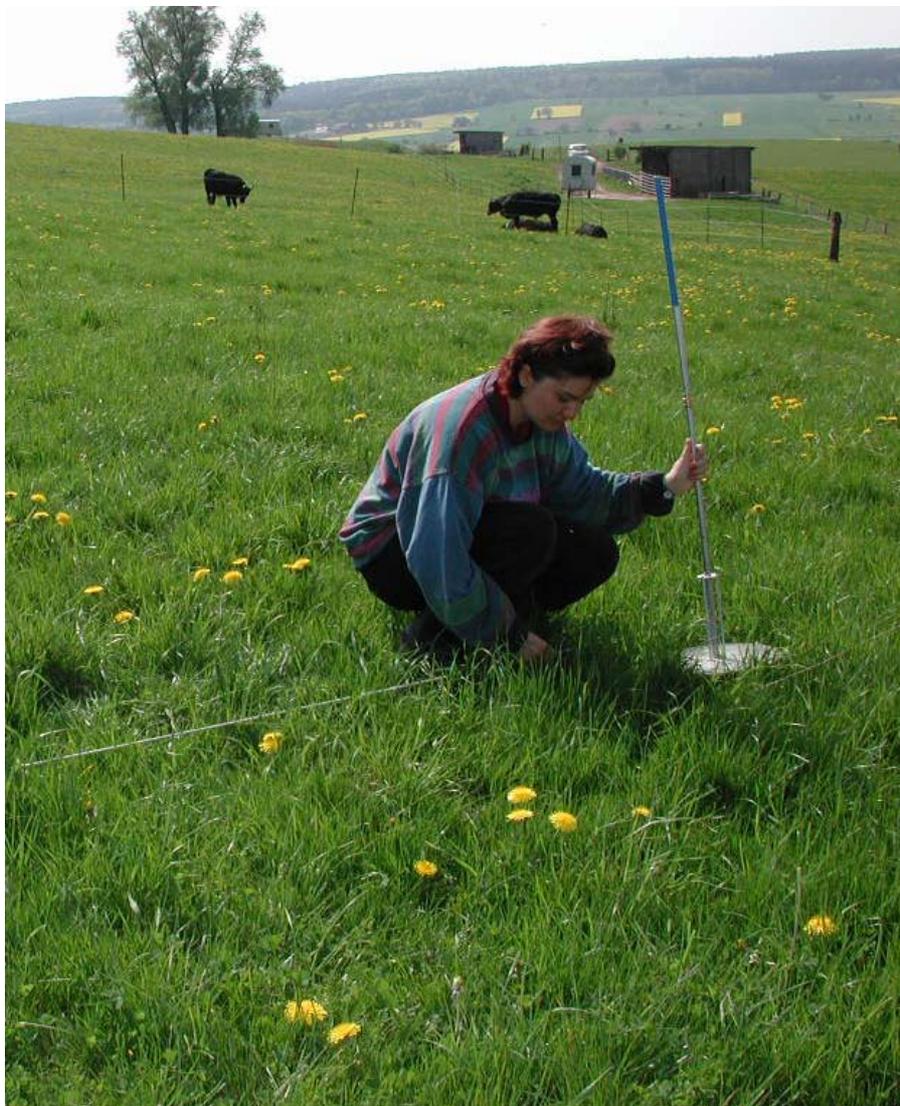


Nurdan Sahin

**Vegetationsentwicklung und Weideleistung
von Grasland bei extensiver Beweidung mit Ochsen**



Cuvillier Verlag Göttingen

Titel

**Vegetationsentwicklung und Weideleistung von Grasland
bei extensiver Beweidung mit Ochsen**

Dissertation

**zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen**

vorgelegt von

M.Sc. Nurdan Sahin

geboren in Söke/Aydin, Türkei

Göttingen, November 2005

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2005
Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2005
ISBN 3-86537-691-6

D7

- 1. Referent: Prof. Dr. Johannes Isselstein**
- 2. Korreferentin: Prof. Dr. Elke Pawelzik**

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2005
Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen
Telefon: 0551-54724-0
Telefax: 0551-54724-21
www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2005
Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN 3-86537-691-6

Inhaltverzeichnis

Inhaltverzeichnis	III
1 Einleitung und Problemstellung	1
2 Einfluss extensiver Beweidung mit Ochsen auf die Pflanzenartenvielfalt im Grasland..	5
2.1 Zusammenfassung	6
2.2 Einleitung	7
2.3 Material und Methoden	9
2.4 Ergebnisse.....	12
2.5 Diskussion	17
2.6 Literatur	20
3 Variabilität der Narbenstruktur und des Futterangebotes im Grasland bei extensiver Beweidung mit Ochsen.....	23
3.1 Zusammenfassung	24
3.2 Einleitung	25
3.3 Material und Methoden	27
3.4 Ergebnisse.....	30
3.5 Diskussion	36
3.6 Literatur	41
4 Untersuchung zur Ermittlung der Brutto-Weideleistung auf extensiver Standweide mit Ochsen	45
4.1 Zusammenfassung	46
4.2 Einleitung	47
4.3 Material und Methoden	49
4.4 Ergebnisse.....	52
4.5 Diskussion	56
4.6 Literatur	59
5 Zusammenfassung und generelle Schlussfolgerung.....	63

Einleitung und Problemstellung

1 Einleitung und Problemstellung

Infolge der Intensivierung der Grünlandwirtschaft ist es in den letzten Jahrzehnten zu Verlusten in der Artenvielfalt der Flora und Fauna gekommen. Die wichtigsten Ursachen dieses Rückganges im Grünland sind hoher Stickstoffeinsatz, Entwässerung, Grünlandumbruch, Brachfallen und Aufforstung. Mit der Intensivierung der Nutzung von Grünland entstanden zwar hochproduktive, aber auf die Artenvielfalt bezogen monotone Graslandbestände. Durch diese Intensivierung sind die Lebensräume der an weniger extensiv genutztes Grünland angepassten Flora und Fauna nicht mehr gewährleistet. Aufgrund der heute erkennbaren unerwünschten Auswirkungen intensiver Grünlandnutzung wird zunehmend zu weniger intensiver Grünlandnutzung zurückgekehrt. Die EU-Politik hat es sich zum Ziel gesetzt solche Bewirtschaftungssysteme zu fördern, die einen möglichst hohen Nutzen für die Agrarumwelt bei Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung ermöglichen. Daher begünstigen die derzeitigen agrarökonomischen Rahmenbedingungen extensive, ressourcenschonende Landbewirtschaftung mit geringer Düngungs- und Nutzungsintensität. Für extensive Produktionssysteme auf Grasland sind die Fleischrinderhaltung und die Färsenaufzucht gut geeignet. Jedoch hängt die Rentabilität solcher Systeme entscheidend davon ab, dass der Arbeitsaufwand und die Kosten niedrig sind. Die Standweide stellt eine in dieser Hinsicht besonders geeignete Form der ‚low-input‘ Graslandwirtschaft dar. Diese Weideform ist arbeitsextensiv und benötigt keine hohen Investitionen. Insbesondere zu den kostenträchtigen Schnittsystemen mit Futterkonservierung aber auch im Vergleich zu den arbeitsintensiveren Umtriebsweidesystemen ist die Standweide eine kostengünstige Alternative. Ein wesentlicher Unterschied im Vergleich extensiver und intensiver Weideformen liegt in der Möglichkeit der Futterselektion durch die Weidetiere. Aufgrund dieser selektiven Futteraufnahme der Weidetiere wird auf die Artenzusammensetzung der Grasnarbe eingewirkt. Die selektive Futteraufnahme bewirkt durch die Bevorzugung bestimmter Pflanzenarten und Pflanzenteile eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse im Pflanzenbestand. Eine extensive Beweidung mit geringer Besatzdichte hat zur Folge, dass sich ein Mosaik von kurzrasigen sowie von schwach beweideten als auch vollständig gemiedenen Narbenbereichen mit entsprechenden Auswirkungen für die räumliche Verteilung des Futterangebotes entwickelt. Diese Heterogenität hat Folgen für die Struktur und die Produktivität der Grasnarbe. Der Einfluss der extensivierten Standweide auf die botanische Zusammensetzung, die Narbenstruktur und die Ertragsleistung ist bisher noch nicht hinreichend untersucht wurden und daher Ziel dieser Arbeit.

Im Einzelnen sollten in der vorliegenden Arbeit folgende Hypothesen geprüft werden:

1. Die Extensivierung der Grünlandnutzung durch Standweide mit Fleischrindern erhöht die pflanzliche Artenvielfalt bzw. Artenzahl und verringert die botanische Ähnlichkeit der Grasnarbe.
2. Eine Verringerung der Besatzstärke auf der Standweide erhöht die räumliche und zeitliche Variabilität des Futterangebotes; diese Variabilität lässt sich mit ausreichender Genauigkeit quantitativ erfassen.
3. Die Berücksichtigung der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Narbenhöhe erhöht die Genauigkeit der Ermittlung der Brutto-Weideleistung auf einer extensivierten Standweide.

In der vorliegenden Dissertations-Arbeit wurden vorstehende Hypothesen mit Hilfe von drei Einzeluntersuchungen im Rahmen eines EU-Projektes geprüft. Bei dem dreijährigen Gesamt-Projekt handelte es sich um eine Standweide auf mesophilem Grünland im Mittelgebirge, welche von wachsenden Ochsen mit höherer oder niedriger Besatzdichte beweidet wurde. Die drei Einzeluntersuchungen der Dissertation sind in Manuskriptform verfasst und für eine spätere Veröffentlichung vorgesehen.

**Einfluss extensiver
Beweidung mit Ochsen auf die
Pflanzenartenvielfalt im Grasland**

2.1 Zusammenfassung

Die Bedeutung von Beweidungsintensität und Rinderrasse auf die Pflanzenartenvielfalt wurde in einem 3-jährigen Experiment untersucht. Die Versuchsfläche wurde als Standweide mit Ochsen genutzt und folgende Varianten wurden geprüft: (1) mäßig intensive Beweidung mit höherem Tierbesatz der Rasse Fleckvieh (Variante MC), (2) extensive Beweidung mit niedrigem Tierbesatz der Rasse Fleckvieh (Variante LC), (3) extensive Beweidung mit niedrigem Tierbesatz der Rasse Deutsch Angus (Variante LT). Für die Erfassung der botanischen Entwicklung wurden zu Beginn des Versuches in jeder Parzelle zehn Dauerquadrate von je 1 m² angelegt und diese an je drei Terminen in 2002-2004 wiederholt beprobt. Zu jedem Termin wurde eine Artenliste erstellt und der Deckungsgrad der einzelnen Arten bestimmt. Daraus errechnet wurde die mittlere und akkumulierte Artenzahl je Parzelle. Um die Ähnlichkeit der botanischen Zusammensetzung zwischen den Quadraten einer Parzelle darzustellen, wurde der Bray-Curtis-Index (BC-Index) berechnet. Mit dieser Maßzahl kann die Heterogenität in der Parzelle quantifiziert werden. Weiterhin wurde die zeitliche Entwicklung der botanischen Zusammensetzung hypothesengesteuert in multivariaten Auswertungsverfahren geprüft.

Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere und die akkumulierte Artenzahl nicht signifikant von der Beweidungsvariante und dem Jahr beeinflusst wurden. Die mittlere Artenzahl lag zum ersten Termin in jedem Jahr zwischen 10 und 11, die akkumulierte Artenzahl zwischen 22 und 25, und beide nahmen in den späteren Terminen jedes Jahres tendenziell ab. Der BC-Index als ein Maß für die Heterogenität in der Parzelle variierte zwischen 0,51 und 0,62 in den drei Varianten und drei Versuchsjahren. Während in der Variante mit hohem Tierbesatz, MC, die Ähnlichkeit der botanischen Zusammensetzung in allen Dauerquadraten aufgrund der zunehmenden Dominanz von *Lolium perenne* deutlich anstieg, nahm die Ähnlichkeit in den Varianten mit niedrigerem Tierbesatz, LC und LT, ab. Die multivariate Auswertung der zeitlichen Entwicklung der botanischen Zusammensetzung mit Hilfe der RDA ergab, dass der Effekt der Zeitdauer bzw. des Jahres und der Wechselwirkungen der Varianten mit dem Jahr mit 1,8 % nur einen kleinen Anteil der Variabilität in den Daten der Vegetationsaufnahmen erklärte. Der Effekt der unterschiedlichen Entwicklung in den drei Varianten ist tendenziell gesichert. Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass es in der relativ kurzen Untersuchungszeit von drei Jahren zwar rasch zu einer Veränderung in der quantitativen botanischen Zusammensetzung kommt, aber nicht zu einer Veränderung der Artenzahl. Jedoch kann erwartet werden, dass mit zunehmender Differenzierung der Narbenstruktur in den extensiven Varianten auch die Artenzahl beeinflusst wird.

2.2 Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten wurde die Produktivität vom Grasland mit Hilfe der Intensivierung der Bewirtschaftung erheblich gesteigert. Dies war verbunden mit einer Erhöhung der Düngungsintensität und Nutzungshäufigkeit sowie der Besatzdichte bei Beweidung. Infolge der Intensivierung hat sich die Graslandvegetation weit von ihrer unter traditionell extensiver landwirtschaftlicher Nutzung entstandenen Artenvielfalt entfernt und zu artenarmen Beständen entwickelt (Fuller 1987, Green 1990, Peeters & Janssens 1998, Poschlod & Schuhmacher 1998, Dierschke & Briemle 2002). Neben der intensiven Nutzung gefährdet aber auch die völlige Aufgabe der Graslandbewirtschaftung in ertragsschwachen Gebieten die Artenvielfalt erheblich (Korneck et al. 1998). Unter intensiver Schnitt- oder Weidenutzung können sich nur solche Arten erhalten, die häufige Entblätterung tolerieren (Olf & Ritchie 1998) und sich vegetativ regenerieren können (Briemle & Ellenberg 1994). Auf der anderen Seite dominieren nach Brachfallen einer Graslandfläche zunächst einige hochwüchsige Arten und unterdrücken durch Lichtausschluß alle übrigen Arten, während es in späteren Sukzessionsstadien zu Verbuschung und Wiederbewaldung kommen kann. In jüngster Zeit werden vermehrt Anstrengungen unternommen durch Extensivierung der Graslandbewirtschaftung den starken Rückgang der Artenvielfalt aufzuhalten. Der Begriff Artenvielfalt umfasst dabei sowohl die Artenzahl als auch die mengenmäßige Artenzusammensetzung (Stirley & Wilsey 2001). Jedoch wird oftmals ausschließlich die Anzahl der Arten auf einer Fläche als Indikator für die biologische Wertigkeit der Vegetation verwendet. Beide Komponenten der Artenvielfalt sind abhängig von den abiotischen Bedingungen am Wuchsort, den Konkurrenzverhältnissen in der Vegetation und werden beeinflusst von der Bewirtschaftungsart und –intensität. Untersuchungen zu Veränderungen der Artenvielfalt unter extensivierter Schnittnutzung zeigten meist keine spontane Erhöhung der Artenzahl (Berendse et al. 1992, Nösberger 1993, Dyckmans et al. 1999), aber es ist wenig bekannt über die botanische Diversität bei extensiver Beweidung von Wirtschaftsgrünland. Es wird vermutet, dass Beweidung rascher eine Veränderung der strukturellen Vielfalt und nachfolgend der pflanzlichen Artenvielfalt ermöglicht als Schnittnutzung (Bakker 1989). Unter Beweidung wird die räumliche Heterogenität der Vegetation durch selektiven Verbiss, Tritt und Exkremete verändert. Vor allem auf Standweiden mit niedrigen und mittleren Besatzdichten kommt es zu Futterüberschuss, die Tiere können auswählen und aufgrund des Selektionsvermögens entsteht ein kleinräumiges Mosaik aus kurz beweideten und überständigen Narbenbereichen (Bakker 1998). Dieses Nebeneinander von überständigen Bereichen der Standweide, in denen Pflanzen blühen und fruchten können und kurzrasigen

Bereichen, in denen ausgefallene Samen keimen können, bietet potenziell vielfältige Nischen für die Regeneration aber auch für die Etablierung verschiedenartiger Pflanzenarten. Ob diese Nischen auch für die Besiedlung durch neue Arten genutzt werden können, hängt zudem aber auch von dem Pool der in der umgebenden Vegetation zur Verfügung stehenden Pflanzenarten ab. Es gibt Hinweise, dass nicht nur verschiedene Tierarten, sondern auch unterschiedliche Rassen sich in der Selektivität ihres Fraßverhalten unterscheiden (Rook & Tallowin 2003, Rook et al. 2004). Solch ein rassenbedingt divergierendes Einwirken auf die Grasnarbe und somit auf die Narbenheterogenität könnte die Artenvielfalt beeinflussen.

Für die Vegetation auf Weideflächen sind neben perennierenden Graslandarten auch annuelle 'Störungszeiger' charakteristisch. Da das Vorkommen von einzelnen Arten, besonders solcher kurzlebigen Arten, während der Weideperiode stark variieren kann (Whalley & Hardy 2000), ist für eine möglichst vollständige Arten-Erfassung eine hohe zeitliche Auflösung der Untersuchung nötig. Aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes wird dies jedoch selten in den bisher vorliegenden botanischen Erhebungen auf Weideflächen berücksichtigt.

Die sich unter einem Standweide-System entwickelnde mosaikartige, heterogene Grasnarbe mit Bereichen, in denen Arten verloren gehen und anderen Bereichen, in denen Arten neu hinzukommen, kann durch mittlere Werte für Artenzahlen nur unzureichend beschrieben werden (Whalley & Hardy 2000). Um die räumliche Dynamik der Artenzahl für die Gesamtfläche je Parzelle bestmöglich zu berücksichtigen ist es nötig, die akkumulierte Anzahl Arten in einer möglichst hohen Anzahl an Teilflächen zu ermitteln (Magurran 2004). Es wird angenommen, dass die quantitative Artenzusammensetzung rascher auf eine Veränderung der Umweltbedingungen reagiert als die qualitative Artenzusammensetzung (Whalley & Hardy 2000). Um das Ausmaß der unter Beweidung entstehenden Heterogenität zu quantifizieren, sollte daher neben der Artenzahl auch die quantitative Ähnlichkeit der botanischen Zusammensetzung von Teilflächen erhoben werden.

Es ist wenig bekannt über die Bedeutung verschieden intensiver Standbeweidung und der eingesetzten Rinderrasse auf die Entwicklung der botanischen Vielfalt. Daher wurde in dem vorliegenden Versuch geprüft, welchen Einfluss die Beweidungsintensität und die Rinderrasse auf die pflanzliche Artenzahl und –zusammensetzung hat.

2.3 Material und Methoden

2.3.1 Standort und Versuchsanlage

Die Versuchsfläche liegt in Relliehausen (51° N 9° E, 250 m ü. NN), im Mittelgebirge Solling im südlichen Niedersachsen. Das langjährige Mittel der Jahresniederschlagsmenge beträgt 879 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur war 8,2 °C (Standort in Dassel; 1961-1990, Deutsche Wetterdienst, DWD). Der Boden der Versuchsfläche ist eine Braunerde/Pelosol. Der pH-Wert beträgt 6,3. Die Bodennährstoffgehalte lagen zu Versuchsbeginn bei 6,2 mg P, 16,3 mg K und 33,8 mg Mg je 100 g trockener Boden (April 2002). Die Untersuchungen im Boden wurden nach der CAL/DL-Methode (Extraktions-Methode) durchgeführt. Das Grünland der Versuchsfläche wurde seit über zehn Jahren als extensive Standweide genutzt und weder gedüngt noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Die Vegetation der Versuchsfläche kann pflanzensoziologisch dem *Lolio-Cynosuretum* zugeordnet werden. Die hier vorgestellte Arbeit ist eingebunden in das EU-Projekt 'FORBIOBEN', das agronomische, ökologische und ökonomische Auswirkungen extensiver Weidesysteme untersucht. Dazu wurde im Frühjahr 2002 auf einer Grünlandfläche des Versuchsgutes Relliehausen der Universität Göttingen ein mehrjähriger Weideversuch mit wachsenden Ochsen eingerichtet. Folgende drei Beweidungsvarianten wurden im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die botanische Entwicklung geprüft:

(1) Mäßig intensive Beweidung / leistungsfähige Rasse, Fleckvieh (Moderate stocking / Commercial breed = MC), (2) extensive Beweidung / leistungsfähige Rasse, Fleckvieh (Lenient stocking / Commercial breed = LC), (3) extensive Beweidung / mäßig leistungsfähige Rasse, Deutsch Angus (Lenient stocking / Traditional breed = LT). Die Intensität der Standweide wurde durch die Zielnarbenhöhe vorgegeben (mäßig intensive Beweidung = 6 cm, extensive Beweidung = 12 cm). Die mittlere Narbenhöhe wurde wöchentlich kontrolliert und die Besatzdichte angepasst. Alle Varianten waren dreifach wiederholt, die Parzellengröße betrug jeweils 1 ha. Die Parzellengröße war so gewählt, dass mindestens drei Kerntiere während der gesamten Weideperiode auf der Fläche bleiben konnten. In den drei Versuchsjahren fand der Weideauftrieb zwischen Mitte April und Mitte Mai statt, der Weideabtrieb war zwischen Ende September und Mitte Oktober.

2.3.2 Botanische Erhebungen

Im Frühjahr 2002 wurden zu Beginn des Versuches in jeder Parzelle gleichmäßig verteilt zehn Dauerquadrate von je 1 m² angelegt. Diese Dauerquadrate wurden während der dreijährigen Versuchsdauer wiederholt untersucht, wobei dreimal in jeder Weidesaison die botanische

Zusammensetzung in jedem Quadrat erhoben wurde. Dies war jeweils zu Beginn der Weidesaison im Mai (= 1. Termin), nach der Blüte der hauptbestandsbildenden Gräser im Juli (= 2. Termin) und am Ende der Weidesaison im September (= 3. Termin). Zu jedem Termin wurde eine Artenliste erstellt und der Deckungsgrad jeder höheren Pflanzen geschätzt. Einige Taxa wurden nicht bis zur Ebene der Art differenziert; diese sind im Folgenden mit dem Gattungsnamen und *spec.* bezeichnet. Im weiteren Text wird aus Gründen der leichten Lesbarkeit dennoch der Ausdruck Artenzahl beibehalten. Aufgrund dieses Vorgehens liegt die tatsächliche Artenzahl in den Dauerquadraten vermutlich um 2 - 3 Arten höher als in den gezeigten Ergebnissen.

Die mittlere Artenzahl der Dauerquadrate von 1 m² (auch Punkt- oder α -Diversität genannt, Gering et al. 2003) wurde über die Anzahl Arten der zehn Dauerquadrate je Parzelle gemittelt. Da angenommen wurde, dass sich unter dem Standweide-System eine mosaikartige, heterogene Grasnarbe entwickelt mit Bereichen in denen Arten verloren gehen und anderen Bereichen in denen Arten neu hinzukommen, wurde die Gesamtartenzahl je Parzelle anhand der Artenzahl in der aufsummierten Fläche von 10 x 1m² berechnet. Diese Gesamtartenzahl, auch akkumulierte Artenzahl genannt, wird in anderen Untersuchungen als γ -Diversität bezeichnet.

Um die Heterogenität innerhalb einer Parzelle bzw. zwischen den Quadraten und deren zeitliche Entwicklung in den verschiedenen Varianten zu vergleichen, wurde der Bray-Curtis-Index (im Folgenden als BC-Index abgekürzt) ermittelt. Dieser Index beschreibt die quantitative Ähnlichkeit der botanischen Zusammensetzung zwischen den zehn Dauerquadraten je Parzelle. Dabei wird der BC-Index für den Vergleich von jeweils zwei Dauerquadraten nach untenstehender Formel (Magurran 2004) berechnet. Somit resultieren bei zehn Quadraten insgesamt 45 zweiseitige Vergleiche je Parzelle. Der Mittelwert dieser 45 Vergleiche gibt die mittlere Ähnlichkeit je Parzelle an. Der BC Index variiert zwischen 0 und 1, wobei der maximale Wert von 1 eine vollständige Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung von zwei Quadraten beschreibt.

Bray Curtis Index: $S_{bc} = 2w / (B+C)$

S_{bc} = Bray-Curtis Index

w = Summe des jeweils niedrigsten Deckungsgrades der gemeinsamen Arten in Dauerquadrat 1 und 2

B = Summe der Deckungsgrade aller Arten in Dauerquadrat 1

C = Summe der Deckungsgrade aller Arten in Dauerquadrat 2

Der Einfluß der Faktoren Beweidungsvariante und Jahr auf die mittlere und akkumulierte Artenzahl sowie auf den Bray-Curtis Index wurde mit Hilfe des linearen gemischten Modells in SPSS Version 12.0 geprüft. Dieses Modell wurde verwendet, da es so möglich war, den Faktor „Jahr“ als wiederholten Effekt zu berücksichtigen. Dabei wurden jeweils die drei Termine getrennt verrechnet, da ein Vergleich der Werte im Frühsommer mit denen im Herbst nicht sinnvoll erschien aufgrund der unterschiedlichen jahreszeitlichen Entwicklung der Pflanzenarten, die mögliche Varianteneffekte überdecken könnte.

2.3.3 Ordination

Die Vegetationsdaten wurden mittels einer direkten multivariaten Gradientenanalyse (RDA = redundancy analysis) zu den 'Umweltparametern', hier die Beweidungsvarianten und die Beweidungsdauer in Jahren, in Beziehung gesetzt. Bei diesem Vorgehen wird die Variabilität in der Artenzusammensetzung ermittelt, die in Beziehung zu den implementierten Umweltparametern steht. Die RDA wurde mittels CANOCO (CANOCO for Windows 4.5, ter Braak & Smilauer 1998) durchführt. Die RDA ist eine Gradientenanalyse, die auf der Annahme der linearen Art-Antwort beruht. Diese wurde verwendet, da die Vegetationsdaten relativ homogen waren. Für die Berechnung wurden die Daten der Arten standardisiert, indem sie durch die Standardabweichung dividiert wurden. Desweiteren wurden sie log-transformiert ($y' = \log_{10}(y + 1)$) und nach Arten zentriert (centering by species). In der direkten Gradientenanalyse können Kombinationen von Variablen und Kovariablen einschließlich ihrer Wechselwirkungen mit Hilfe eines geeigneten Monte-Carlo-Permutation Tests verwendet werden, um eine Vielzahl von Hypothesen zu testen (ter Braak & Smilauer 1998). Für die getrennt verrechneten 1., 2. und 3. Termine lagen jeweils Vegetationsdaten in Form von wiederholten Messungen für das 1., 2. und 3. Versuchsjahr vor. Durch Anwendung eines für wiederholte Messungen geeigneten Permutationsverfahrens können die Einflussfaktoren Beweidungsvariante und Jahr in einer Weise getestet werden, die mit der Varianzanalyse für wiederholte Messungen vergleichbar ist (Leps & Smilauer 2003). Unter einer spezifischen Plot ID wurden jeweils die in den drei Versuchsjahren wiederholt erhobenen Vegetationsdaten von einem definierten Dauerquadrat erfasst. Eine signifikante Wechselwirkung von Jahr und Variante deutet auf eine unterschiedliche botanische Entwicklung der geprüften Varianten hin. Mit Hilfe der 'biplot'-Ordination, erstellt in CANODRAW, wurden die Ergebnisse der Ordination visualisiert.

2.4 Ergebnisse

2.4.1 Artenzahl

Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte und die Ergebnisse der varianzanalytischen Verrechnung der mittleren Artenzahl je Dauerquadrat von 1 m². Zum ersten Termin ist die mittlere Artenzahl in den drei geprüften Varianten und drei Versuchsjahren über 10. Zum zweiten Termin sind die Werte in allen Varianten und Jahren etwas niedriger als zum ersten Termin, und zum dritten Termin in den meisten Erhebungen noch etwas niedriger als zum zweiten Termin. Es gibt keinen signifikanten Effekt der Variante auf die mittlere Artenzahl. Zum dritten Termin ist der Effekt des Jahres signifikant und die Wechselwirkung Jahr * Variante tendenziell vorhanden. Während die Artenzahl über die drei Versuchsjahre in der Variante LC relativ konstant bleibt, nimmt sie in den Varianten MC und LT zunächst in 2003 ab und steigt 2004 über den Wert des Jahres 2002 an.

Tabelle 1: Mittelwert (Standardfehler) und Varianzanalyse der mittleren Artenzahl je 1 m²

Jahr	1.Termin			2.Termin			3.Termin		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Variante									
MC	10,5 (0,76)	11,0 (1,57)	11,1 (1,74)	10,3 (1,00)	10,4 (1,04)	10,8 (1,37)	11,1 (0,95)	10,6 (1,34)	11,6 (0,97)
LC	10,8 (0,68)	11,0 (0,49)	11,2 (0,44)	10,0 (0,95)	10,4 (0,95)	10,2 (0,06)	10,4 (0,65)	10,6 (1,01)	10,4 (0,29)
LT	10,8 (0,78)	10,6 (0,85)	11,2 (1,37)	10,8 (0,26)	10,0 (0,40)	10,3 (1,18)	10,9 (0,38)	10,0 (1,12)	11,1 (0,65)
Varianzursache		Signifikanz des <i>P</i> -Wertes							
Jahr (J)	0,504			0,650			0,018		
Variante (V)	0,976			0,905			0,409		
J * V	0,894			0,279			0,054		

Tabelle 2 zeigt die akkumulierte Artenzahl für alle zehn Dauerquadrate je Parzelle. Die akkumulierte Artenzahl variiert zwischen 22 und 25 zum ersten Termin in allen drei Jahren. Ähnlich wie die mittlere Artenzahl nimmt auch die akkumulierte Artenzahl vom ersten bis zum dritten Termin in jedem Versuchsjahr ab. Der Einfluss der geprüften Faktoren ist zum ersten und zweiten Termin nicht signifikant, zum dritten Termin ist die Bedeutung des Jahres statistisch gesichert mit signifikant höherer akkumulierter Artenzahl in 2004 verglichen mit 2002.

Tabelle 2: Mittelwert (Standardfehler) und Varianzanalyse der akkumulierten Artenzahl je 10 m²

Jahr	1.Termin			2.Termin			3.Termin		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Variante									
MC	22,7 (2,52)	23,0 (3,00)	23,3 (3,51)	19,7 (2,52)	20,7 (0,58)	21,7 (2,08)	18,3 (0,58)	19,7 (1,53)	20,7 (2,08)
LC	23,0 (1,00)	22,7 (1,53)	24,0 (4,36)	19,7 (1,15)	21,0 (2,00)	21,3 (23,3)	20,0 (1,00)	18,0 (1,00)	20,0 (2,65)
LT	23,0 (2,65)	23,0 (2,00)	25,0 (3,00)	22,3 (3,51)	21,7 (1,53)	23,3 (3,06)	20,0 (1,00)	18,3 (0,58)	22,7 (1,53)
Varianzursache									
Signifikanz des <i>P</i> -Wertes									
Jahr (J)	0,425			0,256			0,010		
Variante (V)	0,956			0,619			0,372		
J * V	0,949			0,698			0,167		

2.4.2 Quantitative Ähnlichkeit

Tabelle 3 zeigt die mittlere Ähnlichkeit in der quantitativen Artenzusammensetzung resultierend aus dem Mittel aller zweiseitigen Vergleiche der zehn Dauerquadrate je Parzelle angegeben als Bray-Curtis Index. Zum ersten Termin variiert der Bray-Curtis Index zwischen 0,51-0,62 in den drei Varianten und drei Versuchsjahren. Im Jahr 2002 nimmt der Bray-Curtis Index und somit die Ähnlichkeit vom ersten zum dritten Termin in allen Varianten zu. Im Jahre 2003 ist dies umgekehrt mit höheren Ähnlichkeiten zum ersten Termin verglichen mit dem zweiten und dritten Termin. Im Jahr 2004 ist das zeitliche Verhalten der Varianten unterschiedlich. Es besteht kein signifikanter Effekt der Variante oder des Jahres auf den Bray-Curtis Index zu den geprüften Terminen. Zum zweiten Termin ist die Wechselwirkung Jahr * Variante signifikant. Dies ist verursacht durch die mit den Versuchsjahren ansteigende Ähnlichkeit in der Variante MC, wogegen in den Varianten LC und LT die Ähnlichkeit abnimmt.

Tabelle 3: Mittelwert (Standardfehler) und Varianzanalyse des Bray-Curtis Index

Jahr	1.Termin			2.Termin			3.Termin		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Variante									
MC	0,51 (0,03)	0,61 (0,05)	0,62 (0,06)	0,53 (0,03)	0,57 (0,04)	0,59 (0,04)	0,54 (0,05)	0,57 (0,04)	0,56 (0,02)
LC	0,52 (0,02)	0,55 (0,04)	0,51 (0,06)	0,62 (0,04)	0,53 (0,02)	0,51 (0,03)	0,60 (0,01)	0,55 (0,05)	0,53 (0,03)
LT	0,54 (0,06)	0,57 (0,04)	0,55 (0,07)	0,59 (0,05)	0,49 (0,04)	0,51 (0,05)	0,61 (0,06)	0,54 (0,09)	0,49 (0,04)
Varianzursache		Signifikanz des <i>P</i> -Wertes							
Jahr (J)	0,055			0,056			0,216		
Variante (V)	0,760			0,600			0,944		
J * V	0,353			0,033			0,356		

2.4.3 Ordination

Die Auswertung der zeitlichen Entwicklung der Artenzusammensetzung in den verschiedenen Behandlungen wurde mit Hilfe der RDA für wiederholte Messungen durchgeführt. Der Effekt der Zeitdauer bzw. des Jahres und der Wechselwirkungen der Varianten mit dem Jahr erklärte 1.8 % der Variabilität in den Daten der Vegetationsaufnahmen (Tabelle 4). Der Monte-Carlo-Permutation Test zeigte, dass das getestete Modell (Analyse C1 in Tabelle 4) signifikant besser war als ein zufällig erzeugtes Modell ($P = 0.002$ für die erste Achse). Dies dokumentiert eine gerichtete zeitliche Entwicklung der botanischen Zusammensetzung, die entweder gleichförmig in allen Varianten oder in einzelnen Varianten stattfand.

Tabelle 4: Ergebnisse der RDA-Analyse von wiederholten Vegetationsaufnahmen am ersten Termin (2002, 2003, 2004) in 90 Dauerquadraten von je 1 m²

Analyse	Geprüfte Hypothese	Erklärende Variable	Kovariable	% Erklär. 1. Achse	F-Wert	P-Wert
C1	Gibt es gerichtete zeitliche Veränderungen in Artenzusammensetzung, die entweder allen Varianten gemeinsam sind oder nur in einzelnen Varianten auftreten?	Y, Y * MC Y * LC, Y * LT	Plot ID	1.8	10.18	0.002
C2	Gibt es zeitliche Veränderung in einzelnen Varianten?	Y * MC, Y * LC, Y * LT	Y, Plot ID	0.4	2.36	0.096
C3	Zeitliche Veränderungen in MC?	Y * MC	Y, Plot ID	0.4	2.36	0.096
C4	Zeitliche Veränderungen in LC?	Y * LC	Y, Plot ID	0.2	1.27	0.302
C5	Zeitliche Veränderungen in LT?	Y * LT	Y, Plot ID	0.3	2.17	0.082

% Erklär. 1. Achse = gibt an wieviel % Variation in der Artzusammensetzung durch die erste Achse erklärt wird – Maßzahl für den Erklärungsgehalt der unabhängigen Variable(n); F-Test = Statistik und zugehörige Wahrscheinlichkeit errechnet mit dem Monte-Carlo-Permutation-Test (499 Permutationen); Y = Zeit (Jahre auf der Zeitachse); Plot ID = Laufende Nummer für jedes Dauerquadrat; * = Wechselwirkung;

Der Einfluss der zeitlichen Entwicklung der einzelnen Varianten zusammen war tendenziell vorhanden, aber nicht statistisch gesichert ($P = 0.096$). Von den drei Beweidungsvarianten verursachte die zeitliche botanische Entwicklung der Variante MC den größten Anteil an der Variabilität in den Daten der Vegetationsaufnahmen, dieser Effekt war aber nur tendenziell vorhanden. Abbildung 1 visualisiert die Ergebnisse der Auswertungen mit Hilfe der RDA. Die Richtung der Vektorpfeile zeigt den Einfluss auf die botanische Entwicklung und wie stark Varianten und Arten miteinander korreliert sind. Während die Variante MC deutlich negativ und die Variante LT positiv mit der 1. Achse korreliert sind, ist Variante LC stark mit der 2. Achse korreliert. In Abbildung 1 sind nur solche Arten dargestellt, deren Vorkommen sich deutlich im Laufe der Versuchsdauer verändert hat (Artwert über 0.08), jedoch wurden alle vorkommenden Arten für die Berechnung berücksichtigt. Zu den Arten, deren Vorkommen durch die Variante MC im Laufe der Versuchsdauer erhöht wurde, gehören *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*, *Plantago major*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Cerastium spec.* und *Rumex obtusifolius*. Positiv korreliert mit der Variante LC waren die Arten *Sonchus spec.*, *Lamium purpureum* und *Dactylis glomerata*, negativ korreliert bzw.

abnehmend im Vorkommen waren *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne* und *Plantago major*. In Variante LT nahmen vor allem die Arten *Centaurea jacea*, *Cirsium vulgare*, *Rosa spec.* und *Dactylis glomerata* in ihrem Vorkommen zu.

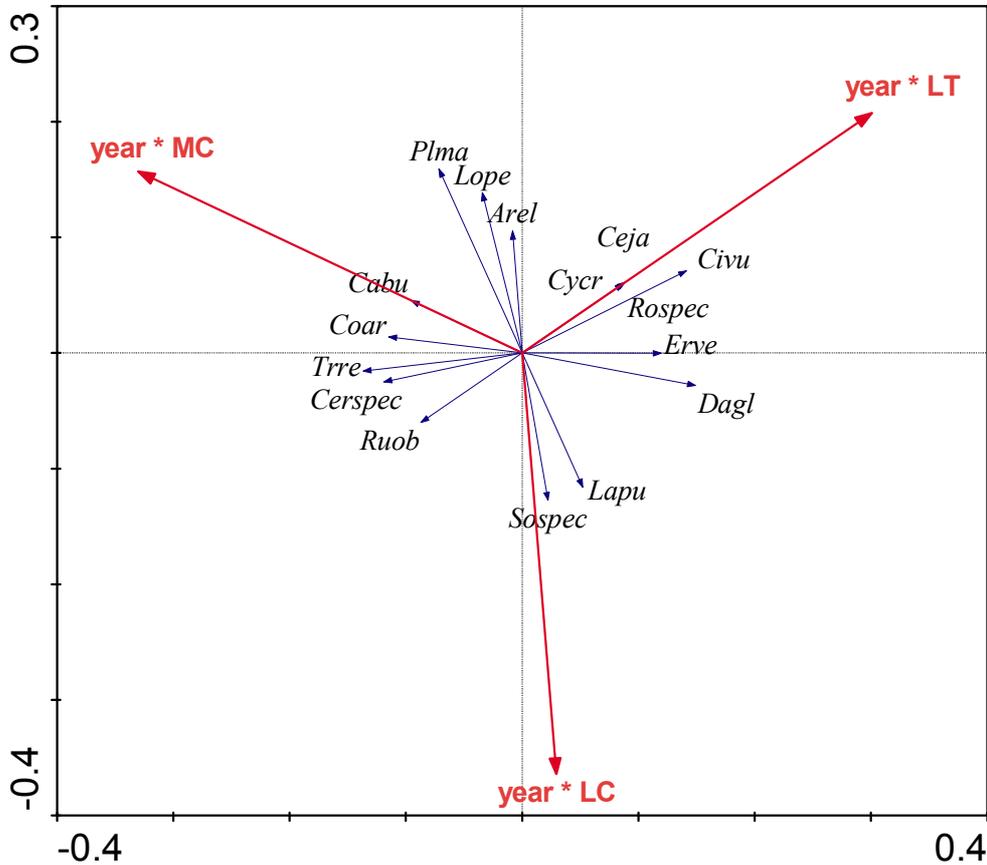


Abbildung 1: RDA-Diagramm zeigt Ergebnisse der C2 Analyse in Tabelle 7. Dargestellt sind die Wechselwirkungen der drei Behandlungen mit dem Jahr und 16 Arten, deren Artwerte größer als 0.08 auf der ersten oder zweiten Ordinations-Achse sind.

Abkürzungen der Artnamen: Arel – *Arrhenatherum elatius*, Cabu - *Capsella bursa-pastoris*, Ceja – *Centaurea jacea*, Cerspec – *Cerastium species*, Civu - *Cirsium vulgare*, Coar - *Convolvulus arvensis*, Cycr - *Cynosurus cristatus*, Dagl - *Dactylis glomeratum*, Erve - *Erophila verna*, Lapu - *Lamium purpureum*, Lope - *Lolium perenne*, Plla - *Plantago lanceolata*, Rospec - *Rosa species*, Ruob - *Rumex obtusifolius*, Sospec - *Sonchus species*, Trre - *Trifolium repens*

2.4.4 Entwicklung ausgewählter Grasarten

Tabelle 5 zeigt die Veränderung des Deckungsgrades von ausgewählten Grasarten in den drei Beweidungsvarianten während der dreijährigen Versuchsdauer jeweils zum ersten Termin. Mit zunehmender Versuchsdauer nimmt der Deckungsgrad von *Dactylis glomerata* signifikant in den Varianten LC und LT zu. Das Vorkommen von *Lolium perenne* verändert sich in den drei Varianten unterschiedlich, mit einer starken Zunahme in MC, während der Deckungsgrad in

LC und LT geringfügig abnimmt oder etwas zunimmt. Dieser Effekt ist Ursache für die Wechselwirkung Variante * Jahr, die jedoch nur tendenziell vorhanden ist. Die Veränderungen der Deckungsgrade von *Festuca rubra* und *Alopecurus pratensis* sind nur geringfügig und nicht signifikant.

Tabelle 5: Deckungsgrad in % (Standardfehler) der ausgewählten Arten zum 1. Termin

Jahr	<i>Alpr*</i>			<i>Dagl</i>			<i>Feru</i>			<i>Lope</i>		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Variante												
MC	2,4 (4,9)	1,2 (0,7)	1,8 (0,7)	10,4 (0,7)	5,4 (1,0)	9,2 (1,4)	2,6 (2,6)	1,4 (1,4)	3,1 (3,1)	24,2 (1,8)	34,9 (5,5)	44,1 (3,9)
LC	1,3 (0,5)	3,5 (1,5)	4,3 (1,9)	5,6 (0,8)	5,9 (1,3)	12,1 (3,6)	5,7 (4,7)	5,2 (4,1)	7,8 (6,5)	22,6 (1,8)	24,3 (2,5)	20,9 (3,8)
LT	0,6 (0,4)	1,3 (1,1)	2,3 (1,0)	6,3 (3,0)	7,1 (1,7)	11,3 (1,2)	4,3 (4,1)	4,6 (4,1)	6,1 (6,1)	20,5 (2,7)	25,4 (3,7)	27,0 (4,8)
Varianzursache				Signifikanz des P-Wertes								
Jahr (J)	0,261			0,008			0,162			0,020		
Variante (V)	0,451			0,981			0,246			0,028		
J * V	0,314			0,191			0,941			0,063		

* Abkürzungen der Artnamen siehe Abbildung 1

2.5 Diskussion

2.5.1 Entwicklung der Artenzahl

Über drei Weideperioden wurde ein mäßig artenreiches *Lolio-Cynosuretum* als Standweide mit Ochsen genutzt. Weder die Beweidungsintensität noch die Rasse der weidenden Ochsen beeinflusste die mittlere bzw. die akkumulierte Artenzahl. In allen drei Versuchsjahren war die akkumulierte Artenzahl jeweils zum ersten Erhebungstermin im Frühsommer am höchsten wogegen im weiteren Verlauf jeder Weideperiode zu Mitte und Ende des Sommers stets einige Arten weniger nachgewiesen werden konnten. Dies könnte darin begründet liegen, dass in den Frühsommer-Terminen stets Frühlingsblüher wie *Ranunculus ficaria* oder im Frühling auflaufende, kurzlebige annuelle Arten in der aktuellen Vegetation vorhanden waren, die zu späteren Terminen keine oberirdische Biomasse hatten und somit nicht identifizierbar waren. Dass von der Extensivierung der Nutzung selten ein kurzfristiger Effekt auf die mittlere Artenzahl ausgeht, wurde bereits von anderen Autoren vor allem unter extensiver Schafbeweidung (Hulme et al. 1999, Marriott et al. 2002, Bakker et al. 2003) als auch unter

Schnittnutzung (Berendse et al. 1992) ermittelt. Es kann angenommen werden, dass ein ausbleibender Anstieg der Artenzahl unter extensiver Beweidung in verschiedenen Faktoren begründet liegt. Zunächst müssen in der umgebenden Vegetation oder der Samenbank im Boden 'neue' Arten vorhanden sein. Diese müssen dann auch in den oberirdischen Pflanzenbestand der Weidefläche gelangen. Und zusätzlich müssen entsprechende Umweltbedingungen in der Grasnarbe vorherrschen, die die Keimung und Etablierung der neuen Arten ermöglichen. Auch wenn alle Voraussetzungen prinzipiell erfüllt sind, wird die spontane Besiedlung kurzfristig nur selten eintreten, da Samen und Regenerationsnische zeitlich und räumlich zusammen auftreten müssen und dies ein zufälliger Prozess ist. Das am Standort der hier vorgestellten Untersuchung noch zahlreiche neue Arten in der umgebenden Vegetation vorhanden sind, kann als eher unwahrscheinlich angesehen werden, da in den letzten Jahrzehnten sowohl die Versuchsfläche als auch die umliegenden Graslandflächen überwiegend beweidet wurden, und somit beweidungsintolerante Arten fast vollständig aus den Beständen verschwunden sein könnten (McIntyre et al. 2005). Erstaunlich ist auch, dass unter der intensiven Beweidung in der Variante MC die Artenzahl während der dreijährigen Beweidungsdauer nicht zurückgeht. Ursache hierfür könnte zum einen sein, dass Graslandarten, die langfristig eine sehr häufige Entblätterung nicht tolerieren, noch für einige Zeit im Bestand überleben können – wenn auch mit weniger und kleineren Individuen. Da viele Graslandarten ausdauernd sind, wird eine nicht stattfindende aber langfristig notwendige Erneuerung über die Samenphase erst nach Jahren in der Artenzahl sichtbar. Auch ein Effekt der Rinderrasse auf die pflanzliche Artenzahl konnte nicht festgestellt werden. Da vermutet wird, dass mögliche Rassenunterschiede sich vor allem durch verschieden starke Selektion bestimmter Pflanzen bzw. Narbenstruktur-Bereiche äußern, ist dieses Ergebnis nicht erstaunlich. Solche rassentypischen Beweidungsmuster würden sich kurzfristig zunächst in einer Veränderung der Konkurrenzverhältnisse in der Grasnarbe und somit der mengenmäßigen Zusammensetzung zeigen. Mit einer Veränderung der Artenzahlen kann auch hier erst nach längeren Untersuchungszeiten gerechnet werden.

2.5.2 Entwicklung der Artenzusammensetzung

Während der dreijährigen Versuchsdauer trat die deutlichste Veränderung in der Artenzusammensetzung, hier gemessen als Deckungsgrad, in der intensiv beweideten Variante MC auf (vgl. Tabelle 4) mit einer deutlichen Ausbreitung von *Lolium perenne* (vgl. Tabelle 5) und einer geringen Zunahme von *Trifolium repens*. *L. perenne* ist eine durch häufige Entblätterung begünstigte Grasart, die den Verbiss und den Tritt der Tiere sehr gut verträgt

und sich besonders unter nährstoffreichen Bedingungen bei intensiver Nutzungsfrequenz stark bestocken kann (Petersen 1992) und dann eine hohe Konkurrenzkraft bzw. ein hohes Verdrängungsvermögen aufweist. Es wurde gezeigt, dass intensivere Formen der Beweidung, auch wenn sie wie in der hier vorgestellten Untersuchung unter ‚low-input‘ Bedingungen erfolgen, die Entwicklung von *L. perenne* begünstigen können (Hofmann et al. 2001). Die intensive Beweidung führte aufgrund der höheren Besatzdichte zu einer stärkeren Narbenstörung durch den Tritt der Tiere mit einem höheren Anteil von Bereichen, in denen die Grasnarbe entfernt war. Diese Störstellen dienten ruderalen Arten wie *Convolvulus arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* und besonders *Plantago major* zum Auflaufen. Vor allem die beiden letztgenannten Arten gelten als Zeigerpflanzen für Überbeweidung (Opitz von Boberfeld 1986, Nitsche & Nitsche 1994). Somit begünstigen die vermehrten Narbenschäden unter intensiver Beweidung die Ausbreitung unerwünschter Arten (Dierschke & Briemle 2002). Dagegen nimmt in den beiden extensiv beweideten Varianten LC und LT der Anteil der Obergräser *Dactylis glomerata* und *Alopecurus pratensis* etwas zu.

Vom ersten bis zum dritten Versuchsjahr nimmt die Ähnlichkeit in der botanischen Zusammensetzung der jeweils zehn Vegetationsaufnahmen je Parzelle in der intensiv beweideten Variante MC deutlich zu, wogegen in den extensiv beweideten Varianten LC und LT die Ähnlichkeit abnimmt. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass sich das Vorkommen von *L. perenne* in den drei Varianten unterschiedlich veränderte. Während es im Laufe der Versuchsdauer in MC zu einer starken Zunahme des Deckungsgrades von *L. perenne* kam, blieb der Deckungsgrad dieser Art in LC und LT gleich oder nahm leicht zu. *D. glomerata* verhielt sich anders, und während der Deckungsgrad in MC unverändert blieb, nahm er in LC und LT deutlich zu. Die intensive Nutzung überlagert bzw. nivelliert hierbei mögliche Bodenunterschiede auf der Fläche und der Gesamtbestand wird ähnlicher bzw. homogener (Dierschke & Briemle 2002). Vordergründig erstaunlich ist der geringe Effekt der extensiven Nutzung auf die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung, da mit Fortdauer von extensiver Standbeweidung von dem Entstehen einer mosaikförmigen, heterogenen Narbenzusammensetzung ausgegangen wurde. Offenbar spiegelt hierbei ein mittlerer Wert der Ähnlichkeit aller zweiseitigen Vergleiche nur unzureichend die Bedingungen auf der Standweide wider. Die Darstellung aller Ähnlichkeitswerte je Variante anhand von boxplots (Abbildung 2) zeigt deutlich, dass in der Variante LC bei nahezu gleich bleibender mittlerer Ähnlichkeit die Differenz zwischen minimaler und maximaler Ähnlichkeit deutlich zunimmt.

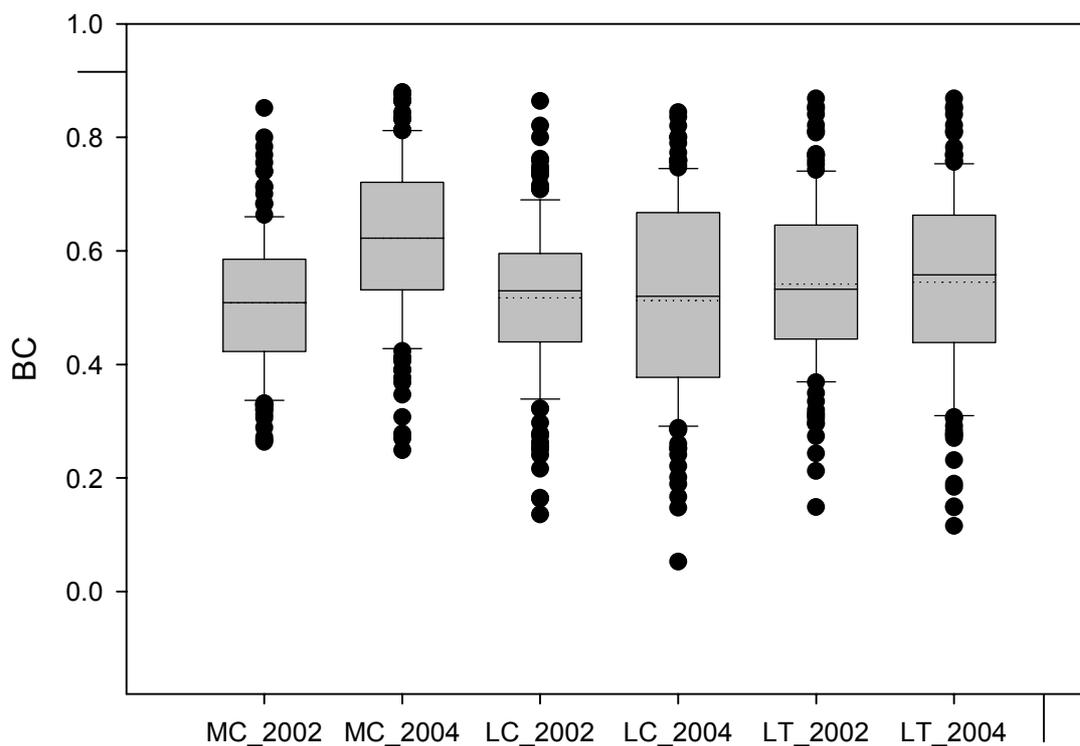


Abbildung 2. Variabilität des Bray-Curtis-Index der drei Varianten in 2002 und 2004.

Somit gibt es offenbar auch unter extensiver Beweidung Bereiche, die sich in der Artenzusammensetzung ähnlicher werden aber weitaus häufiger auch solche Bereiche, die sich zunehmend stärker von einander unterscheiden. Bei den sich ähnlicher werdenden Bereichen handelt es sich entweder um niedrigverbissene Bereiche mit zunehmendem *L. perenne*-Anteil oder um überständige Bereiche die zunehmend von *D. glomerata* dominiert werden. Somit bestätigt sich bei genauerer Betrachtung, dass die Verschiedenheit und somit die Heterogenität auf der Fläche unter extensiver Standweide zunimmt. Es kann angenommen werden, dass diese kleinräumig unterschiedliche Narbenzusammensetzungen längerfristig durch das Bereitstellen sehr divergierender Mikrohabitate sowohl die botanische Vielfalt als auch die faunistische Vielfalt begünstigen wird.

2.6 Literatur

Bakker JP 1989. Geobotany. Dordrecht /Boston/ London, 252-253.

Bakker JP 1998. The impact of grazing on plant communities. In: Wallis de Vries MF, Bakker JP & Van Wieren S (eds.), Grazing as a tool in conservation management. Chapman & Hall, London 137-184.

- Bakker JP, Bos D, Stahl J, De Vries Y & Jensen A 2003. Biodiversität und Landnutzung in Salzwiesen. Nova Acta Leopoldina. Leopoldina-Symposium vom 2. bis 5. Oktober 2001 in Bremen, 163-194.
- Berendse F, Oomes MJM, Altena HJ & Elberse Th W 1992. Experiments on the restoration of species-rich meadows in the Netherlands. *Biological Conservation* 62, 59-65.
- Briemle G & Ellenberg H 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. *Natur und Landschaft* 69, 139-147.
- Dierschke H & Briemle G 2002. Kulturgrasland. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dyckmans A, Mack H & Weissbach F 1999. The effect of grassland extensification on yield, forage quality and botanical composition at different grassland locations. *Landbauforschung Völkenrode, SH* 206, 125-139.
- Fuller RM 1987. The changing extent and conservation interest of lowland grasslands in England and Wales: a review of grassland surveys 1930-84. *Biological Conservation* 40, 281-300.
- Gering JC, Christ TO & Veech JA 2003. Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: implications for regional conservation of biodiversity. *Conservation Biology* 17, 488-499.
- Green BH 1990. Agricultural intensification and the loss of habitat, species and amenity in British grasslands: a review of historical change and assessment of future prospects. *Grass and Forage Science* 45, 365-372.
- Hofmann M, Kowarsch N, Bonn S & Isselstein J 2001. Management for biodiversity and consequences for grassland productivity. *Grassland Science in Europe* 6, 113-116.
- Hulme PD, Pakeman RJ, Torvell L, Fisher JM & Gordon IJ 1999. The effects of controlled sheep grazing on the dynamics of upland *Agrostis-Festuca* grassland. *Journal of Applied Ecology* 36, 886-900.
- Korneck D, Schnittler M, Klingenstein F, Ludwig G, Takla M, Bohn U & May R 1998. Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. In: Ursachen des Artenrückgangs von Wildpflanzen und Möglichkeiten zur Erhaltung der Artenvielfalt. Schriftenreihe für Vegetationskunde Heft 29, Bonn-Bad Godesberg, 299-444.
- Leps J & Smilauer P 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Magurran AE 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford, UK.

- Marriott CA, Bolton GR, Barthram GT, Fischer JM & Hood K 2002. Early changes in species composition of upland sown grassland under extensive grazing management. *Applied Vegetation Science* 5, 87-98.
- McIntyre S, Heard KM & Martin TG 2005. The relative importance of cattle grazing in subtropical grasslands: does it reduce or enhance plant biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40, 445-457.
- Nitsche S & Nitsche L 1994. *Extensive Grünlandnutzung*. Neumann Verlag, Radebeul.
- Nösberger J 1993. The Swiss Grassland System. In: Haggard RJ & Peel S (eds.), *Grassland management and nature conservation*, British Grassland Society Occasional Symposium No.28, 95-103.
- Olf H & Ritchie ME 1998. Effect of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 13, 261-265.
- Opitz von Boberfeld W 1986. *Grünlandnutzung*. In: Nösberger J & Opitz von Boberfeld W (eds.), *Grundfutterproduktion*. Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 65-120.
- Petersen A 1992. *Gräser*. Akademie Verlag, Berlin.
- Peeters A & Janssens F 1998. Species-rich grasslands: diagnostic, restoration and use in intensive livestock production systems. *Grassland Science in Europe* 3, 375-393.
- Poschlod P & Schumacher W 1998. Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes - Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 29, 83-99.
- Rook AJ & Tallwin JRB 2003. Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Animal Research* 52, 181-189.
- Rook AJ, Dumont B, Isselstein J, Osoro K, Wallis De Vries MF, Parente G & Mills J 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pasture. *Biological Conservation* 119, 137-150.
- Stirley G & Wilsey B 2001. Empirical relationship between species richness, evenness, and proportional diversity. *American Naturalist* 158, 286-299.
- Ter Braak CJF & Smilauer P 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- Whalley RDB & Hardy MB 2000. Measuring botanical composition of grasslands. In: 't Mannetje L. & Jones RM (eds.), *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. CABI Publishing, Australia, 67-102.

**Variabilität der Narbenstruktur und
des Futterangebotes im Grasland bei
extensiver Beweidung mit Ochsen**

3.1 Zusammenfassung

Die Variabilität der Narbenstruktur und des Futterangebotes bei verschiedenen intensiver Beweidung wurde in einem mehrjährigen Experiment untersucht. Die Versuchsfläche wurde als Standweide mit Ochsen der Rasse Fleckvieh genutzt und folgende Varianten wurden geprüft: (1) mäßig intensive Beweidung mit höherem Tierbesatz bei einer mittleren Zielnarbenhöhe von 6 cm (Variante MC) und (2) extensive Beweidung mit niedrigem Tierbesatz bei einer mittleren Narbenhöhe von 12 cm (Variante LC). Um die Variation des Futterangebots im Raum und in der Zeit zu erfassen, wurde an sieben Terminen im Verlauf der Weideperiode 2003 und 2004 die komprimierte Narbenhöhe entlang von 100 m langen Dauertransekten im Abstand von 1 m gemessen. An diesen Punkten wurde weiterhin der Ertragsanteil der Hauptbestandsbildner erfasst. Um die oberirdische Biomasse und somit das Futterangebot anhand der ermittelten Narbenhöhen möglichst genau schätzen zu können, wurden für jeden Termin und jede Variante Kalibrationsschnitte durchgeführt und eine Regressionsfunktion erstellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die verschiedenen Narbenhöhenbereiche und das zugehörige Futterangebot als auch die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe unter dem Einfluss der Rinderbeweidung eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität aufwiesen. Diese Variabilität war bei extensiver Beweidung in der Variante LC größer als bei mäßig intensiver Beweidung in der Variante MC. In MC war zu fast allen Terminen der Weidesaison der größte Anteil des Futterangebots in den kürzeren Bereichen der Grasnarbe unter 12 cm zu finden, während kaum Futter in Bereichen über 18 cm vorhanden war. In der Variante LC dagegen trugen Narbenbereiche bis 6 cm nur geringfügig zum Futterangebot bei. Hinsichtlich der Hauptbestandsbildner war die botanische Zusammensetzung in den niedrigen Bereichen in der Variante MC und LC vergleichbar. Jedoch unterschied sich die botanische Zusammensetzung in den hochwüchsigen Bereichen der beiden Varianten deutlich. In MC dominierte in Narbenbereichen mit über 18 cm *Cirsium arvense*, jedoch war diese Art in den anderen Narbenhöhenbereichen von MC kaum vertreten. In der Variante LC war in den Bereichen mit Narbenhöhen über 12 cm die Biomasse gleichmäßiger auf die vorhandenen Hauptbestandsbildner verteilt als in Variante MC. In beiden Varianten traten *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* als häufigste und mengenmäßig bedeutendste Arten auf. Der Ertragsanteil von *L. perenne*, einer durch häufige Entblätterung begünstigten Grasart, war in den kurzrasigen Narbenbereichen bis 6 cm am größten und ging in den höheren Bereichen signifikant zurück. Die Ertragsanteile von *D. glomerata* und *Elymus repens* verhielten sich umgekehrt mit signifikant zunehmenden Anteilen in den höheren Narbenbereichen. *Festuca rubra* und

Phleum pratense waren unabhängig von der Narbenhöhe nur in geringen Anteilen in der Variante MC vorhanden, dagegen war ihr Anteil in der Variante LC deutlich höher und nahm mit zunehmenden Narbenhöhen tendenziell zu. Die Untersuchung zeigte, dass extensive Weidesysteme durch eine erhebliche zeitliche und räumliche Variabilität der Struktur der Grasnarbe und des Futterangebots gekennzeichnet sind.

3.2 Einleitung

Die Graslandwirtschaftung hatte über Jahrzehnte das vorrangige Ziel, die Produktivität zu erhöhen. Die dabei genutzten Weideverfahren hatten die produktionstechnisch optimale Ausnutzung der Fläche zum Ziel. Unter hohem Düngereinsatz und hoher Nutzungsfrequenz wurde eine erhebliche Leistungssteigerung auf dem Grünland erreicht. Auf diese Art geführte Weiden liefern hochwertiges Futter. Die Steigerung der Produktivität des Grünlands führte jedoch zu einem teils drastischem Verlust der an die traditionelle landwirtschaftliche Produktion gekoppelten „Artenvielfalt“ (Poschod & Schuhmacher 1998). Dies ist darin begründet, dass einerseits eine hohe Düngung das Vorkommen weniger nährstoffliebender Pflanzenarten zu Ungunsten der übrigen fördert und andererseits eine häufige Entblätterung nur von wenigen Arten toleriert wird. Aufgrund des erheblichen Artenverlustes von Flora und Fauna im Grasland hat die Bedeutung von extensiv bewirtschaftetem, ökologisch wertvollem Grasland in den vergangenen Jahren in der EU zugenommen. Unter den heutigen ökonomischen Rahmenbedingungen bietet sich vor allem für weniger leistungsfähiges Grasland die Chance, durch extensive Nutzung die Artenvielfalt zu erhalten bzw. zu erhöhen und die natürlichen Ressourcen Wasser, Boden und Luft zu schonen. Gleichzeitig kann durch die landwirtschaftliche Nutzung eine gewisse Mindestrentabilität erzielt werden. Bei der Extensivierung der Graslandnutzung geht es zum einen um eine geringere Nutzungsintensität und zum anderen um eine Reduzierung der Düngung. Mit unterlassener Stickstoffdüngung kann der pflanzliche Ertrag bei der extensiven Beweidung um ca. 40 % zurückgehen (Priebe 1998). Somit bedeutet Graslandextensivierung aus Sicht der Futterwirtschaft, dass weniger Tiere als bei intensiver Bewirtschaftung von der gleichen Fläche ernährt werden können. Für den Landwirt ist diese Bewirtschaftungsform daher nur dann interessant, wenn die Kosten der Flächennutzung gering und ausreichende tierische Erträge möglich sind.

Ein Standweide-System ist arbeitsextensiv, benötigt keine hohen Investitionen (Hodgson 1990) und bietet die Möglichkeit hoher Einzeltierleistungen. Somit stellt die Standweide unter den heutigen wirtschaftlichen Bedingungen eine kostengünstige Alternative zu arbeitsintensiven Umtriebsweidesystemen dar (Benke & Isselstein 2001). In den Mittelgebirgslagen

werden häufig abgelegene Hochflächen und Hänge, auf denen eine Ackernutzung oder intensive Grünlandnutzung unrentabel ist, als Standweide genutzt. Die Standweide diene in ihrer ursprünglichen Form überwiegend der Mast (Voigtländer & Jacob 1987) und Aufzucht von Rindern, da die Anforderungen von Fleisch-Rindern an die Futterqualität geringer sind als die des Milchviehs und somit auch extensives Grasland verwendet werden kann (Isselstein 2003). Das bei der Beweidung solchen Grünlandes möglicherweise vorliegende begrenzte Nährstoffangebot kann z.B für Ochsen ausreichen, die für eine gute Schlachtqualität erforderliche subkutane und intramuskuläre Fettablagerung (Kirchgeßner 1997) zu erreichen. Ochsen stellen im Gegensatz zu Bullen geringere Ansprüche an den Futteraufwuchs (Granz et al. 1990) und können auch unter extensiven Bedingungen noch ausreichende Wachstumsleistung und Fleischqualität erzielen. Zudem verursachen Ochsen auf der Weide geringere Trittschäden als Bullen und sind einfacher zu halten (Nitsche & Nitsche 1994). Charakteristisch für die Standweide ist, dass das Futterangebot über einen mehr oder weniger langen Zeitraum höher ist als der Futterbedarf. Somit haben die Weidetiere die Möglichkeit zu selektieren. Aufgrund des selektiven Fresshaltens der Weidetiere entsteht eine Mosaikstruktur der Grasnarbe mit über- bzw. unterbeweideten Bereichen (Bakker 1998).

Die Tiere entblättern bestimmte, für sie wohlschmeckende Arten häufiger, dagegen werden andere Arten gemieden. Sie bevorzugen kurze Narbenbereiche mit nährstoffreichem, leichtverdaulichem Futter (Bartham 1981, Penning et al. 1991, Parsons et al. 1994, Bakker 1998) bzw. vermeiden Bereiche mit überständigem und rohfaserreicherem Futter. Besonders in diesen überständigen Bereichen der Standweide ist die generative Entwicklung von Pflanzenarten begünstigt. Ausfallenden Samen ist es dann möglich, in Bereichen mit kürzerer Grasnarbe zu keimen. Ebenso können mit Kot bedeckte Stellen der Grasnarbe, die für einige Zeit von den Weidetieren gemieden werden, sonst gern gefressenen Graslandpflanzen ein ungestörtes Heranwachsen, Blühen und Fruchten ermöglichen. Aufgrund dieser spezifischen Weidewirkungen kommt es zu einer räumlich heterogenen Biomasse-Verteilung. Unter agronomischen Aspekten hat die räumliche und zeitliche Verteilung des Futterangebots und der Narbenhöhe besondere Bedeutung (Strodthoff & Isselstein 2001), da die Produktivität der Grasnarbe (Schwinning & Parsons 1999) und die Futteraufnahme der Tiere eng mit diesen Größen zusammenhängen (Zhao et al. 2002). Untersuchungen zum Einfluss der Beweidung auf die Produktivität und die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe in Standweidesystemen haben bisher kaum die Variabilität des Futterangebotes und der Narbenstruktur berücksichtigt, sondern über die Weidefläche gemittelte Werte bestimmt (Ernst et al. 1980, Tallowin et al. 1990, Vormann 1998, Pavlu et al. 2003). Da die Produktivität und die

ökologischen Wirkungen der Standweide stark durch die Heterogenität der Grasnarbe geprägt sind, ist es notwendig, die Variabilität der Merkmale in Raum und Zeit zu bestimmen (Laca & Lemaire 2000). Dies gilt vor allem für die extensive Standweide mit niedriger Besatzdichte, bei der eine besonders große Heterogenität der Grasnarbenstruktur zu erwarten ist. Um die zeitliche und räumliche Dynamik des Futterangebots auf einer Standweide zu erfassen, eignen sich vorrangig nicht-destruktive Methoden. Narbenhöhenmessungen in Kombination mit daraus über Kalibrationsschnitte und Regressionsgleichungen geschätzte Biomassen stellen eine gute Möglichkeit der Ermittlung des Futterangebotes dar (Frame 1993).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, unter Bedingungen extensiver Rinderweide den Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und der Heterogenität der Grasnarbe in Zeit und Raum im Verlauf einer Weidesaison zu ermitteln, um die Entwicklung der Struktur der Grasnarbe und des Ertragsanteils der Hauptbestandbildner besser nachvollziehen zu können. Ein wichtiges Ziel war es dabei, die Bedeutung verschiedener Weidebereiche und des spezifisch angebotenen Futters differenziert über die Weidesaison abzuschätzen.

3.3. Material und Methoden

3.3.1. Standort und Versuchsanlage

Die Versuchsfläche liegt in Relliehausen (51° N 9° E, 250 m ü. NN), im Mittelgebirge Solling im südlichen Niedersachsen. Das langjährige Mittel der Jahresniederschlagsmenge beträgt 879 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur war 8,2 °C (Standort in Dassel; 1961-1990, Deutscher Wetterdienst, DWD). Das Jahr 2003 war in der Zeit von Juni bis September ungewöhnlich niederschlagsarm.

Der Boden der Versuchsfläche ist eine Braunerde/Pelosol. Der pH-Wert betrug 6,3. Die Untersuchungen im Boden wurden nach der CAL/DL-Methode (Extraktions-Methode) durchgeführt. Die Bodennährstoffgehalte lagen bei 6,2 mg P, 16,3 mg K und 33,8 mg Mg je 100 g trockenem Boden (April 2002). Das Grünland der Versuchsfläche wurde seit über zehn Jahren als extensive Standweide genutzt und weder gedüngt noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Die Vegetation der Versuchsfläche kann pflanzensoziologisch dem *Lolio-Cynosuretum* zugeordnet werden. Die hier vorgestellte Arbeit ist eingebunden in das EU-Projekt 'FORBIOBEN', das agronomische, ökologische und ökonomische Auswirkungen extensiver Weidesysteme untersucht.

Im Frühjahr 2002 wurde auf einer Grünlandfläche des Versuchsgutes Relliehausen der Universität Göttingen ein mehrjähriger Weideversuch mit wachsenden Ochsen eingerichtet.

Folgende zwei Beweidungsvarianten wurden im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die botanische Entwicklung geprüft:

(1) Mäßig intensive Beweidung / leistungsfähige Rasse Fleckvieh (Moderate stocking / Commercial breed (= MC), (2) extensive Beweidung / leistungsfähige Rasse Fleckvieh (Lenient stocking / Commercial breed (= LC). Die Intensität der Standweide wurde durch die Zielnarbenhöhe vorgegeben (mäßig intensive Beweidung = 6 cm, extensive Beweidung = 12 cm). Die mittlere Narbenhöhe wurde wöchentlich kontrolliert und die Besatzdichte angepasst. Die Varianten waren dreifach wiederholt, die Parzellengröße betrug jeweils 1 ha. Die Parzellengröße war so gewählt, dass mindestens drei Kerntiere während der gesamten Weideperiode auf der Fläche bleiben sollten. In den Monaten Juli und August in beiden Jahren 2003 war das Futterangebot auf den Parzellen jedoch so gering, dass die Tiere zum Teil vorübergehend abgetrieben werden mussten. Die hier vorgestellten Untersuchungen zur Variabilität der Grasnarbe wurden im zweiten und dritten Versuchsjahr (2003 und 2004) des Weideexperiments durchgeführt. Die Weidesaison dauerte im Jahr 2003 vom 24. April bis zum 14. Oktober und im Jahr 2004 vom 15. April bis zum 5. Oktober.

Um die Variation des Futterangebots im Raum und in der Zeit zu erfassen, wurden in den Varianten MC und LC entlang von sechs 100 m langen Dauertransekten zu sieben Terminen (Tabelle 1) Erhebungen durchgeführt. In jeder Parzelle wurde entlang der Transekte an 100 Beprobungspunkten im Abstand von einem Meter die komprimierte Narbenhöhe (compressed sward height = CSH) mit einem Messstab ('rising plate meter', Castle 1976) gemessen. Bei diesem Messgerät wird eine dünne Metallscheibe (Durchmesser 30 cm, Masse 200 g) entlang eines skalierten Stabes auf die Grasnarbe abgesenkt; die abgelesene Höhe resultiert aus Narbenhöhe, Narbendichte und Widerstandskraft der pflanzlichen Komponenten einerseits und dem Druck der Metallscheibe andererseits. An jedem Messpunkt wurde innerhalb der gemessenen Fläche der Biomasse-Anteil der vier mengenmäßig dominierenden Pflanzenarten nach der Methode Klapp/Stählin (Voigtländer & Voss 1979) geschätzt. Um die Menge und räumliche Verteilung des Futterangebotes möglichst genau anhand der ermittelten Narbenhöhen schätzen zu können, wurden für jeden Termin und jede Variante Kalibrationsschnitte durchgeführt. Die Schnittproben wurden stratifiziert über alle Narbenhöhen-Bereiche verteilt erhoben. Dazu wurde jeweils an 16 gleichmäßig über die Parzelle verteilten Messpunkten die Narbenhöhe gemessen und die unter der Scheibe des Messstabes befindliche Biomasse unmittelbar an der Bodenoberfläche abgeschnitten. Der verwendete Schnittrahmen hatte die gleichen Abmessungen wie die Scheibe des Messstabes.

Die geerntete Biomasse wurde zur Trockenmasse-Bestimmung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Tabelle 1: Zeitpunkt der Kalibrationsschnitte (Monat und Anzahl Tage nach dem 1. April)

Termin	2003		2004	
	Monat	Tage*)	Monat	Tage
1	Mai	35	Mai	33
2	Juni	63	Juni	67
3	Juli	91	Juli	88
4	August	122	August	118
5	August	149	August	144
6	September	177	September	173
7	Oktober	197	Oktober	193

*) Anzahl Tage nach dem 1. April

Zwischen Narbenhöhe und Trockenmasse wurde eine lineare Regression nach dem Modell $y = ax + b$ berechnet, wobei y die oberirdische Biomasse ist, a die Steigung der Funktion, x die gemessene Narbenhöhe in cm, und b die Konstante. Die Güte der Regression wurde anhand des Standardschätzfehlers beurteilt. Mit Hilfe der Regression konnte der Ertrag an jedem Transekten-Messpunkt geschätzt werden. Tabelle 2 zeigt die geschätzten Mittel des Futterangebotes und die Werte der Regressionen differenziert nach Variante und Termin in beiden Versuchsjahren.

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests für zwei unabhängige Stichproben wurde jeweils getrennt nach Termin geprüft, ob sich die Verteilung der Narbenhöhen-Werte in Lage oder Streuung zwischen den beiden Varianten signifikant unterscheidet (SPSS Version 12.0). Der Einfluss der Faktoren Variante, Termin und Jahr auf den Flächenanteil von bestimmten Narbenhöhenklassen, das Futterangebot und den Ertragsanteil von Hauptbestandbildnern in bestimmten Narbenhöhenklassen wurde mit Hilfe des linearen gemischten Modells in SPSS geprüft. Dabei wurden die wiederholten Faktoren Termin und Jahr im gemischten Modell als Kovariaten des Typs Autoregressiv erster Ordnung verwendet. Die Variante ging als unabhängiger Faktor ein.

Tabelle 2: Regression des Ertrages (Futterangebotes) auf die Narbenhöhe (in cm)

Termin	Ertrag	a [#]	b [§]	SE [§]	r ^{2*}	Ertrag	a	b	SE	r ²
	(kg TM/ha)					(kg TM/ha)				
	MC 2003					LC 2003				
1.	2209	289	60	466	0,76	2461	246	-39	335	0,83
2.	3598	256	308	889	0,72	3206	193	734	843	0,63
3.	3732	433	-738	1173	0,67	3815	318	-111	1364	0,57
4.	3214	318	48	447	0,78	4062	311	314	853	0,63
5.	3614	341	181	884	0,64	3459	316	137	1271	0,43
6.	1950	116	795	497	0,72	2838	266	-10	780	0,48
7.	1585	317	-358	620	0,79	1898	281	-27	851	0,63
Termin	MC 2004					LC 2004				
1.	2214	205	75	432	0,72	2490	196	99	583	0,68
2.	1902	189	295	481	0,66	2805	197	99	583	0,68
3.	3175	309	147	854	0,57	4248	265	691	998	0,60
4.	1887	296	-121	566	0,74	3949	181	1647	1026	0,35
5.	2659	322	-151	601	0,71	3466	188	1155	800	0,57
6.	2749	261	509	629	0,72	3704	337	-366	1319	0,56
7.	1568	372	-332	640	0,75	3208	303	61	739	0,68

#) a = Steigung

§) b = Achsenabschnitt (Konstante)

§) SE = Standardfehler des Schätzers

*) r² = Bestimmtheitsmaß

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Narbenhöhe

In Abbildung 1 sind Mittelwert und Streuung der Narbenhöhen im Verlauf der Weidesaison 2003 und 2004 für die Varianten mit höherem (MC) und niedrigem (LC) Tierbesatz dargestellt. Im Jahr 2003 lag die mittlere Narbenhöhe in der Variante MC in einem Bereich von 4 bis 7 cm. In der Variante LC variierte die mittlere Narbenhöhe im Bereich von 6 bis 11 cm. In 2004 war die mittlere Narbenhöhe in der Variante MC zu Beginn der Weidesaison etwas über der Zielnarbenhöhe von 6 cm, ab Juni aber stets niedriger. Auch in der Variante LC war bis Juni 2004 die mittlere Narbenhöhe zunächst über der Zielnarbenhöhe von 12 cm, erreichte ab Juli aber nur noch 10 cm. Ein Vergleich der Narbenhöhenverteilung der Variante MC in beiden Versuchsjahren zeigt, dass in 2003 die Variabilität der Narbenhöhen größer und

somit die Narbenstruktur heterogener war als in 2004. Umgekehrt verhält es sich in der Variante LC mit höherer Variabilität in 2004 verglichen mit 2003.

Ein Vergleich der Narbenhöhenverteilung zwischen den beiden Varianten zeigt, dass die Variabilität in 2003 in MC und LC vergleichbar war, in 2004 war sie jedoch in LC deutlich größer als in MC.

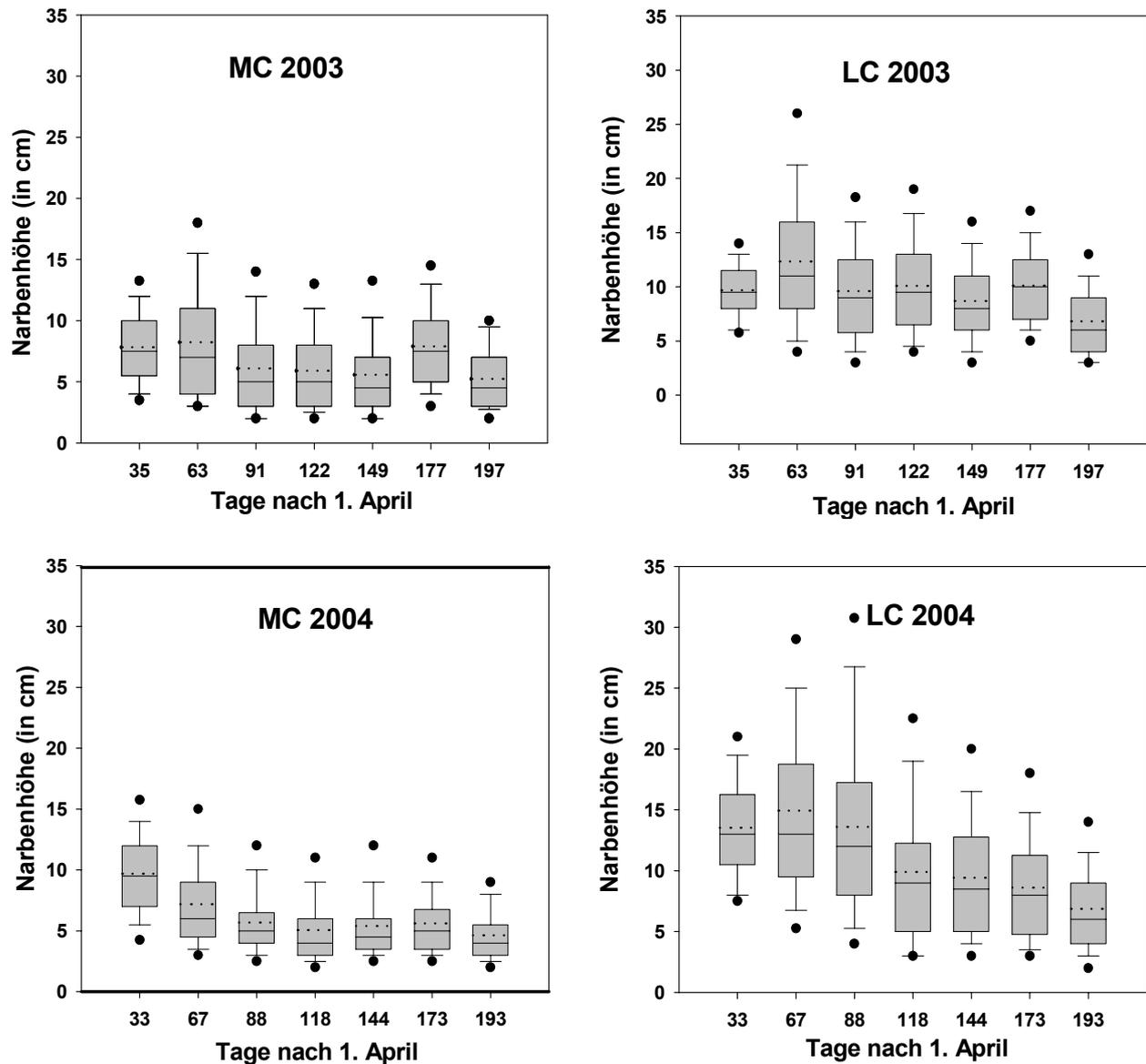


Abbildung 1: Verteilung der Narbenhöhen in den Varianten MC und LC in 2003 und 2004. Lage und Streuung zwischen den Varianten zu jedem Termin und Jahr signifikant unterschiedlich (Kolmogorov-Smirnov-Test). Je Box-Whisker-plot $n = 300$, unterer und oberer Grenzwert der „box“ repräsentieren 25 und 75 % der Werte, unterer und oberer Grenzwert der „whisker“ repräsentieren 10 und 90 % der Werte; durchgezogene Querlinie = Median, gestrichelte Querlinie = arithmetisches Mittel

3.4.2 Flächenanteil von Narbenhöhenklassen

Abbildung 2 zeigt die Flächenanteile verschiedener Narbenhöhenklassen im Verlauf der Weidesaison in beiden Versuchsjahren. In der Variante MC lag über die gesamte Weidesaison in 2003 und 2004 der größte Teil der Fläche in einem Narbenhöhenbereich von 0-12 cm. Abgesehen vom ersten Erhebungstermin in beiden Versuchsjahren war der Anteil der Narbenbereiche in der Höhenklasse 0-6 cm größer als der Anteil der anderen Höhenklassen. Mit Fortgang der Weidesaison nahm der Anteil der niedrigsten Höhenklasse in der Variante MC m.o.w. stetig zu und erreichte zu Weideabtrieb über 70 %. Dieser Unterschied zwischen den Terminen war in 2004 stärker ausgeprägt als in 2003 und resultiert in der signifikanten Wechselwirkung Jahr * Termin (Tabelle 3). Ab Juni bis zum Ende der Weidesaison befanden sich weniger als 10 % der Fläche in der Variante MC in Narbenbereichen der Höhenklasse 12-18 cm und überständige Bereiche mit mehr als 18 cm Narbenhöhe waren nur im Frühjahr beider Versuchsjahre vorhanden. In der Variante LC wiesen Narbenhöhen von 6-12 cm den größten Flächenanteil in beiden Versuchsjahren auf. Am zweithäufigsten war zu Beginn der Weidesaison die Höhenklasse 12-18 cm, im weiteren Verlauf die Höhenklasse 0-6 cm vorhanden. In allen Höhenklassen ist der Einfluss der Variante signifikant mit höheren Flächenanteilen der Höhenklasse unter 6 cm und geringeren Flächenanteilen aller übrigen Höhenklassen in MC verglichen mit LC (Tabelle 3).

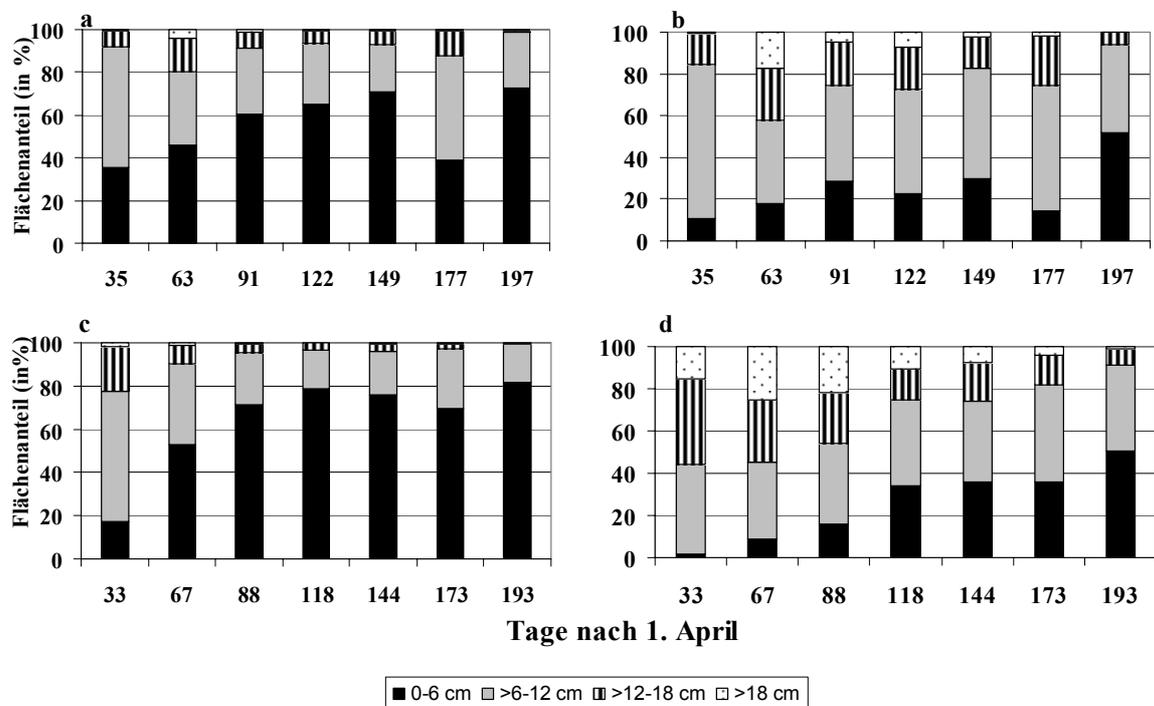


Abbildung 2: Flächenanteil (in %) von Narbenhöhenklassen in Abhängigkeit von Versuchsjahr, Beweidungsvariante und Zeit in der Weidesaison. (a) 2003/MC, (b) 2003/LC, (c) 2004/MC, (d) 2004/LC

Tabelle 3: Varianztabelle für Häufigkeit der Narbenhöhenklassen (in %)

Varianzursache	0-6 cm	> 6-12 cm	> 12-18 cm	> 18 cm
	Signifikanz des <i>P</i> -Wertes			
Jahr (= J)	0,279	0,054	0,702	0,034
Termin (= T)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Variante (= V)	0,002	0,020	<0,001	<0,001
J * T	0,001	0,253	<0,001	0,268
J * V	0,382	0,497	0,158	0,022
T * V	0,035	0,134	0,607	0,005
J * T * V	0,151	0,272	0,540	0,486

3.4.3 Futterangebot in Abhängigkeit von der Narbenhöhenklasse

Die räumliche und zeitliche Dynamik des Futterangebotes wurde mit Hilfe des über Regressionsrechnung ermittelten Zusammenhanges zwischen Narbenhöhe und Ertrag erfasst (s. Tabelle 2). Abbildung 3 zeigt für jeden Messtermin das Futterangebot in den Varianten MC und LC sowie die Verteilung des Gesamtfutterangebotes auf Narbenbereiche mit verschiedenen Narbenhöhen. Das Futterangebot in der Variante MC variierte zwischen 1100-2000 kg/ha in den beiden Versuchsjahren. Eine Ausnahme stellten die ersten beiden Termine des Jahres 2003 mit einem Futterangebot über 2000 kg/ha dar. In der Variante MC war zu fast allen Terminen der Weidesaison der größte Anteil des Futterangebots in den kürzeren Bereichen der Grasnarbe (0-6 cm und >6-12 cm) zu finden, während kaum Futter in Bereichen über 18 cm vorhanden war. Der Anteil des Futterangebotes in den Höhenbereichen 6-12 cm war in 2003 meist höher als in Narbenbereichen unter 6 cm. Im Jahr 2004 dagegen war ab Juli der Anteil des Futterangebotes in der Höhenklasse unter 6 cm am höchsten. Gegenüber der Variante MC trugen in der Variante LC Narbenbereiche von 0-6 cm nur geringfügig zum Futterangebot bei; das in diesem Höhenbereich angebotene Futter variierte je nach Termin und Jahr zwischen 50 und 700 kg/ha.

In der Variante LC hatte die Höhenklasse von 6-12 cm in 2003 einen deutlich größeren Anteil am Futterangebot als in 2004. Im Frühsommer 2004 war der Anteil des Futterangebotes in den überständigen Narbenbereichen mit über 18 cm Höhe mit 1200 bis 1600 kg/ha vergleichsweise hoch. Der Einfluss der Variante auf das Futterangebot war ähnlich wie beim Flächenanteil aber deutlicher ausgeprägt mit zu den meisten Terminen signifikant höherem Anteil des Futters in Höhenklassen unter 6 cm und geringerem Futteranteil in allen übrigen Höhenklassen in MC verglichen mit LC (Tabelle 4).

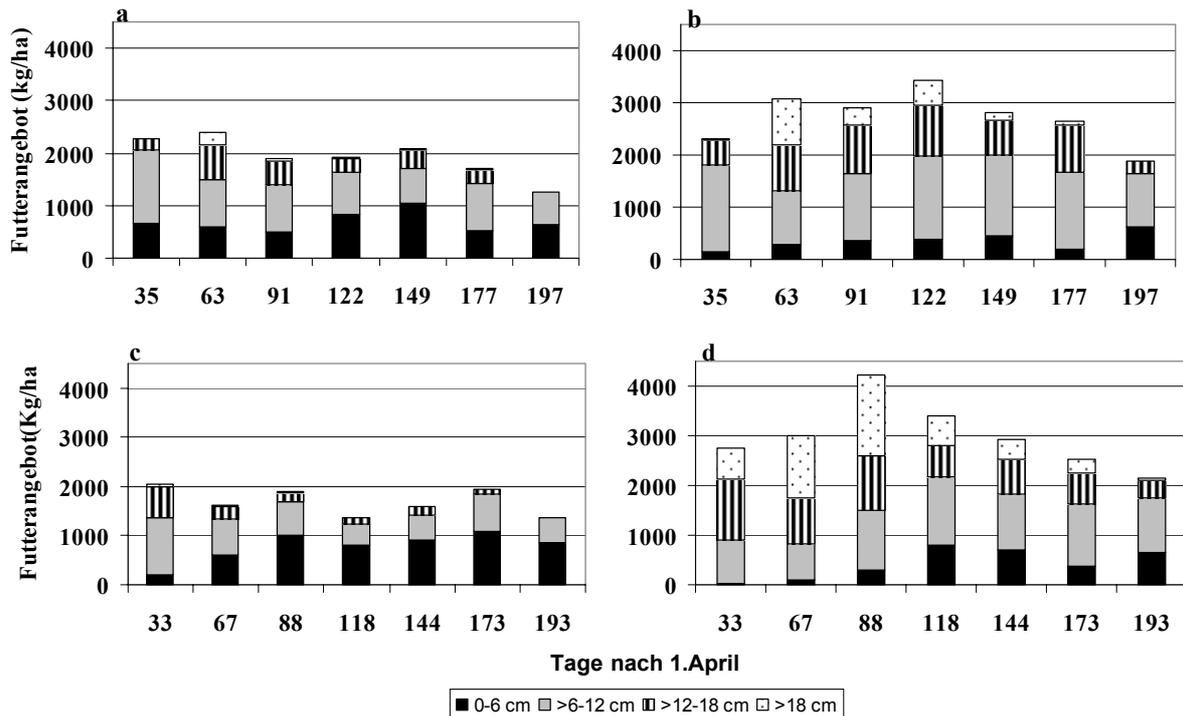


Abbildung 3: Verteilung des Futterangebotes auf Narbenbereiche verschiedener Höhenklassen in Abhängigkeit von Versuchsjahr, Beweidungsvariante und Zeit in der Weidesaison. (a) 2003/MC, (b) 2003/LC, (c) 2004/MC, (d) 2004/LC

Tabelle 4: Varianztabelle für die Verteilung des Futterangebotes (in kg TM/ha) auf vier verschiedene Narbenhöhenklassen

	0-6 cm	> 6-12 cm	> 12-18 cm	> 18 cm
Varianzursache	Signifikanz des <i>P</i> -Wertes			
Jahr (= J)	0,683	0,199	0,133	0,756
Termin (= T)	<0,001	<0,001	<0,001	0,068
Variante (= V)	<0,001	0,009	0,002	0,014
J * T	<0,001	<0,001	0,002	0,201
J * V	0,122	0,047	0,406	0,043
T * V	<0,001	<0,001	<0,001	0,648
J * T * V	<0,001	<0,001	0,089	0,958

3.4.4 Ertragsanteil der Hauptbestandbildner

Abbildung 4 zeigt die Ertragsanteile der zwölf mengenmäßig am stärksten vertretenen Arten in Variante MC und LC jeweils im Juli (3. Termin) 2003 und 2004 differenziert nach Narbenhöhenbereich. Um das artenspezifische Vorkommen in Bereichen mit verschiedenen Narbenhöhen vergleichbar zu machen, wurde der Ertrag der entsprechenden Narbenhöhenklasse gleich 100 % gesetzt.

Lolium perenne und *Dactylis glomerata* waren in beiden Varianten die bedeutendsten Arten. Der Ertragsanteil von *L. perenne* war in den kurzrasigen Narbenbereichen bis 6 cm am größten und ging in den höheren Bereichen signifikant zurück (Tabelle 5). Der Ertragsanteil von *D. glomerata* und *Elymus repens* verhielt sich umgekehrt mit niedrigsten Anteilen in den kurzrasigen Bereichen und signifikant zunehmenden Anteilen in den höheren Narbenbereichen. Höchste Ertragsanteile wurden von beiden Arten in Bereichen über 18 cm in der Variante LC erreicht, wogegen in der Variante MC der Anteil in der Narbenhöhenklasse 12-18 cm am größten war und in den Bereichen über 18 cm signifikant niedriger. *Festuca rubra* und *Phleum pratense* waren unabhängig von der Narbenhöhe nur in geringen Anteilen in der Variante MC vorhanden, dagegen war in der Variante LC der Anteil deutlich höher und nahm mit zunehmenden Narbenhöhen tendenziell zu. In 2003 bildete *Poa trivialis* in allen Narbenhöhenbereichen in der Variante MC Ertragsanteile bis über 10 %, war jedoch in der Variante LC im selben Jahr mit signifikant geringeren Anteilen vorhanden.

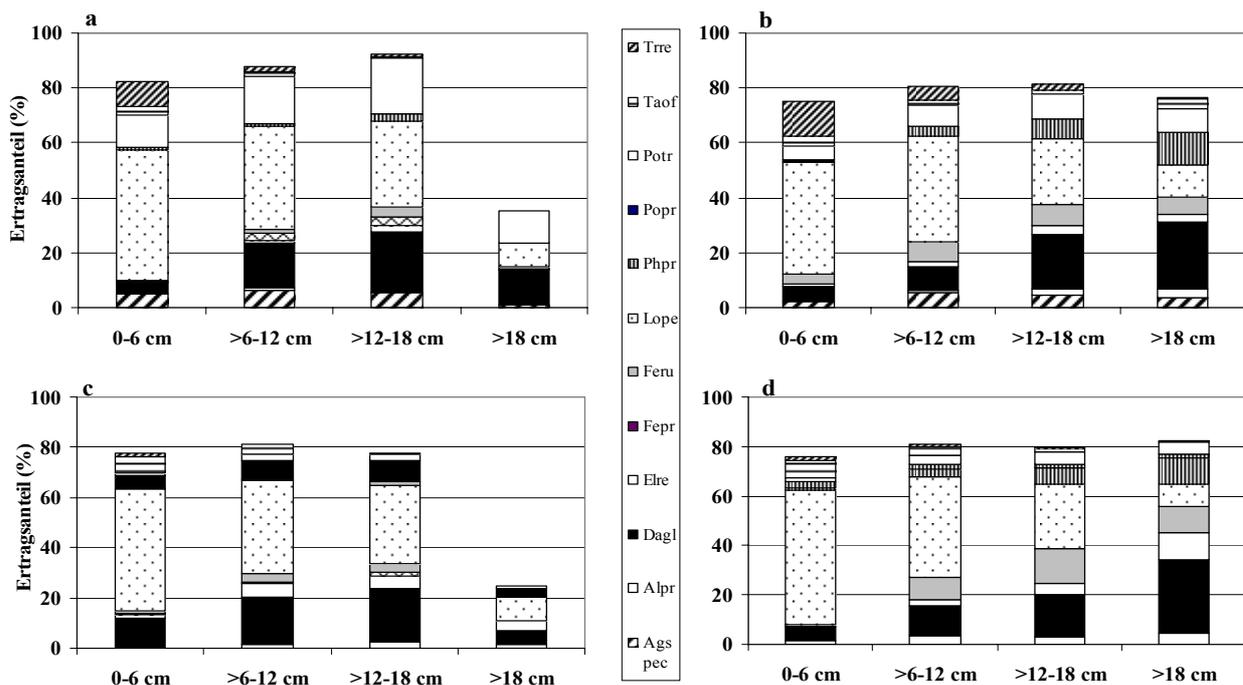


Abbildung 4: Ertragsanteil der Hauptbestandbildner in Abhängigkeit vom Höhenbereich der Grasnarbe im Juli 2003 in MC (a) und LC (b), im Juli 2004 in MC (c) und LC (d)

Abkürzungen der Artnamen: Agspec: *Agrostis species* (= *Agrostis capillaris*, *Agrostis gigantea*, *Agrostis stolonifera*); Alpr: *Alopecurus pratensis*; Dagl: *Dactylis glomerata*; Elre: *Elymus repens*; Fepr: *Festuca pratensis*; Feru: *Festuca rubra*; Lope: *Lolium perenne*; Phpr: *Phleum pratense*; Popr: *Poa pratensis*; Potr: *Poa trivialis*; Taof: *Taraxacum officinalis*; Trre: *Trifolium repens*

In 2004 war der Anteil dieser Art in beiden Varianten gering. *Poa pratensis* verhielt sich zeitlich gesehen umgekehrt mit höchsten Ertragsanteilen bis 8 % in der Variante MC in 2004,

aber nur geringen Anteilen in LC in beiden Jahren und MC in 2003. *Taraxacum officinale* ist mit Ertragsanteilen von bis zu 7 % mit signifikant höchsten Anteilen in den kurzrasigen Bereichen beider Varianten vor allem im Jahr 2004 zu finden; in 2003 ist der Anteil insgesamt gering (Tabelle 5). Auch *Trifolium repens* bildete höchste Anteile in den kurzrasigen Bereichen mit bis über 12 % in 2003, in 2004 war diese Art jedoch nur mit sehr geringen Anteilen vertreten.

Tabelle 5: Varianztabelle für den Ertragsanteil (%) der ausgewählten Arten in vier Narbenhöhenklassen

Varianzursache	<i>Agspec*</i>	<i>Alpr</i>	<i>Dagl</i>	<i>Elre</i>	<i>Feru</i>	<i>Lope</i>
	Signifikanz des P-Wertes					
Jahr (= J)	<0,001	0,007	0,659	<0,001	0,213	0,359
Variante (= V)	0,835	0,105	0,674	0,097	0,074	0,834
Narbenhöhe (= N)	0,405	0,502	0,020	0,003	0,600	<0,001
J * V	0,878	0,585	0,798	0,461	0,415	0,429
J * N	0,611	0,830	0,728	0,018	0,600	0,512
V * N	0,669	0,778	0,025	0,010	0,870	0,821
J * V * N	0,818	0,675	0,460	0,078	0,420	0,534

Varianzursache	<i>Phpr</i>	<i>Popr</i>	<i>Potr</i>	<i>Taof</i>	<i>Trre</i>
	Signifikanz des P-Wertes				
Jahr (= J)	0,229	<0,001	<0,001	0,102	<0,001
Variante (= V)	0,006	0,007	0,034	0,071	0,014
Narbenhöhe (= N)	0,114	0,443	0,153	<0,001	<0,001
J * V	0,945	0,002	<0,001	0,482	0,048
J * N	0,572	0,478	0,407	0,017	<0,001
V * N	0,074	0,516	0,493	0,522	0,522
J * V * N	0,725	0,463	0,665	0,611	0,617

*Abkürzungen der Artnamen siehe Abbildung 4

3.5 Diskussion

3.5.1 Heterogenität von Narbenhöhe und Futterangebot

Über zwei Vegetationsperioden wurde ein mäßig artenreiches *Lolio-Cynosuretum* als Standweide mit Ochsen genutzt. Zwischen den untersuchten Varianten MC (intensive Beweidung mit hoher Besatzdichte) und LC (extensive Beweidung mit niedriger Besatzdichte) wurden deutliche Unterschiede in der Variabilität der Narbenhöhe auf der Fläche festgestellt. Wie zu erwarten, war in beiden Versuchsjahren die Variabilität in

absoluten Werten der Narbenhöhe in der Variante LC größer als in der Variante MC. Wie Ergebnisse anderer Autoren zeigen, kann eine Zunahme der absoluten Variabilität mit zunehmender mittlerer Narbenhöhe nicht nur in beweideten (Zhao et al. 2002, Correll et al. 2003), sondern auch in gemähten Graslandflächen ermittelt werden (Diack et al. 2000). In der vorliegenden Untersuchung war jedoch in 2003 die relative Variabilität ausgedrückt als Variationskoeffizient im Mittel über alle Termine mit 0.56 in MC und 0.44 in LC in der intensiven Beweidung höher als in der extensiven Beweidung. In 2004 dagegen verhielten sich die Varianten umgekehrt, mit maximalen Werten im Sommer von 0.55 und 0.65 in MC bzw. LC. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Grasnarbe sowohl bei extensiver Beweidung als auch bei intensiver Beweidung in einigen Bereichen bevorzugt verbissen und in anderen dagegen seltener entblättert oder zumindest zeitweise vollständig gemieden. Dies resultierte einerseits in Bereichen mit stark verbissener, kurzrasiger Narbe und andererseits in Bereichen mit überständiger Narbe. Die Entstehung einer solchen mosaikartigen Narbenstruktur unter Beweidung kann ursächlich durch rein zufälliges Weideverhalten entstehen oder auf einer ungleichmäßigen Verteilung an Nährstoffen im Boden beruhen, die eine unterschiedliche Narbenhöhe und –zusammensetzung nach sich zieht und durch eine resultierende, m.o.w. ausgeprägte selektive Beweidung durch die Weidetiere verstärkt wird (Parsons et al. 2000). Die Intensität der selektiven Beweidung verursacht eine räumlich heterogene Biomasse- bzw. Futterangebots-Verteilung (Bakker 1998). In der vorliegenden Untersuchung war die Variabilität der Narbenhöhe in der Variante MC in 2003 deutlich heterogener als in 2004, während dies in der Variante LC umgekehrt war. Ursache für diesen Unterschied zwischen den Jahren könnte die ausgeprägte Trockenheit in 2003 sein. Diese resultierte in einer großflächig weitgehend vertrockneten Grasnarbe in LC, die nachfolgend von den Weidetieren m.o.w. gleichmäßig verbissen wurde. Dagegen waren in MC noch Bereiche mit Pflanzen in vitalem Zustand vorhanden, was möglicherweise bedingt war durch die höhere Wassereffizienz in den durch Stickstoffrückfluss aus den Exkrementen beeinflussten Narbenbereichen oder durch das Vorhandensein von Pflanzen mit tiefreichenden Pfahlwurzeln wie *Taraxacum officinale*. Diese grünen Pflanzen wurden stark selektiert, wogegen die bereits vertrockneten Narbenbereiche gemieden wurden.

In der Variante MC lag in 2003 und 2004 zu allen Terminen der überwiegende Teil der Fläche in einem Narbenhöhenbereich unter 6 cm. Mit Fortgang der Weidesaison nahm der Anteil dieser kurzrasigen Narbenbereiche m.o.w. stetig zu und erreichte zu Weideabtrieb über 70 %. Auch andere Autoren berichten von einem zunehmenden Flächenanteil von stark verbissenen Bereichen mit ansteigender Beweidungsintensität (Cid & Brizuela 1998) oder mit

zunehmender Beweidungsdauer bei einem Standweide-System mit definierter Besatzdichte (Strodthoff & Isselstein 2001). In solchen kurzrasigen Narbenbereichen sind die vorkommenden Pflanzen fast ausschließlich im physiologisch jungen Zustand, und weisen somit eine gute Futterqualität auf. In zahlreichen Untersuchungen wurde gezeigt, dass eine negative Beziehung zwischen der Narbenhöhe und der Verdaulichkeit einerseits und eine positive Beziehung zwischen Verdaulichkeit und Futteraufnahme andererseits bestehen (Milne & Fisher 1993). Diese Präferenz bewirkt, dass von den Weidetieren solche kürzeren Bereiche mit blattreicher vegetativer Biomasse bevorzugt gegenüber höheren Bereichen mit physiologisch älteren und teilweise generativen Pflanzenteilen aufgesucht und entblättert werden (Barthram 1981, Pennig et al. 1991, Parson et al. 1994, Bakker 1998). Daraus kann geschlossen werden, dass solche kurzrasigen Bereiche mit schmackhaftem Futter soweit sie nicht durch Exkrememente beeinflusst sind, immer wieder gezielt von den Weidetieren aufgesucht und verbissen werden, und somit über die gesamte Weideperiode im kurzrasigen Zustand verbleiben. Im Gegensatz zur Variante MC wiesen in LC Bereiche mit Narbenhöhen von über 6 cm den größten Flächenanteil auf; das Futterangebot in kurzrasigen Bereichen war entsprechend niedrig. Da auch in den mittleren Narbenhöhenbereichen noch vergleichsweise junges und schmackhaftes Futter wächst, werden offenbar in LC diese Narbenbereiche bevorzugt entblättert. Diese mittleren Narbenhöhen-Bereiche bieten vermutlich eine optimale Kombination aus Futterqualität und Futteraufnahme je Zeit (Rook 2000).

In der Variante LC werden die überständigen Bereiche über 18 cm im Frühsommer zunächst gemieden, nehmen aber im Sommer in Flächenanteil und Futterangebot kontinuierlich ab. Dieser Rückgang, der im Widerspruch zu der in diesen Bereichen vermutlich geringen Verdaulichkeit und somit geringen Attraktivität des Futters für die Weidetiere steht, kann in dem vorliegenden Versuch durch verschiedene Aspekte verursacht sein. Im Verlauf der Weidesaison wurde das Futterangebot in den kurzrasigen Bereichen knapper, weswegen die Tiere offensichtlich stärker auf Bereiche mit größerer Narbenhöhe ausweichen mussten. Diese Vermutung wird auch dadurch gestützt, dass in beiden Jahren ab August die Zielnarbenhöhe von 12 cm unterschritten wurde und das Futterangebot insgesamt abnahm. Demnach dienen die Bereiche mit größerer Narbenhöhe vor allem in der extensiven Variante als ‚Futterreserve‘ für die zweite Hälfte der Weidesaison (vgl. Strodthoff 2002, Isselstein et al. 2003). Ein methodisches Problem könnte den oben geschilderten Befund verstärkt haben: Durch die Messung der Narbenhöhe mit dem ‚rising plate meter‘ wird ein Druck auf die Pflanzenteile ausgeübt und die abgelesene Narbenhöhe ist u.a. von der Widerstandskraft der Pflanzenteile abhängig. In den überständigen Bereichen waren die meist generativen Pflanzenteile im Laufe

des Sommers sowohl in 2003 als auch in 2004 abgereift und vertrocknet und somit instabiler geworden, wodurch die Metallscheibe auf einer niedrigeren Höhe zum Liegen kam als es bei voll turgeszenten Pflanzenteilen im Frühsommer der Fall war.

Das Futterangebot in den kurzrasigen Bereichen mit einer Narbenhöhe von weniger als 6 cm betrug in der Variante MC zu fast allen Terminen mehr als 500 kg TM/ha, wogegen in Bereichen mit über 18 cm Narbenhöhe kaum Futter vorhanden war. In der Variante LC dagegen war der Anteil des Futterangebotes von den höherwüchsigen Bereichen am insgesamt produzierten Futter vergleichsweise hoch. Im Frühsommer 2004 betrug das Futterangebot in den überständigen Narbenbereichen mit über 18 cm Höhe 1200 bis 1600 kg/ha. Aufgrund niederschlagsreicher Witterungsbedingungen war das Futterangebot sehr hoch und die Zielnarbenhöhe von 12 cm wurde für einige Wochen überschritten. Daraus resultierte ein erheblicher Futterüberschuss, der sich in einem hohen Anteil überständiger, nicht verbissener Bereiche zeigte.

3.5.2 Ertragsanteil der Hauptbestandbildner

Es konnte gezeigt werden, dass die Variabilität der Narbe bei extensiver Beweidung größer und räumlich heterogener war als bei intensiver Beweidung. Hinsichtlich der Hauptbestandbildner war die botanische Zusammensetzung in den niedrigen Bereichen in der Variante MC und LC vergleichbar. Jedoch unterschied sich die botanische Zusammensetzung in den hochwüchsigen Bereichen (Narbenhöhe größer als 12 cm) in den beiden Varianten deutlich. In der Variante MC erklärten die für die Gesamtfläche häufigsten Arten nur maximal 40 % des Ertrages der Narbenhöhenklasse über 18 cm. Das liegt darin begründet, dass die Art *Cirsium arvense* zwar mit großem Anteil am Futterangebot in diesen hochwüchsigen Bereichen der Variante MC vorkam, jedoch in allen anderen Narbenhöhenbereichen nicht als Hauptbestandbildner vorhanden war. In der Variante LC war in den Bereichen mit Narbenhöhen über 12 cm die Biomasse gleichmäßiger auf die vorhandenen Hauptbestandbildner verteilt als in Variante MC. In der hier vorgestellten Untersuchung traten *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* in beiden Varianten als häufigste und mengenmäßig bedeutendste Arten auf. Der Ertragsanteil von *L. perenne* war in den kurzrasigen Narbenbereichen bis 6 cm Höhe am größten und ging in den höheren Bereichen signifikant zurück. *L. perenne* ist eine durch häufige Entblätterung begünstigte Grasart, die den Verbiss und Tritt der Tiere sehr gut verträgt und sich unter nährstoffreichen Bedingungen bei intensiver Nutzungsfrequenz stark bestocken kann (Petersen 1992) und dann eine hohe Konkurrenzkraft bzw. ein hohes Verdrängungsvermögen aufweist.

Die Ertragsanteile von *D. glomerata* und *Elymus repens* verhielten sich umgekehrt wie *L. perenne* mit niedrigsten Anteilen in den kurzrasigen Bereichen und signifikant zunehmenden Anteilen in den höheren Narbenbereichen. Höchste Ertragsanteile wurden von beiden Arten in Bereichen über 18 cm Narbenhöhe in der Variante LC gebildet. *D. glomerata* weist eine hohe Ertragssicherheit und Kampfkraft auf zur Austrocknung neigenden Standorten und Südhängen bei guter Stickstoffversorgung auf, wenn gleichzeitig nicht zu häufig entblättert wird und die Grasnarben keine hohe Triebdichte aufweisen (Opitz von Boberfeld 1986, Opitz von Boberfeld 1994, Hopkins 2000). Diese Bedingungen waren für die hier untersuchten Versuchsflächen besonders in den höheren Narbenhöhenbereichen beider Varianten gegeben. Zusätzlich begünstigte offensichtlich die starke Trockenheit im Jahr 2003 die Ausbreitung von *D. glomerata*. Die Ertragsanteile und Kampfkraft von *Elymus repens* sind bei einer hohen Nutzungsfrequenz erheblich eingeschränkt (Opitz von Boberfeld 1994). Dies erklärt die höheren Ertragsanteile für diese Art bei extensiver Beweidung vor allem in den höheren Narbenbereichen in der vorgestellten Untersuchung. *Festuca rubra* und *Phleum pratense* waren unabhängig von der Narbenhöhe nur in geringen Anteilen in der Variante MC vorhanden. Dagegen war der Anteil der beiden Arten in der Variante LC deutlich höher und nahm mit zunehmenden Narbenhöhen tendenziell zu. Dies ist vermutlich auf die geringe Konkurrenzkraft und ausgeprägte Empfindlichkeit gegenüber häufiger Entblätterung und Tritt zurückzuführen. Intensive Weidenutzung, hier speziell die mit der Trittwirkung verbundene Bodenverdichtung, wird von beiden Arten nicht vertragen (Opitz von Boberfeld 1994).

In der hier vorliegenden Untersuchung bildeten *Poa pratensis* und *Poa trivialis*, ähnlich wie *L. perenne* und *Trifolium repens*, höchste Ertragsanteile unter intensiver Beweidung. Dies ist in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Rogalski et al. (1997). Die Ertragsanteile von *P. pratensis* und *P. trivialis* werden durch Nässe und eine hohe Nutzungsfrequenz gefördert; Trockenheit mindert besonders bei *P. trivialis* die Kampfkraft des Lückenfüllers erheblich (Opitz von Boberfeld 1994). Dies entspricht den im hier beschriebenen Versuch gemachten Beobachtungen mit deutlich verminderten Ertragsanteilen von *P. trivialis* in 2004 als Folge des extrem niederschlagsarmen Sommers in 2003.

Die Ertragsanteile von *Taraxacum officinale* und *Trifolium repens* waren in beiden Beweidungsintensitäten in den niedrigen Narbenhöhenbereichen höher als in den überständigen Bereichen. *T. officinale* kann als eine Zeigerpflanze auf selektive Überbeweidung angesehen werden (Opitz von Boberfeld 1986). Von den dikotylen perennierenden Graslandarten vertragen wenige andere Arten ausser *T. repens* und *T. officinale* intensive

Bewirtschaftung. Für *T. repens* wirkt Licht und für *T. officinale* auch die Lückigkeit der Narbe (Isselstein & Hofmann 1996) fördernd auf das Vorkommen der Arten.

Wie bei *L. perenne* ist auch bei *T. repens* das Licht ein wichtiger Einflussfaktor, wobei die Lichtqualität von besonderer Bedeutung ist und ständiger Verbiß und genügend Lichtzufuhr zur flächenmäßigen Ausdehnung beider Arten führt (Grynia et al 1997, Vormann 1998). Durch die Beschattung in überständigen Bereichen ändert sich die Lichtqualität und in Folge nehmen die Verzweigung von *T. repens* (Lötscher 1994) bzw. Bestockung von *L. perenne* und somit deren Mengenanteile in der Narbe ab (Hofmann et al. 2001). Stellenweise starkes Vorkommen von *D. glomerata* kann aufgrund der hohen Konkurrenzkraft *T. repens* verdrängen (Gotthardi et al. 2003). In der vorliegenden Untersuchung waren die höheren Ertragsanteile von *T. repens* in dem trockenen Jahr 2003 verglichen mit 2004 erstaunlich. Dies hängt offensichtlich damit zusammen, dass es sich auf der Versuchsfläche um einen spontan vorkommenden, kleinblättrigen Ökotyp des Weißklees handelt; Diese Formen besitzen in der Regel eine bessere Anpassung an extreme Umweltbedingungen wie z.B. Trockenheit als die züchterisch bearbeiteten mittel- und großblättrigen Formen (Opitz von Boberfeld 1994). In Narbenhöhenbereichen, die hohe Ertragsanteile von *T. repens* aufweisen, dominiert *L. perenne* und es kommen wenig andere Arten vor. Auch Warren (2000) stellte eine geringere Artenvielfalt in Beständen mit höheren *T. repens* Anteilen fest. Als Ursache für die geringere Artenzahl bei hohen Weißkleeanteilen ist anzunehmen, dass *T. repens* über die symbiotische N-Fixierung die N-Verfügbarkeit erhöht und damit die Konkurrenzkraft des Grases stärkt. Zudem können sich nutzungsempfindliche Arten in den häufig entblätterten kurzrasigen Narbenbereichen nicht halten.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass extensive Weidesysteme durch eine erhebliche zeitliche und räumliche Variabilität der Struktur der Grasnarbe und des Futterangebots gekennzeichnet sind. Die Erfassung dieser Variabilität ist die Voraussetzung dafür, dass die Weideleistung und die Produktivität der Grasnarbe analysiert und erklärt werden können. In zukünftigen Untersuchungen sollten die Variabilität der Qualität des angebotenen Futters und die Futteraufnahme einbezogen werden.

3.6 Literatur

Bakker JP 1998. The impact of grazing on plant communities. In: Wallis de Vries MF, Bakker JP & van Wieren SE (eds.), Grazing and conservation management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 137-184.

- Bartham GT 1981. Sward structure and the depth of the grazed horizon. *Grass and Forage Science* 36, 130-131.
- Benke M & Isselstein J 2001. Extensive Landwirtschaft auf Niedermoorgrünland - Probleme und Chancen. In: Kratz R & Pfadenhauer J (eds.), *Ökosystemmanagement für Niedermooere*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 184-201.
- Castle ME 1976. A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.
- Cid MS & Brizuela MA 1998. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management* 51, 644-649.
- Correll O, Isselstein J & Pavlu V 2003. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. *Grass and Forage Science* 58, 450-454.
- Diack IA, Burke M & Peel S 2000. Grassland management for nature conservation: towards a consistent approach to sward measurement and description. In: Rook AJ & Penning PD (eds.), *Grazing Management*. British Grassland Society Occasional Symposium No. 34, 155-156.
- Ernst P, Le Du YLP & Carlier L 1980. Animal and sward production under rotational and continuous grazing management - a critical appraisal. In: Prins WH & Arnold GH (eds.), *the role of nitrogen in intensive grassland production*. Pudoc, Wageningen, 119-126.
- Frame J 1993. Herbage mass. In: Davis A, Baker RD, Grant SA & Laidlow AS (eds.), *Sward measurement handbook*. 2nd edition, British Grassland Society, Reading, UK, 39-67.
- Gottardi S, Fricke T & Spatz G 2003. Differenzierung des Weißkleeanteils einer einheitlichen Dauergrünlandansaat unter Berücksichtigung der standortspezifischen Heterogenität. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, Band 5, 71-74.
- Granz E, Weiss J, Pabst W & Strack KE 1990. *Tierproduktion*. 11. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Grynina M, Kryszak A & Gzelak M 1997. Ecological conditioning of the occurrence of legumes in meadow-pasture communities in Great Poland. *Proceedings of the International Symposium of the European Grassland Federation*, 2, 301-305.
- Hodgson J 1990. *Grazing Management. Science into Practice*. Longman, London.
- Hofmann M, Kowarsch N, Bonn S & Isselstein J 2001. Management for biodiversity and consequences for grassland productivity. *Grassland Science in Europe* 6, 113-116.
- Hopkins A 2000. Herbage production. In: Hopkins A (eds.), *Grass – its production & utilization*. Blackwell Science, Oxford, UK, 90-110.

- Isselstein J 2003. Erhaltung und Förderung der Pflanzenartenvielfalt auf dem Grünland aus landwirtschaftlicher Sicht. *Nova Acta Leopoldina* 87 (328), 99-111.
- Isselstein J, Correll O, Strodthoff J, Zhao G & Hofmann M 2003. Variability of sward structure and plant species composition of pastures at low stocking rate. *Grassland Science in Europe* 8, 606–609.
- Isselstein J & Hofmann M 1996. Zur Etablierung und Konkurrenzkraft des Gewöhnlichen Löwenzahns (*Taraxacum officinale* Web.) im Grasland. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26, 519-526.
- Kirchgeßner M 1997. Tierernährung. Verlagsunion Agrar, Frankfurt am Main.
- Laca EA & Lemaire G 2000. Measuring sward structure. In: t Mannetje L. & Jones RM (eds.), *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. CAB International, Wallingford, 103-121.
- Lötscher M 1994. Austrieb und Entwicklung der Seitentriebe von Weissklee (*Trifolium repens* L.) - Einfluss der Bewurzelung sowie der Lichtintensität und -qualität. Diss. ETH Zürich.
- Milne JA & Fisher GEJ 1993. Sward structure with regard to production. In: Haggard RJ & Peel S (eds.), *Grassland Management and Nature Conservation*. British Grassland Society Occasional Symposium No. 28, 33-42.
- Nitsche S & Nitsche L 1994. Extensive Grünlandnutzung. Neumann Verlag, Radebeul.
- Opitz von Boberfeld W 1986. Grünlandnutzung. In: Nösberger J & Opitz von Boberfeld W (eds.), *Grundfutterproduktion*. Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 65-120.
- Opitz von Boberfeld W 1994. Grünlandlehre. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Pavlu V, Hejcman M, Pavlu L & Gaisler J 2003. Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland Grassland in the Jizerské hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38, 21-34.
- Parsons AJ, Thornley JHM, Newman JE & Penning PD 1994. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. *Functional Ecology* 8, 187-204.
- Parsons AJ, Carrere P & Schwinning S 2000. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A, de F Carvalho PC & Nabinger C (eds.), *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CAB International, Oxon, 289-315.
- Penning PD, Parsons AJ, Orr RD & Treacher TT 1991. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science* 46, 15-28.

- Petersen A 1992. Gräser. Akademie Verlag, Berlin.
- Poschlod P & Schumacher W 1998. Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes - Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. Schriftenreihe für Vegetationskunde 29, 83-99.
- Priebe R 1998. Milchviehweide auf intensiv und extensiv bewirtschaftetem Grünland. In: Schalitz G & Fechner M (eds.). Extensivweide in Agrarlandschaften Nordostdeutschlands. ZALF-Bericht Nr. 33, 34-37.
- Rogalski MT, Kryszak J & Klos JM 1997. Effects of continuous sheep grazing and cattle rotational grazing on sward floristic composition. Proceedings of the International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, 2, 103-112.
- Rook AJ 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. In: Hopkins A (ed.), Grass - its production & utilization. 3rd ed., Blackwell Science, Oxford, UK, 229-241.
- Schwinning S & Parson AJ 1999. The stability of grazing systems revisited: spatial models and the role of heterogeneity. Functional Ecology 13, 737-747.
- Strodthoff J & Isselstein J 2001. The effect of selective grazing on the spatial distribution of herbage and the liveweight gain of cattle grazing a peat soil pasture. Grassland Science in Europe 6, 320-323.
- Strodthoff J 2002. Dynamik von Narbenstruktur und Weideleistung auf extensiviertem Niedermoorgrünland. Diss. Univ. Göttingen.
- Tallowin JRB, Kirkham FW, Brookman SKE & Patefield M 1990. Response of an old pasture to applied nitrogen under steady-state continuous grazing. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 115, 179-194.
- Voigtländer G & Jacob H 1987. Grünlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Voigtländer G & Voss N 1979. Methoden der Grünlanduntersuchung und- bewertung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Vormann M 1998. Auswirkungen einer extensiven Beweidung von Feuchtgrünland des westlichen Münsterlandes auf Vegetation, Ertrag, Futterqualität und Lebendgewichtszunahme der Weidetiere. Diss. Univ. Bonn.
- Warren JM 2000. The role of white clover in the loss of diversity in grassland habitat restoration. Restoration Ecology 8, 318-323.
- Zhao G, Hofmann M & Isselstein J 2002. Zeitliche und räumliche Aspekte der Narbenstruktur und des Futterangebotes eines extensivierten Grünlandes bei Beweidung mit Schafen. Pflanzenbauwissenschaften 6, 17-24.

**Untersuchung zur Ermittlung der
Brutto-Weideleistung auf extensiver
Standweide mit Ochsen**

4.1 Zusammenfassung

Es sollte geprüft werden, inwieweit es möglich ist, anhand von Narbenhöhen-Messungen die oberirdische Biomasse und den Zuwachs getrennt nach Narbenhöhenbereichen in einem extensiven Standweide-System zu erfassen. Die Daten wurden auf Flächen erhoben, die seit drei Jahren differenziert beweidet wurden. Die Versuchsfläche wurde als Standweide mit Ochsen der Rasse Fleckvieh genutzt und folgende Varianten wurden geprüft: (1) mäßig intensive Beweidung mit höherem Tierbesatz bei einer mittleren Zielnarbenhöhe von 6 cm (Variante MC) und (2) extensive Beweidung mit niedrigem Tierbesatz bei einer mittleren Narbenhöhe von 12 cm (Variante LC). Um die oberirdische Biomasse anhand von gemessenen Narbenhöhen möglichst genau schätzen zu können, wurden an acht Perioden in der Vegetationsperiode getrennt nach Varianten Kalibrationsschnitte durchgeführt und eine lineare Regressionsfunktion erstellt. Zur Feststellung des Zuwachses wurden Weidekörbe aufgestellt. Zu Beginn und am Ende jeder Weidekorb-Periode wurde an definierten Messpunkten unter jedem Weidekorb die komprimierte Narbenhöhe mit einem Diskmeter erhoben. Der Zusammenhang zwischen der zugewachsenen Biomasse und der jeweiligen Narbenhöhe zu Beginn der Periode wurde mittels einer quadratischen Regressionsfunktion am besten beschrieben. Um den Zuwachs für das heterogene Narbenhöhenprofil der Gesamtfläche jeder Parzelle abzuschätzen, wurde monatlich die komprimierte Narbenhöhe anhand von 300 Messpunkten je Variante entlang von Dauertransekten gemessen. Auf diese Weise konnte der Zuwachs an oberirdischer Biomasse je Hektar und Tag für die gesamte Weidesaison errechnet werden. Zusätzlich war es möglich, den Anteil der verschiedenen Narbenhöhenbereiche am Gesamtzuwachs zu ermitteln.

Die Ergebnisse zeigen, dass in der Variante MC die oberirdische Biomasse mit einer größeren Genauigkeit anhand von Narbenhöhen-Meßwerten geschätzt werden konnte als in der Variante LC. Dieser Unterschied war darin begründet, dass in MC der Pflanzenbestand homogener war - sowohl hinsichtlich des Anteils dominierender Pflanzenarten als auch hinsichtlich der Entwicklungsstadien der Hauptbestandbildner. Zu Beginn der Weidesaison war der mittlere tägliche Zuwachs mit 117 kg TM je ha maximal und in beiden Varianten auf gleichem Niveau. Im weiteren Verlauf der Weidesaison nahm der tägliche Zuwachs in beiden Varianten ab, wobei der Rückgang in LC deutlich stärker und rascher verlief als in MC. Dies kann auf die mengenmäßig größere Bedeutung von hochgewachsenen Narbenbereichen in der Variante LC zurückgeführt werden, die aufgrund stärkerer Beschattung und älteren Pflanzenteilen eine deutlich ungünstigere Photosynthese-Effizienz aufweisen als die überwiegend häufig und niedrig verbissenen Narbenbereiche der Variante MC. In der Variante

MC wurde der überwiegende Teil des täglichen Zuwachses in den kürzeren Bereichen der Grasnarbe bis 12 cm gebildet. In der Variante LC dagegen trugen Narbenbereiche über 12 cm wesentlich zum Gesamtzuwachs bei. Mit der verwendeten Methode können periodisch unterschiedliche Entwicklungszustände der Grasnarbe in extensiven Standweide-Systemen durch aktualisierte Regressionsgleichungen bei der Ermittlung von Biomasse und Zuwachs anhand von Narbenhöhenmessungen berücksichtigt werden. Jedoch sollte für eine bessere Einbeziehung der parallel auf der Fläche vorhandenen räumlichen Narbenheterogenität die verwendete Methodik weiter verbessert werden.

4.2 Einleitung

Für das optimale Management eines Grünland-Systems ist die Kenntnis der pflanzlichen Produktivität bzw. des Zuwachsverlaufes unabdingbar. Die Methodik zur Erfassung der oberirdischen Biomasse ist unter Schnittnutzung vergleichsweise unkompliziert, da entweder der geerntete Gesamtertrag direkt erfasst werden kann oder über die Beprobung von Teilflächen auf den Gesamtertrag hochgerechnet werden kann (Frame 1993, Hopkins 2000). In beweideten Systemen ist dies nicht so einfach möglich, da neben dem Futterangebot (oberirdische Biomasse) auch die von den Weidetieren gefressene Biomasse berücksichtigt werden muss. Zudem erfordern alle Weide-Systeme mit längeren Standzeiten der Tiere, dass der potenzielle Zuwachs während der Weideperiode durch geeignete Methoden erfasst wird. Der gesamte Zuwachs einer Vegetationsperiode wird dabei als Brutto-Weideleistung bezeichnet. Das periodische Abtrennen von repräsentativen Teilflächen von der Beweidung mit Hilfe von sogenannten Weidekörbe bzw. 'exclosures' eignet sich um den Zuwachs zu erfassen ('t Mannetje 2000), wenn regelmäßiges Umsetzen der Weidekörbe und nicht zu lange Aufwuchszeiträume gewährleistet sind. Bisher verwendete Untersuchungstechniken erfassen den Biomasse-Aufwuchs zu Beginn und am Ende jeder Aufwuchsperiode durch Beerntung jeweils benachbarter Teilflächen unter den Weidekörben ('t Mannetje 2000). Diese Vorgehensweise resultiert in zeit- und arbeitsaufwendigen Beprobungsverfahren, setzt eine m.o.w. identische Biomasse in beiden Teilflächen voraus und verändert durch Schnitt die weidetypische Narbenstruktur. Zur Überwindung dieser Problematik wurden 'nicht-destruktive' Schätzverfahren anhand von Narbenhöhen-Dichte-Messungen entwickelt, die eine deutlich höhere Beprobungsanzahl bei geringerem Zeitaufwand und zudem wiederholte Beprobung identischer Narbenbereiche ohne wesentliche Störung der Narbenstruktur ermöglichen ('t Mannetje 2000). Ein weiterer Vorteil ist, dass mit dieser Methodik auch die räumliche Heterogenität einer Weidefläche gut erfasst werden kann (Hirata 2000, Correll et al. 2003, Isselstein et al. 2003). Zur Umrechnung der Narbenhöhen-Messwerte in Biomasse-

Werte ist in Teilbereichen eine Doppelbeprobung durch Narbenhöhenmessung und Kalibrationsschnitte erforderlich. Grundlegend für die Eignung der erstellten Beziehung für die Gesamtfläche ist die repräsentative Auswahl dieser Schnittproben. Dabei wird darauf hingewiesen, dass die saisonale Veränderung der Narbenstruktur und –zusammensetzung eine regelmäßige Erneuerung bzw. Anpassung dieser Regressionsgleichungen erfordert ('t Mannetje 2000).

Der aus der Veränderung der oberirdischen Biomasse ermittelte Zuwachs bestimmt die Produktivität des Weidesystems. Dieser Zuwachs ist abhängig von der vorhandenen assimilierfähigen Biomasse, dem physiologischen Entwicklungszustand der dominierenden Arten sowie den kleinräumigen Licht- und Temperaturbedingungen (Parsons and Chapman 2000). Orr et al. (1988) zeigten, dass die unter vierwöchiger Schnitffrequenz ermittelten zweigipfeligen saisonalen Zuwachskurven (Corrall and Fenlon 1978), unter einem intensiven Standweide-System mit Schafen auf einem niedrigeren Niveau deutlich gleichmäßiger über die Weideperiode verlaufen. Es kann jedoch vermutet werden, dass diese unter den klimatischen Bedingungen in Südwest-England in einem intensiv beweideten und gedüngten Weidelgras-Bestand ermittelten Zuwachskurven, nicht unmittelbar übertragbar sind auf die Verhältnisse in einem artenreichen und nicht gedüngten Bestand bei geringerer Beweidungsintensität. Die unter einem extensiven Standweide-System entstehende heterogene Narbenhöhenstruktur und Narbenzusammensetzung (Laca 2000, Parsons et al. 2000, Sahin et al. 2004) muss nicht in einer insgesamt niedrigeren Produktivität der Gesamtfläche resultieren (Schwinning and Parsons 1999), lässt jedoch erwarten, dass verschiedene Narbenhöhenbereiche im Verlauf der Weidesaison einen unterschiedlichen Anteil am Gesamtzuwachs haben. Bisher liegen keine Untersuchungen vor, die eine Erfassung des saisonalen Zuwachses differenziert nach Narbenhöhen zum Ziel hatten. Derart detaillierte Ergebnisse würden es ermöglichen, extensive Standweide-Systeme durch Anpassung der Beweidungsintensität noch weiter im Hinblick auf eine bestmögliche Ausnutzung der Produktivität zu gestalten.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, den Zusammenhang zwischen der räumlich differenzierten Grasnarbe und dem täglichen Zuwachs in Abhängigkeit von der Zeit in der Saison unter den Bedingungen einer extensiven Standweide mit Rindern bei unterschiedlicher Besatzdichte zu erfassen. Es sollen Aussagen abgeleitet werden über die Bedeutung verschiedener Narbenbereiche für die Produktivität unter extensivem Beweidungsmanagement.

4.3 Material und Methoden

4.3.1 Standort und Versuchsanlage

Die Versuchsfläche liegt in Relliehausen (51° N 9° E, 250 m ü. NN), im Mittelgebirge Solling im südlichen Niedersachsen. Das langjährige Mittel der Jahresniederschlagsmenge beträgt 879 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur 8,2 °C (Standort in Dassel; 1961-1990, Deutscher Wetterdienst, DWD).

Da von der genannten Station nur langjährige Werte vorlagen, wurde für die aktuellen Wetterdaten auf die Station Hardegsen zurückgegriffen. Der Standort ist vergleichbar mit dem ca. 26 km entfernten Versuchsstandort.

Tabelle 1: Monatsmittel der Temperatur und Monatssumme des Niederschlags, Daten der Station Hardegsen im Jahr 2004 (Wetterstation Göttingen, WSG, 2005)

2004	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Temperatur (Luft °C)	9,5	11,4	15,2	16,4	18,8	14,1	10,0
Niederschlag (mm)	40,9	57,2	63,0	90,2	96,2	56,9	32,2

Der Boden der Versuchsfläche ist Braunerde/Pelosol. Der pH-Wert betrug 6,3. Die Bodennährstoffgehalte lagen bei 6,2 mg P, 16,3 mg K und 33,8 mg Mg je 100 g trockenem Boden (April 2002). Die Untersuchungen im Boden wurden nach der CAL/DL-Methode (Extraktions-Methode) durchgeführt. Das Grünland der Versuchsfläche wurde seit über zehn Jahren als extensive Standweide genutzt und weder gedüngt noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Die Vegetation der Versuchsfläche kann pflanzensoziologisch dem *Lolio-Cynosuretum* zugeordnet werden. Die hier vorgestellte Arbeit ist eingebunden in das EU-Projekt 'FORBIOBEN', das agronomische, ökologische und ökonomische Auswirkungen extensiver Weidesysteme untersucht. Dazu wurde im Frühjahr 2002 auf einer Grünlandfläche des Versuchsgutes Relliehausen der Universität Göttingen ein mehrjähriger Weideversuch mit wachsenden Ochsen eingerichtet. Folgende zwei Beweidungsvarianten wurden in der vorliegenden Arbeit untersucht:

(1) mäßig intensive Beweidung / leistungsfähige Rasse, Fleckvieh (Moderate stocking / Commercial breed = MC), (2) extensive Beweidung / leistungsfähige Rasse, Fleckvieh (Lenient stocking / Commercial breed = LC). Die Intensität der Standweide wurde durch die Zielnarbenhöhe vorgegeben (mäßig intensive Beweidung = 6 cm, extensive Beweidung = 12 cm). Die mittlere Narbenhöhe wurde wöchentlich kontrolliert und die

Besatzdichte angepasst. Die Varianten waren dreifach wiederholt, die Parzellengröße betrug jeweils 1 ha. In dem Jahr 2004 fand der Weideauftrieb Mitte April statt, der Weideabtrieb war Mitte Oktober. Die Parzellengröße war so gewählt, dass mindestens drei Kerntiere während der gesamten Weidesaison auf der Fläche bleiben sollten. Aufgrund des geringen Futterangebotes mussten die Tiere jedoch von Mitte August bis Mitte September abgetrieben werden.

4.3.2 Methoden

Zur Erfassung des zeitabhängigen pflanzlichen Zuwachses der Weideflächen wurde die Weidesaison 2004 in acht Perioden unterteilt (Tabelle 2). Entsprechend dem erwarteten Wachstumsverlauf der Weidenarbe mit raschen Veränderungen zu Beginn und geringeren Veränderungen ab Mitte der Weidesaison, betrug die Dauer der Perioden zunächst zwei bis drei Wochen und später etwa vier Wochen.

Tabelle 2: Perioden der Weidesaison und Standzeiten der Weidekörbe

Periode	Beginn und Ende der Periode	Dauer der Periode (Tage)
1.	21.04. - 03.05.2004	12
2.	03.05. - 19.05.2004	16
3.	19.05. - 16.06.2004	28
4.	16.06. - 06.07.2004	20
5.	06.07. - 03.08.2004	28
6.	03.08. - 25.08.2004	22
7.	25.08. - 21.09.2004	27
8.	22.09. - 10.10.2004	19

Zur Ermittlung des Zuwachses in den Standweide-Varianten wurden je Parzelle gleichmäßig über die Fläche verteilt vier Weidekörbe von je 2 m² Standfläche aufgestellt. In jeder Periode wurden diese Weidekörbe nach einem gleichmäßigen Muster an eine bisher nicht beprobte Stelle versetzt.

Zu Beginn und am Ende jeder Weidekorb-Periode wurden an 18 gleichmäßig unter dem Weidekorb verteilten, festgelegten Messpunkten, die komprimierte Narbenhöhe mit einem Diskmeter (Castle 1976) erhoben. Aus der Differenz jedes Messpaares (Beginn- und Endmessung) wurde der Zuwachs in Zentimeter berechnet. Zur Umrechnung des Zuwachses von Höhe in Biomasse wurden in jeder Periode erstellte Kalibrationsgleichungen verwendet. Dazu wurden stratifiziert über alle Narbenhöhen-Bereiche verteilt Doppelbeprobungen zur

Ermittlung dieser Gleichungen vorgenommen. Je Parzelle wurde an jeweils 16 gleichmäßig über die Fläche verteilten Messpunkten die Narbenhöhe gemessen und die unter der Diskmeter-Scheibe befindliche oberirdische Biomasse unmittelbar an der Bodenoberfläche abgeschnitten. Der verwendete Schnittrahmen hatte die gleichen Abmessungen wie der Diskmeter (Kreisfläche, Durchmesser 30 cm). Die geerntete Biomasse wurde zur Trockenmasse-Bestimmung bei 105 °C getrocknet. Zwischen Narbenhöhe und Trockenmasse wurde eine lineare Regression nach dem Modell $y = ax + b$ berechnet, wobei y die oberirdische Biomasse darstellt, a die Steigung der Funktion (Regressionskoeffizient), x die gemessene Narbenhöhe in cm, und b den Achsenabschnitt. Die Güte der Regression wurde anhand des Standardschätzfehlers beurteilt. Mittels dieser perioden- und variantenspezifischen Regressionsgleichungen und dem Narbenhöhen-Zuwachs unter den Weidekörben wurde der Zuwachs in kg TM je ha und Tag berechnet. Dies ergab bei 18 Messpunkten je Weidekorb, vier Weidekörben je Parzelle und drei Wiederholungen je Variante 216 Zuwachs-Werte je Variante und Periode. Der Zusammenhang zwischen diesen Werten der zugewachsenen Biomasse und der jeweiligen Narbenhöhe zu Beginn der Weidekorb-Periode wurde mittels einer zweiten Regressionsfunktion berechnet. Am besten angepasst war ein quadratisches Modell: $y = ax^2 + bx + c$, wobei y den Zuwachs und x die gemessene Narbenhöhe in cm darstellt.

Um den Zuwachs möglichst präzise für das heterogene Narbenhöhenprofil der Gesamtfläche jeder Parzelle abzuschätzen, wurde monatlich die komprimierte Narbenhöhe an 100 Messpunkten entlang von je zwei quer über die Parzelle verlaufender Dauertransekten gemessen. Diese Werte wurden in die quadratische Regressionsgleichung eingesetzt, und damit wurde der Biomasse-Zuwachs je Hektar und Tag berechnet. Um zu visualisieren, welcher Anteil des Gesamtzuwachses der Fläche von Narbenbereichen unterschiedlicher Höhenklassen gebildet wird, wurde die Verteilung des täglichen Zuwachses auf die Höhenklassen 0-6 cm, > 6-12 cm, > 12 bis 18 cm und > 18 cm getrennt für jede Periode und Variante berechnet. Der Einfluss der Faktoren Variante und Periode auf den Zuwachs von bestimmten Narbenhöhenklassen wurde mit Hilfe des linearen gemischten Modells in SPSS geprüft. Dabei wurde der wiederholte Faktor Periode im gemischten Modell als Kovariate des Typs Autoregressiv erster Ordnung verwendet. Die Variante ging als unabhängiger Faktor ein.

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und oberirdischer Biomasse

Tabelle 3 zeigt die Funktionsgleichungen und Standardschätzfehler der Beziehung zwischen Narbenhöhe und oberirdischer Biomasse differenziert nach Variante und Periode. Der Standardschätzfehler der Funktion war in der Variante LC in allen Perioden höher als in der Variante MC. Das Bestimmtheitsmaß war in allen Perioden in der Variante LC deutlich niedriger als in der Variante MC.

Tabelle 3: Regression zwischen der Narbenhöhe (in cm) und der oberirdischen Biomasse. Berechnung getrennt nach Perioden und Varianten.

Periode	MC					LC				
	Biomasse [#]	a ^{##}	b [§]	SE [§]	r ^{2*}	Biomasse	a	b	SE	r ²
1	2214	205	75	432	0,72	2490	196	99	583	0,68
2	2568	220	-176	422	0,66	2286	155	254	566	0,55
3	1902	189	295	481	0,66	2805	197	99	583	0,68
4	3175	309	147	854	0,57	4248	265	691	998	0,60
5	1887	296	-121	566	0,74	3949	181	1647	1026	0,35
6	2659	322	-151	601	0,71	3466	188	1155	800	0,57
7	2749	261	509	629	0,72	3704	337	-366	1319	0,56
8	1568	372	-332	640	0,75	3208	303	61	739	0,68

#) Biomasse = geschätzte oberirdische Biomasse in kg TM je ha

##) a = Steigung

§) b = Achsenabschnitt (Konstante)

§) SE = Standardfehler des Schätzers

*) r² = Bestimmtheitsmaß

Die Steigung der Regression bzw. die oberirdische Biomasse je Zentimeter Narbenhöhe war in der 4. Periode, Anfang Juli, in beiden Varianten recht hoch, ging zwischenzeitlich wieder zurück und wies Ende der Weidesaison höchste Werte auf. In den meisten Perioden hatte die Variante MC höhere Steigungswerte als die Variante LC.

4.4.2 Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und Zuwachs

Anhand von wiederholten Narbenhöhenmessungen unter den Weidekörben wurde der Zusammenhang zwischen Narbenhöhe zu Beginn einer Messperiode und täglichem Zuwachs während der Messperiode berechnet.

Abbildung 1 zeigt diese Beziehung beispielhaft für die zweite Periode und visualisiert die Güte der Anpassung der quadratischen Funktion an die Punktwolke in den Varianten MC und LC.

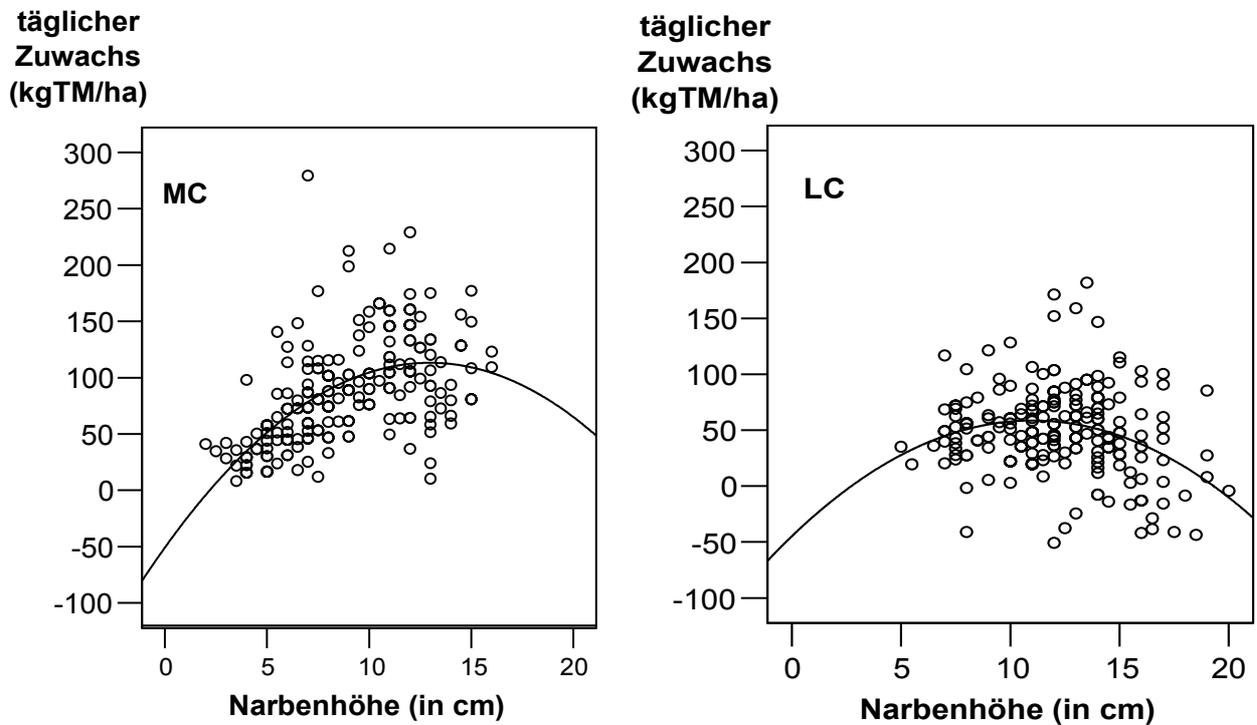


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Narbenhöhe (cm) und täglichem Zuwachs (kg TM/ha) sowie quadratische Anpassungsfunktion in den Varianten MC und LC in der zweiten Periode. Kreise symbolisieren Beobachtungspunkte, die Linie zeigt den Verlauf der quadratischen Funktion. Die zugehörigen Funktionen sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 zeigt die für alle Perioden ermittelten Funktionsgleichungen und statistische Maßzahlen in beiden Varianten.

Tabelle 4: Quadratische Regressionsfunktion zwischen Narbenhöhe und täglichem Zuwachs. Berechnung getrennt nach Periode und Variante.

Zuwachs [#]		Quadratische Funktion	SE ^s	r ²	F	P-Werte
Periode	MC					
1	106,5	$y = -0,98 x^2 + 22,13 x + 5,77$	53,76	0,11	14,45	<0,001
2	86,3	$y = -0,98 x^2 + 25,31 x - 50,87$	38,12	0,33	51,57	<0,001
3	54,2	$y = 0,14 x^2 - 0,36 x + 52,86$	23,52	0,03	3,15	0,045
4	54,8	$y = 0,99 x^2 - 4,40 x + 51,29$	26,47	0,22	29,95	<0,001
5	30,3	$y = -0,34 x^2 + 5,62 x + 19,42$	30,72	0,02	1,61	0,202
6	34,5	$y = -0,96 x^2 + 4,02 x + 32,46$	23,67	0,01	1,44	0,238
7	49,8	$y = -0,89 x^2 + 5,22 x + 44,67$	20,51	0,06	6,49	<0,001
8	0,7	$y = 0,60 x^2 - 3,79 x + 5,84$	28,11	0,10	1,07	0,345
Periode	LC					
1	108,3	$y = -0,10 x^2 + 5,40 x + 67,13$	38,39	0,04	4,10	0,018
2	48,9	$y = -0,85 x^2 + 18,79 x - 44,88$	36,42	0,09	10,16	<0,001
3	43,2	$y = -0,16 x^2 + 4,93 x + 12,20$	20,97	0,08	9,32	<0,001
4	80,3	$y = -0,53 x^2 + 9,64 x + 41,93$	31,12	0,04	4,41	0,013
5	36,2	$y = -0,24 x^2 + 1,87 x + 36,55$	20,64	0,08	9,47	<0,001
6	-5,5	$y = 0,08 x^2 - 0,38 x - 5,90$	13,02	0,01	1,06	0,349
7	-2,6	$y = -1,43 x^2 + 21,51 x - 68,11$	26,69	0,16	20,54	<0,001
8	19,5	$y = 0,63x^2 - 12,29 x + 59,51$	23,73	0,21	28,44	<0,001

#) geschätzter mittlerer täglicher Zuwachs (kg TM/ha)

^s) Standardfehler des Schätzers

Der Standardfehler der Regressionsgleichungen in Relation zum mittleren Zuwachs ist vor allem ab Mitte Juli in der Variante MC recht groß. Das Bestimmtheitsmaß erreichte in allen Perioden und in beiden Varianten maximal 0,33, war aber zu den meisten Perioden signifikant. Mit Ausnahme der letzten beiden Perioden war das Bestimmtheitsmaß in MC stets höher als in LC. Abbildung 2 zeigt den täglichen Gesamtzuwachs und die Verteilung auf einzelne Narbenhöhenklassen für alle Perioden der Weidesaison. Bei der Berechnung dieses Gesamtzuwachses wurden die jeweiligen Flächenanteile von verschiedenen hohen Narbenbereichen, welche anhand der 300 Transekten-Messwerte je Variante und Periode ermittelt worden waren, berücksichtigt. Zu Beginn der Weidesaison, Anfang Mai, war der tägliche Gesamtzuwachs mit 117 kg TM je ha maximal und in beiden Varianten auf gleichem

Niveau. Im weiteren Verlauf der Weidesaison nahm der tägliche Gesamtzuwachs in beiden Varianten ab, wobei der Rückgang in der Variante LC früher einsetzte und deutlich stärker war als in MC. Im September und Oktober war im Mittel über alle Narbenhöhen kein Zuwachs in der Variante LC mehr vorhanden, da der Rückgang an Biomasse in einigen Narbenbereichen größer war als der Zuwachs in anderen Bereichen. In den verschiedenen Narbenhöhenklassen entwickelte sich der Zuwachs mit Verlauf der Weidesaison in den beiden Varianten deutlich unterschiedlich. Dies ist Ursache für die signifikanten Wechselwirkungen Variante * Periode (Tabelle 5). Ausnahme sind zu Beginn der Weidesaison Bereiche mit 0-6 cm Narbenhöhe und im Juni/Juli Bereiche mit 6-12 cm in denen der tägliche Zuwachs in beiden Varianten ähnlich war.

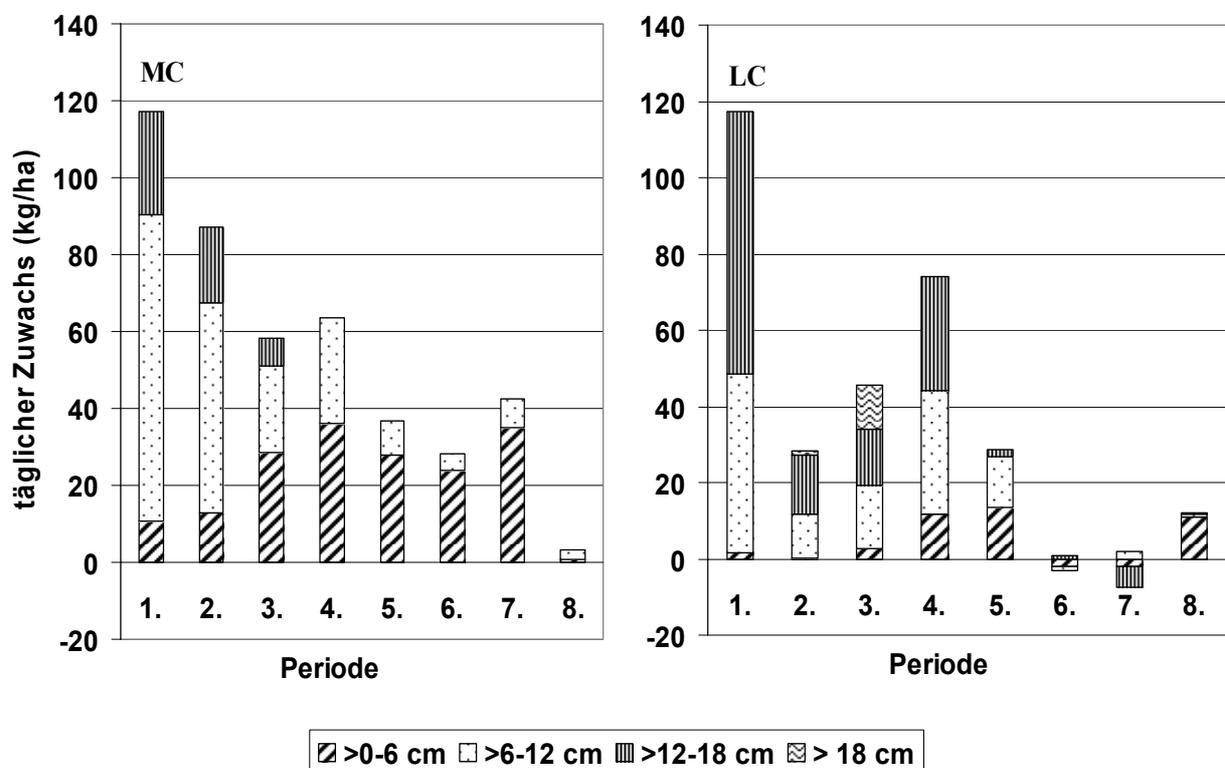


Abbildung 2: Verteilung des mittleren täglichen Zuwachses auf vier Höhenklassen der Grasnarbe im Verlauf der Weidesaison in den Varianten MC und LC. Bei der Berechnung des Zuwachses wurden die jeweiligen Flächenanteile von verschiedenen hohen Narbenbereichen - ermittelt anhand der 300 Transekten-Messwerte je Variante und Periode - berücksichtigt

In der Variante MC war der Zuwachs in der 1. und 2. Periode in der Narbenhöhenklasse 6-12 cm maximal. In Bereichen mit dieser Narbenhöhe wurden mit 80 bzw. 55 kg/ha*d knapp 70 % des jeweiligen Gesamtzuwachses gebildet. Der Anteil dieser Höhenklasse am Gesamtzuwachs nahm im Verlauf der Weidesaison kontinuierlich bis unter 20 % ab.

Gleichzeitig nahm der Anteil des Zuwachses, der von Bereichen mit unter 6 cm gebildet wurde, von weniger als 10 % zu Beginn der Weidesaison bis auf über 80 % des Gesamtzuwachses im September zu. Bereiche mit Narbenhöhen von über 12 cm trugen bis Juni maximal 23 % zum Gesamtzuwachs bei, waren danach aber ohne Bedeutung. In der Variante LC bildeten die Bereiche mit Höhen 12-18 cm zu Beginn der Weidesaison mit 69 kg bzw. 60 % den größten Anteil des Gesamt-Zuwachses. Die Bereiche mit 6-12 cm bildeten im Mai knapp 40 %. Im Juni und Juli nahm die Bedeutung der Bereiche mit 6-12 und unter 6 cm am Gesamtzuwachs in der Variante LC kontinuierlich zu. Im August und September war das Wachstum in den meisten Höhenklassen gleich null oder negativ und nur in der Höhenklasse 6-12 cm gering positiv. Im Oktober stieg der Zuwachs in LC noch mal schwach an, jedoch nur in Bereichen mit bis zu 6 cm Narbenhöhe.

Tabelle 5: Varianzanalyse des täglichen Zuwachses in den beiden Varianten und allen Perioden der Weidesaison für verschiedene Höhenklassen

Varianzursache	>0-6 cm	>6-12 cm	>12-18 cm	>18 cm	Gesamt
Periode	0,001	0,002	<0,001	-	<0,001
Variante	0,007	0,068	0,010	0,905	<0,001
Variante*Periode	0,001	0,003	<0,001	-	<0,001

4.5 Diskussion

4.5.1 Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und oberirdischer Biomasse

Über drei Vegetationsperioden wurde ein mäßig artenreiches *Lolio-Cynosuretum* als Standweide mit Ochsen genutzt. Dabei war die Beweidungsintensität an einer Zielnarbenhöhe von im Mittel 6 cm in Variante MC bzw. 12 cm in Variante LC orientiert. In der hier vorgestellten Studie wurden die im dritten Jahr erhobenen Daten ausgewertet. Der Zusammenhang zwischen der Narbenhöhe und der oberirdischen Biomasse konnte am besten mit einem linearen Regressions-Modell beschrieben werden. Dabei beschreibt das Bestimmtheitsmaß die Güte der Anpassung der Regressionsfunktion an die Punktwolke bzw. die gegebenen Meßwertpunkte. Der Standardschätzfehler verhält sich gegensätzlich und ist ein Maß dafür mit welchem Fehler die Biomasse aus einem bestimmten Narbenhöhenwert geschätzt werden kann. In der Variante MC war das Bestimmtheitsmaß in allen Perioden deutlich höher als in der Variante LC. Entsprechend war in Variante MC der Standardfehler des Schätzers kleiner als in LC. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass die Grasnarbenstruktur bei der intensiveren Beweidung in MC deutlich homogener war bzw. in LC sowohl die botanische Zusammensetzung als auch die Entwicklungsstadien der bestandsbildenden

Pflanzenarten verschiedenartiger waren. Dieses Ergebnis einer besseren Eignung einer solchen indirekten Methode in einheitlichen bzw. homogenen Pflanzenbeständen bestätigt Aussagen von anderen Autoren (Frame 1993, Douglas & Crawford 1994, Hirata 2000). Die extensive Beweidung verursachte die Entwicklung eines räumlichen Mosaiks aus verschiedenen hohen Narbenbereichen. In hohen Narbenbereichen mit überständigem Aufwuchs ist der Anteil an Stängeln und an abgestorbenem Pflanzenmaterial erhöht. In Bereichen kurzer Narbenhöhe wachsen hingegen die Pflanzen überwiegend vegetativ und sind blattreich. Der häufige räumliche Wechsel hoher und kurzer Narbenhöhe bei extensiver Beweidung dürfte verantwortlich dafür sein, dass die Ertragsschätzung mit Hilfe der Narbenhöhenmessungen weniger genaue Ergebnisse liefert als bei intensiver Beweidung mit homogeneren Grasnarben. Um trotz dieser Einschränkungen dennoch möglichst genaue Schätzungen der oberirdischen Biomasse in heterogenen Beständen zu erhalten, wären gesonderte Kalibrationsgleichungen für verschiedenartig zusammengesetzte Narbenbereiche in zukünftigen Untersuchungen zu erwägen. Die hier vorgestellte Untersuchung hat gezeigt, dass der Zeitpunkt der Probenahme in der Weidesaison einen großen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und oberirdischer Biomasse hat. Durch die in drei- bis vierwöchigen Intervallen wiederholte Probenahme konnte der zeitliche Einfluss relativ gut dargestellt werden.

Das Steigungsmaß, als ein Maß für die oberirdische Biomasse je Zentimeter Narbenhöhe und somit der Dichte der Grasnarbe, war in den meisten Perioden in der Variante MC höher als in der Variante LC. Dies ist vermutlich hauptsächlich darin begründet, dass die Grasnarbe aufgrund der häufigeren Entblätterung in der intensiveren Beweidung der Variante MC dichter war bzw. eine höhere Triebdichte aufwies als bei extensiver Beweidung. *Lolium perenne*, als Hauptbestandbildner in der Variante MC mengenmäßig stärker vertreten als in Variante LC, ist eine durch häufige Entblätterung begünstigte Grasart, die den Verbiss und Tritt der Tiere sehr gut verträgt und die sich unter nährstoffreichen Bedingungen bei intensiver Nutzungsfrequenz stark bestocken kann (Petersen 1992). Maximale Werte des Steigungsmaßes wurden in beiden Varianten im Verlauf der vierten Periode, Anfang Juli, ermittelt. Der Anstieg der Dichte der oberirdischen Biomasse ist in dieser Phase besonders auf das massebringende Schossen der sich im generativen Stadium befindlichen Gräser zurückzuführen (Opitz von Boberfeld 1994). Bestände mit überwiegend in der generativen Phase befindlichen Gräsern weisen einen höheren Trockensubstanzgehalt je Pflanzeinheit auf als rein vegetativ bzw. blattreiche Bestände. Ab der fünften Periode ging das Steigungsmaß in beiden Varianten wieder zurück, stieg jedoch im September und Oktober, vor allem in der Variante LC erneut deutlich an. Dieser Anstieg des Steigungsmaßes gegen

Ende der Vegetationsperiode ist auf das vermehrte Lagern der überständigen, grasreichen Narbenbereiche zurück zu führen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Bedeutung von regelmäßig aktualisierten Regressionsgleichungen, um die oberirdische Biomasse möglichst genau anhand von Narbenhöhenmessungen abzuschätzen.

4.5.2 Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und Zuwachs

Die Beziehung zwischen Narbenhöhe und Zuwachs konnte für alle Perioden in der Weidesaison am besten anhand einer quadratischen Funktion dargestellt werden.

Anfang Mai war der mittlere tägliche Zuwachs mit 117 kg TM je ha in beiden Varianten auf gleichem Niveau. Im weiteren Verlauf der Weideperiode nahm der tägliche Zuwachs in beiden Varianten ab, wobei der Rückgang in der Variante LC deutlich stärker war als in MC. In der Variante MC ist die Vegetation fast über die ganze Weidesaison relativ niedrig, aber nicht zu kurz verbissen, so dass die vorhandenen jungen assimilierfähigen Pflanzenteile einen optimalen Blattflächenindex aufweisen aber auch kaum so hohe Narbenbereiche entstehen, dass die Beschattung und Alterung der Pflanzenteile die Effizienz vermindern könnte (Parsons and Chapman 2000). Zusätzlich sind in den häufig verbissenen bzw. entblätterten Beständen der Variante MC die assimilierenden Pflanzenteile überwiegend im physiologisch jungen Zustand und weisen somit gegenüber älteren Pflanzenteilen eine deutlich höhere Photosyntheseeffizienz auf. Dies kann von überragender Bedeutung für das unterschiedliche Zuwachsvermögen von verschieden alten Beständen bei identischer Biomasse sein (Schwinning and Parsons 1999). In der vorliegenden Arbeit war die Narbenhöhe in der Variante LC überwiegend deutlich höher als in der Variante MC und der Anteil abgestorbener Pflanzenteile insbesondere im unteren Bereich der Narbe wesentlich größer als in der Variante MC. Besonders in der zweiten Periode befand sich über die Hälfte der Fläche der Variante LC in Narbenhöhenbereichen von über 12 cm. In den späteren Perioden nahm der Anteil dieser überständigen und durch eine geringe Zuwachsrates charakterisierten Bereiche wieder ab. Daraus lässt sich erklären, dass der Zuwachs in der Variante LC zur zweiten Periode deutlich rascher zurück ging als in der Variante MC, aber in den folgenden zwei Perioden wieder anstieg. Zu Ende der Saison konnte erneut ein deutlicher Rückgang der Zuwachsrates in der Variante LC beobachtet werden, was mit dem verstärkten Absterben von Pflanzenteilen in dieser Variante zusammen hing. Da in Variante LC der Rückgang an Biomasse in den überständigen Narbenbereichen größer war als der Zuwachs in niedrigen Bereichen konnte im Herbst bezogen auf die Gesamtfläche kein Zuwachs mehr festgestellt werden.

Der Zuwachs in den verschiedenen Narbenhöhenklassen entwickelte sich im Verlauf der Weidesaison in beiden Varianten meist deutlich unterschiedlich. Dies ist die Ursache für die signifikanten Wechselwirkungen Variante * Periode. In der Variante MC war der größte Anteil des Zuwachses in den kürzeren Bereichen der Grasnarbe (0-6 cm und >6-12 cm) zu finden, die Narbenhöhenklasse über 18 cm trug nicht zum Zuwachs auf der Fläche bei. Der Anteil der Höhenklasse bis 6 cm spielt eine bedeutende Rolle für den Zuwachs, da die Grasnarbe in diesen kurzrasigen Bereichen, wenn ein ausreichender Blattflächenindex überschritten ist, ohne Beschattung und mit optimalen Bedingungen für die Photosynthese schneller zuwachsen kann als in höherwüchsigen Narbenbereichen. Gegenüber der intensiven Variante trugen in Variante LC Narbenbereiche von 0-6 cm zu Beginn der Weidesaison kaum zum Zuwachs bei. In fast allen Perioden war der Zuwachs in Variante LC in Narbenhöhenbereichen zwischen 12-18 cm oder über 18 cm höher als bei der Variante MC. In diesen Narbenhöhenklassen sind im weiteren Verlauf der Weidesaison hauptsächlich generative Pflanzenteile zu finden, und somit ein für das Weidetier unattraktives Futter, welches daher gemieden wird und zu einer Überalterung des Bestandes in den überständigen Bereichen führt mit den oben beschriebenen Folgen für das Zuwachsvermögen solcher hochwüchsiger Bereiche.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die verwendete Methode der Schätzung der Zuwachsraten mit Hilfe von Narbenhöhen-Messungen unter Weidekörben geeignet ist vergleichsweise einfach und vor allem nicht-destruktiv die Brutto-Weideleistung für Standweide-Systeme zu erfassen. Jedoch sollte für eine bessere Berücksichtigung der in extensiven Systemen auf der Flächen vorhandenen räumlichen Heterogenität getrennte Regressionsgleichungen für verschiedenartige höherwüchsige Bereiche erstellt werden, um die Genauigkeit der Schätzung zu verbessern.

4.6 Literatur

Castle ME 1976. A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.

Corrall AJ & Fenlon JS 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 91, 61-67.

Correll O, Isselstein J & Pavlu V 2003. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. *Grass and Forage Science* 58, 450-454.

- Douglas JT & Crawford CE 1994. An evaluation of the drop-disc technique for measurements of herbage production in ryegrass for silage. *Grass and Forage Science* 49, 252-255.
- Frame J 1993. Herbage mass. In: Davis A, Baker RD, Grant SA & Laidlaw AS (eds.), *Sward measurement handbook*. 2nd edition, British Grassland Society, Reading, UK, 39-67.
- Hirata M 2000. Quantifying spatial heterogeneity in herbage mass and consumption in pastures. *Journal of Range Management* 53, 315-321.
- Hopkins A 2000. Herbage production. In: Hopkins A (ed.), *Grass – its production & utilization*. Blackwell Science, Oxford, UK, 90-110.
- Isselstein J, Correll O, Strodthoff J, Zhao G & Hofmann M 2003. Variability of sward structure and plant species composition of pastures at low stocking rate. *Grassland Science in Europe* 8, 606–609.
- Laca EA 2000. Modelling spatial aspects of plant-animal interactions. In: Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A, de F Carvalho PC & Nabinger C (eds.), *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 209-231.
- 't Mannetje L 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. In: 't Mannetje L & Jones RM (eds.), *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. Publishing, Wallingford, UK, 151-177.
- Opitz von Boberfeld W 1994. *Grünlandlehre*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Orr RJ, Parsons AJ, Treacher TT & Penning PD 1988. Seasonal patterns of grass production under cutting or continuous stocking management. *Grass and Forage Science* 43, 199-207.
- Parsons AJ, Carrère P & Schwinning S 2000. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A, de F Carvalho PC & Nabinger C (eds.), *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 289-315.
- Parsons AJ & Chapman DF 2000. The principles of pasture growth and utilization. In: Hopkins A (ed.), *Grass – its production & utilization*. Blackwell Science, Oxford, UK, 31-89.
- Petersen A 1992. *Gräser*. Akademie Verlag, Berlin.
- Sahin N, Röver K-U, Hofmann M, Isselstein J 2004. Zeit-Raum Dynamik des Futterangebotes auf extensiver Standweide. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, Band 6, Ergänzungsseiten I-IV.

Schwinning S & Parsons AJ 1999. The stability of grazing systems revisited: spatial models and the role of heterogeneity. *Functional Ecology* 13, 737-747.

**Zusammenfassung und generelle
Schlussfolgerung**

Zusammenfassung und generelle Schlussfolgerung

Nutztiersysteme, die die Ressourcen artenreichen Grünlands erhalten und fördern, haben in jüngster Zeit in der gesamten Europäischen Gemeinschaft an Bedeutung gewonnen. Bei extensivierter Bewirtschaftung, vor allem der extensiven Standweide-Nutzung mit heterogener Grasnarbenstruktur, kann derartiges Grasland eine Grundlage zur Entwicklung ökologisch wertvoller, artenreicher Grasnarben sein. Ziel ist es extensive Weidesysteme zu entwickeln, in welchen eine Erhöhung der Pflanzenartenvielfalt bei gleichzeitig akzeptablen Brutto-Weideleistungen erreicht werden können. In der vorliegenden Arbeit wurde daher der Einfluss von unterschiedlich extensiver Beweidung auf Artenvielfalt, Futterangebot und Ertragsleistung untersucht. Im Einzelnen wurden folgende Hypothesen geprüft:

1. Die Extensivierung der Grünlandnutzung durch Standweide mit Fleischrindern erhöht die pflanzliche Artenvielfalt bzw. Artenzahl und verringert die botanische Ähnlichkeit der Grasnarbe.
2. Verringerung der Besatzstärke auf der Standweide erhöht die räumliche und zeitliche Variabilität des Futterangebotes; diese Variabilität lässt sich mit ausreichender Genauigkeit quantitativ erfassen.
3. Die Berücksichtigung der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Narbenhöhe erhöht die Genauigkeit der Ermittlung der Brutto-Weideleistung auf einer extensivierten Standweide.

Vorstehende Hypothesen wurden mit Hilfe von drei Einzeluntersuchungen im Rahmen eines EU-Projektes geprüft. Bei dem Gesamt-Projekt handelte es sich um ein Standweide-System, welches in den Jahren 2002-2004 auf mesophilem Grünland im Mittelgebirge durchgeführt wurde und folgende Varianten umfasste: (1) mäßig intensive Beweidung mit höherem Tierbesatz der Rasse Fleckvieh, (2) extensive Beweidung mit niedrigem Tierbesatz der Rasse Fleckvieh, (3) extensive Beweidung mit niedrigerem Tierbesatz der Rasse Deutsch Angus. Die Intensität der Standweide wurde durch die Zielnarbenhöhe vorgegeben (mäßig intensive Beweidung = 6 cm, extensive Beweidung = 12 cm).

Ad 1. Die Ergebnisse zeigen, dass sich während einer dreijährigen Untersuchungszeit die pflanzliche Artenzahl nicht erhöhte, jedoch die Unähnlichkeit des Pflanzenbestandes größer wurde. Diese Resultate bestätigen Ergebnisse aus der Literatur, dass eine Erhöhung der Artenzahl kurzfristig selten erreicht werden kann. Die unter der extensivierten Standbeweidung unähnlicher und somit heterogener werdende Grasnarbe bietet zunehmend verschiedenartige

Mikro-Habitats und dies lässt erwarten, dass bei Erfüllung bestimmter Voraussetzungen mit einer Erhöhung der Artenzahl gerechnet werden kann. Jedoch setzt die Etablierung von Arten voraus, dass Diasporen entweder noch im Vorrat des Bodens vorkommen oder aber in benachbarter Vegetation vorhanden sind und diese auch in die Fläche gelangen können. Wenn aus den Diasporen Keimlinge auflaufen, muss zudem die Konkurrenzkraft dominierender Arten (wie z.B. *Lolium perenne*) gebrochen werden, damit sich erfolgreich neue Arten in der Grasnarbe etablieren können; dies kann durch angepasste extensivierte Beweidung begünstigt werden.

Ad 2. Es konnte gezeigt werden, dass die Variabilität der Grasnarbe hinsichtlich der Merkmale Narbenhöhe, Futterangebot und botanische Zusammensetzung bei extensiver Nutzung als Standweide mit Ochsen vielfältiger und räumlich heterogener war als bei intensiver Beweidung. Bei der extensiven Nutzung besteht bereits im Frühsommer ein Futterüberschuss, der von den Weidetieren nicht verbissen wird und generativ werden kann. Diese rasche Differenzierung der Grasnarbe in Bereiche, die bevorzugt und kurz verbissen werden und andere Bereichen, die seltener entblättert oder vollständig gemieden werden, hat jedoch deutliche Konsequenzen für die zu erwartende Weideleistung. Die Tiere müssen somit bei extensiver Beweidung auch weniger verdauliches Futter mit in die Ration einbeziehen, da das Futterangebot in den niedrig verbissenen Bereichen mit hoch verdaulichen jungen Pflanzenteilen nicht immer vollständig den Futterbedarf der Tiere decken kann. Prinzipiell ist die indirekte Methode der Schätzung des Futterangebotes anhand von Narbenhöhenmessungen gut geeignet die oberirdische Biomasse einfach, rasch und nicht-destruktiv zu erfassen. Jedoch hängt die Genauigkeit des Zusammenhangs davon ab, dass die zum Teil raschen Veränderungen des Entwicklungszustandes der Grasnarbe vor allem in der extensiven Standweide durch periodisch wiederholte Kalibrationen in ausreichender Anzahl und repräsentativ für alle Narbenbereiche mit differenzierter Zusammensetzung erfasst werden.

Ad 3. Die Ermittlung der Ertragsleistung in artenreichem, extensiviertem und unter Standbeweidung räumlich und zeitlich differenziertem Grasland ist mit im Intensiv-Grasland geeigneten Techniken aufgrund von methodischen Problemen nur unzureichend möglich. Die in dieser Arbeit angewendete Methode zur Schätzung des Zuwachses anhand von Narbenhöhenmessungen ist prinzipiell für extensiviertes, heterogenes Grasland geeignet. Jedoch spielen neben der Narbenhöhe und der Biomasse noch weitere Faktoren - wie dominierende Arten und deren Entwicklungszustand - eine zum Teil erhebliche Bedeutung für

die Genauigkeit der Schätzung. Diese Faktoren sind in dem bisher verwendeten Verfahren noch nicht ausreichend erfasst und berücksichtigt worden. Für eine Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes der Regressionsgleichungen sind daher weitergehende Untersuchungen nötig, um zu verstehen welche Faktoren den Zuwachs in verschiedenen Narbenhöhen beeinflussen.

LEBENS LAUF

Familienname : Sahin

Vorname : Nurdan

Adresse : Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Diskapi / ANKARA

Telephon : 0090-312-5961325

Email : nsahin09@hotmail.com

Geschlecht : Weiblich

Geburtsdatum : 31. 01. 1974

Geburtsort : Söke /Aydin- Türkei

Familienstand : ledig

Staatsangehörigkeit : Türkisch

Ausbildung:

Sekundärschule : Oberschule Yavuz Selim, Söke
Abschlussprüfung im Juni 1991

Hochschulstudium : Fremdsprachen Hochschule der Universität Hacettepe, Ankara
von 1991 bis 1992, Prüfung Deutsch als Fremdsprache (DaF)
im Juni 1992

Studium der Biologie an der Universität Hacettepe
von 1992 bis 1993

Studium der Agrarwissenschaften an der Universität Ankara,
Landwirtschaftliche Fakultät,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
von 1993 bis 1997, Prüfung im Juni 1997

Master of Science (M.Sc.) : Landwirtschaftliche Fakultät, Universität Ankara,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
von 1997 bis 2000, Master-Prüfung im August 2000

Praktische Tätigkeiten:

- 01.08-28.09.1995 Institut für Pflanzenbau- Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL)
- 29.06-30.09.1996 Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Georg-August-
Universität Göttingen
- 27.09.-02.10.1999 Workshop: Molekulargenetik,
Justus-Liebig-Universität Giessen

Fremdsprachen : Deutsch, Englisch

Berufliche Tätigkeiten

- 1998 – 2001 wissenschaftliche Assistentin im Institut für
Pflanzenbau- und Pflanzenzüchtung der Landwirtschaftlichen
Fakultät der Universität Ankara.
- 2001 - 2005 DAAD-Stipendiatin, Forschungsarbeit mit dem Ziel der
Dissertation am Lehrstuhl für Futterbau und Graslandwirtschaft
der Universität Göttingen

