

Untersuchungen zur oberirdischen Biomasseentwicklung und Rauminanspruchnahme von Pflanzen in einem Halbtrockenrasen unter Nährstoffeinfluß*

Andrea Witte und Sylvia Herrmann

Synopsis

A field experiment was carried out in a dry grassland under consideration of different nutrition levels. The development of two plant species (*Urtica dioica*, *Brachypodium pinnatum*) in a competition situation is investigated by a new measure arrangement (Multi-Kuben-Stratimeter, MKS). The results indicated different strategies of space utilisation, preferring *Urtica dioica* in its growth, only if it is able to grow over a certain height before *Brachypodium pinnatum* has closed the gap which is necessary for *Urtica* to develop. The second condition for the advantage of growth of *Urtica dioica* is a certain nutrient level all over the growing season. With the MKS is available to quantify the key stages of this development exactly.

Konkurrenz, Brachypodium pinnatum, Eutrophierung, Sukzession, Meßeinrichtung

competition, Brachypodium pinnatum, eutrophication, succession, measure arrangement

1. Problemstellung

Der klimabegünstigte Kraichgau, eine Löß-Ackerbaulandschaft in SW-Deutschland weist stark erosionsgefährdete Böden auf. In Kleinstrukturen (Stufenrainen) lassen sich dort nährstoffbedingte Sekundär-Sukzessionen beobachten. Der Ausgangsbestand der Vegetation auf den mesotrophen und trockenen Standorten weist einen großen Anteil an niedrigwüchsigen Hemikryptophyten und skleromorphen Arten auf. Aus dieser oligo- bis mesotraphenten Vegetation mit mittlerer Deckung von *Brachypodium pinnatum* entwickeln sich unter steigendem Nährstoffeinfluß *Brachypodium pinnatum*-Dominanzbestände mit niedriger Artenzahl. In diesen Beständen ist eine Einwanderung und eine stellenweise Etablierung von *Urtica dioica* bis hin zu Reinbeständen festzustellen. Mit Hilfe einer neukonzipierten Meßeinrichtung (Multi-Kuben-Stratimeter, MKS) sollten die unterschiedlichen Reaktionsmechanismen von *Brachypodium pinnatum* und *Urtica dioica* auf Nährstoff- und Lichtgradienten abgeschätzt werden. Darüber hinaus wurde die Biomasseentwicklung der beiden Arten bei steigender Düngung bestimmt.

2. Material und Methoden

2.1. Versuchsanlage

Der Versuch wurde im Jahr 1993 auf einem von der Nachbarnutzung unbeeinflussten Halbtrockenrasen in Kuppenlage durchgeführt.

Die zweifaktorielle Blockanlage im Split-plot-design wurde mit den Varianten mit und ohne *Urtica*-Einbringung angelegt. Jede Variante lag in vier Düngungsstufen (DS) (DS I = 0, DS II = 50, DS III = 100, DS IV = 150 kg N/ha) mit je drei Wiederholungen vor, wobei alle Parzellen für die vier Ernten in vier Plots gesplittet waren.

Zur Simulation einer Einwanderung waren *Urtica*-Rhizome (Länge ca. 10 cm) am Ende der vorhergehenden Vegetationsperiode ca. 4 cm tief in die entsprechenden Parzellen eingebracht worden, wozu der Aufwuchs jeweils auf einer Fläche von 15 x 10 cm entfernt wurde.

2.2. Meßmethoden

Oberirdische Biomasse

Die Biomasse von *Brachypodium pinnatum* und *Urtica dioica* wurde an vier Terminen im Jahr (Mai, Juni, Juli, September) auf einer Fläche von jeweils 0,5m² gemäht und die Trockenmasse nach Arten getrennt erfaßt.

Rauminanspruchnahme (RI)

Mit Hilfe des Multi-Kuben-Stratimeters (Abb. 1) wurde der Raum, in dem sich der Bestand ausbreitet, durch Drähte in Kuben eingeteilt. Durch die Betrachtung der waagerechten bzw. senkrechten Flächen der Kuben ließ sich die Ausbreitung der Pflanzen in die Vertikale bzw. Horizontale nachvollziehen. Als Parameter für die Ausbreitungsfähigkeit einer Art im Raum dient die Anzahl der »Unterbrechungen pro Kubenseitenfläche«.

Er drückt aus, wie oft die imaginären Seitenflächen der Kuben von Sproß und/oder Blattspreite einer Art durchschnitten werden. Die unterschiedliche Blattspreitenbreite wurde dadurch berücksichtigt, daß eine Unterbrechung von höchstens 1/10 der Seitenlinien-

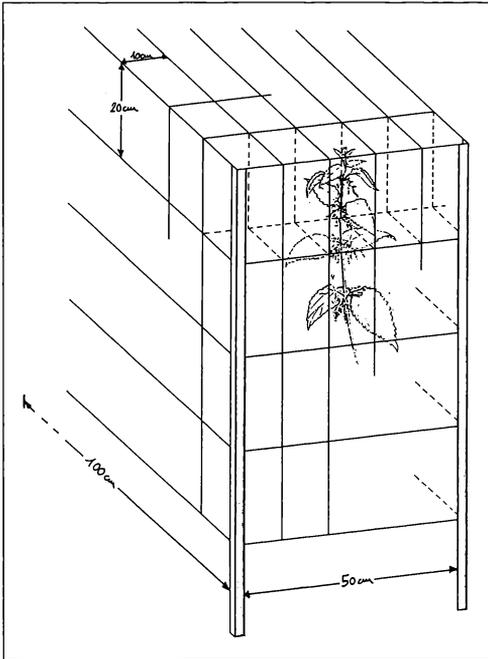


Abb. 1: Multi-Kuben-Stratimeter

Fig. 1: Multi-cubes-stratimeter

breite mit 1 gewertet wurde, eine Unterbrechung von 2/10 mit 2 u.s.w. Die Aufnahme erfolgte sowohl von oben als auch von der Seite in dem vom MKS umgrenzten Bestand in zweifacher Wiederholung je DS zu vier Zeitpunkten der Vegetationsperiode (Mai, Juni, Juli und September).

3. Ergebnisse

Oberirdische Biomasseproduktion

Die Störung durch das Einbringen von *Urtica* hatte keinen signifikanten Einfluß auf die Biomasseproduktion von *Brachypodium pinnatum*.

Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede durch die Aufstellung des MKS in Bezug auf die Biomasseentwicklung von *Brachypodium pinnatum* und *Urtica dioica* feststellen, jedoch wurde aus Zeitgründen keine gesonderte Höhenmessung vorgenommen. Die Entwicklung der reproduktiven Organe wurde nicht einzeln erfaßt, da die Etablierung von *Urtica dioica* über Samen keinen Erfolg im vorhandenen *Brachypodium*-Bestand hatte, wie ein Vorversuch gezeigt hatte.

Die Werte für die oberirdische Biomasse von *Brachypodium pinnatum* sind statistisch abgesichert, die ge-

ringen Ertragsgewichte von *Urtica dioica* ließen eine statistische Auswertung jedoch nicht zu. Für die Entwicklung der Gesamt-Biomasse sowohl von *Brachypodium pinnatum* als auch von *Urtica dioica* lassen sich folgende Tendenzen feststellen: Sie nimmt mit steigender Nährstoffzufuhr bis in die höchste Düngungsstufe zu (vgl. Tab. 1). Der Biomasseertrag von *Urtica dioica* fällt im Vergleich zu *Brachypodium pinnatum* noch sehr gering aus. Dies spiegelt das Initialstadium der Etablierungsphase, in der sich *Urtica dioica* im ersten Jahr nach der Rhizom-Einbringung befand, wider.

Tab. 1

Oberirdische Biomasse [g/m²] von *Urtica dioica* und *Brachypodium pinnatum* in Abhängigkeit von der Düngung

Tab. 1

Overground biomass [g/m²] of *Urtica dioica* and *Brachypodium pinnatum* dependent on nutrition levels

Düngung	<i>Urtica dioica</i>				<i>Brachypodium pinnatum</i>			
	Mai	Juni	Juli	Sept.	Mai	Juni	Juli	Sept.
0 kg N/ha	1,02	1,01	0,00	0,00	84,17	132,16	254,61	149,75
50 kg N/ha	1,40	1,61	0,00	0,00	167,81	157,58	104,15	199,85
100 kg N/ha	0,86	2,36	1,90	2,19	143,25	199,56	34,21	192,55
150 kg N/ha	0,63	5,44	3,22	1,88	142,85	270,35	2,00	246,86

Rauminanspruchnahme RI

Aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes war die Zahl der Wiederholungen auf zwei beschränkt. Daher wurden die Werte der RI nicht statistisch ausgewertet. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt jedoch folgende deutliche Tendenzen bei der RI der beiden Arten (vgl. Tab. 2): Unabhängig von der Düngungsmenge läßt sich für die *Brachypodium pinnatum*-Blattspreiten ein Höhenwachstum bis 60 cm feststellen. Dagegen nimmt die Inanspruchnahme des horizontalen Raumes mit steigender Düngung stark zu. In einer Höhe von 40 cm ist in jeder DS eine ausgesprochene Dominanz von *Brachypodium* zu beobachten.

Urtica dioica erreicht in den DS III und IV eine Höhe von 80 bzw. 100 cm, in den DS I und II bis zu 40 cm. *Urtica dioica* war in den beiden unteren DS ab Juli abgestorben.

Die Inanspruchnahme der Horizontalen fällt in der höchsten Düngung am größten aus.

Die offenen Stellen um die eingebrachten *Urtica*-Rhizome waren bis Anfang Juli in der Düngungsstufe III und IV wieder von *Brachypodium pinnatum* überdeckt worden, während sie in den unteren Düngungsstufen bis zum Vegetationsende offen blieben.

Düngung	Ebene	<i>Urtica dioica</i>				<i>Brachypodium pinnatum</i>			
		Mai	Juni	Juli	Sept.	Mai	Juni	Juli	Sept.
0 kg N/ha	0- 20 cm	8,00	d	1,00	0,00	86,00	d	d	d
0 kg N/ha	20- 40 cm	14,00	1,55	1,00	0,00	35,00	90,58	104,15	74,48
0 kg N/ha	40- 60 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	34,21	4,97
0 kg N/ha	60- 80 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	2,00	0,00
0 kg N/ha	80-100 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50 kg N/ha	0- 20 cm	17,49	0,00	0,00	0,00	27,66	d	d	d
50 kg N/ha	20- 40 cm	16,27	7,80	2,71	0,60	18,71	114,10	104,92	158,49
50 kg N/ha	40- 60 cm	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	15,71	9,74	7,48
50 kg N/ha	60- 80 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00
50 kg N/ha	80-100 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100 kg N/ha	0- 20 cm	d	d	d	d	d	d	d	d
100 kg N/ha	20- 40 cm	10,09	d	3,34	1,33	32,84	d	153,06	173,50
100 kg N/ha	40- 60 cm	0,00	7,11	6,20	0,00	0,00	59,26	75,53	70,45
100 kg N/ha	60- 80 cm	0,00	0,89	2,43	0,15	0,00	2,81	0,49	1,33
100 kg N/ha	80-100 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,16	0,00
150 kg N/ha	0- 20 cm	d	d	d	d	d	d	d	d
150 kg N/ha	20- 40 cm	7,12	d	5,72	0,00	32,95	174,63	88,83	d
150 kg N/ha	40- 60 cm	1,50	6,27	18,38	0,00	0,00	55,60	51,62	66,40
150 kg N/ha	60- 80 cm	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
150 kg N/ha	80-100 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

d= geschlossener Pflanzenbestand > Dominanz für *Brachypodium* angenommen

Tab. 2

Raumanspruchnahme [Unterbrechungen/Kubenseitenflächen] von *Urtica dioica* und *Brachypodium pinnatum* in Abhängigkeit von der Düngung

Tab. 2

Space utilisation [intercepts/cube side area] from *Urtica dioica* and *Brachypodium pinnatum* dependent on nutrition levels

4. Diskussion

Sukzessionsvorgänge

Obwohl *Brachypodium pinnatum* im untersuchten Bestand bis zu einer Höhe von 40 cm dominiert, scheint die kurzzeitige Herabsetzung seiner Raumanspruchnahme in der unmittelbaren Umgebung von *Urtica dioica* aufgrund der Einbringungsstörung ausreichen, um der Invasionspflanze bei entsprechender Nährstoffversorgung (Düngungsstufen III und IV) die Etablierung zu ermöglichen. Diese war im geschlossenen Bestand, wie ein Vorversuch gezeigt hat, nicht erfolgreich. *Urtica dioica* wächst dann bis zu einer Höhe von 80 cm um oberhalb des von *Brachypodium* dominierten Bereichs eine neue Blattebene zu entwickeln. Damit werden die unterschiedlichen Strategien von *Urtica dioica* und *Brachypodium pinnatum* bezüglich der Ausbildung einer Bestandesstruktur offensichtlich. Der Konkurrenzvorteil von *Urtica dioica* gegenüber *Brachypodium pinnatum* um die Ressource Licht wird deutlich, da nur die obersten Blattschichten das photosynthetisch aktive Licht in voller Stärke ausnutzen können. Mit der schnellen Entwicklung einer neuen Blattebene, wie sie ab Anfang Juli bei *Urtica dioica* festzustellen war, ist eine hohe Biomasseinvestition in Blatt und Stengel verbunden (POORTER 1989). Beide Arten werden von AL MUFTI & al. (1977) aufgrund ihrer oben angeführten Fähigkeiten als schwächende Konkurrenzpflanzen ('debilitated competitor') eingestuft. Trotzdem trägt die Strategie von *Urtica dioica* dazu bei, daß sie in Situationen, in denen ein Wechsel von einer Nährstoffbegrenzung zu einer Begrenzung der

Ressource Licht festzustellen ist (OLFF & al. 1990, TILMAN 1984), bessere Etablierungsfähigkeiten im Vergleich zu *Brachypodium pinnatum* zu haben scheint.

Die Untersuchung zeigt jedoch auch, daß die Nährstoffversorgung hoch genug sein muß, damit sich *Urtica dioica* überhaupt bis über den Juli hinaus auf dem Standort halten kann. Die begrenzte Nährstoffverfügbarkeit stellt also ein Hindernis für die Invasion von *Urtica dioica* dar. Nach JOHNSTONE (1986) bietet die Eutrophierung eines Standortes für schnellwachsende Arten Invasionsfenster, da diese den Stickstoff effizienter als langsam wachsende Arten nutzen. Diese Effizienz liegt nach den vorliegenden Ergebnissen bei *Urtica dioica* in der Investition in die vertikale und daran anschließende laterale Inanspruchnahme des Raumes begründet.

Brachypodium pinnatum ist aufgrund seines genetisch fixierten geringen Höhenwachstums (HEGI 1912-1978) *Urtica dioica* gegenüber in der Horizontalen unterlegen. Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, besitzt *Brachypodium pinnatum* dagegen sowohl im lebenden als auch im abgestorbenen Zustand (Streu) einen Vorteil bei der lateralen Raumanspruchnahme. Weiterhin kann die Fiederzwenke auch bei einer geringeren Nährstoffverfügbarkeit eine hohe Biomasseproduktivität entfalten, so daß sie sich bei beginnender Eutrophierung in den Stufenrainen zu dominanten Beständen entwickeln kann. In diesen verfilzten Beständen ist die Lichtzufuhr für eine Etablierung von *Urtica dioica* zu gering. Daher

scheint das Vorhandensein von Störungen, wie sie die Einbringung der *Urtica dioica*-Rhizome im vorliegenden Versuch darstellte, für ihre Einwanderung entscheidend zu sein. Ist das Nährstoffangebot anschließend für die ganze Vegetationsperiode ausreichend, so genügt bereits eine kurze Periode offenen Bodens, um *Urtica* ein Überwachsen von *Brachypodium* zu ermöglichen.

Erfassungsmethode

Ab Juni trat in einem Großteil der gedüngten Parzellen das Problem auf, daß aufgrund der dichten Vegetation in der Ebene von 0–20 (–40) cm die Erfassung der Rauminanspruchnahme unmöglich wurde. Diese Schwierigkeiten sind auch von anderen Verfahren bekannt (JONASSON 1988, ROEBERTSEN & al. 1988, OPPERMANN 1989). Der Zeitaufwand liegt bei den Methoden mit technisierten Abläufen niedriger als bei den visuellen Methoden wie der hier vorgestellten. Mit Verbesserungen in der Aufnahmetechnik, wie z. B. mündliche Aufnahme der Trefferzahl mittels Diktiergerät und direkte Datenverarbeitung, ließe sich eine Verminderung der Zeitinvestition bei der MKS-Methode erreichen. Mit Ausnahme der Point-intercept-method von GOODALL (1952) bietet neben der hier vorgestellten keine andere Methode die Möglichkeit, in artenreichen Beständen eine getrennte Erfassung der einzelnen Arten durchzuführen. Im Unterschied zur Ersteren bietet die MKS-Methode die Möglichkeit einer sehr genauen Datengewinnung in Bezug auf die räumliche Verteilung einer Art, da die Bestimmung der RI auf der Aufnahme der Unterbrechungen einer Fläche (Kubenseitenfläche) und nicht auf der Berührung einer Linie wie bei der Point-intercept-method beruht. Für die weitere Beurteilung der MKS-Methode wären vergleichende Untersuchungen beider Methoden notwendig. Die vorliegenden Biomasseuntersuchungen gaben einen ersten Hinweis auf mögliche Korrelationen, die durch stratifizierte und in Kuben eingeteilte Ernten verifiziert werden müßten. Die im Anfangsstadium befindliche MKS-Methode kann einen Beitrag zur kleinflächigen Quantifizierung von Sukzessionsvorgängen, die bisher in der Regel nur qualitativ belegt sind, leisten und ließe sich daher z. B. zur Gewinnung von Eingangsdaten für Einzelpflanzen-Wachstumsmodelle einsetzen. Bei der Verwendung der MKS-Methode muß abgewogen werden, ob sich die Arbeitsinvestition für die jeweilige Fragestellung lohnt, d. h. ob die Informationen in dieser Genauigkeit genutzt werden sollen.

Literatur

- AL-MUFTI, M.M.; Sydes, C.L.; Furness, S.B.; Grime, H.P. & S.R. Band, 1977: A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. – *J. of Ecology*. 65: 759–791
- GOODALL, D.W., 1952: Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. – *Australian J. Sci. Res., Series B* 5: 1–41
- HEGI, G., 1912-1978: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd.1–7 – Hanser, München, 2. Auflage
- JONASSON, S., 1988: Evaluation of the point intercept method for the estimation of plant biomass. – *Oikos* 52: 101–106
- JOHNSTONE, I.M., 1986: Plant invasion windows: A time-based classification of invasion potential. – *Biol. Rev.* 61: 369–394
- OLFF, H., 1992: Effects of light and nutrient availability on dry matter and N-allocation in six successional grassland species. – *Oecologia* 89: 412–421
- OPPERMANN, R., 1989: Ein Meßinstrument zur Ermittlung der Vegetationsdichte in grasig-krautigen Pflanzenbeständen. – *Natur und Landschaft* 64: 332–338
- POORTER, H., 1989: Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. – In: LAMBERS & al. (eds.): Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. – SPB, The Hague: 45–68
- ROEBERTSEN, H.; HEIL, G.W. & R. BOBBINK, 1988: Digital picture processing: a new method to analyse vegetation structure. – *Acta. Bot. Neerl.* 37/2:187–192
- TILMAN, D., 1984: Plant dominance along an experimental nutrient gradient. – *Ecology* 65(5): 1445–1453

Adresse

Andrea Witte
Dipl.agr.biol. Sylvia Herrmann
Inst. für Landschaftsplanung und Ökologie
Universität Stuttgart
Azenbergstr. 12 70174 Stuttgart

*) Die Arbeit wurde im Rahmen des SFB183 »Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften« der Universität Hohenheim erstellt. Die Autorinnen danken der DFG für die finanzielle Unterstützung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Herrmann Sylvia, Witte Andrea

Artikel/Article: [Untersuchungen zur oberirdischen Biomasseentwicklung und Rauminanspruchnahme von Pflanzen in einem Halbtrockenrasen unter Nährstoffeinfluß 577-580](#)