# Anwendungsmöglichkeiten für Diversitätsindizes im Grünland

N. Kühn, J. Pfadenhauer

**Synopsis**
The word "diversity" has been used very often in the last time. It stands for stability, high value and naturalness of ecosystems. On the basis of diversity-indices, it has been tried to make statements about the value of different grassland-phytocoenosis. The above mentioned investigation reveals, that the individual mathematical values do not give much evidence. But the spatial or temporal comparison with other values has led to results about the spatial categorization of a distinctive value or a temporal development of plots or fields. This kind of evaluation supplies additional possibilities to discribe and to value grassland-phytocoenosis.

*Evaluation, diversity, grassland, diversity-indices*

## 1. Einleitung

Die Diversität (auch als Artenvielfalt, Biodiversität, Artenreichtum) von Lebensgemeinschaften hat sowohl in Fachkreisen als auch in der breiten Öffentlichkeit als Argument in Naturschutzbelangen inzwischen eine große Popularität erreicht. Dabei wird eine hohe Diversität mit einem hohen Wert einer Lebensgemeinschaft gleichgesetzt, niedrige Diversität mit Geringwertigkeit und starker menschlicher Überprägung. Unberücksichtigt bleibt dabei, daß die Höhe der Diversität auch maßgeblich von den Makro- und Mesoeigenschaften des Standorts bestimmt wird (siehe dazu HABER, 1979, VAN DER MAAREL, 1988).

Anhand der Grünlandvegetation soll an dieser Stelle die Ausbildung der Diversitäten an verschiedenen Standorten mit unterschiedlich intensiver Nutzung dargestellt werden. Es stellt sich die Frage, ob mit dieser Methode eine bessere Beurteilung von Pflanzengemeinschaften bezüglich ihrer biotischen Wertigkeit erreicht werden kann als z.B. mit der reinen Artenzahl. Ebenfalls untersucht wurde, ob eine einsetzende Sukzession, die durch Artenverschiebung nicht eindeutig erkennbar werden, durch Diversitätsindizes aufgedeckt werden kann.

## 2. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen entstammen den vegetationskundlichen Erhebungen, die seit 1990 im Rahmen des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) durchgeführt werden. Untersuchungsobjekt sind die Flächen des ehemaligen Klostergutes in Scheyern im Naturraum Donau-Isar Hügelland (Lks. Pfaffenhofen/Ilm, Oberbayern). Das Gelände erstreckt sich in einer Höhenlage von 450 bis 490 m ü.NN mit 833 mm Niederschlägen im Jahr und einer Jahrestemperatur von 7,3°C (Langjährige Mittel).

Die Beprobungsflächen sind nach einem 50 m x 50 m Raster verteilt und besitzen eine Größe von 10 x 10 $m^2$. Für die vorliegende Darstellung wurden nur die Flächen mit Grünlandvegetation ausgewertet. Der Erhebungszeitpunkt war bei den Weiden vor dem Auftrieb, bei den Wiesen vor dem ersten Schnitt.

Auf den beiden Weidebereichen existiert eine Koppeleinteilung, sie wurden mit Färsen bzw. seit 1993 mit einer Mutterkuhhaltung (1,2–1,9 GV pro ha) bestoßen. Die Wiesen wurden seit 1991 unter Entzug mineralisch gedüngt und 2-(3)-schürig bewirtschaftet.

## 3. Methode

Grundlage sind Berechnungen zur -Diversität von Pflanzengemeinschaften des Grünlandes. Die Arten-Diversität setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Anzahl der Elemente (hier: Arten) einer Gemeinschaft (engl.: species richness)
- deren mengenmäßiges Verhältnis zueinander (engl.: evenness)

Wie bei HAEUPLER (1982) angegeben wurden aus Deckungsschätzungen (nach Braun-Blanquet, verändert durch PFADENHAUER & al., 1986) folgende Indizes berechnet:

| Name: | Angewandte Formel: | Aussage: |
|---|---|---|
| Simpson-Index | $D = -\ln \sum (n_i/N)^2$ | Wahrscheinlichkeit, daß zwei zufällig ausgewählte Individuen zur selben Art gehören |
| Shannon-Index | $H' = -\sum (n_i/N \ln(n_i/N))$ | Grad der Unsicherheit, zu welcher Art ein zufällig ausgewähltes Individuum gehört |

mit $n_i$ = Bedeutungswert der Art i; N = Artenzahl der Aufnahme

aus dem Shannon-Index wurde die Evenness berechnet:

| | | |
|---|---|---|
| Evenness | $E = H'/H_{max}$ | Ausbildung der maximalen Gleichverteilung |

mit H' = Shannon-Index; $H_{max}$ = Wert des Shannon-Index bei max. Gleichverteilung der Arten

Die hier angegebenen Formeln der Indizes gibt es auch in anderen Fassungen (z.B. Simpson-Index ohne Logarithmus). Zu mathematischen Fragen sei auf die entsprechende Literatur verwiesen (z.B. LUDWIG & REYNOLDS, 1988 oder MAGURRAN, 1988).

## 3. Ergebnis

### 3.1 Flächige Verteilung von Diversitätswerten

Aus Abb. 1 und 2 wird die flächige Verteilung der Werte für Shannon- und Simpson-Index im Grünland des Klostergutes ersichtlich. Die beiden Indizes zeigen ähnliche Verteilungsmuster in den angegebenen Werteklassen (je höher der Wert, desto höher die Diversität).

Es fällt auf, daß die Werte eine weite Amplitude aufweisen, obwohl sie der gleichen Vegetationseinheit angehören. Dies läßt auf eine Varianz von Standorteigenschaften und der Nutzungsintensität schließen, da die Ausbildung der Diversität durch Streßfaktoren und Störungen gemindert werden kann (siehe dazu Haber, 1979). Die höchsten Werte erreichen extensiv genutzte Wiesen auf frischen Standorten mit guter Nährstoffversorgung, die niedrigsten Werte Mineralstoff-gedüngtes Saatgrünland. Hier hat der hohe menschliche Eingriff ackerähnliche Zustände zur Folge. Die höchsten Artenzahlen besitzen im Untersuchungsgebiet Kohldistelwiesen und trockene Glatthaferwiesen im Übergang zu Silikatmagerrasen. Sie enthalten auch die nach dem Arten- und Biotopschutzprogramm für den Landkreis Pfaffenhofen (1990) naturraumbedeutsamen Arten und Arten der Roten Liste. Diese Flächen erreichen jedoch nicht die Diversitätszahlen der traditionell extensiv genutzten Wiesenbereiche. Der Grund läßt sich im Streßfaktor Wasser vermuten, das an den artenreichen Standorten im Überfluß oder Mangel vorkommt.

Der reine Zahlenwert kann deshalb nur im Vergleich zu Nutzung und Standort zur Bewertung herangezogen werden. Unter dieser Voraussetzung können Diversitätsindizes eine wichtige Zusatzinformation z.B. zur Artenzahl darstellen.

Die Verwendung der Evenness zum flächigen Vergleich bei einer Istzustandserfassung erscheint nicht sinnvoll, da die Gleichverteilung unabhängig von der Artenzahl keine Bewertung zuläßt. Zum Beispiel besitzt Saatgrünland eine hohe Evenness, obwohl es nur wenige Arten enthält, die jedoch zu gleichen Anteilen eingebracht wurden.

### 3.2 Veränderung der Diversitätswerte bei veränderter Nutzung

Die untersuchten Grünlandflächen wurden bis 1990 durch verschiedene Besitzer unterschiedlich intensiv genutzt. Danach setzte eine einheitlich Nutzung durch das Versuchsgut ein, die in Teilbereichen eine Bestandesveränderung bewirkte. Abb. 3 zeigt die Gesamtheit der Werte für die Weiden von 43 Dauerbeobachtungsflächen für die Jahre 1991 und 1994.

Während die Entwicklung der Artenzahlen allein keine Tendenzen erkennen läßt, läßt sich eine Konzentration der Evenness-Werte 1994 im Bereich zwischen 0,55 und 0,8 feststellen. Den Endpunkt der Entwicklung müßte eine Spanne der Diversitätswerte darstellen, deren Ursache bei einheitlicher Nutzung allein durch Standortsunterschiede bestimmt wird. Dazu müßte die Bewirtschaftung jedoch so lange aufrechterhalten werden, bis alle Arten ihr mögliches Verbreitungsareal im Untersuchungsgebiet besiedelt haben. Die Entwicklung von 1991–94 deutet diese »natürliche Standortsamplitude« bei extensiver Grünlandnutzung bereits an.

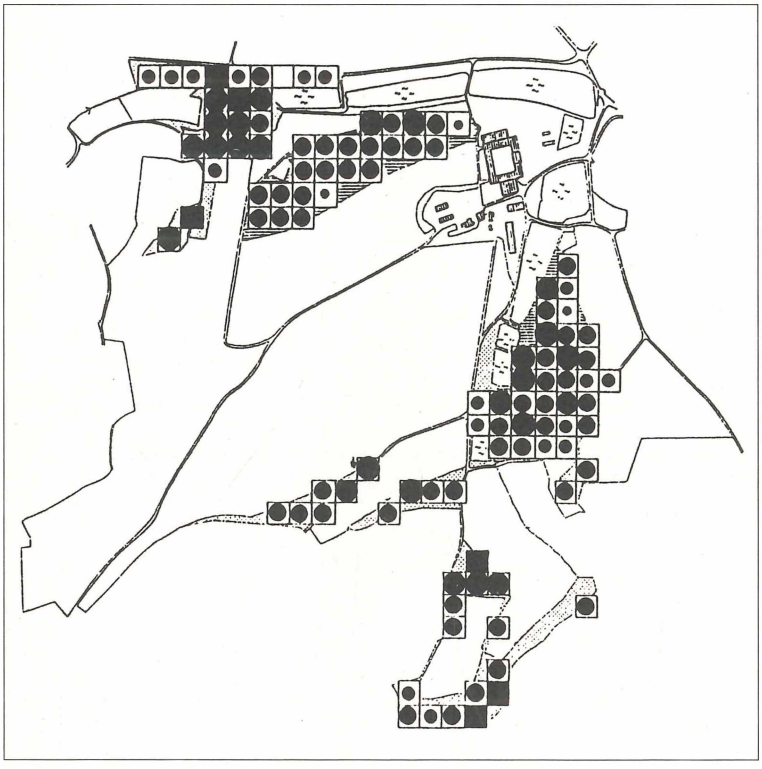


Abb. 1
**Verteilung der Werte für den Shannon-Index auf den Grünland-Dauerbeobachtungsflächen des Versuchsgutes in Scheyern im Jahr 1991**

Fig. 1
**Distribution of values for the shannon-index on grasland-permanent-plots of the reseach-farm of Scheyern in 1991**

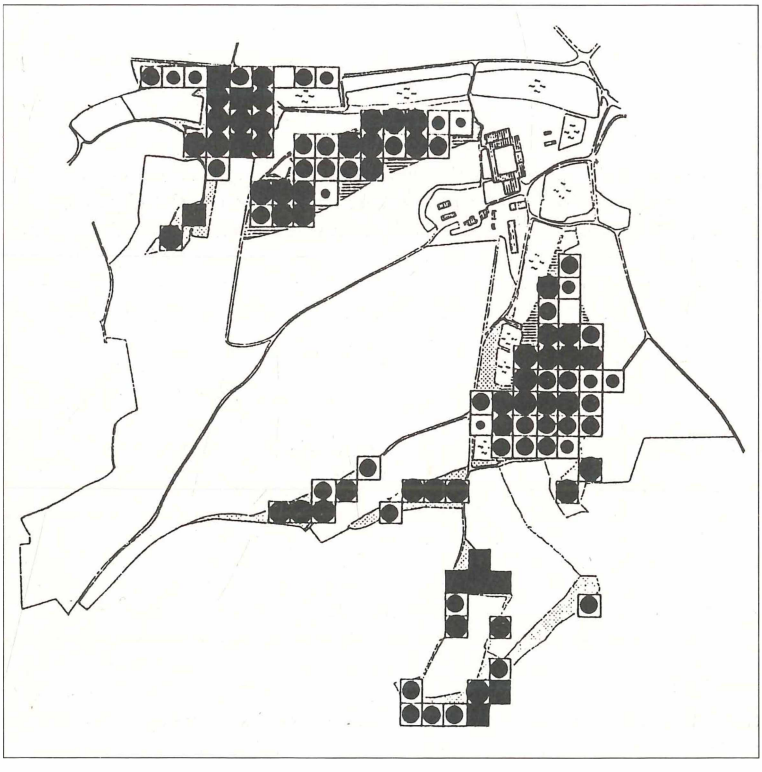


Abb. 2
**Verteilung der Werte für den Simpson-Index auf den Grünland-Dauerbeobachtungsflächen des Versuchsgutes in Scheyern im Jahr 1991**

Fig. 2
**Distribution of values for the simpson-index on grasland-permanent plots of the reseach-farm of Scheyern in 1991**

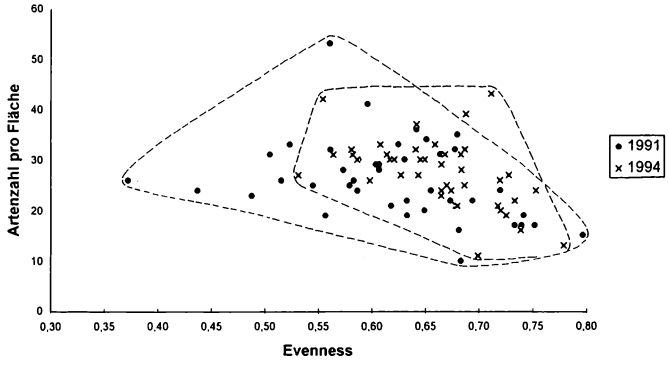


Abb. 3
**Verhältnis der Artenzahl zu Evenness an 43 Dauerbeobachtungspunken auf Weiden in den Jahren 1991 und 1994**

Fig. 3
**Relation between number of species and evenness on 43 permanent plots of pastures in 1991 and 1994**

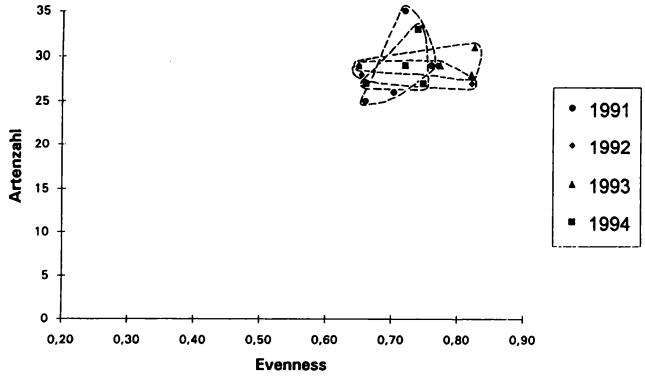


Abb. 4
**Verhältnis von Evenness zu Artenzahl auf Wiese 1 in den Jahren 1991–94 (Werte von 4 Dauerbeobachtungsflächen)**

Fig. 4
**Relation between number of species and evenness on meadow 1 from 1991 to 1994 (values of 4 permanent plots)**

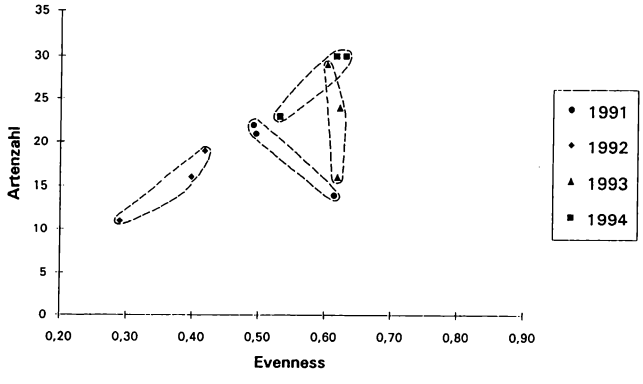


Abb. 5
**Verhältnis von Evenness zu Artenzahl auf Wiese 2 in den Jahren 1991–94 (Werte von 3 Dauerbeobachtungsflächen)**

Fig. 5
**Relation between number of species and evenness on meadow 2 from 1991 to 1994 (values of 3 permanent plots)**

Bei Verwendung von Diversitätsindizes statt der Evenness ergeben sich nahezu identische Tendenzen. Auch hier wird die Konzentration der Werte aus dem Jahr 1994 im oberen Bereich der Werte aus dem Jahr 1991 ersichtlich.

### 3.3 Veränderungen der Diversitätswerte innerhalb von Bewirtschaftungseinheiten

Durch die Korrelation von Artenzahl und Evenness lassen sich Vegetationsveränderungen innerhalb von Bewirtschaftungseinheiten aufzeigen. In Abb. 4 und 5 werden die Werte aus zwei Wiesen, die drei bzw. vier Dauerbeobachtungsflächen beinhalten, für die Jahre 1991–1994 gegenübergestellt.

Auf Wiese 1 (Abb. 4) wurde durch die einsetzende extensive Nutzung ab 1991 keine Entwicklung in Gang gesetzt. Graphisch aufgetragen, lassen die Werte aus vier Jahren keine Veränderungstendenzen erkennen. Die Werte aus den verschiedene Jahren überlagern sich.

Wiese 2 (Abb. 5) dagegen zeigt auffällige Veränderungen von einem Jahr zum anderen. Im Jahre 1992 hatte sich aus der Ausgangssituation ein Dominanzbestand aus wenigen Arten gebildet. Ab 1993 steigt die Artenzahl, aber auch die Gleichmäßigkeit der Verteilung deutlich an.

## 4. Diskussion

Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, läßt ein Vergleich verschiedener Grünlandbestände mit Hilfe von Diversitätsindizes nur beschränkt Aussagen zu, da sowohl Standort als auch Nutzung einen Einfluß besitzen. Eine Bewertung sollte dies berücksichtigen. Richtwerte für Standorte und den darauf etablierten Pflanzengesellschaften existieren nur im Ansatz. Als Anhaltspunkt können die von HAEUPLER (1982) errechneten mittleren Evenness-Werte dienen. Danach besitzen Wiesen und Weiden eine Evenness von 60–75 %. Niedrigere Werte dagegen (bei Evenness unter 60 %) deuten auf Wiesen und Weiden immer auf starke Störungen (»disturbance« im Sinne von GRIME, 1982) und damit auf Nutzungsauswirkungen hin (siehe dazu auch VAN DER MAAREL, 1988).

Einfacher interpretierbar sind dagegen Vergleiche über mehrere Jahre. Ergeben sich Diversitätsverschiebungen, so kann dies ein Indiz für Sukzessionen innerhalb der Pflanzengemeinschaften sein, die durch Nutzungsveränderungen ausgelöst wurden. Diversitätszahlen eröffnen somit eine gute Möglichkeit Veränderungen zu erkennen, die allein aus Vergleich von Artenzahl und Deckungsgrad nur schwer interpretierbar sind. Zur Dokumentation und besseren Veranschaulichung solcher Veränderungen können Diversitätswerte somit nützlich sein.

Die dargestellten Entwicklungstendenzen wurden bei allen verwendeten Diversitätsindizes im gleichen Maße ersichtlich (Vgl. z.B. Abb. 1 und Abb. 2). Deshalb stellt sich die Frage, ob es in der Praxis überhaupt eine Rolle spielt, welcher Index verwendet wird (bei Einhaltung der für sie geltenden Anwendungsvorschriften natürlich). Interpretierbare Unterschiede zwischen Shannon- und Simpson-Index bzw. Evenness erfordern wohl genauere Aufnahmeverfahren, als es eine Schätzskala nach Braun-Blanquet bieten kann.

Nach wie vor ungeklärt ist auch der Umstand, wie eine hohe Diversität in Bezug auf konkrete Pflanzengemeinschaft zu werten ist. Aus den hier vorgelegten Untersuchungen geht hervor, daß sich die höchsten Werte nicht auf artenreichem und damit im gewohnten Sinne wertvollen Grünland befindet, sondern in Bereichen, die aus einer traditionelle Nutzung hervorgegangene Wiesengesellschaften besitzen. Dies bedeutet, daß die Diversität auf Grünland am ehesten Aussagen über den Reifegrad einer Pflanzengemeinschaft bei geringstmöglichen Störungen (soweit dies in einem Nutzökosystem möglich ist) und Stressfaktoren zuläßt. Es sollte geprüft werden, ob sich hier nicht eine Möglichkeit eröffnet, den Aspekt der Reifegrads von Phytocoenosen neben den bisher gebräuchlichen Indikatoren wie Vorkommen bestimmter Einzelarten und Artenreichtum in eine Bewertung von Flächen einzubringen.

### Literatur

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.), 1990: Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern. Landkreis Pfaffenhofen a. d. Ilm. Freising.

GRIME, J.P., 1982: Plant Stategies and Vegetation Processes. New York: Wiley.

HABER, W., 1979: Theoretische Anmerkungen zur »ökologischen Planung«. – In: Verh. Ges. Ökol. 7: S. 19–30.

HAEUPLER, H.,1982: Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation.-In: Diss. Bot. 65: 268 S.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F., 1988: Statistical Ecology. New York: Wiley.

MAGURRAN, A. E., 1988: Ecological Diversity and Its Measurement. London: Croom Helm.

PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P., BUCHWALD, R., 1986: Überlegungen zu einem Konzept geo-

botanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I. – In: Ber. ANL 10: S. 41–60.
VAN DER MAAREL, E., 1988: Species diversity in plant communities in relation to structure and dynamics. – In: DURNING, H.J., WERGER, M.J.A., WILLEMS, J.H. (eds): Diversity and Pattern in Plant Communities. Den Haag: SPB Academic Publishing, The Hague, 278 S.

## Adresse

N. Kühn, J. Pfadenhauer
Lehrstuhl für Vegetationsökologie
TUM-Weihenstephan, 85350 Freising

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: 24_1995

Autor(en)/Author(s): Pfadenhauer Jörg, Kühn Norbert

Artikel/Article: Anwendungsmöglichkeiten für Diversitätsindizes im Grünland 661-666