

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	2	303-308	1999	Freiburg im Breisgau 23. September 1999
----------------------------------------------------	---------	---	---------	------	--------------------------------------------

Zur Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften

von

CARSTEN HOBOHM, Lüneburg, & JÖRG PETERSEN, Hannover*

Zusammenfassung: Für verschiedene Pflanzengesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea und Saginetea wird auf der Basis von drei Indizes (α -Index, Shannon-Index, Evenness) die Diversität berechnet. Dabei zeigt sich, daß die Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften im Vergleich zu ihren Kontaktgesellschaften bzw. zu anderen Pflanzengesellschaften in Grenzlebensräumen häufig sehr viel größer ist. Spitzenwerte der α -Diversität sind vergleichbar mit denen von Trocken-rasen oder Magerweiden. Auf der Grundlage einiger Theorien zur Artenvielfalt wird versucht, die Ergebnisse zu erklären.

Summary: Three diversity indices (α -index, Shannon-index, evenness) are calculated for some communities of the Isoëto-Nanojuncetea and Saginetea. It can be shown that the species composition of these communities is rich in relation to some Phragmitetea, Bidentetea and Agrostietea communities in contact and in relation to other communities of border zones. High values for the α -diversity indicate species richness like in dry meadows or in unfertilized grazed areas. Some theories are discussed to explain the empirical data.

Einleitung

Ziel der Untersuchungen war es, die Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften zu ermitteln und Gründe für die Artenvielfalt zu diskutieren. Um entsprechende Untersuchungsergebnisse in einem größeren Rahmen vergleichen zu können, sollten verschiedene Kenngrößen (Messwerte, Indizes) für verschiedene Pflanzengesellschaften der Isoëto-Nanojuncetea bzw. Saginetea bestimmt werden. Vor dem Hintergrund einiger Theorien, die im Zusammenhang mit der Artenvielfalt zu diskutieren sind, und auf der Basis einfacher statistischer Verfahren sollte darüber hinaus festzustellen sein, welche Mechanismen eine maßgebliche Rolle spielen könnten.

* Anschriften der Verfasser: PD Dr. CARSTEN HOBOHM, Universität Lüneburg, Fachbereich Umweltwissenschaften/Ökologie, D-21332 Lüneburg. – Dr. JÖRG PETERSEN, Universität Hannover, Institut für Geobotanik, Nienburger Straße 17, D-30167 Hannover

Material und Methoden

Für die Berechnungen der Diversitätsindizes wurden 20 noch nicht publizierte Aufnahmen des Centaurio-Saginetum (PETERSEN 1993: Anhang) und 76 Aufnahmen des Cicendietum filiformis (syn. Ranunculo-Radioletum; PETERSEN 1999), die vom 2. Autor zwischen 1994 und 1997 auf Inseln der südlichen Nordsee angefertigt wurden, 9 noch unveröffentlichte Aufnahmen des Cypero-Limoselletum, die vom 1. Autor 1998 an der Elbe angefertigt wurden und Tabellen bzw. Werte aus MÜLLER-STOLL & PIETSCH (1985), TÄUBER (1994), TÄUBER (1998), HOBOHM & HÄRDTLE (1997), HOBOHM 1998 a und b, zugrundegelegt. Insgesamt stehen auf diese Weise 324 Aufnahmen zur Verfügung.

Mit den folgenden Verfahren sollten 1. die für Zwergbinsengesellschaften charakteristischen Werte der Artenvielfalt bestimmt werden um diese mit Werten aus anderen Lebensräumen – Trockenrasen, Röhrichten, Niedermooren etc. – vergleichen zu können, 2. sollten mögliche Abhängigkeiten von ökologischen Bedingungen ermittelt werden, und 3. sollte festgestellt werden, ob die verschiedenen zur Berechnung der Diversität verwendeten Indizes in irgend einer Weise zusammenhängen.

Es wurden die folgenden Diversitätsindizes berechnet: der Shannon-Index (Formel z. B. in SCHÄFER 1992: 82, HAEUPLER 1982: 37 ff.) für die Aufnahmen des Cypero-Limoselletum von der Elbe; dieser und der folgende Index machen es notwendig, daß von allen Arten innerhalb der Probestfläche auch die Individuenzahlen erfaßt werden. Die Formel lautet:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i * \log p_i) ;$$

Die Evenness-Werte wurden ebenfalls für die Cypero-Limoselletum-Aufnahmen von der Elbe nach der folgenden Formel (aus HAEUPLER 1982: 43) berechnet:

$$E = H/\log S$$

Der α -Index als Maß für die Artendichte (vgl. Hobohm 1998a: 72) wurde für alle Aufnahmen berechnet:

$$a = \log S - (z * \log A + \log c)$$

In diesen drei Formeln bedeuten:

- H = Shannon-Index; als „Mischindikator“ für Gleichverteilung der Arten innerhalb einer Untersuchungsfläche und Artenvielfalt,
- i = Laufvariable für die Arten von 1 bis S,
- S = Gesamtartenzahl innerhalb einer Untersuchungsfläche,
- p_i = N_i/N_{ges} ,
- N_i = Individuenzahl der Art i,
- N_{ges} = Summe aller Individuen in einer Untersuchungsfläche,

- E = Evenness-Wert; als Maß für die Gleichverteilung der Arten innerhalb der Untersuchungsfläche,
 α = Maß für die Artendichte (Artendichte = S/A),
 z = Anstieg der Regressionsgeraden der Artenzahl-Areal-Beziehung im doppelt-logarithmischen Raum; für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas wurde ein z-Wert von 0,2 ermittelt,
 A = Größe der Untersuchungsfläche,
 logc = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse (logS bei logA = 0; für Pflanzengesellschaften Mitteleuropas wurde ein Durchschnittswert von logc = 1 ermittelt).

Aus dem Tabellenkopf des o. a. Aufnahmемaterials konnten weitere charakteristische Größen wie Deckungen, Wuchshöhen, Individuenzahlen, Zeigerzahlen, oder bodenökologische Messdaten wie Mächtigkeit des Ah-Horizontes in cm, organischer Gehalt in g/m^2 , pH-Wert zugrundegelegt werden, um mit Hilfe von Korrelationsanalysen mögliche Zusammenhänge mit der Artenvielfalt aufzudecken.

Ergebnisse

Einige Ergebnisse aus den Berechnungen der α -Indizes sowie der Korrelationsanalysen zum Verhältnis von Artenvielfalt und Gesamtdeckung sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die durchschnittlichen α -Werte aller ausgewerteten Aufnahmen liegen im positiven Bereich und repräsentieren somit Pflanzengesellschaften, die überdurchschnittlich artenreich sind (vgl. HOBÖHM & HÄRDLE 1997: 22 ff.). Für Bestände des Cypero-Limoselletum an der Mittelbe und für das Centauro-Saginetum auf den Nordseeinseln kann gezeigt werden, daß die Artenvielfalt in der Regel auch deutlich größer als die der Kontaktgesellschaften ist (vgl. HOBÖHM 1998b: 297 ff.).

Pflanzengesellschaft (Anzahl der Aufnahmen, Autoren, Raum)	α -Index Minimum	α -Index Durchschnitt	α -Index Maximum	Korrelationskoeffizient r für die Beziehung von α und Deckung (Stichpr.umfang/Sign.schranke)
Cicendietum filiformis (76 Aufn., PETERSEN n. p., Nordseeinseln)	-0,36	0,24	0,53	0,785 (76/0,37)
Centauro-Saginetum (159 Aufn. div. Autoren aus HOBÖHM 1998b, Westfries. Inseln)	-0,36	0,2	0,55	0,72 (159/0,26)
Centauro-Saginetum (10 Aufn., PETERSEN n. p., aus HOBÖHM & HÄRDLE 1997, Langeoog)	0	0,2	0,3	0,71 (10/0,87)
Samolo-Cyperetum (13 Aufn., MÜLLER-STOLL & PIETSCH 1985, NE- und Mitteldeutschland)	-0,2	0,2	0,35	0,1 (13/0,8)
Cypero-Limoselletum (9 Aufn., HOBÖHM 1998 n. p., Mittelbe)	0,08	0,18	0,32	0,56 (9/0,9)
Centauro-Saginetum (20 Aufn., PETERSEN n. p., Nordseeinseln)	-0,05	0,16	0,38	0,36 (20/0,68)
<i>Elatine triandra-Elatine hydropiper</i> -Ges. (18 Aufn., TÄUBER 1998, Niedersachsen)	-0,22	0,05	0,4	0,13 (18/0,71)
Spergulario-Illecebretrum (19 Aufn., TÄUBER 1994, Lüneburger Heide)	-0,38	0,04	0,39	0,45 (19/0,69)
Gesamter Datensatz	-0,38	0,2	0,55	0,57 (324/0,18)

Tab. 1: α -Werte und Korrelationskoeffizienten für die Beziehung von Artenvielfalt und Gesamtdeckung einiger Zwergbinsengesellschaften. Die durchschnittlichen α -Werte aller zugrundegelegten Tabellen sind positiv, repräsentieren also vergleichsweise artenreiche Gesellschaften. Die artenreichste Gesellschaft ist das Cicendietum filiformis. Für den gesamten Datensatz ist die Beziehung von Artenvielfalt und Gesamtdeckung hochsignifikant (nicht jedoch für jeden Teildatensatz).

Die Unterschiede zwischen Minimum und Maximum können innerhalb einer Pflanzengesellschaft sehr groß sein.

Der α -Index und die Gesamtdeckungen sind – bezogen auf vorliegende Aufnahmenkollektive – stets positiv miteinander korreliert, wenngleich diese Beziehung nicht in jedem Fall signifikant ist. Dies bedeutet, daß die Artenvielfalt innerhalb der Zwergbinsengesellschaften tendenziell mit der Deckung steigt. Möglicherweise ist eine Korrelation von Artenzahl, Individuenzahl und Deckung als typisches Merkmal von Pflanzengesellschaften in Grenzlebensräumen zu betrachten. Viele eigene Beobachtungen, auch noch nicht publizierte Korrelationsanalysen aus Dünen-, Salzwiesen- und Schuttflurökosystemen deuten darauf hin.

Die übrigen Beziehungen – z. B. Boden-pH und Artenvielfalt oder Nährstoff-Zeigerzahl und Artenvielfalt – sind für den zugrundeliegenden Datensatz der Zwergbinsengesellschaften in der Regel nicht signifikant korreliert oder sie beziehen sich nur auf kleinere Datensätze und lassen kein Tendenz erkennen, die zu verallgemeinern wäre.

Anhand der Aufnahmen des Cypero-Limoselletum an der Mittelalbe wurde das Verhältnis der verschiedenen Diversitätsindizes untereinander verglichen. Dabei zeigte sich einmal mehr (vgl. HAEUPLER 1982: 37 ff.), daß der Shannon-Index und die Evenness hochsignifikant miteinander korreliert sind ($r = 0,96$; Signifikanzschwelle = 0,9 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %). Die Beziehungen dieser beiden Indizes zum α -Index waren nicht signifikant. Dieser Befund ist insofern erstaunlich, als der Shannon-Index sowohl durch die Artenvielfalt (die über den α -Index zu bestimmen ist), als auch durch die Verteilung der Individuen auf die beteiligten Arten (die durch den Evenness-Wert ausgedrückt wird), bestimmt wird. Es wäre deshalb zu erwarten gewesen, daß der Shannon-Index eine intermediäre Position zwischen Evenness und α -Index einnehmen würde. Durch einfaches Spielen mit verschiedenen Arten- und Individuenzahlen läßt sich aber zeigen, daß die Artenvielfalt in Abhängigkeit von der Verteilung der Individuen den Shannon-Index auf ganz unterschiedliche Weise beeinflusst. Eine größere Artenvielfalt kann bei extremer Ungleichverteilung der Individuen sogar zu einem kleineren Shannon-Index führen!

Diskussion

Zwergbinsengesellschaften gehören zu den Vegetationseinheiten, die bevorzugt Grenzlebensräume besiedeln. Viele der Bestände haben zu keiner oder nur zu einer Seite hin Kontakt zu anderen Pflanzengesellschaften. Die Zusammensetzung innerhalb solcher „Grenz-Gemeinschaften“ (beispielsweise zu finden auf Spülsäumen, in Dünen, Salzwiesen, Schuttfluren, an Quellen, Bächen, Seeufnern etc.) ist zumeist sehr artenarm (HOBÖHM & HÄRDITTE 1997: 22 ff.).

Zu diskutieren ist die Frage, warum dies bei den Zwergbinsengesellschaften sehr häufig nicht der Fall ist.

Die Artenvielfalt an einem Ort (z. B. innerhalb einer Probefläche) ist generell von drei verschiedenen Betrachtungsebenen her zu erklären: 1. von der stammesgeschichtlich-genetischen, 2. der wanderungsgeschichtlich-wanderungsbiologischen und 3. der rezent-ökologischen Betrachtungsebene. Die Bedeutsamkeit einzelner Prozesse kann allerdings von Ort zu Ort ganz verschieden sein.

Zur Erklärung von kleinräumigen Unterschieden können vor allem Thesen der wanderungsgeschichtlich - wanderungsbiologischen und der ökologischen Ebene beitragen; stammesgeschichtliche Abläufe benötigen große oder isolierte Räume und viel Zeit, sind daher für eine Erklärung der hier zu diskutierenden Unterschiede in der Artenvielfalt kaum relevant.

Von den vielen Theorien dieser beiden Ebenen (vgl. die ausführliche Diskussion in HOBOM & HÄRDTLE 1997: 28 ff.) können insbesondere solche zu einer Erklärung beitragen, die sich auf lebensraumtypische Prozesse beziehen. Für viele Zwergbinsengesellschaften auf den Nordseeinseln, am Elbufer und auch an schlammigen Teichrändern ist eine mehr oder weniger regelmäßige Vernichtung der Bestände durch plötzliche Überflutungen oder mechanische Zerstörungen typisch. Andererseits fallen große Bereiche dann für viele Wochen oder gar Monate im Sommer trocken und bieten vielen Arten beste Keimungsbedingungen: mit einer zumeist recht guten Versorgung an Nährstoffen, Licht und Wasser (Regenwasser bzw. Bodenfeuchte).

Es ist offensichtlich, daß immer wieder Pflanzenarten aus ganz unterschiedlichen Gesellschaften, die sich in der Nähe befinden (z.B. Ruderal-, Röhricht-, Weichholzauen- und Flutrasenarten), – zumeist vergeblich – versuchen, diesen Standort zu erobern. NORDHAGEN (1939/40: 31 ff.) hat diesen Effekt als Vicinismus (im Original mit „z“) bezeichnet.

Der möglicherweise für die Artenvielfalt der meisten Zwergbinsengesellschaften wichtigste Faktor ist das überflutende Wasser: Zum einen zerstört und beschattet es, zum anderen sorgt es für die Ausbreitung von Arten. Zumindest Zwergbinsengesellschaften in Grenzlebensräumen an Ufern zeigen häufig eine drastische Abnahme der Artenvielfalt zum Wasser hin. Mit der Frage der Auswirkungen von Zerstörungen in Abhängigkeit von der Intensität und Frequenz setzt sich die „intermediate disturbance hypothesis“ (CONNELL 1978: 1303) auseinander. Auf einigen Nordseeinseln wird Plaggenhieb als Maßnahme des praktischen Naturschutzes angewandt. Auf diese Weise werden freie Flächen geschaffen, die später z.T. von sehr artenreichen Zwergbinsengesellschaften besiedelt werden (PETERSEN 1999).

Als ökologisch wichtige Faktoren sind zweifellos das Raumangebot und Licht zu betrachten. Denn in bezug auf diese Parameter unterscheiden sich Zwergbinsengesellschaften von den meisten Kontaktgesellschaften evident; Raum und Licht sind für sehr viele Arten die Voraussetzung zum Keimen. Auf den Faktor Licht bezieht sich die „species-energy-hypothesis“ von HUTCHINSON (1959); diese und weitergehende Betrachtungen werden ausführlich in HOBOM (1998: 35 ff.) diskutiert.

Der Nährstoffgehalt der Böden ist für die Artenvielfalt vieler Zwergbinsengesellschaften offensichtlich kein differenzierender Faktor. Die Beziehung zwischen α -Index und Stickstoff-Zeigerzahl war in keinem Fall signifikant. Obwohl in Zwergbinsengesellschaften wenig konkurrenzstarke, niedrigwüchsige und wenig produktive Arten häufig zu finden sind, kann daraus nicht geschlossen werden, daß die entsprechenden Substrate nährstoffarm wären; Nitrophyten, die offensichtlich keinen Mangel leiden, sind ebenso häufig vergesellschaftet und gelangen häufig bereits im Hochsommer zur Dominanz (vgl. auch die Untersuchungen von ALBRECHT bzw. HERMS in diesem Tagungsband).

Schrifttum

- CONNELL, J.H. (1978): Diversity in tropical forests and coral reefs. – *Science* 199, 1302-1310.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation – Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. – *Diss. Bot.* 65, 268 S.
- HOBOHM, C. (1998 a): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – *Arch. naturw. Diss.* 5, 231 S., Wiehl.
- HOBOHM, C. (1998 b): Aspekte der Artenvielfalt von linearen Strukturen und Übergangsbereichen. – *Braunschweiger Geobot. Arbeiten* 5, 295-304.
- HOBOHM, C. & W. HÄRDTLE (1997): Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – *Tuexenia* 17, 19-52.
- HUTCHINSON, G. E. (1959): Homage to Santa Rosalia; or, why are there so many kinds of animals. – *Am. Naturalist* 93, 145-159.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & W. PIETSCH (1985): Das Samolo-Cyperetum fuscii, eine neue Euanocyperion flavescens-Gesellschaft aus Mitteleuropa. – *Tuexenia* 5, 73-79.
- NORDHAGEN, R. (1939/40): Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. Studien über die maritime Vegetation Norwegens 1. – *Bergens Museums Aarbok, Naturvidenskapelig rekke* 2, 123 S.
- PETERSEN, J. (1993): Die Hygroserie und Kontaktgesellschaften der Insel Langeoog. – 105 S., unveröff. Diplomarbeit Univ. Hannover.
- PETERSEN, J. (1999): Die Dünenvegetation der Wattenmeer-Inseln in der südlichen Nordsee. Eine pflanzensoziologische und ökologische Vergleichsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzung und Naturschutz. – 203 S., noch unveröff. Dissertation, Univ. Hannover.
- SCHAEFER, M. (1992): Ökologie Wörterbücher der Biologie. – 3. Aufl., 433 S., Jena.
- TÄUBER, T. (1994): Vegetationsuntersuchungen auf einem Panzerübungsgelände im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. – *Tuexenia* 14, 197-228.
- TÄUBER, T. (1998): Neu- und Wiederfunde von Arten der Zwergbinsen-Gesellschaften in Niedersachsen. – *Flor. Rundbr.* 32/1, 74-80.

(Am 15. Februar 1999 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1998-2001

Band/Volume: [NF_17](#)

Autor(en)/Author(s): Hobohm Carsten, Petersen Jörg

Artikel/Article: [Zur Artenvielfalt von Zwergbinsengesellschaften \(1999\) 303-308](#)