# Die Bedeutung der horizontalen und vertikalen Vegetationsdichte für den Blüherfolg von Xerothermrasenarten

Andreas Sundermeier und Ernst-Gerhard Mahn


## Synopsis

**The importance of horizontal and vertical vegetation denseness on the reproductive success of xerothermic grassland species**

The quantitative influence of increased vegetation denseness on the reproductive potential of four herbs was studied in the xerothermic grasslands near Halle (Saale). For *Hieracium pilosella* and *Potentilla arenaria* a strong decrease of the number of flowers with increased vegetation denseness has been observed. On the other hand the flowering of *Euphorbia cyparissias* seems hardly affected by a dense vegetation structure. *Dianthus carthusianorum* shows an intermediate behaviour between these two extremes. It is suggested that the growth form of the investigated species and their plasticity is most important for the interpretation of these results. A cutting experiment was performed on sites where *Hieracium* grows in dense vegetation. Compared with control plots, *Hieracium* produced more flowers on the mowed sites, but did not increase the cover and number of its rosettes. Consequences from these observations for an adequate management are discussed.


*Xerothermrasen, Vegetationsdichte, Schichtung, Phänologie, Phänometrie, Hieracium pilosella, Mahdexperiment*

*dry grassland, vegetation density, stratification, phenology, phenometry, Hieracium pilosella, cutting experiment*

## 1 Einleitung

Die Vegetationsdichte eines Pflanzenbestandes ist geprägt von der Phytomasse und der räumlichen Orientierung der Pflanzenteile in einem definierten Bestandesausschnitt. Als Maß für die Vegetationsdichte wurde die Deckung der Vegetation schichtweise als waagerechte Projektion auf eine senkrecht stehende Fläche geschätzt (horizontale Vegetationsdichte [%]). Die horizontale Vegetationsdichte kennzeichnet die Durchdringbarkeit eines Pflanzenbestandes in horizontaler Richtung. Analog dazu kann die Gesamtdeckung höherer Pflanzen als vertikale Vegetationsdichte verstanden werden, d.h. als senkrechte Projektion der Vegetation auf den (waagerechten) Erdboden (vgl. BARKMAN 1988).

Häufig läßt sich beobachten, daß bei niedrigwüchsigen Blütenpflanzen mit zunehmender horizontaler und vertikaler Vegetationsdichte die Blütenbildung reduziert wird. Quantitative Untersuchungen zur vegetationsökologischen Interpretation dieses Phänomens sind bisher allerdings selten. Für typische Halbtrockenrasenarten wurde gezeigt, daß sie im dichteren und höheren *Arrhenatheretum salvietosum* weniger Blüten produzieren als im benachbarten lückigeren *Mesobrometum* (KRATOCHWIL 1989). Da die Vegetationsdichte sehr leicht zu manipulieren ist, besitzen phänometrische Studien zu ihrem Einfluß praktische Bedeutung für die Effizienzvorhersage und -kontrolle von Pflegemaßnahmen. Einen negativen Effekt mehrjähriger Nutzungsaufgabe auf die Blütenmenge konkurrenzschwacher Kräuter wiesen WEBER & PFADENHAUER (1987) für Streuwiesen und GRUNICKE & POSCHLOD (1991) für Kalkmagerrasen nach.

Für vier Xerothermrasenarten wird die Abhängigkeit der Blütenmenge von der Vegetationsdichte untersucht. Dabei waren folgende Fragen von Interesse:

- In welchem Ausmaß wird die Blütenmenge unterschiedlich konkurrenzschwacher Kräuter von der Vegetationsdichte beeinflußt?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Arten und wie können sie interpretiert werden?
- Kann das reproduktive Verhalten von Trockenrasenarten mit Hilfe von Vegetationsdichtemessungen besser erklärt werden als mit Bodenparametern oder Schätzungen der Gesamtdeckung höherer Pflanzen?

Mit einem Mahdexperiment wurden die Ergebnisse für *Hieracium pilosella* abgesichert. Der Erfolg einer hypothetischen Pflegemaßnahme zur Förderung blütenreicher *Hieracium*-Bestände wird abgeschätzt.

Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach ROTHMALER (1990).

Tab. 1
**Übersicht über die verwendeten Methoden auf Artniveau.**

Table 1
**Survey of the used methods on species level.**

| | Anzahl Flächen | Probenumfang | Untersuchungs-termine 1995 | Erhobene Parameter |
|---|---|---|---|---|
| ***Hieracium pilosella*** **vegetative Phase** | 25 | je 5 fest markierte, 0,5 x 0,5 m² große Quadrate pro Fläche | Ende Mai und Mitte September | – Kartierung der Rosetten-deckung im Maßstab 1:5<br>– Rosettenanzahl (incl. Tochter-rosetten)<br>– Anzahl Ausläufer (nur Sept.) |
| ***Hieracium pilosella*** **generative Phase** | 25 | je 5 Quadrate, s.o. | Ende Mai bis Oktober alle zwei Wochen | Anzahl Blütenstände pro Quadrat, getrennt nach Entwicklungs-stadien |
| ***Potentilla arenaria*** | 4 | je 5 Quadrate, s.o. | 22. April | – Verhältnis generativer zu vegetativen Trieben<br>– Anzahl gener. Organe pro Trieb |
| ***Dianthus carthusianorum*** | 16 | je 7 markierte Indi-viduen pro Fläche | Drei Termine im Juli | – Anzahl Blütenstände pro Indiv.<br>– Anzahl generativer Organe pro Individuum, getrennt nach Entwicklungsstadien |
| ***Euphorbia cyparissias*** **vegetative Phase** | 4 | je 5 Quadrate, s.o. | 20. Mai | Trieblänge |
| ***Euphorbia cyparissias*** **generative Phase** | 21 | je 5 Quadrate, s.o. | 20. – 25. Mai | – Verhältnis generativer zu vege-tativen Trieben<br>– Anzahl Rispenäste pro Trieb<br>– Fruchtansatz |

## 2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet nordwestlich von Halle (Saale) liegt um 120 m ü NN und ist Bestandteil des subkontinental geprägten Mitteldeutschen Trockengebietes mit Niederschlägen unter 500 mm/a. Die fast ebene lößbedeckte Landschaft besteht im Untergrund vor allem aus saurem, aber mineralreichem Porphyr, der in Form mehr oder weniger großen Kuppen die Lößdecke überragt. Nur im Saaletal und in dessen Seitentälern finden sich steile, von Porphyr gebildete Hänge. Die edaphische Standortamplitude reicht vom sauren Syrosem und Ranker auf Porphyrfels bis hin zur basischen, tiefgründigen Löß-Schwarzerde. Die ebenen Bereiche des Gebietes werden intensiv ackerbaulich genutzt. Die Kuppen und steilen Hänge tragen Xerothermrasenvegetation, die von MEUSEL (1940), MAHN (1957, 1965, 1985), MAHN & PARTZSCH (1996) und SCHUBERT (1960) bearbeitet wurde.

## 3 Methoden

### 3.1 Methoden auf Artniveau

Die Untersuchungen wurden 1995 an *Hieracium pilosella*, *Potentilla arenaria*, *Dianthus carthusianorum* und *Euphorbia cyparissias* durchgeführt, da diese Arten auffällige Blühaspekte in den Xerothermrasen der Porphyrkuppenlandschaft bilden.

In Transekten entlang eines Bodentiefe/Vegetationsdichte-Gradienten wurden 10 bis 50 m² große Flächen ausgewählt, die bezüglich Artenzusammensetzung und Vegetationsdichte homogen waren. Eine Übersicht über die dort durchgeführten Beobachtungen an den vier Arten gibt Tab. 1.

Um die phänologische Entwicklung in verschieden dichter Vegetation zu beurteilen, wurden bei den Zählungen der generativen Organe von *Hieracium* und *Dianthus* in Anlehnung an WEBER & PFADENHAUER (1987) die Entwicklungsstadien »Knospe«, »Blüte«, »Reife« (geschlossener Fruchtstand), »Ausstreu« (geöffneter Fruchtstand mit Samen) und »Ausstreu beendet« (geöffneter Fruchtstand ohne Samen) unterschieden. Verpilzte, vertrocknete oder angefressene generative Organe wurden vermerkt.

Für die Untersuchung an *Potentilla* und *Euphorbia* wurde bei zu geringer Triebdichte die Quadratgröße verdoppelt, bei sehr hohen Triebdichten von *Potentilla* wurden nur Teilbereiche der Quadrate ausgezählt. Die Kartierung der *Hieracium*-Rosetten wurde mit Hilfe eines unterteilten Zählrahmens durchgeführt. Die Deckung von *Hieracium* in den Karten wurde mit transparentem mm-Papier ermittel. Um zu testen, ob das Blühverhalten von *Hieracium* wirklich von der Vegetationsdichte abhängt, wurden Anfang November 1995 zwölf Quadrate gemäht und ihre Entwicklung im Frühsommer 1996 mit 24 nicht gemähten benachbarten Quadraten verglichen. Im Juni 1996 erfolgte eine erneute Kartierung und Erfas-

sung der Blütenmenge der 36 Quadrate. Das Experiment wurde in relativ dichter Vegetation mit mehr als 70 % Gesamtdeckung durchgeführt.

### 3.2 Methoden der Vegetations- und Bodenuntersuchung, Statistik

Vegetations- und Bodendaten wurden unabhängig von der Lage der markierten Pflanzenindividuen und der 0,25 $m^2$-Quadrate auf der jeweils pflanzensoziologisch und strukturell homogenen Fläche erhoben. Die Bodentiefe wurde mit dem Pürckhauer-Bohrer mit fünf zufallsverteilten Einschlägen pro Fläche ermittelt. Die Gesamtdeckung höherer Pflanzen wurde in 10 %-Klassen geschätzt. Die horizontale Vegetationsdichte in verschiedenen Schichten wurde mit 10 zufallsverteilten Messungen je Fläche mit der Strukturmeßröhre aufgenommen (SUNDERMEIER & MEIßNER, in Vorb.). In einem etwa 25 cm langen Rohr mit 18 cm Durchmesser ist an einem Ende ein 10 x 10 cm großer Zählrahmen, unterteilt in 25 Felder eingebaut (CURTIS & BIGNAL 1985), am anderen Ende ein Spiegel im 45°-Winkel angebracht (Abb. 1: A,B). Das Rohr wird waagerecht in einer bestimmten Höhe 10 cm vor eine senkrecht im Bestand stehende Leinwand gehalten und die horizontale Vegetationsdichte als Deckung der horizontalen Projektion der Pflanzenteile auf der Leinwand nach der Skala von LONDO (1976) geschätzt.

Die Daten zur Vegetationsdichte und Bodentiefe wurden über die Fläche gemittelt. Die Zählungen in einzelnen Quadraten bzw. an Individuen wurden als voneinander unabhängige Stichproben ohne Mittelbildung verrechnet, um die Varianz innerhalb der Flächen zu berücksichtigen. Jedem Quadrat wurden die gemittelten Vegetations- und Bodendaten zugeordnet. Die Daten wurden mit einfacher und multipler linearer Regression, quadratischen und exponentiellen Kurvenanpassungen und logistischer Regression mit dem Programm SPSS analysiert. Zur Optimierung der Analysen wurden die Artdaten z. T. transformiert (Wurzel-, logarithmische oder presence/absence-Transformation) (vgl. BÜHL & ZÖFEL 1994 und JONGMAN & al. 1987).

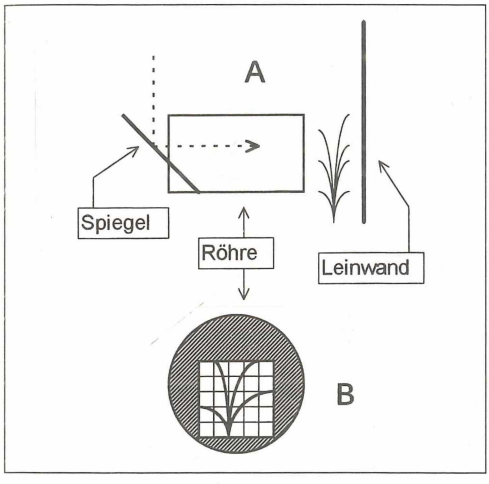


Abb. 1
**Strukturmeßröhre zur Aufnahme der horizontalen Vegetationsdichte von Rasenvegetation. (A): Seitenansicht. Gestrichelte Linie: Blickrichtung des Bearbeiters. (B): Bild des Zählrahmens in der Röhre, dahinter die Vegetation zwischen Röhre und Leinwand, im Spiegel betrachtet. Weitere Erläuterungen siehe Text.**

Fig. 1
**Structure measuring tube for the investigation of horizontal vegetation denseness in grassland. Denseness was estimated as percent vegetation cover on a vertical screen. (A): Side-face of the tube. Dashed line: view of the investigator. (B): Image of the vertical quadrat (10 to 10 cm) inside the tube and of the vegetation between tube and screen, as seen in the mirror. Distance screen to tube: 10 cm. Length of the tube: 25 cm, diameter: 18 cm.**

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Bodentiefegradient, Gesamtdeckung, Vegetationsdichte

Die gemessenen Bodentiefen zeigten eine Spanne von 5–80 cm, dazu stieg die geschätzte Gesamtdeckung höherer Pflanzen von 20 auf 100 %. Abbildung 2 zeigt Vegetationsdichteprofile unterschiedlicher Bestände entlang des Bodentiefegradienten. Beim *Thymo-Festucetum cinereae* MAHN 1959 handelt es sich um eine offene Felsgesellschaft im flachgründigen Plateau- und Oberhangbereich der Porphyrkuppen. Auf etwas tiefgründigeren Standorten in enger räumlicher Nachbarschaft findet sich mit dem *Euphorbio-Callunetum* SCHUBERT 1960 eine azidophile Zwergstrauchheide, die dichtere, aber sehr heterogene und niedrige Bestände bildet. Im Mittelhangbereich der Kuppen tritt neben anderen dichten Rasengesellschaften das *Filipendulo-Avenuletum pratensis* MAHN 1965 mit fast geschlossener Vegetationsdecke und z.T. dichter Streuschicht auf. Die untersuchten Gesellschaften zeigen ein breites Spektrum bezüglich der Ausprägung der Dichteprofile (SUNDERMEIER 1996).

### 4.2 Generatives und vegetatives Reproduktionspotential der untersuchten Arten

Die vegetative Entwicklung von *Hieracium pilosella* zeigte keine Korrelation mit den untersuchten Vegetations- und Bodenparametern. Die Deckung von *Hieraci-*

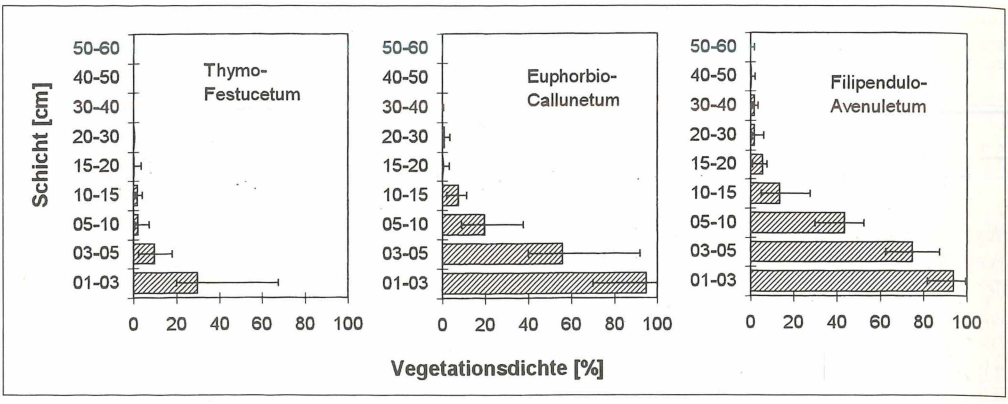


Abb. 2

**Profile der horizontalen Vegetationsdichte von drei Untersuchungsflächen. Die unteren Bestandesschichten wurden genauer analysiert (Medianwert aus 10 Messungen je Schicht, die Enden der Fehlerbalken zeigen das 25 und 75 %-Quartil).**

Fig. 2

**Profiles of horizontal vegetation denseness of three plots. The lower layers of the profiles were examined in a finer scale (median of ten measurements per layer, the ends of error bars indicate the value of the 25 and 75 %-quartile).**

*um*-Rosetten nahm zwischen Mai und September 1995 stark ab, die Anzahl der Rosetten (incl. Tochterrosetten an den Ausläufern) zu. Änderungen der Rosettenzahlen zeigten eine sehr hohe Varianz. Die vegetative Entwicklung wurde auf allen Flächen 1995 vermutlich v. a. durch den extrem trockenen Sommer beeinflußt.

Die Bildung von Blütenständen und Ausläufern (bezogen auf 1 $dm^2$ photosynthetisch aktive Fläche von *Hieracium*) wurde mit zunehmender Vegetationsdichte reduziert. Zum Beispiel läßt sich für eine Dichteänderung von 20 auf 80 % in der Schicht 3–5 cm eine mittlere Reduktion des generativen und vegetativen Reproduktionspotentials um den Faktor 4–5 aus den Regressionsgeraden errechnen (Abb. 3). Da das generative und vegetative Potential in dichter Vegetation gleichermaßen erniedrigt ist,

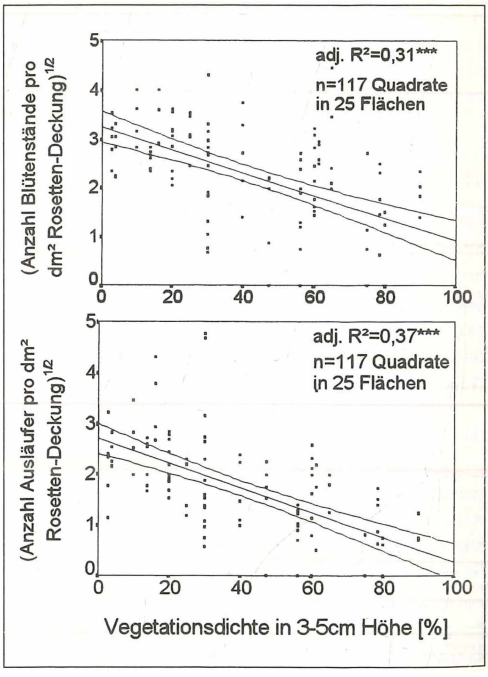


Abb. 3

**Abnahme der Blütenstands- und Ausläuferproduktion bei *Hieracium pilosella* mit zunehmender horizontaler Vegetationsdichte, exemplarisch ist als unabhängige Variable die Dichte der Schicht 3–5 cm aufgetragen. Für die Regressionsgeraden sind die 95 %-Konfidenzintervalle angegeben. Das lineare Regressionsmodell erklärt 31 bzw. 37 % der Varianz. Die Werte der abhängigen Variablen wurden wurzeltransformiert.**

Fig. 3

**Decrease of the production of flowering stands and runners of *Hieracium pilosella* with increased horizontal vegetation denseness. As an example, the denseness of the layer 3–5 cm is shown as independent variable. Regression lines are plotted with 95 % confidence intervals. The linear regression model explains 31 resp. 37 % of the variance. The values of the dependent variable were square-root transformed.**

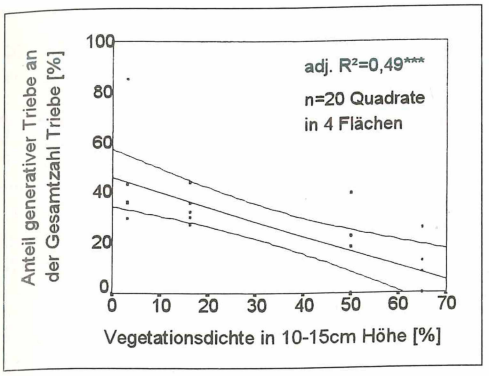


Abb. 4
**Abnahme des Anteils generativer Triebe mit zunehmender horizontaler Vegetationsdichte bei *Potentilla arenaria*. Das Regressionsmodell erklärt 49 % der Varianz.**

Fig. 4
**Decrease of the fraction of generative shoots of *Potentilla arenaria* with increased horizontal vegetation denseness. The regression model explains 49 % of the variance.**

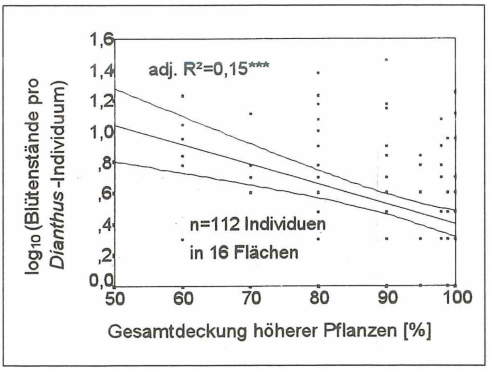


Abb. 5
**Anzahl der Blütenstände von *Dianthus carthusianorum*-Individuen bei zunehmender Bestandes-Gesamtdeckung, Darstellung halblogarithmisch. Das Regressionsmodell erklärt 15 % der Varianz.**

Fig. 5
**Number of flowering stands of *Dianthus carthusianorum*-individuals with increased total vegetation cover, the dependent variable is log-transformed. The regression model explains 15 % of the variance.**

kann *Hieracium* also nicht die niedrige Samenproduktion durch eine Erhöhung der Ausläuferzahl kompensieren. Das reproduktive Verhalten ist sowohl mit der Gesamtdeckung der Vegetation als auch mit der Vegetationsdichte in den untersten Schichten gut zu erklären, die Korrelation nimmt zu den obersten Schichten hin ab. Die Bodentiefe hatte einen geringeren Erklärungswert als die Vegetationsdichte. Die Beobachtung, daß in lückiger Vegetation im Herbst eine Nachblüte stattfindet, in dichter Vegetation aber nicht, konnte 1995 wegen der Sommertrockenheit nicht gemacht werden. Ein Einfluß der erhobenen Boden- und Vegetationsdichteparameter auf die Entwicklungsgeschwindigkeit konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei *Potentilla arenaria* ist in dichter Vegetation das Verhältnis von generativen zu vegetativen Trieben zugunsten der vegetativen verschoben. Während in lückiger Vegetation ca. 40 % aller Triebe generative Organe ausbilden, sind es in dichten Beständen des *Festuco-Stipetum* nur noch etwa 10–20 % (Abb. 4). Eine Beeinflussung der Blütenzahl pro generativem Trieb wurde nicht festgestellt. Im Vergleich mit den schichtweise ermittelten Vegetationsdichten erklärten die Variablen Gesamtdeckung und Bodentiefe deutlich weniger, nämlich 35 % der Varianz.

Das generative Verhalten von *Dianthus carthusianorum* zeigt sich weit weniger von der Vegetationsdichte beeinflußt als das der beiden vorhergehenden Arten (vgl. Werte des adj. $R^2$ in Abb. 5). Lediglich die Anzahl Blütenstände/Individuum zeigt eine geringe, aber statistisch absicherbare negative Beeinflussung durch die Gesamtdeckung. Der Fruchtansatz/Individuum und die Anzahl generativer Organe pro Blütenstand wurden nicht beeinflußt. Mit Hilfe multipler linearer Regression läßt sich ein Regressionsmodell für die Blütenstände/Individuum ableiten, das 33 % der Datensatzvarianz erklärt. In dieses Modell geht die Bodentiefe, die Vegetationsdichte bis 15 cm Höhe und die Gesamthöhe der Bestände ein. Ein ähnliches Modell kann auch zur Erklärung der generativen Organe/Individuum herangezogen werden (adj. $R^2 = 0{,}28$). Ansonsten hat die Vegetationsdichte verschiedener Schichten verglichen mit der Gesamtdeckung und Bodenparametern nur geringen Erklärungswert. Wie schon für *Hieracium,* so konnte auch für *Dianthus* keine schnellere Entwicklung der generativen Phase in lückiger Vegetation festgestellt werden.

Für *Euphorbia cyparissias* konnten weder die Anzahl Rispenäste pro Trieb noch der Fruchtansatz mit den unabhängigen Variablen korreliert werden. Der Anteil generativer Triebe an der Gesamttriebzahl zeigt zwar eine statistisch signifikante Korrelation, der Erklärungswert ist aber gering (Abb. 6). Ein positiver linearer Zusammenhang besteht nur zwischen der Länge der Triebe und der Vegetationsdichte der unteren Schichten (z. B. für Schicht 3–5 cm: adj. $R^2 = 0{,}73$***). Die Korrelation zwischen Bodentiefe und Trieblänge war schwächer.

### 4.3 Mahdexperiment

Die Mahdexperimente fanden auf Flächen mit mehr als 70 % Vegetationsdeckung statt, untersucht wurde die Entwicklung von *Hieracium pilosella* vor und nach der Mahd. Die zwölf gemähten Quadrate unterschieden sich vor der Mahd im Sommer 95 bzgl. aller *Hieracium*-Daten nicht von den 24 ungemähten Vergleichsparzellen in der Nachbarschaft (t-Test mit wurzeltransformierten normalverteilten Daten, siehe Rubrik »Mai 95« in Abb. 7). Die Mahd beeinflußte die Deckung und die Anzahl der *Hieracium*-Rosetten nicht. Die gemähten Parzellen zeigten eine etwas schnellere generative Entwicklung als die ungemähten, dieser Effekt ließ sich aber statistisch nicht absichern. Eine deutliche Reaktion auf die Mahd zeigten nur die produzierten Blütenmengen, in Abb. 7 bezogen auf 1 $dm^2$ Rosetten-Deckung. Die Reduzierung der Blütenmenge in den ungemähten Plots könnte auf das kalte Frühjahr zurückzuführen sein. Eine schnelle Erwärmung des Bodens nach der Kälteperiode wurde in den ungemähten Bereichen vielleicht durch die dichte Streuschicht verhindert.

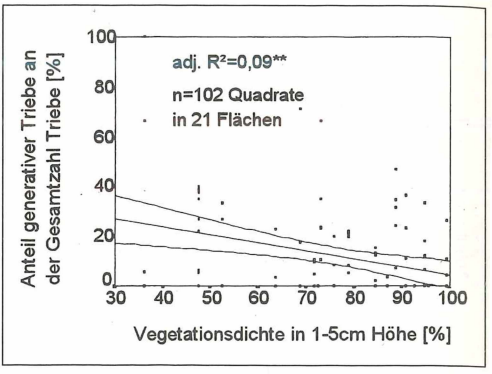


Abb. 6
**Anteil generativer Triebe von *Euphorbia cyparissias* mit zunehmender horizontaler Vegetationsdichte. Das Regressionsmodell erklärt nur 9 % der Varianz.**

Fig. 6
**Fraction of generative shoots of *Euphorbia cyparissias* with increased horizontal vegetation denseness. The regression model explains only 9 % of the variance.**

## 5 Diskussion

Das reproduktive Potential der untersuchten Arten zeigt enorme Unterschiede in der Reaktion auf Vegetationsdichteparameter, was sich an den Erklärungswerten (adj. $R^2$ in Abb. 3–6) ablesen läßt. Für *Potentilla* und *Hieracium* muß davon ausgegangen werden, daß die Vegetationsdichte der unteren Bestandesschichten der wichtigste Faktor für das Reproduktionspotential ist, d.h. es ist nicht zu erwarten, daß sich in vergleichbaren Studien ein anderer Standortfaktor findet, der von ähnlicher Bedeutung ist. Für *Euphorbia* hat die Vegetationsdichte der betrachteten Vegetationseinheiten nur nachrangige Bedeutung. Der Einfluß auf *Dianthus* ist schwer einzuschätzen, was nicht zuletzt auch an der relativ niedrigen Anzahl untersuchter Individuen pro Fläche liegt. Einfache lineare Regressionsmodelle leisteten hier nur einen geringen Beitrag zur Erklärung der beobachteten Phänomene, die Kombination von mehreren Dichtevariablen und der Bodentiefe zu multiplen linearen Modellen lieferte aber bessere Erklärungsansätze.

Die Empfindlichkeit gegenüber zunehmender Vegetationsdichte fällt mit den Wuchsformen der Arten zusammen. Am deutlichsten ist ein negativer Einfluß bei den beiden niedrigwüchsigen und zu starker vegetativer Ausläuferbildung befähigten Arten *Hieracium* und *Potentilla* zu erkennen. Sie besitzen nur an offenen, flachgründigen Standorten mit geringer Lichtkonkurrenz ein optimales Reproduktionspotential. Im Gegensatz zu den vorgenannten Arten zeigen

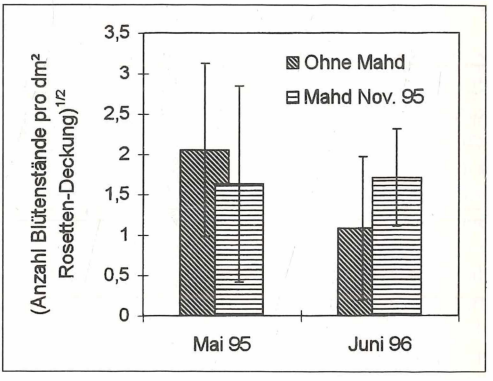


Abb. 7
**Anzahl Blütenstände von *Hieracium pilosella* in 24 ungemähten und 12 gemähten 0,25 $m^2$-Quadraten. Dargestellt sind Mittelwert und Standardabweichung der Flächen vor der Mahd (Mai 95) und nach der Mahd (Juni 96). Nach der Mahd liegt zwischen den Behandlungsvarianten ein signifikanter Unterschied vor (t-Test, p=0,025). Die Werte der abhängigen Variablen wurden wurzeltransformiert.**

Fig. 7
**Number of flowering stands of *Hieracium pilosella* in 24 not cutted and 12 cutted quadrats of 0,25 $m^2$. Mean values and standard deviations of all plots before (may 95) and after cutting (june 96) are shown. After the experiment a significant difference between cutted and not cutted plots was observed (t-test, p=0,025). The values of the dependent variables were square-root transformed.**

*Dianthus* und *Euphorbia* – mit höherem Wuchs, aber geringerer vegetativer Ausbreitungsfähigkeit – eine viel geringere negative Beeinflussung ihres Blüh- und Fruchtverhaltens durch dichte Vegetation. Gerade *Euphorbia* kann durch die Ausbildung längerer beblätterter Triebe, die im Frühjahr die Streuauflage durchstoßen können, sehr plastisch auf höhere Vegetationsdichten reagieren und zeigt sich entsprechend unempfindlicher als die anderen Arten, die ihre Wuchsweise nicht in dieser Plastizität anpassen können. *Dianthus*, ohne beblätterte aufrechte Triebe, mit der Hauptmasse der assimilierenden Organe in der untersten Vegetationsschicht, ist stärker als *Euphorbia* negativ durch dichte Vegetation in der Reproduktionsleistung beeinflußt.

Der Zusammenhang zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen war allein durch lineare Regression darstellbar, quadratische Kurvenanpassungen lieferten keine besseren Ergebnisse. Daraus folgt, daß die Extrembereiche in der Standortamplitude der einzelnen Arten nicht befriedigend berücksichtigt wurden. Dies war auch nicht möglich, da die Individuen- bzw. Triebdichten unter Extrembedingungen sehr niedrig sein können, die Varianz im Verhalten folglich sehr hoch ist und nur mit einer sehr hohen Stichprobenanzahl gearbeitet werden kann.

Der Einfluß der Vegetationsdichte auf das Blühverhalten nahm von den unteren zu den höheren Bestandesschichten ab, was die Wichtigkeit der Streuauflage unterstreicht. Die Daten zur horizontalen Vegetationsdichte zeigten in den meisten Fällen etwas bessere Korrelationen zum Blühverhalten als die Gesamtdeckung (vertikale Vegetationsdichte). Mit den Dichtewerten der verschiedenen Schichten ließ sich außerdem eine umfassendere Auswertung durchführen, die allein mit dem Datensatz zur Gesamtdeckung nicht möglich gewesen wäre. Die Bodentiefe hatte nur für *Dianthus* einen mit den Vegetationsparametern vergleichbaren Erklärungswert.

Im Mahdexperiment konnte die *Hieracium*-Blütenmenge durch Manipulation der Vegetationsdichte beeinflußt werden, nicht aber die Dynamik der Deckung und Anzahl der Rosetten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Transektuntersuchung, in denen ebenso die Blütenmenge von der Vegetationsdichte beeinflußt wurde, die Reduzierung der Deckung und Erhöhung der Rosettenzahl im Verlauf der Vegetationsperiode aber nicht erklärbar waren. Ein mittelfristiger Erfolg der Mahd ist fraglich, da kein positiver vegetativer Effekt festgestellt werden konnte, die vergleichsweise erhöhte Blütenmenge also vielleicht nur eine vorübergehende Erscheinung ist. Hier wären längerfristige Untersuchungen angebracht. Ein Mahdregime mit mehrjährigen Pausen scheint nicht geeignet zu sein, die Blütenmenge von *Hieracium* in dichter Vegetation nachhaltig zu erhöhen.

**Danksagung**

Wir danken dem BMBF für die Förderung im Rahmen des FIFB-Verbundprojektes (FKZ 0339524 A) und dem Regierungspräsidium Halle für die Erteilung der naturschutzrechtlichen Genehmigungen. Weiter danken wir Agnes Fastnacht und Susan Wassersleben für ihre Hilfe bei der Dateneingabe und der Geländearbeit sowie einem anonymen Korrekturleser für seine kritischen Anmerkungen zum Manuskript.

**Literatur**

BARKMAN, J. J., 1988: A new method to determine some characters of vegetation structure. – Vegetatio 78: 81–90.

BÜHL, A. & P. ZÖFEL, 1994: SPSS für Windows, Version 6. – Addison-Wesley, Bonn/Paris: 503 S.

CURTIS, D. J. & E. M. Bignal, 1985: Quantitative description of vegetation physiognomy using vertical quadrats. – Vegetatio 63: 97–104.

GRUNICKE, U. & P. POSCHLOD, 1991: Phänologische Untersuchungen in beweideten und brachgefallenen Kalkmagerrasen. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 146: 41–84.

JONGMAN, R. H., TER BRAAK, C. J. F. & O. F. R. VAN TONGEREN, 1987: Data analysis in community and landscape ecology. – Pudoc, Wageningen: 299 S.

KRATOCHWIL, A., 1989: Biozönotische Umschichtungen im Grünland durch Düngung. – NNA-Berichte 2: 46–58.

LONDO, G., 1976: The decimal scale for releves of permanent quadrats. – Vegetatio 33: 61–64.

MAHN, E.-G., 1957: Über die Vegetations- und Standortsverhältnisse einiger Porphyrkuppen bei Halle. – Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. 6: 177–208.

MAHN, E.-G., 1965: Vegetationsaufbau und Standortsverhältnisse der kontinental beeinflußten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. – Abh. Sächs. Akad. der Wissenschaften zu Leipzig, math.-naturw. Klasse 49: 138 S.

MAHN, E.-G., 1985: Expositionsbedingte Vegetations- und Standortsdifferenzierungen und ihre makroklimatische Beeinflussung. – Colloques Phytosoc. 13: 133–147.

MAHN, E.-G. & M. PARTZSCH, 1996: Vegetation cover of porphyry outcrops. – In: J. SETTELE & al. (eds.): Species survival in fragmented landscapes. – Kluwer, Dordrecht: 169–172.

MEUSEL, H., 1940: Die Grasheiden Mitteleuropas. Versuch einer vergleichend-pflanzengeographischen Gliederung. – Botanisches Archiv 41: 357–519.

ROTHMALER, W., 1990: Exkursionsflora Bd. 4: Kriti-

scher Band, 8. Aufl., (Hrsg.: R. SCHUBERT & W. VENT). – Volk und Wissen, Berlin: 811 S.
SCHUBERT, R., 1960: Die zwergstrauchreichen azidophilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. – Pflanzensoziologie 11, Jena: 235 S.
SUNDERMEIER, A., 1996: Vegetation structure of the porphyry landscape of Halle. – In: J. SETTELE & al. (eds.): Species survival in fragmented landscapes. – Kluwer, Dordrecht: 173–175.
WEBER, J. & J. PFADENHAUER, 1987: Phänologische Beobachtungen auf Streuwiesen unter Berücksichtigung des Nutzungseinflusses. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 58: 153–177.

**Adresse**

Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn
Andreas Sundermeier
Institut für Geobotanik und Botanischer Garten
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Neuwerk 21
06108 Halle (Saale)

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 27_1996

Autor(en)/Author(s): Sundermeier Andreas, Mahn Ernst-Gerhard

Artikel/Article: Die Bedeutung der horizontalen und vertikalen Vegetationsdichte für den Blüherfolg von Xerothermrasenarten 181-188