

## **Vitalität und Konkurrenzkraft charakteristischer Pflanzenarten von Feuchtstandorten der Unteren Havelaue**

A. Gzik

### **1. Einleitung**

Im mitteleuropäischen Binnenland haben die Flussauen mit ihren Einzugsgebieten und Überflutungsflächen wegen ihrer reichhaltigen Naturlausstattung einen besonders hohen ökologischen Stellenwert. Ihre Biozönosen sind durch wasserbauliche Maßnahmen und andere Eingriffe des Menschen, die die Hydrodynamik der Biotope z.T. beträchtlich verändern, in ihrer Existenz bedroht. Deshalb wurden im Land Brandenburg zahlreiche Feuchtgebiete von Flussauen als Naturparke ausgewiesen.

Eine weitere, sehr ernst zu nehmende Gefährdung dieser sensiblen Biozönosen resultiert aus dem prognostizierten Klimawandel. Mit der weltweiten Erhöhung der Temperaturen sind Veränderungen in den globalen Zirkulationen verbunden, die zu einer regionalen und jahreszeitlichen Umverteilung der Niederschläge führen. Damit ändern sich lebenswichtige Standortfaktoren, die für die Konkurrenzkraft und das Verbleiben der einzelnen Pflanzenarten im jeweils betrachteten Biotop von entscheidender Bedeutung sein können. So ist die seit Jahren beobachtete großflächige Absenkung des Grundwasserstandes für die Zusammensetzung und das Überleben der Phytozönosen von folgenschwerer Bedeutung. Pflanzen von Feuchtstandorten sind in ihrem Bestand besonders gefährdet, da sie an eine gute Wasserverfügbarkeit adaptiert sind.

Das Wissen über die Folgen von Veränderungen abiotischer Standortfaktoren auf die vielschichtigen Lebensprozesse in den Auenlandschaften ist jedoch noch sehr begrenzt, obwohl Detailfragen schon seit langem an der Ufervegetation, in Feuchtwiesen und -weiden sowie auf stark grundwasserbeeinflussten Äckern untersucht werden (Van Den Berg 1979, Ellenberg et al. 1986, Wegener et al. 1991, Rosenthal 1992, Nerkaar et al. 1993, Kretschmar 1992, Nitsche et al. 1994 und Dietl 1995). Besonders bedeutsam für ökophysiologische Betrachtungen von Flussauenphytozönosen ist auch die von Kozłowski (1984) herausgegebene Monographie.

Obwohl die Auenlandschaft der "Unteren Havel", eingestuft als Feuchtgebiet Internationaler Bedeutung (nach der RAMSAR-Konvention), mit ihrer reichhaltigen und einzigartigen Naturlausstattung zu den besonders schutzwürdigen Flussauen Mitteleuropas zählt und in den letzten Jahrzehnten intensiv wissenschaftlich bearbeitet wurde (Fischer 1981, 1989, Krüger 1983, Fischer et al. 1995, Haase 1995, Havelreport 1996, Kummer et al. 1996, Burkart 1998, Burkart et al. 1998, Wichmann et al. 2000), sind die Kenntnisse über Veränderungen in der Stoffwechselaktivität und Vitalität der sie prägenden Pflanzenarten und -gemeinschaften in Abhängigkeit von den Standortfaktoren noch sehr gering. Wissenschaftlich begründete Aussagen zur künftigen Stabilität der sensiblen Feuchtbiotope bei Einwirkung verschiedener "Störgrößen" sind gegenwärtig noch nicht möglich.

Eine für die Flussauenökosysteme besonders bedeutsame "Störgröße" dürfte die Zunahme von Trockenperioden sein, die im Rahmen des prognostizierten Klimawandels auch im Land Brandenburg zu erwarten ist (Gerstengarbe & Werner 1996, Becker et al. 1996). Auch eine verringerte Wasserführung durch die Auffüllung von Tagebaurestlöchern und damit verringerte Wasserzufuhr aus der Spree und/oder verstärkter Abfluss durch wasserbauliche Maßnahmen an der Unteren Havel würde zwangsläufig zu einer verringerten Wasserverfügbarkeit für die Flussauenvegetation führen und damit diese sensiblen Biotope akut gefährden. Schließlich besteht im Land Brandenburg durch den extrem

angespannten Wasserhaushalt (Häufung negativer Jahresbilanzen, Freude 2000) in besonderem Maße die Gefahr der großflächigen Absenkung des Grundwasserstandes und damit der Wasserverfügbarkeit für Pflanzen mit oberflächennahem Wurzelsystem.

Zur Erarbeitung von Empfehlungen für ein wissenschaftlich begründetes Management in der Unteren Havelaue wurden 1993 Untersuchungen zum Reaktionspotential der Flussauengräser *Agrostis stolonifera* (Weißes Straußgras), *Phalaris arundinacea* (Rohrglanzgras) und *Carex gracilis* (Schlanke Segge) auf Belastungen mit verschiedenen Stressoren begonnen. Diese drei Gräser weisen besonders in Flutmulden und Senken der Unteren Havelaue kleinräumige Dominanzen auf, die zu mosaikartigen Vegetationsstrukturen führen. Die Ursachen für die Entstehung und Stabilität dieser Strukturen sind noch ungeklärt.

In Gefäßversuchen konnten wir zeigen, dass auch Pflanzen von Feuchtstandorten sehr empfindlich mit einem Anstieg der sekundären Aminosäure Prolin in den Blättern auf verschiedene Stressoren wie z.B. Trockenheit und/oder osmotische Belastung reagieren (Gzik 1997), so dass dieser Metabolit als Stressindikator verwendet werden kann. Auch der Gehalt an löslichen Aminosäuren insgesamt und verschiedene Wachstumsparameter wurden durch die Stressoren in charakteristischer Weise bei den untersuchten Pflanzenarten beeinflusst (Gzik 1998).

Durch Langzeituntersuchungen wurden Erkenntnisse über die Stabilität und Dynamik dieser kleinräumigen mosaikartigen Vegetationsstrukturen in einer Flutmulde der unteren Havelaue gewonnen. Zur Klärung der Ursachen dieser Strukturen haben Konkurrenzpflanzungen der Flutmuldengräser, die z.T. unter Einwirkung von Stressoren im Freiland durchgeführt wurden, beigetragen. Ergebnisse aus diesen Untersuchungen werden in der Arbeit vorgestellt und diskutiert.

## **2. Material und Methoden**

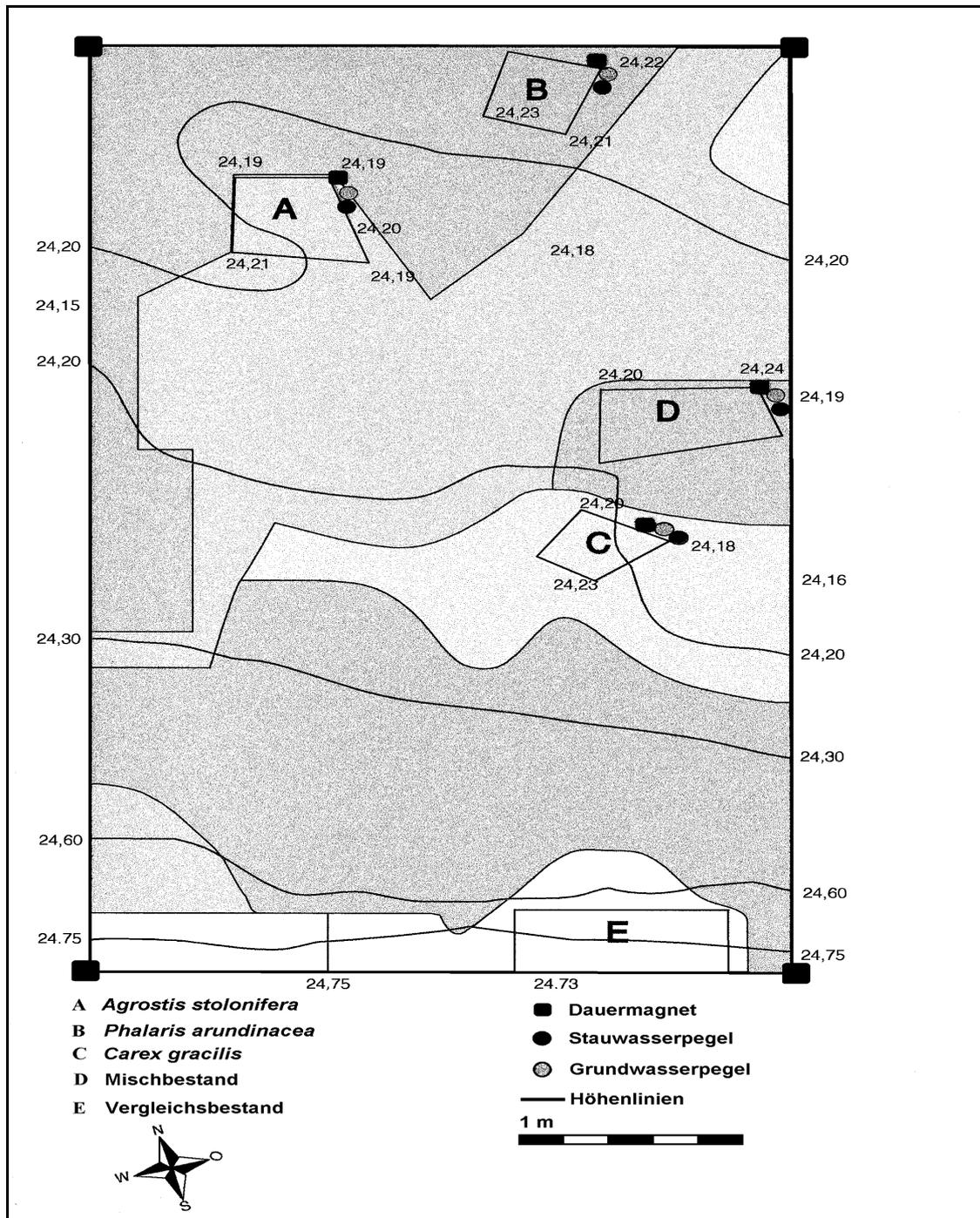
### **2.1 Freilandbeobachtungen in der Havelaue**

Zur Langzeitbeobachtung der mosaikartigen Vegetationsstrukturen wurden von K. Vierich im Frühsommer 1995 in der Flutmulde nördlich der Wissenschaftlichen Station (Abb. 1) innerhalb einer Untersuchungsfläche von 375 m<sup>2</sup> (25x15 m) fünf Dauerbeobachtungsflächen angelegt und mit Permanentmagneten im Boden sowie mit Warnband in ca. 1 m Höhe über dem Boden markiert (Abb. 2). Außerdem wurden Pegel zur Erfassung des Grundwasserstandes auf jeder Messfläche eingebracht.



**Abb. 1:** Flutmulde nördlich der Wissenschaftlichen Station Gülpe.

Lage und Größe dieser Teilflächen (zwischen 4 und 10 m<sup>2</sup>) waren bestimmt durch das Vorkommen relativ homogener Vegetationsstrukturen, wobei die Flächen A-C jeweils eine dominante Art aufwiesen (A. *stolonifera* bzw. *Ph. arundinacea* bzw. *C. gracilis*), während auf der Fläche D diese drei Arten nebeneinander mit hoher Abundanz vorkamen. Die Fläche E wurde am Rande der Flutmulde für vergleichende Betrachtungen angelegt.



**Abb. 2:** Eingemessene Untersuchungs- und Dauerbeobachtungsfläche in der Flutmulde.

Im Sommer 1995 (Juli/August) wurden wiederholt Vegetationsaufnahmen auf den Dauerbeobachtungsflächen vorgenommen. In den Folgejahren erfassten wir Daten zur Entwicklung der Vegetationsstrukturen. Besonders *C. gracilis* wurde jeweils gegen Ende der Vegetationsperiode stark von Rost-

pilzen befallen. Nach 6 Jahren (Anfang September 2001) wurden von R. Knösche erneut Vegetationsaufnahmen durchgeführt.

## 2.2 Pflanzenvermehrung

Zur Absicherung einer kontinuierlichen Bereitstellung genetisch einheitlichen Pflanzenmaterials für die mehrjährig durchzuführenden Simulationsexperimente und Konkurrenzversuche wurden Pflanzen vom Gülper Flutmuldenstandort vegetativ vermehrt.

*A. stolonifera* und *Ph. arundinacea* lassen sich ganzjährig gut über Sprossteklinge vermehren. Da wir jedoch für unsere Untersuchungen Jungpflanzenbestände benötigten, die sich auch in einem physiologisch relativ einheitlichen Zustand befanden, musste eine andere Methode der vegetativen Vermehrung etabliert werden. Nach Umlegen der Sprosse eines Horstes und ihre Fixierung an der Bodenoberfläche, wird bei Bodenkontakt der Nodien Wurzelbildung induziert; etwas später entwickeln sich Sprosse. Nach der Trennung der Jungpflanzen konnten diese Klone für unsere Experimente verwendet werden.

Bei *C. gracilis* waren die Versuche zur vegetativen Vermehrung weitaus problematischer, da die "klassischen Verfahren" bei dieser Art versagten. Im Frühjahr konnten aber aus den recht zahlreich durchtreibenden Ausläufern von Freilandkulturen Jungpflanzen selektiert werden, die sich in einem relativ einheitlichen physiologischen Zustand befanden. Nachdem ein hinreichend großer Bestand des *Carex*-Klons über einige Jahre etabliert worden war, konnte auch diese Art in die Simulationsexperimente und Konkurrenzversuche einbezogen werden.

## 2.3 Konkurrenzverhalten der Gräser unter Freilandbedingungen

Im Mai 1999 wurden auf dem Versuchsgelände "Drachenberg" der Universität Potsdam unmittelbar benachbart 4 Flächen à 5 x 5 m mit vergleichbaren Standortbedingungen angelegt (Bodenart und Bodentyp, Lichtflüsse, Niederschlags-, Temperatur-, Windbedingungen).

Für die Bepflanzung wurden gesunde, gut bewurzelte Jungpflanzen aus den seit Jahren auf dem Drachenberg gezogenen Pflanzenklonen verwendet. Der Reihenabstand betrug ca. 25 cm, der Pflanzabstand in der Reihe betrug 20 cm ( $\cong$  440 Pflanzen/Fläche). Die Arten wurden in den Flächen in gleichmäßiger Verteilung alternierend gepflanzt, so dass sie miteinander um die Ressourcen (Nährionen, Wasser, Licht) konkurrierten. Die Bepflanzung der vier Flächen erfolgte nach folgendem Pflanzplan: Fläche 1: *A. stolonifera*/*Ph. arundinacea*; Fläche 2: *A. stolonifera*/*C. gracilis*; Fläche 3: *Ph. arundinacea*/*C. gracilis* und Fläche 4: Mischbestand von *A. stolonifera*/*Ph. arundinacea*/*C. gracilis*.

Nach der Pflanzung wurde gut bewässert, um das Anwachsen aller Pflanzen zu sichern. Anschließend wurden Eingriffe nur noch zur Beseitigung aufkommender fremder Arten vorgenommen. Die folgenden Messwerte wurden über mehrere Jahre erfasst: allgemeiner Zustand der Arten (Turgescenz, Farbeindruck, Schädlingsbefall, Fraßschäden), Anzahl der nachweisbaren Horste, Sprosslängen, Anzahl der Triebe/Horst, Zeitpunkt der Blütenbildung, Anzahl der Infloreszenzen.

## 2.4 Konkurrenzverhalten der Gräser bei gleichzeitiger Einwirkung von Stressoren (Trockenstress, Salzstress, osmotischer Stress)

In der Freilandanlage des Botanischen Gartens der Universität Potsdam wurden in den Jahren 1997 und 1998 ökophysiologische Untersuchungen zur Reaktion der drei charakteristischen Feuchtwiesengräser bei allmählich ansteigender Stressstärke durchgeführt. Gleichzeitig wurden Daten zum Sprosswachstum und zur Entwicklung der Horste aufgenommen, um Aussagen über das Konkurrenzverhalten der Arten unter verschiedenen Belastungen ableiten zu können. Durch die über jeweils eine Vegetationsperiode geführten Arbeiten sollte geklärt werden, ob die Pflanzen in gleicher Weise wie bei plötzlichem Stress in verschiedenen Stoffwechsel- und Wachstumsparametern reagieren oder ob, wie von Leone et al. (1994) an Zellkulturen von Kartoffeln gezeigt werden konnte, bei ausreichender Adaptationszeit andere Strategien der Stressbewältigung realisiert werden.

Jungpflanzen von *A. stolonifera*, *Ph. arundinacea* und *C. gracilis* wurden in einer Freilandanlage in Keramikgefäßen (500 x 400 x 400 mm) unter Zusatz von Vollnährlösung (Polycrescal, 3 g l<sup>-1</sup>) kultiviert. Dabei waren die Arten mit der Zielstellung einer maximalen interspezifischen Konkurrenz alternierend gepflanzt worden. Als Substrat wurde Quarzkies der Korngröße 0,6 bis 1,2 mm verwendet. Die Versuchsanlage war mit Folie überspannt, um Störungen der Experimente durch Niederschläge zu vermeiden.

Bei der Kontrolle wurde der Stand der Nährlösung auf einer Höhe von 50 mm unterhalb der Substratoberfläche einreguliert. Die Belastung des Wasserhaushaltes wurde über den Zeitraum von 9 Wochen kontinuierlich verstärkt:

- a. durch langsames Absenken des Wasserstandes (1. Stressvariante)
- b. durch Applikation von NaCl-lösung und Akkumulation des Salzes im Substrat bzw. in den Pflanzen (2. Stressvariante)
- c. durch Applikation von Polyethylenglycollösung (PEG 6000) und Akkumulation des Osmolytikums im Substrat (3. Stressvariante)

Mit Hilfe von Umwälzpumpen wurde eine schnelle Durchmischung der höher konzentrierten Applikationslösungen mit der Restflüssigkeit in der Rhizosphäre gesichert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Freilandbeobachtungen in der Havelaue

Auf den Dauerbeobachtungsflächen A, B bzw. C zeigten *A. stolonifera*, *Ph. arundinacea* bzw. *C. gracilis* im Juli 1995 eine jeweils stark ausgeprägte Dominanz (jeweils Stufe 5 der kombinierten Abundanz-Dominanz-Skala nach BRAUN-BLANQUET, s. Dierschke 1994, S. 160 ff), obwohl viele, für die Pflanzenentwicklung wesentliche Standortbedingungen für diese Flächen gleich waren (so z.B. Lichtexposition, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Windeinfluss, Grundwasserabstand). Die Entfernungen zwischen den drei Messflächen waren sehr gering (< 10 m) und die Höhe über NN war nahezu gleich (24,20 ± 0,03 m). Es konnten nur sehr wenige weitere Arten (2, 4 bzw. 7 Arten) in geringer Individuenzahl nachgewiesen werden (Tab. 1). Auch die als Mischbestand bezeichneten Dauerbeobachtungsfläche D, die die gleichen Standortparameter aufwies wie die Flächen A bis C, war artenarm (insgesamt 10 Arten), wobei *A. stolonifera*, *Ph. arundinacea* bzw. *C. gracilis* mit den Skaleneinheiten 3, 4 bzw. 2 in diesem Bestand bewertet wurden. Nur auf der Fläche E am Rand der Flutmulde mit leichter Hanglage, die sich in bedeutsamen Parametern wie Einstrahlungswinkel, Höhe über NN und Grundwasserabstand deutlich von den anderen Dauerbeobachtungsflächen unterschied, war die Artenzahl größer. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde die Vegetation auf den Dauerbeobachtungsflächen folgenden Pflanzengesellschaften zugeordnet: A = *A. stolonifera*-Flutrasen, B = Rohrglanzgras-Röhricht, C = Schlankseggenried, D = Rohrglanzgras-Röhricht und E = Brenndoldenwiese.

Die Vegetationsaufnahmen nach 6 Jahren (Tab. 1) ergaben, dass die Dominanzen von *A. stolonifera* auf der Fläche A und von *Ph. arundinacea* auf der Fläche B stabil geblieben sind, während *C. gracilis* auf der Fläche C weitgehend durch *Ph. arundinacea* verdrängt worden ist. Auch der ehemalige Mischbestand D, der 1995 durch die drei Feuchtwiesengräser dominiert wurde, hat sich in seiner Struktur sehr verändert. *Glyceria maxima* dominiert nunmehr den Bestand, während die Artmächtigkeiten der 1995 dominanten Gräser sehr deutlich zurückgegangen sind. Der Vergleichsbestand am Flutmuldenrand hat sich in seinen Strukturen nur relativ wenig verändert. Unter dem Aspekt der von uns näher bearbeiteten 3 Arten ist jedoch bemerkenswert, dass sich *C. gracilis* in diesem Bestand etablieren konnte.

Die Ergebnisse zeigen, dass *A. stolonifera* und *Ph. arundinacea* am sehr feuchten Standort der Flutmulde (A + B) Dominanzstrukturen über längere Zeiträume aufrechterhalten können, während *C. gracilis* (C) leichter verdrängt wird (hier durch *Ph. arundinacea* und *G. maxima*). Am etwas trockeneren Standort des Flutmuldenrandes konnte sich *C. gracilis* gegen *A. stolonifera* und *Ph. arundinacea* jedoch etablieren, was auf veränderte Konkurrenzstärken hinweist.

Tab. 1: Vegetationsaufnahmen auf 5 Dauerbeobachtungsflächen in einer Flutmulde der Gülper Havelaue mit kleinräumigen Vegetationsmosaik.

Dauerbeobachtungsflächen Vegetationsaufnahmen	A		B		C		D		E	
	1995	2001	1995	2001	1995	2001	1995	2001	1995	2001
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	+	5	5	1	5	4	1	1	1
<i>Carex gracilis</i>		+			5	+	2	+		1
<i>Agrostis stolonifera</i>	5	5		2	1		3	1	3	2
<i>Glyceria maxima</i>					1	2	1	5		
<i>Glyceria fluitans</i>					1		+			*
<i>Eleocharis palustris</i>							1			
<i>Polygonum amphibium</i>		r			1	r	1	r		
<i>Galium elongatum</i>		r		1			+	2		+
<i>Cardamine pratensis</i>					+		r		r	*
<i>Rorippa amphibia</i>		+		r	+		1	r		
<i>Mentha arvensis ssp. arvensis</i>		1		1				r		1
<i>Ranunculus repens</i>		1		1				r	+	2
<i>Potentilla anserina</i>									3	+
<i>Deschampsia cespitosa</i>									3	2
<i>Alopecurus pratensis</i>									2	3
<i>Carex vulpina</i>									1	2
<i>Vicia cracca</i>									2	1
<i>Cnidium dubium</i>									1	1
<i>Plantago major ssp. intermedia</i>									1	1
<i>Glechoma hederacea</i>									1	2
<i>Elytrigia (Agropyron) repens</i>									+	3
<i>Trifolium repens</i>									r	r
<i>Rumex crispus</i>									r	r
<i>Leontodon autumnalis</i>									r	+
<i>Carex disticha</i>									+	
<i>Achillea ptarmica</i>									r	r
<i>Cirsium arvense</i>										2
<i>Lysimachia nummularia</i>										1
<i>Serratula tinctoria</i>										r
<i>Cerastium semidecandrum</i>										+
<i>Taraxacum officinale</i>										+
<b>Artenzahl - gesamt</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>23</b>

**Kombinierte Abundanz-Dominanz-Skala nach**

**BRAUN - BLANQUET**

r = rar, Deckung < 1%, 1-3 Individuen oder oberirdische Triebe

+ = spärlich, Deckung > 1% < 5%, 2-5 Individuen oder Triebe

1 = reichlich, Deckung < 5%, 6-50 Individuen oder Triebe

2 = sehr reichlich; 5-25% Deckung > 50 Individuen

3 = Abundanz beliebig 26-50% deckend

4 = Abundanz beliebig 51-75% deckend

5 = Abundanz beliebig 76-100% deckend

Vegetationsaufnahmen:

1995 mehrfache Aufnahmen Juli/August K. VIERICH / M. BURKART

2001 einmalige Aufnahme am 04.09. R. KNÖSCHE

\* zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme nicht mehr (sicher)

nachweisbar

### 3.2 Konkurrenzverhalten im Freiland unter natürlichen Bedingungen

Für die Bewertung der Konkurrenzkraft wurden der allgemeine Entwicklungszustand der Arten, die Anzahl der verbliebenen Horste, Sprosslängen, Anzahl der Triebe/Horst, der Zeitpunkt der Blütenbildung und Daten zur Anzahl der Infloreszenzen herangezogen. Aus diesen Daten ergab sich folgende zusammenfassende Bewertung:

#### **Fläche 1:** Konkurrenz zwischen *A. stolonifera* und *Ph. arundinacea*

Während am Ende der ersten Vegetationsperiode (September 1999) die Horste beider Arten noch gut erkennbar waren, wurde der Neuaustrieb von *A. stolonifera* im Frühjahr 2000 durch abgestorbene Triebe von *P. arundinacea* stark gehemmt. Das Rohrglanzgras zeigte einen starken Austrieb und entwickelte sich während der Vegetationsperiode so kräftig, dass die einzelnen Horste und Pflanzreihen im Herbst 2000 nicht mehr erkennbar waren. *A. stolonifera* war nach der 2. Vegetationsperiode in der Fläche nur noch vereinzelt auffindbar und sehr schwach entwickelt, während sich am Flächenrand einzelne Horste noch gut behaupten konnten. Nach dem Austrieb im Frühjahr 2001 war *A. stolonifera* nur noch im Randbereich in einzelnen Exemplaren, die deutlichen Kümmerwuchs zeigten, nachweisbar, während *P. arundinacea* die gesamte Fläche mit starkwüchsigen Pflanzen dominierte.

#### **Fläche 2:** Konkurrenz zwischen *A. stolonifera* und *C. gracilis*

*A. stolonifera* war am Ende der ersten Vegetationsperiode stärker entwickelt als *C. gracilis*. Nach dem Austrieb im Frühjahr 2000 wiesen jedoch beide Arten wieder einen guten Entwicklungsstand auf. Auch Ende der zweiten Vegetationsperiode war *A. stolonifera* dominant. Von *C. gracilis* waren nur am östlichen Randbereich noch relativ gut entwickelte Horste erkennbar. Am Ende der 3. Vegetationsperiode war *C. gracilis* in der gesamten Fläche stark gehemmt; *A. stolonifera* war hier dominant. Nur wenige *C. gracilis* - Horste waren noch auffindbar. Am Flächenrand konnte sich die Seggenart jedoch deutlich besser behaupten.

#### **Fläche 3:** Konkurrenz zwischen *Ph. arundinacea* und *C. gracilis*

Bereits nach der ersten Vegetationsperiode wurde eine deutliche Dominanz von *P. arundinacea* nachgewiesen. Dieser Trend verstärkte sich im 2. Jahr weiter. Der Austrieb zu Beginn der 3. Vegetationsperiode war bei *C. gracilis* nur noch sehr schwach, während *P. arundinacea* über die gesamte Fläche dominierte.

#### **Fläche 4:** Konkurrenz zwischen *A. stolonifera*, *Ph. arundinacea* und *C. gracilis*

*Ph. arundinacea* war bereits nach der ersten Vegetationsperiode gegenüber den beiden anderen Arten dominant. *A. stolonifera* war in seiner Entwicklung gehemmt; konnte sich jedoch im Vergleich zu *C. gracilis* noch deutlich besser behaupten.

Die Ergebnisse weisen unter den in den Versuchsflächen gegebenen Bedingungen auf eine abnehmende Konkurrenzkraft in der Reihenfolge *Ph. arundinacea* → *A. stolonifera* → *C. gracilis* hin.

### 3.3 Konkurrenzverhalten im Freiland unter Stress (Trockenstress, Salzstress, osmotischer Stress)

Das Sprosslängenwachstum und das Austreiben von Achselknospen waren mit steigender Stressstärke gehemmt. *A. stolonifera* und *Ph. arundinacea* reagierten auf die Stressoren deutlich empfindlicher als *C. gracilis*. In der Tab. 2 sind die Ergebnisse zum Sprosswachstum für die drei Arten vergleichend dargestellt. Während der ersten 6 Wochen der Stresseinwirkung waren die Sprosslängen bei *A. stolonifera* und bei *Ph. arundinacea* z.T. stark gehemmt. Nach 9 Wochen beobachteten wir bei beiden Arten trotz weiter ansteigender Stressstärke ein beschleunigtes Längenwachstum bei den gestressten

Pflanzen, so dass der Wachstumsrückstand zu den Kontrollen verringert wurde. Die ursprünglichen Wachstumsdefizite konnten bei *A. stolonifera* fast vollständig aufgeholt werden, während die Sprosslängen bei *Ph. arundinacea* zum Versuchsende zwischen 81 - 85% der Kontrollen lagen. Im Gegensatz dazu wurde bei *C. gracilis* bei allen 3 Stressoren bis zur Datenerhebung nach 6 Wochen eine Wachstumsförderung beobachtet. Erst danach wirkte sich die zunehmende Belastung mit Salz oder mit PEG hemmend auf das Wachstum aus.

**Tab. 2:** Wirkung verschiedener Stressoren (Trockenstress, Salzstress, osmotischer Stress) auf das Längenwachstum der Sprosse von *A. stolonifera*, *Ph. arundinacea* und *C. gracilis* (Pflanzen auf Quarzkies in überdachter Gefäßversuchsanlage unter Freilandbedingungen bei allmählich ansteigenden Stressstärken, Mai bis Juli 1997. Statistik: Standardabweichung bei n = 8).

Behandlung	Sprosslängen (mm)			
	2	4	6	9
<i>Agrostis stolonifera</i>				
Kontrolle	240 ± 45	360 ± 59	579 ± 109	631 ± 169
Trockenheit	249 ± 50	315 ± 73	398 ± 73	641 ± 182
NaCl	215 ± 67	363 ± 122	353 ± 79	576 ± 157
PEG	236 ± 34	291 ± 63	363 ± 64	591 ± 87
<i>Phalaris arundinacea</i>				
Kontrolle	530 ± 104	611 ± 106	790 ± 131	1078 ± 144
Trockenheit	480 ± 63	569 ± 57	623 ± 88	915 ± 69
NaCl	494 ± 80	530 ± 144	640 ± 96	905 ± 95
PEG	440 ± 53	503 ± 43	568 ± 94	878 ± 160
<i>Carex gracilis</i>				
Kontrolle	508 ± 81	535 ± 83	575 ± 59	601 ± 150
Trockenheit	515 ± 114	574 ± 125	623 ± 94	650 ± 131
NaCl	559 ± 46	588 ± 45	584 ± 63	465 ± 85
PEG	546 ± 78	588 ± 60	576 ± 77	536 ± 97

Das Austreiben von Achselknospen blieb jedoch bei Trockenstress während der gesamten Versuchsdauer bei allen 3 Arten gehemmt (Tab. 3), wobei aber wiederum *C. gracilis* am wenigsten beeinträchtigt wurde. Während *Ph. arundinacea* auch bei Salzbelastung und bei osmotischem Stress eine verringerte Anzahl an Sprossen aufwies, lagen die Werte für *A. stolonifera* bei diesen Stressoren in der Nähe der Kontrollen. Bei *C. gracilis* deutet sich bei Salzbelastung nach Langzeitbehandlung ebenfalls eine Hemmung des Austreibens neuer Sprosse an, während PEG einen geringeren Einfluss hatte. Diese Werte sind jedoch auf Grund der vergleichsweise geringen Austriebsintensität bei dieser Art nur von begrenzter Aussagekraft.

Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass unter Stressbedingungen *C. gracilis* einen Konkurrenzvorteil besitzt, während *Ph. arundinacea* am stärksten beeinträchtigt wird. Die Konkurrenzkraft nimmt unter diesen Bedingungen in der Reihenfolge *C. gracilis* → *A. stolonifera* → *P. arundinacea* ab.

Die weitgehende Verdrängung von *C. gracilis* aus ihrem Dominanzbestand (C, Tab. 1) dürfte ursächlich auf die geringere Konkurrenzkraft der Segge unter Bedingungen optimaler Wasserverfügbarkeit im Vergleich zu den anderen beiden Gräsern zurückzuführen sein, während ihre erhöhte Widerstandskraft gegenüber suboptimalen Standortbedingungen die Etablierung im Vergleichsbestand (D, Tab. 1) erklären könnte.

Ob der Wasserfaktor der entscheidende Umweltfaktor für die beobachteten Veränderungen in den kleinräumigen Vegetationsstrukturen ist, kann mit unseren Daten nicht sicher belegt werden. Die weltweit nachgewiesene Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre könnte bei diesen Pflanzenarten zu unterschiedlichen Kohlenstoffbilanzen führen und damit ebenfalls die Unterschiede im Konkurrenzverhalten erklären.

**Tab. 3:** Wirkung verschiedener Stressoren (Trockenstress, Salzstress, osmotischer Stress) auf das Austreiben der Sprosse bei *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacea* und *Carex gracilis* (Versuchsbedingungen und Statistik s. Tab. 1).

<b>Behandlung</b>	<b>Sprossanzahl</b>			
<b>Wochen</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<i>Agrostis stolonifera</i>				
<b>Kontrolle</b>	6,0 ± 1,41	19,4 ± 6,28	34,4 ± 13,14	36,3 ± 34,57
<b>Trockenheit</b>	5,5 ± 2,33	9,9 ± 4,64	16,5 ± 6,68	15,5 ± 6,37
<b>NaCl</b>	7,1 ± 2,10	18,6 ± 3,66	30,6 ± 7,96	32,6 ± 18,36
<b>PEG</b>	8,1 ± 2,36	20,6 ± 9,86	39,3 ± 21,22	36,9 ± 27,57
<i>Phalaris arundinacea</i>				
<b>Kontrolle</b>	5,1 ± 1,13	13,0 ± 3,74	21,5 ± 4,81	22,3 ± 7,23
<b>Trockenheit</b>	4,0 ± 1,41	5,8 ± 1,58	6,0 ± 2,00	5,6 ± 2,77
<b>NaCl</b>	4,3 ± 1,75	9,4 ± 2,83	17,3 ± 3,62	16,8 ± 4,40
<b>PEG</b>	4,9 ± 1,55	8,8 ± 2,92	17,5 ± 3,30	14,1 ± 2,10
<i>Carex gracilis</i>				
<b>Kontrolle</b>	1,4 ± 0,74	3,5 ± 1,20	4,5 ± 1,20	4,8 ± 1,28
<b>Trockenheit</b>	1,1 ± 0,35	2,3 ± 1,16	3,9 ± 0,83	3,6 ± 0,74
<b>NaCl</b>	1,6 ± 0,74	2,9 ± 1,81	5,4 ± 1,77	3,5 ± 1,69
<b>PEG</b>	1,5 ± 0,76	3,0 ± 1,31	5,6 ± 1,19	4,6 ± 1,30

## Literatur

- BERG, J.P. VAN DEN (1979): Changes in the composition of mixed populations of grasslands species. In: The Study of Vegetation. [WERGER, M.J.A. Hrsg.], The Hague, 57-80.
- BURKART, M. (1998): Die Grünlandvegetation der unteren Havelaue: in synökologischer und syntaxonomischer Sicht. Archiv Naturwissenschaftlicher Dissertationen **157**.
- BURKART, M.; KÜSTER, H. & SCHELSKI, A. (1998): A historical and plant sociological appraisal of floodplain meadows in the lower Havel valley, northeast Germany. Phytocoenologia; **28**, 85-103.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 683 S.
- DIETL, W. (1995): Wandel der Wiesenvegetation im Schweizer Mittelland. Z. Ökologie u. Naturschutz, **4**, 239-249.
- ELLENBERG, H.; MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (1986): Ökosystemforschung - Ergebnisse des Sollingprojekts 1966-1986. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- FISCHER, W.; KUMMER, V. & POETSCH, J. (1995): Zur Vegetation des Feuchtgebietes internationaler Bedeutung (FIB) Untere Havel. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg. **3**, 12-18.

- FISCHER, W. (1981): Beitrag zur Grünlandvegetation der Gülper Havelaue. *Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam. Math.- Nat. R.* **25**, 383-396.
- FISCHER, W. (1989): Naturnahe Vegetationsformen der Gülper Havelniederung und ihre Gefährdung (Teil 1). *Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam. Math.- Nat. R.* **33**, 379-393.
- FREUDE, M.: Landschaftswasserhaushalt und Naturschutz. Fachwissenschaftlicher Vortrag, Universität Potsdam 16.05.2001.
- GZIK, A. (1997): Veränderungen im Stickstoffhaushalt von Wildgräsern der „Unteren Havelaue“ in Abhängigkeit von der Wasserverfügbarkeit. In: Stoffverlagerung in Pflanzen und von Pflanzen zum Ökosystem [Herausgeber: OVERDIECK, D. & FORSTREUTER, M.] Schriftenreihe TU Berlin „Landschaftsentwicklung und Umweltforschung“ **107**, 121-128.
- GZIK, A. (1998): Reaktionen charakteristischer Flußauengräser auf verschiedene Stressoren in Abhängigkeit von der Streßinduktion. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* **28**, 397-405.
- HAASE, P. (1995): Die Entwicklung der Landnutzung an der Unteren Havel. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* **4**, 4-11.
- HAVELREPORT I, (1996): Die Untere Havelniederung und ihre international herausragende Bedeutung für den Naturschutz. [Herausg. Landesanstalt für Großschutzgebiete, Land Brandenburg] Eberswalde, Böhne, 87 S.
- KOZLOWSKI, T.T. (1984): *Flooding and Plant Growth*. Academic Press, Orlando.
- KRETZSCHMAR, F. (1992): Die Wiesengesellschaften des Mittleren Schwarzwaldes: Standort - Nutzung - Naturschutz. *Dissertationes Botanicae*, Verlag J. Cramer, Berlin, Stuttgart **189**.
- KRÜGER, W. (1983): Zur Dynamik des oberflächennahen Grundwassers im Untersuchungsgebiet bei Gülpe. *Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam. Math.- Nat. R.* **27**, 517-529.
- KUMMER, V. & BURKART, M. (1996): Die Flora der Stromtalwiesen der unteren Havelaue und andere botanische Besonderheiten. In: HAVELREPORT I: Die Untere Havelniederung und ihre international herausragende Bedeutung für den Naturschutz. [Herausg. Landesanstalt für Großschutzgebiete, Land Brandenburg] Eberswalde, Böhne, 30-39.
- NERKAAR, H.J. & LONDO, G. (1993): Life strategy variation in grassland vegetation. *Z. Ökologie u. Naturschutz*, **2**, 137-144.
- NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (1994): *Extensive Grünlandnutzung*. Neumann Verlag, Radebeul.
- ROSENTHAL, G. (1992): Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen. *Vegetationskundliche Untersuchungen auf Dauerflächen*. *Dissertationes Botanicae*, Verlag J. Cramer, Berlin, Stuttgart **182**.
- WEGENER, U.; JESCHKE, L.; REICHHOFF, L.; HAMEL, G. & MÜLLER, J. (1991): Wiesen und Weiden. In: WEGENER, U. [Hrsg.]: *Schutz und Pflege von Lebensräumen - Naturschutzmanagement*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 216-246.
- WICHMANN, M. & BURKART, M. (2000): Die Vegetationszonierung des Grünlandes am Südufer des Gülper See. *Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg* **133**, 145-175.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Axel Gzik  
 Universität Potsdam  
 Institut für Biochemie und Biologie  
 Maulbeerallee 2  
 14469 Potsdam  
 e-mail: gzik@rz.uni-potsdam.de