

Zeitschrift: Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel
Herausgeber: Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel
Band: 41 (1970-1971)

Artikel: Konkurrenzversuche mit *Centaurea jacea* L. und *C. angustifolia* Schrank
Autor: Gebert, Roland
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377670>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Konkurrenzversuche mit *Centaurea jacea* L. und *C. angustifolia* Schrank

VON ROLAND GEBERT

EINLEITUNG

Das Vorkommen einer Pflanze richtet sich nach ihren physiologischen Möglichkeiten und ihrer Konkurrenzfähigkeit unter den herrschenden Standortbedingungen. Die meisten Pflanzen wachsen in der Natur auf viel kleinerem Gebiet, als ihnen physiologisch möglich wäre, da sie durch die Konkurrenz um Licht, Wasser und Nährstoffe bedrängt werden. *Bromus erectus* z. B. ist charakteristisch für trockene, magere Wiesen, gedeiht aber bedeutend besser auf feuchten und fetten Böden. In der Natur wird er durch die Konkurrenz anderer Wiesenpflanzen verdrängt (ELLENBERG 1963).

Die Standortfaktoren wirken auslesend auf die vorhandenen Pflanzen. Weitverbreitete Pflanzensippen sind deshalb aufgespalten in zahlreiche, erblich fixierte ökologische Rassen oder Ökotypen (LANDOLT 1961, GROSSMANN 1966). Sie sind meist sehr gut an ihre Standortbedingungen angepasst und deshalb an ihrem Standort konkurrenzfähiger als sämtliche andere Ökotypen. Ein Beispiel dazu findet man in der Artengruppe von *Centaurea jacea*. *Centaurea jacea* L. s. str., die Wiesenflockenblume, wächst auf eher nährstoffreichen, kalkhaltigen und lehmigen Böden: *Fettwiesen* (Glatthaferwiesen), Gebüsch, Schutthalden. *Centaurea angustifolia* Schrank, die schmalblättrige Flockenblume, findet man auf eher nährstoffarmen, kalkhaltigen, feuchten oder trockenen und lehmigen Böden: *Magerwiesen* (wechseltrockene Pfeifengraswiesen und Halbtrockenrasen) (HESS und LANDOLT 1972, OBERDORFER 1962). *Fettwiesen* sind gedüngte, *Magerwiesen* ungedüngte Wiesengesellschaften. Das Stickstoffangebot im Boden eines Halbtrockenrasens ist sehr gering, 0,2–0,3 kg/Are und Jahr (GIGON 1968). Pfeifengraswiesen sind etwa gleich schlecht mit Stickstoff versorgt (LÉON 1968). Glatthaferwiesen enthalten 0,6–1,0 kg Stickstoff/Are und Jahr (GISIGER 1968). Die Bewirtschaftung ist dementsprechend auch verschieden. Halbtrockenrasen dienen meist als Magerweiden oder einschürige Wiesen. Pfeifengraswiesen werden höchstens einmal im Herbst gemäht. Glatthaferwiesen werden zwei- bis mehrmals gemäht und oft noch beweidet. Es stellt sich das Problem, ob und wie stark die unterschiedlichen Stickstoffangebote und Bewirtschaftungsformen die Wettbewerbsfähigkeit von *Centaurea jacea* und *C. angustifolia* beeinflussen.

Im folgenden werden einige typische Standorte von *Centaurea jacea* und *C. angustifolia* ökologisch verglichen und der Einfluss der Stickstoffdüngung auf ihre Konkurrenzkraft experimentell untersucht.

Tab. 1 Probeflächen

Probe- fläche	Gemeinde	Koordinaten	Höhe m ü. M.	Pflanzengesellschaft	Deckungsanteil in %
R 1	Höchst	764,100 / 259,650	403	<i>Arrhenatheretum salvietosum</i>	<i>Centaurea</i>
R 2	Höchst	764,150 / 259,625	403	<i>Arrhenatheretum salvietosum</i>	- <i>jacea</i> 20
R 3	Höchst	764,900 / 261,900	398	cf. <i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i>	- <i>jacea</i> 5
R 4	Höchst	764,900 / 261,915	398	<i>Stachyo-Molinietum typicum</i>	- <i>angustifolia</i> 20
R 5	Fussach	767,425 / 261,500	398	cf. <i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i>	- <i>angustifolia</i> 10
R 6	Fussach	767,200 / 261,675	398	cf. <i>Stachyo-Molinietum</i>	- <i>angustifolia</i> 20
R 7	Fussach	767,325 / 261,550	398	cf. <i>Stachyo-Molinietum</i>	- <i>angustifolia</i> 20
Z 1	Ringlikon	677,550 / 245,625	600	<i>Arrhenatheretum salvietosum</i>	- <i>jacea</i> 5
Z 2	Ringlikon	677,850 / 245,325	590	<i>Stachyo-Brometum typicum</i>	- <i>jacea</i> 20
Z 3	Landikon	678,275 / 245,125	580	<i>Arrhenatheretum salvietosum</i>	- <i>jacea</i> 25
Z 4	Oetwil a. d. L.	672,100 / 253,325	385	<i>Arrhenatheretum salvietosum</i>	- <i>jacea</i> 20
Z 5	Höri	679,550 / 261,125	435	<i>Arrhenatheretum typicum</i>	- <i>jacea</i> 15
Z 6	Boppelsen	673,575 / 258,150	590	<i>Lolio-Cynosuretum salvietosum</i>	- <i>jacea</i> 10
Z 7	Boppelsen	673,650 / 258,150	590	<i>Gentiano-Molinietum caricetosum montanae</i>	- <i>angustifolia</i> 10

ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

1. Beschreibung der Probeflächen

Die Probeflächen beschränken sich auf die Umgebung von Zürich (in Tabelle 1 mit Z1–Z7 numeriert) und auf das Rheindelta am Bodensee (R1–R7). Lage und Pflanzengesellschaft der Probeflächen und die Deckungsanteile von *Centaurea jacea* und *C. angustifolia* sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Pflanzenbestände wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen. Die Pflanzengesellschaften wurden nach KLÖTZLI (1969 und mündlich) bestimmt.

2. Bodenuntersuchungen

2.1 Methoden

2.1.1 Pflanzenverfügbare Stickstoff

Bodenproben von 12 Entnahmestellen einer Probefläche wurden durch ein 4-mm-Sieb gesiebt (ausführliche Angaben bei GIGON 1968) und von einem Teil der momentane Nitrat- und Ammoniumstickstoff bestimmt. Der Rest wurde bebrütet:

- bei 25 °C und 95% Luftfeuchtigkeit in der Feuchtkammer (ZOETTL 1958),
- im Entnahmehorizont in perforierten Plastikbechern (ELLENBERG 1964).

Der Nitratstickstoff wurde nach der 2,4-Xylenol-Methode nach SCHARRER und SEIBEL, der Ammoniumstickstoff nach der Mikrodiffusionsmethode nach CONVAY bestimmt (STEUBING 1965). Die Stickstoffakkumulation wurde berechnet als Differenz zwischen dem Stickstoffgehalt der Frischproben und demjenigen der bebrüteten Proben.

2.1.2 Bodenreaktion, Wasser- und Kalkgehalt

Für die pH-Messung wurden rund 50 g Boden mit destilliertem Wasser zu einem dickflüssigen Brei verrührt. Nach 5 Stunden wurde nochmals aufgerührt und der pH-Wert mit der Glaselektrode (Batterie-pH-Meter Metrohm Typ E 280) gemessen (ELLENBERG 1958). Der Wassergehalt wurde durch Trocknen bei 105 °C bestimmt. Für die Kalkbestimmung nach PASSON wurden die ofentrockneten Proben aus der Wassergehaltsbestimmung verwendet (STEUBING 1965).

2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Stickstoffakkumulation in der Feuchtkammer war in allen Böden grösser als im Freiland. Die Stickstoffakkumulation und der Wassergehalt an Standorten von *Centaurea jacea* waren im Durchschnitt doppelt so gross wie in solchen von *C. angustifolia*. Bezüglich Bodenreaktion und Kalkgehalt ergaben sich keine Unterschiede. Im untersuchten Zeitintervall konnte auf allen Probeflächen ein leichter pH-Anstieg beobachtet werden.

Tab. 2 Ergebnisse der Bodenanalysen

Probe- fläche	Art	N _{ak} FL		N _{ak} FK		pH				H ₂ O in % TG				CaCO ₃ in % TG
		30.3.	19.4.	30.3.	19.4.	30.3.	19.4.	10.5.	M	30.3.	19.4.	10.5.	M	
	<i>Centaurea</i>													
R1	- <i>jacea</i>	1,04	1,82	3,49	4,50	7,7	7,8	7,9	7,8	22,2	25,3	44,0	30,5	30,2
R2	- <i>jacea</i>	2,20	2,75	10,18	8,32	7,6	7,7	8,0	7,8	37,1	28,2	39,4	34,9	27,6
Z1	- <i>jacea</i>	1,70	3,98	4,90	6,84	7,2	7,2	7,4	7,3	44,1	39,7	41,3	41,7	0,3
Z2	- <i>jacea</i>	3,15	1,52	3,65	2,65	7,6	7,8	7,9	7,8	35,6	33,9	31,7	33,7	34,3
Z3	- <i>jacea</i>	1,62	0,19	2,86	0,77	7,5	7,6	8,0	7,7	52,0	47,5	44,1	47,9	16,7
Z4	- <i>jacea</i>	1,86	1,54	3,78	2,73	7,8	8,0	8,2	8,0	23,8	20,8	24,4	23,0	36,6
Z5	- <i>jacea</i>	3,20	2,80	8,67	7,87	-	6,8	7,6	7,2	-	34,4	35,6	35,0	0,2
Z6	- <i>jacea</i>	0,25	0,85	3,98	2,76	7,5	7,7	8,0	7,7	45,8	48,0	44,9	46,2	19,6
M	- <i>jacea</i>	1,88	1,93	5,19	4,56									
Z7	- <i>angustifolia</i>	0,12	0,80	0,13	0,98	7,4	7,6	7,9	7,6	84,4	76,2	76,6	79,1	33,4
R3	- <i>angustifolia</i>	2,08	2,77	7,89	6,21	7,3	7,6	7,7	7,5	71,3	72,3	77,3	73,6	3,4
R4	- <i>angustifolia</i>	0,87	1,67	7,04	3,05	5,6	5,2	6,0	5,6	114,0	114,7	112,9	113,9	0,2
R5	- <i>angustifolia</i>	0,17	0,26	6,48	5,21	7,3	7,7	7,7	7,6	103,6	100,6	121,1	108,4	2,1
R6	- <i>angustifolia</i>	0,13	0,69	0,29	0,73	7,7	7,8	7,8	7,8	28,6	27,6	25,9	27,4	41,0
R7	- <i>angustifolia</i>	0,31	1,18	1,71	2,03	-	7,4	7,5	7,5	-	90,5	92,9	91,7	1,8
M	- <i>angustifolia</i>	0,61	1,23	3,92	3,04									

N_{ak} FL = Stickstoffakkumulation bei 6 Wochen Freilandbebrütung in mg Stickstoff/100 g Boden
N_{ak} FK = Stickstoffakkumulation bei 6 Wochen Feuchtkammerbebrütung in mg Stickstoff/100 g Boden
CaCO₃ in % TG = Kalkgehalt in % des Trockengewichtes
H₂O in % TG = Wassergehalt in % des Trockengewichtes
M = Mittelwert

3. Besprechung

Es muss betont werden, dass sich die Bodenuntersuchungen nur über kurze Zeit erstreckten (vom 30.3. bis zum 10.5.1970) und dass nur wenige Standorte von *Centaurea jacea* und *C. angustifolia* erfasst wurden. Weil gerade die Stickstoffmineralisation jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wären Stickstoffmessungen über das ganze Jahr aufschlussreicher. WILLIAMS und LÉON (1968) stellten in Böden von Fettwiesen im Frühjahr Spitzenwerte in der Stickstoffakkumulation fest. In den Halbtrockenrasen fand GIGON (1968) Höchstwerte im Mai und im Juni, während zu den übrigen Jahreszeiten keine messbaren Mengen an Stickstoff akkumuliert wurden. In dauernd genutzten Streuwiesen konnte LÉON (1968) zu allen Jahreszeiten keine messbaren Mengen an akkumuliertem Stickstoff feststellen. Die Unterschiede in der Stickstoffakkumulation zwischen Standorten von *Centaurea jacea* und *C. angustifolia* sind bei Feldbebrütung grösser als bei Feuchtkammerbebrütung. Die Bedingungen für die Stickstoffmineralisation sind also in Böden von *C. angustifolia* im Durchschnitt schlechter als in solchen von *C. jacea*, vermutlich wegen der schlechteren Durchlüftung infolge des hochstehenden Grundwassers (ELLENBERG 1968). Der Vergleich der Wassergehalte zeigt, dass *C. angustifolia* in den untersuchten Gebieten auf eher nassen, *C. jacea* auf mässig trockenen Standorten vorkommt. *C. angustifolia* wächst aber sonst auch auf ziemlich trockenen Standorten (OBERDORFER 1962).

KONKURRENZVERSUCHE

1. Material und Methoden

1.1 Versuchsanordnung

Die Pflanzen verlangen gemäss ihren Bedürfnissen nach bestimmten Standortsfaktoren. Falls die Versorgung bezüglich dieser Faktoren geringer ist als die gemeinsame Nachfrage, treten gegenseitige Beeinflussungen zwischen den Pflanzen ein, die als Konkurrenz bezeichnet werden (DONALD 1963). Konkurrenz zwischen Pflanzen gleicher Art wird als intraspezifische Konkurrenz bezeichnet, Konkurrenz zwischen Pflanzen verschiedener Arten als interspezifische Konkurrenz. Eine Art A kann in Mischkultur mit einer Art B im Verhältnis 1 : 1

1. schlechter,
2. gleich gut,
3. besser

gedeihen als in Reinkultur. Das gleiche gilt für die Art B in Anwesenheit der Art A. Die Bepflanzungsdichte der Reinkulturen soll gleich sein wie die der Mischkulturen; in Reinkultur ist also die Dichte einer Art doppelt so gross wie in Mischkultur. Die Bepflanzungsdichte muss so gewählt werden, dass Konkurrenz vorhanden ist.

1. Schlechteres Wachstum der Art A in Mischkultur als in Reinkultur ist die Folge der Konkurrenz durch die Art B, d.h. die interspezifische Konkurrenz ist grösser als die intraspezifische.
2. Bei gleich gutem Wachstum der Art A in Mischkultur wie in Reinkultur ist die interspezifische Konkurrenz gleich der intraspezifischen.
3. Ein besseres Wachstum von A in Mischkultur als in Reinkultur kann die Folge davon sein, dass A durch B gefördert wird oder dass die intraspezifische Konkurrenz grösser ist als die interspezifische. Als Kontrolle dafür dient eine Reinkultur halber Bepflanzungsdichte. Ist das Wachstum von A in Mischkultur mit B immer noch besser als in Reinkultur halber Dichte, so liegt eine Förderung durch B vor.

Diese Erscheinung beruht nicht auf Konkurrenzverhältnissen. Ist das Wachstum in Mischkultur gleich gut wie in Reinkultur halber Dichte, liegt keine interspezifische Konkurrenz vor. Ist das Wachstum in Mischkultur schlechter als in Reinkultur halber Dichte, ist die intraspezifische Konkurrenz grösser als die interspezifische.

1.2 Herkunft und Kultur der Pflanzen

Die Samen von *Centaurea angustifolia* stammen von der Probefläche R3, diejenigen von *C.jacea* von der Probefläche Z2. Ungefähr 2000 Samen jeder Art wurden am 5.2.1970 auf sterilisierte Gartenerde ausgesät. Zehn Tage später wurden die Keimlinge gleicher Grösse ausgesucht und in Tontöpfen (Höhe 18 cm, Durchmesser 19 cm) auf einem Gemisch von Quarzsand und Löss im Verhältnis 3 : 1 weiterkultiviert:

- in Reinkultur (12 Pflanzen/Topf im Abstand von 4 cm),
- in Mischkultur (12 Pflanzen/Topf im Abstand von 4 cm),
- in Reinkultur halber Dichte (6 Pflanzen/Topf im Abstand von 6 cm).

Der pH-Wert des Gemisches wurde durch Zugabe von 5 g Kalk/kg Boden auf pH 6,8 eingestellt.

1.3 Nährlösungen

Als Ausgangsnährlösung diente Knop-Hoagland-Lösung (FREY-WYSSLING 1945), bei welcher die Stickstoffkonzentrationen verändert wurden (Tab. 3). Die Stickstoffkonzentration der Knoplösung wurde erhöht durch Zugabe von Natriumnitrat. Natriumionen haben keinen Einfluss auf das Pflanzenwachstum und werden von den meisten höheren Pflanzen nur in Spuren gebraucht (FREY-WYSSLING 1945, MOHR 1969). Kalzium- und Kaliumionen sind wichtige Nährstoffe für die Pflanze. Die Kalziumkonzentrationen in den Nährlösungen N1 und N2 wurden deshalb ausgeglichen durch Zugabe von Kalziumsulfat. Sulfat beeinflusst das Pflanzenwachstum sehr wenig, sofern es nicht im Minimum vorhanden ist (BOGNER 1966). Die Kaliumkonzentration in der

Nährstofflösung N1 wurde ausgeglichen durch Kaliumchlorid. Chlorionen sind keine Nährionen für die Pflanzen (FREY-WYSSLING 1945).

Vom 15.2.1970 bis 10.6.1970 wurden die Töpfe jeden zweiten Tag mit 200 ml Nährlösung begossen und jede zweite Woche mit einem Liter entionisiertem Wasser gespült. Bis zum 3.7.1971 wurden die Töpfe alle 4 Wochen mit 500 ml Nährlösung begossen.

Tab. 3 Nährlösungen

Salze (g/l)	Knop	N1	N2	N3
Ca(NO ₃) ₂ · 4 H ₂ O	1,4387	–	0,551	1,4387
NaNO ₃	–	–	–	1,182
CaSO ₄ · 2 H ₂ O	–	1,05	0,648	–
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	0,25	0,25	0,25	0,25
KH ₂ PO ₄	0,25	0,25	0,25	0,25
KNO ₃	0,25	0,0722	0,25	0,25
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	0,0364	0,0364	0,0364	0,0364
KCl	–	0,1316	–	–
pH	5,6	5,6	5,6	5,1
ppm N	205	10	100	400

Pro Liter Nährlösung wurde 1 ml A-Z-Lösung nach Hoagland zugegeben. N1 entspricht ungefähr dem Stickstoffangebot einer Magerwiese, N2 demjenigen einer gutgedüngten Fettwiese. N3 soll Anhaltspunkte geben über die optimale Düngung.

1.4 Messmethoden

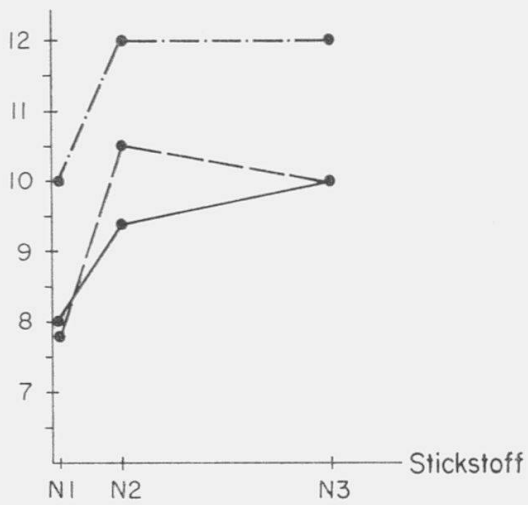
Die Konkurrenzwirkungen im Experiment können beurteilt werden durch die Messung von Reproduktions- und Wachstumsgrößen. Meistens besteht eine positive Korrelation zwischen diesen Größen (BORNKAMM 1963). Im vorliegenden Versuch wurden nur Wachstumsgrößen gemessen: nach 4 Monaten die Anzahl Blätter von mehr als 2 cm Länge und nach 13 Monaten das Frischgewicht der einzelnen Pflanzen.

2. Ergebnisse

Nach 4 Monaten zeigte *Centaurea angustifolia* bei der Düngerstufe N2 in Anwesenheit von *C. jacea* ein schlechteres Wachstum als in Reinkultur. Bei den Düngerstufen N1 und N3 war kein Unterschied zwischen intra- und inter-

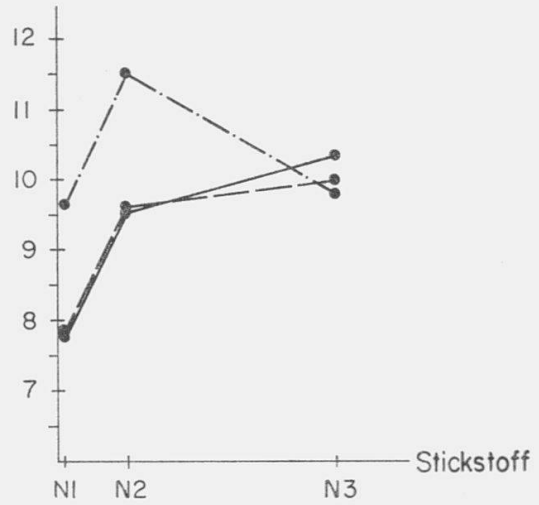
Centaurea angustifolia

Anzahl Blätter nach 4 Monaten



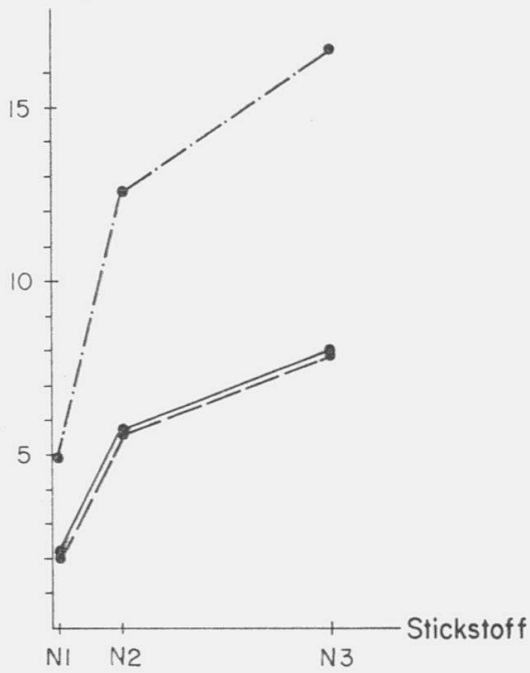
Centaurea jacea

Anzahl Blätter nach 4 Monaten



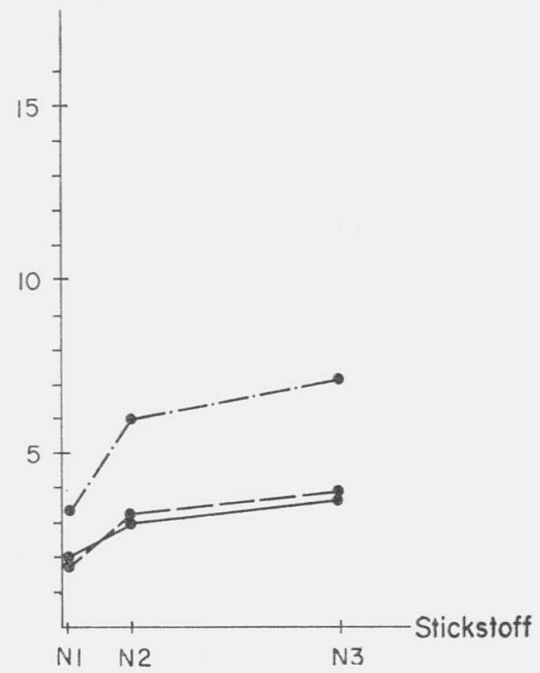
Centaurea angustifolia

Frischgewicht nach 13 Monaten in Gramm



Centaurea jacea

Frischgewicht nach 13 Monaten in Gramm



Ergebnisse der Konkurrenzversuche mit *Centaurea angustifolia* und *C. jacea*:

- Reinkultur (Mittelwert von 60 Pflanzen)
 - Mischkultur (Mittelwert von 60 Pflanzen)
 - · - · - Reinkultur halber Dichte (Mittelwert von 18 Pflanzen)
- N1 10 ppm Stickstoff
N2 100 ppm Stickstoff
N3 400 ppm Stickstoff

spezifischer Konkurrenz vorhanden. *C. jacea* wuchs bei allen 3 Stickstoffangeboten in Mischkultur gleich gut wie in Reinkultur. Nach 13 Monaten zeigten sich bei beiden Arten keine Unterschiede zwischen intra- und interspezifischer Konkurrenz. Der Ertrag pro Pflanze in Reinkulturen mit 6 Pflanzen pro Topf war bei beiden Arten etwa doppelt so gross wie bei doppelter Bepflanzungsdichte.

Die Unterschiede in der Anzahl Blätter zwischen Reinkulturen und Mischkulturen sind nur für *Centaurea angustifolia* bei N2 statistisch gesichert. Die Unterschiede im Frischgewicht zwischen Reinkulturen und Mischkulturen sind bei allen Düngerstufen statistisch nicht gesichert.

3. Besprechung

Die Erwartung, dass *Centaurea jacea* bei hohen, *C. angustifolia* bei niedrigen Stickstoffangeboten gegenüber der anderen Art konkurrenzkräftiger sei, wird nicht erfüllt. Beim Vergleich des Frischgewichtes nach 13 Monaten kann man sogar erwarten, dass unter den Versuchsbedingungen *C. angustifolia* *C. jacea* beschatten und mit der Zeit verdrängen wird. *C. angustifolia* wurde, im Garten kultiviert, 70–110 cm hoch, *C. jacea* nur 50–70 cm.

Centaurea angustifolia wächst in den untersuchten Gebieten auf eher nassen, *C. jacea* auf mässig trockenen Standorten. *C. angustifolia* kommt aber auch auf ziemlich trockenen Standorten vor (OBERDORFER 1962). Böden frischer und mässig trockener Standorte werden intensiver bewirtschaftet als Böden trockener und nasser Standorte. Es ist möglich, dass *C. angustifolia* durch die Bewirtschaftung auf nasse und trockene Standorte verdrängt wurde. *C. jacea* scheint weniger schnittempfindlich zu sein und vermag sich deshalb auf frischen bis mässig trockenen, nicht sehr intensiv bewirtschafteten Standorten zu halten.

Zusammenfassung

Bodenuntersuchungen haben gezeigt, dass Standorte von *Centaurea jacea* im Durchschnitt besser mit Stickstoff versorgt sind als solche von *C. angustifolia*. Auf Grund der Konkurrenzversuche zwischen den beiden Arten in Böden mit verschiedenen Stickstoffdüngungen konnten innerhalb von 13 Monaten keine Unterschiede zwischen intra- und interspezifischer Konkurrenz festgestellt werden.

Summary

Soil investigations have shown that habitats of *Centaurea jacea* are better provided with nitrogen than those of *C. angustifolia*. Competition experiments between the two species in soils of different nitrogen contents did not reveal any difference between intra- and interspecific competition.

Literatur

BOGNER, W., 1966: Experimentelle Prüfung von Waldbodenpflanzen auf ihre Ansprüche an die Form der Stickstoffernährung. Diss. Bot. Inst. Landw. Hochsch. Hohenheim, 131 S.

- BORNKAMM, R., 1963: Erscheinungen der Konkurrenz zwischen höheren Pflanzen und ihre begriffliche Fassung. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 34, 83–107.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie, 3. Aufl., Wien (Springer), 865 S.
- DONALD, C. M., 1963: Competition among crop and pasture plants. In *Advances in Agronomy*, 15, 1–118.
- ELLENBERG, H., 1958: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). Hdb. Pfl. physiol. 4, 638–708. Berlin, Göttingen, Heidelberg (Springer).
- 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In: H. WALTER: Einführung in die Phytologie IV/2. Stuttgart (Ulmer), 943 S.
- 1964: Stickstoff als Standortfaktor. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 77, 82–92.
- 1968: Zur Stickstoffernährung ungedüngter und gedüngter Wiesen, ein Nachwort zu den Dissertationen von R. LÉON und J. T. WILLIAMS. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 41, 194–200.
- FREY-WYSSLING, A., 1945: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen. Zürich, 295 S.
- GIGON, A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 38, 28–85.
- GISIGER, L., 1968: Düngung. Landwirtschaftliches Handbüchlein zum Wirz-Kalender 74, Aarau, 13–32.
- GROSSMANN, F., 1966: Beziehungen zwischen Standort und morphologischen Merkmalen bei Blütenpflanzen. Diplomarbeit am Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich.
- HESS, H., und E. LANDOLT, 1972: Flora der Schweiz. Verlag Birkhäuser, Basel. Bd. 3 (im Druck).
- KLÖTZLI, F., 1969: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. 52, 296 S.
- LANDOLT, E., 1961: Ökologie und Systematik bei Blütenpflanzen. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 32, 204–216.
- LÉON, R. J. C., 1968: L'écologie des prairies non fertilisées à *Molinia*, spécialement le facteur azote, aux alentours de Zurich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 41, 2–67.
- MOHR, H., 1969: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin, Heidelberg, New York (Springer), 408 S.
- OBERDORFER, E., 1962: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Stuttgart (Ulmer), 985 S.
- STEBING, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Methoden und Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortfaktoren. Berlin und Hamburg (Parey), 262 S.
- WILLIAMS, J. T., 1968: The nitrogen relations and other ecological investigations on wet fertilized meadows. Veröff. Geobot. Inst. ETH., Stiftung Rübel, Zürich, 41, 69–193.
- ZOETTL, H., 1958: Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation im Waldhumus durch den Brutversuch. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 81, 35–50.

Adresse des Autors: Roland Gebert
 Institut für Allgemeine Botanik der ETH Zürich
 Universitätstrasse 2
 CH-8006 Zürich