

## Koexistenz durch verschiedene Strategien des Wasserhaushaltes Eine Untersuchung an sechs Halbtrockenrasenarten

Urs Kuhn

Waterbalance-strategies in six plant species of dry *Bromus*-grassland (*Mesobrometum*) have been studied in a growth chamber and in the field. A dry and an irrigated treatment were applied and (in the field) one with normal precipitation. There are considerable intraspecific variations of the daily courses of the stomatal diffusion resistance for water vapour. They can be interpreted as genuine survival strategies for the individual species, as extreme climatic conditions do not damage each individual in the same way. In respect to the waterbalance, three different strategies were evident. They are represented by the three species most important in *Mesobrometum*-grasslands: *Bromus erectus* has high leaf resistances and high water potentials in dry conditions. *Salvia pratensis* has always low leaf resistances and water potentials. *Plantago lanceolata* is intermediate in respect to these parameters. Obviously it is impossible for one species to realize these contrasting strategies itself. Perhaps this is one of the reasons favouring coexistence and explaining the success of species rich communities on dry habitats.

*Coexistence, leaf diffusion resistance, stomatal behaviour, waterbalance strategies.*

### 1. Einführung

Halbtrockenrasen sind, wie KLEIN (1977) für den Kanton Zürich zeigte, in der Nordschweiz ausgesprochen rar geworden. Nur in der hügeligen Gegend des Juras und des Schaffhauser Randens sind noch zahlreiche und auch größere Flächen vorhanden. Eine starke Intensivierung der Landwirtschaft seit den fünfziger Jahren beginnt aber auch dort diese naturnahen Wiesen zu verdrängen.

Die Erhaltung dieser naturnahen Wiesengesellschaften ist deshalb vom natur- und landschaftsschützerischen Standpunkt aus von Bedeutung. Unsere Untersuchungsflächen auf der Randenhochfläche liegen in einem Gebiet mit ca. 800 mm Niederschlag pro Jahr auf sehr gut durchlässigen Malmkalkrendzinen. Diese Standorte trocknen während Trockenperioden des Sommers rasch aus. Für ähnliche, humusreiche Standorte im Jura errechnete GIGON (1968) eine Austrocknungszeit von 12 Tagen bei ungehinderter Transpiration. Es ist also anzunehmen, daß bei nicht wassergesättigtem Boden schon wenige trockene Sommertage die Pflanzen zu starken Transpirationseinschränkungen zwingen. Um in solchen Trockenperioden das Bodenwasser optimal auszunützen, ist ein Zusammenspiel der stomatären Verhaltensweisen aller Arten eines Bestandes sinnvoll. Halbtrockenrasen sind besonders artenreich (bis zu 40 Arten pro m<sup>2</sup>). Kann man deshalb annehmen, daß die Koexistenz der Arten durch den Wassermangel beeinflußt oder evtl. sogar begünstigt wird? Um dieser Frage nachzugehen, wurde die Wirkung von Wasserstress auf das stomatäre Verhalten sechs wichtiger Arten von Trespen-Halbtrockenrasen untersucht. Das Ziel der Untersuchungen war, verschiedene Artstrategien für die möglichst optimale Ausnützung des Bodenwassers zu finden und diese Strategien miteinander zu vergleichen.

### 2. Versuchsanordnung

Das Schwergewicht der Untersuchungen wurde auf die Messung von Tagesgängen des Blattdiffusionswiderstandes (BDW) gelegt. Der BDW ist eine entscheidende Größe; er wird direkt durch den Wasser gehalt des Zellplasmas der Spaltöffnungen gesteuert und entscheidet damit über die Transpiration d.h. den Wasserverlust der Pflanze. Andererseits wird durch den Spaltöffnungsgrad die CO<sub>2</sub>-Diffusion und damit die Photosyntheserate gesteuert.

Untersucht wurden die Gräser: *Bromus erectus* und *Dactylis glomerata*, die Kräuter: *Salvia pratensis* und *Plantago lanceolata* sowie die Leguminosen: *Lotus corniculatus* und *Trifolium pratense* (Pflanzennamen nach HESS et al. 1976). Ein Meßblock wurde unter kontrollierten Bedingungen in der Klimakammer, ein zweiter im Freiland durchgeführt.

## 2.1 Klimakammer

Die Pflanzen wurden neben den Feldern der Feldversuche (s. unten) ausgegraben und die Wurzeln gewaschen. Anschließend ließ man sie im Gewächshaus anwachsen. Eine Woche vor den Messungen wurden sie in die Klimakammer gebracht und in Töpfen trocken bzw. naß gehalten. Die trockenen Individuen erhielten je 10 ml, die nassen je 30 ml Wasser pro Tag (Ausnahme: *Plantago lanceolata* mit einer großen Blattfläche 15 ml trocken und 40 ml naß). Die Messungen wurden vom 7.11. bis 24.11.1979 unter folgenden Klimabedingungen durchgeführt: 16-Stunden Tag, Temperaturen Tag/Nacht 23 °C/13 °C, relative Luftfeuchtigkeit abnehmend von 7.00 h bis 17.00 h von 80% auf 50%, ca. 95% während der Nacht, Licht 0.44 J/cm<sup>2</sup> · Minute.

## 2.2 Freiland

Auf einer ebenen Fläche eines Trespen-Halbtrockenrasens (*Dauco-Salvio-Mesobrometum* nach ZOLLER 1954), auf einer Mull-Rendzina mit 5 cm Ah-Horizont, wurde ein Versuchsfeld eingerichtet. Je drei Flächen à 45 m<sup>2</sup> wurden überdacht (= trockene Bedingungen), bewässert (naß) und nicht manipuliert. Klimadaten des Meßtages sind in Abb. 1 dargestellt. Die bewässerten Flächen wurden am Abend vor jedem Meßtag, mindestens aber einmal pro Woche mit 15 mm Wasser begossen. Um ein vollständiges Austrocknen der Vegetation unter den Dächern zu verhindern, wurden dort nach den Messungen, mindestens aber einmal pro Woche 3 mm gegossen.

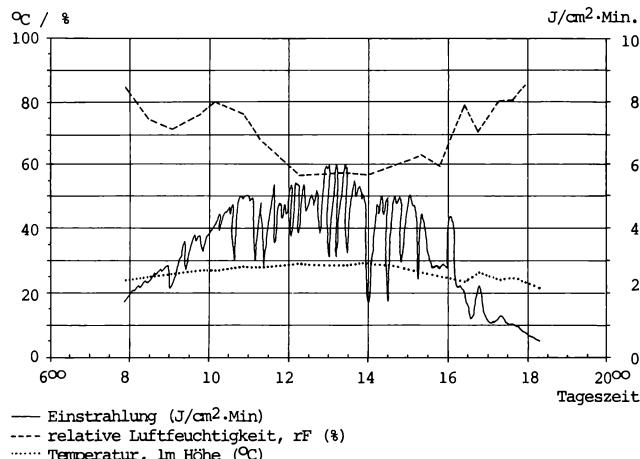


Abb. 1: Klimabedingungen im Freiland vom 3.8.1980.

## 3. Methoden

### 3.1 Blattdiffusionswiderstand (BDW)

Die Messungen in der Klimakammer wurden mit einem ventilirten Porometer nach KÖRNER (1977) durchgeführt. An sechs Meßtagen wurde je eine Art mit 9 naß und 9 trocken gehaltenen Individuen durchgemessen. Bei der Auswahl der Blätter wurde streng darauf geachtet, daß Blattalter, Blattgröße und Ansatzhöhe vergleichbar waren (s. auch MARTI 1981). Im Felde wurden zwei nicht ventilirte Porometer (Typ MKII der Firma Delta-T Devices Burwell, Cambridge) verwendet. Einzelheiten zur Eichung der Porometer siehe MARTI (1981) und KUHN (in Vorb.). Am 3.8.1980 wurden auf den trockenen und nassen Flächen je 4 Individuen der 5 untersuchten Arten ausgewählt und anschließend im Tagesverlauf gemessen. Die Messungen an der Blattunter- (BDWU) und -oberseite (BDWO) wurden nach der folgenden Formel gemittelt:

$$\frac{1}{BDW} = 0.5 \left( \frac{1}{BDWU} + \frac{1}{BDWO} \right)$$

### 3.2 Xylemdruckpotentiale (XDP)

Die Messungen (je 3 Wiederholungen) wurden mit einer Druckkammerapparatur nach SCHOLANDER et al. (1965) (Firma P.M.S., Corvallis, Oregon) durchgeführt.

### 3.3 Mikroklima

Strahlungsmessungen wurden mit Sternpyranometern (Firma Schenk, Wien) durchgeführt. Für die Messungen der Lufttemperatur und der rel. Luftfeuchte standen automatische Psychrometer nach Ing. G. Cernusca zur Verfügung. Die Daten wurden auf 6-Punkt-Schreibern (Firma Schenk, Wien) registriert und für die Auswertung der Porometerdaten verwendet.

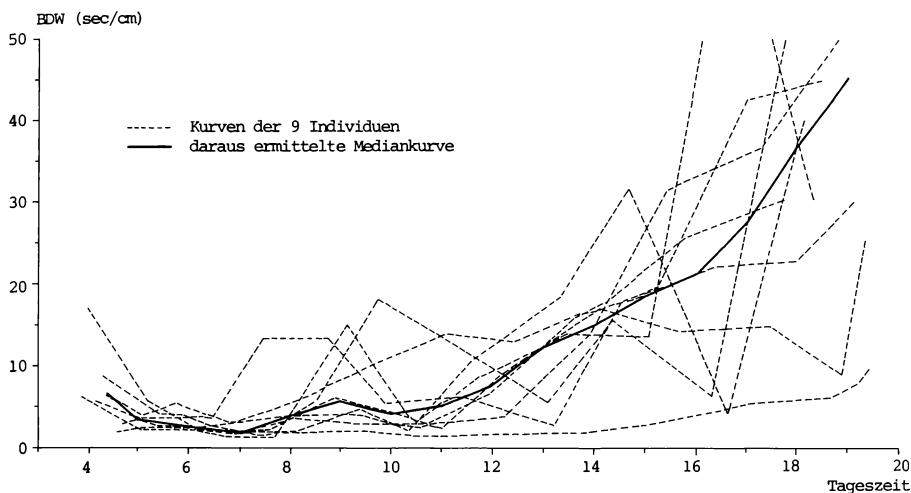


Abb. 2: Tagesgänge der Blattdiffusionswiderstände (BDW), gemessen an *Plantago lanceolata*, Blattunterseite, naß.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1 Klimakammer

Die Ergebnisse zeigen, daß sich die Individuen einer Art in den Tagesgängen des stomatären Blattdiffusionswiderstandes (BDW) stark unterscheiden (Abb. 2). Diese große intraspezifische Streubreite kann als eigentliche Strategie bezeichnet werden, indem z.B. extreme Klimabedingungen nicht alle Individuen der gleichen Art gleich treffen. Um einen besseren Überblick für die Vergleiche zwischen verschiedenen Behandlungen und Arten zu ermöglichen, wurden die Mediankurven ermittelt. Diese haben gegenüber Mittelwertkurven den Vorteil, daß Ausreißer nicht berücksichtigt werden. Auf diese Weise erhält man je 2 Kurven pro Art, eine für die naß gehaltenen und eine für die trocken gehaltenen Pflanzen. Im weiteren wurde aus den Mediankurven der 6 trocken und naß gehaltenen Arten je eine Gesamt-mediankurve ermittelt. Mit diesen Gesamtmediankurven, die ein hypothetisches mittleres Verhalten aller Arten darstellen, lassen sich die Kurven jeder einzelnen Art leicht vergleichen (Abb. 3). Diese Gesamtmediankurve steigt unter nassen Bedingungen schwach, unter trockenen Bedingungen steil an. Das kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden:

1. Die rel. Luftfeuchte sinkt im Tagesverlauf von ca. 80% auf 50% ab. Bei gleichbleibender Temperatur führt das zu einer Zunahme des Wassersättigungsdefizits (WSD) der Luft, was direkt ein Schließen der Spaltöffnungen zur Folge haben kann (LANGE et al. 1971). Indirekt kann diese Erhöhung des WSD auch über einen gesteigerten Wasserverlust der Pflanze zu einer Schließreaktion der Spalten führen.
2. Alle Pflanzen wurden am Abend vor den Messungen begossen. Im Verlauf des folgenden Meßtages sinkt deshalb der Wassergehalt in den Töpfen. Die Folge ist zunehmender Wasserstress der Pflanzen, die mit dem Schließen der Spalten antworten. Weichen nun die einzelnen Arten in ihrem Verhalten von diesen Gesamtmediankurven ab, so muß sich darin eine artspezifische Reaktion spiegeln.

Betrachten wir nun das Verhalten der einzelnen Arten genauer. *Plantago lanceolata* und *Trifolium pratense* verhalten sich ähnlich, beide folgen den Gesamt-mediankurven, d.h. sie zeigen, besonders in der trockenen Stufe, ein mittleres Verhalten (Abb. 3). Im Gegensatz dazu sind die Spalten von *Salvia pratensis* am Vormittag und am Nachmittag, diejenigen von *Lotus corniculatus* dauernd weit geöffnet (tiefe BDW-Werte). Ein Verhalten im anderen Extrem zeigen *Bromus erectus* und *Dactylis glomerata*. Diese zwei Gräser reagieren sehr rasch auf wechselnde Umweltbedingungen und schließen die Spalten vor allem im Trockenen schon früh am Vormittag. Bei *Dactylis* konnten BDW-Werte bis über 200 s/cm gemessen

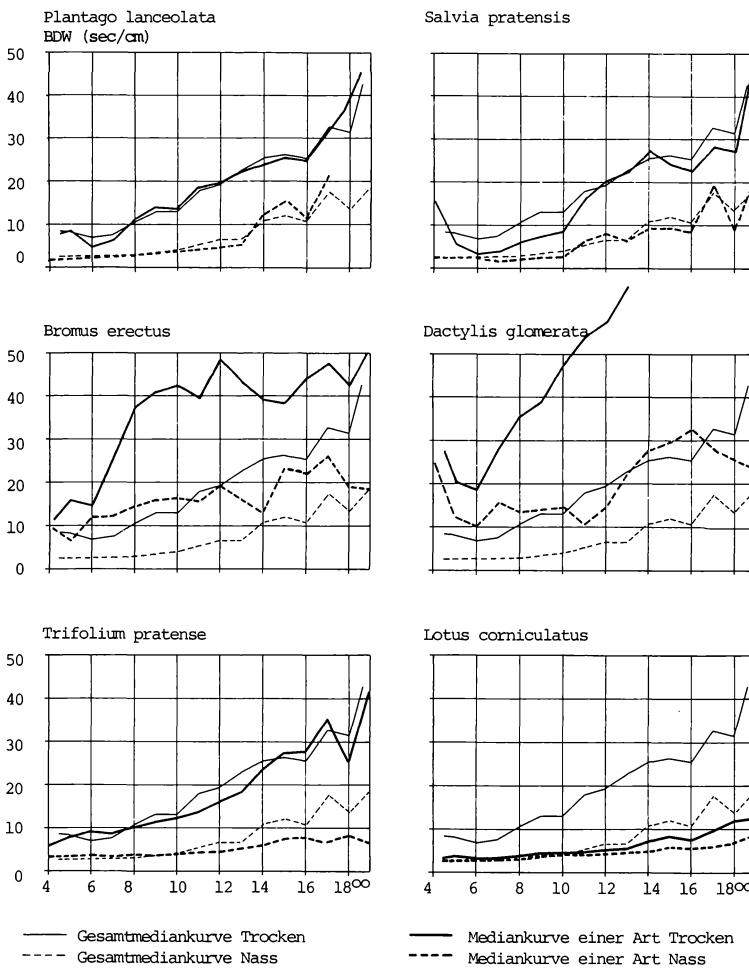


Abb. 3: Tagesgänge der Blattdiffusionswiderstände (BDW) der sechs untersuchten Arten aus der Klimakammer.

An *Salvia pratensis* wurde nur die Blattunterseite gemessen; die Daten wurden mit einem im Feld ermittelten Korrekturfaktor umgerechnet ( $BDW = 1.6 \cdot BDW_U$ ).

werden, das bedeutet praktisch geschlossene Spalten. Gesamthaft ist zu bemerken, daß die gemessenen BDW-Werte, verglichen mit der Literatur (z.B. KÖRNER et al. 1979), hoch liegen. Dafür sind wahrscheinlich die im Vergleich zum Freiland schlechteren Lichtbedingungen verantwortlich.

Interessant ist ein Vergleich dieser Werte mit jenen des Xylemdruckpotentials (Abb. 4). *Salvia pratensis* und *Lotus corniculatus* verlieren auf Grund ihres Spaltenverhaltens im Tagesverlauf viel Wasser, zeigen aber gegen Abend den geringsten Wasserstress. Möglicherweise führte die geringe Gesamtblattfläche von *Lotus* dazu, daß in diesen Töpfen weniger Wasser pro Tag verlorenging. *Salvia* hält ihre Blätter nahe am Boden in klimatisch günstigere Schichten. Dies ermöglicht auch ihr, den Wasserverlust einzuschränken.

Mit Ausnahme von *Dactylis glomerata* und *Trifolium pratense* zeigen die Pflanzen am Abend geringen Wasserstress (= hohe Xylemdruckpotentiale) oder doch eine deutliche Erholung gegenüber den tiefsten XDP-Werten. *Trifolium* zeigt bis ca. 20 h steigenden Wasserstress; sie vermag sich also gegen Abend, trotz nur durchschnittlichen Spaltöffnungsweiten am Tag, nicht zu erholen. Noch extremer verhält sich *Dactylis*: Trotz ab Mittag total geschlossener Spalten steigt hier der Wasserstress steil an bis zum absoluten Höchstwert von -25 bar um 20.00 h.

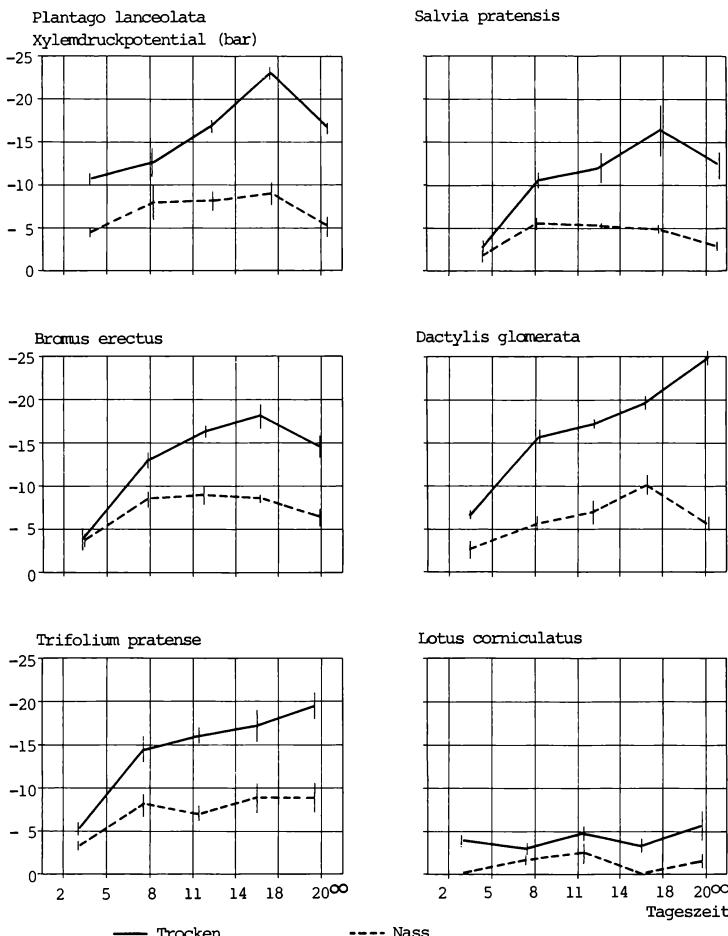


Abb. 4: Tagesgänge der Xylemdruckpotentiale (XDP) der sechs untersuchten Arten aus der Klimakammer mit Standardabweichungen der Mittelwerte.

#### 4.2 Freilandmessungen

In den Darstellungen der Abb. 5 und 6 fehlt *Lotus corniculatus*, der aus methodischen Gründen im Feld nicht gemessen werden konnte. Die Ergebnisse der Freilandmessungen zeigen die gleichen Tendenzen wie diejenigen aus der Klimakammer. Auffällig sind bei *Salvia pratensis* die dauernd tiefen BDW-Werte. Sie sind, verglichen mit den anderen Arten, deutlich tiefer als in der Klimakammer. Andererseits ist *Salvia* die einzige Art, die im Freiland unter trockenen Bedingungen weniger negative Xylemdruckpotentiale erreicht als in der Klimakammer; die übrigen Arten zeigen hier erhöhten Wasserstress. Das Verhalten von *Salvia* deutet somit auf eine gute Wasserversorgung hin. *Salvia* kann mit ihren Pfahlwurzeln tatsächlich große Tiefen, häufig über 1 Meter, für den Wassernachschub erschließen (ELLENBERG 1952). Diese große Durchwurzelungstiefe kommt *Salvia* natürlich erst im Freiland zugute; das eher durchschnittliche Verhalten der Topfpflanzen in der Klimakammer steht somit nicht im Widerspruch zu ihrem Freilandverhalten. Im Gegensatz zu dieser Art muß man bei den Gräsern *Bromus erectus* und vor allem *Dactylis glomerata* eine schlechtere Wasserversorgung annehmen. Beide stehen zeitweise unter hohem Wasserstress, trotz dauernd überdurchschnittlich stark geschlossener Spalten. Auf die spezielle Stellung von *Bromus* wird in der Diskussion eingegangen.

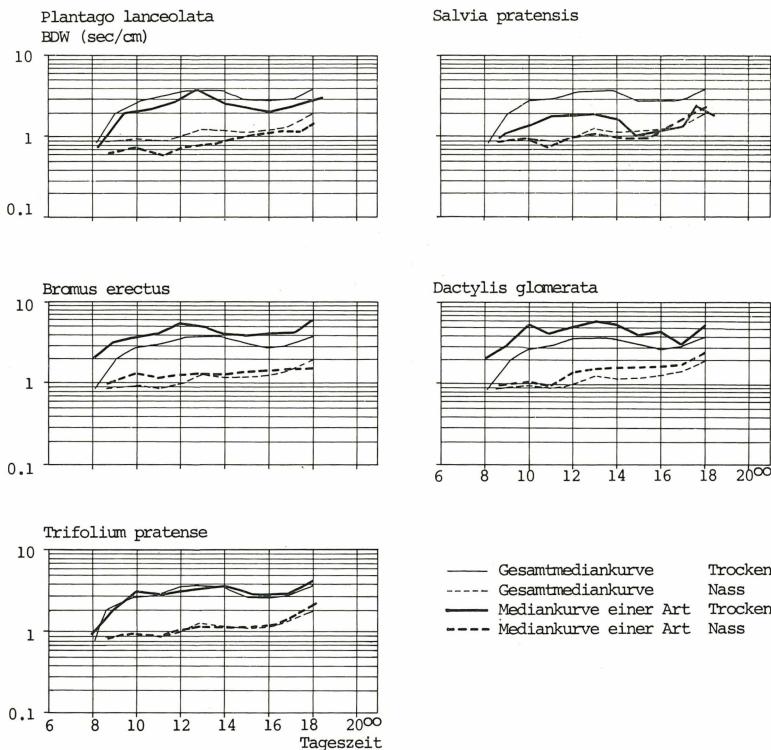


Abb. 5: Tagesgänge der Blattdiffusionswiderstände (BDW) der fünf untersuchten Arten unter Freilandbedingungen vom 3.8.80.

Um eine Interpretation der ökophysiologischen Daten zu erleichtern, soll hier noch der 'Erfolg' der untersuchten Arten kurz diskutiert werden. Abb. 7 zeigt die Biomassenverhältnisse der 9 häufigsten Arten auf den drei verschiedenen behandelten Untersuchungsflächen. Die drei Arten mit den größten Biomassenanteilen: *Bromus erectus*, *Plantago lanceolata* und *Salvia pratensis* weisen auch die höchsten Deckungsgrade auf den untersuchten Flächen auf.

##### 5. Diskussion

Würde man nur aus den ökophysiologischen Messungen eine Prognose für das optimale Überleben einer Art bei Trockenheit aufstellen, so müssten *Salvia pratensis* und *Lotus corniculatus* optimal überleben, *Trifolium pratense* nur schlecht, und *Dactylis glomerata* würde wahrscheinlich bald eliminiert. Die übrigen Arten liegen im Mittelfeld. Verglichen mit den Biomassewerten (Abb. 7) stimmt diese Prognose zwar in groben Zügen, aber nicht im Detail. Dies ist weiter nicht erstaunlich, entscheidet doch der Wasserfaktor nicht allein über den Erfolg einer Art in einer Wiesengesellschaft. In den untersuchten Flächen wird *Bromus erectus* bei zunehmender Trockenheit stärker dominant, nicht *Salvia pratensis*. Wie BORNKAMM (1974) zeigte, wird *Bromus* durch trockene Jahre gegenüber Fettwiesenarten gefördert, nicht aber gegenüber Halbtrockenrasenarten. Die Reaktion von *Bromus* in der untersuchten Vegetationseinheit, einem Übergang zwischen einem *Mesobrometum* und einem *Arrhenatheretum*, scheint typisch zu sein. BORNKAMM (1958) stellte an *Bromus erectus* sehr hohe maximale Transpiration und geringe Tagesschwankungen des Wassersättigungsdefizits, also eine geringe Beanspruchung fest. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen ein anderes Bild. Hier schränkt *Bromus*, wie auch *Dactylis*, die Transpiration rasch ein (hohe BDW-Werte), kann aber dennoch tiefe Xylemdruckpotentiale nicht vermeiden. Ebenfalls sehr tiefe XDP-Werte an *Bromus erectus* konnten BARTH (1978, bis -62.3 bar) und JENKA (1978) nachweisen. In diesen verschiedenen Ergebnissen muß nicht unbedingt ein Widerspruch liegen. Das Sättigungsdefizit bei BORNKAMM (1958) ist ein Maß für den Wasserverlust der Pflanze, verglichen mit dem Sättigungswert. Nimmt man beim xeromorphen Bau von *Bromus*

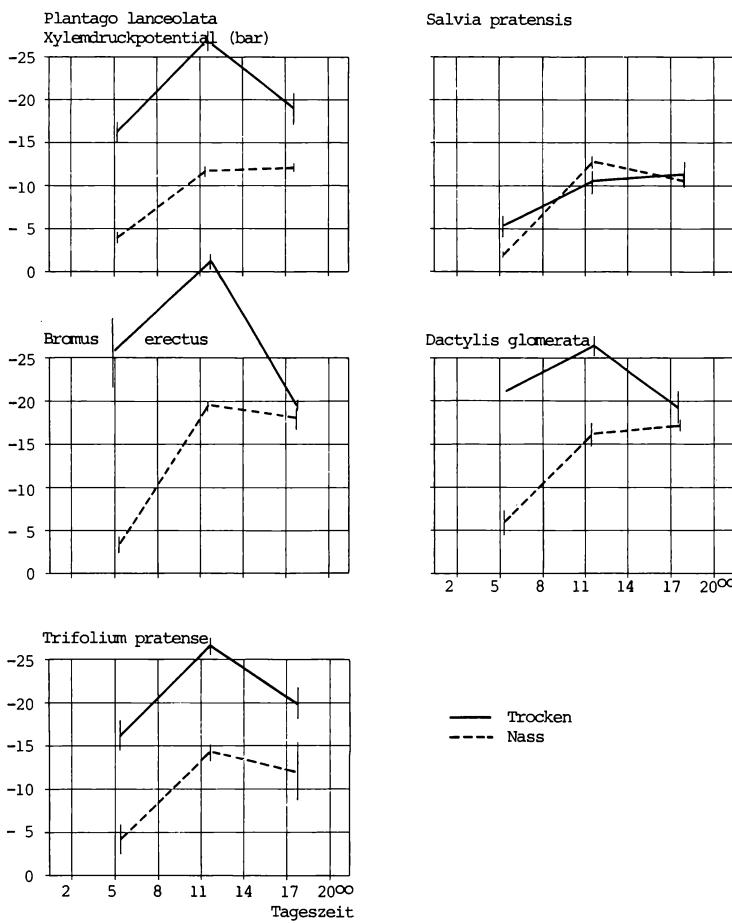


Abb. 6: Tagesgänge der Xylemdruckpotentiale (XDP) der fünf untersuchten Arten unter Freilandbedingungen vom 3.8.1980 mit Standardabweichungen der Mittelwerte.

ziemlich unelastische Zellwände an, so muß bereits ein geringer Wasserverlust das Xylemdruckpotential stark absenken. *Dactylis glomerata* läßt sich nicht so leicht verdrängen, denn dieses Gras kommt auch unter extrem trockenen Bedingungen noch häufig vor, wenn auch nur in kümmerlichen Exemplaren. Dagegen wird *Trifolium pratense* bei Trockenheit rasch ausgeschaltet und kommt im zweiten Versuchsjahr in den trockenen Flächen nicht mehr vor.

Beim Vergleich der ökophysiologischen Messungen mit dem Erfolg der Arten am Standort fällt noch etwas auf: Die drei Hauptstrategien sind mit je einer der drei erfolgreichsten Arten vertreten.

*Bromus erectus*, der mit den Spalten rasch reagiert, übermäßige Wasserverluste vermeidet, geht damit auf "Nummer sicher". Die tiefen Xylemdruckpotentiale, die trotzdem auftreten, scheinen seine Vitalität nicht stark einzuschränken. Vielleicht helfen sie ihm, bei hohen Bodensaugspannungen doch noch genügend Wasser aufzunehmen.

*Salvia pratensis*, die 'Künstlerin' in der Wasserbeschaffung, nimmt mit weit geöffneten Spalten große Wasserverluste in Kauf. Ihre tiefen Pfahlwurzeln ermöglichen ihr, Wasser aus tiefen, feuchteren Bodenschichten aufzunehmen, ohne daß dazu sehr tiefe Xylemdruckpotentiale notwendig wären.

*Plantago lanceolata* liegt sowohl morphologisch wie auch ökophysiologisch dazwischen, nützt aber, im Gegensatz zu den zwei obengenannten Arten, nur die obersten Bodenschichten aus (ELLENBERG 1952).

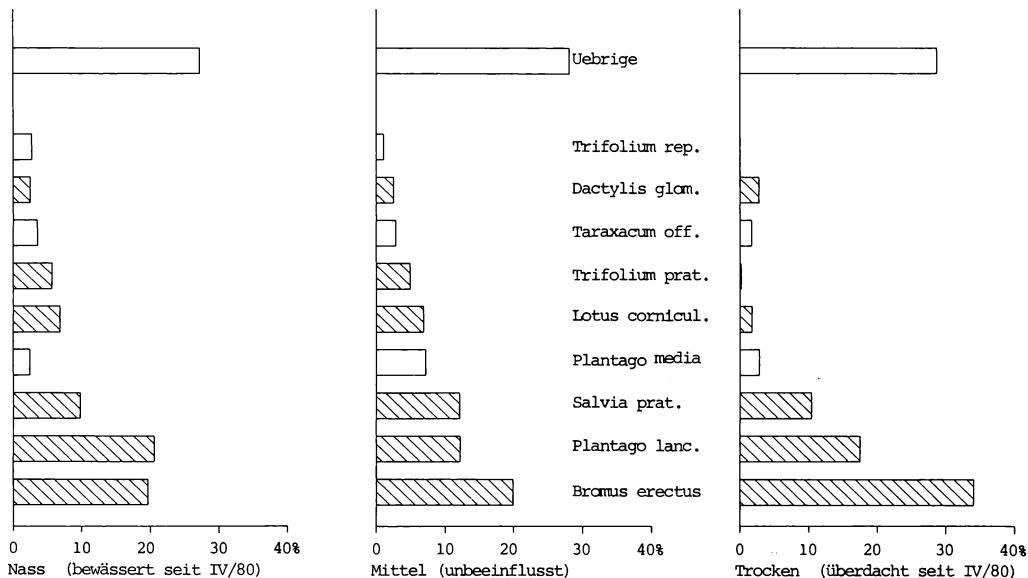


Abb. 7: Biomasseverteilung auf den drei Untersuchungsflächen vom 7.7.1981.  
 100% = naß 188 g/m<sup>2</sup>, mittel 153 g/m<sup>2</sup> und trocken 64 g/m<sup>2</sup>. Die besprochenen Arten sind schraffiert eingezzeichnet.

Die Untersuchungen zeigen, daß jede der drei Arten bezüglich des Wasserhaushaltes eine andere ökologische Nische einnimmt. Jede dieser Nischen bietet der entsprechenden Art gute Überlebensbedingungen. Es ist unmöglich, daß die drei Nischen gleichzeitig von einer einzigen Art besetzt werden, denn dazu wären drei gegensätzliche Strategien in einer einzigen zu vereinen. Denkbar ist, daß drei Arten - quasi arbeitsteilig - das Bodenwasser ausnützen. Aus dem Gesagten läßt sich die Hypothese ableiten, daß der Wasserfaktor und gerade der Wassermangel die Koexistenz vieler Arten begünstigt und damit zur Artenvielfalt beiträgt.

Selbstverständlich ist der Wasserfaktor nur eine Dimension in der Überlebensstrategie einer Pflanze. Die zahlreichen ökologischen Nischen in alpinen Rasen, wie sie GIGON (1982) zusammenstellte, gelten weitgehend auch für die hier besprochenen Halbtrockenrasen. Weitere bereits untersuchte Dimensionen sind z.B. die Kleinsägeraktivität (LEUTERT 1982) und der Regenerationsaspekt (GRUBB 1977). In Halbtrockenrasen kann aber gerade der Wasserfaktor entscheidend werden, nicht nur im Tagesverlauf, wie hier besprochen, sondern auch im Jahresverlauf. Eine Arbeit, die auch diesen Aspekt untersucht, ist in Vorbereitung.

#### Literatur

BARTH H., 1978: Untersuchungen zum Wasserhaushalt von einigen Trockenrasenpflanzen unter kontrollierten Feuchtebedingungen. - Diss. Univ. Göttingen: 109 S.

BORNKAMM R., 1958: Standortsbedingungen und Wasserhaushalt von Trespen-Halbtrockenrasen (Meso-bromion) im oberen Leinegebiet. Flora 146: 23-67.

BORNKAMM R., 1974: Zur Konkurrenzkraft von *Bromus erectus* II. Ein zwanzigjähriger Dauerversuch. Bot. Jahrb. 94: 391-412.

ELLENBERG H., 1952: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Stuttgart (Ulmer): 143 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.

GIGON A., 1982: Koexistenz von Pflanzenarten, dargestellt am Beispiel alpiner Rasen. Verh. Ges. Ökologie 9: 165-172.

GRUBB P.J., 1977: The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52: 107-145.

HESS H.E., LANDOLT E., HIRZEL R., 1976: Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Basel/Stuttgart (Birkhäuser): 657 S.

JENKA B., 1978: Zum Wasserhaushalt von Trockenwiesen bei Merishausen. Unveröff. Diplomarbeit ETH Zürich: 69 S.

KLEIN A., 1977: Zum Inventar der Trockenstandorte im Kanton Zürich. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 122: 349-355.

KOERNER C., 1977: Blattdiffusionswiderstände verschiedener Pflanzen im alpinen Grasheidegürtel der Hohen Tauern. In: (Ed. CERNUSCA A.) Alpine Grasheide Hohe Tauern. Ergebnisse der Ökosystemstudie 1976. Veröff. Öst. MAB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern. Innsbruck (Wagner) 1: 69-82.

KOERNER C., JUDITH A., SCHEEL A., BAUER H., 1979: Maximum leaf diffusion conductance in vascular plants. *Photosynthetica* 13: 45-82.

LANGE O.L., LOESCH R., SCHULZE E.D., KAPPEN L., 1971: Responses of stomata to changes in humidity. *Planta* 100: 76-86.

LEUTERT A., 1982: Einfluß der Feldmaus (*Microtus arvalis*) auf die Artenzusammensetzung von Glatt-haferwiesen und Trockenrasen. *Verh. Ges. Ökologie* 10: (in diesem Band).

MARTI R., 1981: Zum Wasserhaushalt von Düngewiesenpflanzen. Unveröff. Diplomarbeit ETH Zürich: 61 S.

SCHOLANDER P.F., HAMMEL H.T., BRADSTREET E.D., HEMMINGSEN E.A., 1965: Sap pressure in vascular plants. *Science* 148: 339-346.

ZOLLER H., 1954: Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 33: 309 S.

Adresse

Urs Kuhn, dipl. Natw. ETH  
Geobotanisches Institut ETH  
Stiftung Rübel  
Zürichbergstr. 38  
CH-8044 Zürich 7

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10\\_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Kuhn Urs

Artikel/Article: [Koexistenz durch verschiedene Strategien des Wasserhaushaltes Eine Untersuchung an sechs Halbtrockenrasenarten](#)  
[201-209](#)