

# Aspekte der Artenvielfalt von linearen Strukturen und Übergangsbereichen

CARSTEN HOBOHM

## Abstract: Some notes to species diversity of linear structures and transition zones

A transition zone community (Centaurio-Saginetum) and associations in contact are chosen to demonstrate a method to compare species diversity of samples with different size. The significance of vicinism for communities in transition zones is discussed.

## 1. Einleitung

SHMIDA & WILSON (1985: 1 ff.) analysierten einen 35 km langen Transekt in bezug auf den jeweiligen Artenreichtum innerhalb der von ihnen zugrundegelegten Probeflächen. Sie fanden sowohl in den Übergangsbereichen von der Macchie zur halbwüstenartigen Steppe als auch von der Steppe zur Wüstenvegetation höhere Artenzahlen als auf den benachbarten Flächen (vgl. Abb. 1).

Mit dem hier vorgelegten Beitrag soll die Frage diskutiert werden, ob entsprechende Vergleiche auch auf der Grundlage der BRAUN-BLANQUET-Methode anzustrengen sind. Während bei der Untersuchung von SHMIDA & WILSON (1985) Probeflächen derselben Größe (0,1 ha) zur Analyse der Diversität herangezogen wurden, ist dies nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1928 ff., vgl. DIERSCHKE 1994: 150 ff.) zumeist nicht zweckmäßig. Es schließt sich daher die Frage an, wie sich die Artenvielfalt unterschiedlich großer Probeflächen in linearen Strukturen und Übergängen vergleichen und erklären läßt.

## 2. Material und Methode

Zur Charakterisierung der Diversität werden verschiedene vegetationsstatistische Kenngrößen herangezogen, die sich zumeist auf die Regressionsgerade der Artenzahl-Areal-Wertepaare im doppelt logarithmischen Maßstab beziehen (vgl. ROSENZWEIG 1995: 8 ff. und Abb. 2). Die Steigung der Geraden wird durch den z-Wert beschrieben. Der c-Wert gibt den Schnittpunkt mit der y-Achse bei  $\log x = 0$  an. Beide Kenngrößen wurden im Zusammenhang mit der Diversität erstmals von ARRHENIUS (1921: 95 ff.) ermittelt und diskutiert. Eine dritte Kenngröße, der  $\alpha$ -Index, gibt den Abstand eines Punktes zur Regressionsgeraden an und stellt damit ein Maß für die Größe der  $\alpha$ -Diversität dar.

*Vegetationsökologie von Habitatinseln und linearen Strukturen.*

*Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 22.-24. November 1996.*

*Hrsg. von Dietmar Brandes.*

*Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Bd. 5. S. 295-304.*

*ISBN 3-927115-31-2*

© Universitätsbibliothek der TU Braunschweig 1998

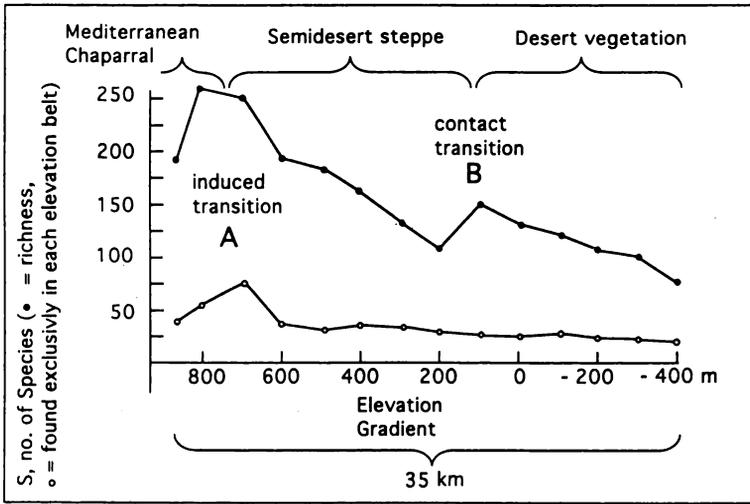


Abb. 1: Transektuntersuchung nach SHMIDA & WILSON (1985: 15, verändert); der "Induktionsübergang" zeichnet sich aus durch einen peak in der Gesamtartenzahlkurve und durch einen peak in Bezug auf die Arten, die nur in einem bestimmten Höheninterwall gefunden wurden (durch geomorphologische Vielfalt induziert), während der "Kontaktübergang" nur einen peak in der Gesamtartenzahlkurve aufweist.

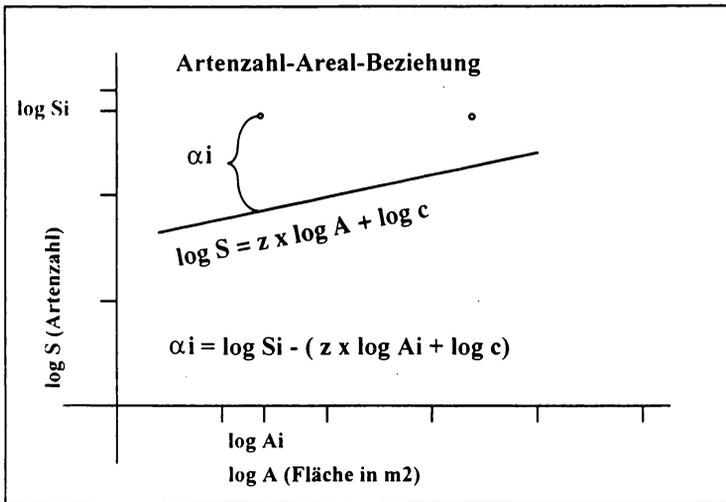


Abb. 2: Artenzahl-Areal-Beziehung und statistische Kenngrößen z, c und  $\alpha$ ; dargestellt sind zwei Wertepaare mit derselben Artenzahl, die sich auf unterschiedliche Flächeninhalte beziehen. Der Punkt mit dem größeren Abstand zur Regressionsgeraden (größerer  $\alpha$ -Index) ist relativ artenreicher (größere  $\alpha$ -Diversität) als der näher an der Geraden liegende, da dieselbe Artenzahl auf kleinerer Fläche realisiert ist.

Durch diesen Wert, der hier erstmals vorgestellt wird, ist es möglich, die  $\alpha$ -Diversität (Artenzahl / Fläche) von unterschiedlich großen Flächen miteinander zu vergleichen. Für alle drei Kenngrößen ist zuvor zu prüfen, ob die Voraussetzungen zur Berechnung der Regression erfüllt sind (LOZAN 1992: 158 ff.).

Als Untersuchungsobjekt wurde das *Centaurio-Saginetum* mit seinen Kontaktgesellschaften ausgewählt. Diese Gesellschaft kommt auf den Watteninseln der Nordseeküste vor und markiert hier den Übergang von den trockenen Dünen (Xeroserie) zu den feuchten Dünentälern (Hygroserie) oder zu den Salzwiesen (Haloserie). Tritt durch Vieh und Mensch sowie der Einfluß von Kaninchen gehören nicht selten zu den prägenden Faktoren. Die Bestände sind i. d. R. streifenförmig und nur sehr kleinflächig ausgebildet.

### 3. Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Ausgangsdaten für die Berechnung der  $\alpha$ -Indizes, Abb. 3 die errechneten Daten. Die zugrundegelegte Regressionsgerade hat die Formel:  $\log S = 0,2 \times \log A + 1$ . Diese Formel bezieht sich auf die Artenzahl-Areal-Beziehung von Pflanzengesellschaften in der offenen Landschaft Mitteleuropas; sie wurde auf der Basis von 103 pflanzensoziologischen Tabellen mit 2964 Aufnahmen aus verschiedenen Klassen ermittelt (HOBOHM & HÄRDTLE 1997: zur Publ. in *Tuexenia* eingereicht). Tabelle 2 stellt den hier ermittelten Wert in einen überregionalen Kontext.

Tab. 1: Durchschnittliche Artenzahl, Fläche und  $\alpha$ -Diversität von *Centaurio-Saginetum* und Kontaktgesellschaften (nach Daten aus HOBOHM 1991: Anhang; eigenem unveröffentlichten Aufnahmemaaterial von den ostfriesischen Inseln und Aufnahmen von den westfriesischen Inseln). Die Publikation der hier vorgelegten Daten aus den Niederlanden wurden freundlicherweise durch Herrn Dr. Schaminee, IBN-DLO/Wageningen genehmigt.

| Westfriesland/Ostfriesland                 | S (durchschn. Artenz.) | A (durchschn. Fläche in m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ - Diversität (S / A) |
|--|------------------------|--|-------------------------------|
| <i>Centaurio-Saginetum</i><br>(159 Aufn.)  | 19,9                   | 4,2                                      | 19,9 / 4,2                    |
| <i>Elymo-Ammophiletum</i><br>(136 Aufn.)   | 8,75                   | 78,8                                     | 8,75 / 78,8                   |
| <i>Violo-Corynephoretum</i><br>(411 Aufn.) | 18,08                  | 11,9                                     | 18,08 / 11,9                  |
| <i>Samolo-Littorelletum</i><br>(59 Aufn.)  | 15,08                  | 17,6                                     | 15,08 / 17,6                  |
| <i>Parnassio-Juncetum</i><br>(49 Aufn.)    | 19,08                  | 19,0                                     | 19,08 / 19,0                  |
| <i>Pyrolo-Salicetum</i><br>(97 Aufn.)      | 22,77                  | 22,7                                     | 22,77 / 22,7                  |
| <i>Junco-Caricetum</i><br>(97 Aufn.)       | 14,49                  | 33,3                                     | 14,49 / 33,3                  |
| <i>Juncetum gerardii</i><br>(126 Aufn.)    | 10,94                  | 16,8                                     | 10,94 / 16,8                  |

$\alpha$  - Werte

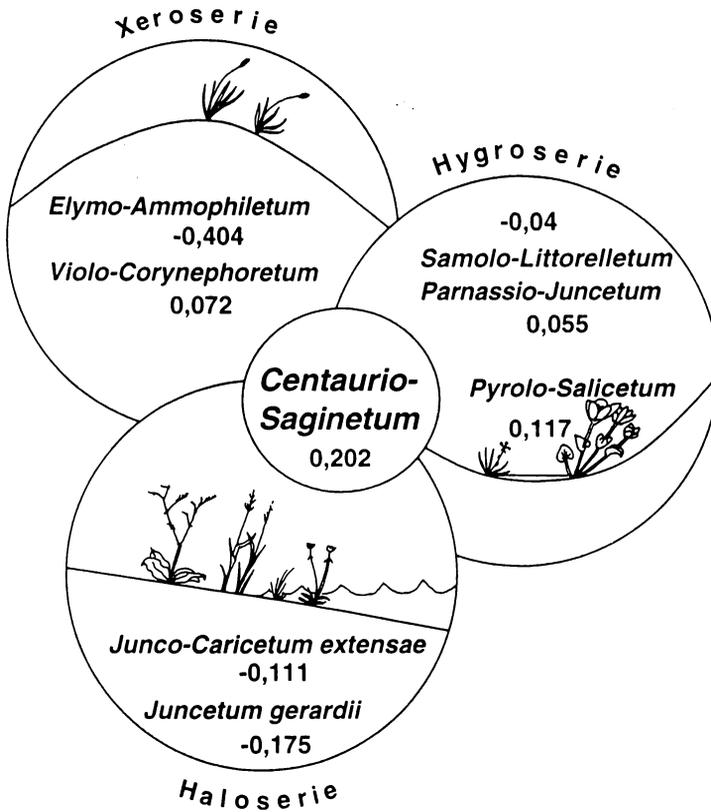


Abb. 3:  $\alpha$ -Indizes von Centauro-Saginetum und Kontaktgesellschaften; der  $\alpha$ -Index stellt ein Maß für die Größe der  $\alpha$ -Diversität dar.

Die Ergebnisse zeigen, daß das Elymo-Ammophiletum der Weißdünen, das Samolo-Littorelletum und Salzwiesenassoziationen im Durchschnitt relativ artenarm sind (ihre Wertepaare befinden sich unterhalb der Regressionsgeraden). Das Parnassio-Juncetum und Pyrolo-Salicetum der feuchten Dünentäler sind dagegen überdurchschnittlich artenreich. Am artenreichsten ist aber das Centauro-Saginetum. Auf einer im Mittel 4,2 m<sup>2</sup> großen Probestfläche hat diese Gesellschaft im Schnitt 8 Arten mehr, als nach der Regressionsgeraden für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas zu erwarten wäre.

Tabelle 2 zeigt, daß die z-Werte von Inselgruppen i. d. R. höher liegen als solche von Festlandarealen, aber auch, daß sich einige Festlandbereiche - z. B. die Inselberge im afrikanischen Regenwald - hinsichtlich des z-Wertes durchaus wie echte Inseln verhalten bzw. echte Inseln wie Festlandareale (z. B. Großbritannien). MALYSHEV (1991: 17 ff.) stellte fest, daß die z-Werte auf dem Festland von den arktischen und trocken-heißen Gebieten zu den feucht-tropischen Bereichen kontinuierlich steigen. Der z-Wert von 0,2 für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas liegt somit im Erwartungsbereich.

Tab. 2: z-Werte für die Artenzahl-Areal-Beziehung von Gefäßpflanzen (log - log - Transformation).

| Region  | z-Wert | Quelle   |
|---|--------|--|
| Sahara, Sudan, Senegal (n = 15)                     | 0,08   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Osteuropäische Wald- und Steppengebiete (n = 60)    | 0,12   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Skandinavien (n = 16)                               | 0,13   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Britische Inseln (n = 22)                           | 0,14   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| BRD (n = 12)  | 0,15   | HOBOHM 1997 nach Daten aus FINK & al. 1992: 220    |
| Pfl.ges. Mitteleur. (inkl. Moose, Flecht.: n = 103) | 0,20   | HOBOHM 1997  |
| terrestrischer Bereich (ges. Erde; n = 112)         | 0,26   | HOBOHM 1997 nach Daten aus DAVIS & al. 1986        |
| Japan   | 0,26   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Archipele aller Weltmeere (n = 70)                  | 0,29   | HOBOHM 1997 nach Daten aus DAVIS & al. 1986        |
| Inseln vor Australien                               | 0,34   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Kanalinseln   | 0,36   | ROSENZWEIG 1995: 17                                |
| Inseln vor Estland                                  | 0,43   | MALYSHEV 1991: 18                                  |
| Inselberge im afrikan. Regenwald (n = 8)            | 0,66   | HOBOHM 1997 nach Daten aus POREMSKI & al. 1996: 49 |
| Madagascar (Angiospermen)                           | 0,97   | MALYSHEV 1991: 18                                  |

#### 4. Interpretation der Ergebnisse

Viele Theorien und Modelle zur Erklärung von Unterschieden im Artenreichtum wurden bereits veröffentlicht. Abb. 4 nennt einige dieser Thesen mit den dazugehörigen Autoren. Sie beziehen sich im einzelnen auf ganz unterschiedliche Zeiträume, z. B. die Evolutionstheorie auf erdgeschichtliche Abläufe, die Intermediate Disturbance Hypothesis auf Zeiträume von Monaten bis zu Jahrzehnten. Zum Teil beziehen sie sich auf große Räume wie Florenreiche oder Florenregionen, zum Teil auf kleinere Flächen, einerseits auf abiotische Faktoren (z. B. auf Nährstoffe, Wasser, Energie), andererseits auf biotische (z. B. auf Nachbarschaftseffekte sensu NORDHAGEN 1939/40). Die biozönotischen Grundregeln nach THIENEMANN (1956: 44 f., 77 ff.) und die Inseltheorie nach MACARTHUR & WILSON (1967) sollen an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden, da sie vielen empirischen Daten nicht standhalten bzw. begrifflich unscharf sind (vgl. COCKBURN 1995: 260 f.).

SHMIDA & WILSON haben die Bedeutung einiger Thesen als Funktion des Raumes graphisch dargestellt (vgl. Abb. 4). Danach hätten positive und negative Interaktionen ("Niche Relations") auf Flächen  $< 1 \text{ m}^2$  den größten Einfluß auf die Artenvielfalt. Die Bedeutsamkeit der Habitatdiversität wäre auf Flächen von  $1\text{-}10 \text{ m}^2$  größer als die anderer Faktoren. Von  $10$  bis  $10^6 \text{ m}^2$  bestimmen Nachbarschaftseffekte, oberhalb von  $10^7 \text{ m}^2$  die Vikarianz ("Ecological Equivalency") die Artenvielfalt maßgeblich.

Welche dieser Thesen ist nun geeignet, den relativ großen Artenreichtum des Centaurio-Saginetum im Vergleich mit der  $\alpha$ -Diversität der Kontaktgesellschaften zu erklären?

Thesen, die sich auf unterschiedliche Standortfaktoren beziehen, scheinen zu einer Erklärung kaum beitragen zu können, da sich das Centaurio-Saginetum ökologisch immer in einer Zwitterstellung

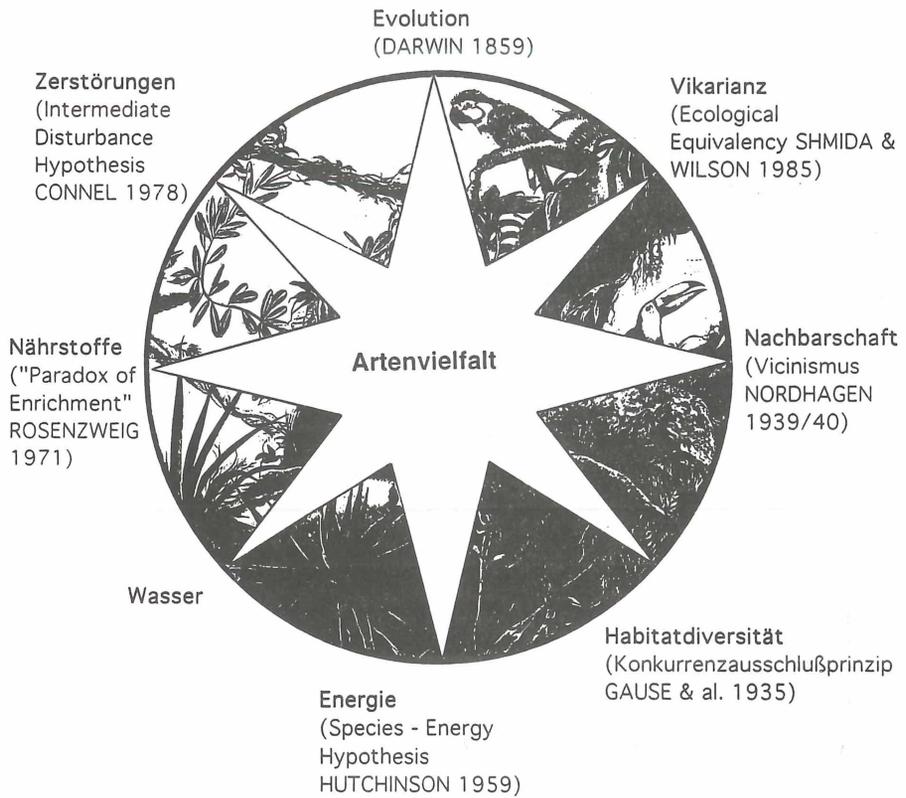


Abb. 4: Bedingungen und Mechanismen, die die Artenvielfalt maßgeblich bestimmen können.

zwischen den Kontaktgesellschaften befindet; sowohl in bezug auf die Bodenfeuchte als auch hinsichtlich des Kochsalzgehaltes markiert die Gesellschaft eine Übergangssituation. Ein besonderer Artenreichtum kann in diesem Falle kaum durch eine besondere ökologische Situation erklärt werden. Analoges gilt für die Intermediate Disturbance Hypothesis; Zerstörungen durch mechanische und andere Kräfte spielen in trockenen Dünengebieten, feuchten Dünentälern und Salzwiesenbereichen stets eine Rolle, und es ist kaum plausibel, warum dies gerade in einem schmalen Übergangsbereich anders sein sollte.

Ob die positiven und negativen Interaktionen die Ursache der lokalen  $\alpha$ -Diversität sind oder ob umgekehrt die Artenvielfalt die "Niche Relations" bestimmt ist nur schwerlich zu beurteilen, da Interaktionsmuster nicht unabhängig von der Artenzusammensetzung zu betrachten sind.

Gänzlich anders ist der Faktor Nachbarschaftseffekte zu beurteilen. Bedingt durch das große Längen-Breiten-Verhältnis der meisten Bestände gibt es beim Centaurio-Saginetum i. d. R. eine sehr lange Kontaktzone sowohl zu den trockenen Dünen als auch zu den wechselfeuchten Bereichen hin. Die Bedeutung der Nachbarschaft für die Artenzusammensetzung in einer Fläche wurde erstmals von Nordhagen (1939/40: 31, 53, 73 f., 89, 98, 106 f., unter dem Terminus "Vizinismus") hervorgerufen. Da er den Begriff Vicinitas stets so verwendete, als sei er ein gemeinhin bekannter, und da er diesen deshalb auch nicht definierte, sei an dieser Stelle ein Zitat angeführt, das wesentliche Aspekte des Sachverhaltes beinhaltet (NORDHAGEN 1939/40: 106 f.):

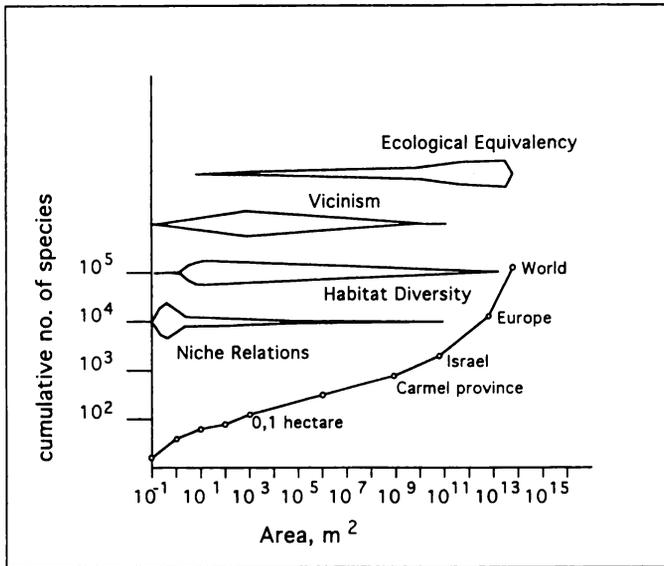


Abb. 5: Artenzahl-Areal-Kurve mit der raumbezogenen Bedeutung verschiedener Faktoren; nach Shmida & Wilson 1985: 17, verändert.

“Bisweilen können Tang- und Driftwälle auch im inneren Teil eines mit Salzwiesen (z. B. *Puccinellietum maritimae*, *Juncetum gerardi*, *Festucetum rubrae*) bekleideten Strandes deponiert werden. In solchen Fällen kann man aber nicht von einer Sukzession (z. B. *Puccinellietum* -> *Atriplicetum litoralis*) reden, denn der Driftwall schafft ja hier ein ganz neues Substrat. Der Vicinismus kann aber an solchen Orten eine gewisse Bedeutung haben, indem Diasporen aus den Salzwiesen auf die Driftwälle verfrachtet werden, wodurch besondere Varianten entstehen können.”

Direkter Kontakt und hoher Diasporendruck auf Flächen, die ökologisch immerhin noch so ähnlich sind, daß einige der Diasporen auch zur Keimung gelangen können, sind bezeichnende Merkmale des Vicinismus. Nach der Definition in WESTHOFF & VAN OOSTEN (1991: 275) ist unter Vicinismus das Erscheinen einer Pflanzenpopulation an einem bestimmten Ort zu verstehen, wenn es aus der Einwanderung von direkt benachbarten Flächen resultiert bzw. wenn die Populationsdichte von der direkten Nachbarschaft gleichartiger Individuen profitiert.

Der Begriff “Masseneffekt” (Mass Effect sensu SHMIDA & WILSON 1985: 6) deckt sich im wesentlichen mit dem Begriff Vicinismus: “With a high rate of propagule influx, some individuals of a species will become established in sites in which they cannot maintain viable populations. This flow of individuals from areas of high success (core areas) to unfavourable areas we call the mass effect.” ZONNEVELD (1995: 441) weist aber darauf hin, daß der Begriff des Masseneffektes aus mehreren Gründen unglücklich gewählt ist. Deshalb soll hier der ältere Ausdruck beibehalten werden.

Eine Reihe natürlicher und z.T. kurioser und amüsanter Erscheinungen läßt sich zwanglos nur durch Vicinismus erklären. So berichtet ZONNEVELD (1994: 441) von einem *Tortulo-Phleetum* in einem Dünengelände, an das eine Buchenpflanzung angrenzt. Regelmäßig erscheinen in diesem von Moosen und Winterannuellen beherrschten Kleingrasrasen Keimlinge und Jungpflanzen von *Fagus sylvatica*.

Diese Gesellschaft könnte nach ZONNEVELD (a.a.O.) als "Tortulo-Phleetum fagetosum, das für Pflanzensoziologen keinen Sinn machen würde!" (Übersetzung C. H.), bezeichnet werden. Weitere eigene Beobachtungen (n.p.) zeigen, daß Pflanzenarten aus völlig verschiedenen Syntaxa höheren Niveaus (Ordnung, Klasse, Formation) miteinander in einer Weise verwoben sein können, daß es auch bei einer noch so kleinräumigen Bestandserfassung nicht möglich ist, sie voneinander getrennt aufzunehmen: beispielsweise in Kontaktbereichen von Wäldern und Äckern, von Ruderalflächen und Hochmooren, von Gewässern und Trockenrasen.

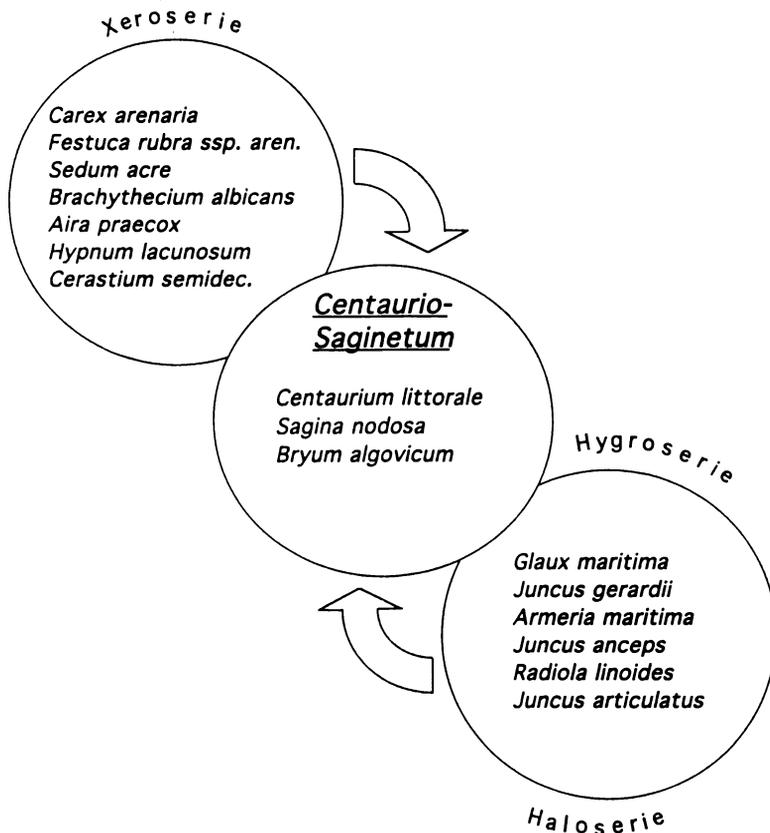


Abb. 6: Auswahl von Arten, die mit höherer Stetigkeit (II bis V) im Centauro-Saginetum auftreten; die Kreise geben die Lebensräume an, in denen diese Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt auf den Watteninseln haben. Die Pfeile symbolisieren, daß das Erscheinen dieser Arten im Centauro-Saginetum durch häufigen Vicinismus nicht auszuschließen ist.

Betrachtet man auf der Basis dieser Erkenntnisse nur die Arten des Centauro-Saginetum, die mit höherer Stetigkeit in dieser Gesellschaft vorkommen (Stetigkeitsklassen II bis V), so lassen sich diese in drei Gruppen teilen (vgl. auch Abb. 6):

1. Charakterarten: von diesen Arten ist anzunehmen, daß sich der Großteil ihrer Metapopulationen zumindest auf den Watteninseln innerhalb dieser Gesellschaft befindet. Zu diesen gehören *Sagina nodosa*, *Centaurium littorale* und *Bryum algovicum*.
2. Arten der Xeroserie: Zu den Arten mit Schwerpunkt in den trockenen Dünen, die mit hoher Stetigkeit auch im Centauro-Saginetum - zumeist aber mit kleiner Deckung - vorkommen, gehören

z. B. *Carex arenaria*, *Festuca arenaria*, *Sedum acre*, *Brachythecium albicans*, *Aira praecox*, *Hypnum lacunosum* und *Cerastium semidecandrum*.

3. Arten der Hygro- bzw. Haloserie: Zu den Arten, die ihren Schwerpunkt in wechselfeuchten Bereichen haben, gehören u. a. *Glaux maritima*, *Juncus gerardii*, *Armeria maritima*, *Juncus anceps*, *Radiola linoides* und *Juncus articulatus*.

Für die Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den nahegelegenen Kontaktgesellschaften haben, ist die Bereicherung der Artenzusammensetzung des Centaurio-Saginetum durch Vicinismus nicht auszuschließen. Möglicherweise kommen in Abhängigkeit von den sich wandelnden ökologischen Bedingungen (Kochsalzgehalt des Bodens, Witterungsverhältnisse) mal die einen und mal die anderen Arten zum Zug.

Das Phänomen des Vicinismus bietet damit eine mögliche Erklärung für den hohen Wert der  $\alpha$ -Diversität beim Centaurio-Saginetum. Keine der Kontaktgesellschaften ist i. d. R. ähnlich lang und schmal ausgebildet; für keine der Kontaktgesellschaften sind daher ähnlich gute Voraussetzungen für Vicinismus gegeben.

## 5. Zusammenfassung

Am Beispiel des Centaurio-Saginetum mit seinen Kontaktgesellschaften wird eine Methode aufgezeigt, mit Hilfe derer Probeflächen unterschiedlicher Größe hinsichtlich ihrer Artendiversität miteinander verglichen werden können. Die Bedeutung des Vicinismus für die Artenvielfalt von linearen Strukturen und Übergängen wird diskutiert.

## Literatur

- ARRHENIUS, O. (1921): Species and area. - J. Ecol., 9: 95-99.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): Pflanzensoziologie. - Berlin: 330 S.
- COCKBURN, A. (1995): Evolutionsökologie. - Stuttgart, Jena, New York: 357 S.
- CONNELL, J.H. (1978): Diversity in tropical forests and coral reefs. - Science, 199: 1302-1310.
- DARWIN, C. (1859) (1995): Die Entstehung der Arten (The origin of the species). - Aufl. n. gez. Stuttgart: 693 S.
- DAVIS, S.D., S.J.M. DROOP, P. GREGERSON, L. HENSON, C.J. LEON, J. LAMMLEIN VILLA-LOBOS, H. SYNGE & J. ZANTOVSKA (1986): Plants in danger. What do we know? - Int. Union for Conserv. of Nature and Nat. resources. - Gland, Cambridge: 461 S.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. - Stuttgart: 683 S.
- FINK, H.G., H. VIBRANS & I. VOLLMER (1992): Übersicht der Roten Listen und Florenlisten für Farn- und Blütenpflanzen der Bundesländer, der Bundesrepublik Deutschland (vor dem 3. Oktober 1990) sowie der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik. - Schr.reihe Veg. kde., 22: 262 S.
- GAUSE, G.F., O. NASTUKOWA & W. ALPATOW (1935): The influence of biologically conditioned media on the growth of a mixed population of *Paramecium caudatum* and *P. aurelia*. - J. Anim. Ecol., 3: 222-320.
- HOB OHM, C. (1991): Die Pflanzengesellschaften von Norderney. - Diss. Univ. Hannover. Hannover: 214 S.
- HOB OHM, C & W. HÄRDTLE (1997): Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. - Tuexenia, 17: zur Publikation eingereicht.

- HUTCHINSON, G.H. (1959): Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? - *American Naturalist*, 93: 145-159.
- LOZAN, J.L. (1992): *Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler*. - Berlin, Hamburg: 237 S.
- MACARTHUR, R.H. & E.O. WILSON (1967): *The Theory of Island Biogeography*. - Princeton, New York.
- MALYSHEV, L.I. (1991): Some quantitative approaches to problems of comparative floristics. - In: P.L. NIMIS & T. J. CROVELLO (Hrsg.): *Quantitative approaches to Phytogeography*. - S. 15-33.
- NORDHAGEN, R. (1939/40): Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. Studien über die maritime Vegetation Norwegens 1. - *Bergens Museums Aarbok, Naturvidenskapelig rekke*, 2: 123 S.
- POREMBSKI, S, J. SZARZYNSKI, J.-P. MUND & W. BARTHLOTT (1995): Biodiversity and vegetation of small-sized inselbergs in a West African rain forest (Tai, Ivory Coast). - *J. Biogeography*, 23: 47-55.
- ROSENZWEIG, M.L. (1971): Paradox of enrichment: destabilization of exploitation ecosystems in ecological time. - *Science*, 171: 385-387.
- ROSENZWEIG, M.L. (1995): *Species diversity in space and time*. - Cambridge, New York, Melbourne: 436 S.
- SHMIDA, A. & M. v. WILSON (1985): Biological determinants of species diversity. - *J. Biogeography*, 12: 1-20.
- THIENEMANN, A. (1956): *Leben und Umwelt. Vom Gesamthaushalt der Natur*. - Hamburg: 153 S.
- WESTHOFF, V. & M.F. van OOSTEN (1991): *De plantengroei van de Waddeneilanden*. - Den Haag: 417 S.
- ZONNEVELD, I.S. (1994): Vicinism and mass effect. - *J. Vegetation Science*, 5: 441-444.

## Dank

Meinen Freunden und Kollegen Dr. Joop Schaminee, Drs. Jan Jansen und Drs. Stephan Hennekens, alle Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen, möchte ich ganz herzlich für Informationen und unveröffentlichte pflanzensoziologische Aufnahmen, die eine wichtige Grundlage der hier vorgelegten Untersuchungen darstellen, danken.

PD Dr. Carsten Hobohm  
 Universität Lüneburg  
 FB 4  
 Institut für Ökologie und Naturschutz

D-21332 Lüneburg

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Braunschweiger Geobotanische Arbeiten](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Hobohm Carsten

Artikel/Article: [Aspekte der Artenvielfalt von linearen Strukturen und Übergangsbereichen 295-304](#)