

BIOMASSEENTWICKLUNG VON STREUWIESENPFANZEN VERSCHIEDENER HERKUNFT IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BEWIRTSCHAFTUNGSINTENSITÄT

Dieter Maas

ABSTRACT

The vegetative properties and nutrient contents of single individuals of two typical species from fen hay meadows originating from nine sites with different management intensities in the pre-alpine region (mown yearly - fallow for 19 years) were determined. Nutrient availability in the soil was measured additionally. The data for the vegetative properties were analyzed using ANOVA procedures. In combination with the results of the nutrient analyses the data were processed with redundancy analysis for the purpose of data exploration. Soil analysis proved to be unsuitable to describe the nutrient status of the plant individuals. Altogether the supply with nutrients plays a minor role for the development of vegetative features as compared to frequency of mowing. *Molinia caerulea* as well as *Schoenus ferrugineus* attain their maximum vegetative development with fallow during long periods or with low mowing frequency. *Molinia* is able to compensate for frequent mowing by additional fertilizing.

keywords: *fen hay meadows, nutrients, ordination*

EINLEITUNG

Arten in vom Menschen genutzten Pflanzengemeinschaften sind nicht nur unterschiedlichen natürlichen abiotischen (Nährstoff- und Wasserhaushalt, Klima) und biotischen (intra- und interspezifische Konkurrenz, unterschiedlicher Schädlings- und Prädatorendruck) Standortsfaktoren ausgesetzt. Zum einen werden diese oft vom Menschen modifiziert, zum anderen stellt das Wirtschaften als solches eine durch den Entzug an Biomasse messbare Störung (BAKKER 1989) dar, die mehr oder weniger periodisch auftritt (GRUBB 1985).

Diesen Einflüssen unterliegt auch die Vegetation der Streuwiesen (ungedüngte, im Herbst gemähte Nasswiesen). Als Voraussetzungen für ihr Vorkommen gelten hoher Grundwasserstand und niedriges Nährstoffangebot. Letzteres drückt sich aus in spezieller Ökonomie des internen Nährstoffhaushalts dort wachsender Pflanzenarten mit ausgeprägter Nährstoffrückverlagerung in Speicherorgane gegen Ende der Vegetationsperiode (GANZERT und PFADENHAUER 1986; PFADENHAUER und LÜTKE TWENHÖVEN 1986).

Störung ist hier definiert über die Zahl der Jahre mit und ohne Schnitt. Aussetzen des Schnitts über einige Jahre ist durchaus üblich, da dann die Bergung grösserer akkumulierter Streumengen den Aufwand oft erst lohnt. Die Periodizität der Störung ist also nicht überall dieselbe. Auf Schnitt reagieren viele Streuwiesenarten mit Änderungen des Höhenwachstums oder der vegetativen Ausbreitung im Vergleich zur generativen Vermehrung (DIEMER und PFADENHAUER 1987). Schnitt wirkt ausserdem auf besonders empfindliche Lebensstadien wie Keimung oder Etablierung (MAAS 1988). Dies kann dann Ursache für Veränderungen der ganzen Pflanzengemeinschaft sein. Wie weit jedoch natürliche abiotische Standortsfaktoren in Kombination mit Störungen durch Bewirtschaftung wirken und welche Faktoren grösseren Einfluss ausüben, ist kaum bekannt. Vorgestellt werden hier Teile eines Untersuchungspro-

gramms, das sich mit diesen Fragen beschäftigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Feststellung der Unterschiede zwischen verschiedenen Populationen und dem Einfluss der Nährstoffversorgung.

Wie sich unterschiedliche Bewirtschaftung auf die Individuen einzelner Arten auswirkt, kann durch Messungen im Gelände ermittelt werden (BURDON 1980). Die Entnahme einzelner Individuen aus einer Population und ihre Kultur bei standardisierten Bedingungen gibt Aufschluss über die Konstanz der phänotypischen Merkmale (DOUST 1987). Man kann so Anhaltspunkte über das Vorherrschen bestimmter Biotypen erhalten mit besonders angepassten Eigenschaften, die durch langjährig gleiche Bewirtschaftung ausselektiert wurden (AARSEN und TURKINGTON 1985). Dies trifft für einzelne Pflanzenorgane ebenso zu, wie für die Relation generativer Organe zur Gesamtbiomasse (ESCARRÉE und HOUSSARD 1989 a, b).

Für Messungen an Einzelindividuen stehen normalerweise genügend Wiederholungen für eine inferenzstatistische Auswertung zur Verfügung. Boden- und Pflanzenanalysen auf Nährstoffgehalte lassen aber, bedingt durch die erforderlichen Probenmengen, oft keine Wiederholungen zu. Wenn noch nominal skalierte Variablen wie z. B. die Bewirtschaftungsintensität, in statistische Verfahren integriert werden sollen, ist man mit beurteilender Statistik schnell am Ende. Um dann mögliche Zusammenhänge wenigstens aufzuspüren, bieten sich Ordinationsverfahren als Form der explorativen Datenanalyse an. Sie erlauben über ihre kanonischen Formen auch die Einbeziehung von Umweltparametern. Bezüglich der rein populationbiologischen Fragen tritt kein Informationsverlust auf, wenn diese Daten separat mit Methoden beurteilender Statistik ausgewertet werden und dann erst die für die Ordination nötigen Mittelwerte berechnet werden.

Am Beispiel von verschiedenen Herkünften von *Molinia caerulea* und *Schoenus ferrugineus* wird das Vorgehen näher erläutert.

2. LAGE DER VERSUCHSFLÄCHEN, METHODEN

Die Untersuchungsflächen liegen in Oberbayern zwischen Weilheim im Westen und Bad Tölz im Osten. Die Vegetation der Flächen ist den Kopfbinsenriedern zuzuordnen. Folgende Untersuchungsflächen und damit Bewirtschaftungsvarianten stehen uns zur Verfügung (Anordnung in abnehmender Bewirtschaftungsintensität):

VERSUCHSFLÄCHEN	BEWIRTSCHAFTUNG
4 Benediktbeuren I	Mahd jährlich
7 Emmenried II*	Mahd jährlich
9 Etting I	Brache, Mahd seit 1986 jährlich
8 Etting II	Brache, Mahd seit 1987 jährlich
6 Emmenried I	Mahd jährlich, Mistdüngung
3 Bairawies	Mahd alle 1 bis 2 Jahre
2 Rothenrain	Mahd alle 3 bis 4 Jahre
1 Penzberg	Beweidung mit Jungvieh, Mahd alle 3 bis 4 Jahre
5 Benediktbeuren II	Brache seit 17 Jahren

* Fläche 7 stand nur zur Entnahme von Individuen zur Verfügung.

Beobachtungen werden direkt auf den Versuchsflächen vorgenommen, außerdem werden an Individuen aller Herkünfte unter einheitlichen Bedingungen in einer Versuchsanlage in Weihenstephan Parallelbeobachtungen durchgeführt (Anzahl an Wiederholungen = 20). Die Auswahl der Individuen für Messungen und zur Entnahme für Kulturen erfolgt zufällig innerhalb einer Fläche von 20 x 20 m auf den Versuchsflächen. In der Versuchsanlage werden die Pflanzen in 8 cm -Töpfen mit TKS 1 als Substrat gehalten. Gemessen werden Wuchshöhe, Anzahl der Blätter, Länge des längsten Blatts, Anzahl an Fruchtständen, Anzahl an Seitensprossen (nur in der Versuchsanlage), oberirdische Trockenmasse. Die gemessenen Individuen werden Anfang (Versuchsflächen) bzw. Ende August (Versuchsanlage) abgeschnitten und wegen der geringen Menge als Mischprobe für Analysen auf Gesamt-N, -P, -K und -Ca verwendet (N nach Kjeldahl, P, K und Ca mit Perchlorsäureaufschluss). Von den Versuchs-

flächen werden jährlich im April Bodenproben entnommen und als Mischproben auf Kjeldahl-N, P- und K_{CAL} , pH und C_{org} untersucht. Gehalte in Pflanzen geben im Fall oligotropher Standorte den tatsächlichen Versorgungszustand besser wieder als Bodenanalysen allein (PEGTEL 1987), weshalb hier beide Analysen zum Vergleich durchgeführt werden.

Die statistische Auswertung der Pflanzenparameter erfolgt über einfache Varianzanalyse mit anschließendem Tukey-Test (SPSS-ONEWAY) zum Vergleich der Einzelparameter bei den verschiedenen Herkunftten getrennt für Versuchsflächen und Pflanzen in der Versuchsanlage. Als Eingabe für die Ordination dienen die Mittelwerte der Einzelparameter und die Werte der Pflanzen- bzw. Bodenanalysen als Umweltdaten. Da die Parameter der Pflanzen entlang der Umweltgradienten (Analysenwerte) annähernd linear verlaufen, kann eine Ordination mit Hauptkomponentenanalyse (PCA) angewandt werden. Ihre kanonische Form der Redundanzanalyse (RDA) bezieht Umweltdaten mit in die Analyse ein und erlaubt durch Darstellung innerhalb desselben Diagramms eine gemeinsame Interpretation (verwendetes Programm CANOCO). Als Beispiel dienen hier die Daten der Versuchsanlage, da in diesem Fall auch die Anzahl an Seitentrieben als wichtiges vegetatives Merkmal zur Verfügung steht.

3. ERGEBNISSE

Da die Versuchsfläche 7 inzwischen aufgegeben werden mußte, stehen Ergebnisse davon nur aus der Versuchsanlage zur Verfügung. In der Versuchsanlage werden keine *Schoenus*-Individuen von Versuchsfläche 9 untersucht. Sämtliche Ergebnisse beziehen sich auf die im Jahr 1988 erhobenen Daten. Die Ergebnisse der Boden- und Pflanzenanalysen sind aus Tab. 1 zu entnehmen. Aus Platzgründen wird hier nicht näher auf sie eingegangen.

Tab. 1: Ergebnisse der Bodenanalysen

Versuchsflächen	N_{ges} %	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	C_{org} %	C/N %	pH
4 Benediktbeuren I	0,65	0,7	18,0	7,4	11,4	8,0
7 Emmenried II	3,00	2,5	15,6	23,2	7,7	7,2
8 Etting II	1,17	2,9	14,0	14,7	12,6	8,1
9 Etting I	1,47	2,3	12,0	18,0	12,2	8,0
6 Emmenried I	1,06	3,0	12,0	12,3	11,6	8,3
3 Bairawies	3,05	10,7	12,0	33,6	11,0	7,2
2 Rothenrain	2,25	2,9	14,0	33,0	14,7	6,8
5 Benediktbeuren II	0,96	0,9	20,0	10,9	11,4	7,7
1 Penzberg	2,60	6,7	12,0	33,3	12,9	7,3

Messungen an Pflanzen verschiedener Herkunftten:

Molinia caerulea (s. Tab. 2): Bei großer Wuchshöhe besitzen die Pflanzen eher weniger, aber dafür längere Blätter und größere Trockenmasse (gute Korrelation Länge längstes Blatt - Trockenmasse). Besonders deutlich ist dies bei den Herkunftten 1 und 5. Bezüglich der Entwicklung von Seitensprossen und der Anzahl fruchtender Individuen kann keine klare Beziehung zu anderen Parametern festgestellt werden.

Herkunft 6 nimmt generell eine Mittelstellung ein.

Die wieder bewirtschafteten Brachflächen 8 und 9 lassen nach zwei bzw. drei Schnitten in jährlichem Abstand keine Ähnlichkeit mit der noch existenten Brachfläche 5 erkennen, *Molinia* zeigt hier ähnliche Eigenschaften wie sonst üblich bei hoher Schnittfrequenz.

Die Anzahl der Individuen mit Fruchtständen und die Anzahl an Seitensprossen verhalten sich bei Herkunft 1 und 7 gegenläufig, bei 4 und 9 eher gleichsinnig. Eindeutige Aussagen sind aber nach der statistischen Auswertung nicht möglich.

Tab. 2: Relative Abfolge der Herkünfte bei *Molinia caerulea* bezüglich der einzelnen gemessenen Merkmale von Versuchsanlage und Versuchsflächen mit Angabe der Signifikanzgruppen nach Tukey-Test ($p < 0,05$).

Versuchsanlage	Versuchsflächen
Höhe	
hoch	niedrig
5 2 1 9 4 3 6 7 8 n.s.	hoch niedrig 5a 1a 6b 2b 4 3 9c 8c
Anzahl Blätter	
viel	wenig
9a 2a 4 8 6 1 3 5 7b	viel wenig 3a 9 8 6 2 4 5b 1b
längstes Blatt	
lang	kurz
5a 1a 2b 3c 7d 6d 8d 4d 9d	lang kurz 5a 1b 2c 6c 4c 3c 8c 9c
Individuen mit Fruchtständen	
viele	wenige
4a 2b 9b 8 5 3 6c 1c 7d	viele wenige 9 6 1 5 2 4 8 3 n.s.
Anzahl an Seitensprossen gesamt	
viele	wenige
7a 1b 4b 9 5 6 8c 3c 2d	auf den Versuchsflächen nicht zu bestimmen
Trockenmasse	
hoch	niedrig
5a 1 3 2 4b 8b 9b 6b	hoch niedrig 5a 1b 6 2c 3c 9c 4c 8d

a, b, c, d = Signifikanzgruppen nach Tukey-Test

n.s. = Unterschiede zwischen den Herkünften nicht signifikant

Schoenus ferrugineus (Tab. 3): Die grössten Höhen erreichen hier die Herkünfte 1 und 8. Damit weitgehend parallel laufen, vor allem wenn man die Extremwerte mit in Betracht zieht, die durchschnittliche Anzahl an Blättern und an Seitensprossen. Das höchste Trockengewicht erreichen die Herkünfte 2 und 5.

Die Parallelität zwischen Trockengewicht und Höhe ist bei *Schoenus* nicht so ausgeprägt wie bei *Molinia*. Die Anzahl an Individuen mit Fruchtständen hängt eher positiv mit der Trockenmasse zusammen als mit der Wuchshöhe. Diese Eigenschaften werden bei Messungen auf den Versuchsflächen deutlicher. *Schoenus* ist bei Verwendung in der Versuchsanlage ohnehin problematisch wegen vieler Ausfälle bzw. schlechtem Wachstum nach Verpflanzung.

Abb. 1 und 2 zeigen die Ordinationsdiagramme für *Molinia* und *Schoenus*. Die Punkte für die Herkünfte und gemessenen Merkmale sind wie im Fall der Darstellung einer Hauptkomponentenanalyse zu interpretieren. Sie fassen die Ergebnisse der Tab. 2 und 3 übersichtsartig zusammen.

Tab. 3: Relative Abfolge der Herkünfte bei *Schoenus ferrugineus* bezüglich der einzelnen gemessenen Merkmale von Versuchsanlage und Versuchsflächen mit Angabe der Signifikanzgruppen nach Tukey-Test ($p < 0,05$).

Versuchsanlage		Versuchsflächen	
Höhe			
hoch	niedrig	hoch	niedrig
8a 1a 5 6 2 4 3 7b		5a 1b 6 8 2 9c 4d 3d	
Anzahl Blätter			
viele	wenige	viele	wenige
1a 6 4 5 8 3 2 7b		1a 5 9 2 8b 6b 4b 3b	
Individuen mit Fruchtständen			
viele	wenige	viele	wenige
6a 2 1 5 7 4 3 8b		5a 1a 2a 9 8 4 6b 3c	
Anzahl an Seitensprossen gesamt			
viele	wenige	Auf den Versuchsflächen	
1a 8a 2b 7b 5b 6c 3c 4d		nicht bestimmbar	
Trockenmasse			
hoch	niedrig	hoch	niedrig
5a 2b 1b 8b 3b 4b 6b		5a 1 8 4 6 2 9 3b	

a, b, c, d = Signifikanzgruppen nach Tukey-Test

n.s. = Unterschiede zwischen den Herkünften nicht signifikant

Mit einbezogen sind die Analysenwerte der Nährstoffgehalte in den Pflanzen aus Tab. 1 in Form von Pfeilen. Die Länge des Pfeils kann als Mass für die Bedeutung dieses Umweltparameters gelten. Der Winkel zwischen einem Pfeil der Umweltvariablen und der Verbindungslinie zwischen dem Ursprung des Achsenkreuzes und dem Punkt eines Messmerkmals kann als eine Annäherung an die Korrelation zwischen diesen beiden interpretiert werden (JONGMAN et al. 1987).

Fläche 7 ist nicht mit dargestellt, da hierfür keine Analysenwerte vorliegen.

Wie nicht anders zu erwarten, folgt die Abbildung der Herkünfte und Gruppen weitgehend dem schon für die Ergebnisse der Varianzanalyse gesagten. Besonders Herkünfte derselben Signifikanzgruppen für Länge des längsten Blatts und Biomasse sind bei *Molinia* (Abb. 1) eindeutig zusammengruppiert. Das Diagramm legt auch entlang der zweiten Ordinationsachse einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an Individuen mit Fruchtständen und der Zahl an Seitentrieben nahe. Da diese Achse aber einen Eigenwert von nur 0,11 besitzt, ist eine derartige Interpretation fragwürdig.

Eine Auswirkung der Nährstoffversorgung auf die gemessenen Merkmale läßt sich bestenfalls für Ca und die Anzahl der Blätter im positiven und die Höhe und Blattlänge im negativen Sinn feststellen.

Anders liegt der Fall bei *Schoenus*. Hier wird ein direkter positiver Zusammenhang zwischen Ca-Versorgung und Wuchshöhe und ein negativer zur Anzahl an Individuen mit Fruchtständen parallel zur ersten Achse nahegelegt. Entlang der zweiten Achse besteht ein Antagonismus zwischen der durchschnittlichen Anzahl an Blättern und der Trockenmasse bzw. der Anzahl

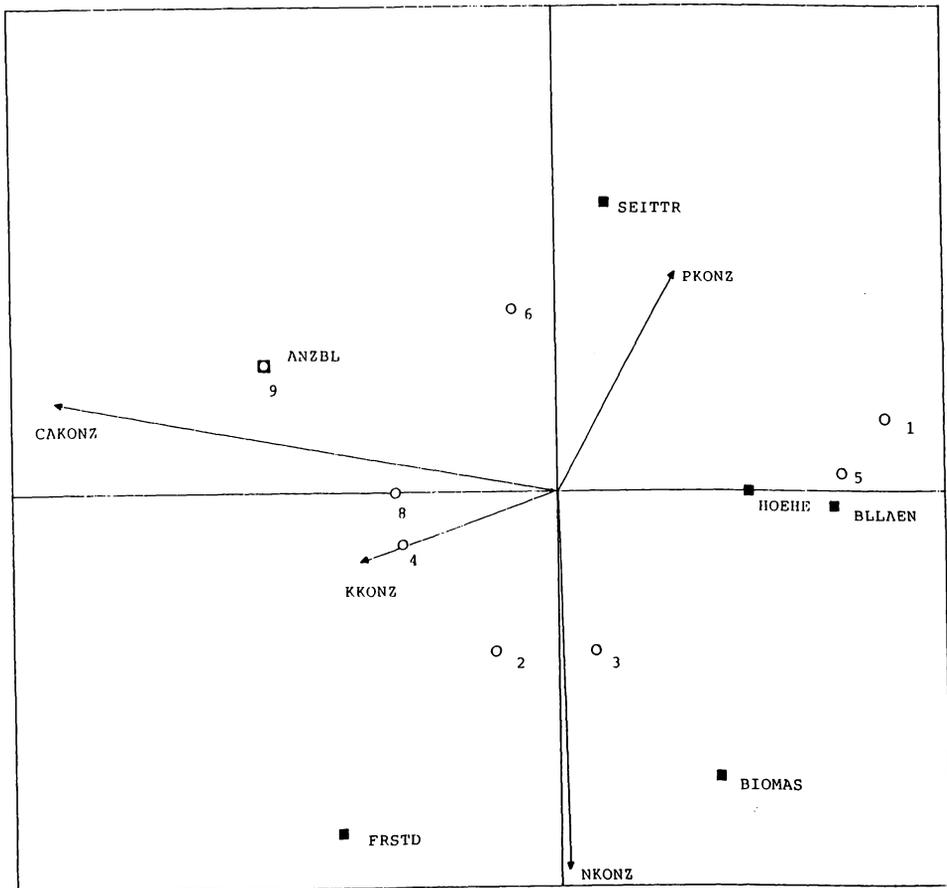


Abb. 1: Ordinationsdiagramm *Molinia caerulea*
 waagrecht: Ordinationsachse 1 (Eigenwert 0,33)
 senkrecht: Ordinationsachse 2 (Eigenwert 0,11)

= Abbildungen der einzelnen Herkünfte
 = Abbildungen der einzelnen Merkmale
 = Abbildungen der Umweltvariablen

HOEHE = Wuchshöhe; BLLAEN = Länge des längsten Blatts; ANZBL = Anzahl an Blättern; SEITTR = Anzahl an Seitensprossen; FRSTD = Anzahl an Individuen mit Fruchtstand; BIOMAS = oberirdische Trockenmasse; NKONZ = Stickstoffkonzentration in der oberirdischen TM; PKONZ = Phosphorkonzentration in der oberirdischen TM; KKONZ = Kaliumkonzentration in der oberirdischen TM; CAKONZ = Calciumkonzentration in der oberirdischen TM

der gebildeten Seitentriebe. Die beiden letzteren scheinen mit der Stickstoffversorgung zusammenzuhängen. Die P- und K-Versorgung scheint auf die gemessenen Parameter keinen Einfluß zu haben. Jedoch ist die Bedeutung der Nährstoffversorgung (ausgedrückt als Länge der Pfeile) für die Interpretation des Diagramms weit weniger wichtig als bei *Molinia*. Auch bezüglich der gemessenen Pflanzenparameter ist eine Interpretation mit einigen Unsicherheiten behaftet, da die Eigenwerte der 1. und 2. Achse mit 0,29 und 0,23 bereits recht niedrig liegen.

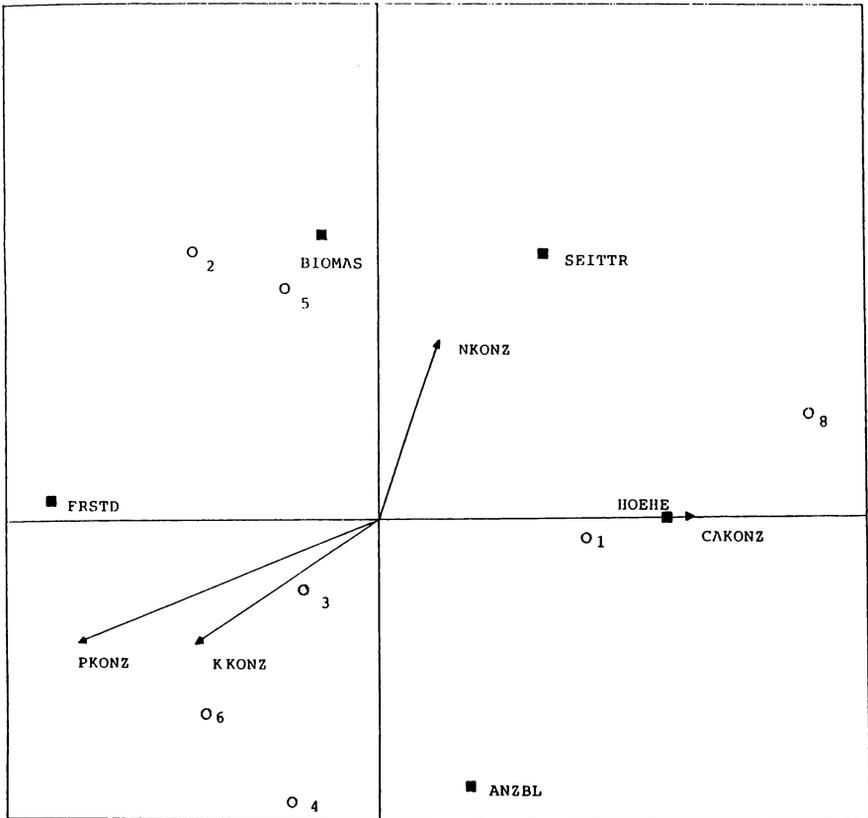


Abb. 2: Ordinationsdiagramm *Schoenus ferrugineus*
 waagrecht: Ordinationsachse 1 (Eigenwert 0,29)
 senkrecht: Ordinationsachse 2 (Eigenwert 0,23)
 = Abbildungen der einzelnen Herkünfte
 = Abbildungen der einzelnen Merkmale
 = Abbildungen der Umweltvariablen

HOEHE = Wuchshöhe; ANZBL = Anzahl an Blättern; SEITTR = Anzahl an Seitensprossen; FRSTD = Anzahl an Individuen mit Fruchtstand; BIOMAS = oberirdische Trockenmasse; NKONZ = Stickstoffkonzentration in der oberirdischen TM; PKONZ = Phosphorkonzentration in der oberirdischen TM; KKONZ = Kaliumkonzentration in der oberirdischen TM; CAKONZ = Calciumkonzentration in der oberirdischen TM

4. DISKUSSION

Die Ergebnisse lassen zunächst deutlich werden, dass zwischen den verschiedenen Herkünften einer Art bezüglich der gemessenen Parameter deutliche Unterschiede bestehen. Dies gilt sowohl für Individuen von den Versuchsflächen direkt als auch für solche, die längere Zeit unter einheitlichen Bedingungen kultiviert wurden. Da *Schoenus* in der Versuchsanlage teil-

weise sehr schlecht wuchs, sind die Ergebnisse hier allerdings mit gewisser Unsicherheit behaftet.

Bei *Molinia* wirkt sich von den gegebenen Bewirtschaftungsweisen die Brache (Fläche 5) und die zeitweilige Beweidung mit Jungvieh in gleicher Weise aus. Jährlicher oder doch häufiger Schnitt regt offenbar sowohl generative als auch vegetative Vermehrung und die Ausbildung von Blättern an (Herkunft 3 und 4). Die Individuen bleiben dann aber insgesamt kleiner. Jährlicher Schnitt wird in seiner Wirkung durch zusätzliche Nährstoffversorgung (gedüngte Fläche 6) gemildert, so daß die Pflanzen dieser Herkunft zusammen mit den alle zwei bis drei Jahre gemähten Flächen eine Mittelstellung einnehmen. Wiederaufnahme der jährlichen Mahd nach langer Brache (Flächen 8 und 9) läßt die für Brache typischen Wuchseigenschaften innerhalb von ein bis zwei Jahren wieder verschwinden. Eine Selektion höherwüchsiger Biotypen durch Wegfall der Mahd kann also nicht angenommen werden. Diese Reaktion dürfte weitgehend innerhalb der Plastizität von *Molinia* liegen. Eine ähnliche Plastizität wurde auch bei anderen Süßgräsern nachgewiesen, die in sehr unterschiedlichen Umweltsituationen anzutreffen sind (GARNIER und ROY 1988).

Ein direkter Einfluss der Ca-Versorgung auf die Bildung von Blättern, wie sie aus Abb. 1 abzuleiten wäre, kann selbstverständlich kaum angenommen werden. Es ist vielmehr so, dass die am häufigsten (jährlich) gemähten Versuchsflächen auch diejenigen mit der geringsten Torfmächtigkeit bzw. dem höchsten Anteil an Almkalk in der Wurzelzone sind (s. auch höchste pH-Werte in Tab. 1). Durch die interne Nährstoffdynamik von *Molinia* läßt sich die bessere Versorgung auf diesen Standorten auch nach längerer Zwischenkultur unter Einheitsbedingungen noch erkennen (geringfügig höhere Gehalte bei den Analysewerten in Tab. 1). Aber die Ca-Konzentration in der Trockenmasse beträgt im Vergleich zu *Schoenus* ohnehin nur rund 1/3. Dies soll als deutlicher Hinweis verstanden werden, dass auch rechnerisch aufwendige Verfahren, wie Hauptkomponenten- oder Redundanzanalysen, keinerlei Interpretationsarbeit abnehmen oder Kausalzusammenhänge klären können. Sie können bestenfalls auf mögliche Zusammenhänge aufmerksam machen.

Die Herkünfte 2 und 3 liefern zwar in Bezug auf N die höchsten Analysewerte, was auch in Abb. 1 durch die Lage der Punkte 2 und 3 in Bezug zum Pfeil für Umweltvariable N deutlich wird, aber die N-Versorgung ist mit den Parametern Trockenmasse und Anzahl an Individuen mit Fruchtstand nur schwach korreliert. Immerhin ist der Gesamt-N-Gehalt im Boden dieser Standorte mit am höchsten (Tab. 1). Auch hier ist wieder der äusserst ökonomische Umgang mit Nährstoffen festzustellen.

Keine der genannten Umweltvariablen kann aber die Anordnung der Punkte für die verschiedenen Herkünfte entlang der 1. Ordinationsachse erklären. Hier kommt vielmehr die Bewirtschaftungsintensität zum Ausdruck. Ihre Berücksichtigung als Umweltvariable würde möglicherweise den Nährstoffeinfluss auf die Entwicklung der Pflanzenindividuen weiter relativieren.

Im Unterschied zu *Molinia* nehmen bei *Schoenus* die beiden wieder in Bewirtschaftung genommenen Flächen 8 und 9 eher eine mittlere Stellung bezüglich der Entwicklung der oberirdischen Biomasse ein (dort am unteren Ende). Die jährlich gemähten Flächen 3, 4 und 6 bilden bezüglich der vegetativen und generativen Parameter das Schlusslicht. Wieweit dies allerdings auf eine Selektion von Biotypen mit besonderer Anpassung an die Situation bei Brache hindeutet, muss durch weitere Beobachtungsreihen, auch mit Sämlingen, geklärt werden. Die Ausbildung von Seitensprossen scheint bei geringer Biomassentwicklung geringfügig höher zu sein.

Trockenmasse und Wuchshöhe laufen wieder, zumindest bei Individuen von den Versuchsflächen, wie bei *Molinia*, parallel. Dies wird in der Darstellung (Abb. 2) durch den Parameter "Anzahl an Seitentrieben" optisch etwas gestört.

Der mögliche Zusammenhang zwischen N-Versorgung und der Ausbildung von Seitentrieben wurde für andere Arten bereits experimentell nachgewiesen (FETCHER und SHAVER 1983). Gut mit N versorgte Herkünfte bilden auch die grösste oberirdische Trockenmasse aus und werden höher als schlechter versorgte.

Dass die *Schoenus*-Pflanzen der Herkünfte 1 und 8 die grösste Höhe bei gleichzeitig bester Ca-Versorgung erreichen, bereitet interpretatorisch einige Schwierigkeiten. Wie schon bei *Molinia*

erwähnt, gehört Versuchsfläche 8 zu denjenigen mit besonders hohem Almkalkanteil im Wurzelraum. Dies erklärt den hohen Ca-Gehalt, nicht jedoch die grosse Wuchshöhe in der Versuchsanlage. Bei Direktmessung auf den Versuchsfläche gehören die Pflanzen allerdings nicht zu den höchsten, und die ebenfalls hochwüchsigen Pflanzen der Herkünfte 5 und 2 weisen eher vergleichsweise niedrige Ca-Konzentrationen auf. Hier kann unter Umständen das teilweise schlechte Wuchsverhalten von *Schoenus* in der Versuchsanlage verantwortlich gemacht werden.

Trotz Düngung auf Versuchsfläche 6 reagiert *Schoenus* hier nicht kompensatorisch so wie *Molinia*, sondern deutet immer noch durch seine Entwicklung mehr auf den jährlichen Schnitt hin. Allerdings sind die Nährstoffkonzentrationen in der Trockenmasse bei Individuen dieser Herkunft im Vergleich zu anderen jährlichem Schnitt ausgesetzten Herkünften hoch. Das heisst, das erhöhte Nährstoffangebot wird in geringerem Umfang als bei *Molinia* in Wachstum umgesetzt. Zumindest in der Versuchsanlage ist dagegen die Ausbildung von Fruchtständen verstärkt. Ob hier ein kausaler Zusammenhang besteht, lässt sich aber nicht eindeutig belegen. Wenn Nährstoffe diesen Parameter beeinflussen sollten, wären es eher P und K als N, der offenbar mehr die vegetative Entwicklung ankurbelt.

Auch im Fall von *Schoenus* lässt sich die 1. Ordinationsachse, wenn man den "Ausreisser" Herkunft 8 nicht berücksichtigt, grob als Gradient der Bewirtschaftungsintensität bezeichnen. Dies wird deutlicher, wenn man die Ergebnisse der Individuenmessungen der Versuchsflächen betrachtet.

Von den üblicherweise in Streuwiesen als Mangelfaktoren bezeichneten Nährstoffen P und K (EGLOFF 1986, KAPFER 1988) scheint nach diesen Untersuchungen keine eindeutige Wirkung auf die gemessenen Parameter auszugehen, ausser vielleicht auf die generative Entwicklung bei *Schoenus*.

Ein im Verlauf von Sukzessionsreihen abnehmender generativer Reproduktionsaufwand (ESCARRÉ und HOUSSARD 1989a, b) kann nicht eindeutig festgestellt werden. Für *Molinia* kann er aber zumindest nicht ganz ausgeschlossen werden. Allerdings müssten dazu genauere Untersuchungen über den Trockenmasseanteil der generativen Organe durchgeführt werden. Zutreffend ist aber für beide Arten die generelle Zunahme der Trockenmasse mit Brachfallen, die von der Nährstoffversorgung unabhängig zu sein scheint. Zusätzliche Nährstoffzufuhr durch moderate Düngung beeinflusst beide Arten in ihrem vegetativen Wachstum so gut wie nicht. Die in Bezug zur Pflege aus dem Rahmen fallende Beweidung mit Jungvieh für ca. 2 Monate pro Jahr wirkt sich für die beiden hier untersuchten Arten ähnlich aus wie Dauerbrache. Allerdings trifft dies nicht für den Gesamtbestand zu, der vor Weideauftrieb wie eine normal bewirtschaftete Streuwiese wirkt und wesentlich artenreicher ist als Streuwiesenbrachen (unveröff.). Als Pflegemaßnahme sollte daher eine beschränkte Beweidung nicht von vornherein abgelehnt werden.

LITERATUR

- AARSSSEN L.W., TURKINGTON R., 1985: Within-species diversity in natural populations of *Holcus lanatus*, *Lolium perene* and *Trifolium repens* from four different-aged pastures. - J. Ecol. 73(3): 869-886.
- BAKKER J.P., 1989: Nature management by grazing and cutting. - Geobotany 14. Kluwer, Dordrecht.
- BURDON J.J., 1980: Intra-specific diversity in a natural population of *Trifolium repens*. - J. Ecol. 68(3): 717-736.
- DIEMER M., PFADENHAUER J., 1987: Effects of differential defoliation on shoot growth, density, and phytomass of three graminoids in a calcareous fen. - Oikos 50: 183-190.
- DOUST L.L., 1987: Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). III. Responses to light and nutrient supply. - J. Ecol. 75(2): 555-568.
- EGLOFF T., 1983: Der Phosphor als primär limitierender Nährstoff in Streuwiesen (Molinion)-Düngungsexperiment im unteren Reusstal. - Ber. Geobot. Inst. ETH, Stitg. Rübel, Zürich 50: 119-148.

- ESCARRÉ J., HOUSSARD C., 1989a: Variations de populations de *Rumex acetosella* L. le long d'une succession secondaire. I. Allocation de biomasse. - *Oecologia Plantarum* 10(1): 3-19.
- ESCARRÉ J., HOUSSARD C., 1989b: Variations de populations de *Rumex acetosella* L. le long d'une succession secondaire. II. Évolution des relations de concurrence intra- et interspécifiques. - *Oecologia Plantarum* 10(2): 111-121.
- FETCHER N., SHAVER G.R., 1983: Life histories of tillers of *Eriophorum vaginatum* in relation to tundra disturbance. - *J. Ecol.* 71(1): 131-148.
- GANZERT C., PFADENHAUER J., 1986: Seasonal dynamics of shoot nutrients in *Schoenus ferrugineus* (Cyperaceae). - *Holarctic Ecology* 9: 137-142.
- GARNIER E.Q., ROY J., 1988: Modular and demographic analysis of plant leaf area in sward and woodland populations of *Dactylis glomerata* and *Bromus erectus*. - *J. Ecol.* 76(3): 729-743.
- GRUBB P.J., 1985: Plant populations and vegetation in relation to habitat, disturbance, and competition: problems of generalization. - In: White, J., (Hrsg.): *Handbook of vegetation Science No. 3: The population structure of vegetation.* Junk, den Haag.
- JONGMAN R.H.G., TER BRAAK C.J.F., VAN TONGEREN O.F.R., 1987: *Data analysis in community and landscape ecology.* - Pudoc, Wageningen.
- KAPFER A., 1988: *Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes - Aushagerung und Vegetationsentwicklung.* - Diss. Bot. Band 120.
- MAAS D., 1988: Keimung und Etablierung von Streuwiesenpflanzen nach experimenteller Ansaat. - *Natur u. Landsch.* 63(10): 411-415.
- PEGTEL D.M., 1987: Soil fertility and the composition of seminatural grassland. - In: Andel, J., van, J.P. Bakker & R.W. Snaydon (Hrsg.): *Disturbance in grasslands.* - *Geobotany* 10. Junk, Dordrecht.
- PFADENHAUER J., LÜTKE TWENHÖVEN F., 1986: Nährstoffökologie von *Molinia caerulea* und *Carex acutiformis* auf baumfreien Niedermooren des Alpenvorlandes. - *Flora* 178: 157-166.

ADRESSE

Dr. D. Maas
 Lehrgebiet Geobotanik der TU München
 D-W-8050 Freising-Weißenstephan

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19_2_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Maas Dieter

Artikel/Article: [Biomasseentwicklung von Streuwiesenpflanzen verschiedener Herkunft in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität 346-355](#)