des Faktors Art wird durch das meist höhere Konzentrations-Niveau an wasserlöslichen Kohlenhydraten von *Lolium perenne* hervorgerufen, vgl. Abb. 18 und Anhangtab. 99 bis 101. Mit späterem Erntetermin sinken bei beiden Arten die Konzentrationen der wasserlöslichen Kohlenhydrate, wobei eine Signifikanz jedoch meist nur von Dezember zu Februar festzustellen ist, vgl. Abb. 18 und Anhangtab 99 bis 101. Auch der Faktor Vornutzung ist im ersten und letzten Winter gesichert, dieser wird aber nur durch vereinzelte Unterschiede hervorgerufen und bleibt im Winter aus pflanzenbaulicher Sicht ohne große Relevanz, vgl. Abb. 18 und Anhangtab. 99 bis 101.

Abb. 19 zeigt die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate des Versuchs **N-Düngung**, vgl. Anhangtab. 141 bis 143. In allen drei Wintern ist die Interaktion N-Menge x Erntetermin nicht signifikant, dagegen geht von den Hauptwirkungen

Erntetermin und N-Menge ein gesicherter Effekt aus, wobei jeweils der Einfluss des Erntetermins am größten ist, vgl. Anhangtab. 140. In allen Düngungsvarianten ist ein signifikanter Rückgang der Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate von den Ernteterminen Dezember zu Februar zu beobachten; vereinzelt treten auch Unterschiede zwischen Dezember und Januar sowie zwischen Januar und Februar auf, vgl. Abb. 19 und Anhangtab. 141 bis 143. Mit steigender Düngung sinken die Konzentrationen der wasserlöslicher Kohlenhydrate, vgl. Abb. 19 und Anhangtab. 141 bis 143.



**Abb. 19: wLK-Konzentrationen** in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin im Winter, Versuch **N-Düngung**

## 5 Diskussion

### 5.1 Pflanzengesellschaften

#### 5.1.1 Sommeraufwüchse

Um Futtergräser qualitativ bewerten zu können, muss eine große Anzahl an wertbestimmenden Merkmalen beachtet werden. Nach KLAPP (1971), OPITZ v. BOBERFELD (1994b) und KIRCHGEßNER (2004) machen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Merkmalen der Pflanze, dem Alter der Pflanzen, der Akzeptanz und Aufnahme beim Weidetier in Abhängigkeit von dessen Alter, Geschlecht, Ernährungszustand und Leistung eine Bewertung schwierig. Die Verdaulichkeit organischer Substanz (= DOM) des Weideaufwuchses stellt dabei nur ein Merkmal für die Leistungsfähigkeit dar (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Die Verdaulichkeit organischer Substanz des Versuchs „Pflanzengesellschaften“ liegt in der Vegetationsperiode in allen drei Jahren durchschnittlich > 60 %, wobei im letzten Jahr mit 67,4% sowohl bei den *Festuco-Cynosureten* als auch bei den *Lolio-Cynosureten* die höchsten Verdaulichkeiten zu verzeichnen sind, vgl. Anhangtab. 84 bis 86. Die Fläche 420 m ü. NN der *Lolio-Cynosureten* weist in allen Jahren die höchste Verdaulichkeit organischer Substanz auf und erreicht im Sommer 1999 über 70%, vgl. Anhangtab 83. Die geringste Verdaulichkeit organischer Substanz in den Vegetationsperioden der Jahre 1999 bis 2001 weist die Fläche 390 m ü. NN auf, wobei nur im Sommer 2000 eine Verdaulichkeit organischer Substanz von 60% unterschritten wird, vgl. Anhangtab 83 bis 85. Offenbar wirkt sich der hohe Ertragsanteil von *Alopecurus pratensis* mit durchschnittlich 70% negativ auf die Verdaulichkeit aus. Durch die extreme Frühreife dieser Art (OPITZ v. BOBERFELD 1994a) bzw. eines hohen Halmanteiles zum Zeitpunkt der Nutzung, nimmt der Anteil an Gerüstsubstanzen zu (OPITZ v. BOBERFELD 1994b). Die übrigen Flächen weisen bei der Verdaulichkeit organischer Substanz in den drei Jahren keine signifikanten Unterschiede auf. Außer im Sommer 1999 zeigen sich bei den Varianten mit kürzerer Wachstumsdauer höhere Verdaulichkeiten, als bei den Varianten mit längerer Wachstumsdauer, besonders ausgeprägt tritt dies bei den *Lolio-Cynosureten* auf. Es kann somit angenommen werden, dass sich die heterogenen Bestände in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden und bezogen auf den Halmanteil starke Unterschiede aufweisen. Ein höherer Halmanteil bei längerer Wachstumsdauer mit negativer Wirkung auf die Verdaulichkeit wird auch von HIRST et al. (1959), DAUGHTRY et al. (1978), BRICE & MORRISON (1982) und WILMAN & ALTIMINI (1982) beschrieben. Die mittleren NDF-Konzentrationen sowohl der *Lolio-*

als auch der *Festuco-Cynosureten* in der Vegetationsperiode unterscheiden sich dagegen meist nicht und liegen bei 58,4%. Innerhalb der *Festuco-Cynosureten* weist im Sommer 1999 die Fläche 460 m ü. NN als einzige einen Einfluss von langer zu kurzer Wachstumsperiode, bezogen auf die NDF-Konzentration, auf, vgl. Anhangtab. 53. Die Wechselwirkung Standort x Wachstumsperiode im Sommer 1999 wird somit durch diese Fläche ausgelöst, vgl. Anhangtab. 51. Bedingt durch die unterschiedlichen Wachstumsperioden weisen in den Folgejahren 2000 und 2001 deutlich mehr Flächen Unterschiede der NDF-Konzentrationen auf, vgl. Anhangtab. 54 und 55. Dabei bewirkt eine kurze Wachstumszeit niedrigere NDF-Konzentrationen, da davon auszugehen ist, dass in der langen Wachstumsperiode deutlich mehr Blütenstände vorhanden sind. Auch OPITZ v. BOBERFELD (1994b) berichtet vom Einfluss des Entwicklungsstadiums von Futtergräsern auf die Konzentration der Gerüstsubstanzen. Die ADF-Konzentrationen verhalten sich ähnlich den NDF-Konzentrationen, auch hierbei sind die mittleren Konzentrationen der *Lolio*- und der *Festuco-Cynosureten* nicht verschieden und weisen eine Konzentration von 32,7% auf, vgl. Anhangtab. 58 bis 60. Falls Unterschiede in den ADF-Konzentrationen zwischen den verschiedenen langen Wachstumsperioden auftreten, so erreichen die jungen Bestände meist niedrigere Konzentrationen. Nach OPITZ v. BOBERFELD (1994a) beträgt die tägliche Zunahme der ADF-Konzentration 0,2% mit einer geringen Varianz, wodurch das physiologische Alter der Bestände ausschlaggebend für die Höhe der ADF-Konzentration ist; auch berichtet er von einer Verschiebung des Blatt/Halm-Verhältnisses mit zunehmendem Alter der Pflanze, wobei der Halm sowohl eine größere Masse als auch einen höheren Gerüstsubstanzanteil erlangt. Wie bereits die NDF- und ADF-Konzentrationen so unterscheiden sich die ADL-Konzentrationen der Pflanzengesellschaften im Mittel der Jahre meist nicht und liegen bei 4,0%, vgl. Anhangtab. 63 bis 65. Im Sommer 1999 fallen die Standorte 370 m ü. NN und 415 m ü. NN der *Festuco-Cynosureten* auf, hierbei sind die ADL-Konzentrationen in der kurzen Wachstumsperiode höher als in der langen Wachstumsperiode. Offenbar bewirkt die Hanglage dieser Standorte mit einem verminderten Wasserspeichungsvermögen eine Verschiebung der stofflichen Dynamik und es kommt aufgrund dieser Stresssituation zu einer verminderten Blattbildung oder zur Verlagerung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe in die Halmbasis. In den Folgejahren bewirkt die kurze Wachstumsphase eine niedrigere ADL-Konzentration, wobei die *Lolio-Cynosureten* durch deutlichere Unterschiede auffallen, vgl. Anhangtab. 63 bis 65. Vermutlich sind sowohl die

**Tab. 6:** Korrelationen des Versuchs **Pflanzengesellschaften** in der Vegetationsperiode, n = 36

|            | NDF         | ADF             | ADL             | wIK             | XP              | Ertrag          |
|------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>DOM</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,79**</b> | <b>- 0,66**</b> | <b>+ 0,57**</b> | <b>+ 0,22</b>   | <b>- 0,12</b>   |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,85**</b> | <b>- 0,30</b>   | <b>+ 0,18</b>   | <b>+ 0,74**</b> | <b>- 0,45**</b> |
|            | <b>2001</b> | <b>- 0,63**</b> | <b>- 0,68**</b> | <b>+ 0,60**</b> | <b>+ 0,42*</b>  | <b>- 0,39*</b>  |
| <b>NDF</b> | <b>1999</b> | <b>+ 0,87**</b> | <b>+ 0,65**</b> | <b>- 0,32</b>   | <b>- 0,57**</b> | <b>+ 0,28**</b> |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,76**</b> | <b>+ 0,34*</b>  | <b>- 0,11</b>   | <b>- 0,87**</b> | <b>+ 0,47**</b> |
|            | <b>2001</b> | <b>+ 0,94**</b> | <b>+ 0,77**</b> | <b>- 0,27</b>   | <b>- 0,81**</b> | <b>+ 0,78**</b> |
| <b>ADF</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,32</b>   | <b>- 0,32</b>   | <b>- 0,56**</b> | <b>- 0,43**</b> | <b>+ 0,36*</b>  |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,11</b>   | <b>- 0,11</b>   | <b>- 0,69**</b> | <b>+ 0,36*</b>  | <b>+ 0,85**</b> |
|            | <b>2001</b> | <b>- 0,34*</b>  | <b>- 0,34*</b>  | <b>- 0,79**</b> | <b>+ 0,43**</b> | <b>+ 0,36*</b>  |
| <b>ADL</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,58**</b> | <b>- 0,58**</b> | <b>- 0,16</b>   | <b>+ 0,06</b>   | <b>+ 0,06</b>   |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,04</b>   | <b>+ 0,04</b>   | <b>- 0,32</b>   | <b>+ 0,22</b>   | <b>+ 0,22</b>   |
|            | <b>2001</b> | <b>- 0,17</b>   | <b>- 0,17</b>   | <b>- 0,72**</b> | <b>+ 0,75**</b> | <b>+ 0,75**</b> |
| <b>wIK</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,51**</b> | <b>- 0,51**</b> | <b>+ 0,53*</b>  | <b>+ 0,53*</b>  | <b>+ 0,53*</b>  |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,27</b>   | <b>- 0,27</b>   | <b>+ 0,61**</b> | <b>+ 0,61**</b> | <b>+ 0,61**</b> |
|            | <b>2001</b> | <b>- 0,06</b>   | <b>- 0,06</b>   | <b>- 0,11</b>   | <b>- 0,11</b>   | <b>- 0,11</b>   |
| <b>XP</b>  | <b>1999</b> | <b>- 0,76**</b> | <b>- 0,76**</b> | <b>- 0,76**</b> | <b>- 0,76**</b> | <b>- 0,76**</b> |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,71**</b> | <b>- 0,71**</b> | <b>- 0,71**</b> | <b>- 0,71**</b> | <b>- 0,71**</b> |
|            | <b>2001</b> | <b>- 0,84**</b> | <b>- 0,84**</b> | <b>- 0,84**</b> | <b>- 0,84**</b> | <b>- 0,84**</b> |

differierenden Witterungsverhältnisse als auch die Bestandszusammensetzung hierfür verantwortlich. Die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate der *Festuco-Cynosureten* sind im Mittel sowohl in 1999 als auch in 2000 geringer als die der *Lolio-Cynosureten*. Offenbar wirkt sich auch hier die Bestandszusammensetzung und die Witterung, die am selben Standort in verschiedenen Jahren enorme Schwankungen aufweisen kann, beeinflussend aus. Deutlich sind jedoch die Unterschiede bezogen auf kurze und lange Wachstumsperiode, hierbei zeichnet sich die kurze Wachstumsperiode durch geringere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate aus, vgl. Anhangtab 68 bis 70. Durch die kurze Wachstumsperiode kann offenbar nicht genügend Blattmasse gebildet werden und es steht somit vermutlich nur eine verhältnismäßig geringe Assimilationsfläche zur Verfügung. Die hohe Verdaulichkeit des Standortes 420 m ü. NN in der Vegetationsperiode 1999 geht mit der geringsten NDF, ADF und ADL-Konzentration einher; gleichzeitig erreicht dieser Standort die höchste Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate, vgl. Anhangtab 53, 58 und 63. Jedoch kann anhand der Korrelationen eine Beziehung nur zwischen DOM und NDF nachgewiesen werden, vgl. Tab. 6. Im Gegensatz dazu verhält sich die Fläche 415 m ü. NN in der letzten Vegetationsperiode. Sie zeichnet sich durch die im Mittel höchsten ADL-Konzentrationen der Standorte aus. Die anderen Zielgrößen, einschließlich DOM, liegen im mittleren Bereich; offenbar ist nicht der Gehalt an Lignin allein ausschlaggebend für die Verdaulichkeit organischer Substanz, sondern der Grad der Verknüpfung des Lignins mit anderen Zellwandbestandteilen.

### 5.1.2 Winteraufwüchse

Die Winteraufwüchse des Versuchs **Pflanzengesellschaften** weisen im Durchschnitt der drei Jahre eine Verdaulichkeit organischer Substanz von 55,6% auf. Nach COLLINS & BALASKO (1981) sollte die Verdaulichkeit organischer Substanz für die Ernährung der Mutterkuh circa 50% betragen. Dieser Wert wird im Durchschnitt der verschiedenen Standorte nur im zweiten Winter von der Fläche 370 m ü. NN unterschritten. Bei dem Material handelt es sich jedoch um das Futterangebot, das beim Weidegang selektiv aufgenommen wird, was den Befund relativiert. Offenbar bewirkt ein Ertragsanteil von 19% *Arrhenatherum elatius* eine geringere Verdaulichkeit, vgl. Anhangtab. 1 und 44 bis 46. Die Ertragsanteile der anderen Flächen liegen dagegen im Bereich von <1% bis 7%. Im frischen Zustand enthält diese Art Saponine, ein Glykosid, das hämolytisch und antibakteriell wirkt (SCHNEIDER 1990). Dadurch könnte es

zu einer Beeinträchtigung der Pansenmikroben kommen. Die Konzentrationen an NDF, ADF, ADL, wasserlöslicher Kohlenhydrate und Ergosterol dieser Fläche sind jedoch nicht auffallend unterschiedlich im Vergleich zu den übrigen Flächen, vgl. Anhangtab. 20 bis 22, 24 bis 26, 28 bis 30, 32 bis 34 und 48 bis 50. Betrachtet über drei Jahre ist im Mittel die DOM der *Festuco-Cynosureten* und *Lolio-Cynosureten* nicht verschieden. Die Höhe der Verdaulichkeiten sind jedoch jahrabhängig verschieden, wobei keine Rangfolge innerhalb der Standorte festgestellt werden kann, vgl. Anhangtab. 44 bis 46. Die Verdaulichkeiten nehmen bei beiden Gesellschaften von November zum Januar ab. Auch OCUMPAUGH & MATCHES (1977) beobachten dies und stellen ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung jahrabhängig unterschiedliche Abnahmen fest und führen dies auf ein verzögertes Wachstum bzw. auf einen Abbau des Pflanzenmaterials zurück. Dies wird in der vorliegenden Untersuchung durch abnehmende Erträge auf allen Standorten bestätigt, vgl. Abb. 5. Des weiteren berichten OCUMPAUGH & MATCHES (1977) von vereinzelt jahrabhängig auftretenden Wachstumsprozessen der Narbe, die im fortschreitenden Winter die Verdaulichkeit organischer Substanz auf annähernd gleichem Niveau halten; ähnliches kann im Winter 2000/2001 beobachtet werden. In diesem vergleichsweise milden Winter bleiben die Verdaulichkeiten der *Festuco-Cynosureten* im Verlauf des Winters meist auf gleichem Niveau, vor allem die Varianten mit letzter Nutzung im Juni. Bei den *Lolio-Cynosureten* hingegen ist bei zwei Standorten (= 320 und 420 m ü. NN) ein Anstieg der Verdaulichkeit organischer Substanz im fortschreitenden Winter zu beobachten, vgl. Anhangtab. 44 bis 46. Offensichtlich sind die in diesem Winter günstigen Witterungsbedingungen und die möglicherweise auftretenden Wachstumsprozesse der Narbe hierfür verantwortlich; dies haben bereits OCUMPAUGH & MATCHES (1977) festgestellt. Hierzu sei auf die vergleichsweise hohen Erträge im Winter 2000/2001 hingewiesen, die diesen Erklärungsversuch weiter unterstützen, vgl. Abb. 5. Außer vereinzelt auftretende Unterschiede der Vornutzungsvarianten im Dezember sind zu den Folgeterminen keine Unterschiede zwischen kurzer und langer Schonung vor der Ernte festzustellen, vgl. Anhangtab. 45. Der größte Einfluss auf die Verdaulichkeit organischer Substanz geht nach COLLINS & BALASKO (1981) vom Wintererntetermin aus. Günstige Witterungsbedingungen haben auch in Maryland/USA mit fortschreitendem Winter keinen oder nur einen geringen Rückgang der Verdaulichkeit organischer Substanz zur Folge (ARCHER & DECKER 1977a). Dagegen stellen COLLINS & BALASKO (1981) unter extremeren Wachstumsbedingungen bei längerer Wachs-

tumsphase und verzögerter Vornutzung einen Anstieg der Verdaulichkeit organischer Substanz fest. Im Winter 2001/2002 sinkt, wie bereits im Winter 1999/2000, die Verdaulichkeit organischer Substanz mit fortschreitendem Erntetermin; dies steht im Einklang mit OCUMPAUGH & MATCHES (1977), COLLINS & BALASKO (1981) und HITZ & RUSSELL (1998). Vereinzelt treten bei kürzerer Schonung höhere Verdaulichkeiten organischer Substanz auf, so berichten auch MATCHES (1979) und COLLINS & BALASKO (1981) von höheren Verdaulichkeiten bei jungem, später vorgegenutztem Material. Vor der Winternutzung führt offenbar eine späte Vornutzung zur Erhöhung des Blattanteils. So stellen BALLARD et al. (1990) geringere Verdaulichkeiten organischer Substanz bei Zunahme des Halmanteils fest. Die Abnahmen der Verdaulichkeit organischer Substanz in den Wintern 1999/2000 und 2001/2002 werden vermutlich gleichermaßen durch Seneszenz und witterungsbedingte Abbauprozesse hervorgerufen und bestehen bei beiden Gesellschaften unabhängig von der Bestandszusammensetzung (WÖHLER 2003). ARCHER & DECKER (1977a) berichten hierbei von einem negativen Einfluss auf die Verdaulichkeit, wenn es zu einem Anstieg toter Blätter kommt. Auch OPITZ v. BOBERFELD (1994b, 1996) berichtet hierzu von steigendem Anteil der Gerüstsubstanzen mit zunehmendem Alter der Aufwüchse. So bestehen in den Wintern 1999/2000 und 2001/2002 enge Korrelationen zwischen den Konzentrationen von NDF, ADF und ADL und der Verdaulichkeit organischer Substanz, vgl. Tab. 7. BUXTON & REDFEARN (1997) hingegen nennen Lignin als limitierenden Faktor für die Verdaulichkeit organischer Substanz. Jedoch zeigen die Ergebnisse hier, dass in zwei von drei Jahren die engste Beziehung zu der NDF-Konzentration besteht, vgl. Tab. 7. So erreichen im milden Winter 2000/2001 die Korrelationen von ADF und ADL bezogen auf die DOM kein Bestimmtheitsmaß  $> 50\%$ , vgl. Tab. 7. BARTHOLOMEW et al. (1997) stellen keinen Unterschied bei den Fraktionen NDF, ADF und ADL bei unterschiedlichen Arten und Artengemischen fest. Die im Versuch „Pflanzengesellschaften“ präsentierten Daten bestätigen dies. So liegt kein wesentlicher Unterschied der NDF-Konzentrationen zwischen den *Festuco-Cynosureten* und den *Lolio-Cynosureten* vor. Auch liegen die NDF-Konzentrationen bei 63,6% und daher nur 5,2% in einem nicht relevanten Bereich über denen der Vegetationsperiode. Die wichtigste Varianzursache für die NDF- und ADF-Konzentrationen ist in allen drei Jahren der Erntetermin, vgl. Anhangtab. 19 und 23. In den Wintern 1999/2000 und 2001/2002 hat die Fläche 415 m ü. NN die geringste NDF-Konzentration; offenbar ist dies in der Hanglage dieser Fläche begründet, da ein

**Tab. 7:** Korrelationen des Versuchs **Pflanzengesellschaften** im Winter, n = 108

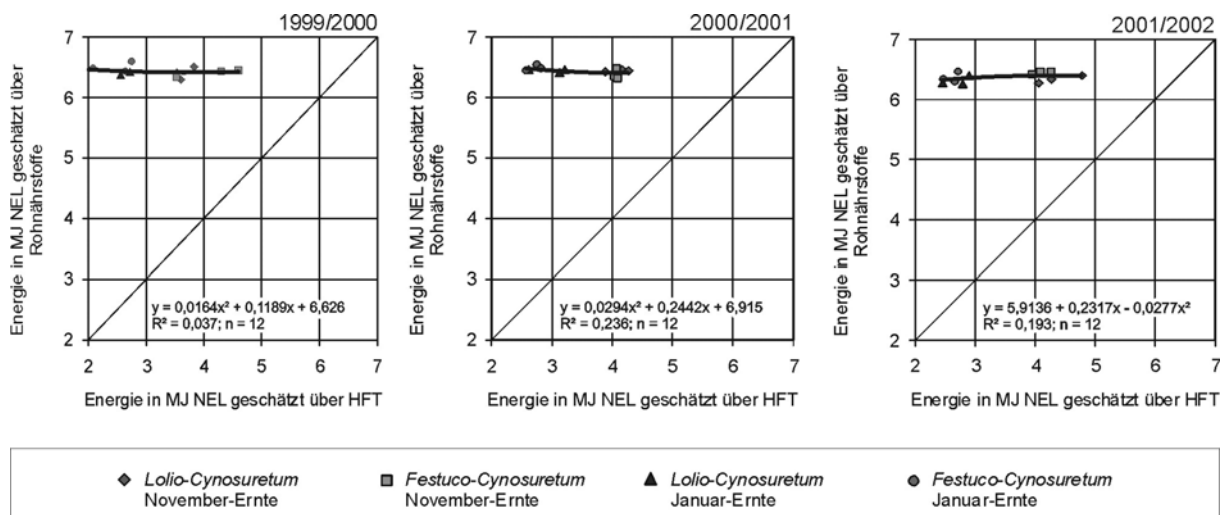
|     | NDF       | ADF       | ADL       | WIK       | Ergosterol       | XP        | Ertrag   |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|----------|
| DOM | 1999/2000 | - 0,75**  | - 0,86**  | + 0,80**  | - 0,48**         | + 0,51**  | + 0,37** |
|     | 2000/2001 | - 0,59**  | - 0,50**  | + 0,72**  | - 0,59**         | + 0,19    | + 0,37** |
|     | 2001/2002 | - 0,79**  | - 0,78**  | + 0,84**  | - 0,76**         | + 0,50**  | + 0,27** |
|     | 1999/2000 | + 0,83**  | + 0,79**  | - 0,82**  | + 0,50**         | - 0,52**  | - 0,29** |
|     | 2000/2001 | + 0,78**  | + 0,52**  | - 0,86**  | + 0,53**         | - 0,45**  | - 0,27** |
|     | 2001/2002 | + 0,89**  | + 0,73**  | - 0,89**  | + 0,79**         | - 0,49**  | - 0,36** |
|     | 1999/2000 | ADF       | + 0,75**  | - 0,62**  | + 0,19*          | - 0,79**  | - 0,01   |
|     | 2000/2001 | 2001/2002 | + 0,44**  | - 0,71**  | + 0,45**         | - 0,70**  | - 0,18   |
|     |           |           | + 0,78**  | - 0,78**  | + 0,65**         | - 0,67**  | - 0,21*  |
|     |           |           | ADL       | - 0,72**  | + 0,43**         | - 0,52**  | - 0,26** |
|     |           |           | 2000/2001 | - 0,50**  | + 0,34**         | - 0,08    | - 0,29** |
|     |           |           | 2001/2002 | - 0,67**  | + 0,57**         | - 0,53**  | - 0,18   |
|     |           |           | WIK       | 1999/2000 | - 0,57**         | + 0,16    | + 0,51** |
|     |           |           | 2000/2001 | 2001/2002 | - 0,70**         | + 0,22*   | + 0,38** |
|     |           |           |           |           | - 0,89**         | + 0,29**  | + 0,40** |
|     |           |           |           |           | 1999-2000        | + 0,05    | - 0,24*  |
|     |           |           |           |           | Ergos. 2000-2001 | + 0,02    | - 0,54** |
|     |           |           |           |           | 2001-2002        | - 0,17    | - 0,48** |
|     |           |           |           |           |                  | 1999/2000 | - 0,26** |
|     |           |           |           |           | XP               | 2000/2001 | - 0,11   |
|     |           |           |           |           |                  | 2001/2002 | - 0,17   |

nicht ausreichendes Wasserspeichervermögen des Bodens limitierend auf das Pflanzenwachstum wirkt und der Bestand länger physiologisch jung bleibt. Im niederschlagsreicheren Winter 2000/2001 hat dieser Faktor keinen Einfluss, vgl. Anhangtab. 20 bis 22. Auch die ADF-Konzentrationen im Winter liegen mit 1,9% in einem nicht relevanten Bereich über denen der Sommernutzung. Zunahmen der ADF-Konzentration zeigen sich auch bei den hier dargestellten Daten, wobei jedoch beachtet werden muss, dass diese nicht wie bei OPITZ v. BOBERFELD (1994b) von Sommeraufwüchsen stammen. Jedoch finden auch HITZ & RUSSELL (1998) von Oktober bis März in einer *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa*-Narbe Zunahmen der Konzentrationen bei ADF von 0,07% bis 0,16%. Die enge Korrelation von NDF zu ADF mit einem Bestimmtheitsmaß  $> 50\%$  lässt jedoch die gleichen Rückschlüsse auf die NDF-Konzentration zu. Zunahmen der Faserkonzentration führen ARCHER & DECKER (1977a) auf vermehrt im Winter anzutreffendes totes Pflanzenmaterial zurück. Dabei stellen die Autoren deutlich höhere Konzentrationen an NDF, ADF und ADL in totem als in lebenden Blättern fest. Die gezeigten Daten weisen meist in allen Jahren die höchste NDF-Konzentration im Januar auf. Daher ist davon auszugehen, dass im Winter die Wachstumsraten zurückgehen und gleichzeitig der Anteil an totem Pflanzenmaterial zunimmt. Der Verlauf der NDF-Konzentrationen des Materials der „Pflanzengesellschaften“ resultiert somit aus zunehmender Seneszenz und Abbauprozessen mikrobieller Art. Ein Unterschied zwischen den verschiedenen Vornutzungsvarianten ist meist nicht ersichtlich, vermutlich ist dies auf die heterogene Zusammensetzung der Bestände zurückzuführen bzw. auf den Kräuteranteil. Jedoch zeigen die Erträge, vor allem in den beiden Wintern 1999/2000 und 2001/2002, meist deutlich Unterschiede zwischen langer und kurzer Wachstumsphase. Eine weitere Erklärung für die geringen Unterschiede sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass Sekundäraufwüchse deutlich weniger Halmanteil enthalten. Offenbar reicht eine längere Wachstumsphase von vier Wochen nicht aus, um einen messbaren Unterschied bei den NDF-Konzentrationen der Aufwüchse der „Pflanzengesellschaften“ auszulösen. Aufgrund des vergleichsweise hohen Blattanteils in den Beständen und somit einer hohen Konzentration an Wasser und Nährstoffen, jedoch geringem Anteil an Strukturkohlenhydraten (WAITE et al. 1964, OPITZ v. BOBERFELD 1994b), werden nicht die NDF-Konzentrationen, sondern aufgrund der unterschiedlichen Wachstumsdauer lediglich die Erträge beeinflusst. Im Mittel sind die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate des Futters der Gesellschaften in den drei Wintern nicht verschieden.

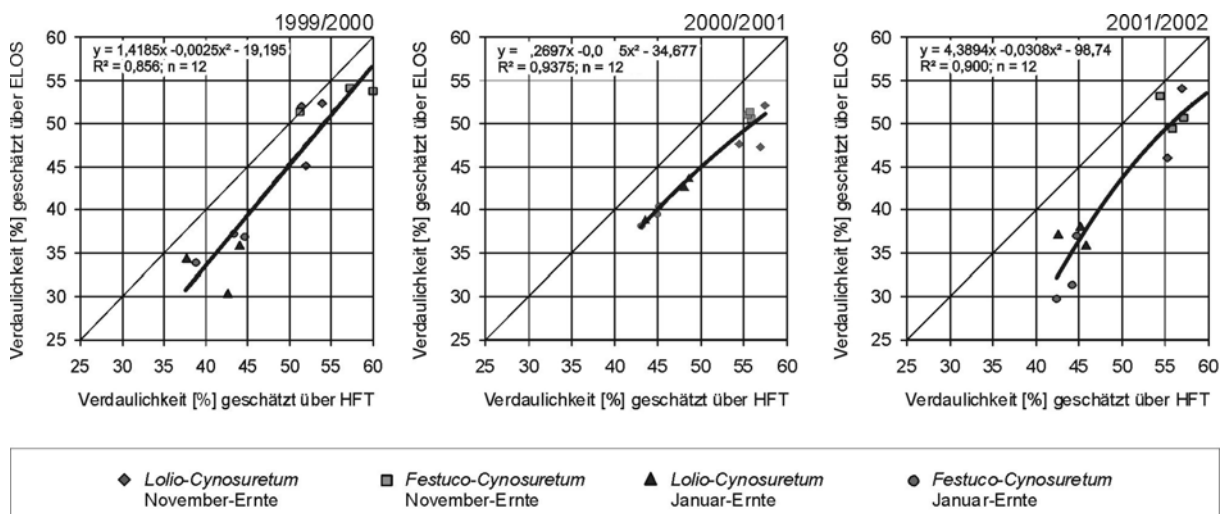
So zeigen sich auch hierbei mit fortschreitendem Winter abnehmende Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, offenbar werden die leicht löslichen Kohlenhydrate in Strukturkohlenhydrate mit höherem Polymerisationsgrad umgewandelt (ALLINSON 1971). Deutlich wird dieser Zusammenhang auch durch die jahrunabhängig enge Beziehung zwischen Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate und NDF, vgl. Tab. 7. Jedoch ist zumindest im Winter 2001/2002 auch die Beziehung zwischen der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der NDF-Konzentration eng, somit ist auch ein Abbau der leicht löslichen Kohlenhydrate durch Pilze denkbar, vgl. Tab. 7. Dass die wasserlöslichen Kohlenhydrate in Strukturkohlenhydrate umgewandelt werden, deckt sich auch mit den Ergebnissen der Fläche 390 m ü. NN, welche durch den Hauptbestandbildner *Alopecurus pratensis* meist hohe Konzentrationen an Gerüstsubstanzen aufweist und gleichzeitig die geringsten Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, vgl. Anhangtab. 32 bis 34. Jedoch werden die Nicht-Struktur-Kohlenhydrate wesentlich von der Witterung beeinflusst; so wird durch eine hohe Einstrahlung die Assimilation von Kohlenhydraten erhöht. Der Umsatz in energiereiche Phosphate und Metabolite erfolgt jedoch nur langsam, ist es gleichzeitig kalt, kommt es zu einer Anreicherung von Nicht-Struktur-Kohlenhydraten (LAWRENCE et al. 1973, THOMAS & NORRIS 1979). THOMAS & NORRIS (1979) berichten dazu, dass bei milder Winterwitterung und gleichzeitig geringer Einstrahlung in der Summe mehr Kohlenhydrate dissimiliert als assimiliert werden. Deutliche Unterschiede zwischen den Vornutzungsvarianten bestehen vor allem im Winter 2001/2002; offenbar ist die Witterung -wie bereits beschrieben- günstig für die Assimilation von Nicht-Struktur-Kohlenhydraten.

Wichtigste Varianzursache bezogen auf die **Ergosterol-Konzentration** ist der Erntetermin im Winter. So sind bei beiden Gesellschaften mit fortschreitendem Winter Zunahmen der Ergosterol-Konzentrationen zu verzeichnen, vgl. Anhangtab. 48 bis 50. In allen drei Wintern liegen die Konzentrationen an Ergosterol bei den *Lolio-Cynosureten* höher als bei den *Festuco-Cynosureten*. Die Vornutzung wirkt sich nur vereinzelt auf die Ergosterol-Konzentrationen aus. Die Fläche 390 m ü. NN zeigt stetige Zunahmen und erreicht in den Wintern 1999/2000 und 2001/2002 die höchsten Konzentrationen. So wirkt sich vermutlich das Horstwachstum des Hauptbestandbildners *Alopecurus pratensis* positiv auf das für die Pilze nötige Mikroklima aus. Das die mittleren Ergosterol-Konzentrationen im Laufe der Jahre Zunahmen aufweisen, hängt offenbar mit der Vitalität der Bestände zusammen, wobei extensiv

genutzte Flächen meist der Aushagerung unterliegen und somit vermutlich weniger widerstandsfähig sind. Nach HÖLTERSHINKEN et al. (1996a, 2000) hat der Verpilzungsgrad und die damit verbundenen möglichen pilzlichen Stoffwechselprodukte eines Pflanzenbestandes einen negativen Einfluss auf die Aktivität der cellulaseproduzierenden Pansenmikroben. Daher kann mit unterschiedlichen Ergebnissen bei den Methoden zur energetischen Bewertung von Winterweidefutter gerechnet werden. So weisen bereits OPITZ v. BOBERFELD et al. (2003) auf die *in vitro*-Pansen-saft-Methoden (= z.B. HFT) hin, die zur Schätzung der Verdaulichkeit dem wahren Wert offenbar näher kommen als enzymatische, chemische oder physikalische Methoden, vgl. Abb. 20 und 21.



**Abb. 20:** Vergleich der Energiedichte geschätzt über Roh Nährstoffe und Hohenheimer Futterwert-Test von Winterweidefutter verschiedener Jahre, nach OPITZ v. BOBERFELD et al. (2003)



**Abb. 21:** Vergleich der Verdaulichkeit geschätzt über Enzymlöslichkeit organischer Substanz und Hohenheimer Futterwert-Test von Winterweidefutter verschiedener Jahre, nach OPITZ v. BOBERFELD et al. (2003)

WOLF (2002) berichtet von engen Korrelationen zwischen der Energiedichte und der ADL-Konzentration, verursacht durch eine Abnahme der Verdaulichkeit organischer Substanz mit fortschreitendem Winter und einer Zunahme der Gerüstsubstanzen. Diese Beziehung kann nur im ersten und letzten Winter bestätigt werden, vgl. Tab. 7. Enger ist dagegen in der vorliegenden Untersuchung in allen Wintern die Beziehung zwischen DOM und NDF-Konzentration. Wird NDF in seine Fraktionen, wie Hemicellulose, Cellulose und Lignin unterteilt, so erreicht jedoch wiederum Lignin die engste Beziehung. Von dieser Beziehung mit negativer Auswirkung auf die Verdaulichkeit organischer Substanz berichten auch VAN SOEST & JONES (1968) in der Vegetationsperiode bei Gräsern und ARCHER & DECKER (1977b) speziell für *Festuca arundinacea* im Herbst und Spätherbst. Offenbar werden die engen Korrelationen von DOM und NDF durch Lignin ausgelöst, da zum einen die Hemicellulosen als hoch verdaulich gelten und zum anderen bei Korrelationsrechnungen einzelner Fraktionen Lignin die engste Beziehung zur DOM aufweist. Die schwächste Beziehung der Gerüstsubstanzen zur DOM besteht im vergleichsweise milden Winter 2000/2001. Kommt es zu Veränderungen der Futterqualität, so wird dies nach AKIN et al. (1992) offenbar durch phenolische Verbindungen oder durch Lignin-Kohlenhydrat-Komplexe (CORNU 1994) beeinflusst. Daher beschränkt offenbar nicht nur der Gehalt an Lignin die Verdaulichkeit der Faser, sondern ebenso der Grad der Verknüpfung des Lignins mit den Zellwandbestandteilen. Enge Beziehungen zwischen Ergosterol-Konzentration und DOM, NDF bzw. wasserlöslichen Kohlenhydraten sind nur im letzten Winter zu beobachten, vgl. Tab. 7. In diesem Winter sind die höchsten Ergosterol-Konzentrationen zu verzeichnen; offenbar wirkt sich hierbei die lange Schneebedeckung vor der Ernte positiv auf die Entwicklung der Pilze aus, da die Pflanzenbestände durch die Schneelage zu Boden gedrückt werden und sich ein dauerfeuchtes Mikroklima bildet (WOLF 2002). Somit ist der Einfluss von saprophytischen und parasitären Pilzen erst ab einem gewissen Schwellenwert bei verschiedenen Pflanzenbestandteilen messbar. Die enge Beziehung zwischen Ergosterol-Konzentration und wasserlöslichen Kohlenhydraten geht vermutlich darauf zurück, dass Pilze zunächst vorwiegend die leicht zugänglichen und abbaubaren Pflanzeninhaltsstoffe dissimilieren (WOLF 2002). Dafür spricht auch die enge Beziehung zwischen NDF- und Ergosterol-Konzentration, wobei die Pilze auch hier offenbar zuerst die in NDF enthaltenen leichter zugänglichen Fraktionen dissimilieren. Eine Besiedlung durch Pilze wirkt sich somit offenbar zusätzlich negativ auf die Verdaulichkeit aus.

lichkeit organischer Substanz aus, da es nach ARCHER & DECKER (1977a), OPITZ v. BOBERFELD (1994b, 1996) und KIRCHGEßNER (2004) ohnehin zu einer wachstumsbedingten Minderung der Verdaulichkeit organischer Substanz mit fortschreitendem Winter kommt. Im Winter 2001/2002 besteht mit  $r = -0,76$  eine enge Beziehung zwischen der Ergosterol-Konzentration und DOM, dennoch haben die Gerüstsubstanzen einen größeren Einfluss auf die DOM, vgl. Tab. 7; obwohl im Winter 1999/2000 die geringsten Ergosterol-Konzentrationen und im Winter 2001/2002 die höchsten festzustellen sind, liegt die Verdaulichkeit organischer Substanz in diesen beiden Wintern auf annähernd gleichem Niveau, vgl. Anhangtab. 44,46 und 48, 50.

## 5.2 Hauptbestandsbildner

### 5.2.1 Sommeraufwüchse

Im Versuch „Hauptbestandsbildner“, bei dem es sich um Reinsaat von *Festuca arundinacea* bzw. *Lolium perenne* handelt, zeigen die Arten im Mittel außer im Sommer des ersten Jahres keine Unterschiede in der Verdaulichkeit organischer Substanz, die bei 69,9% liegt. Auch zwischen langer und kurzer Wachstumsperiode zeigen sich in keinem Jahr Effekte auf die Verdaulichkeit organischer Substanz. Dabei sind jedoch die Erträge bei kurzer Wachstumsperiode gering. Die Verdaulichkeit organischer Substanz unterscheidet sich nur im Jahr 1999, wobei *Lolium perenne* höhere Verdaulichkeiten als *Festuca arundinacea* aufweist. So ist die Varianzursache Art ausschließlich im ersten Jahr gesichert, vgl. Anhangtab. 124. Zwischen den Wachstumsperioden sind dagegen keine Unterschiede zu verzeichnen, vgl. Anhangtab. 125, 126 und 127. Die Konzentrationen an NDF, ADF und ADL sind jedoch vor allem in den Vegetationsperioden 1999 und 2000 bei *Festuca arundinacea* höher als bei *Lolium perenne*. Ähnliches berichten WILMAN & REZVANI MOGGHADAM (1998), die bei *Lolium perenne* gegenüber *Festuca arundinacea* sowohl niedrigere NDF- als auch Lignin-Konzentrationen feststellen. In den Vegetationsperioden 1999 und 2000 zeichnet sich vor allem in der langen Wachstumsphase *Lolium perenne* durch höhere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate als *Festuca arundinacea* aus. Zum gleichen Ergebnis kommen ZILAKOVA et al. (1998) und CUNDERLIKOVÁ et al. (2002). Die höheren Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate mit gleichzeitig geringerem Gerüstsubstanzenanteil gehen jedoch nur im ersten Jahr mit einer höheren DOM auf Seiten von *Lolium perenne* einher, vgl. Anhangtab. 125. So ist auch nur in diesem Jahr die Beziehung zwischen wasser-

**Tab. 8:** Korrelationen von *Festuca arundinacea* des Versuchs **Hauptbestandsbildner** in der Vegetationsperiode, n = 6

|            | NDF         | ADF             | ADL             | wIK            | XP              | Ertrag          |
|------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>DOM</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,99**</b> | <b>- 0,76</b>   | <b>- 0,89*</b> | <b>+ 0,50</b>   | <b>- 0,70</b>   |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,32</b>   | <b>- 0,72</b>   | <b>- 0,68</b>  | <b>+ 0,72</b>   | <b>- 0,78</b>   |
|            | <b>2002</b> | <b>- 0,81*</b>  | <b>- 0,95**</b> | <b>- 0,77</b>  | <b>+ 0,96**</b> | <b>- 0,97**</b> |
| <b>NDF</b> | <b>1999</b> | <b>+ 0,83*</b>  | <b>+ 0,93**</b> | <b>+ 0,08</b>  | <b>- 0,62</b>   | <b>+ 0,77</b>   |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,44</b>   | <b>+ 0,35</b>   | <b>- 0,19</b>  | <b>- 0,56</b>   | <b>+ 0,34</b>   |
|            | <b>2002</b> | <b>+ 0,83*</b>  | <b>+ 0,92**</b> | <b>+ 0,43</b>  | <b>- 0,76</b>   | <b>+ 0,83*</b>  |
| <b>ADF</b> | <b>1999</b> | <b>+ 0,95**</b> | <b>+ 0,95**</b> | <b>+ 0,54</b>  | <b>- 0,90*</b>  | <b>+ 0,98**</b> |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,97**</b> | <b>+ 0,97**</b> | <b>+ 0,50</b>  | <b>- 0,92**</b> | <b>+ 0,98**</b> |
|            | <b>2002</b> | <b>+ 0,95**</b> | <b>+ 0,95**</b> | <b>+ 0,76</b>  | <b>- 0,94**</b> | <b>+ 0,90*</b>  |
| <b>ADL</b> | <b>1999</b> | <b>+ 0,28</b>   | <b>- 0,73</b>   | <b>+ 0,28</b>  | <b>- 0,73</b>   | <b>+ 0,90*</b>  |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,57</b>   | <b>- 0,85*</b>  | <b>+ 0,57</b>  | <b>- 0,85*</b>  | <b>+ 0,98**</b> |
|            | <b>2002</b> | <b>+ 0,74</b>   | <b>- 0,95**</b> | <b>+ 0,74</b>  | <b>- 0,95**</b> | <b>+ 0,97**</b> |
| <b>wIK</b> | <b>1999</b> | <b>- 0,82*</b>  | <b>+ 0,61</b>   | <b>1999</b>    | <b>- 0,82*</b>  | <b>+ 0,61</b>   |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,57</b>   | <b>+ 0,66</b>   | <b>2000</b>    | <b>- 0,57</b>   | <b>+ 0,66</b>   |
|            | <b>2002</b> | <b>- 0,90*</b>  | <b>+ 0,82*</b>  | <b>2002</b>    | <b>- 0,90*</b>  | <b>+ 0,82*</b>  |
| <b>XP</b>  | <b>1999</b> | <b>- 0,92**</b> | <b>- 0,92**</b> | <b>1999</b>    | <b>1999</b>     | <b>- 0,92**</b> |
|            | <b>2000</b> | <b>- 0,91*</b>  | <b>- 0,91*</b>  | <b>2000</b>    | <b>2000</b>     | <b>- 0,91*</b>  |
|            | <b>2002</b> | <b>- 0,96**</b> | <b>- 0,96**</b> | <b>2002</b>    | <b>2002</b>     | <b>- 0,96**</b> |

**Tab. 9:** Korrelationen von *Lolium perenne* des Versuchs **Hauptbestandsbildner** in der Vegetationsperiode, n = 6

|            | NDF         | ADF             | ADL             | wIK            | XP              | Ertrag          |
|------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>DOM</b> | <b>1999</b> | - 0,14          | - <b>0,94**</b> | <b>+ 0,75</b>  | - 0,62          | + 0,49          |
|            | <b>2000</b> | - <b>0,91*</b>  | + 0,27          | - 0,32         | + 0,47          | - 0,45          |
|            | <b>2002</b> | - 0,64          | - <b>0,86*</b>  | + 0,15         | + 0,44          | - 0,22          |
| <b>NDF</b> | <b>1999</b> | + 0,44          | <b>+ 0,84*</b>  | - 0,60         | + 0,41          | - 0,28          |
|            | <b>2000</b> | <b>+ 0,92*</b>  | - 0,01          | + 0,20         | - 0,25          | + 0,26          |
|            | <b>2002</b> | <b>+ 0,97**</b> | + 0,39          | + 0,66         | - <b>0,86*</b>  | <b>+ 0,75</b>   |
| <b>ADF</b> | <b>1999</b> |                 | + 0,05          | + 0,33         | - 0,57          | + 0,63          |
|            | <b>2000</b> |                 | - 0,02          | + 0,40         | - 0,50          | + 0,52          |
|            | <b>2002</b> |                 | + 0,44          | + 0,62         | - <b>0,92**</b> | <b>+ 0,71</b>   |
| <b>ADL</b> | <b>1999</b> |                 | <b>1999</b>     | - <b>0,89*</b> | <b>+ 0,78</b>   | - 0,66          |
|            | <b>2000</b> |                 | <b>2000</b>     | - 0,50         | + 0,64          | - 0,60          |
|            | <b>2002</b> |                 | <b>2002</b>     | - 0,41         | - 0,12          | - 0,21          |
| <b>wIK</b> |             |                 | <b>1999</b>     |                | - <b>0,96**</b> | <b>+ 0,92**</b> |
|            |             |                 | <b>2000</b>     |                | - <b>0,91*</b>  | <b>+ 0,88*</b>  |
|            |             |                 | <b>2002</b>     |                | - <b>0,77</b>   | <b>+ 0,83*</b>  |
| <b>XP</b>  |             |                 | <b>1999</b>     |                | <b>1999</b>     | - <b>0,96**</b> |
|            |             |                 | <b>2000</b>     |                | <b>2000</b>     | - <b>0,99**</b> |
|            |             |                 | <b>2002</b>     |                | <b>2002</b>     | - <b>0,84*</b>  |

löslichen Kohlenhydraten und DOM bei *Lolium perenne* eng, vgl. Tab. 9. Die wasserlöslichen Kohlenhydrate sind jedoch keine feste Größe, da diese wesentlich von der witterungsbedingten Strahlung beeinflusst werden (LAWRENCE et al. 1973, THOMAS & NORRIS 1979). Diese Unterschiede sind offenbar artabhängig. Um die Konzentrationen der erfassten Merkmale des Versuchs „Hauptbestandsbildner“ im Winter einordnen zu können, sei auf die Anhangtab. 125 bis 127 verwiesen, welche die Konzentrationen der drei Sommer darstellen. Im Mittel der drei Vegetationsperioden liegen die NDF-Konzentrationen bei 59,1%, die ADF-Konzentrationen bei 32,7%, die ADL-Konzentrationen bei 2,4%. Die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate liegen im Mittel der Arten und der drei Jahre bei 13,7%. Falls Unterschiede zwischen den Wachstumsperioden der Arten auftreten, so ist die kurze Wachstumsperiode meist - offenbar aufgrund des höheren Blattanteils - durch eine geringere Konzentration an Gerüstsubstanzen gekennzeichnet. Gleichzeitig ist jedoch zumindest in den Jahren 1999 und 2000 eine geringere Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate bei kurzer Wachstumsperiode zu beobachten; offenbar werden die Assimilate zunächst für das Pflanzenwachstum zur Verfügung gestellt. Aufgrund der zu erwartenden Artunterschiede zwischen *Lolium perenne* und *Festuca arundinacea* sind die Korrelationen sowohl der Sommer- wie auch der Winternutzungen nach Art getrennt verrechnet. So tritt im Gegensatz zu der Vegetationsperiode des Versuchs „Pflanzengesellschaften“ nicht die Beziehung NDF zu DOM in den Vordergrund, sondern sowohl bei *Lolium perenne* als auch bei *Festuca arundinacea* zumindest in zwei Jahren ADL zu DOM vgl. Tab. 8 und Tab. 9.

### 5.2.2 Winteraufwüchse

Der Einfluss der Art wirkt sich bei der Verdaulichkeit organischer Substanz im Versuch „Hauptbestandsbildner“ nur im letzten Winter aus, wobei dann *Lolium perenne* deutlich höhere Verdaulichkeiten aufweist als *Festuca arundinacea*, vgl. Anhangtab. 110 bis 113. Im ersten Winter wirkt sich die spätere Vornutzung positiv aus und hat den größten Anteil an der Varianz der Verdaulichkeit organischer Substanz, wobei das jüngere Material meist höhere Verdaulichkeiten aufweist, vgl. Anhangtab. 111. Im zweiten Winter geht der größte Einfluss jedoch vom Erntetermin im Winter aus, vgl. Anhangtab. 110. Im Gegensatz zu PRAGER (1983) und BARTHOLOMEW et al. (1997) sind Unterschiede im Versuch Hauptbestandsbildner im Winter zwischen *Lolium perenne* und *Festuca arundinacea* bei der NDF-Konzentration zu verzeichnen.

Im Mittel liegen die NDF-Konzentrationen der drei Jahre bei 65,6% und damit nur 6,5% über den Konzentrationen in der Vegetationsperiode, vgl. Anhangtab. 87 bis 89. Es zeigt sich in allen Jahren und zu sämtlichen Ernteterminen ein zumeist deutlich niedrigeres NDF-Niveau von *Lolium perenne* gegenüber *Festuca arundinacea*. Auch WILMAN & REZVANI MOGHADDAM (1998) kommen zum gleichen Ergebnis und führen dies auf dickere Zellwände und großlumigere Zellen von *Festuca arundinacea* zurück. Bei den vorliegenden Daten ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Erträge von *Lolium perenne* in Bereichen liegen, die eindeutige Schlussfolgerungen nicht zulassen. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der hohen Erträge *Festuca arundinacea* ein höheres physiologisches Alter gegenüber *Lolium perenne* aufweist. Somit sind offenbar Assimilate bereits in Strukturkohlenhydrate mit höherem Polymerisationsgrad umgewandelt worden (WOLF 2002). Die Länge der Schonung ist nur in den vergleichsweise kalten Wintern 1999/2000 und 2001/2002 meist jedoch nur zu Beginn des Winters von Einfluss. FRIBOURG & BELL (1984) stellen bei unterschiedlich langer Schonung eines *Festuca arundinacea*-Bestandes und Ernte im Winter keine Veränderung der NDF-Konzentration fest. Beide Arten zeigen mit fortschreitendem Winter meist einen deutlichen Anstieg der NDF-Konzentrationen. Auch ARCHER & DECKER (1977a) stellen eine Zunahme der Faserkonzentrationen fest und weisen auf einen Anstieg der toten Blätter im Winter hin; die Autoren berichten dabei von höheren NDF-Konzentrationen in toten als in lebenden Blättern. Offenbar hat auch bei den vorliegenden Daten die Zustandsform der Blätter einen entscheidenden Einfluss auf die NDF-Konzentration. Die ADF-Konzentrationen liegen im Mittel der drei Winter bei 35,1% und die ADL-Konzentrationen bei 3,1% und zeigen ebenso wie die NDF-Konzentrationen mit 2,4% bzw. 0,7% Abweichung zur Vegetationsperiode keine relevanten Unterschiede, vgl. Anhangtab. 91 bis 93 und 95 bis 97. Die wichtigste Varianzursache bei der ADF-Konzentration geht von der Art aus, vgl. Anhangtab. 90, dabei weist *Festuca arundinacea* meist deutlich höhere ADF-Konzentrationen auf, vgl. Anhangtab. 91 bis 93; dies steht im Einklang mit den Beobachtungen von WILKINSON & MAYS (1979) und KLAPP & OPITZ v. BOBERFELD (1990), die dem Gras mangelnde Futterakzeptanz aufgrund der Einlagerung von Silikaten in die Blätter attestieren. Des weiteren führt auch bei den Reinbeständen das Blatt-/Halmverhältnis im Futter sowie das Entwicklungsstadium der Futtergräser (= vor der Blüte, in bzw. nach der Blüte) zu Veränderungen der Gerüstsubstanzen, wobei OPITZ v. BOBERFELD (1994a) tägliche Zunahmen der ADF-Konzentration von etwa

0,2% feststellt. Dies erklärt, dass sowohl mit fortschreitendem Winter, als auch mit längerer Schonung (= früher Vornutzungstermin) meist höhere ADF-Konzentrationen auftreten, vgl. Anhangtab. 91 bis 93. Das höhere physiologische Alter und damit verbunden eine höhere Konzentration an Gerüstsubstanzen von *Festuca arundinacea* gegenüber *Lolium perenne* kann auch durch die meist höheren TS-Erträge zu allen Ernteterminen und bei allen Vornutzungsvarianten erklärt werden, vgl. Anhangtab. 103 bis 105. Den größten Anteil an der Varianz der ADL-Konzentration im Versuch „Hauptbestandsbildner“ erreichen jahrabhängig verschiedene Faktoren. Im ersten Winter geht der größte Einfluss von der Vornutzung, im zweiten Winter vom Erntetermin und im letzten Winter von der Art aus, vgl. Anhangtab. 94. Anders als bei den NDF- und ADF-Konzentrationen sind die Artunterschiede bei der ADL-Konzentration nicht so eindeutig; ebenso berichtet PRAGER (1983) für die Lignin-Konzentration von keinen Unterschieden zwischen *Festuca arundinacea* und *Lolium perenne*. Auch spielen offenbar die Erträge für die ADL-Konzentration keine Rolle, so unterscheidet sich die ADL-Konzentration des vergleichsweise milden Winters mit den höchsten Erträgen nicht von den kälteren Wintern, vgl. Anhangtab. 95 bis 97. Jedoch kann zumindest in zwei Wintern eine Zunahme der ADL-Konzentrationen vor allem von Dezember zum Februar beobachtet werden. Dies steht im Einklang mit WOLF (2002), der auch mit fortschreitendem Winter Zunahmen der ADL-Konzentrationen feststellt und dies auf eine Zunahme toter Blätter und gleichzeitigen Rückgang der Wachstumsraten zurückführt. Die Art hat auf die Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate im ersten und letzten Winter den größten Einfluss, im zweiten Winter dagegen ist dies der Erntetermin, vgl. Anhangtab. 98. Im Mittel der Jahre und Arten liegt die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate bei 7,4% und damit 6,3% unter den Konzentrationen in der Vegetationsperiode. Offenbar wirkt sich hierbei die Witterung bzw. die Schneelage negativ auf die Assimilation von Mono- und Oligosacchariden aus; so bietet eine Schneedecke Mikroorganismen und saprophytischen Pilzen optimale Entwicklungsmöglichkeiten aufgrund von Lichtmangel bzw. CO<sub>2</sub>-Anreicherung (SCHLÖSSER 1997), wodurch diese in der Lage sind, zuerst die leicht zugänglichen Pflanzeninhaltsstoffe zu dissimilieren (WOLF 2002). Betrachtet über das Mittel sind im vergleichsweise milden und ertragreichsten Winter 2000/2001 die niedrigsten Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate festzustellen, vgl. Anhangtab. 99 bis 101. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von ALLINSON (1971), wonach höhere Erträge ein höheres physiologisches Alter bedingen und somit Assimilate, die in

kalten Wintern in niedrigem Polymerisationsgrad vorliegen, bei günstiger Witterung jedoch in Strukturkohlenhydrate umgewandelt werden.

Unter dem Aspekt der günstigen Entwicklungsbedingungen für Pilze ist auch die **Ergosterol**-Konzentration zu beurteilen. Hierbei steigen mit fortschreitendem Winter die Ergosterol-Konzentrationen meist deutlich an, wobei *Lolium perenne* meist bereits zu Beginn des Winters höhere Konzentrationen aufweist bzw. diese auf gleichem Niveau liegen, jedoch bei deutlich geringeren TS-Erträgen, vgl. Anhangtab. 103 bis 105 bzw. 115 bis 117. Dabei sind die höchsten Ergosterol-Konzentrationen im milden und feuchten Winter 2000/2001 zu verzeichnen, offenbar aufgrund der günstigen Wachstumsbedingungen für Pilze, vgl. Anhangtab. 115 bis 117. Die Art ist im ersten und zweiten Winter die wichtigste Varianzursache, im letzten Winter dagegen ist es der Erntetermin, vgl. Anhangtab. 114. Offenbar ist *Festuca arundinacea* besser in der Lage, durch die aufrechte Wuchsform und physiologische Vorteile (=SiO<sub>2</sub>-Einlagerungen und u.U. Alkaloide) pilzlicher Besiedlung entgegenzuwirken (CORBETT 1957, WILKINSON & MAYS 1979, SCHLÖSSER 1997). Deutlichere Anfälligkeiten für Fäulnisprozesse zeigen nach BAKER et al. (1965) und RAYBURN et al. (1979) die durch geringere Wuchshöhe und dichtere Narben gekennzeichneten *Lolium perenne*-Bestände. Jedoch ist auch zu beachten, dass *Lolium perenne* bereits zu Beginn des Winters deutlich mehr totes Pflanzenmaterial aufweist als *Festuca arundinacea*. Auch ELSEBACH (2005) und SCHLIMBACH (2005) berichten aus ähnlichen Untersuchungen bei *Lolium-Cynosureten* und *Festuca arundinacea*-Ansaaten von gleichgerichteten Unterschieden in den Ergosterol-Konzentrationen. Das im letzten Winter meist keine Artunterschiede auftreten, kann mit der Witterung in Zusammenhang stehen, da es im Winter 2001/2002 bereits ab Mitte Oktober zu Frostphasen kommt, die womöglich einen konservierenden Einfluss auf die Bestände bzw. die Mikroorganismen haben. Werden die Arten getrennt verrechnet, so besteht bei *Festuca arundinacea* in den beiden ersten Wintern die engste Beziehung zwischen ADL und DOM, im letzten Winter zwischen NDF bzw. ADF und DOM. Die Beziehung zwischen ADL und DOM ist jedoch auch im letzten Jahr eng, vgl. Tab. 10. Bei *Lolium perenne* verhält es sich dagegen umgekehrt, so besteht im ersten Winter zwischen DOM und NDF in den beiden Folgewintern zwischen DOM und ADL die engste Beziehung, vgl. Tab. 11. Auch JUNG & DEETZ (1993) finden in der Vegetationszeit bei Gräsern eine enge Korrelation von  $r^2=0,95$  zwischen ADL und der *in vitro*-Verdaulichkeit der Zellwand, bei *Fabaceen* finden sie eine Korrelation von  $r^2=0,35$ . Anders als beim Ver-

such „Pflanzengesellschaften“ hat die Ergosterol-Konzentration zur DOM im Versuch „Hauptbestandsbildner“ eine deutlich engere Beziehung, bei *Lolium perenne* in allen Wintern, bei *Festuca arundinacea* nur im ersten und zweiten Winter, vgl. Tab. 10. BANTHAF (2004) beschreibt die deutlich geringere Widerstandsfähigkeit von *Lolium perenne* im Gegensatz zu *Festuca arundinacea* gegenüber Verpilzung, wobei sie dies anhand der engen Korrelationen zwischen Ergosterol-Konzentration und DOM bei *Lolium perenne* begründet. COLLINS & BALASKO (1981) berichten aus West-Virginia/USA von engen Korrelationen zwischen wasserlöslichen Kohlenhydraten und der *in vitro*-Verdaulichkeit im Winter, diese Beziehung kann in allen Jahren und bei beiden Arten hier bestätigt werden, vgl. Tab. 10 und 11.

### 5.3 N-Düngung

Bezogen auf die DOM im Versuch „N-Düngung“ geht in allen Jahren vom Erntetermin der größte Einfluss aus. Die Wechselwirkung N-Menge x Erntetermin kommt durch die ungedüngten Varianten zustande und ist damit eine Folge des Versuchsdesigns. Die Verdaulichkeit organischer Substanz liegt im Gesamtmittel der drei Jahre bei 58,5%. Meist erreicht die ungedüngte Variante die höchsten Verdaulichkeiten, vgl. Anhangtab. 153 bis 155, bei Untersuchungen von ARCHER & DECKER (1977a) hat die N-Düngung keinen Einfluss auf die Verdaulichkeit organischer Substanz. Offenbar besitzen die gedüngten Bestände in der vorliegenden Untersuchung einen höheren Halmanteil, mit der Folge höherer Konzentrationen an Gerüstsubstanzen und negativer Wirkung auf die DOM. Diese Erklärung wird durch die mit zunehmender N-Menge höheren TS-Erträge gestützt, vgl. Anhangtab. 145 bis 147. WOLF (2002) kommt bezogen auf die Energiedichte zum gleichen Schluss, wobei er einen negativen Einfluss auf die Energiedichte bei N-Gaben von deutlich mehr als 50 kg ha<sup>-1</sup> feststellt. Mit steigender N-Menge ist meist kein Unterschied in der NDF-Konzentration zu verzeichnen, welche im Mittel der drei Winter bei 67,1% liegt. Als wichtigste Hauptwirkung wird in allen drei Untersuchungsjahren der Erntetermin ausgewiesen. Durch die N-Düngung wird die Alterung der Aufwüchse zunächst verzögert, jedoch wirkt die fortschreitende Seneszenz diesem Prozess entgegen. Auch ARCHER & DECKER (1977a) finden bei kürzerer Schonung und Ernte von Mitte September bis Ende Dezember nur einen geringen Einfluss der N-Menge auf die NDF-Konzentration. GERRISH et al. (1994) berichten dagegen von leichten Rückgängen der NDF-Konzentration in zwei von drei Wintern mit steigender N-Düngung bei grünen

**Tab. 10:** Korrelationen von *Festuca arundinacea* des Versuchs **Hauptbestandsbildner** im Winter, n = 18

|                                               | NDF      | ADF      | ADL      | wLK      | Ergosterol | XP       | Ertrag   |
|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|
| DOM<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002    | - 0,81** | - 0,79** | - 0,84** | + 0,85** | - 0,84**   | + 0,06   | - 0,28   |
|                                               | - 0,85** | - 0,84** | - 0,90** | + 0,88** | - 0,87**   | - 0,22   | - 0,20   |
|                                               | - 0,88** | - 0,88** | - 0,87** | + 0,91** | - 0,51*    | + 0,44   | - 0,33   |
| NDF<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002    | + 0,85** | + 0,85** | + 0,80** | - 0,97** | + 0,78**   | - 0,19   | + 0,03   |
|                                               | + 0,93** | + 0,93** | + 0,81** | - 0,94** | + 0,85**   | + 0,07   | - 0,02   |
|                                               | + 0,96** | + 0,96** | + 0,66** | - 0,73** | + 0,27     | - 0,69** | + 0,64** |
| ADF<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002    |          |          | + 0,72** | - 0,84** | + 0,64**   | - 0,45   | + 0,43   |
|                                               |          |          | + 0,83** | - 0,93** | + 0,75**   | + 0,01   | - 0,09   |
|                                               |          |          | + 0,64** | - 0,71** | + 0,13     | - 0,73** | + 0,51*  |
| ADL<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002    |          |          |          | - 0,80** | + 0,75**   | - 0,11   | + 0,21   |
|                                               |          |          |          | - 0,87** | + 0,82**   | + 0,23   | + 0,11   |
|                                               |          |          |          | - 0,81** | + 0,71**   | - 0,17   | + 0,15   |
| wLK<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002    |          |          |          |          | - 0,85**   | + 0,07   | - 0,05   |
|                                               |          |          |          |          | - 0,88**   | - 0,25   | + 0,15   |
|                                               |          |          |          |          | - 0,61**   | + 0,11   | - 0,26   |
| Ergos.<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002 |          |          |          |          |            | + 0,35   | + 0,05   |
|                                               |          |          |          |          |            | + 0,44   | + 0,03   |
|                                               |          |          |          |          |            | + 0,31   | + 0,01   |
| XP<br>1999-2000<br>2000-2001<br>2001-2002     |          |          |          |          |            |          | - 0,49*  |
|                                               |          |          |          |          |            |          | - 0,28   |
|                                               |          |          |          |          |            |          | - 0,50*  |

**Tab. 11:** Korrelationen von *Lolium perenne* des Versuchs **Hauptbestandsbildner** im Winter, n = 18

|                                            | NDF                                     | ADF                              | ADL                                     | WIK                                        | Ergosterol                             | XP                             | Ertrag                       |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| DOM<br>1999/2000<br>2000/2001<br>2001/2002 | - 0,87**                                | - 0,77**                         | - 0,79**                                | + 0,85**                                   | - 0,93**                               | + 0,44                         | - 0,47                       |
|                                            | - 0,87**                                | - 0,69**                         | - 0,96**                                | + 0,91**                                   | - 0,74**                               | - 0,67**                       | + 0,14                       |
|                                            | - 0,86**                                | - 0,83**                         | - 0,97**                                | + 0,86**                                   | - 0,83**                               | + 0,42                         | + 0,08                       |
|                                            | 1999/2000<br>NDF 2000/2001<br>2001/2002 | + 0,69**<br>+ 0,74**<br>+ 0,82** | + 0,54*<br>+ 0,84**<br>+ 0,84**         | - 0,90**<br>- 0,96**<br>- 0,79**           | + 0,85**<br>+ 0,54*<br>+ 0,84**        | - 0,21<br>+ 0,50*<br>- 0,47    | + 0,15<br>- 0,33<br>- 0,29   |
|                                            | 1999/2000<br>ADF 2000/2001<br>2001/2002 |                                  | + 0,85**<br>+ 0,68**<br>+ 0,78**        | - 0,73**<br>- 0,83**<br>- 0,69**           | + 0,78**<br>+ 0,57*<br>+ 0,57*         | - 0,53*<br>+ 0,24<br>- 0,62**  | + 0,53*<br>- 0,25<br>+ 0,01  |
|                                            |                                         |                                  | 1999/2000<br>ADL 2000/2001<br>2001/2002 | - 0,63**<br>- 0,89**<br>- 0,80**           | + 0,78**<br>+ 0,76**<br>+ 0,85**       | - 0,60**<br>+ 0,64**<br>- 0,38 | + 0,62**<br>- 0,19<br>- 0,20 |
|                                            |                                         |                                  | WIK 1999/2000<br>2000/2001<br>2001/2002 | - 0,83**<br>- 0,63**<br>- 0,90**           | + 0,13<br>- 0,57*<br>+ 0,06            | - 0,16<br>+ 0,27<br>+ 0,05     |                              |
|                                            |                                         |                                  |                                         | 1999/2000<br>Ergos. 2000/2001<br>2001/2002 | - 0,34<br>+ 0,54*<br>- 0,03            | + 0,30<br>- 0,28<br>- 0,38     |                              |
|                                            |                                         |                                  |                                         |                                            | 1999/2000<br>XP 2000/2001<br>2001/2002 | - 0,65*<br>+ 0,02<br>- 0,05    |                              |

Pflanzenteilen einer *Festuca arundinacea*-Narbe. Zwar zeigen die Daten keine Beeinflussung durch die N-Menge, jedoch bestehen jahrabhängig unterschiedliche NDF-Konzentrationen. Im ersten Untersuchungsjahr (= Ansaatjahr) treten die höchsten Erträge auf; diese Beziehung des Ansaatjahres auf den Ertrag wird als Ley-Effekt bezeichnet (OPITZ v. BOBERFELD 1994a). Die höchsten Erträge, verbunden mit niedrigsten NDF-Konzentrationen im Ansaatjahr, werden vermutlich durch einen höheren Blattanteil der Narbe im Vergleich zu den Folgejahren hervorgerufen. Der hohe Ertrag wird anscheinend ausschließlich durch die vegetative Phase von *Festuca arundinacea* im Ansaatjahr hervorgerufen. Möglicherweise bildet *Festuca arundinacea* in den Folgejahren mehr Halmmasse, welche einen höheren Anteil an Gerüstsubstanzen aufweist (OPITZ v. BOBERFELD 1994b). Im Mittel der drei Winter ist eine ADF-Konzentration von 38,1% zu verzeichnen. Die ADF-Konzentration des Versuchs „N-Düngung“ wird hauptsächlich durch den Erntetermin als wichtigster Hauptwirkung beeinflusst, vgl. Anhangtab. 132. Dabei zeigen sich die deutlichsten Effekte nur in den beiden letzten Jahren. Offenbar spielt auch hier im ersten Jahr (= Ansaatjahr) der Ley-Effekt eine Rolle und überdeckt den Effekt des Erntetermins. Ein Einfluss der N-Menge auf die ADF-Konzentration kann im ersten Jahr ebenso nicht beobachtet werden. In den Folgejahren ist dieser Effekt zwar gesichert, aber nicht von praktischer Relevanz. Auch ARCHER & DECKER (1977a) und GERRISH et al. (1994) können keine Beeinflussung der ADF-Konzentrationen durch die N-Menge feststellen. So werden offenbar auch die ADL-Konzentrationen durch einen zunehmenden Anteil toter Pflanzenmasse mit späterem Erntetermin beeinflusst. Dazu berichten ARCHER & DECKER (1977a) von wesentlich niedrigeren Lignin-Konzentrationen in grünen als in toten Blättern. Hierbei spielt offenbar das physiologische Alter der Bestände eine entscheidende Rolle, wobei sich jüngere Pflanzenteile durch einen geringeren Anteil an Strukturkohlenhydraten auszeichnen (OPITZ v. BOBERFELD 1994b). Offenbar geht die Zunahme der Lignin-Konzentration mit zunehmender Seneszenz einher und damit verbunden mit einem Anstieg toter Pflanzenmasse. Im Versuch „N-Düngung“ ist mit zunehmender N-Menge ein Anstieg der ADL-Konzentration verbunden, vgl. Anhangtab. 137 bis 139. Der Einfluss der N-Düngung ist jedoch jahrabhängig und hat im ersten und letzten Winter den größten Einfluss, vgl. Anhangtab. 136. Nach OPITZ v. BOBERFELD (1994a) werden durch N-Gaben die Biomassebildung, der Aufbau von Zellwandmaterial als auch die Proteinmengen gesteigert, infolge dessen ist von einem höheren Anteil Gerüstsubstanzen auszugehen. Besonders im zweiten

Winter zeigen sich offenbar, beeinflusst von den günstigen Witterungsbedingungen und durch die N-Gaben, die höchsten ADL-Konzentrationen der drei Jahre. Ernteterminbedingte Anstiege der ADL-Konzentration sind vor allem zwischen Dezember und Februar ersichtlich; im letzten Winter ist der Erntetermin nicht als Hauptwirkung ausgewiesen, womöglich liegen in diesem, vergleichsweise milden Winter günstige Wachstumsbedingungen vor, die keinen ernteterminbedingten Einfluss auf die ADL-Konzentrationen haben. So werden höhere ADL-Konzentrationen zum größten Teil durch die N-Düngung hervorgerufen. Den größten Anteil an der Varianz erreicht in den vorliegenden Untersuchungen der Erntetermin, vgl. Anhangtab. 140. Im Mittel der drei Winter liegt die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate bei 6,3%, vgl. Anhangtab. 141 bis 143. Als Folge hoher N-Düngung finden WILKINSON & MAYS (1979) bei *Festuca arundinacea* niedrigere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydraten. Im Gegensatz dazu berichten JUNG et al. (1974) bei *Festuca arundinacea* von 61% höheren Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate bei einer N-Gabe von  $240 \text{ kg N ha}^{-1}$  als ohne Düngung. Dagegen zeigen die vorliegenden Ergebnisse vor allem zwischen der ungedüngten und der mit  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ -Variante, dass die höchsten Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate bei der ungedüngten Variante zu verzeichnen sind. Nach BÉLANGER et al. (1994) wird durch die N-Düngung der Zuwachs vermehrt, somit vergrößert sich die photosynthetisch aktive Fläche, wodurch eine der Grundlagen für eine verstärkte Assimilation gelegt wird. N-Mangel führt dagegen zu einer höheren Respirationsrate und zu einem vermehrtem Fluss von Kohlenhydraten in die Wurzel. In Colorado/USA finden POWELL et al. (1967) einen Rückgang der Reserve-Kohlenhydrate mit steigender N-Düngung, im Herbst und Winter dagegen verhält es sich bei guten Strahlungsverhältnissen und niedrigen Temperaturen umgekehrt.

Auch für die **Ergosterol**-Konzentrationen ist der Erntetermin die wichtigste Hauptwirkung, vgl. Anhangtab. 156. In keinem der Untersuchungsjahre zeigt sich im Dezember ein Unterschied zwischen der ungedüngten und den gedüngten Varianten, vgl. Anhangtab. 157 bis 159. Im ersten Winter sind die Ergosterol-Konzentrationen der ungedüngten Variante dagegen sowohl im Januar als auch im Februar niedriger. Im Winter 1999/2000 zeigen sich im Mittel keine Unterschiede zwischen den Düngungsstufen, wobei die Erntetermine eine Zunahme der Ergosterol-Konzentration zeigen. Im letzten Winter ist bei der  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ -Variante zu jedem Erntetermin eine höhere Ergosterol-Konzentration gegenüber der ungedüngten Variante zu ver-

zeichnen, vgl. Anhangtab. 157 bis 159. Offensichtlich entstehen durch die N-Gaben dichtere und höhere Pflanzenbestände, die aufgrund der Selbstbeschattung in ihrer Vitalität gemindert sind. Dadurch kommt es zu einem vermehrten Absterben von Pflanzenteilen und zu einem feuchten Mikroklima, welches optimale Entwicklungsmöglichkeiten für Pilze darstellt. In den beiden ersten Wintern hat entsprechend Tab. 12 ADL die engste Beziehung zur DOM aus der Fraktion der Gerüstsubstanzen. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von BUXTON & REDFEARN (1997). Im letzten Winter ist dagegen die Beziehung NDF zu DOM eng, vgl. Tab. 12. Wie bereits bei den Versuchen „Pflanzengesellschaften“ und „Hauptbestandsbildner“ herausgestellt, besteht auch hier eine enge Beziehung zwischen DOM und wasserlöslichen Kohlenhydraten. Auch COLLINS & BALASKO (1981) berichten von engen Korrelationen wasserlöslicher Kohlenhydrate und DOM. Offenbar können die Mikroben auch hierbei durch ein ausreichendes Angebot an leicht verdaulichen Kohlenhydraten beim HFT die Verdaulichkeit positiv beeinflussen.

**Tab. 12:** Korrelationen von *Festuca arundinacea* des Versuchs **N-Düngung** im Winter, n = 48

|                                            | NDF                                           | ADF                                           | ADL      | wIK      | Ergosterol | XP       | Ertrag   |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| DOM<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001 | - 0,64**                                      | - 0,66**                                      | - 0,82** | + 0,83** | - 0,65**   | - 0,40** | - 0,01   |
|                                            | - 0,76**                                      | - 0,39**                                      | - 0,93** | + 0,88** | - 0,82**   | - 0,69** | - 0,24   |
|                                            | - 0,83**                                      | - 0,64*                                       | - 0,31*  | + 0,78** | - 0,52**   | + 0,02   | - 0,06   |
| NDF<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001 | 1998/1999                                     | + 0,86**                                      | + 0,47** | - 0,66** | + 0,25     | - 0,33*  | - 0,38** |
|                                            | 1999/2000                                     | + 0,74**                                      | + 0,67** | - 0,88** | + 0,57**   | + 0,24   | - 0,12   |
|                                            | 2000/2001                                     | + 0,71**                                      | + 0,35*  | - 0,88** | + 0,65**   | + 0,01   | + 0,18   |
|                                            | ADF<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001    | ADL<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001    | + 0,48** | - 0,61** | + 0,45**   | - 0,26   | - 0,30*  |
|                                            |                                               |                                               | + 0,26   | - 0,54** | + 0,15     | - 0,27   | - 0,50** |
|                                            |                                               |                                               | + 0,40** | - 0,74** | + 0,59**   | - 0,01   | - 0,03   |
|                                            | wIK<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001    | ADL<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001    | - 0,75** | + 0,70** | + 0,76**   | + 0,52** | < + 0,01 |
|                                            |                                               |                                               | - 0,85** | + 0,86** | + 0,76**   | + 0,76** | + 0,30*  |
|                                            |                                               |                                               | - 0,51** | + 0,60** | + 0,61**   | + 0,61** | + 0,51** |
|                                            | Ergos.<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001 | wIK<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001    | - 0,64** | - 0,64** | - 0,64**   | - 0,38** | + 0,13   |
|                                            |                                               |                                               | - 0,82** | - 0,82** | - 0,82**   | - 0,60** | - 0,11   |
|                                            |                                               |                                               | - 0,78** | - 0,78** | - 0,78**   | - 0,31*  | - 0,26   |
|                                            | XP<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001     | Ergos.<br>1998/1999<br>1999/2000<br>2000/2001 | + 0,52** | + 0,52** | 1998/1999  | + 0,52** | - 0,15   |
|                                            |                                               |                                               | + 0,81** | + 0,81** | 1999/2000  | + 0,81** | + 0,30*  |
|                                            |                                               |                                               | + 0,57** | + 0,57** | 2000/2001  | + 0,57** | + 0,33*  |

## 6 Zusammenfassung

Die Untersuchungen waren auf die Erfassung der Konzentrationen von NDF, ADF, ADL und wasserlöslichen Kohlenhydraten von Winterweideaufwüchsen etablierter *Festuco*- und *Lolio-Cynosureten* sowie Reinsaaten von *Festuca arundinacea* und *Lolium perenne* ausgerichtet. Dabei stand vor allem der Einfluss dieser Zielgrößen auf die Verdaulichkeit organischer Substanz bei fortschreitendem Winter im Vordergrund. An sechs Standorten in Mittelgebirgslagen von 320 bis 460 m ü. NN (=Pflanzengesellschaften) und im Raum Giessen auf 160 m ü. NN (= Reinbestände) befanden sich die Freilandversuche. Zu den untersuchten Faktoren zählten: die Vornutzung (= Schonungsgrad ab Juni oder Juli), der Erntetermin im Winter (= November bzw. Dezember, Januar bzw. Februar) und die Jahre (= drei Jahre). Um den Effekt der N-Düngung auf die Konzentration der Gerüstsubstanzen und wasserlöslichen Kohlenhydrate auf die Verdaulichkeit organischer Substanz festzustellen, wurden die Aufwüchse einer *Festuca arundinacea*-Narbe mit den Faktoren N-Menge (= 0, 50, 150 kg N ha<sup>-1</sup>) und Erntetermin im Winter (= Dezember, Januar, Februar) mehrjährig untersucht. Die erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Für die **Verdaulichkeit organischer Substanz** im Versuch Pflanzengesellschaften ging in zwei von drei Jahren der wichtigste Einfluss vom Erntetermin aus; im vergleichsweise milden und ertragsreichsten Jahr 2000/2001 war es dagegen der Standort. Über die drei Jahre betrachtet gab es keine Unterschiede zwischen *Festuco*- und *Lolio-Cynosureten* bezogen auf die Verdaulichkeit organischer Substanz. Standortunterschiede wurden meist durch die hauptbestandsbildende Art oder durch spezielle örtliche Gegebenheiten (= Hanglage) verursacht. Maßnahmen wie der Schonungsgrad zeigten meist nur zu Beginn des Winters einen Einfluss. Die Verdaulichkeit organischer Substanz lag im Mittel der drei Jahre bei 55,6% und damit über dem für die Mutterkuh geforderten Wert.
2. Im Versuch Hauptbestandsbildner ging in den drei Untersuchungsjahren jahrabhängig der größte Einfluss von folgenden Faktoren aus; im ersten Jahr von der Vornutzung, im zweiten Jahr vom Erntetermin im Winter und im letzten Jahr von der Art. So zeigte sich im ersten Winter vor allem bei *Lolium perenne* mit kürzerer Schonung eine höhere **Verdaulichkeit organischer Substanz**. Nur im

letzten Winter lag die Verdaulichkeit organischer Substanz bei *Lolium perenne* deutlich über der von *Festuca arundinacea*. Mit gesteigerten N-Gaben konnte die Verdaulichkeit organischer Substanz meist nicht erhöht werden. Die existierende Wechselwirkung N-Menge x Erntetermin wurde durch die ungedüngte Variante ausgelöst.

3. Die höchsten **NDF**-, **ADF**-, und **ADL**-Konzentrationen wurden im Januar erreicht, wobei zwischen den Pflanzengesellschaften keine Unterschiede bestanden. Anders dagegen verhielten sich die Reinsaat, hier wies *Lolium perenne* niedrigere Konzentrationen an NDF und ADF auf. Bei der ADL-Konzentration war dies nur im letzten Untersuchungsjahr so eindeutig zu beobachten. Steigende N-Gaben hatten meist höhere NDF- und ADL-Konzentrationen zur Folge; kaum beeinflusst blieb dagegen die ADF-Konzentration.
4. Für die Konzentrationen **wasserlöslicher Kohlenhydrate** ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Pflanzengesellschaften, wobei im Januar die niedrigsten Konzentrationen vorlagen. Vor allem im vergleichsweise kalten Winter 2001/2002 zeichneten sich die Reinsaat von *Lolium perenne* durch höhere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate aus. Steigende N-Gaben riefen niedrigere Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate hervor, die deutlichsten Unterschiede lagen zwischen den Varianten mit 0 kg N ha<sup>-1</sup> und 150 kg N ha<sup>-1</sup>.
5. Die engste **Beziehung** bei den Pflanzengesellschaften in der Vegetationsperiode bestand zwischen NDF und der Verdaulichkeit organischer Substanz mit  $r = -0,63$  bis  $-0,85$ . Auch bei den Winterernteterminen lag zwischen der NDF-Konzentration und der DOM jahrunabhängig die engste Beziehung mit  $r = -0,71$  bis  $-0,91$  vor. Bei den Reinsaat war die Beziehung im Winter zwischen der Verdaulichkeit organischer Substanz und ADL mit  $r = -0,84$  bis  $-0,90$  bei *Festuca arundinacea* und  $r = -0,79$  bis  $-0,97$  bei *Lolium perenne* besonders eng.
6. Offensichtlich wird die **Verdaulichkeit organischer Substanz** im Winter von zahlreichen Faktoren beeinflusst und lässt gezielte Voraussagen kaum zu; jedoch sind, vor allem durch einen verzögerten Erntetermin im Winter, geringere Verdaulichkeiten organischer Substanz und höhere Konzentrationen an Gerüstsubstanzen zu erwarten.

## 7 Summary

### Effects of Fiber on the *In Vitro* Dry Matter Digestibility by Differentiated Managed Winter-Pastures.

The research focused on determining herbage concentrations of NDF, ADF, ADL and water soluble carbohydrates (= wsc) and their effect on IVDMD during winter grazing. *Festuco*- and *Lolio-Cynosuretum* communities as well as pure stands of *Festuca arundinacea* and *Lolium perenne* were analysed considering the potential influence of pre-utilisation (= accumulation from June or July), date of winter harvest (= November, December, January or February) and year (= three winters). Field experiments were established under standardised conditions on six locations in low mountain ranges from 320 to 460m above sea level (= plant-communities) and 160 m above sea level, near Giessen (= pure stands). To examine the effect of N-fertilisation on the fiber- and wsc-concentration in view of the IVDMD, growths of a *Festuca arundinacea*-sward were analysed regarding the factors amount of N-fertilizer (0, 50, 100, 150 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) and date of winter-harvest (= December, January, February). The results can be summarized as follows:

1. The factor date of winter harvest had the largest influence on **IVDMD** in two of three years, contrary in the mildest and most productive winter, the location was the most important cause of variance. The overall average between *Festuco*- and *Lolio-Cynosuretum* did not differ. The importance of the factor location depended on the dominant species in the plant communities or on the special position (= slope). Only at the beginning of winter pre-utilisation showed a relevant effect. The overall average IVDMD of three years was 55.6%, which is sufficient for suckler cows.
2. The most influencing factor on the pure stands of *Festuca arundinacea* and *Lolium perenne* was different for each year. In the first year pre-utilisation, in the second year date of harvest and in the last year species were the most important causes of variance. Especially *Lolium perenne* showed a higher **IVDMD** with short time of growth. Only in the last winter *Lolium perenne* had a higher IVDMD than *Festuca arundinacea*. Higher N-Rates did not influence the IVDMD. The interaction of N-rate and date of harvest was caused by the 0 kg N ha<sup>-1</sup> application.

3. The **NDF**-, **ADF**- and **ADL**-concentrations peaked in January with no differences between *Festuco*- and *Lolio-Cynosuretum*. Contrarily, the NDF- and ADF-concentrations of *Lolium perenne* in pure stand were lower. The same accounts for ADL only in the last year. Higher N-rates increased NDF- and ADL-concentrations, but had no influence on ADF.
4. There were no differences between *Festuco*- and *Lolio-Cynosuretum* regarding **water soluble carbohydrates**, with lowest concentrations in January. In the cold winter 2001/2002 *Lolium perenne* in pure stand had the highest concentrations of wsc. Higher N-rates decreased the concentration of water soluble carbohydrates, between 0 kg N ha<sup>-1</sup> and 150 kg N ha<sup>-1</sup> the differences were most obvious.
5. In the vegetation period the closest **relationship** for plant communities existed between NDF and IVDMD (  $r = -0.63$  up to  $-0.85$ ). Also in winter independent of year this relationship was close with  $r = -0.71$  up to  $-0.91$ . In two of three years the pure stand of *Festuca arundinacea* had a  $r = -0.84$  up to  $-0.90$  and the pure stand of *Lolium perenne* a  $r = -0.79$  up to  $-0.97$  between IVDMD and ADL.
6. Obviously a lot of factors influence the **IVDMD** in winter, so there is no targeted prognose possible. However a late date of winter harvest results in low IVDMD- and high fiber-concentrations.

## 8 Literaturverzeichnis

1. AERTS, J.V., D.L. DE BRABANDER, B.G. COTTYN & F.X. BUYSSE, 1977: Comparison of laboratory methods for predicting the organic matter digestibility of forages. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **2**, 337-349.
2. ALLEN, V.G., J.P. FONTENOT, W.P. GREEN & R.C. HAMMES, 1989: Year-round grazing systems for beef production from conception to slaughter. *Proc. 16<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr., Nice*, 1197-1198.
3. ALLINSON, D.W., 1971: Influence of the photoperiod and thermoperiod on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. *Crop Sci.* **11**, 456-458.
4. ANGER, M., A. ROTH & W. KÜHBAUCH, 1998: Nitratverlagerung bei simulierter Winterbeweidung mit Rindern auf Grünland. *Ber. 42. Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen*, 107-110.
5. ANONYMUS, 1988: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 2. Erg. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
6. ANONYMUS, 1993: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 3. Erg. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
7. ANONYMUS, 1997: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Erg. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
8. ANONYMUS, 2000: SPSS für Windows. Version 10.0.7, SPSS Deutschland, München.
9. ANONYMUS 2003: Beschreibende Sortenliste Gräser Klee, Luzerne. Hrsg. Bundessortenamt Hannover, Landbuchverlagsgesellschaft, Hannover.
10. ARCHER, K.A. & A.M. DECKER, 1977a: Autumn-accumulated tall fescue and orchardgrass. II. Effects of leaf death on fiber components and quality parameters. *Agron. J.* **69**, 605-609.
11. ARCHER, K.A. & A.M. DECKER, 1977b: Relationship between fibrous components and in vitro dry matter digestibility of autumn-saved grasses. *Agron. J.* **69**, 610-616.
12. BAATH, H., O. KNABE & P. LEPOM, 1990: Vorkommen von Fusarium-Arten und ihren Mykotoxinen auf Silomais. *Arch. Anim. Nutr.* **40**, 397-405.
13. BAKER, H.K., J.R.A. CHARD & W.E. HUGHES, 1965: A comparison of cocksfoot and tall fescue dominant swards for out-of-season production. *J. Brit. Grassl. Soc.* **20**, 84-94.
14. BALLARD, R.A., R.J. SIMPSON & G.R. PEARCE, 1990: Losses of the digestible components of annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) during senescence. *Aust. J. Agric. Res.* **41**, 719-731.
15. BALASKO, J.A., 1977: Effects of N, P, and K fertilization on yield and quality of tall fescue forage in winter. *Agron. J.* **69**, 425-428.
16. BANZHAF, K., 2004: Einfluss von Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftungsintensität auf Muster und Konzentration ausgewählter Mineralstoffe von Winterweidefutter. *Diss. Gießen*.

17. BARTHOLOMEW, H.M., S.L. BOYLES, B. CARTER, E. VOLLBORN, D. MILLER & R.M. SULC, 1997: Experiences of eight Ohio beef and sheep producers with year-round grazing. Proc. 18<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr., Saskatoon, **29**, 127-128
18. BAUER, U., 1996: Winterweide hilft Kosten sparen. Fleischrinder J. **3**, H. 9, 18-20.
19. BAUMANN, U. & B. ZIMMERLI, 1988: Einfache Ochratoxin-A-Bestimmung in Lebensmitteln. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **79**, 151-158.
20. BÉLANGER, G., F. GASTAL & F.R. WAREMBOURG, 1994: Carbon balance of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.): Effects of nitrogen fertilization and the growing season. Annals Botany **74**, 653-659.
21. BOEKER, P., 1957: Ganzjähriger Weidegang in Großbritannien durch Winterweide nach dem Foggage- System. Landw. Angew. Wiss. **67**, 85-123.
22. BOSMAN, M.S.M., 1970: Methods of predicting herbage digestibility II. Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbougewassen, Wageningen, Mededeling. **413**, 15.
23. BOSSUYT, C.V., K.M. WITTENBERG & G.H. CROW, 1996: Effect of fungal biomass in alfalfa hay on intake and total tract digestion in growing beef calves. J. Anim. Sci. **74**, 1336-1342.
24. BRICE, R.E. & I.M. MORRISON, 1982: The Degradation of Isolated Hemicelluloses and Lignin-Hemicellulose Complexes by cell-free, Rumen Hemicellulases. Carbohydr. Res. **101**, 93-100.
25. BROWN, R.H., R.E. BLASER & J.P. FONTENOT, 1963: Digestibility of fall grown Kentucky 31 fescue. Agron. J. **55**, 321-324.
26. BRYAN, W.B., W.F. WEDIN & R.L. VETTER, 1970: Evaluation of reeds canarygrass and tall fescue as spring-summer and fall-saved pasture. Agron. J. **62**, 75-80.
27. BURNS, J.C. & D.S. CHAMBLEE, 1979: Adaptation. In: BUCKNER, R.C. & L.P. BUSH (Publ.): Tall fescue. Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 9-30.
28. BUXTON, D.R., 1990: Cell wall components in divergent germplasms of four perennial forage grass species. Crop Sci. **30**, 402-408.
29. BUXTON, D.R. & D.D. REDFEARN, 1997: Plant limitations to fiber digestion and utilization. J. Nutr. **127**, 814-818.
30. BUXTON, D.R., K.P. VOGEL, M.D. CASLER & K.J. MOORE, 1995: Field survival of perennial forages divergently selected for digestibility. Agro. Abs., p. 163. Americ. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.
31. CASTLE, M.E. & J.N. WATSON, 1961: The production and use of cocksfoot foggage for winter grazing in South-West Scotland. J. Brit. Grassl. Soc. **16**, 247-252.
32. COLLINS, M. & J.A. BALASKO, 1981: Effects of N fertilization and cutting schedules on stockpiled tall fescue. II. Forage quality. Agron. J. **73**, 821-826.
33. CORBETT, J.L., 1957: Studies on the extension of the grazing season. J. Brit. Grassl. Soc. **12**, 81-96.

34. CORNU, A., 1994: Lignin-carbohydrate complexes in forages: structure and consequences in the ruminal degradation of cell wall carbohydrates. *Reprod. Nutr. Dev.* **34**, 385-398
35. CUNDERLIKOVA, M., J. ZILAKOVA, M. POLAK, D. RATAJ & I. ILAVSKA, 2002: Ensilage capacity and silage quality for a range of grasses with relation to the particular cuts, fertiliser nitrogen application and the treatment of herbage at ensiling. *Multi-function Grasslands*. **7**, 192-193.
36. CZIHAK, G., H. LANGER & H. ZIEGLER (Hrsg.), 1981: *Biologie, ein Lehrbuch*. 3. Auflage. Verl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
37. DAUGHTRY, C.S.T., D.A. HOLT & V.L. LECHTENBERG, 1978: Concentration, Composition, and in vitro Disappearance of Hemicellulose in Tall Fescue and Orchardgrass. *Agron. J.*, **70**, 550-554.
38. DEBLITZ, C., M. RUMP, S. KREBS & U. BALLIET, 1993: Beispiele für eine standortangepasste Mutterkuhhaltung in Ostdeutschland. *Tierzüchter* **9**, 24-27.
39. DEINUM, B. & P.J. VAN SOEST, 1969: Prediction of forage digestibility from some laboratory procedures. *Neth. J. Agric. Sci.* **17**, 119-127.
40. EBEL, G. & A. MILIMONKA, 1998: Stickstoffflüsse bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter. *Ber. 42. Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen*, 94-97.
41. ECHTERNACHT, S., 2004: Zur Masse und Qualität von Ackerpferch-Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Art bzw. Sortentyp, Saat- und Erntezeitpunkt. *Diss. Gießen*.
42. ELLENBERG, H., 1986: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht*. 4. Aufl., Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
43. ELSEBACH, K., 2005: Validierung von Winterweidesystemen mit Schafen und tierübergreifende Effekte auf die Narbenzusammensetzung und floristische Diversität. *Diss. Gießen*.
44. FREDE, H.-G. & M. BACH, 1999: Perspektiven für periphere Regionen. *Z. Kulturtech. u. Landentwickl.* **40**, 193-196.
45. FREEZE, B.S., W.D. WILLMS & L. RODE, 1999: Economics of maintaining cow condition on fescue prairie in winter. *J. Range Managem.* **52**, 113-119
46. FRIBOURG, H.A. & K.W. BELL, 1984: Yield and composition of tall fescue stockpiled for different periods. *Agron. J.* **76**, 929-934.
47. FENGEL, D., 1985: Cellulose. W. BURCHARD (Hrsg.): *Polysaccharide*, Verl. Springer, Berlin Heidelberg, 15-24.
48. GERRISH, J.R., P.R. PETERSON, C.A. ROBERTS & J.R. BROWN, 1994: Nitrogen fertilization of stockpiled tall fescue in the midwestern USA. *J. Prod. Agric.* **7**, 98-104.
49. GIESLER, L.J., G.Y. YUEN & G.L. HORST, 1996: The microclimate in tall fescue turf as affected by canopy density and its influence on brown patch disease. *Plant Disease* **80**, 389-394.

50. GUSTA, L.V., J.D. BUTLER, C. RAJASHEKAR & J. BURKE 1980: Freezing resistance of perennial turfgrasses. Hort. Sci. **15**, 494-496.
51. HALL, M.H., P.J. LEVAN, E.H. CASH, H.W. HARPSTER & S.L. FALES, 1998: Fallgrazing management effects on production and persistence of tall fescue, perennial ryegrass and prairie grass. J. Prod. Agric. **11**, 487-491.
52. HARRACH, T., 1987: Schriftliche Mitteilung, Gießen.
53. HIRST, E.L., D.J. MACKENZIE & C.B. WYLAM, 1959: Analytical Studies on the Carbohydrates of Grasses and Clovers. IX. Changes in Carbohydrate Composition during the Growth of Lucerne. J. Sci. Food Agric., **10**, 19-26.
54. HITZ, A.C. & J.R. RUSSELL, 1998: Potential of stockpiled perennial forages in winter grazing systems for pregnant beef cows. J. Anim. Sci. **76**, 404-415.
55. HOCHBERG, H., 1998: Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. Ber. 42. Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen, 30-36.
56. HOCHBERG, H. & A. WEIß, 1998: Auswirkung der Winterdraußenhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge auf den Pflanzenbestand, Boden-N-Gehalt und die Bodenwasserqualität. Ber. 42. Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen, 123-126.
57. HOFFMANN, G.M., F. NIENHAUS, H.-M. POEHLING, F. SCHÖNBECK, H.C. WELTZIEN & H. WILBERT, 1994: Lehrbuch der Phytomedizin. 3. Auflage Verl. Blackwell Wiss., Berlin.
58. HÖLTERSHINKEN, M., K. MAIWORM & H. SCHOLZ, 1996a: Mykotoxikosen beim Rind – Probleme auch in Norddeutschland? Praktischer Tierarzt **77**, 9-14.
59. HÖLTERSHINKEN, M., U. PLITT, F.C. TAMMEN, P. HOFFMANN, M. STÖBER & H. SCHOLZ, 1996b: Veränderungen der Thiaminkonzentration im Pansen saft während der *in vitro*-Fermentation von verschimmeltem Gras. Proc. Soc. Nutr. Physiol. **5**, 117.
60. HÖLTERSHINKEN, M., A. HÖHLING, D. BRUNKLAUS, P. HOFFMANN & H. SCHOLZ, 2000: Einfluss von *Eppicoccum nigrum* und *Alternaria alternata* auf die Pansenfermentation des Rindes (in vitro). Proc. 22<sup>nd</sup> Mycotoxin Workshop, Bonn, Mycotoxin Res. **16A**, No 2, 187.
61. HUGHES, G., 1954: The production and utilization of winter grass. J. Agri. Sci. **45**, 179-201.
62. HUGHES, G.P., 1961: Summer and winter feeding from Grass-Lucerne Drills. Agriculture **62**, 115-117.
63. ISSELSTEIN, J.N.P., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Post-doctoral thesis, Justus-Liebig-Universität Giessen.
64. JEROCH, H., G. FLACHOWSKY & F. WEIßBACH, 1993: Futtermittelkunde. Verl. Gustav Fischer, Jena.
65. JUNG, G.A., R.E. KOCHER, C.F. GROSS & C.C. BERG, 1974: Seasonal fluctuations of nonstructural carbohydrate concentration in the forage of cool-season grasses. Proc. 12<sup>th</sup> Intern. Grasli. Congr., Moskau. 215-224.

66. JUNG, H.-J.G. & K.P. VOGEL, 1992: Lignification of switchgrass (*Panicum virgatum*) and bigbluestem (*Andropogon gerardii*) plant parts during maturation and its effect on fibre degradability. J. Sci. Food Agric., **59**, 169-176
67. JUNG, H.G. & D.A. DEETZ, 1993: Cell wall lignification and degradability. In: Forage cell wall structure and digestibility. JUNG, H.G., D.R. BUXTON; R.D. HATFIELD & J.RALPH (Hrsg.). Americ. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, 315-346.
68. KIRCHGEßNER, M., 1998: Formeln zur Schätzung des Gehaltes an umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proc. Soc. Nutr. Physiol. **7**, 141-150.
69. KIRCHGEßNER, M., 2004: Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 11. Aufl. Verl.- DLG-GmbH, Frankfurt/M.
70. KIRCHGEßNER, M. & R.J. KELLNER, 1981: Schätzung des energetischen Futterwertes von Grün- und Raufutter durch die Cellulase-Methode. Landw. Forsch. **34**, 276-281
71. KLAPP, E., 1929: Thüringische Rhönhutungen. Wiss. Arch. Landw. Abt. A, Arch. Pflanzenbau **2**, 704-786.
72. KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg.
73. KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4. Aufl. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg.
74. KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG & A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland **2**, 38-40.
75. KLAPP, E. & W. OPITZ v. BOBERFELD, 1990: Taschenbuch der Gräser. 12. Aufl. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg.
76. KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG & A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland **2**, 38-40.
77. LANGHOLZ, H.-J., 1992: Extensive Tierhaltung in Landschaftspflege und als produktionstechnische Alternative. Züchtungsk. **64**, 271-282.
78. LARCHER W., 1994: Ökophysiologie der Pflanzen. 4. Aufl. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
79. LAWRENCE, T., J.P. COOPER & E.L. BREESE, 1973: Cold tolerance and winter hardiness in *Lolium perenne* II. Influence of light and temperature during growth and hardening. J. Agric. Sci. **80**, 341-348.
80. LAWS, J.A. & J.E. NEWTON, 1987: The effect of stocking rate and grazing management of sheep during winter on liveweight, performance and herbage production. Res. and Developm. Agric. **4**, 141-146.
81. LOCKHART, D.A.S., J.B.D. HERRIOTT, J.M.M. CUNNINGHAM & R.G HEDDLE, 1969: The effects of winter grazing on subsequent production from pasture. J. Brit. Grassl. Soc. **24**, 146-150.

82. MAIWORM, K., M. HÖLTERSHINKEN & H. SCHOLZ, 1995: Auswirkungen verdorbener Maissilage auf Fermentationsvorgänge im Pansensaft des Rindes (*in vitro*). Tierärztl. Umschau **50**, 283-290.
83. MATCHES, A.G., 1979: Management. In: BUCKNER, R.C. & L.P. BUSH (Eds.): Tall fescue. Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 171-199.
84. MENGEL, K., 1991: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. Aufl. Verl. Gustav Fischer, Jena.
85. MENKE, K. H., 1987: Ernährungsphysiologische Grundlagen. In: MENKE, K. H. & W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 15-114.
86. MENKE, K.H., L. RAAB, A. SALEWSKI, H. STEINGASS & D. FRITZ, 1979: Die Bestimmung des Gehaltes an Stärkeeinheiten und umsetzbarer Energie im Hohenheimer Futterwerttest (HFT). Tierzüchter **31**, 20-28.
87. MENKE, K.H. & H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. Übers. Tierern. **15**, 59-94.
88. NEFF, M., 2005: Gerüstsubstanz- und Mineralstoffmuster unterschiedlich bewirtschafteter Ackerpferch-Zwischenfrüchte. Diss. Gießen.
89. NORRIS, K.H., R.F. BARNES, J.E. MOORE & J.S. SHENK, 1976: Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci. **43**, 889-897.
90. OCUMPAUGH, W.R. & A.G. MATCHES, 1977: Autumn-winter yield and quality of tall fescue. Agron. J. **69**, 639-643.
91. OPITZ V. BOBERFELD, W., 1994a: Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
92. OPITZ V. BOBERFELD, W., 1994b: Phänotyp und Futterqualität einschließlich Konservierungseigenschaften von Gräsern. J. Agron. Crop Sci. **172**, 289-304.
93. OPITZ V. BOBERFELD, W., 1996: Qualitätsveränderungen einschließlich Mykotoxin-problematik von Primäraufwüchsen einer Glatthaferwiese (*Arrhenatherion elatioris*). Agribiol. Res. **49**, 52-62.
94. OPITZ V. BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Landw. **75**, 604-618.
95. OPITZ V. BOBERFELD, W., 2001a: Grünlandumwidmung: von konventioneller Milch- zur ökologischen Fleischerzeugung. Hrsg. DLG: Nachhaltige Futterproduktion auf dem Grünland. DLG-Grünlandtagung 2001 Bitburg/Eifel, 27-36.
96. OPITZ V. BOBERFELD, W., 2001b: Grassland management aspects for year-round outdoor stock keeping of suckler cows. Grassl. Sci. in Poland **4**, 137-147.
97. OPITZ V. BOBERFELD, W., 2004: Ammonium and Nitrate Accumulations with Outdoor-stock Keeping of Suckler Cows and Beef Cattle during Winter. Proc. Production Ecological and Landscape Creation Functions of Grassland Ecosystems and Fodder Crops, Univ. Nitra, 119-123.

98. OPITZ V. BOBERFELD, W. & S. ELLES, 1990: Einfluß von Hauptbestandsbildner (*Lolium multiflorum* Lam., *Lolium x boucheanum* Kunth, *Lolium perenne* L. und *Dactylis glomerata* L.), Narbendichte, N-Düngung und Zeit auf Ertrag, Energiedichte, P/E-Quotient und Nitratgehalt. J. Agron. Crop Sci. **164**, 289-296.
99. OPITZ V. BOBERFELD, W. & M. STERZENBACH, 1999: Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter den Aspekten Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. Z. Kulturtechnik u. Landentwicklung **40**, 258-262.
100. OPITZ V. BOBERFELD, W. & D. WOLF, 2002: Zum Effekt pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Qualität und Ertrag von Winterfutter "auf dem Halm". German J. Agron. **6**, 9-16.
101. OPITZ V. BOBERFELD, W., K. WÖHLER, G. ERHARDT, M. GAULY, C. URBAN, H. SEUFFERT & A. WAGNER, 2002: Nutzungsperspektiven für Grünland peripherer Regionen. Ber. Landw. **80**, 419-445.
102. OPITZ V. BOBERFELD, W., P.C. THEOBALD & H. LASER, 2003: Prediction of digestibility and energy concentration of winter pasture forage and herbage of low-input grassland – a comparison of methods. Arch. Anim. Nutr. **57**, 167-176.
103. O' SHEA, J., R.K. WILSON & W. SHEEHAN, 1972: Prediction of silage digestibility by in vitro and chemical methods. Ir. J. Agric. Res. **11**, 175-179.
104. PETERSEN, A., 1988: Die Gräser als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. Verl. Akademie, Berlin.
105. POTTHAST, V., R. HAVERKAMP & M. RODEHUTSCORD, 1997: Ableitung von Formeln zur Schätzung des Energiegehaltes von Grasprodukten unter Verwendung von in vitro Parametern (Gasbildung, Cellulose-Löslichkeit). D. wirtschaftseig. Futter **43**, 205-216.
106. POWELL, A.J., R.E. BLASER & R.E. SCHMIDT, 1967: Physiological and color aspects of turfgrasses with fall and winter nitrogen. Agron. J. **59**, 303-307.
107. PRAGER, V., 1983: Untersuchungen über den landwirtschaftlichen Nutzwert des Rohrschwingels (*Festuca arundinacea* Schreb.). Diss. Gießen.
108. PRIEBE, R. & P. ZUBE, 1998: Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen gestalten. Ber. 42. Jahrest. AG Grünland Futterbau Gießen, 98-101.
109. RADOJEVIC, I., R.J. SIMPSON, J.A.St. JOHN & M.O. HUMPHREYS, 1994: Chemical composition and *in vitro* digestibility of lines of *Lolium perenne* selected for high concentrations of water-soluble carbohydrate. Aust. J. Agric. Res. **45**, 901-912.
110. RAJASHEKAR, C., D. TAO & P.H. LI, 1983: Freezing resistance and cold acclimation in turfgrasses. Hort Sci. **18**, 91-93.
111. RAYBURN, E.B., R.E. BLASER & D.D. WOLF, 1979: Winter tall fescue yield and quality with different accumulation periods and N-rates. Agron. J. **71**, 959-963.
112. RAZMJOO, K., T. IMADA, J. SUGIURA & S. KANEKO, 1997: Seasonal variations in nutrient and carbohydrate levels of tall fescue cultivars in Japan. J. Plant Nutr. **20**, 1667-1679.
113. SAKAI, A. & W. LARCHER, 1987: Frost survival of plants. Ecological Studies **62**, Verl. Springer, Berlin.

114. SCHLIMBACH, G., 2005: Validierung von Winterweidesystemen mit Fleischrindern und tierartübergreifende Effekte auf bodenphysikalische Merkmale verschiedener Narben. Diss. Gießen.
115. SCHLÖSSER, E., 1997: Allgemeine Phytopathologie. 2. Aufl. Verl. Georg Thieme, Stuttgart, New York.
116. SCHNEIDER, K., 1913: Die Anlage von Dauerweiden. 2. Aufl. Verl. Wilhelm Gottlieb Korn, Breslau.
117. SCHNEIDER, K., 1917: Winterweide. Mitt. DLG **32**, 572-576.
118. SCHNEIDER, G., 1990: Arzneidrogen. Ein Kompendium für Pharmazeuten, Biologen und Chemiker. Verl. Wissenschaftsverlag Mannheim, Wien, Zürich.
119. SCHULTZ, R.D. & J. STUBBENDIECK, 1983: Herbage quality of fertilized cool-season grass-legume mixtures in Western Nebraska. J. Range Managem. **36**, 571-575.
120. SCHWADORF, K. & H.-M. MÜLLER, 1989: Determination of ergosterol in cereals, mixed feed components, and mixed feeds by liquid chromatography. J. Assoc. Off. Anal. Chem. **72**, 457-462.
121. SMOUTHER, H., R.J. SIMPSON & G.R. PEARCE, 1995: Water-soluble carbohydrates and *in vitro*-digestibility of annual ryegrass (*Lolium rigidum* G.) sown at varying densities. Aust. J. Agric. Res. **46**, 611-625.
122. STERZENBACH, M., 2000: Nutzungsmöglichkeiten von Aufwüchsen extensiv bewirtschafteten Grünlandes durch Mutterkühe. Diss. Gießen.
123. STÄHLIN, A., 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. D. wirtschaftseig. Futter, Sonderh. **5**.
124. STÄHLIN, A. & H. TIRAPRADJA, 1974: Ein Vergleich von Rohrschwingel (*Festuca arundinacea* Schreb.) und Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Huds.) in chemischer Hinsicht. J. Agron. Crop. Sci. **140**, 100-116.
125. TAYLOR, T.H. & W.C. TEMPLETON, 1976: Stockpiling Kentucky bluegrass and tall fescue forage for winter pasturage. Agron. J. **68**, 235-239.
126. THOMAS, H. & I.B. NORRIS, 1979: Winter growth of contrasting ryegrass varieties at two altitudes in Mid-Wales. J. Appl. Ecol. **16**, 553-565.
127. THOMAS, H. & I.B. NORRIS, 1981: The influence of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. Grass and Forage Sci. **36**, 107-116.
128. TINNIMIT, P. & J.W. THOMAS, 1976: Forage evaluation using various laboratory techniques. J. Anim. Sci. **43**, 1058-1065.
129. TWIDWELL, E.K., D. JOHNSON, J.H. CHERNEY & J.J. VOLENEC, 1988: Forage quality and digestion kinetics of switchgrass herbage and morphological components. Crop Sci., **28**, 778-782.
130. UNDI, M., 1995: Characterization of forage molding during storage and its effects on preference, rumen environment and degradability of feedstuffs. Ph.D. Diss. University of Manitoba, Winnipeg, MB.

131. UNDI, M. & KM. WITTENBERG, 1996: Intake, rumen fermentation characteristics, and feedstuff in situ digestion kinetics as influenced by fungal biomass in alfalfa hay fed to cattle. *Anim. Feed Sci. Techn.* **61**, 291-303.
132. VAN DER KOELEN, C.J. & A.J.H. VAN ES, 1973: A comparison of some laboratory techniques for the estimation of digestibility of the organic matter in forage samples. *Neth. J. Agric. Sci.* **21**, 199-205.
133. VAN KEUREN, R.W., 1970a: All-season pastures for beef cows. Ohio Agri. Res. Dev. Center. Res. Summary No. **37**, 27-31.
134. VAN KEUREN, R.W., 1970b: All-season grazing for beef cow. Ohio Agri. Res. Dev. Center. Research Summary No. **43**, 1-13.
135. VAN SOEST, P.J. & W.C. MARCUS, 1964: Method of determination of cellwall constituents in forages using detergent and the relationship between this fractions and voluntary intake and digestibility. *J. Dairy Sci.* **47**, 704-714.
136. VAN SOEST, P.J. & L.H.P. JONES, 1968: Effect of silica in forages upon digestibility. *J. Dairy Sci.* **51**, 1644-1648.
137. VILLALOBOS, G., D.C. ADAMS, T.J. KLOPFENSTEIN, J.T. NICHOLS & J.B. LAMB, 1997: Grass hay as a supplement for grazing cattle I. Animal performance. *J. Range Managem.* **50**, 351-356
138. WAITE, R., M.J. IOHNSTON und D.G. ARSTRONG, 1964: The evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep. I. The effect of stage of maturity on the apparent digestibility of rye-grass, cocksfoot and timothy. *J. Agric. Sci.*, **62**, 391-398.
139. WALTER, H., 1957: Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen? *Umschau* **24**, 751-753.
140. WABMUTH, R., 2002: Wirtschaftliche Betrachtungen zur Grünlandnutzung mit landwirtschaftlichen Nutztieren. In: Ganzjährige Freilandhaltung von Fleischrindern. KTBL-Schrift 409, 10-18.
141. WEISE, G., P. ZUBE, & R. PRIEBE, 1998: Punktuelle Belastung durch tierische Exkrememente bei Winteraußenhaltung. *Ber. 42.Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen*, 115-118.
142. WHEELER, J.L., 1968: Major problems in winter grazing. *Herb. Abstr.* **38**, 11-18.
143. WILKINS, P.W., 2002: Dry matter yield, herbage quality and persistency of equivalent populations of perennial ryegrass with and without reduced flowering. *Plant Breeding.* **121**, 425-428.
144. WILKINSON, S.R. & D.A. MAYS, 1979: Mineral Nutrition. In BUCKNER, R.C. & L.P. BUSH (Eds.): *Tall fescue*. Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 41-73.
145. WILLMS, W.D. & L.M. RODE, 1998: Forage selection by cattle on fescue prairie in summer or winter. *J. Range Managem.* **51**, 496-500.
146. WILMAN, D. & M.A.K. ALTIMIMI, 1982: The diggestibility and chemical composition of plant parts in italian and perennial ryegrass during primary growth. *J. Sci. Food Agric.*, **33**, 595-60.

147. WILMAN, D. & P. REZVANI MOGHADDAM, 1998: In vitro digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *J. Agric. Sci.* **131**, 51-58.
148. WILMAN, D., K.H. DONG. & Z.L. JIN, 1999: Persistence of a range of grasses in a continental climate. *Expl. Agric.* **35**, 55-62.
149. WÖHLER, K., 2003: Zur Qualität und Masse von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Standort, Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftung. Diss. Gießen.
150. WOLF, D., 2002: Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Qualität und Masse von Winterweidefutter. Diss. Gießen.
151. WOLF, D. & W. OPITZ V. BOBERFELD, 2003: Effects of nitrogen fertilization and date of utilisation on the quality and yield of tall fescue in winter. *J. Agron. Crop Sci.* **189**, 47-53.
152. YEMM, E.M. & A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* **54**, 508-514.
153. ŽILÁKOVÁ, J., S. KNOTEK & N. GÁBORČÍK, 1998: Assessment of ensilage capacity and quality of silage from some grasses and their intergeneric hybrids. In BOLLER, B. & F. J. STADELMANN (Hrsg.): Breeding for a multifunctional agriculture. Proc. 21<sup>st</sup> Meeting of the fodder crops and amenity grasses section of EUCARPIA, Swiss federal research station for agroecology and agriculture, Zürich-Reckenholz, 24-25.

## 9 Tabellenanhang

### Anhangtabelle

|                                                                                |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bestandsaufnahmen der einzelnen Flächen, Versuch „Pflanzengesellschaften“ .... | 1-6   |
| Standortmerkmale, Versuch „Pflanzengesellschaften“ .....                       | 7-9   |
| Witterungsdaten Lahn-Dill-Bergland und Westerwald .....                        | 10-11 |
| Erntetermine; Versuch „Pflanzengesellschaften“ .....                           | 12-14 |
| Standortmerkmale, Versuchstation Linden-Forst.....                             | 15-17 |
| Erntetermine, Versuche „Hauptbestandsbildner“ und „N-Düngung“ .....            | 18    |

#### **Versuch *Pflanzengesellschaften***

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| NDF im Winter .....                                 | 19-22 |
| ADF im Winter .....                                 | 23-26 |
| ADL im Winter .....                                 | 27-30 |
| wLK im Winter.....                                  | 31-34 |
| TS-Erträge im Winter .....                          | 35-38 |
| Rohprotein im Winter .....                          | 39-42 |
| Verdaulichkeit organischer Substanz im Winter ..... | 43-46 |
| Ergosterol im Winter .....                          | 47-50 |
| NDF im Sommer.....                                  | 51-55 |
| ADF im Sommer .....                                 | 56-60 |
| ADL im Sommer .....                                 | 61-65 |
| wLK im Sommer .....                                 | 66-70 |
| TS-Erträge im Sommer.....                           | 71-75 |
| Rohprotein im Sommer.....                           | 76-80 |
| Verdaulichkeit organischer Substanz im Sommer ..... | 81-85 |

#### **Versuch *Hauptbestandsbildner***

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| NDF im Winter .....        | 86-89   |
| ADF im Winter .....        | 90-93   |
| ADL im Winter .....        | 94-97   |
| wLK im Winter.....         | 98-101  |
| TS-Erträge im Winter ..... | 102-105 |

|                                                                                                                             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Rohprotein im Winter .....                                                                                                  | 106-109 |
| Verdaulichkeit organischer Substanz im Winter .....                                                                         | 110-113 |
| Ergosterol im Winter .....                                                                                                  | 114-117 |
| Varianztabelle für Gerüstsubstanzen, wLK, TS-Erträge, Rohprotein und<br>Verdaulichkeit organischer Substanz im Sommer ..... | 118-124 |
| Gerüstsubstanzen, wLK, TS-Erträge, Rohprotein und Verdaulichkeit<br>organischer Substanz im Sommer.....                     | 125-127 |

### **Versuch *N-Düngung***

|                                                     |         |
|-----------------------------------------------------|---------|
| NDF im Winter .....                                 | 128-131 |
| ADF im Winter .....                                 | 132-135 |
| ADL im Winter .....                                 | 136-139 |
| wLK im Winter.....                                  | 140-143 |
| TS-Erträge im Winter .....                          | 144-147 |
| Rohprotein im Winter .....                          | 148-151 |
| Verdaulichkeit organischer Substanz im Winter ..... | 152-155 |
| Ergosterol im Winter .....                          | 156-159 |

**Anhangtab. 1: Ertragsanteile (= EA) in % und Narbendichte des *Festuco-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 370 m ü. NN**

| Hauptnutzung                      | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                        | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                   | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>              | <b>78</b> | <b>76</b> | <b>78</b> | <b>78</b> | <b>84</b> | <b>85</b> | <b>80</b> |
| <i>Agrostis capillaris</i>        | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Alopecurus pratensis</i>       | 7         | 2         | 2         | 1         | 8         | 2         | 4         |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>      | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>      | 20        | 16        | 18        | 16        | 24        | 17        | 19        |
| <i>Avenula pubescens</i>          | +         | +         | 1         | +         | +         | +         | 1         |
| <i>Dactylis glomerata</i>         | 2         | +         | 2         | 2         | 4         | 1         | 2         |
| <i>Festuca ovina</i>              | 2         | 3         | 3         | 3         | 2         | 3         | 3         |
| <i>Festuca rubra</i>              | 24        | 26        | 31        | 29        | 24        | 30        | 27        |
| <i>Holcus lanatus</i>             | 3         | 3         | 3         | 4         | 4         | 3         | 4         |
| <i>Luzula campestris</i>          | 8         | 11        | 8         | 10        | 7         | 13        | 10        |
| <i>Phleum pratense</i>            | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Poa pratensis</i>              | 6         | 7         | 5         | 6         | 6         | 8         | 6         |
| <i>Poa trivialis</i>              | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trisetum flavescens</i>        | 6         | 7         | 5         | 7         | 5         | 8         | 7         |
| <b>Leguminosen gesamt</b>         | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>2</b>  |
| <i>Lotus corniculatus</i>         | +         | +         | +         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Trifolium medium</i>           | -         | -         | -         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Trifolium pratense</i>         | 2         | 1         | 1         | 2         | +         | +         | 2         |
| <i>Trifolium repens</i>           | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Vicia cracca</i>               | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Vicia sepium</i>               | -         | 1         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <b>sonstige Kräuter gesamt</b>    | <b>20</b> | <b>22</b> | <b>21</b> | <b>20</b> | <b>16</b> | <b>15</b> | <b>19</b> |
| <i>Achillea millefolium</i>       | 4         | 3         | 4         | 3         | 4         | 3         | 3         |
| <i>Anthriscus sylvestris</i>      | +         | +         | 1         | 1         | +         | +         | +         |
| <i>Centaurea jacea</i>            | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>     | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> | +         | 1         | 1         | 1         | 3         | 1         | 1         |
| <i>Chrysanthemum vulgare</i>      | 1         | 3         | 1         | +         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Crepis biennis</i>             | -         | -         | +         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Galium mollugo</i>             | 2         | 1         | +         | 1         | 1         | 3         | 2         |
| <i>Galium verum</i>               | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Heracleum sphondylium</i>      | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Hieracium pilosella</i>        | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Hypericum maculatum</i>        | -         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Hypericum perforatum</i>       | +         | +         | 1         | +         | +         | 1         | +         |
| <i>Knautia arvensis</i>           | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Pimpinella saxifraga</i>       | 3         | 5         | 3         | 3         | 2         | 3         | 3         |
| <i>Plantago lanceolata</i>        | 3         | 1         | 3         | 3         | 1         | +         | 2         |
| <i>Rumex acetosa</i>              | 6         | 7         | 6         | 6         | 3         | 2         | 5         |
| <i>Saxifraga granulata</i>        | -         | +         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Taraxacum officinale</i>       | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Veronica serpyllifolia</i>     | +         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
|                                   |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>gesamte Artenzahl</b>          | <b>35</b> | <b>38</b> | <b>34</b> | <b>34</b> | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>35</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>         | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>3</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  |

**Anhangtab. 2: Ertragsanteile (= EA) in % und Narbendichte des *Festuco-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 415 m ü. NN**

| Hauptnutzung                   | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                     | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>           | <b>86</b> | <b>86</b> | <b>88</b> | <b>87</b> | <b>86</b> | <b>84</b> | <b>86</b> |
| <i>Agrostis capillaris</i>     | 4         | 3         | 3         | 2         | 2         | 4         | 3         |
| <i>Alopecurus pratensis</i>    | 1         | +         | +         | +         | 2         | 1         | 1         |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>   | 1         | +         | +         | +         | -         | +         | 1         |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>   | 1         | +         | 3         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | +         | +         | 2         | 1         | +         | -         | 1         |
| <i>Elymus repens</i>           | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Festuca ovina</i>           | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         |
| <i>Festuca rubra</i>           | 52        | 54        | 44        | 49        | 53        | 50        | 50        |
| <i>Holcus lanatus</i>          | +         | +         | +         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Holcus mollis</i>           | 1         | 1         | 3         | 2         | 2         | 3         | 2         |
| <i>Lolium perenne</i>          | +         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Luzula campestris</i>       | 1         | 2         | +         | 1         | +         | 2         | 2         |
| <i>Phleum pratense</i>         | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Poa pratensis</i>           | 21        | 21        | 28        | 26        | 23        | 19        | 23        |
| <i>Trisetum flavescens</i>     | 1         | 2         | 2         | 2         | +         | 1         | 1         |
| <b>Leguminosen gesamt</b>      | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <i>Ononis repens</i>           | -         | -         | +         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Trifolium dubium</i>        | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Trifolium pratense</i>      | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trifolium repens</i>        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>sonstige Kräuter gesamt</b> | <b>13</b> | <b>13</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>15</b> | <b>13</b> |
| <i>Achillea millefolium</i>    | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 2         |
| <i>Campanula rotundifolia</i>  | +         | +         | +         | +         | +         | 1         | 1         |
| <i>Centaurea jacea</i>         | 1         | 1         | +         | 1         | 2         | 1         | 1         |
| <i>Cerastium arvense</i>       | -         | +         | -         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>  | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chrysanthemum vulgare</i>   | -         | -         | 1         | +         | -         | -         | 1         |
| <i>Crepis biennis</i>          | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Epilobium angustifolium</i> | -         | -         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Hieracium pilosella</i>     | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Hypericum perforatum</i>    | -         | +         | +         | +         | 1         | +         | 1         |
| <i>Hypochoeris radicata</i>    | +         | 1         | +         | +         | +         | +         | 1         |
| <i>Leontodon autumnalis</i>    | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Pimpinella saxifraga</i>    | +         | +         | 1         | +         | +         | +         | 1         |
| <i>Plantago lanceolata</i>     | 1         | 2         | +         | 1         | +         | 1         | 1         |
| <i>Rumex acetosa</i>           | +         | 1         | +         | +         | -         | +         | 1         |
| <i>Rumex acetosella</i>        | 8         | 6         | 5         | 5         | 5         | 8         | 6         |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | +         | -         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Senecio jacobaea</i>        | -         | -         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Stachys sylvatica</i>       | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Stellaria graminea</i>      | -         | -         | +         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Taraxacum officinale</i>    | 1         | +         | 1         | 1         | 4         | 1         | 2         |
| <i>Veronica serpyllifolia</i>  | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
|                                |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>gesamte Artenzahl</b>       | <b>31</b> | <b>32</b> | <b>36</b> | <b>35</b> | <b>34</b> | <b>34</b> | <b>34</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>      | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>3</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  |

**Anhangtab. 3:** Ertragsanteile (= EA) in % und **Narbendichte** des *Festuco-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 460 m ü. NN

| Hauptnutzung                         | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                           | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                      | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>                 | <b>61</b> | <b>74</b> | <b>74</b> | <b>77</b> | <b>83</b> | <b>80</b> | <b>75</b> |
| <i>Agrostis capillaris</i>           | 5         | 4         | 9         | 9         | 8         | 6         | 7         |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>         | 5         | 4         | 8         | 6         | 7         | 5         | 6         |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>         | 1         | -         | -         | -         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Avenula pubescens</i>             | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Carex pallescens</i>              | +         | 1         | 4         | 2         | +         | 1         | 2         |
| <i>Cynosurus cristatus</i>           | +         | 1         | +         | 1         | +         | 1         | 1         |
| <i>Dactylis glomerata</i>            | 2         | 1         | 1         | +         | 2         | 2         | 2         |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>         | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Festuca pratensis</i>             | 2         | +         | +         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Festuca rubra</i>                 | 36        | 48        | 47        | 52        | 52        | 53        | 48        |
| <i>Holcus lanatus</i>                | 10        | 15        | 5         | 6         | 12        | 10        | 10        |
| <i>Luzula campestris</i>             | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Poa pratensis</i>                 | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <b>Leguminosen gesamt</b>            | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>1</b>  |
| <i>Lotus corniculatus</i>            | 1         | 1         | 1         | 1         | +         | +         | 1         |
| <i>Trifolium pratense</i>            | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trifolium repens</i>              | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Vicia cracca</i>                  | +         | +         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Vicia sepium</i>                  | +         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <b>Kräuter gesamt</b>                | <b>38</b> | <b>25</b> | <b>25</b> | <b>22</b> | <b>17</b> | <b>20</b> | <b>25</b> |
| <i>Achillea ptarmica</i>             | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Achillea vulgare</i>              | -         | -         | -         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Ajuga reptans</i>                 | -         | +         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Alchemilla vulgaris</i>           | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Bellis perennis</i>               | -         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Cardamine pratensis</i>           | -         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Centaurea nigra</i>               | -         | +         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>        | +         | +         | -         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i>    | -         | +         | -         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Crepis biennis</i>                | -         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Dactylorhiza maculata/majalis</i> | -         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Heracleum sphondylium</i>         | +         | 1         | 1         | +         | +         | -         | 1         |
| <i>Hieracium lachenalii</i>          | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Hypericum maculatum</i>           | 1         | +         | +         | +         | -         | -         | 1         |
| <i>Hypochoeris radicata</i>          | +         | +         | +         | 2         | +         | 1         | 2         |
| <i>Plantago lanceolata</i>           | 27        | 18        | 15        | 13        | 8         | 13        | 16        |
| <i>Platanthera chlorantha</i>        | +         | +         | +         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Ranunculus acris</i>              | 1         | 1         | 3         | 2         | 2         | 1         | 2         |
| <i>Ranunculus repens</i>             | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Rumex acetosa</i>                 | 8         | 5         | 6         | 5         | 6         | 5         | 6         |
| <i>Sanguisorba officinalis</i>       | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Silene flos-cuculi</i>            | -         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Taraxacum officinale</i>          | 1         | +         | +         | +         | 1         | +         | 1         |
|                                      |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>gesamte Artenzahl</b>             | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>25</b> | <b>27</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>28</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>            | <b>12</b> | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>7</b>  | <b>13</b> | <b>12</b> | <b>10</b> |

**Anhangtab. 4: Ertragsanteile (= EA) in % und Narbendichte des *Lolio-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 320 m ü. NN**

| Hauptnutzung                   | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                     | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>           | <b>79</b> | <b>81</b> | <b>82</b> | <b>82</b> | <b>84</b> | <b>87</b> | <b>82</b> |
| <i>Alopecurus pratensis</i>    | 21        | 23        | 20        | 20        | 23        | 31        | <b>23</b> |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>   | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>   | 5         | 3         | 7         | 7         | 4         | 13        | <b>7</b>  |
| <i>Avenula pubescens</i>       | -         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Bromus hordeaceus</i>       | 3         | 3         | 2         | 2         | +         | +         | <b>3</b>  |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | 11        | 11        | 7         | 7         | 20        | 7         | <b>11</b> |
| <i>Elymus repens</i>           | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Festuca pratensis</i>       | +         | +         | 1         | 1         | +         | +         | +         |
| <i>Festuca rubra</i>           | 1         | 1         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Holcus lanatus</i>          | 9         | 11        | 5         | 5         | 4         | 1         | <b>6</b>  |
| <i>Lolium perenne</i>          | 18        | 17        | 18        | 18        | 18        | 21        | <b>18</b> |
| <i>Phleum pratense</i>         | 3         | 1         | 6         | 6         | 7         | 5         | <b>5</b>  |
| <i>Poa pratensis</i>           | 3         | 3         | 3         | 3         | 2         | 2         | <b>3</b>  |
| <i>Poa trivialis</i>           | 5         | 5         | 5         | 5         | 3         | 4         | <b>4</b>  |
| <i>Trisetum flavescens</i>     | +         | 3         | 8         | 8         | 3         | 3         | <b>5</b>  |
| <b>Leguminosen gesamt</b>      | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  |
| <i>Trifolium pratense</i>      | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trifolium repens</i>        | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <b>sonstige Kräuter gesamt</b> | <b>21</b> | <b>19</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>13</b> | <b>18</b> |
| <i>Achillea millefolium</i>    | +         | +         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Anthriscus sylvestris</i>   | +         | -         | -         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Campanula rapunculus</i>    | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>  | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Crepis biennis</i>          | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Galium mollugo</i>          | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Leontodon autumnalis</i>    | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Plantago lanceolata</i>     | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Ranunculus acris</i>        | 1         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Ranunculus repens</i>       | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | <b>1</b>  |
| <i>Rumex acetosa</i>           | 4         | 4         | 2         | 2         | 3         | 1         | <b>3</b>  |
| <i>Rumex crispus</i>           | +         | +         | -         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Rumex obtusifolius</i>      | -         | -         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Taraxacum officinale</i>    | 14        | 14        | 15        | 15        | 12        | 11        | <b>13</b> |
| <i>Myosotis arvensis</i>       | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Veronica chamaedrys</i>     | +         | -         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Veronica serpyllifolia</i>  | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <b>gesamte Artenzahl</b>       | <b>31</b> | <b>29</b> | <b>27</b> | <b>27</b> | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>29</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>      | <b>17</b> | <b>7</b>  | <b>15</b> | <b>10</b> | <b>15</b> | <b>9</b>  | <b>12</b> |

**Anhangtab. 5: Ertragsanteile (= EA) in % und Narbendichte des *Lolio-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 390 m ü. NN**

| Hauptnutzung                   | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                     | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>           | <b>97</b> | <b>97</b> | <b>99</b> | <b>98</b> | <b>98</b> | <b>99</b> | <b>98</b> |
| <i>Agrostis capillaris</i>     | +         | +         | +         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Alopecurus pratensis</i>    | 66        | 70        | 69        | 70        | 73        | 71        | <b>70</b> |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>   | 1         | 3         | 3         | 2         | +         | +         | <b>2</b>  |
| <i>Bromus hordeaceus</i>       | +         | -         | +         | +         | +         | 2         | <b>2</b>  |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | 26        | 20        | 23        | 22        | 23        | 23        | <b>23</b> |
| <i>Elymus repens</i>           | -         | -         | +         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Festuca pratensis</i>       | 1         | 1         | 2         | +         | +         | +         | <b>1</b>  |
| <i>Festuca rubra</i>           | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Holcus lanatus</i>          | 1         | -         | -         | -         | +         | -         | <b>1</b>  |
| <i>Lolium perenne</i>          | +         | +         | +         | +         | 1         | 1         | <b>1</b>  |
| <i>Poa pratensis</i>           | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | +         | <b>1</b>  |
| <i>Poa trivialis</i>           | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | <b>1</b>  |
| <i>Trisetum flavescens</i>     | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <b>Leguminosen gesamt</b>      | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>+</b>  |
| <i>Trifolium repens</i>        | +         | +         | +         | +         | -         | -         | +         |
| <b>sonstige Kräuter gesamt</b> | <b>3</b>  | <b>3</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  |
| <i>Achillea millefolium</i>    | +         | +         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Cirsium vulgare</i>         | -         | +         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Galium mollugo</i>          | -         | -         | +         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Geranium molle</i>          | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Heracleum sphondylium</i>   | -         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Plantago lanceolata</i>     | +         | +         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Ranunculus acris</i>        | +         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Ranunculus bulbosus</i>     | 1         | +         | +         | +         | +         | +         | <b>1</b>  |
| <i>Rumex acetosa</i>           | +         | 1         | -         | +         | +         | +         | <b>1</b>  |
| <i>Taraxacum officinale</i>    | 2         | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | <b>2</b>  |
| <i>Urtica dioica</i>           | -         | -         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Veronica serpyllifolia</i>  | +         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
|                                |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>gesamte Artenzahl</b>       | <b>20</b> | <b>18</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>17</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>      | <b>17</b> | <b>7</b>  | <b>15</b> | <b>10</b> | <b>15</b> | <b>9</b>  | <b>12</b> |

**Anhangtab. 6: Ertragsanteile (= EA) in % und Narbendichte des *Lolio-Cynosuretum* (WÖHLER 2003), 420 m ü. NN**

| Hauptnutzung                      | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                        | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                                   | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <b>Gräser gesamt</b>              | <b>81</b> | <b>75</b> | <b>77</b> | <b>78</b> | <b>77</b> | <b>86</b> | <b>79</b> |
| <i>Agrostis capillaris</i>        | 10        | 14        | 9         | 7         | 5         | 7         | +         |
| <i>Alopecurus pratensis</i>       | -         | -         | +         | +         | 1         | 1         | <b>1</b>  |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>      | 1         | 3         | 2         | 2         | 1         | 3         | <b>2</b>  |
| <i>Arrhenatherum elatius</i>      | +         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Bromus hordeaceus</i>          | +         | +         | -         | 1         | -         | +         | <b>1</b>  |
| <i>Cynosurus cristatus</i>        | -         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Dactylis glomerata</i>         | 8         | 4         | 9         | 7         | 15        | 7         | <b>9</b>  |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>      | -         | -         | +         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Elymus repens</i>              | 2         | 2         | 3         | 1         | 1         | +         | <b>2</b>  |
| <i>Festuca pratensis</i>          | +         | -         | 1         | 2         | 3         | 1         | <b>2</b>  |
| <i>Festuca rubra</i>              | 3         | 5         | 3         | 5         | 1         | 4         | <b>4</b>  |
| <i>Holcus lanatus</i>             | 19        | 17        | 12        | 13        | 17        | 24        | <b>17</b> |
| <i>Lolium multiflorum</i>         | +         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | <b>1</b>  |
| <i>Lolium perenne</i>             | 7         | 6         | 8         | 11        | 11        | 11        | <b>9</b>  |
| <i>Luzula campestris</i>          | -         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Phleum pratensis</i>           | 4         | 3         | 7         | 4         | 4         | 4         | <b>4</b>  |
| <i>Poa pratensis</i>              | 5         | 5         | 7         | 8         | 6         | 3         | <b>6</b>  |
| <i>Poa trivialis</i>              | 22        | 15        | 14        | 16        | 11        | 20        | <b>16</b> |
| <i>Trisetum flavescens</i>        | +         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <b>Leguminosen gesamt</b>         | <b>+</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>+</b>  | <b>1</b>  |
| <i>Lathyrus pratensis</i>         | +         | -         | +         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Lotus corniculatus</i>         | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trifolium dubium</i>           | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Trifolium pratense</i>         | +         | 1         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Trifolium repens</i>           | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Vicia cracca</i>               | +         | +         | +         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Vicia sepium</i>               | -         | -         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <b>sonstige Kräuter gesamt</b>    | <b>19</b> | <b>24</b> | <b>22</b> | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>14</b> | <b>21</b> |
| <i>Achillea millefolium</i>       | -         | +         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Ajuga reptans</i>              | -         | -         | +         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Alchemilla vulgaris</i>        | -         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Anthriscus sylvestris</i>      | 2         | 1         | 3         | 5         | 3         | -         | <b>3</b>  |
| <i>Artemisia vulgaris</i>         | 2         | -         | -         | -         | -         | -         | <b>2</b>  |
| <i>Bellis perennis</i>            | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i>    | -         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Cardamine pratensis</i>        | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Centaurea jacea</i>            | 1         | 1         | +         | 1         | 1         | +         | +         |
| <i>Cerastium holosteoides</i>     | +         | 1         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> | +         | +         | -         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Chrysanthemum vulgare</i>      | +         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Cirsium vulgare</i>            | -         | +         | +         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Crepis biennis</i>             | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Daucus carota</i>              | +         | -         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Epilobium angustifolium</i>    | +         | +         | -         | +         | -         | +         | +         |

| Hauptnutzung                  | November  |           | Dezember  |           | Januar    |           | x         |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vornutzung                    | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      | Juni      | Juli      |           |
|                               | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        | EA        |           |
| <i>Filipendula ulmaria</i>    | -         | -         | -         | -         | +         | -         | +         |
| <i>Fumaria officinalis</i>    | -         | -         | -         | +         | +         | -         | +         |
| <i>Galium mollugo</i>         | 1         | 2         | 2         | 1         | 4         | 2         | 2         |
| <i>Heracleum sphondylium</i>  | 2         | 2         | 2         | 3         | +         | 1         | 2         |
| <i>Hieracium lachenalii</i>   | -         | -         | +         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Hypericum maculatum</i>    | +         | 1         | +         | 1         | +         | 1         | 1         |
| <i>Hypericum perforatum</i>   | -         | -         | -         | -         | +         | +         | +         |
| <i>Hypochoeris radicata</i>   | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Knautia arvensis</i>       | -         | +         | +         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Leontodon autumnalis</i>   | +         | +         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Pimpinella major</i>       | -         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Plantago lanceolata</i>    | 3         | 4         | 3         | 3         | 4         | 3         | 3         |
| <i>Plantago major</i>         | +         | -         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Ranunculus acris</i>       | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Ranunculus repens</i>      | 1         | 1         | 2         | 1         | +         | 1         | 1         |
| <i>Rumex acetosa</i>          | 2         | 2         | 2         | 1         | 4         | 2         | 2         |
| <i>Rumex obtusifolius</i>     | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Selinum carvifolia</i>     | -         | +         | -         | -         | -         | +         | +         |
| <i>Senecio jacobaea</i>       | 1         | 1         | +         | +         | -         | +         | +         |
| <i>Silene flos-cuculi</i>     | +         | -         | -         | +         | -         | -         | +         |
| <i>Stellaria graminea</i>     | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
| <i>Taraxacum officinale</i>   | 3         | 6         | 7         | 5         | 5         | 3         | 5         |
| <i>Urtica dioica</i>          | -         | +         | -         | -         | -         | -         | +         |
| <i>Veronica chamaedrys</i>    | +         | +         | +         | +         | 1         | +         | +         |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> | +         | +         | +         | +         | +         | +         | +         |
|                               |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>gesamte Artenzahl</b>      | <b>47</b> | <b>47</b> | <b>45</b> | <b>49</b> | <b>39</b> | <b>46</b> | <b>46</b> |
| <b>Offene Fläche in %</b>     | <b>15</b> | <b>9</b>  | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>13</b> | <b>13</b> |

**Anhangtab. 7: Bodenchemische Kennwerte** Jahr 2000, Versuch **Pflanzengesellschaften**

| Standort<br>m ü. NN        | pH-Wert<br>in 0,01 M CaCl <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>in mg 100g <sup>-1</sup> Boden | K <sub>2</sub> O<br>in mg 100g <sup>-1</sup> Boden |
|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <i>Festuco-Cynosureten</i> |                                        |                                                                 |                                                    |
| 370                        | 4,7                                    | 10,6                                                            | 18,7                                               |
| 415                        | 4,6                                    | 21,3                                                            | 19,9                                               |
| 460                        | 4,5                                    | 3,4                                                             | 8,0                                                |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>   |                                        |                                                                 |                                                    |
| 320                        | 5,1                                    | 10,0                                                            | 12,6                                               |
| 390                        | 4,6                                    | 15,6                                                            | 20,1                                               |
| 420                        | 5,3                                    | 6,4                                                             | 6,1                                                |

**Anhangtab. 8: Bodenprofilbeschreibungen**, Versuch **Pflanzengesellschaften**

| Standort                   | Bodentyp                    | Bodenhorizonte                         | Tiefe in cm                            | Bodenart |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|
| <i>Festuco-Cynosureten</i> |                             |                                        |                                        |          |
| 370 m ü. NN                | Braunerde                   | Ah<br>Bv<br>II Cv                      | 0-20<br>20-50<br>50-80                 | Lehm     |
| 415 m ü. NN                | Braunerde                   | Ah<br>Bv<br>II Cv                      | 0-7<br>7-27<br>27-                     | Lehm     |
| 460 m ü. NN                | Pseudogley                  | Ah<br>Sew<br>II Sw<br>III Sd           | 0 – 10<br>10 – 40<br>40 – 80<br>80 -   | Lehm     |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>   |                             |                                        |                                        |          |
| 320 m ü. NN                | Parabraunerde<br>-Braunerde | Ah<br>rAp<br>Al-Bv<br>II Btv<br>III Cv | 0-10<br>10-30<br>30-40<br>40-60<br>60- | Lehm     |
| 390 m ü. NN                | Braunerde                   | Ah<br>M<br>II Bv                       | 0-20<br>20-40<br>40-90                 | Lehm     |
| 420 m ü. NN                | Braunerde                   | Ah<br>M<br>II Bv                       | 0-15<br>15-40<br>40-100                | Lehm     |

**Anhangtab. 9: Gauß-Krüger-Koordinaten** der Standorte, Messpunkt: Mitte der einzelnen Versuchsflächen, Versuch **Pflanzengesellschaften, Hauptbestandsbildner und N-Düngung**

| Standort                    | Koordinate rechts | Koordinate hoch |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Festuco-Cynosureten</b>  |                   |                 |
| 370 m ü. NN                 | 3462368 m         | 5634279 m       |
| 415 m ü. NN                 | 3454797 m         | 5631642 m       |
| 460 m ü. NN                 | 3421057 m         | 5621327 m       |
| <b>Lolio-Cynosureten</b>    |                   |                 |
| 320 m ü. NN                 | 3464956 m         | 5634967 m       |
| 345 m ü. NN                 | 3455137 m         | 5631140 m       |
| 420 m ü. NN                 | 3420483 m         | 5623924 m       |
| <b>Hauptbestandsbildner</b> |                   |                 |
| 160 m ü. NN                 | 3476601 m         | 5600528 m       |
| <b>N-Düngung</b>            |                   |                 |
| 160 m ü. NN                 | 3476566 m         | 5600537 m       |

**Anhangtab. 10: Witterungsdaten** der Stationen, Linden, Holzhausen und Marienberg

|                                |          | Temperaturmittel in °C |            |            | Niederschlagsmenge in mm |            |            |
|--------------------------------|----------|------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
|                                | Monat    | Linden                 | Holzhausen | Marienberg | Linden                   | Holzhausen | Marienberg |
| <b>Stationshöhe in m ü. NN</b> |          | <b>160</b>             | <b>385</b> | <b>484</b> | <b>160</b>               | <b>385</b> | <b>484</b> |
| 1999/2000                      | November | 4,0                    | 3,1        | 2,8        | 35,2                     | 35,9       | 86,5       |
|                                | Dezember | 3,3                    | 1,8        | 1,0        | 76,3                     | 192,3      | 152,1      |
|                                | Januar   | 1,7                    | 1,0        | 0,3        | 33,8                     | 63,8       | 70,9       |
|                                | Februar  | 4,5                    | 3,3        | 2,5        | 53,8                     | 113,9      | 120,7      |
| 2000/2001                      | November | 6,8                    | 5,1        | 5,1        | 55,0                     | 83,2       | 74,4       |
|                                | Dezember | 3,3                    | 2,0        | 2,6        | 58,6                     | 65,4       | 77,5       |
|                                | Januar   | 1,2                    | -0,1       | 0,5        | 73,1                     | 137,7      | 100,9      |
|                                | Februar  | 3,2                    | 2,4        | 2,1        | 47,8                     | 64,9       | 83,5       |
| 2001/2002                      | November | 4,2                    | 3,5        | 3,1        | 95,5                     | 92,4       | 148,7      |
|                                | Dezember | 1,0                    | -0,1       | -0,8       | 32,7                     | 91,1       | 139,6      |
|                                | Januar   | 0,8                    | 0,5        | 0,2        | 51,5                     | 88,2       | 86,9       |
|                                | Februar  | 6,2                    | 4,6        | 3,9        | 132,9                    | 202,9      | 201,5      |

**Anhangtab. 11:** Anzahl der **Tage mit geschlossener Schneedecke** der Beobachtungsjahre, Stationen **Holzhausen und Marienberg** (Anzahl der **Tage mit geschlossener Schneedecke** auf der Versuchsstation **Linden-Forst** siehe **Anhangtab. 17**)

| Winter            | Bis Novemberernte |            | Bis Dezemberernte |            | Bis Januarernte |            |
|-------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-----------------|------------|
|                   | Holzhausen        | Marienberg | Holzhausen        | Marienberg | Holzhausen      | Marienberg |
| <b>Schneetage</b> |                   |            |                   |            |                 |            |
| 1999/2000         | 0                 | 0          | 6                 | 9          | 20              | 32         |
| 2000/2001         | 0                 | 0          | 0                 | 0          | 22              | 20         |
| 2001/2002         | 0                 | 0          | 1                 | 2          | 32              | 35         |

**Anhangtab. 12:** Erntetermine 1999/2000, Versuch *Pflanzengesellschaften*

| Standort<br>m ü.<br>NN            | Erntetermine im<br>Sommer<br>(= Vornutzung) |            | Düngung    | Erntetermin im Winter |            |            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|
| <b><i>Festuco-Cynosureten</i></b> |                                             |            |            |                       |            |            |
| 370                               | 08.06.1999                                  | 05.07.1999 | 13.08.1999 | 01.11.1999            | 09.12.1999 | 01.02.2000 |
| 415                               | 09.06.1999                                  | 07.07.1999 | 16.08.1999 | 02.11.1999            | 09.12.1999 | 01.02.2000 |
| 460                               | 11.06.1999                                  | 08.07.1999 | 17.08.1999 | 03.11.1999            | 08.12.1999 | 31.01.2000 |
| <b><i>Lolio-Cynosureten</i></b>   |                                             |            |            |                       |            |            |
| 320                               | 08.06.1999                                  | 05.07.1999 | 13.08.1999 | 01.11.1999            | 09.12.1999 | 01.02.2000 |
| 390                               | 08.06.1999                                  | 05.07.1999 | 13.08.1999 | 01.11.1999            | 10.12.1999 | 02.02.2000 |
| 420                               | 11.06.1999                                  | 08.07.1999 | 17.08.1999 | 03.11.1999            | 08.12.1999 | 31.01.2000 |

**Anhangtab. 13:** Erntetermine 2000/2001, Versuch *Pflanzengesellschaften*

| Stand-<br>ort<br>m ü.<br>NN       | Erntetermine im<br>Sommer<br>(= Vornutzung) |            | Düngung    | Erntetermin im Winter |            |            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|
|                                   |                                             |            |            |                       |            |            |
| <b><i>Festuco-Cynosureten</i></b> |                                             |            |            |                       |            |            |
| <b>370</b>                        | 08.06.2000                                  | 03.07.2000 | 04.08.2000 | 01.11.2000            | 13.12.2000 | 30.01.2001 |
| <b>415</b>                        | 08.06.2000                                  | 04.07.2000 | 04.08.2000 | 02.11.2000            | 12.12.2000 | 29.01.2001 |
| <b>460</b>                        | 07.06.2000                                  | 05.07.2000 | 07.08.2000 | 03.11.2000            | 11.12.2000 | 08.02.2001 |
| <b><i>Lolio-Cynosureten</i></b>   |                                             |            |            |                       |            |            |
| <b>320</b>                        | 05.06.2000                                  | 03.07.2000 | 04.08.2000 | 01.11.2000            | 13.12.2000 | 30.01.2001 |
| <b>390</b>                        | 05.06.2000                                  | 03.07.2000 | 04.08.2000 | 01.11.2000            | 13.12.2000 | 30.01.2001 |
| <b>420</b>                        | 07.06.2000                                  | 05.07.2000 | 07.08.2000 | 03.11.2000            | 11.12.2000 | 08.02.2001 |

**Anhangtab. 14: Erntetermine 2001/2002, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Stand-<br>ort<br>m ü.<br>NN       | Erntetermine im<br>Sommer<br>(= Vornutzung) |            | Düngung    | Erntetermin im Winter |            |            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|
| <b><i>Festuco-Cynosureten</i></b> |                                             |            |            |                       |            |            |
| <b>370</b>                        | 11.06.2001                                  | 02.07.2001 | 07.08.2001 | 05.11.2001            | 13.12.2001 | 30.01.2002 |
| <b>415</b>                        | 11.06.2001                                  | 03.07.2001 | 07.08.2001 | 05.11.2001            | 12.12.2001 | 29.01.2002 |
| <b>460</b>                        | 08.06.2001                                  | 04.07.2001 | 08.08.2001 | 06.11.2001            | 11.12.2001 | 29.01.2002 |
| <b><i>Lolio-Cynosureten</i></b>   |                                             |            |            |                       |            |            |
| <b>320</b>                        | 05.06.2001                                  | 02.07.2001 | 07.08.2001 | 05.11.2001            | 13.12.2001 | 30.01.2002 |
| <b>390</b>                        | 05.06.2001                                  | 02.07.2001 | 07.08.2001 | 07.11.2001            | 11.12.2001 | 30.01.2002 |
| <b>420</b>                        | 08.06.2001                                  | 04.07.2001 | 08.08.2001 | 06.11.2001            | 11.12.2001 | 29.01.2002 |

**Anhangtab. 15: Bodenprofilbeschreibung** Versuchsstation Linden-Forst (HARRACH 1987), Versuche ***Hauptbestandsbildner*** und ***N-Düngung***

|                                     |         |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap                                  | 0-25 cm | mittel humoser, sandig schluffiger Lehm, schwach kiesig (h 3 suL, g 2; Krümel- bis Subpolyedergefüge)                                                                                                                                       |
| II Sew                              | -33 cm  | sandiger Lehm, stark kiesig (sL, g 4); Nassbleichung und viele Mn-Konkretionen; Prismen-Subpolyeder-gefüge                                                                                                                                  |
| II S <sub>d</sub>                   | -73 cm  | lehmiger Sand bis schluffiger Lehm, mittel kiesig (IS-uL, g 3), sehr inhomogener Horizont mit Geröll, Rostflecken, Fe- und Mn-Konkretionen; teils Kohärentgefüge, teils Prismen- bis Polyedergefüge mit hoher bis sehr hoher Packungsdichte |
| III f B <sub>j</sub> S <sub>d</sub> | -110 cm | rosaroter Ton (T) mit Prismengefüge, die Aggregatoberflächen nassgebleicht und teils mit Carbonatausscheidungen belegt; sehr hohe Packungsdichte                                                                                            |

**Anhangtab. 16: Bodenchemische Kennwerte** Versuchsstation Linden-Forst, Versuche ***Hauptbestandsbildner*** und ***N-Düngung***

| JAHR                          | 1997 | 2000 |                             |
|-------------------------------|------|------|-----------------------------|
| pH                            | 6,2  | 5,9  | in 0,01 M CaCl <sub>2</sub> |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 21   | 11   | mg 100g Boden <sup>-1</sup> |
| K <sub>2</sub> O              | 16   | 9    | mg 100g Boden <sup>-1</sup> |

**Anhangtab. 17:** Anzahl der **Tage mit geschlossener Schneedecke** auf der **Versuchstation Linden-Forst**

|                        | Schneedecke > 1cm [d] |           |           |           |    |
|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----|
| Winter                 | 1998/1999             | 1999/2000 | 2000/2001 | 2001/2002 | x  |
| November               | 2                     | 2         | -         | -         | 1  |
| Dezember               | 8                     | 3         | 6         | 11        | 7  |
| Januar                 | 2                     | -         | 5         | 18        | 6  |
| Februar                | 4                     | 1         | 4         | 1         | 3  |
| $\Sigma_{\text{Jahr}}$ | 16                    | 6         | 15        | 30        | 17 |

**Anhangtab. 18:** Erntetermine im Winter, Versuch *Hauptbestandsbildner* und *N-Düngung*

| Jahr | Erntetermine im Sommer<br>(= Vornutzung) |                    | Jahr      | Erntetermine im Winter |        |         |
|------|------------------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|--------|---------|
|      | Vornutzung<br>Juni                       | Vornutzung<br>Juli |           | Dezember               | Januar | Februar |
| 1998 | 03.06.                                   | 07.07.             | 1998/1999 | 14.12.                 | 12.01. | 15.02.  |
| 1999 | 31.05.                                   | 14.07.             | 1999/2000 | 29.11.                 | 11.01. | 21.02.  |
| 2000 | 30.05.                                   | 11.07.             | 2000/2001 | 04.12.                 | 15.01. | 16.02.  |
| 2001 | 29.05.                                   | 18.07.             | 2001/2002 | 03.12.                 | 15.01. | 15.02.  |
| 2002 | 06.06.                                   | 11.07.             |           |                        |        |         |

**Anhangtab. 19:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen**, Versuch  
**Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 6,622                  | 20,043 **              | 2,020                  |
|                     | 415                 | 2   | 0,605                  | 6,911                  | 1,288                  |
|                     | 460                 | 2   | 0,386                  | 2,245                  | 0,661                  |
|                     | 320                 | 2   | 2,763                  | 0,885                  | 1,644                  |
|                     | 390                 | 2   | 6,164                  | 0,336                  | 1,675                  |
|                     | 420                 | 2   | 2,772                  | 36,651 **              | 22,939 **              |
| Block               | 370                 | 2   | 3,009                  | 13,106 *               | 9,308 *                |
|                     | 415                 | 2   | 4,222                  | 1,348                  | 0,311                  |
|                     | 460                 | 2   | 1,143                  | 0,720                  | 3,609                  |
|                     | 320                 | 2   | 7,021                  | 0,717                  | 0,244                  |
|                     | 390                 | 2   | 2,386                  | 0,061                  | 0,441                  |
|                     | 420                 | 2   | 9,434                  | 11,256 *               | 2,233                  |
| Vornutzung          |                     | 1   | 152,177 **             | 37,591 **              | 233,237 **             |
| Erntetermin         |                     | 2   | 1455,919 **            | 540,649 **             | 1165,134 **            |
| Standort            |                     | 5   | 183,816 **             | 100,575 **             | 256,710 **             |
| V x E               |                     | 2   | 8,036                  | 1,569                  | 9,409 *                |
| V x S               |                     | 5   | 3,423                  | 7,419 *                | 5,844                  |
| E x S               |                     | 10  | 11,117 *               | 12,823 **              | 26,331 **              |
| V x E x S           |                     | 10  | 2,454                  | 7,344 **               | 1,658                  |
| Fehler              |                     | 48  | 4,761                  | 2,588                  | 2,698                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 23:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen**, Versuch  
**Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 1,663                  | 14,504 **              | 0,614                  |
|                     | 415                 | 2   | 8,934 *                | 9,540 *                | 1,353                  |
|                     | 460                 | 2   | 7,689                  | 3,899                  | 4,586                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,594                  | 0,229                  | 0,355                  |
|                     | 390                 | 2   | 2,836                  | 0,849                  | 2,007                  |
|                     | 420                 | 2   | 4,973                  | 21,761 **              | 3,100                  |
|                     |                     |     |                        |                        |                        |
| Block               | 370                 | 2   | 5,122                  | 3,140                  | 6,184 *                |
|                     | 415                 | 2   | 3,734                  | 0,565                  | 1,114                  |
|                     | 460                 | 2   | 1,141                  | 1,203                  | 3,031                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,482                  | 1,300                  | 0,298                  |
|                     | 390                 | 2   | 16,317 **              | 3,588                  | 0,908                  |
|                     | 420                 | 2   | 18,567 **              | 5,347                  | 0,793                  |
|                     |                     |     |                        |                        |                        |
| Vornutzung          |                     | 1   | 34,386 **              | 26,099 **              | 118,589 **             |
| Erntetermin         |                     | 2   | 309,428 **             | 174,690 **             | 260,748 **             |
| Standort            |                     | 5   | 256,983 **             | 72,591 **              | 155,942 **             |
| V x E               |                     | 2   | 6,936                  | 0,275                  | 4,813                  |
| V x S               |                     | 5   | 8,580 *                | 3,367                  | 0,867                  |
| E x S               |                     | 10  | 7,855 **               | 4,566 *                | 16,924 **              |
| V x E x S           |                     | 10  | 0,443                  | 2,288                  | 1,379                  |
| Fehler              |                     | 48  | 2,700                  | 2,052                  | 1,701                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 27:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen**, Versuch  
**Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 0,075                  | 0,024                  | 0,428                  |
|                     | 415                 | 2   | 0,509                  | 0,818 *                | 0,051                  |
|                     | 460                 | 2   | 0,891 **               | 0,030                  | 0,521 *                |
|                     | 320                 | 2   | 0,161                  | 0,147                  | 0,116                  |
|                     | 390                 | 2   | 0,283                  | 1,118 **               | 0,404                  |
|                     | 420                 | 2   | 0,072                  | 0,527                  | 0,026                  |
|                     |                     |     |                        |                        |                        |
| Block               | 370                 | 2   | 0,575 *                | 0,032                  | 0,367                  |
|                     | 415                 | 2   | 0,153                  | 0,423                  | 0,032 *                |
|                     | 460                 | 2   | 1,105 **               | 0,221                  | 0,203                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,103                  | 0,084                  | 0,165                  |
|                     | 390                 | 2   | 0,253                  | 0,264                  | 0,183                  |
|                     | 420                 | 2   | 0,224                  | 0,164                  | 0,366                  |
|                     |                     |     |                        |                        |                        |
| Vornutzung          |                     | 1   | 5,293 **               | 5,003 **               | 14,651 **              |
| Erntetermin         |                     | 2   | 16,804 **              | 12,431 **              | 7,695 **               |
| Standort            |                     | 5   | 4,727 **               | 4,191 **               | 5,842 **               |
| V x E               |                     | 2   | 0,310                  | 0,196                  | 0,072                  |
| V x S               |                     | 5   | 0,276                  | 0,570 *                | 0,129                  |
| E x S               |                     | 10  | 0,467 **               | 0,494 *                | 0,726 **               |
| V x E x S           |                     | 10  | 0,153                  | 0,085                  | 0,192                  |
| Fehler              |                     | 48  | 0,160                  | 0,194                  | 0,151                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 31:** Varianztabelle für die **wlK-Konzentrationen**, Versuch  
**Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 0,428                  | 7,179 **               | 0,952                  |
|                     | 415                 | 2   | 4,359 **               | 1,006                  | 0,204                  |
|                     | 460                 | 2   | 0,545                  | 0,338                  | 0,536                  |
|                     | 320                 | 2   | 1,194                  | 0,527                  | 1,232                  |
|                     | 390                 | 2   | 1,550                  | 0,271                  | 1,679 *                |
|                     | 420                 | 2   | 5,023 **               | 8,710 **               | 0,569                  |
| Block               | 370                 | 2   | 1,665                  | 3,690 **               | 1,031                  |
|                     | 415                 | 2   | 1,689                  | 1,172                  | 0,262                  |
|                     | 460                 | 2   | 0,631                  | 1,086                  | 0,328                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,937                  | 0,054                  | 0,698                  |
|                     | 390                 | 2   | 0,349                  | 0,949                  | 0,625                  |
|                     | 420                 | 2   | 9,099                  | 1,188                  | 0,941                  |
| Vornutzung          |                     | 1   | 11,386 **              | 3,297 *                | 59,215 **              |
| Erntetermin         |                     | 2   | 290,009 **             | 187,935 **             | 324,214 **             |
| Standort            |                     | 5   | 39,720 **              | 30,448 **              | 62,238 **              |
| V x E               |                     | 2   | 2,091                  | 0,718                  | 4,242 **               |
| V x S               |                     | 5   | 1,018                  | 0,389                  | 2,266 **               |
| E x S               |                     | 10  | 13,879 **              | 8,760 **               | 7,764 **               |
| V x E x S           |                     | 10  | 1,233                  | 0,650                  | 0,614                  |
| Fehler              |                     | 48  | 0,801                  | 0,488                  | 0,443                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 35:** Varianztabelle für die **TS-Erträge**, (BANZHAF 2004), Versuch  
**Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 4,800                  | 33,528                 | 0,971                  |
|                     | 415                 | 2   | 1,145                  | 28,149                 | 4,535                  |
|                     | 460                 | 2   | 16,45 *                | 11,757                 | 8,551                  |
|                     | 320                 | 2   | 8,459                  | 22,328                 | 5,647                  |
|                     | 390                 | 2   | 0,981                  | 101,724 **             | 8,011                  |
|                     | 420                 | 2   | 7,692                  | 80,649 *               | 36,278 **              |
| Block               | 370                 | 2   | 1,394                  | 26,434                 | 5,366                  |
|                     | 415                 | 2   | 3,649                  | 60,345 *               | 11,452 *               |
|                     | 460                 | 2   | 43,218 **              | 13,425                 | 6,035                  |
|                     | 320                 | 2   | 3,501                  | 8,343                  | 2,106                  |
|                     | 390                 | 2   | 20,137 *               | 23,311                 | 0,803                  |
|                     | 420                 | 2   | 67,867 **              | 63,147 *               | 9,051 *                |
| Vornutzung          |                     | 1   | 303,607 **             | 226,914 **             | 305,693 **             |
| Erntetermin         |                     | 2   | 770,327 **             | 2280,747 **            | 1599,096 **            |
| Standort            |                     | 5   | 221,304 **             | 236,083 **             | 103,110 **             |
| V x E               |                     | 2   | 28,768 **              | 32,421                 | 24,830 **              |
| V x S               |                     | 5   | 5,416                  | 38,851                 | 3,037                  |
| E x S               |                     | 10  | 24,111 **              | 75,53 **               | 48,823 **              |
| V x E x S           |                     | 10  | 3,562                  | 4,553                  | 3,982                  |
| Fehler              |                     | 48  | 4,456                  | 18,675                 | 2,719                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 39:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 0,077                  | 0,116                  | 0,639                  |
|                     | 415                 | 2   | 0,935                  | 4,423 *                | 0,009                  |
|                     | 460                 | 2   | 1,324                  | 0,210                  | 0,528                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,336                  | 0,006                  | 0,595                  |
|                     | 390                 | 2   | 0,076                  | 10,588 **              | 0,374                  |
|                     | 420                 | 2   | 11,221 **              | 25,323 **              | 22,737 **              |
| Block               | 370                 | 2   | 0,162                  | 0,508                  | 2,364                  |
|                     | 415                 | 2   | 1,767                  | 1,870                  | 0,758                  |
|                     | 460                 | 2   | 4,522 **               | 2,196                  | 1,183                  |
|                     | 320                 | 2   | 1,718                  | 2,184                  | 1,250                  |
|                     | 390                 | 2   | 2,561 *                | 1,135                  | 2,676                  |
|                     | 420                 | 2   | 5,160 **               | 0,652                  | 1,146                  |
| Vornutzung          |                     | 1   | 21,333 **              | 10,839 **              | 43,063 **              |
| Erntetermin         |                     | 2   | 12,510 **              | 1,813                  | 9,318 **               |
| Standort            |                     | 5   | 114,281 **             | 65,041 **              | 47,140 **              |
| V x E               |                     | 2   | 1,915                  | 1,629                  | 1,544                  |
| V x S               |                     | 5   | 0,733                  | 1,016                  | 0,426                  |
| E x S               |                     | 10  | 4,345 **               | 1,913 *                | 3,577 **               |
| V x E x S           |                     | 10  | 0,571                  | 0,976                  | 0,541                  |
| Fehler              |                     | 48  | 0,792                  | 0,914                  | 0,848                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 43:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz**,  
(BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 0,748                  | 6,491                  | 5,496                  |
|                     | 415                 | 2   | 0,490                  | 7,718                  | 7,706                  |
|                     | 460                 | 2   | 34,655 **              | 7,025                  | 7,985                  |
|                     | 320                 | 2   | 0,748                  | 42,479 *               | 0,161                  |
|                     | 390                 | 2   | 7,042                  | 5,811                  | 2,945                  |
|                     | 420                 | 2   | 13,514                 | 31,734 *               | 37,039 **              |
| Block               | 370                 | 2   | 13,071                 | 6,158                  | 6,924                  |
|                     | 415                 | 2   | 1,403                  | 0,966                  | 0,885                  |
|                     | 460                 | 2   | 4,194                  | 2,879                  | 0,593                  |
|                     | 320                 | 2   | 6,055                  | 1,745                  | 1,943                  |
|                     | 390                 | 2   | 24,031 *               | 2,741                  | 17,418 *               |
|                     | 420                 | 2   | 10,747                 | 5,721                  | 1,762                  |
| Vornutzung          |                     | 1   | 159,879 **             | 35,099                 | 501,411 **             |
| Erntetermin         |                     | 2   | 1178,005 **            | 4,344                  | 999,004 **             |
| Standort            |                     | 5   | 239,332 **             | 607,703 **             | 351,225 **             |
| V x E               |                     | 2   | 13,112                 | 1,623                  | 0,140                  |
| V x S               |                     | 5   | 5,134                  | 14,704                 | 7,962                  |
| E x S               |                     | 10  | 12,460                 | 60,73 **               | 13,350 *               |
| V x E x S           |                     | 10  | 5,942                  | 6,403                  | 6,591                  |
| Fehler              |                     | 48  | 6,353                  | 8,960                  | 5,451                  |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 47:** Varianztabelle für die **Ergosterol-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **Pflanzengesellschaften**

| Varianz-<br>ursache | Standort<br>m ü. NN | FG  | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Säule               | 370                 | 2   | 217,381                | 802,667                | 322,117                |
|                     | 415                 | 2   | 184,996                | 1429,556               | 1972,180               |
|                     | 460                 | 2   | 4,167                  | 908,592                | 185,243                |
|                     | 320                 | 2   | 52,331                 | 441,500                | 354,744                |
|                     | 390                 | 2   | 229,332                | 679,793                | 1703,748               |
|                     | 420                 | 2   | 4893,056 **            | 20473,556 **           | 3679,568 *             |
| Block               | 370                 | 2   | 985,534 *              | 1387,500               | 432,525                |
|                     | 415                 | 2   | 13,739                 | 376,056                | 474,129                |
|                     | 460                 | 2   | 123,500                | 892,260                | 1603,846               |
|                     | 320                 | 2   | 102,789                | 141,167                | 437,891                |
|                     | 390                 | 2   | 2258,078 **            | 206,513                | 3146,973               |
|                     | 420                 | 2   | 396,722                | 86,222                 | 1129,700               |
| Vornutzung          |                     | 1   | 11636,117 **           | 9367,601 **            | 50617,966 **           |
| Erntetermin         |                     | 2   | 42327,618 **           | 259376,994 **          | 422999,116 **          |
| Standort            |                     | 5   | 26699,200 **           | 33377,550 **           | 47358,549 **           |
| V x E               |                     | 2   | 83,098                 | 541,862                | 3110,754               |
| V x S               |                     | 5   | 194,737                | 1645,572               | 1221,361               |
| E x S               |                     | 10  | 3523,432 **            | 9078,577 **            | 2849,414 **            |
| V x E x S           |                     | 10  | 61,664                 | 951,852                | 568,014                |
| Fehler              |                     | 48  | 220,335                | 873,851                | 1024,427               |
| Gesamt              |                     | 107 |                        |                        |                        |



**Anhangtab. 51:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen der *Festuco-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 16,878            | 13,776            | 3,214             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 59,869 *          | 87,682 **         | 45,743            |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 0,062             | 241,041 **        | 443,417 **        |
| <b>S x W</b>            | 2  | 141,514 **        | 92,956 **         | 52,134            |
| Fehler                  | 10 | 8,851             | 5,904             | 18,320            |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 52:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen der *Lolio-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 93,308 *          | 36,762            | 19,091            |
| <b>Standort</b>         | 2  | 200,933 **        | 414,702 **        | 185,985 **        |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 120,034 *         | 381,778 **        | 1441,543 **       |
| <b>S x W</b>            | 2  | 7,022             | 65,356            | 3,654             |
| Fehler                  | 10 | 15,791            | 17,696            | 13,753            |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 53: NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 61,2                                | 66,3                             | 63,7        |
|                                                    | 415      | 59,6                                | 65,5                             | 62,6        |
|                                                    | 460      | 63,4                                | 52,1                             | 57,8        |
|                                                    | x Termin | 61,4                                | 61,3                             | <b>61,3</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 5,41 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 62,2                                | 59,3                             | 60,7        |
|                                                    | 390      | 65,3                                | 58,3                             | 61,8        |
|                                                    | 420      | 54,1                                | 48,5                             | 51,3        |
|                                                    | x Termin | 60,5                                | 55,4                             | <b>57,9</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 7,23 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 54: NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 67,0                                | 57,7                             | 62,4        |
|                                                    | 415      | 63,8                                | 65,1                             | 64,4        |
|                                                    | 460      | 64,0                                | 50,0                             | 57,0        |
|                                                    | x Termin | 64,9                                | 57,6                             | <b>61,3</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,42 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 65,7                                | 54,6                             | 60,2        |
|                                                    | 390      | 68,4                                | 66,5                             | 67,4        |
|                                                    | 420      | 58,2                                | 43,5                             | 50,9        |
|                                                    | x Termin | 64,1                                | 54,9                             | <b>59,5</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 7,65 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 55: NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2001

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 60,4                                | 43,7                             | 52,1        |
|                                                    | 415      | 60,3                                | 53,8                             | 57,1        |
|                                                    | 460      | 59,8                                | 53,3                             | 56,6        |
|                                                    | x Termin | 60,2                                | 50,3                             | <b>55,2</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 7,79 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 60,8                                | 42,6                             | 51,7        |
|                                                    | 390      | 69,5                                | 53,4                             | 61,4        |
|                                                    | 420      | 61,6                                | 42,3                             | 51,9        |
|                                                    | x Termin | 64,0                                | 46,1                             | <b>55,0</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 6,75 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 56:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen der *Festuco-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 3,579             | 3,495             | 0,048             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 7,469 *           | 38,023            | 7,860             |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 0,746             | 4,610             | 72,177 **         |
| <b>S x W</b>            | 2  | 45,381 **         | 10,748            | 11,381            |
| Fehler                  | 10 | 1,496             | 13,488            | 2,858             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 57:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen der *Lolio-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 10,373 *          | 2,415             | 2,993             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 107,087 **        | 140,791 **        | 41,756 **         |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 36,503 **         | 78,337 **         | 331,059 **        |
| <b>S x W</b>            | 2  | 1,599             | 31,577 **         | 0,645             |
| Fehler                  | 10 | 2,789             | 3,158             | 2,387             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 58: ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 32,4                                | 36,4                             | 34,4        |
|                                                    | 415      | 30,6                                | 33,8                             | 32,2        |
|                                                    | 460      | 36,0                                | 30,1                             | 33,0        |
|                                                    | x Termin | 33,0                                | 33,4                             | <b>33,2</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 2,23 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 36,8                                | 35,0                             | 35,9        |
|                                                    | 390      | 38,1                                | 34,2                             | 36,1        |
|                                                    | 420      | 30,2                                | 27,2                             | 28,7        |
|                                                    | x Termin | 35,0                                | 32,2                             | <b>33,6</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 3,04 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 59: ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 37,1                                | 33,2                             | 35,1        |
|                                                    | 415      | 33,7                                | 35,1                             | 34,4        |
|                                                    | 460      | 30,7                                | 30,1                             | 30,4        |
|                                                    | x Termin | 33,8                                | 32,8                             | <b>33,3</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 6,68 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 37,1                                | 30,5                             | 33,8        |
|                                                    | 390      | 39,1                                | 40,2                             | 39,6        |
|                                                    | 420      | 33,6                                | 26,5                             | 30,0        |
|                                                    | x Termin | 36,6                                | 32,4                             | <b>34,5</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 3,23 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 60: ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2001

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 32,4                                | 25,3                             | 28,9        |
|                                                    | 415      | 32,0                                | 28,9                             | 30,4        |
|                                                    | 460      | 32,0                                | 30,2                             | 31,1        |
|                                                    | x Termin | 32,1                                | 28,1                             | <b>30,1</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 3,08 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 34,6                                | 25,6                             | 30,1        |
|                                                    | 390      | 38,9                                | 30,0                             | 34,4        |
|                                                    | 420      | 33,6                                | 25,8                             | 29,7        |
|                                                    | x Termin | 35,7                                | 27,1                             | <b>31,4</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 2,81 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 61:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen der *Festuco-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 0,181             | 4,039             | 0,019             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 0,360             | 18,956            | 0,769 *           |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 2,445 *           | 31,263 *          | 0,469             |
| <b>S x W</b>            | 2  | 1,806 *           | 26,731 *          | 0,231             |
| Fehler                  | 10 | 0,252             | 4,793             | 0,166             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 62:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen der *Lolio-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 0,186 *           | 0,139             | 0,310 *           |
| <b>Standort</b>         | 2  | 2,790 **          | 3,194 **          | 0,570 **          |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 0,111             | 2,221 **          | 13,778 **         |
| <b>S x W</b>            | 2  | 0,053             | 1,701 **          | 0,689 **          |
| Fehler                  | 10 | 0,038             | 0,076             | 0,074             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 63: ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |            |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |            |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 3,3                                 | 5,1                              | 4,2        |
|                                                    | 415      | 3,3                                 | 4,3                              | 3,8        |
|                                                    | 460      | 4,0                                 | 3,5                              | 3,8        |
|                                                    | x Termin | 3,6                                 | 4,3                              | <b>3,9</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,91 |          |                                     |                                  |            |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 4,1                                 | 3,9                              | 4,0        |
|                                                    | 390      | 4,1                                 | 3,8                              | 3,9        |
|                                                    | 420      | 2,8                                 | 2,8                              | 2,8        |
|                                                    | x Termin | 3,6                                 | 3,5                              | <b>3,6</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,35 |          |                                     |                                  |            |

**Anhangtab. 64: ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |            |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |            |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 4,4                                 | 4,1                              | 4,2        |
|                                                    | 415      | 4,6                                 | 4,5                              | 4,5        |
|                                                    | 460      | 11,2                                | 3,7                              | 7,5        |
|                                                    | x Termin | 6,7                                 | 4,1                              | <b>5,4</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 3,98 |          |                                     |                                  |            |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 4,9                                 | 3,2                              | 4,1        |
|                                                    | 390      | 4,7                                 | 5,1                              | 4,9        |
|                                                    | 420      | 3,8                                 | 3,0                              | 3,4        |
|                                                    | x Termin | 4,5                                 | 3,8                              | <b>4,1</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,50 |          |                                     |                                  |            |

**Anhangtab. 65: ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2001

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |            |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |            |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 3,7                                 | 3,0                              | 3,3        |
|                                                    | 415      | 4,1                                 | 4,0                              | 4,0        |
|                                                    | 460      | 3,7                                 | 3,5                              | 3,6        |
|                                                    | x Termin | 3,8                                 | 3,5                              | <b>3,7</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,74 |          |                                     |                                  |            |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 4,1                                 | 2,3                              | 3,2        |
|                                                    | 390      | 5,0                                 | 2,6                              | 3,8        |
|                                                    | 420      | 4,0                                 | 3,0                              | 3,5        |
|                                                    | x Termin | 4,4                                 | 2,6                              | <b>3,5</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,50 |          |                                     |                                  |            |

**Anhangtab. 66:** Varianztabelle für die **wlK-Konzentrationen der *Festuco-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 0,254             | 1,542 *           | 0,450             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 2,897 *           | 5,654 **          | 2,021             |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 54,230 **         | 20,078 **         | 0,493             |
| <b>S x W</b>            | 2  | 7,666 **          | 1,549 *           | 0,695             |
| Fehler                  | 10 | 0,629             | 0,267             | 0,890             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 67:** Varianztabelle für die **wlK-Konzentrationen der *Lolio-Cynosureten* im Sommer, Versuch *Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 4,313 *           | 0,131             | 0,496             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 81,048 **         | 40,124 **         | 34,642 **         |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 183,060 **        | 101,380 **        | 0,007             |
| <b>S x W</b>            | 2  | 4,974 *           | 3,485 *           | 2,806             |
| Fehler                  | 10 | 0,794             | 0,652             | 0,931             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 68: wLK-Konzentrationen (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 10,3                                | 5,7                              | 8,0         |
|                                                    | 415      | 11,4                                | 6,4                              | 8,9         |
|                                                    | 460      | 9,8                                 | 8,9                              | 9,4         |
|                                                    | x Termin | 10,5                                | 7,0                              | <b>8,8</b>  |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,44 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 14,6                                | 6,2                              | 10,4        |
|                                                    | 390      | 10,2                                | 5,4                              | 7,8         |
|                                                    | 420      | 18,1                                | 12,0                             | 15,0        |
|                                                    | x Termin | 14,3                                | 7,9                              | <b>11,1</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,62 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 69: wLK-Konzentrationen (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |            |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |            |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 7,6                                 | 5,5                              | 6,5        |
|                                                    | 415      | 8,7                                 | 5,6                              | 7,2        |
|                                                    | 460      | 9,0                                 | 7,9                              | 8,4        |
|                                                    | x Termin | 8,4                                 | 6,3                              | <b>7,4</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 0,94 |          |                                     |                                  |            |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 11,2                                | 6,9                              | 9,0        |
|                                                    | 390      | 8,0                                 | 4,5                              | 6,2        |
|                                                    | 420      | 14,6                                | 8,2                              | 11,4       |
|                                                    | x Termin | 11,3                                | 6,5                              | <b>8,9</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,47 |          |                                     |                                  |            |

**Anhangtab. 70: wLK-Konzentrationen (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2001**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) |             |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Erntetermin                                        |          | Juni                                | Juli                             |             |
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  | x Standort  |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 11,1                                | 10,6                             | 10,9        |
|                                                    | 415      | 10,2                                | 9,3                              | 9,8         |
|                                                    | 460      | 9,9                                 | 10,3                             | 10,1        |
|                                                    | x Termin | 10,4                                | 10,1                             | <b>10,2</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,72 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 11,5                                | 9,9                              | 10,7        |
|                                                    | 390      | 6,4                                 | 7,3                              | 6,9         |
|                                                    | 420      | 10,9                                | 11,6                             | 11,2        |
|                                                    | x Termin | 9,6                                 | 9,6                              | <b>9,6</b>  |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,75 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 71:** Varianztabelle für die **TS-Erträge** der ***Festuco-Cynosureten*** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 4,737             | 0,428             | 2,750             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 55,401 *          | 0,896             | 62,969            |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 1799,369 **       | 4046,759 **       | 2516,844 **       |
| <b>S x W</b>            | 2  | 29,274            | 32,026            | 181,689 **        |
| Fehler                  | 10 | 10,596            | 24,290            | 17,662            |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 72:** Varianztabelle für die **TS-Erträge** der ***Lolio-Cynosureten*** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 5,075             | 35,208            | 18,352            |
| <b>Standort</b>         | 2  | 689,429 **        | 198,703 *         | 177,944 **        |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 9215,503 **       | 9258,866 **       | 5183,050 **       |
| <b>S x W</b>            | 2  | 821,679 **        | 385,323 **        | 226,465 **        |
| Fehler                  | 10 | 14,408            | 30,276            | 12,644            |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 73: TS-Erträge (in dt ha<sup>-1</sup>) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 18,3                                | 2,2                              | 10,2        |
|                                                    | 415      | 27,1                                | 2,4                              | 14,7        |
|                                                    | 460      | 28,8                                | 4,6                              | 16,7        |
|                                                    | x Termin | 24,7                                | 3,1                              | <b>13,9</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 5,93 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 67,0                                | 1,5                              | 34,2        |
|                                                    | 390      | 62,8                                | 1,9                              | 32,3        |
|                                                    | 420      | 23,5                                | 3,5                              | 13,5        |
|                                                    | x Termin | 51,1                                | 2,3                              | <b>26,7</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 6,91 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 74: TS-Erträge (in dt ha<sup>-1</sup>) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000**

| Wachstumsperiode                                    |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|-----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                         | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                          | 370      | 8,1                                 | 12,7                             | 10,4        |
|                                                     | 415      | 11,1                                | 12,1                             | 11,6        |
|                                                     | 460      | 9,9                                 | 17,0                             | 13,5        |
|                                                     | x Termin | 9,7                                 | 13,9                             | <b>11,8</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 8,97  |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                            | 320      | 8,2                                 | 16,6                             | 12,4        |
|                                                     | 390      | 8,7                                 | 11,7                             | 10,2        |
|                                                     | 420      | 9,9                                 | 19,8                             | 14,8        |
|                                                     | x Termin | 8,9                                 | 16,0                             | <b>12,5</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 10,02 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 75: TS-Erträge (in dt ha<sup>-1</sup>) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2001**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 9,5                                 | 16,1                             | 12,8        |
|                                                    | 415      | 12,6                                | 15,2                             | 13,9        |
|                                                    | 460      | 12,0                                | 16,0                             | 14,0        |
|                                                    | x Termin | 11,4                                | 15,8                             | <b>13,6</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 7,65 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 9,4                                 | 17,1                             | 13,3        |
|                                                    | 390      | 9,9                                 | 18,3                             | 14,1        |
|                                                    | 420      | 12,2                                | 18,5                             | 15,4        |
|                                                    | x Termin | 10,5                                | 18,0                             | <b>14,2</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 6,47 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 76:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen der *Festuco-Cynosureten* im Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 0,335             | 0,437             | 0,539             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 5,981 *           | 14,708 **         | 2,707             |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 20,486 **         | 80,377 **         | 88,401 **         |
| <b>S x W</b>            | 2  | 9,560 **          | 14,077 **         | 6,364             |
| Fehler                  | 10 | 1,027             | 0,513             | 1,909             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 77:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen der *Lolio-Cynosureten* im Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 2,468             | 3,300             | 0,549             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 5,667             | 31,749 **         | 6,606 *           |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 169,746 **        | 227,165 **        | 248,326 **        |
| <b>S x W</b>            | 2  | 1,134             | 19,833 **         | 1,666             |
| Fehler                  | 10 | 2,160             | 2,501             | 1,154             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 78: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im **Sommer 1999**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 10,0                                | 11,8                             | 10,9        |
|                                                    | 415      | 12,5                                | 12,3                             | 12,4        |
|                                                    | 460      | 10,4                                | 15,2                             | 12,8        |
|                                                    | x Termin | 11,0                                | 13,1                             | <b>12,1</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,85 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 7,26                                | 14,0                             | 10,6        |
|                                                    | 390      | 8,87                                | 14,4                             | 11,6        |
|                                                    | 420      | 9,85                                | 15,0                             | 12,4        |
|                                                    | x Termin | 8,66                                | 14,5                             | <b>11,6</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 2,68 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 79: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im **Sommer 2000**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 8,1                                 | 12,7                             | 10,4        |
|                                                    | 415      | 11,1                                | 12,1                             | 11,6        |
|                                                    | 460      | 9,9                                 | 17,0                             | 13,5        |
|                                                    | x Termin | 9,7                                 | 13,9                             | <b>11,8</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,30 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 8,2                                 | 16,6                             | 12,4        |
|                                                    | 390      | 8,7                                 | 11,7                             | 10,2        |
|                                                    | 420      | 9,9                                 | 19,8                             | 14,8        |
|                                                    | x Termin | 8,9                                 | 16,0                             | <b>12,5</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 2,88 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 80: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) der Pflanzengesellschaften im **Sommer 2001**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 9,5                                 | 16,1                             | 12,8        |
|                                                    | 415      | 12,6                                | 15,2                             | 13,9        |
|                                                    | 460      | 12,0                                | 16,0                             | 14,0        |
|                                                    | x Termin | 11,4                                | 15,8                             | <b>13,7</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 2,52 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 9,4                                 | 17,1                             | 13,3        |
|                                                    | 390      | 9,9                                 | 18,3                             | 14,1        |
|                                                    | 420      | 12,2                                | 18,5                             | 15,3        |
|                                                    | x Termin | 10,5                                | 18,0                             | <b>14,2</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 1,96 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 81:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz** der ***Festuco-Cynosureten*** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 13,952            | 2,422             | 5,116             |
| <b>Standort</b>         | 2  | 19,026            | 30,386 *          | 4,844             |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 9,929             | 12,732            | 26,485 *          |
| <b>S x W</b>            | 2  | 18,049            | 56,877 **         | 7,310             |
| Fehler                  | 10 | 6,007             | 4,987             | 5,017             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 82:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz** der ***Lolio-Cynosureten*** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch ***Pflanzengesellschaften***

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2001<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 33,002 **         | 26,709 *          | 11,217            |
| <b>Standort</b>         | 2  | 155,956 **        | 307,173 **        | 80,224 **         |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 4,517             | 259,207 **        | 144,899 **        |
| <b>S x W</b>            | 2  | 0,442             | 4,016             | 13,118            |
| Fehler                  | 10 | 4,336             | 5,816             | 6,158             |
| Gesamt                  | 18 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 83: Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) der Pflanzengesellschaften im Sommer 1999**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 64,4                                | 61,9                             | 63,1        |
|                                                    | 415      | 66,4                                | 62,7                             | 64,5        |
|                                                    | 460      | 64,4                                | 66,2                             | 65,3        |
|                                                    | x Termin | 65,1                                | 63,6                             | <b>64,3</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,46 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 64,0                                | 63,2                             | 63,6        |
|                                                    | 390      | 62,0                                | 61,5                             | 61,8        |
|                                                    | 420      | 72,0                                | 70,9                             | 71,4        |
|                                                    | x Termin | 66,0                                | 65,2                             | <b>65,6</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 3,79 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 84: Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) der Pflanzengesellschaften im Sommer 2000**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 61,5                                | 63,7                             | 62,6        |
|                                                    | 415      | 63,8                                | 59,0                             | 61,4        |
|                                                    | 460      | 61,3                                | 67,2                             | 64,3        |
|                                                    | x Termin | 62,2                                | 63,3                             | <b>62,8</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,07 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 60,2                                | 67,5                             | 63,8        |
|                                                    | 390      | 53,3                                | 59,2                             | 56,2        |
|                                                    | 420      | 66,8                                | 72,0                             | 69,4        |
|                                                    | x Termin | 60,1                                | 66,2                             | <b>63,1</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,39 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 85: Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) der Pflanzengesellschaften Sommer 2001**

| Wachstumsperiode                                   |          | Dezember bis <b>Juni</b><br>(= alt) | Juni bis <b>Juli</b><br>(= jung) | x Standort  |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Assoziation                                        | m. ü. NN |                                     |                                  |             |
| <i>Festuco-Cynosureten</i>                         | 370      | 67,0                                | 68,3                             | 67,6        |
|                                                    | 415      | 67,0                                | 65,8                             | 66,4        |
|                                                    | 460      | 68,6                                | 67,7                             | 68,1        |
|                                                    | x Termin | 67,5                                | 67,2                             | <b>67,4</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,08 |          |                                     |                                  |             |
| <i>Lolio-Cynosureten</i>                           | 320      | 67,3                                | 71,6                             | 69,5        |
|                                                    | 390      | 58,1                                | 68,2                             | 63,1        |
|                                                    | 420      | 66,8                                | 72,6                             | 69,7        |
|                                                    | x Termin | 64,0                                | 70,8                             | <b>67,4</b> |
| GD <sub>(5%)</sub> Wachstumsperiode/Standort= 4,52 |          |                                     |                                  |             |

**Anhangtab. 86:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen**, Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 2  | 5,138                  | 9,778                  | 17,408 *               |
| Säule          | 2  | 14,49 **               | 0,627                  | 22,944 **              |
| Art            | 1  | 563,936 **             | 189,909 **             | 1018,046 **            |
| Vornutzung     | 1  | 81,385 **              | 9,989                  | 114,207 **             |
| Erntetermin    | 2  | 133,598 **             | 106,197 **             | 52,887 **              |
| A x V          | 1  | 0,648                  | 0,607                  | 0,207                  |
| A x E          | 2  | 10,322 *               | 8,084                  | 29,97 **               |
| V x E          | 2  | 13,572 **              | 2,261                  | 13,174                 |
| A x V x E      | 2  | 1,996                  | 1,149                  | 7,086                  |
| Rest           | 20 | 1,851                  | 4,302                  | 3,794                  |
| Total          | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 87:** **NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 68,1                       | 63,0 | 61,8                  | 56,4 | 62,3        |
| Januar                                            | 72,2                       | 70,7 | 61,7                  | 61,2 | 66,5        |
| Februar                                           | 73,4                       | 71,7 | 67,3                  | 63,3 | 68,9        |
| x Art                                             | 71,2                       | 68,5 | 63,6                  | 60,3 | <b>65,9</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 2,32 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 88:** **NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 71,4                       | 68,7 | 66,6                  | 65,7 | 68,1        |
| Januar                                            | 75,8                       | 74,4 | 69,1                  | 68,2 | 71,9        |
| Februar                                           | 75,6                       | 75,8 | 72,5                  | 72,0 | 74,0        |
| x Art                                             | 74,3                       | 73,0 | 69,4                  | 68,6 | <b>71,3</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 3,53 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 89:** **NDF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 66,4                       | 61,9 | 52,6                  | 47,9 | 57,2        |
| Januar                                            | 67,0                       | 63,7 | 58,2                  | 51,5 | 60,1        |
| Februar                                           | 66,3                       | 63,8 | 57,4                  | 57,6 | 61,3        |
| x Art                                             | 66,5                       | 63,1 | 56,1                  | 52,3 | <b>59,5</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 3,32 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 90:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen**, Versuch  
**Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 2,653                  | 4,809                  | 15,327 *               |
| Säule            | 2  | 2,795                  | 0,658                  | 15,565 *               |
| Art              | 1  | 364,988 **             | 135,212 **             | 531,338 **             |
| Vornutzung       | 1  | 59,364 **              | 3,58                   | 85,032 **              |
| Erntetermin      | 2  | 16,136 **              | 29,678 **              | 3,507                  |
| <b>A x V</b>     | 1  | 2,099                  | <0,001                 | 3,152                  |
| <b>A x E</b>     | 2  | 10,897 *               | 1,326                  | 3,396                  |
| <b>V x E</b>     | 2  | 4,658                  | 1,784                  | 9,223                  |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 0,501                  | 0,400                  | 3,865                  |
| Rest             | 20 | 1,926                  | 2,065                  | 3,381                  |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 91:** **ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter 1999/2000

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 36,8                       | 33,3 | 32,5                  | 29,2 | 32,9        |
| Januar                                            | 38,2                       | 36,5 | 29,7                  | 29,1 | 33,4        |
| Februar                                           | 40,6                       | 36,5 | 32,8                  | 30,5 | 35,1        |
| x Art                                             | 38,5                       | 35,5 | 31,7                  | 29,6 | <b>33,8</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 2,36 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 92:** **ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter 2000/2001

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 39,2                       | 37,4 | 35,7                  | 34,7 | 36,8        |
| Januar                                            | 41,1                       | 41,3 | 36,8                  | 36,9 | 39,0        |
| Februar                                           | 42,0                       | 41,7 | 38,2                  | 37,2 | 39,8        |
| x Art                                             | 40,8                       | 40,1 | 36,9                  | 36,3 | <b>38,5</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 2,45 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 93:** **ADF-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter 2001/2002

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 38,7                       | 35,0 | 30,8                  | 26,1 | 32,7        |
| Januar                                            | 38,0                       | 35,8 | 31,6                  | 25,8 | 32,8        |
| Februar                                           | 37,7                       | 36,1 | 30,7                  | 30,2 | 33,7        |
| x Art                                             | 38,1                       | 35,6 | 31,0                  | 27,4 | <b>33,0</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 3,13 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 94:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen**, Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 0,728 *                | 0,538 *                | 0,287                  |
| Säule            | 2  | 0,401                  | 0,011                  | 0,128                  |
| Art              | 1  | 0,680                  | 0,401                  | 7,948 **               |
| Vornutzung       | 1  | 3,101 **               | 0,989 *                | 2,965 **               |
| Erntetermin      | 2  | 0,182                  | 3,448 **               | 1,884 **               |
| <b>A x V</b>     | 1  | 0,082                  | 0,021                  | 0,465                  |
| <b>A x E</b>     | 2  | 0,823 *                | 0,150                  | 0,112                  |
| <b>V x E</b>     | 2  | 0,152                  | 0,091                  | 0,420 *                |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 0,215                  | 0,008                  | 0,177                  |
| Rest             | 20 | 0,191                  | 0,128                  | 0,109                  |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 95:** **ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 2,8                        | 2,4  | 3,9                   | 3,1  | 3,0         |
| Januar                                            | 3,6                        | 3,0  | 3,2                   | 3,0  | 3,2         |
| Februar                                           | 3,5                        | 3,0  | 3,9                   | 2,8  | 3,3         |
| x Art                                             | 3,3                        | 2,8  | 3,7                   | 3,0  | <b>3,2</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 0,74 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 96:** **ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 2,5                        | 2,8  | 2,5                   | 2,6  | 2,6         |
| Januar                                            | 3,2                        | 3,2  | 2,9                   | 2,9  | 3,0         |
| Februar                                           | 3,7                        | 4,2  | 3,2                   | 3,6  | 3,7         |
| x Art                                             | 3,1                        | 3,4  | 2,9                   | 3,0  | <b>3,1</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 0,61 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 97:** **ADL-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 3,5                        | 2,9  | 2,4                   | 1,9  | 2,7         |
| Januar                                            | 3,7                        | 3,1  | 3,1                   | 1,8  | 2,9         |
| Februar                                           | 3,7                        | 3,9  | 3,4                   | 2,8  | 3,4         |
| x Art                                             | 3,7                        | 3,3  | 2,9                   | 2,1  | <b>3,0</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 0,56 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 98:** Varianztabelle für die **wlK-Konzentrationen**, Versuch  
**Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 0,376                  | 4,947                  | 1,322                  |
| Säule            | 2  | 2,326                  | 0,016                  | 3,731                  |
| Art              | 1  | 71,549 **              | 1,665                  | 408,887 **             |
| Vornutzung       | 1  | 37,481 **              | 3,025                  | 28,272 **              |
| Erntetermin      | 2  | 48,650 **              | 58,736 **              | 52,626 **              |
| <b>A x V</b>     | 1  | 0,769                  | 0,342                  | 0,497                  |
| <b>A x E</b>     | 2  | 4,966 *                | 2,371                  | 13,079 *               |
| <b>V x E</b>     | 2  | 11,137 **              | 0,012                  | 3,643                  |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 1,485                  | 0,723                  | 1,555                  |
| Rest             | 20 | 1,085                  | 2,140                  | 2,740                  |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 99:** **wlK-Konzentrationen** (in % d. TS) im **Winter 1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 7,9                        | 11,2 | 8,7                   | 13,3 | 10,3        |
| Januar                                            | 5,5                        | 6,1  | 10,0                  | 9,5  | 7,8         |
| Februar                                           | 4,0                        | 5,4  | 6,4                   | 9,3  | 6,3         |
| x Art                                             | 5,8                        | 7,6  | 8,4                   | 10,7 | <b>8,1</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 1,77 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 100:** **wlK-Konzentrationen** (in % d. TS) im **Winter 2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 7,3                        | 8,3  | 7,2                   | 7,5  | 7,6         |
| Januar                                            | 4,1                        | 4,3  | 5,2                   | 6,0  | 4,9         |
| Februar                                           | 3,0                        | 3,0  | 2,8                   | 4,0  | 3,2         |
| x Art                                             | 4,8                        | 5,2  | 5,0                   | 5,8  | 5,2         |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 2,49 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 101:** **wlK-Konzentrationen** (in % d. TS) im **Winter 2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 5,2                        | 7,2  | 14,3                  | 14,7 | 10,3        |
| Januar                                            | 5,1                        | 7,6  | 12,2                  | 15,8 | 10,2        |
| Februar                                           | 3,7                        | 5,2  | 8,5                   | 9,1  | 6,6         |
| x Art                                             | 4,7                        | 6,7  | 11,6                  | 13,2 | 9,0         |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 2,82 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 102:** Varianztabelle für die **TS-Erträge**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache     | FG       | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|--------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block              | 2        | 1,386                  | 92,345 *               | 4,370                  |
| Säule              | 2        | 57,708                 | 6,216                  | 0,066                  |
| <b>Art</b>         | <b>1</b> | <b>4343,868 **</b>     | <b>3185,595 **</b>     | <b>5220,484 **</b>     |
| <b>Vornutzung</b>  | <b>1</b> | <b>1193,799 **</b>     | <b>1108,905 **</b>     | <b>470,878 **</b>      |
| <b>Erntetermin</b> | <b>2</b> | <b>234,149 **</b>      | <b>392,722 **</b>      | <b>134,267 **</b>      |
| <b>A x V</b>       | <b>1</b> | <b>413,653 **</b>      | <b>434,430 **</b>      | <b>790,756 **</b>      |
| <b>A x E</b>       | <b>2</b> | <b>35,774</b>          | <b>14,423</b>          | <b>469,041 **</b>      |
| <b>V x E</b>       | <b>2</b> | <b>25,753</b>          | <b>1,209</b>           | <b>11,234</b>          |
| <b>A x V x E</b>   | <b>2</b> | <b>6,512</b>           | <b>44,501</b>          | <b>7,987</b>           |
| Rest               | 20       | 38,284                 | 21,950                 | 18,729                 |
| Total              | 36       |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 103:** TS-Erträge (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im **Winter 1999/2000**

| Art                                                | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|----------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                          | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                           | 48,2                       | 30,4 | 17,6                  | 12,3 | 27,1        |
| Januar                                             | 34,4                       | 20,2 | 10,8                  | 7,8  | 18,3        |
| Februar                                            | 45,4                       | 22,6 | 13,4                  | 7,5  | 22,2        |
| x Art                                              | 42,7                       | 24,4 | 13,9                  | 9,2  | <b>22,5</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 10,56 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 104:** TS-Erträge (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im **Winter 2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 51,8                       | 30,6 | 25,6                  | 24,2 | 33,0        |
| Januar                                            | 42,4                       | 22,4 | 14,2                  | 11,0 | 22,5        |
| Februar                                           | 40,6                       | 27,6 | 17,7                  | 9,9  | 23,9        |
| x Art                                             | 44,9                       | 26,9 | 19,2                  | 15,0 | <b>26,5</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 7,99 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 105:** TS-Erträge (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im **Winter 2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 34,1                       | 15,9 | 9,6                   | 10,6 | 17,5        |
| Januar                                            | 49,1                       | 33,4 | 3,2                   | 2,7  | 22,1        |
| Februar                                           | 33,1                       | 17,2 | 3,1                   | 9,0  | 15,6        |
| x Art                                             | 38,8                       | 22,2 | 5,3                   | 7,4  | <b>18,4</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 7,39 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 106:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 4,287 **               | 0,542                  | 6,477 **               |
| Säule            | 2  | 3,086 *                | 0,644                  | 3,980 *                |
| Art              | 1  | 213,600 **             | 88,158 **              | 172,097 **             |
| Vornutzung       | 1  | 13,064 **              | 0,059                  | 14,557 **              |
| Erntetermin      | 2  | 3,200 *                | 2,073 *                | 8,579 **               |
| <b>A x V</b>     | 1  | 1,421                  | 2,247 *                | 0,099                  |
| <b>A x E</b>     | 2  | 0,219                  | 0,101                  | 0,513                  |
| <b>V x E</b>     | 2  | 0,650                  | 0,321                  | 2,468                  |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 1,158                  | 0,172                  | 2,008                  |
| Rest             | 20 | 0,636                  | 0,415                  | 0,846                  |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 107: Rohprotein-Konzentrationen (in % d. TS) im Winter 1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 8,4                        | 10,4 | 13,7                  | 14,8 | 11,8        |
| Januar                                            | 9,5                        | 9,9  | 14,4                  | 15,4 | 12,3        |
| Februar                                           | 9,3                        | 11,7 | 15,0                  | 15,4 | 12,9        |
| x Art                                             | 9,1                        | 10,7 | 14,4                  | 15,2 | <b>12,3</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 1,36 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 108: Rohprotein-Konzentrationen (in % d. TS) im Winter 2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 7,3                        | 8,2  | 11,1                  | 11,1 | 9,4         |
| Januar                                            | 8,1                        | 8,1  | 11,4                  | 10,8 | 9,6         |
| Februar                                           | 8,2                        | 9,1  | 12,1                  | 11,4 | 10,2        |
| x Art                                             | 7,9                        | 8,5  | 11,5                  | 11,1 | <b>9,7</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 1,10 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 109: Rohprotein-Konzentrationen (in % d. TS) im Winter 2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 10,8                       | 12,9 | 15,6                  | 17,1 | 14,1        |
| Januar                                            | 10,8                       | 11,8 | 14,7                  | 17,3 | 13,7        |
| Februar                                           | 12,8                       | 13,8 | 17,5                  | 17,0 | 15,3        |
| x Art                                             | 11,5                       | 12,9 | 16,0                  | 17,1 | <b>14,3</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 1,57 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 110:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 6,007                  | 46,779 **              | 40,186                 |
| Säule            | 2  | 18,794                 | 1,577                  | 23,107                 |
| Art              | 1  | 14,894                 | 1,370                  | 919,721 **             |
| Vornutzung       | 1  | 224,950 **             | 142,398 **             | 276,022 **             |
| Erntetermin      | 2  | 72,569 **              | 224,203 **             | 99,768 **              |
| <b>A x V</b>     | 1  | 18,933                 | 2,397                  | 0,838                  |
| <b>A x E</b>     | 2  | 6,889                  | 13,768                 | 6,334                  |
| <b>V x E</b>     | 2  | 0,961                  | 1,134                  | 24,694 *               |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 9,331                  | 8,732                  | 7,833                  |
| Rest             | 20 | 7,468                  | 6,840                  | 6,998                  |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 111:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter **1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 58,5                       | 61,7 | 57,0                  | 63,8 | 60,2        |
| Januar                                            | 53,7                       | 58,6 | 57,2                  | 61,1 | 57,7        |
| Februar                                           | 53,8                       | 56,3 | 51,3                  | 59,9 | 55,3        |
| x Art                                             | 55,3                       | 58,9 | 55,2                  | 61,6 | <b>57,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 4,66 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 112:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter **2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 58,1                       | 61,4 | 58,2                  | 62,2 | 60,0        |
| Januar                                            | 53,1                       | 57,7 | 55,3                  | 57,8 | 56,0        |
| Februar                                           | 51,6                       | 54,0 | 46,4                  | 53,4 | 51,4        |
| x Art                                             | 54,2                       | 57,7 | 53,3                  | 57,8 | <b>55,8</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 4,46 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 113:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter **2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 55,8                       | 62,6 | 68,8                  | 72,0 | 64,8        |
| Januar                                            | 55,0                       | 62,3 | 64,3                  | 74,3 | 64,0        |
| Februar                                           | 53,5                       | 56,9 | 62,4                  | 64,9 | 59,4        |
| x Art                                             | 54,8                       | 60,6 | 65,2                  | 70,4 | <b>62,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 4,51 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab.:114** Varianztabelle für die **Ergosterol-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test | 2001/2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block            | 2  | 2538,381               | 4646,461               | 436,345                |
| Säule            | 2  | 1753,675               | 736,401                | 1176,803               |
| Art              | 1  | 41131,763 **           | 93560,194 **           | 9803,232 **            |
| Vornutzung       | 1  | 13478,619 **           | 35206,468 **           | 8816,307 **            |
| Erntetermin      | 2  | 27292,238 **           | 90281,441 **           | 120593,534 **          |
| <b>A x V</b>     | 1  | 1740,892               | 1964,715               | 2976,355               |
| <b>A x E</b>     | 2  | 3290,346               | 3743,650               | 3149,523 *             |
| <b>V x E</b>     | 2  | 235,087                | 1334,678               | 4252,912 *             |
| <b>A x V x E</b> | 2  | 2116,269               | 696,724                | 1630,742               |
| Rest             | 20 | 1521,186               | 2558,125               | 902,636                |
| Total            | 36 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 115: Ergosterol-Konzentrationen (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 87                         | 61   | 203                   | 157  | 127         |
| Januar                                            | 169                        | 127  | 209                   | 188  | 173         |
| Februar                                           | 202                        | 196  | 291                   | 200  | 222         |
| x Art                                             | 153                        | 128  | 234                   | 182  | <b>174</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 65,6 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 116: Ergosterol-Konzentrationen (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 129                        | 78   | 270                   | 207  | 171         |
| Januar                                            | 281                        | 201  | 393                   | 301  | 294         |
| Februar                                           | 313                        | 300  | 410                   | 332  | 339         |
| x Art                                             | 241                        | 193  | 358                   | 280  | <b>268</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 86,3 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 117: Ergosterol-Konzentrationen (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter 2001/2002**

| Art                                               | <i>Festuca arundinacea</i> |      | <i>Lolium perenne</i> |      | x<br>Termin |
|---------------------------------------------------|----------------------------|------|-----------------------|------|-------------|
| Vornutzung<br>Erntetermin                         | Juni                       | Juli | Juni                  | Juli |             |
| Dezember                                          | 49                         | 49   | 57                    | 38   | 48          |
| Januar                                            | 187                        | 113  | 156                   | 81   | 134         |
| Februar                                           | 263                        | 299  | 242                   | 188  | 248         |
| x Art                                             | 166                        | 153  | 152                   | 102  | <b>143</b>  |
| GD <sub>5%</sub> Art/Vornutzung/Erntetermin= 51,3 |                            |      |                       |      |             |

**Anhangtab. 118:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen** im **Sommer**,  
Versuch *Hauptbestandsbildner*

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 8,570             | 0,682             | 7,173             |
| <b>Art</b>              | 1  | 52,436 **         | 127,651 *         | 54,132            |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 1,865             | 6,589             | 105,850 *         |
| <b>A x W</b>            | 1  | 11,620            | 0,640             | 13,461            |
| Rest                    | 6  | 2,589             | 10,579            | 15,619            |
| Total                   | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 119:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen** im **Sommer**,  
Versuch *Hauptbestandsbildner*

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 1,403             | 0,846             | 6,208             |
| <b>Art</b>              | 1  | 6,297             | 35,344 **         | 3,842             |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 30,767 **         | 24,577 **         | 46,180 *          |
| <b>A x W</b>            | 1  | 11,086            | 8,984 *           | 2,680             |
| Rest                    | 6  | 1,940             | 1,205             | 5,391             |
| Total                   | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 120:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen** im **Sommer**,  
Versuch *Hauptbestandsbildner*

| Varianzursache          | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block                   | 2  | 0,189 *           | 0,075             | 0,015             |
| <b>Art</b>              | 1  | 0,005             | 0,117             | 0,395 *           |
| <b>Wachstumsperiode</b> | 1  | 0,030             | 0,029             | 0,498 **          |
| <b>A x W</b>            | 1  | 0,851 **          | 1,001 **          | 0,781 **          |
| Rest                    | 6  | 0,044             | 0,064             | 0,029             |
| Total                   | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 121:** Varianztabelle für die **wLK-Konzentrationen** im **Sommer**, Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block            | 2  | 8,689 *           | 5,421             | 4,110             |
| Art              | 1  | 6,781             | 67,653 **         | 0,920             |
| Wachstumsperiode | 1  | 184,163 **        | 67,114 **         | 77,733 **         |
| A x W            | 1  | 65,592 **         | 0,119             | 8,595             |
| Rest             | 6  | 1,916             | 4,582             | 1,653             |
| Total            | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 122:** Varianztabelle für die **TS-Erträge** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block            | 2  | 69,327            | 93,3513           | 35,3308           |
| Art              | 1  | 329,414 *         | 726,7656 **       | 382,6704 *        |
| Wachstumsperiode | 1  | 9017,150 **       | 8612,324 **       | 9807,510 **       |
| A x W            | 1  | 61,1953           | 219,2020 *        | 97,7799           |
| Rest             | 6  | 53,4674           | 34,1351           | 42,6696           |
| Total            | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 123:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen** im **Sommer**, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block            | 2  | 1,695             | 0,099             | 3,304             |
| Art              | 1  | 1,239             | 9,292 **          | 0,892             |
| Wachstumsperiode | 1  | 77,698 **         | 15,850 **         | 49,419 **         |
| A x W            | 1  | 1,598             | 0,947 **          | 1,332             |
| Rest             | 6  | 0,710             | 0,063             | 1,365             |
| Total            | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 124:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz** im Sommer, (BANZHAF 2004), Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Varianzursache   | FG | 1999<br>MQ/F-Test | 2000<br>MQ/F-Test | 2002<br>MQ/F-Test |
|------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Block            | 2  | 8,173 *           | 5,983             | 1,430             |
| Art              | 1  | 64,500 **         | 12,253            | 20,680            |
| Wachstumsperiode | 1  | 0,231             | 31,006            | 20,227            |
| <b>A x W</b>     | 1  | 9,965             | 0,109             | 17,268            |
| Rest             | 6  | 1,916             | 7,230             | 7,261             |
| Total            | 12 |                   |                   |                   |

**Anhangtab. 125:** NDF, ADF, ADL- und wLK-Konzentrationen, TS-Erträge, Rohprotein-Konzentration und Verdaulichkeit organischer Substanz im Sommer 1999, Versuch **Hauptbestandsbildner**

| Art                                    | <i>Festuca<br/>arundinacea</i> |                  | <i>Lolium<br/>perenne</i> |                  | x    | GD*   |
|----------------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|------|-------|
| Wachstumsperiode                       | Dezember<br>bis Juni           | Juni bis<br>Juli | Dezember<br>bis Juni      | Juni bis<br>Juli |      |       |
| NDF in % d. TS                         | 62,8                           | 60,0             | 56,6                      | 57,8             | 59,3 | 3,21  |
| ADF in % d. TS                         | 36,8                           | 31,6             | 33,4                      | 32,1             | 33,5 | 2,78  |
| ADL in % d. TS                         | 2,8                            | 2,2              | 2,4                       | 2,8              | 2,5  | 0,42  |
| wLK in % d. TS                         | 13,9                           | 10,8             | 20,1                      | 7,6              | 13,1 | 2,77  |
| TS-Ertrag<br>in dt TS ha <sup>-1</sup> | 70,0                           | 10,7             | 55,0                      | 4,7              | 35,1 | 13,37 |
| XP in % d. TS                          | 8,1                            | 12,5             | 8,1                       | 13,9             | 10,6 | 1,69  |
| DOM in %                               | 64,1                           | 66,2             | 70,6                      | 69,0             | 67,5 | 2,77  |

\*GD<sub>5%</sub>(Art/Wachstumsperiode)

**Anhangtab. 126: NDF, ADF, ADL- und wLK-Konzentrationen, TS-Erträge, Rohprotein-Konzentration und Verdaulichkeit organischer Substanz im Sommer 2000, Versuch *Hauptbestandsbildner***

| Art                                           | <i>Festuca arundinacea</i> |               | <i>Lolium perenne</i> |               | x    | GD*   |
|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------|---------------|------|-------|
|                                               | Dezember bis Juni          | Juni bis Juli | Dezember bis Juni     | Juni bis Juli |      |       |
| <b>NDF</b> in % d. TS                         | 63,5                       | 61,5          | 56,5                  | 55,5          | 59,2 | 6,50  |
| <b>ADF</b> in % d. TS                         | 35,5                       | 30,9          | 30,4                  | 29,2          | 31,5 | 2,19  |
| <b>ADL</b> in % d. TS                         | 2,8                        | 2,1           | 2,0                   | 2,5           | 2,3  | 0,51  |
| <b>wLK</b> in % d. TS                         | 13,6                       | 9,1           | 18,6                  | 13,6          | 13,7 | 4,28  |
| <b>TS-Ertrag</b><br>in dt TS ha <sup>-1</sup> | 73,3                       | 11,1          | 49,2                  | 4,1           | 34,4 | 10,68 |
| <b>XP</b> in % d. TS                          | 7,9                        | 9,7           | 9,1                   | 12,0          | 9,7  | 0,50  |
| <b>DOM</b> in %                               | 68,6                       | 72,0          | 70,8                  | 73,8          | 71,3 | 5,37  |

\*GD<sub>5%</sub>(Art/Wachstumsperiode)

**Anhangtab. 127: NDF, ADF, ADL- und wLK-Konzentrationen, TS-Erträge, Rohprotein-Konzentration und Verdaulichkeit organischer Substanz im Sommer 2002, Versuch *Hauptbestandsbildner***

| Art                                           | <i>Festuca arundinacea</i> |               | <i>Lolium perenne</i> |               | x    | GD*   |
|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------|---------------|------|-------|
|                                               | Dezember bis Juni          | Juni bis Juli | Dezember bis Juni     | Juni bis Juli |      |       |
| <b>NDF</b> in % d. TS                         | 62,9                       | 59,1          | 60,8                  | 52,7          | 58,9 | 7,90  |
| <b>ADF</b> in % d. TS                         | 35,1                       | 32,1          | 34,9                  | 30,0          | 33,0 | 4,64  |
| <b>ADL</b> in % d. TS                         | 2,7                        | 1,8           | 2,6                   | 2,7           | 2,5  | 0,34  |
| <b>wLK</b> in % d. TS                         | 15,8                       | 12,4          | 18,0                  | 11,3          | 14,4 | 2,57  |
| <b>TS-Ertrag</b><br>in dt TS ha <sup>-1</sup> | 71,0                       | 8,1           | 54,0                  | 2,6           | 33,9 | 11,94 |
| <b>XP</b> in % d. TS                          | 7,3                        | 10,7          | 7,1                   | 11,9          | 9,2  | 2,32  |
| <b>DOM</b> in %                               | 67,1                       | 72,1          | 72,1                  | 72,3          | 70,9 | 5,44  |

\*GD<sub>5%</sub>(Art/Wachstumsperiode)

**Anhangtab. 128:** Varianztabelle für die **NDF-Konzentrationen**, Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 19,856 **              | 3,004                  | 1,233                  |
| Säule          | 3  | 4,405                  | 5,393 *                | 3,270                  |
| N-Menge        | 3  | 4,567                  | 8,876 **               | 29,225 **              |
| Erntetermin    | 2  | 70,528 **              | 205,501 **             | 133,138 **             |
| N x E          | 6  | 2,150                  | 1,743                  | 1,167                  |
| Rest           | 30 | 3,796                  | 1,736                  | 1,627                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 129:** NDF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1998/1999

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 59,3                    | 60,6                     | 60,2                      | 59,6                      | 59,9        |
| Januar                                     | 61,7                    | 61,7                     | 60,5                      | 60,5                      | 61,1        |
| Februar                                    | 64,1                    | 64,4                     | 65,2                      | 62,4                      | 64,0        |
| x N-Menge                                  | 61,7                    | 62,2                     | 62,0                      | 60,8                      | <b>61,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 2,81 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 130:** NDF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 61,1                    | 61,4                     | 62,5                      | 61,8                      | 61,7        |
| Januar                                     | 65,4                    | 67,7                     | 67,0                      | 65,9                      | 66,5        |
| Februar                                    | 67,5                    | 70,2                     | 69,3                      | 67,9                      | 68,7        |
| x N-Menge                                  | 64,6                    | 66,4                     | 66,3                      | 65,2                      | <b>65,6</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,90 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 131:** NDF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 69,9                    | 71,3                     | 72,9                      | 70,3                      | 71,1        |
| Januar                                     | 72,1                    | 75,4                     | 76,5                      | 74,0                      | 74,5        |
| Februar                                    | 74,7                    | 77,1                     | 78,4                      | 77,1                      | 76,8        |
| x N-Menge                                  | 72,2                    | 74,6                     | 75,9                      | 73,8                      | <b>74,1</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,84 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 132:** Varianztabelle für die **ADF-Konzentrationen**, Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 8,506 **               | 2,790 *                | 0,517                  |
| Säule          | 3  | 2,159                  | 3,452 *                | 0,031                  |
| N-Menge        | 3  | 3,946                  | 9,467 **               | 6,179 **               |
| Erntetermin    | 2  | 17,079 **              | 28,691 **              | 61,48 **               |
| N x E          | 6  | 0,905                  | 0,816                  | 1,289                  |
| Rest           | 30 | 1,458                  | 0,932                  | 0,692                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 133:** ADF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1998/1999

| N-Menge                                    | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x           |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Erntetermin                                |                         |                          |                           |                           | Termin      |
| Dezember                                   | 34,0                    | 35,9                     | 37,0                      | 35,4                      | 35,6        |
| Januar                                     | 37,3                    | 37,1                     | 35,2                      | 35,7                      | 36,4        |
| Februar                                    | 36,9                    | 34,4                     | 35,4                      | 36,1                      | 35,7        |
| x N-Menge                                  | 36,1                    | 35,8                     | 35,9                      | 35,8                      | <b>35,9</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,74 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 134:** ADF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000

| N-Menge                                    | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x           |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Erntetermin                                |                         |                          |                           |                           | Termin      |
| Dezember                                   | 36,5                    | 35,7                     | 35,1                      | 35,4                      | 35,7        |
| Januar                                     | 38,4                    | 38,3                     | 36,8                      | 36,4                      | 37,5        |
| Februar                                    | 39,5                    | 39,1                     | 37,7                      | 36,9                      | 38,3        |
| x N-Menge                                  | 38,12                   | 37,7                     | 36,6                      | 36,3                      | <b>37,1</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,39 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 135:** ADF-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001

| N-Menge                                    | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x           |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Erntetermin                                |                         |                          |                           |                           | Termin      |
| Dezember                                   | 40,2                    | 39,9                     | 40,5                      | 40,8                      | 40,3        |
| Januar                                     | 41,6                    | 42,8                     | 42,0                      | 41,2                      | 41,9        |
| Februar                                    | 41,6                    | 42,1                     | 42,5                      | 42,3                      | 42,1        |
| x N-Menge                                  | 41,1                    | 41,6                     | 41,7                      | 41,4                      | <b>41,4</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,45 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 136:** Varianztabelle für die **ADL-Konzentrationen**, Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 0,360 **               | 0,094                  | 0,171                  |
| Säule          | 3  | 0,071                  | 0,497 **               | 0,083                  |
| N-Menge        | 3  | 1,525 **               | 2,278 **               | 0,977 **               |
| Erntetermin    | 2  | 1,452 **               | 4,345 **               | 0,339                  |
| N x E          | 6  | 0,041                  | 0,146                  | 0,066                  |
| Rest           | 30 | 0,076                  | 0,102                  | 0,110                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 137:** ADL-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1998/1999

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 2,4                     | 2,6                      | 2,8                       | 3,1                       | 2,7         |
| Januar                                     | 2,5                     | 3,0                      | 2,9                       | 3,4                       | 3,0         |
| Februar                                    | 2,7                     | 3,4                      | 3,4                       | 3,7                       | 3,3         |
| x N-Menge                                  | 2,5                     | 3,0                      | 3,1                       | 3,4                       | <b>3,0</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 0,40 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 138:** ADL-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 2,4                     | 2,4                      | 2,8                       | 3,0                       | 2,6         |
| Januar                                     | 2,7                     | 3,0                      | 3,4                       | 3,7                       | 3,2         |
| Februar                                    | 2,9                     | 3,5                      | 4,1                       | 4,2                       | 3,7         |
| x N-Menge                                  | 2,7                     | 3,0                      | 3,4                       | 3,6                       | <b>3,2</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 0,46 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 139:** ADL-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 2,6                     | 2,6                      | 3,0                       | 3,3                       | 2,9         |
| Januar                                     | 2,8                     | 3,0                      | 2,9                       | 3,4                       | 3,0         |
| Februar                                    | 2,9                     | 2,9                      | 3,3                       | 3,6                       | 3,2         |
| x N-Menge                                  | 2,8                     | 2,8                      | 3,1                       | 3,4                       | <b>3,0</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 0,48 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 140:** Varianztabelle für die **wIK-Konzentrationen**, Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 0,582                  | 1,248                  | 0,517                  |
| Säule          | 3  | 1,707                  | 3,309                  | 0,031                  |
| N-Menge        | 3  | 16,019 **              | 13,756 **              | 6,179 **               |
| Erntetermin    | 2  | 45,498 **              | 130,981 **             | 61,480 **              |
| N x E          | 6  | 0,985                  | 2,548                  | 1,289                  |
| Rest           | 30 | 1,710                  | 1,203                  | 0,692                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 141:** wIK-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1998/1999

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 11,2                    | 9,2                      | 8,4                       | 8,8                       | 9,4         |
| Januar                                     | 9,8                     | 8,0                      | 8,0                       | 6,6                       | 8,1         |
| Februar                                    | 7,7                     | 5,2                      | 5,6                       | 5,7                       | 6,1         |
| x N-Menge                                  | 9,6                     | 7,5                      | 7,3                       | 7,0                       | <b>7,9</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,89 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 142:** wIK-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 9,6                     | 11,1                     | 8,4                       | 7,9                       | 9,2         |
| Januar                                     | 6,5                     | 5,6                      | 5,6                       | 4,0                       | 5,4         |
| Februar                                    | 5,4                     | 3,6                      | 2,9                       | 2,6                       | 3,6         |
| x N-Menge                                  | 7,2                     | 6,8                      | 5,6                       | 4,8                       | <b>6,1</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,58 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 143:** wIK-Konzentrationen (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 7,6                     | 7,9                      | 6,5                       | 6,2                       | 7,0         |
| Januar                                     | 6,0                     | 4,5                      | 4,3                       | 5,1                       | 5,0         |
| Februar                                    | 4,3                     | 3,2                      | 2,7                       | 2,2                       | 3,1         |
| x N-Menge                                  | 6,0                     | 5,2                      | 4,5                       | 4,5                       | <b>5,0</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,20 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 144:** Varianztabelle für die **TS-Erträge**, (BANZHAF 2004), Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 27,620                 | 54,468 **              | 22,296                 |
| Säule          | 3  | 35,025                 | 5,531                  | 49,424                 |
| N-Menge        | 3  | 622,614 **             | 1639,399 **            | 2922,795 **            |
| Erntetermin    | 2  | 845,628 **             | 132,897 **             | 65,251                 |
| N x E          | 6  | 904,930 **             | 152,417 **             | 78,743 **              |
| Rest           | 30 | 42,601                 | 10,602                 | 21,917                 |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 145:** TS-Ertrag (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1998/1999

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 29,3                    | 43,0                     | 53,3                      | 53,3                      | 44,7        |
| Januar                                     | 23,8                    | 36,0                     | 45,7                      | 34,5                      | 35,0        |
| Februar                                    | 28,9                    | 25,9                     | 30,4                      | 36,8                      | 30,5        |
| x N-Menge                                  | 27,4                    | 35,0                     | 43,2                      | 41,5                      | <b>36,8</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 9,40 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 146:** TS-Ertrag (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 1999/2000

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 9,4                     | 22,1                     | 30,3                      | 39,2                      | 25,2        |
| Januar                                     | 8,6                     | 20,3                     | 29,5                      | 34,7                      | 23,3        |
| Februar                                    | 9,3                     | 17,0                     | 24,1                      | 28,1                      | 19,6        |
| x N-Menge                                  | 9,1                     | 19,8                     | 28,0                      | 34,0                      | <b>22,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 4,71 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 147:** TS-Ertrag (in dt TS ha<sup>-1</sup>) im Winter 2000/2001

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 8,6                     | 20,1                     | 36,8                      | 47,2                      | 28,2        |
| Januar                                     | 5,7                     | 17,9                     | 32,6                      | 40,4                      | 24,1        |
| Februar                                    | 8,2                     | 22,2                     | 33,5                      | 41,0                      | 26,2        |
| x N-Menge                                  | 7,5                     | 20,1                     | 34,3                      | 42,9                      | <b>26,2</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 6,82 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 148:** Varianztabelle für die **Rohprotein-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 11,932 **              | 0,681                  | 0,463                  |
| Säule          | 3  | 1,410                  | 2,745 *                | 1,475                  |
| N-Menge        | 3  | 49,169 **              | 46,143 **              | 14,095 **              |
| Erntetermin    | 2  | 0,099                  | 12,624 **              | 0,439 **               |
| N x E          | 6  | 11,674 **              | 10,610 **              | 1,863 **               |
| Rest           | 30 | 0,803                  | 0,680                  | 0,248                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 149: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **1998/1999**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 11,5                    | 11,5                     | 14,1                      | 15,1                      | 13,0        |
| Januar                                     | 10,2                    | 12,3                     | 14,1                      | 16,0                      | 13,2        |
| Februar                                    | 10,8                    | 13,1                     | 13,3                      | 15,6                      | 13,2        |
| x N-Menge                                  | 10,8                    | 12,3                     | 13,8                      | 15,6                      | <b>13,1</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,31 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 150: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **1999/2000**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 8,5                     | 8,3                      | 10,3                      | 11,9                      | 9,7         |
| Januar                                     | 8,6                     | 8,7                      | 10,2                      | 13,0                      | 10,1        |
| Februar                                    | 8,8                     | 10,3                     | 12,9                      | 13,7                      | 11,4        |
| x N-Menge                                  | 8,6                     | 9,1                      | 11,1                      | 12,9                      | <b>10,4</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 1,22 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 151: Rohprotein-Konzentrationen** (in % d. TS) im Winter **2000/2001**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 7,5                     | 6,4                      | 7,7                       | 8,8                       | 7,59        |
| Januar                                     | 7,3                     | 6,7                      | 7,5                       | 9,3                       | 7,68        |
| Februar                                    | 7,1                     | 6,9                      | 8,1                       | 9,5                       | 7,91        |
| x N-Menge                                  | 7,3                     | 6,7                      | 7,7                       | 9,2                       | <b>7,7</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 0,70 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 152:** Varianztabelle für die **Verdaulichkeit organischer Substanz**, (BANZHAF 2004), Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 6,106                  | 2,850                  | 6,157                  |
| Säule          | 3  | 29,989 *               | 20,490 *               | 4,053                  |
| N-Menge        | 3  | 96,276 **              | 66,737 **              | 42,578 **              |
| Erntetermin    | 2  | 109,592 **             | 209,527 **             | 444,242 **             |
| N x E          | 6  | 29,135 *               | 41,423 **              | 176,741 **             |
| Rest           | 30 | 9,013                  | 5,506                  | 4,728                  |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 153:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter1998/1999

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 67,1                    | 62,6                     | 61,2                      | 61,2                      | 63,0        |
| Januar                                     | 65,8                    | 58,9                     | 60,9                      | 59,3                      | 61,2        |
| Februar                                    | 61,7                    | 58,6                     | 55,6                      | 55,6                      | 57,9        |
| x N-Menge                                  | 64,9                    | 60,0                     | 59,2                      | 58,7                      | <b>60,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 4,32 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 154:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter1999/2000

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 61,5                    | 62,7                     | 59,4                      | 58,5                      | 60,5        |
| Januar                                     | 60,3                    | 58,4                     | 56,5                      | 54,0                      | 57,3        |
| Februar                                    | 57,6                    | 53,4                     | 50,9                      | 51,4                      | 53,3        |
| x N-Menge                                  | 59,8                    | 58,2                     | 55,6                      | 54,6                      | <b>57,0</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 3,41 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 155:** Verdaulichkeit organischer Substanz (in %) im Winter 2000/2001

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 65,2                    | 63,1                     | 61,3                      | 61,3                      | 62,7        |
| Januar                                     | 60,3                    | 57,2                     | 57,7                      | 57,6                      | 58,2        |
| Februar                                    | 53,0                    | 51,6                     | 46,7                      | 57,6                      | 52,2        |
| x N-Menge                                  | 59,5                    | 57,3                     | 55,2                      | 58,8                      | <b>57,7</b> |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 3,13 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 156:** Varianztabelle für die **Ergosterol-Konzentrationen**, (BANZHAF 2004), Versuch **N-Düngung**

| Varianzursache | FG | 1998/1999<br>MQ/F-Test | 1999/2000<br>MQ/F-Test | 2000/2001<br>MQ/F-Test |
|----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|
| Block          | 3  | 971,467                | 6002,485 *             | 79,815                 |
| Säule          | 3  | 2777,882               | 4830,952               | 450,681                |
| N-Menge        | 3  | 21045,615 **           | 54239,826 **           | 16853,589 **           |
| Erntetermin    | 2  | 65344,676 **           | 111931,769 **          | 63861,249 **           |
| N x E          | 6  | 14527,822 **           | 45442,994 **           | 6505,133 **            |
| Rest           | 30 | 1383,475               | 2043,243               | 654,116                |
| Total          | 48 |                        |                        |                        |

**Anhangtab. 157: Ergosterol-Konzentrationen** (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter **1998/1999**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 14                      | 27                       | 41                        | 62                        | 36          |
| Januar                                     | 69                      | 185                      | 170                       | 217                       | 160         |
| Februar                                    | 62                      | 145                      | 122                       | 163                       | 123         |
| x N-Menge                                  | 48                      | 119                      | 111                       | 148                       | <b>106</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 53,7 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 158: Ergosterol-Konzentrationen** (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter **1999/2000**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 21                      | 82                       | 87                        | 16                        | 52          |
| Januar                                     | 94                      | 157                      | 44                        | 147                       | 111         |
| Februar                                    | 282                     | 83                       | 253                       | 300                       | 230         |
| x N-Menge                                  | 133                     | 107                      | 128                       | 154                       | <b>131</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 65,2 |                         |                          |                           |                           |             |

**Anhangtab. 159: Ergosterol-Konzentrationen** (in mg kg TS<sup>-1</sup>) im Winter **2000/2001**

| N-Menge<br>Erntetermin                     | 0 kg N ha <sup>-1</sup> | 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 100 kg N ha <sup>-1</sup> | 150 kg N ha <sup>-1</sup> | x<br>Termin |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Dezember                                   | 32                      | 18                       | 42                        | 77                        | 42          |
| Januar                                     | 138                     | 119                      | 157                       | 199                       | 153         |
| Februar                                    | 109                     | 102                      | 175                       | 215                       | 150         |
| x N-Menge                                  | 93                      | 80                       | 125                       | 164                       | <b>115</b>  |
| GD <sub>5%</sub> N-Menge/Erntetermin= 36,9 |                         |                          |                           |                           |             |

## Lebenslauf

|                               |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name:                         | Markus Kräling                                                                                                                                                                                                   |
| Geburtsdatum                  | 19.09.1979                                                                                                                                                                                                       |
| 1985-1989                     | Grundschule<br>(Amöneburg-Mardorf)                                                                                                                                                                               |
| 1989-1998                     | Gymnasium Stiftsschule St. Johann<br>(Amöneburg)<br>Abschluss: Abitur                                                                                                                                            |
| Grundwehrdienst:              | 1998-1999                                                                                                                                                                                                        |
| 09/1999-04/2004               | Studium der Agrarwissenschaften an der Justus-Liebig-Universität Giessen<br>Abschluss: Diplom, Fachrichtung Tierproduktion                                                                                       |
| landwirtschaftliche Praktika: |                                                                                                                                                                                                                  |
| 02/2001-04/2001               | Ackerbau-/Schweinemastbetrieb im Verbund<br>Amöneburg-Mardorf/Homberg-Haarhausen                                                                                                                                 |
| 08/2001-10/2001               | Ackerbau-/Schweinemastbetrieb im Verbund<br>Amöneburg-Mardorf/Homberg-Haarhausen                                                                                                                                 |
| 08/2002-11/2002               | Ackerbau-/Schweinemastbetrieb im Verbund<br>Amöneburg-Mardorf/Homberg-Haarhausen                                                                                                                                 |
| Seit Juni 2004                | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für<br>Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II<br>– Grünlandwirtschaft und Futterbau –<br>der Justus-Liebig-Universität Gießen<br>mit Anfertigung der vorliegenden Arbeit |

**Mein Dank gilt:**

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz von Boberfeld für die Überlassung des Themas, die jederzeit gewährte Unterstützung und fachliche Beratung während der Anfertigung dieser Arbeit;

Herrn Prof. Dr. E. Weigand für die freundliche Übernahme des Korreferates;

allen Mitarbeitern des Instituts und der Versuchsstation Linden-Forst für die gute Arbeitsatmosphäre;

meinen Kollegen und Freunden Michaela Neff, Katja Banzhaf, Harald Laser, Katja Elsebach, Silke Echternacht, Edwin Mandler, Judith Oerlemanns, Gerhard Schlimmbach, Jörg Simon, Przemyslaw Mazur, Maik Sterzenbach für die technischen und fachlichen Hilfen, das angenehme Arbeitsklima und die schöne gemeinsame Zeit;

meinen langjährigen und neu dazu gewonnenen Freunden, allen voran Henrik Wagner;

meinen Eltern, meiner Schwester und deren Familie und meiner Freundin Nadine.