Ein Kolonisationsexperiment mit *Agrostis vinealis* und *A. capillaris* in Monokulturen mit und ohne Phosphatlimitierung

Gertrud Vester

Synopsis

A colonization experiment with Agrostis vinealis and A. capillaris in monocultures with and without phosphorus limitation

The aim of this study was to investigate the vegetative colonization of horizontal free space by established plants of *Agrostis capillaris* and *A. vinealis* in sandy substrate under low and high phosphorus availability conditions. Monocultures of both species were cultivated under open air conditions in the botanical garden. During the first half year of the experiment the plants grew in a small round pot in the centre of bigger pots. Then the small pot was removed and the initial planting area as well as the colonization areas were marked by thin concentric rings. Fourteen months later the colonization space was enlarged once more by repotting. The replacements of the pots should simulate field conditions under which adult plants of both species get the chance to colonize free space as a result of disturbance.

Throughout the experiment the pushing of above ground modules of both species was counted on the central planting area and on the free colonization areas.

A. vinealis proved to be more efficient in colonizing free space vegetatively than *A. capillaris*. After three years *A. vinealis* formed dense but dispersed swards under high P-conditions, whereas under low P-conditions this species grew in thin swards with increasing standing crop towards the outer colonization area. Without P-limitation *A. capillaris* preferentially remained on its original planting area, whereas under low P-condition this species formed a thin sward in all areas.

Agrostis capillaris, Agrostis vinealis, colonization pattern, module, monoculture, NPK-fertilization, P-limitation, vegetative spreading

Kolonisationsmuster, Module, Monokultur, NPK-Düngung, Phosphatlimitierung, vegetative Ausbreitung

1 Einleitung

BRADSHAW & al. (1958, 1960, 1964) konnten in Gewächshaussandkulturen zeigen, daß verschiedene Grasarten (darunter auch verschiedene *Agrostis* Arten) deutlich stärker auf unterschiedliche Stickstoffdüngung als auf veränderte Kalzium- oder Phosphatangebote reagieren. Untersuchungen von CLARKSON (1967) zeigten allerdings, daß Sämlinge verschiedener *Agrostis* Arten in Boden- und Wassergewächshauskulturen bei unterschiedlich hohem Phosphatangebot artspezifische Wachstumsraten aufwiesen und dieses Merkmal kann insbesondere an Standorten mit niedrigem Nährsalzangebot als Anpassung möglicherweise von großer Bedeutung sein.

Agrostis vinealis SCHREB. hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in lückigen, trockenen und nährstoffarmen Sandtrockenrasen (*Koelerio-Corynephoretea* z.B. POTT 1995) und bildet dort auch eine eigene Gesellschaft, das *Agrostietum coarctatae*, wohingegen *A. capillaris* L. häufig in feuchteren, nährstoffreicheren, geschlossenen Magerwiesen und -weiden anzutreffen ist (*Agrostietum capillaris*), die man am ehesten den *Molinio-Arrhenateretea* zuordnen kann (z.B. OBERDORFER 1994 und POTT 1995).

Die Rhizome beider Arten werden als kurz beschrieben und die von *A. vinealis* zudem als dünn und kriechend. Bei *A. vinealis* fehlen oberirdische Kriechtriebe, nicht so bei *A. capillaris* (HUBBARD 1985 und ROTHMALER 1990). Beide Arten unterscheiden sich auch in ihrer Wuchsform. Die Sprosse von *A. vinealis* wachsen in kleinen Horsten oder fast vereinzelt (WEBER 1995), die von *A. capillaris* jedoch in lockeren und dichten Rasen (HUBBARD 1985).

Deshalb sind folgende Fragen von Interesse:

1. Gibt es bei *Agrostis capillaris* und *Agrostis vinealis*, als Monokulturen und unter Freilandbedingungen wachsend, unterschiedliche Ausbreitungsstrategien in Stickstoff, Phosphor, Kalium (NPK) gedüngte Freiräume?
2. Werden die Kolonisationsmuster durch die Phosphatversorgung beeinflußt?

2 Methode

Ende Oktober 1993 wurden Monokulturen von *Agrostis capillaris* und *A. vinealis* mit 2 beziehungsweise 4, 6 und 8 Sproßvegetationspunkten adulter Pflanzen in runden, kleinen Töpfen (Oberfläche 25 cm^2, Sandvolumen 160 cm^3) im Zentrum von größeren Töpfen (Oberfläche 95 cm^2, zusätzliches Volumen 740 cm^3, d.h. 640 cm^3 Sand und 100 cm^3 Kies) angepflanzt. Herkunft der Pflanzen, Zählweise der Sproßvegetationspunkte und weitere Details des Pflanzvorganges waren wie bei VESTER (1993) beschrieben.

Durch das Experiment sollten Störungen simuliert werden, durch die etablierte Pflanzen im Gelände freie Ausbreitungsräume im oberirdischen und unterirdischen Bereich gleichzeitig erhalten können. Daher wurden die Pflanzen zunächst für ein halbes Jahr unter Freilandbedingungen (Niederschläge 955 mm pro Jahr) mit zusätzlicher Wasserversorgung (äquivalent einer Niederschlagsmenge von 331 mm pro Jahr) und regelmäßiger Düngung mit und ohne Phosphat (siehe unten) im zentralen Topfbereich (Pflanzfläche a) kultiviert.

Ende April 1994 wurden die kleinen Töpfe entfernt und Juni 1995 die Kulturen in größere Töpfe umgesetzt (zusätzliches Volumen 800 cm^3, d.h. 650 cm^3 Sand und 150 cm^3 Kies). Nach jeder Erweiterung des Raumes wurden die Bodenoberflächen in konzentrische Flächen unterteilt (Abb. 1): Der zentralen Fläche a (25 cm^2) schlossen sich die Fläche b (14 cm^2), Fläche c (56 cm^2) und schließlich ab Juni 1995 die Fläche d (60 cm^2) an. Die Niederschlagsmengen während der ersten Kolonisierungsphase und nach Erweiterung des Besiedlungsraumes waren 622 mm pro Jahr und die zusätzliche Wasserversorgung entsprach einer Niederschlagsmenge von 854 mm pro Jahr.

Während der gesamten Dauer des Experimentes wurden die Monokulturen wöchentlich gedüngt. 1993 und 1994 erhielten die nicht P-limitierten Kulturen insgesamt (in kg/ha/a) 20 P, 101 N (70% Nitrat und 30% Ammonium), 100 K, 15 Mg, 59 Ca, 101 S und 105 Cl, sowie Fe und Spurenelementen in Anlehnung an RANDALL & BOUMA (1973). Bei P-Limitierung erhielten die Kulturen diese Düngung allerdings ohne Phosphat. 1995 bekamen alle Kulturen zusätzlich noch 2 und 1996 4% der oben erwähnten Volldüngung. Zur Zusammensetzung der Nährlösungen ist anzumerken, daß 30% Ammonium und 70% Nitrat in etwa dem proportionalen Vorkommen von beiden Ionen im Regenwasser entspricht (VAN BREEMEN & al. 1982). Außerdem wurden die Verhältnisse zwischen Ca und P sowie Mg und P entsprechend der maximalen Werte der Rentierflechtengesellschaftenstreu gewählt (SLOOF & al. 1986). Hiermit sollten während des Experimentes zum einem Kalziumeffekte (BRADSHAW &.al.1958) vermieden werden und zum anderen sollte dadurch eine ausgewogene und zumindest für *A. vinealis* standortähnliche Nährsalzzusammensetzung (wie z.B. in der flechtenreichen Subassoziation des *Agrostietum coarctatae,* SCHRÖDER 1989) den Pflanzen angeboten werden.

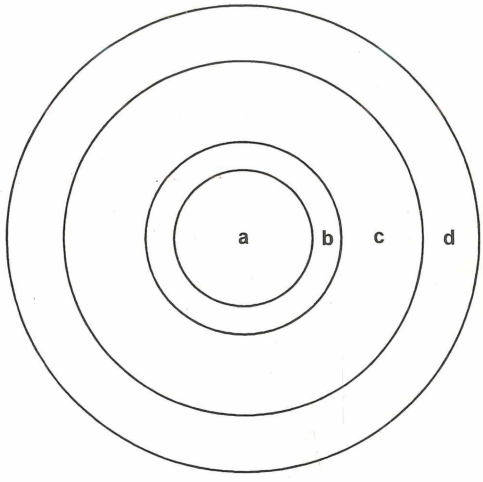

Abb. 1
Raumaufteilung der Bodenoberfläche: Die zentrale Pflanzfläche a (25 cm^2) ist umgeben von 3 konzentrischen Kolonisationsflächen b, c und d (b 14 cm^2, c 56 cm^2 und d 60 cm^2).

Fig. 1
Subdivision of the soil surface area: central planting area a (25 cm^2), surrounded by 3 concentric colonization areas b, c and d (resp. 14 cm^2, 56 cm^2, 60 cm^2).

Das gesamte Experiment basiert auf 7 Wiederholungsansätzen je Art, Düngung und der vier verschiedenen Pflanzdichten. Wasserstreß wurde während des Experimentes durch zusätzliche Wasserversorgung u.a. deshalb vermieden, da GRIME & CURTIS (1976) eine hohe Sterblichkeitsrate von Sämlingen (darunter auch von *A. capillaris*) auf Phosphatlimitierung und Sommertrockenheit zurückführen.

Während der Periode 04.1994–10.1996 wurden die oberirdischen Module mehrmals, nach der bei VESTER (1993) beschriebenen Methode, ausgezählt. Auf eine Unterscheidung zwischen Modulen, die durch oberirdische Kriechtriebe oder Rhizome gebildet wurden, wurde während des Experimentes verzichtet, da solche Bewertungen häufig Störungen der Bodenoberfläche erfordert hätten. Um einer Ausbreitung durch Samen vorzubeugen, wurden jedes Jahr vor der Samenreife die Rispen entfernt.

Die Nomenklatur beider Arten entspricht der aktuellen Standardliste (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998), d.h. statt *A. coarctata* HOFFM. und *A. tenuis*

SIBTH. wurden die Namen *Agrostis vinealis* SCHREB. und *A. capillaris* L. verwendet.

3 Ergebnisse

Abb. 2 zeigt, daß sowohl bei niedriger als auch bei hoher Phosphatversorgung im zweiten Jahr die Bestandsdichten von *A. vinealis* auf den Kolonisationsflächen b und c mit dem Abstand von der Pflanzfläche a zunehmen (c>b) und daß zehn Monate nach der Erweiterung des Kolonisationsraumes die peripherste Fläche (d) die höchste Bestandsdichte (d > a, b und c) hat. Bei hoher Phosphatdüngung zeigt diese Art nach drei Jahren die höchste Bestandsdichte auf der entferntesten (d) und die niedrigsten auf der benachbarten Ausbreitungsfläche (c). Durch Phosphatlimitierung ist im zweiten und vor allem im dritten Jahr das Schieben von Modulen auf allen Flächen reduziert. Diese Reduktion ist am deutlichsten auf der Pflanzfläche (a) und am niedrigsten auf der Fläche d. Somit nehmen nach drei Jahren Phosphatlimitierung die Bestandsdichten von *A. vinealis* von der zentralen Pflanzfläche bis zur peripherstem Kolonisationsfläche kontinuierlich zu.

Abb. 3 zeigt, daß *A. capillaris* bei guter Phosphatversorgung eine höhere Bestandsdichte auf der Pflanzfläche a als auf den Ausbreitungsflächen b, c und d behält. Darüber hinaus nehmen die Bestandsdichten auf den Ausbreitungsflächen mit zunehmendem Abstand von der Pflanzfläche nach drei Jahren ab. Durch Phosphatlimitierung reduziert sich ab Ende des ersten Jahres und zunehmend in den folgenden Jahren die Bestandsdichte dieser Art auf der Pflanzfläche a. Drei Monate nach Vergrößerung des Kolonisationsraumes beginnt zudem eine Reduktion der Bestandsdichten auf den Ausbreitungsflächen b und c. Die Bestandsdichte auf der peripherstem Ausbreitungsfläche (d) nimmt bei Phosphatlimitierung nach Vergrößerung des Kolonisationsraumes hingegen

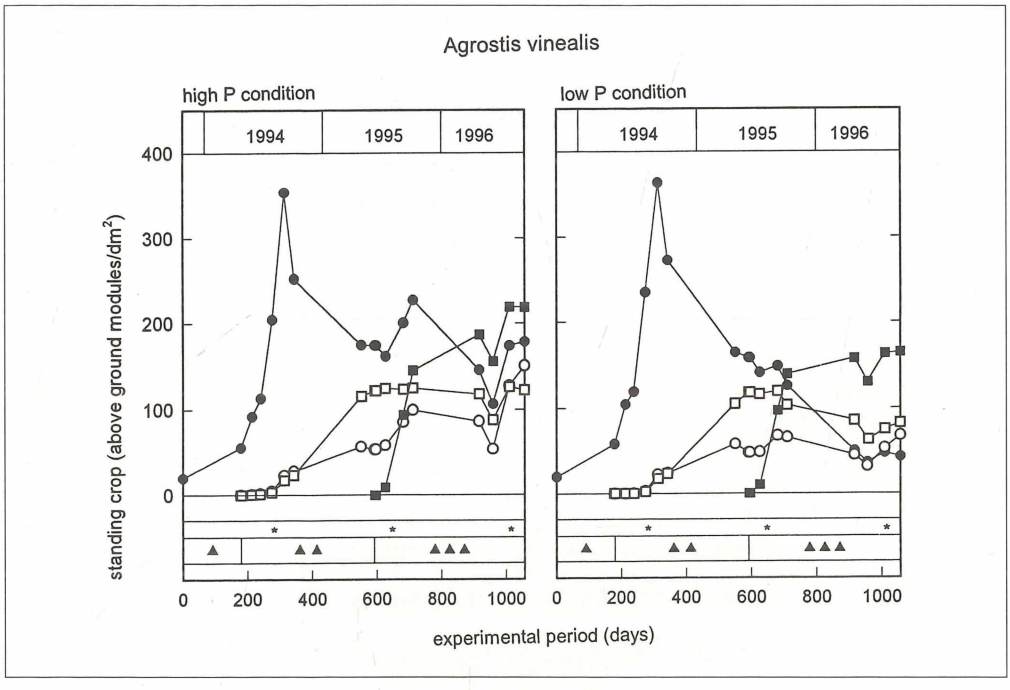

Abb. 2
Modulendichte pro dm² von *A. vinealis* bei hoher und niedriger Phosphatdüngung auf der Pflanzfläche a und den Kolonisationsflächen b–d.
Für Fläche a wurden gefüllte Kreise (●) verwendet, für b offene Kreise (O), für c offene Quadrate (□) und für d gefüllte Quadrate (■). Die Sandvolumen von 0.16 (▲), 0.9 (▲▲) und 1.7 dm³ (▲▲▲) wurden durch eine zunehmende Anzahl von gefüllten Dreiecken dargestellt. Die Rispenernten sind durch Sterne (✱) symbolisiert.

Fig. 2
Module-Density per dm² of *A. vinealis* under high and low phosphorus fertilization on the central planting area a and the surrounding colonization areas (b–d).
Filled circles were used for area a (●), open circles for area b (O), open squares for area c (□) and filled squares (■) for area d. The sand volumes of resp. 0.16 (▲), 0.9 (▲▲) and 1.7 dm³ (▲▲▲) are illustrated by an increasing number of filled triangles. The harvest of panicles is symbolised by asterisks (✱).

zunächst zu. Dadurch ist *A. capillaris* nach drei Jahren Phosphatlimitierung auf allen Flächen weitgehend gleichmäßig verteilt.

Der Vergleich von Abb. 2 und 3 zeigt, daß im Winter nach der Erweiterung des Kolonisationsraumes *A. vinealis* auf der Pflanzfläche a eine höhere Bestandsdichtenreduktion durch Phosphatlimitierung als *A. capillaris* aufweist.

Seit dem Sommer 1994 wurde bei manchen Kulturen von *A. capillaris* – jedoch nie bei *A. vinealis* – eine Kolonisierung der Ausbreitungsflächen durch oberirdische Kriechtriebe beobachtet.

4 Diskussion

Schon BRADSHAW & al. (1960) zeigten, daß durch eine Erniedrigung des Phosphatangebotes von 125 auf 5 ppm Phosphor die Biomassenproduktion von verschiedenen *Agrostis* Arten um ca. 30% erniedrigt ist. Die hier dargestellten Ergebnisse belegen zudem, daß sich bei Phosphatlimitierung die Anzahl der oberirdischen Module reduziert. Vor allem konnte jedoch bei Monokulturen von *A. capillaris* und *A. vinealis* gezeigt werden, daß sie Freiräume vegetativ kolonisieren können und daß die Kolonisationsmuster beider Arten von der Phosphatversorgung abhängig sind:

Bei *A. vinealis* führen ausreichende Phosphatversorgung und schrittweise Erweiterung des Besiedlungsraumes zu einer ungleichmäßig dichten Rasenbildung. Bei Phosphatmangel hingegen entsteht ein dünner Bestand, dessen Dichte von der Pflanzfläche bis zur äußersten Kolonisationsfläche zunimmt. Dadurch erwies sich *A. vinealis* sowohl bei hohem als auch niedrigem Phosphatgehalt des Bodens als eine Pionierart.

A. capillaris zeigt hingegen eine geringere Kolonisationsfähigkeit. Bei Phosphatlimitierung entsteht ein lockerer Rasen, während sich bei ausreichender Phosphatversorgung vor allem auf der Pflanzfläche ein dichter Bestand bildet, der mit zunehmenden Abstand von der Pflanzfläche auffallend lichter wird. Somit erwies sich *A. capillaris* – vor allem bei ausreichender Phosphatdüngung – als eine standorttreuere Art als *A. vinealis.*

Bei guter Phosphatversorgung entstehen durch kurze Rhizome dichte Rasen, wie sie in den Mono-

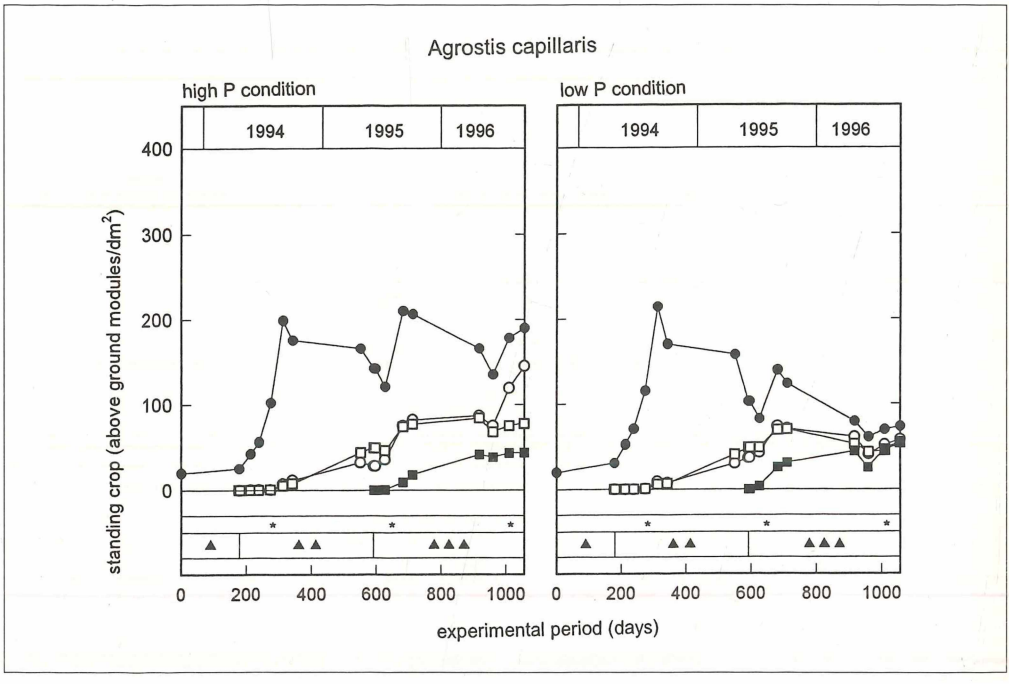

Abb.3
Modulendichte pro dm² von *A. capillaris* bei hoher und niedriger Phosphatdüngung auf der Pflanzfläche a und den Kolonisationsflächen b–d.
(Bei Abb. 3 wurden die gleichen Symbole wie bei Abb. 2 verwendet).

Fig.3
Module-Density per dm² of *A. capillaris* with high and low phosphorus fertilization on the central planting area a and the surrounding colonization areas (b–d).
(The symbols of Fig. 3 are the same as in Fig. 2).

kulturen von *A. capillaris* und *A. vinealis* auf den Pflanzflächen zu beobachten waren. Für die dünnen und kriechenden Rhizome von *A. vinealis* war zudem das lockere, sandige Substrat während des Experimentes wahrscheinlich besonders günstig. Dies mag dazu beigetragen haben, daß sich diese Art unabhängig von der Phosphatversorgung so erfolgreich ausbreiten konnte.

All diese Befunde stimmen außer mit den in der Einleitung beschriebenen Wuchsformen und den Rhizommerkmalen auch mit dem Vorkommen von beiden Arten überein: Das *Agrostietum coarctatae* wird zum einen als Folgegesellschaft des *Spergulo-Corynephoretum* auf bereits ruhenden Dünensanden und zum anderen als Pioniergesellschaft auf vegetationsfreien, verfestigten Sandstellen beschrieben (SCHRÖDER 1989), wohingegen *A. capillaris* häufig in den Dauergesellschaften i.w.S. der geschlosseneren Wiesen- und Weidenbestände zu finden ist (z.B. OBERDORFER 1994).

Während des hier beschriebenen Experimentes wurde darauf verzichtet, zwischen Modulen zu unterscheiden, die durch oberirdische Kriechtriebe oder Rhizome gebildet wurden. Dennoch ist die Beobachtung von Bedeutung, daß nur *A. capillaris* – und nicht *A. vinealis* – sich durch oberirdische Kriechtriebe auszubreiten vermag und dies vor allem, weil *A. capillaris* trotz seiner oberirdischen Kriechtriebe nur wenig effizient offene Flächen kolonisierte. Bei Geländebeobachtungen in Wales stellte BRADSHAW (1959) fest, daß sich Populationen von *A. capillaris* in sandigen Gebieten und an extrem exponierten Fundorten vorwiegend durch Rhizome ausbreiten, wohingegen im gewöhnlichen Grasland die oberirdischen Kriechtriebe bei der Ausbreitung dieser Art eine bedeutende Rolle zu spielen scheinen. Daher wäre es interessant durch weitere Experimente zu überprüfen, ob die oberirdischen Kriechtriebe von *A. capillaris* dieser Art tatsächlich in Mischbeständen mit anderen Arten einen Konkurrenzvorteil bieten könnten.

In einem Übersichtsartikel über den Zusammenhang zwischen der morphologischen Plastizität von klonalwachsenden Pflanzen und deren Ernährung berichten DE KROON & HUTCHINGS (1995), daß oberirdische Ausläufer von *Cynodon dactylon* und Rhizome verschiedener Grasarten, darunter auch von *A. gigantea,* mit einer erhöhten Verzweigung auf Bedingungen mit hohem Resourcenvorrat reagieren können. Da im gegenwärtigen Experiment bei *A. capillaris* und *A. vinealis* ein deutlicher Phosphatlimitierungseffekt zu beobachteten war, könnte dies auch als ein Hinweis gewertet werden, daß durch gute Nährsalzversorgung die Verzweigungen der Rhizome von beiden Arten und die der oberirdischen Kriechtriebe von *A. capillaris* gefördert werden.

Durch Phosphatmangel scheinen während des Experimentes bei beiden Arten Selbstausdünnungsvorgänge vor allem auf der Pflanzfläche, aber auch auf der unmittelbar benachbarten Ausbreitungsfläche deutlich zu werden. Beide Arten reduzierten durch Phosphatlimitierung, als Monokulturen wachsend, ihre Bestandsdichten auf diesen Flächen auffälliger als auf den weiter vom Zentrum entfernteren Ausbreitungsflächen. Zudem weist *A. vinealis* auf der Pflanzfläche eine deutlich höhere Bestandsdichtenreduktion durch Phosphatlimitierung als *A. capillaris* auf. Somit scheinen bei Phosphatlimitierung sowohl *A. capillaris*, aber vor allem auch *A. vinealis*, offene Flächen zu Lasten von schon bestehenden Beständen der eigenen Art zu kolonisieren.

Da Phosphat bekanntermaßen eine extrem niedrige Mobilität im Boden besitzt (z.B. HARPER 1990), erscheint es zudem von Interesse, hier auf Befunde bei *A. stolonifera* hinzuweisen. MARSCHALL (1990) zeigte, daß bei *A. stolonifera* ein distaler ^{32}P Transport aus den Wurzeln der Ramets stattfindet. Außerdem konnten MARSCHALL & ANDERSON-TAYLOR (1992) für diese Art jedoch auch Hinweise liefern, daß nur die jüngsten Regionen der oberirdischen Ausläufer, d.h. die sich etablierenden Ramets und die sich streckenden Ausläuferspitze, physiologisch in den distalen Nährsalztransport integriert sind, wohingegen gut etablierte Ramets und ganze bewurzelte oberirdische Ausläufer die Tendenz zeigen, funktionell unabhängig zu sein. Somit wäre auch für *A. capillaris* und *A. vinealis* abzuklären, ob und gegebenenfalls wie lange eine Ernährung der Ramets von diesen Arten zu Kosten der etablierten Pflanzen stattfindet oder ob während des hier beschriebenen Experimentes nur das Phosphatangebot bei Phosphatlimitierung auf der dicht besiedelten, zentralen Fläche rascher als auf den entfernteren Ausbreitungsflächen erschöpft war.

Danksagung

Ich möchte Herrn Prof. Dr. F.J.A. Daniëls für seine Hilfe bei der Abfassung des Manuskriptes danken.

Literatur

BRADSHAW, A.D. 1959: Population differentiation in *Agrostis tenuis* Sibth. I. Morphological differentiation. New Phytol. 58: 208–227.

BRADSHAW, A.D., R.W. LODGE, D. JOWETT & M.J. CHADWICK, 1958: Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species. I. Calcium level. – J. Ecol. 46: 749–757.

BRADSHAW, A.D., M.J. CHADWICK, D. JOWETT, R.W. LODGE & R.W. SNAYDON, 1960: Experimental investigations into the mineral nutrition

of several grass species. III. Phosphate level. – J. Ecol. 48, 631–637.

BRADSHAW, A.D., M.J. CHADWICK, D. JOWETT & R.W. SNAYDON, 1964: Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species. IV. Nitrogen level. – J. Ecol. 52: 665–676.

CLARKSON, D.T., 1967: Phosphorus supply and growth rate in species of *Agrostis* L. – J. Ecol. 55: 111–118.

DE KROON, H. & M.J. HUTCHINGS, 1995: Morphological plasticity in clonal plant: the foraging concept reconsidered. – J. Ecol. 83, 143–152.

GRIME, J.P. & A.V. CURTIS, 1976: The interaction of drought and mineral nutrient stress in calcareous grassland. – J. Ecol. 64, 975–988.

HARPER, J.L., 1990: Population biology of plants. – Academic Press. London: 892 S.

HUBBARD, C.E., 1985: Gräser. – Uni-Taschenbuch Nr.233. – Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 475 S.

OBERDORFER, E.,1994: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 1050 S.

MARSCHALL, C., 1990: Source-sink relations of interconnected ramets. Clonal growth in plants: Regulation and Function. – VAN GROENENDAEL J., & H. DE KROON (eds.). – SPB Academic Publishing, The Hague: 23–41.

MARSCHALL, C. & G. ANDERSON-TAYLOR, 1992: Mineral nutritional interrelations amongst stolons and tiller ramets in *Agrostis stolonifera* L. – New Phytol. 122: 339–347.

POTT, R., 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 622. S.

RANDALL, P.J.& D. BOUMA, 1973: Zinc deficiency, carbonic anhydrase and photosynthesis in leaves of spinach. – Plant Physiol. 52: 229–232.

ROTHMALER, W., 1990: Exkursionsflora von Deutschland, Band 4, Kritischer Band. – SCHUBERT, R. & W. VENT (eds.). – Volk und Wissen GmbH, Berlin: 812 S.

SCHRÖDER, E., 1989: Der Vegetationskomplex der Sandtrockenrasen in der Westfälischen Bucht. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde: 51 (2), Münster: 94 S.

SLOOF, J., DANIËLS, F.J.A. & H. VAN DE WETERING, 1986: Rendiermos vegetatie in Nederland: Typologie en Elementeninhoud van *Cladonia portentosa* (Duf.) Zahlbr. – Utrecht Plant Ecology News Report 6: 61–77.

VAN BREEMEN, N., BURROUGH, P.A., VELTHORST, E.J., VAN DOBBEN, H.F., DE WIT, C., RIDDER, C.B. & H.F.R. REYNDERS, 1982: Soil acidification from atmospheric ammonium sulfate in forest canopy throughfall. – Nature 299: 548–550.

VESTER, G., 1993: Konkurrenzverhalten zwischen *Agrostis tenuis* und *Agrostis coarctata* in gedüngten Freilandsandkulturen. – Verh. Ges. Ökologie 22: 347–350.

WEBER, H., 1995: Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen. – Wenner Verlag, Osnabrück: 770 S.

WISSKIRCHEN R. & H. HAEUPLER (eds.), 1998: Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer Verlag, Stuttgart: 640 S.

Adresse

Dr. Gertrud Vester
Institut für Botanik und Botanischer Garten
Schloßgarten 3
48149 Münster

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 28_1997

Autor(en)/Author(s): Vester Gertrud

Artikel/Article: Ein Kolonisationsexperiment mit Agrostis vinealis und A. capillaris in Monokulturen mit und ohne Phosphatlimitierung 235-240