

# Standortsspezifische Surrogate und Korrelate der $\alpha$ -Artendichten in der Grünland-Vegetation einer peripheren Kulturlandschaft Hessens\*

Rainer WALDHARDT, Dietmar SIMMERING & Annette OTTE

## Abstract

We derived surrogates and correlates of  $\alpha$ -species richness from a phytosociological survey of grassland vegetation in the Lahn-Dill-Highlands (Hesse, Germany).

Numbers of species found in subplots (25 m<sup>2</sup>) correlated with total species numbers of the entire allotments.  $\alpha$ -species richness of subplots showed qualitative and quantitative relations with the frequencies of distinct species or taxonomic groups (Poaceae, Fabaceae). Grassland age and density of vegetation corresponded with species numbers of the subplots as well. Our research is embedded in the German-Research-Foundation (DFG) project „Land Use Concepts for Marginal Regions“. The significance of our studies for an efficient assessment of  $\alpha$ -plant-species-richness in accordance with site characteristics and land use-types, and also for other components of biodiversity, is shown. Taking the above relations into account, we discuss the causes of small-scale variability of  $\alpha$ -species richness in grasslands of the surveyed area and formulate criteria for future sustainable land use-management.

*Keywords:*  $\alpha$ -species-richness, biodiversity, correlate, floristic diversity, indicator, land use, marginal landscape, surrogate

## Zusammenfassung

Aus floristisch-vegetationskundlichen Erhebungen in der Grünland-Vegetation des Lahn-Dill-Berglands (Hessen) wurden Surrogate und Korrelate der  $\alpha$ -Artendichten abgeleitet. Aus den  $\alpha$ -Artendichten in 25 m<sup>2</sup> großen Teilflächen kann auf die  $\alpha$ -Artendichten in ganzen Schlägen geschlossen werden. Die  $\alpha$ -Artendichten der Teilflächen weisen qualitative bzw. quantitative Beziehungen zu den relativen Häufigkeiten (Stetigkeiten) einzelner Arten, den erhobenen Artenzahlen der Fabaceae und Poaceae, der Dichte der Vegetationsdecke und deren Alter auf.

Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 299 'Landnutzungskonzepte für periphere Regionen'. Ihre Bedeutung für eine effiziente Ermittlung von standort- und nutzungsbedingt variierenden  $\alpha$ -Pflanzenartendichten sowie weiterer Teilkomponenten der Biodiversität

einer Landschaft wird aufgezeigt. Aus den ermittelten Beziehungen wird auf Ursachen für eine zuweilen kleinräumige Variabilität der  $\alpha$ -Artendichten des Grünlands geschlossen. Daraus werden Anforderungen an dessen künftige Nutzung abgeleitet. Schlagwörter: Surrogat, Korrelat, Indikator, Biodiversität, floristische Diversität,  $\alpha$ -Artendichte, periphere Kulturlandschaft, Landnutzung

*Schlagwörter:* Surrogat, Korrelat, Indikator, Biodiversität, floristische Diversität,  $\alpha$ -Artendichte, periphere Kulturlandschaft, Landnutzung

## 1. Einleitung

Die Biodiversität einer Landschaft gliedert sich in miteinander verknüpfte Komponenten, die von NOSS (1990) als „compositional“, „structural“ und „functional components“ beschrieben werden. Jede dieser Komponenten ist als Wirkungsgefüge von Teilkomponenten zu betrachten, welche die im Sinne von EGLER (1970) wiederum miteinander in Beziehung stehenden Hierarchie-Ebenen der biologischen Systeme und Systemkomplexe kennzeichnen (vgl. WALDHARDT & OTTE 2000). In ihrer Gesamtheit ist die Biodiversität nicht messbar. Besonders in der landschaftsbezogenen Biodiversitätsforschung gilt es daher, zur effizienten Ermittlung der biologischen Vielfalt Indikatoren zu erarbeiten, welche als Surrogate qualitative Beziehungen, als Korrelate eine signifikante Korrelation zu (Teil-)Komponenten der Biodiversität aufweisen (FAITH & WALKER 1996, DUELLI 1997, DUELLI & OBRIST 1998).

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs ‚Landnutzungskonzepte für periphere Regionen‘ (SFB 299) an der Justus-Liebig-Universität Gießen (FREDE & BACH 1999) sind es übergeordnete Ziele unserer Arbeitsgruppe, eine effiziente Methodik zur räumlich und zeitlich differenzierten Analyse der floristisch-phytozoenotischen Diversitäten einer peripheren Kulturlandschaft sowie qualitative und quantitative Beziehungen zwischen diesen und Landnutzungsformen, -intensitäten, -mustern sowie deren Dynamik zu entwickeln (FUHR-BOßDORF et al. 1999, WALDHARDT et al. 1999, SIMMERING et al. 2000, WALDHARDT et al. 2000). In diesem Zusammenhang wurden aus floristisch-vegetationskundlichen Detailerhebungen im Grünland zweier Testgebiete unter Berücksichtigung einer standörtlich und durch unterschiedli-

\* Vortrag auf der ANL-Fachtagung „Regionale Indikatorarten“ vom 26.-27. Januar 2000 in Freising (Leitung: Evelin Köstler, ANL)

ches Alter der Phytocoenosen bedingten Differenziertheit des floristisch-phytocoenotischen Inventars Surrogate und Korrelate der  $\alpha$ -Artendichten (i. S. von WHITTAKER 1972) ermittelt. Dabei wurde auch der Frage nachgegangen, inwieweit die erarbeiteten Indikatoren zur ursächlichen Erklärung mehr oder weniger großer  $\alpha$ -Artendichten der Grünland-Vegetation beitragen.

## 2. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen erfolgten im Lahn-Dill-Bergland (Hessen; Ostabdachung des Rheinischen Schiefergebirges), einer landwirtschaftlich früher wie heute zumeist im Nebenerwerb und mit sehr geringem Mitteleinsatz (Dünger, Pflanzenschutzmittel) genutzten Region (MEIMBERG 1947, BACH & FREDE 1995, 1996). Die bis Anfang des letzten Jahrhunderts überwiegend im landschaftsprägenden Erzbergbau tätige Bevölkerung war zur Erhaltung dieses Wirtschaftszweiges sowie zur Sicherung der eigenen Existenz stets darauf angewiesen, die zur Verfügung stehenden natürlichen Ressourcen intensiv und vielfach degradierend zu nutzen (KOHL 1978).

Eine im Lahn-Dill-Bergland heute ausgesprochen extensive landwirtschaftliche Nutzung erklärt sich dadurch, dass herkömmliche Formen der Landwirtschaft selbst bei Stützung durch Förderprogramme (u. a. Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete in Hessen, Förderung einer extensiven Landbewirtschaftung nach dem Hessischen Kulturlandschaftsprogramm, Prämie für die Erhaltung des Mutterkuhbestandes, Prämie zugunsten der Schaffleischerzeuger, EU-Stützungsregelungen) aufgrund der insbesondere für Ackerbau ungünstigen (i) topographisch-edaphischen (Höhenlage: 200-600 m ü. NN; in Hanglagen bis über 20° überwiegen auf Ackerstandorten saure Regosole bis mittelgründige Braunerden über devonischen Tonschiefern, Kielesschiefern und Grauwacken), (ii) klimatischen (mittlere Jahrestemperatur 5-8 °C, Jahresniederschlag 700-1200 mm) sowie (iii) agrarstrukturellen (die mittlere Betriebsgröße beträgt 14 ha; 78 % der Betriebe werden im Nebenerwerb geführt) Gegebenheiten auf einem Großteil der (ehemaligen) landwirtschaftlichen Nutzfläche nicht hinreichend gewinnbringend sind (FREDE & BACH 1999). Ein Einkommensvergleich zwischen landwirtschaftlichen und nichtlandwirtschaftlichen Familien deutet auf eine Einkommensdisparität zuungunsten der landwirtschaftlichen Familien hin (HERRMANN et al. 1999), so dass eine außerlandwirtschaftliche Beschäftigung - so etwa in der regionalen metallverarbeitenden und elektrotechnischen Industrie - vielfach bevorzugt wird.

Das Landschaftsbild hat sich gegenüber dem bis etwa 1950 vorherrschenden daher grundlegend gewandelt. Vielerorts hat eine extensive Grünlandnut-

zung die traditionelle kleinparzellige Acker-/Grünland-Wechselwirtschaft abgelöst. Schafhut oder einschürige Mahd werden oft nicht zur Erzielung eines monetären Gewinns betrieben, sondern eingesetzt, um ein Vordringen des Waldes - der Waldanteil liegt bei etwa 41 % der Gesamtfläche - zu verhindern (NOWAK 1988, BUND LV HESSEN 1993).

Die Erhebungen erfolgten von 1997 bis 1999 in zwei Testgebieten (Gemarkungen Erda sowie Steinbrücken und Eibelshausen). Während Erda, eine in der Naturraum-Untereinheit 'Niederweidbacher Becken' gelegene, standörtlich begünstigte Gemarkung, ein bis heute traditionelles Nutzungsmosaik aufweist, wurde das Ackerland in den Gemarkungen Steinbrücken und Eibelshausen des 'Oberen Dilltals' fast vollständig in Grünland überführt oder fiel als Brachland bzw. Aufforstung aus der landwirtschaftlichen Nutzung (vgl. WALDHARDT et al. 2000).

## 3. Methoden

Aufgrund einer im Lahn-Dill-Bergland großen standörtlichen Vielfalt (SZIBALSKI et al. 1999, SCHOTTE & FELIX-HENNINGSSEN 1999) mit ausgeprägter Nutzungsdynamik (SCHULZE-VON HANXLEDEN 1972, KOHL 1978) wurden die Testgebiete zunächst in funktionale Raumeinheiten<sup>1</sup> gegliedert und die Nutzungsgeschichte der Landwirtschaftsfläche für den Zeitraum 1945 bis 1998 parzellenscharf rekonstruiert. Die Vorgehensweise wird von WALDHARDT et al. (1999) eingehend beschrieben.

Innerhalb der Raumeinheiten erfolgten zufällig verteilt floristisch-vegetationskundliche Erhebungen auf 64 Grünland-Schlägen. Zur floristischen Inventarisierung wurden Gesamtartenlisten der Schläge, sowie zusätzlich Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) auf standardisierten Aufnahmeflächen von 5 m x 5 m erhoben. Ein 2 m breiter Randbereich der Parzellen blieb bei der floristisch-vegetationskundlichen Arbeit unberücksichtigt, um Randeffekte auszuschließen.

Um Beziehungen zwischen der  $\alpha$ -Artendichte im Grünland und dem Alter der Bestände zu erarbeiten, wurden in der Flur 21 der Gemarkung Steinbrücken 13 ehemals als Ackerland genutzte Grünland-Parzellen unterschiedlichen Alters, die aktuell einheitlich als extensive Schafhut genutzt werden, vegetationskundlich bearbeitet. Die Schätzung der Deckungsgrade auf den fünf Aufnahmeflächen (5 m x 5 m) je Parzelle erfolgte in einer Prozent-Skala.

Auf der Grundlage der Detailerhebungen wurden differenziert nach Raumeinheiten sowie für den Gesamt-Raum Beziehungen zwischen

<sup>1</sup> Die Raumeinheiten Süd- und Nordhang-trocken umfassen im wesentlichen Oberhänge mit flach- bis mittelgründigen Regosolen und Braunerden. Der (ehemalige) Pflughorizont weist skelettreiche, sandig-grusige Leheme bis lehmige Sande auf. In den Raumeinheiten Süd- und Nordhang-frisch überwiegen zumeist in mittleren Hangbereichen mittel- bis tiefgründige Braunerden. Die skelettarmen Oberböden sind schluffig-lehmig. An den Unterhängen sind überwiegend ausgesprochen wechselfeuchte bis feuchte Pseudogleye mit deutlich höheren Tonanteilen ausgebildet. Ihre Oberböden unterscheiden sich hinsichtlich der Bodenart kaum von denen der überwiegend als schmale Bänder ausgebildeten Auen (vgl. WALDHARDT et al. 1999,2000)

- (1) den  $\alpha$ -Artendichten ganzer Grünland-Schläge und der zugehörigen standardisierten Aufnahme-meflächen

sowie zwischen den Artendichten<sup>2</sup> der Aufnahme-flächen und den dort jeweils gegebenen

- (2) Deckungsgraden einzelner Arten,
- (3) relativen Häufigkeiten (Stetigkeiten) einzelner Arten,
- (4) Summen der einzelnen Pflanzenfamilien zu-gehörigen Arten,
- (5) Gesamt-Deckungsgraden der Vegetation (Dichte der Vegetationsdecke),
- (6) Wuchshöhen der Vegetation,
- (7) und Gleichverteilungen der Arten (Evenness der Vegetation nach HAEUPLER 1982) ge-prüft.

Des weiteren wurde am Beispiel der Flur 21 in Steinbrücken getestet, inwieweit

- (8) die Artendichten der Grünland-Vegetation vom Alter der Phytocoenosen abhängen.

Für multiple Mittelwertvergleiche wurde die Vari-anzanalyse (ANOVA) herangezogen. Die Überprüfung der Normalverteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test, die der Homogenität der Varianzen mit dem nichtparametrischen Test von Sen und Puri. Abweichungen der Daten von Normalverteilung und Varianzhomogenität wurde nötigenfalls mit einer Datentransformation ( $\ln x + 0.1$ ) begegnet. Bei signifikanten Effekten in der ANOVA wurde ein Tukey HSD-Test für ungleiche Stich-probenzahlen (Spjotvoll-Stoline-Test) zur Überprüfung der Lage der signifikanten Mittelwertdifferenzen durchgeführt. Zur Darstellung der Beziehungen

zweier Parameter diente die Spearman-Rangkorre-lation (R) (STAT SOFT INC. 1998).

Die Nomenklatur der Sippen folgt ELLENBERG (1992).

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Die Grünland-Vegetation der Testgebiete: standörtlich bedingte Differenziertheit und $\alpha$ -Artendichten

Die Grünlandvegetation der Testgebiete weist eine ausgeprägte standörtlich bedingte Differenziertheit auf. Diese spiegelt sich in unterschiedlichen prozentualen Häufigkeiten von Vegetationstypen in den funktionalen Raumeinheiten wider. Kennzeichnend für die Raumeinheit Südhang-trocken sind die Festuca rubra-Agrostis tenuis-Gesellschaft - dieser wurden 56 % der in der Raumeinheit erhobenen Vegetationsaufnahmen zugeordnet - sowie eine magere Ausbildung des Arrhenatheretum elatioris (Br.-Bl. 1915) (32 %), für Südhang-frisch eine magerere (48 %) sowie eine reichere Ausbildung (40 %) des Arrhenatheretum elatioris. Das Grünland in Südhang-feucht ist Molinion- (76 %) und Calthion-Gesellschaften (16 %) zuzuordnen (vgl. WALDHARDT et al. 1999, 2000). In den Raumeinheiten mit nördlicher Exposition – auf die im folgenden jedoch nicht eingegangen wird - finden sich ähnliche Verhältnisse, wobei magerkeitszeigende Arten dort seltener, Nitrophyten häufiger vorkommen.

Die Artendichten der Vegetation sind in der Raumeinheit Südhang-feucht deutlich höher als in Südhang-frisch und -trocken. In allen Raumeinheiten weisen die Artendichten eine große Variabilität auf (Abb. 1).

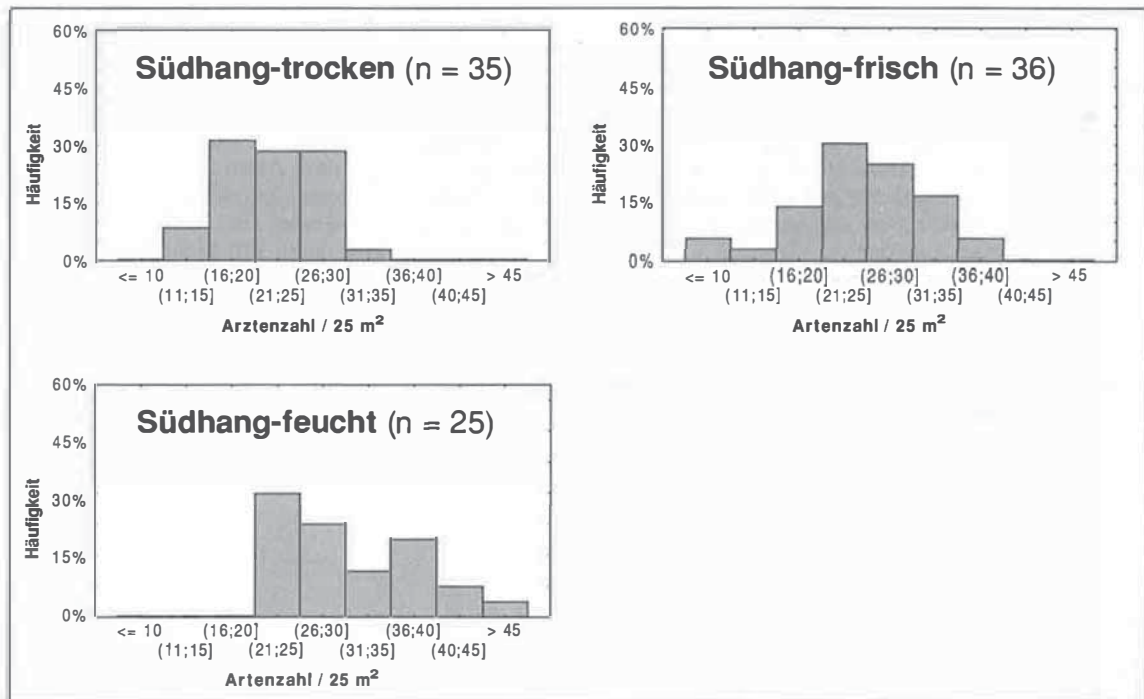


Abbildung 1

$\alpha$ -Artendichten der Grünland-Vegetation in funktionalen Raumeinheiten. Datengrundlage: Vegetationsaufnahmen in den Gemarkungen Erda, Steinbrücken und Eibelshausen, Lahn-Dill-Bergland, Hessen, 1997/98.

<sup>2</sup> Mit 'Artendichte' ist im folgenden immer die ' $\alpha$ -Artendichte' gemeint.

#### 4.2 Surrogate und Korrelate der Grünland-Artendichte

Zu (1): Artendichten in 25 m<sup>2</sup> großen Teilflächen

Die Artenzahlen ganzer Grünland-Schläge korrelieren positiv mit denen der zugehörigen 25 m<sup>2</sup>

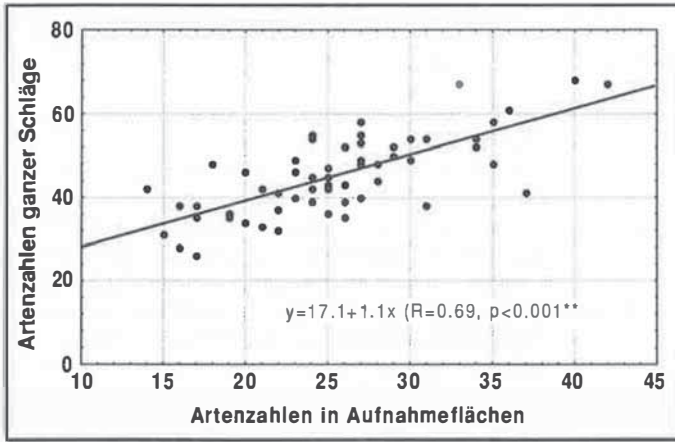


Abbildung 2

Beziehung zwischen den floristischen Artenzahlen von Grünland-Schlägen und 25 m<sup>2</sup> großen Teilflächen der gleichen Schläge.

Datengrundlage: Erhebung in den Gemarkungen Erda, Steinbrücken und Eibelshausen, Lahn-Dill-Bergland, Hessen, 1997/98.

Zu (2): Deckungsgrade einzelner Arten

Quantitative Beziehungen zwischen der Artendichte und den Deckungsgraden einzelner Arten konnten – möglicherweise bedingt durch die grobe Schätzung der Deckungsgrade - nicht nachgewiesen werden. In einigen wenigen ausgesprochenen Dominanzbeständen von *Calamagrostis epigejos* und *Alopecurus pratensis*, in denen diese Arten den Deckungsgrad 5 der Skala von Braun-Blanquet erreichten, sind die Artendichten gleichwohl deutlich niedriger als in der übrigen Vegetation.

Zu (3): Stetigkeiten einzelner Arten

In nach unterschiedlichen Artendichten klassifizierten Aufnahmeflächen sind artenreiche Bestände durch deutlich höhere Stetigkeiten überwiegend magerkeitszeigender Arten wie *Pimpinella saxifraga* und *Lotus corniculatus* gekennzeichnet. In artenarmen Beständen sind dagegen einige wenige Nitrophyten wie *Anthriscus sylvestris* – bei vergleichsweise geringer Stetigkeit – häufiger. Die in

Tab. 1 für die Raumeinheit Südhang-frisch dargestellten Beziehungen gelten in ähnlicher Weise auch in den übrigen Raumeinheiten. Die genannten Arten(-gruppen) zeigen im Sinne von Surrogaten mehr oder weniger artenreiche Bestände an.

Zu (4): Anzahl der Arten aus einzelnen Pflanzenfamilien

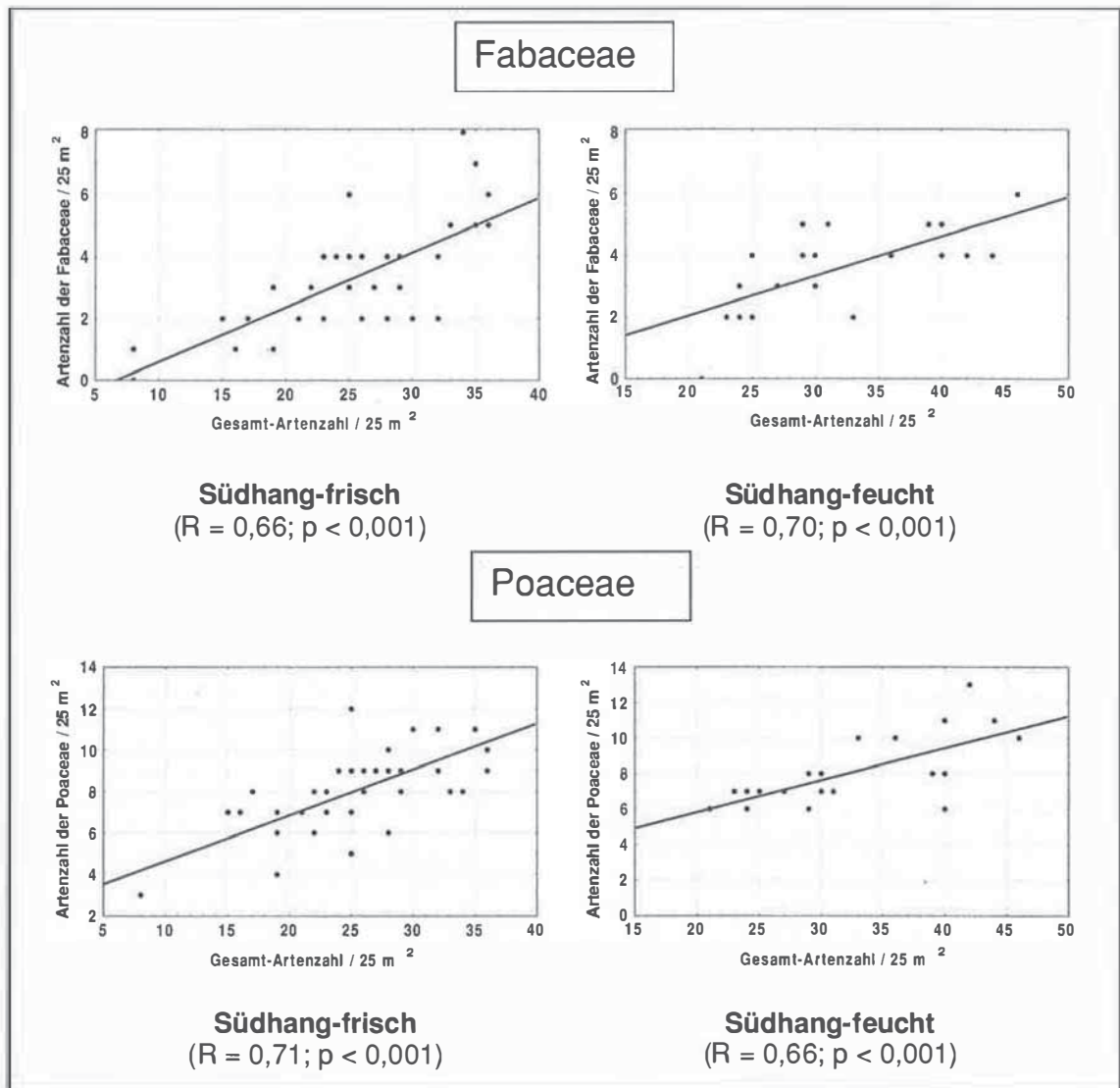
Als Korrelate der Artendichte des Grünlands sind die Artenzahlen der vorkommenden *Fabaceae* (u. a. *Trifolium dubium*, *T. campestre*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*) sowie der *Poaceae* (u. a. *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*) zu bezeichnen. Diese weisen - in einzelnen Raumeinheiten hochsignifikante - positive Korrelationen zur Gesamtzahl der erfassten Arten auf (Abb. 3). Während in Beständen mit nur zwei Arten der *Fabaceae* bzw. sechs Arten der *Poaceae* Artendichten von etwa 20 Arten / 25 m<sup>2</sup> zu erwarten sind, zeigen sechs bzw. zehn Arten der genannten Pflanzenfamilien Artendichten von etwa 40 Arten / 25 m<sup>2</sup> an.

Artenzahl / 25 m <sup>2</sup>	bis 20	bis 25	bis 30	> 30
n	8	11	9	8
Artenreiche Bestände sind gekennzeichnet durch höhere Stetigkeiten von:				
--- Stetigkeiten (%) ---				
<i>Pimpinella saxifraga</i>	25	73	78	100
<i>Leucanthemum vulgare</i>	13	55	44	88
<i>Trifolium dubium</i>	13	36	56	75
<i>Centaurea jacea</i>	13	27	44	75
<i>Campanula rotundifolia</i>	13	9	11	63
<i>Lathyrus pratensis</i>	0	9	11	38
<i>Lotus corniculatus</i>	0	27	22	75
<i>Avenochloa pubescens</i>	0	27	22	50
<i>Poa trivialis</i>	38	36	78	88
Artenarme Bestände sind gekennzeichnet durch höhere Stetigkeiten von:				
<i>Anthriscus sylvestris</i>	25	27	11	13
<i>Cirsium vulgare</i>	25	9	0	0

Tabelle 1

Beziehung zwischen  $\alpha$ -Artendichte und der Häufigkeit einzelner Arten.

Datengrundlage: Grünland-Aufnahmen in den Gemarkungen Erda, Steinbrücken und Eibelshausen, Lahn-Dill-Bergland, Hessen, 1997/98. Raumeinheit: Südhang-frisch.



**Abbildung 3**

**Beziehung zwischen der  $\alpha$ -Artendichte und Artenzahlen der Fabaceae bzw Poaceae.**

Datengrundlage: Grünland-Aufnahmen in Erda, Steinbrücken und Eibelshausen, Lahn-Dill-Bergland, Hessen, 1997/98.

Zu (5): Dichte der Vegetationsdecke

Eine Beziehung zwischen Artendichte und Dichte der Vegetationsdecke konnte - jedoch nur in der Raumeinheit Südhang-frisch - als negative Korrelation nachgewiesen werden ( $R = -0.63^{**}$ ;  $n = 36$ ). Lückige Bestände mit Gesamt-Deckungsgraden von unter 80 % sind dort deutlich artenreicher als eine dichte Grünland-Vegetation. Ähnlich lückige Bestände finden sich nur in der Raumeinheit Südhang-trocken, ohne dass sie dort artenreicher wären als solche mit dichter Vegetation. In den übrigen Raumeinheiten variieren die Bestandesdichten kaum. Sie liegen dort zumeist bei 90 bis 95 Prozent.

Zu (6) und (7): Wuchshöhen und Evenness der Vegetation

Beziehungen zwischen der Artendichte und der Wuchshöhe der Vegetation konnten in keiner Raumeinheit nachgewiesen werden. Auch aus der

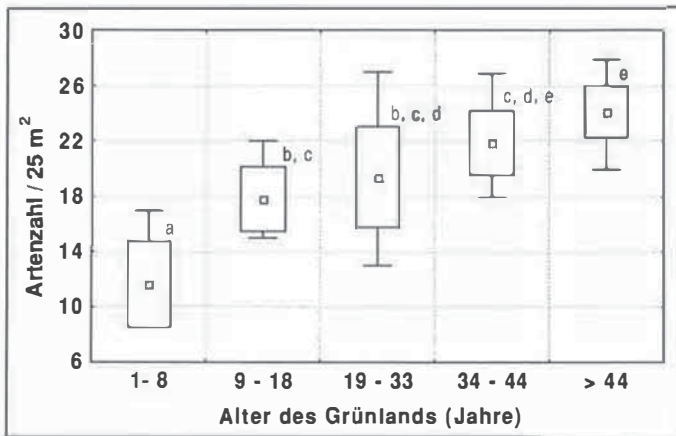
Evenness der Vegetation kann – mit Ausnahme der unter (4) genannten Fälle - nicht auf die Artendichte geschlossen werden.

Zu (8): Alter der Phytocoenosen

Zwischen der Artendichte und dem Alter des Grünlands besteht eine positive Beziehung (Abb. 4). Geprüft wurde dieser Zusammenhang bislang jedoch nur in einem kleinen Landschaftsausschnitt der Raumeinheit Südhang-trocken. Die in älteren Beständen größere Artendichte ist in erster Linie auf Magerkeitszeiger wie *Rumex acetosella*, *Luzula campestris* und *Hieracium laevigatum* zurückzuführen, die im jüngeren Grünland zumeist fehlen (vgl. WALDHARDT et al. 2000).

## 5. Diskussion

Die vorgestellten Surrogate und Korrelate der floristischen Artendichten des Grünlands zweier Testgebiete des Lahn-Dill-Berglands werden - nach ih-



**Abbildung 4**

**Beziehung zwischen der  $\alpha$ -Artendichte und dem Alter von Grünland.**

Dargestellt sind Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen und Minima / Maxima. Signifikante Unterschiede (Tukey-Test;  $p < 0,05$ ) sind durch a bis d gekennzeichnet.

Datengrundlage: Vegetationsaufnahmen im Grünland der Flur 21, Gemarkung Steinbrücken, Lahn-Dill-Bergland, Hessen, 1999.

rer Validierung in einem erweiterten Testgebiet - ein Hilfsmittel sein, Artendichten in Vegetationskomplexen zu ermitteln, ohne in jedem Fall arbeitsintensive Totalerhebungen durchführen zu müssen. Auch sollen die erarbeiteten Indikatoren genutzt werden, um für standörtlich vergleichbare Landschaftsausschnitte modellhaft prognostizierte Artendichten zu prüfen. Gleichzeitig werden über die erarbeiteten Beziehungen zwischen Artendichten und der Struktur der Vegetation Aspekte der „compositional“ sowie der „structural component“ der Biodiversität miteinander verknüpft. Hieraus ergeben sich Ansätze für eine komplexere Modellierung von Auswirkungen geänderter Landnutzung auf die Biodiversität des Lahn-Dill-Berglands, die im Rahmen eines weiteren Teilprojekts des SFB 299 verfolgt wird (vgl. WEBER & KÖHLER 1999).

Aus den ermittelten Beziehungen lassen sich zugleich Hinweise zur Erklärung der selbst innerhalb von Teilräumen mit vergleichsweise einheitlichen Standortbedingungen (funktionale Raumeinheiten) weiten Spannbreiten der Grünland-Artendichten ableiten:

(1) In der Region ist eine artenreiche Grünland-Vegetation offenbar dort ausgebildet, wo die natürliche und / oder durch Nutzung bedingte Stickstoffverfügbarkeit vergleichsweise gering ist. Dies zeigen insbesondere die mit der Artendichte positiv korrelierten Artenzahlen der Fabaceae. Diese weisen aufgrund ihrer Symbiose mit elementaren Stickstoff fixierenden Rhizobium-Arten dort eine größere relative Konkurrenzkraft auf, wo eine vergleichsweise geringe Verfügbarkeit mineralischen Stickstoffs gegeben ist. Auch die in artenreichen Beständen höheren Stetigkeiten magerkeitszeigender Arten und die in Übereinstimmung mit DIERSCHKE & WITTIG (1991) und COOPER et al. (1994) negative Beziehung zwischen Artendichten und der Häufigkeit von Nitrophyten lassen diesen Schluss zu. Bodenkundliche Analysen zur Verifizierung dieser Beziehung, in denen auch die Bedeutung der Verfügbarkeit weiterer Nährstoffe für die Artendichten des Grünlands im Lahn-Dill-Bergland berücksichtigt werden müsste, stehen bislang aus.

Dass in der vorliegenden Auswertung keine Beziehungen zwischen Artendichte und Evenness bzw.

Wuchshöhe der Vegetation gefunden wurden, mag insofern überraschen, dass artenarmes Grünland vielerorts durch Dominanz (und damit geringe Evenness) weniger hochwüchsiger Arten der Poaceae gekennzeichnet ist (z. B. ALARD et al. 1994). Dies gilt insbesondere für die sich bei intensiver Nutzung aus zuvor artenreichen Frisch- und Feuchtwiesen ausbildenden monotonen *Alopecurus pratensis* - Wiesen (DIERSCHKE 1997). Derartig eutrophe Bestände wurden in den Erhebungen jedoch kaum erfasst. Besonders im Feuchtgrünland der Testgebiete, wo mit derartigen Veränderungen nach Düngung rasch zu rechnen wäre, wird die große Bedeutung der bis heute extensiven Nutzung offenbar. Die im Grünland der Raumeinheit Südhang-trocken fehlenden Beziehungen zwischen Artendichte, Evenness und Wuchshöhe der Vegetation sind auf die Dominanz und geringen Wuchshöhen der namensgebenden Arten der *Festuca rubra*-*Agrostis tenuis*-Gesellschaft zurückzuführen. Ihre zumeist über 40 Jahre alten Bestände sind deutlich artenreicher als andere in dieser Raumeinheit vorkommende Phytocoenosen. Die in jüngeren Beständen der Raumeinheit Südhang-trocken geringere Artendichte ist überwiegend auf den Ausfall geringmächtiger Magerkeitszeiger zurückzuführen, ohne dass dadurch die Dominanzverhältnisse wesentlich verändert oder höherwüchsige Arten gefördert würden.

(2) Sehr deutlich wird die Bedeutung des Alters der Bestände. Dabei sind die Ergebnisse jedoch nicht zwingend so zu interpretieren, dass die Vegetation des Grünlands ‚mit zunehmendem Alter‘ artenreicher wird. So ist davon auszugehen, dass zum jeweiligen Zeitpunkt der Grünland-Etablierung unterschiedliche Quantitäten von Landschaftseigenschaften (u. a. Nährstoffversorgung der Böden, Flächenanteile der Nutzungsformen) für den heutigen Artenreichtum der Bestände wesentlich sind (WALDHARDT et al. in Vorb.).

Auf der Grundlage der dargelegten Beziehungen zwischen Artendichten und floristischen bzw. strukturellen Eigenschaften des Grünlands ist zur Erhaltung einer vielfältigen Grünland-Vegetation im Lahn-Dill-Bergland abschließend zu fordern, insbesondere über 40 Jahre alte Bestände weiterhin als Extensiv-Grünland zu nutzen.

## 6. Literatur

- ALARD, D.; J. F. BANCE & P. N. FRILEUX (1994): Grassland vegetation as an indicator of the main agro-ecological factors in a rural landscape: Consequences for biodiversity and wildlife conservation in central Normandy (France). – *Journal of Environmental Management* 42 (2): 91-109.
- BACH, M. & H.-G. FREDE (1995): Abschätzungen der Gewässerbelastungen durch landwirtschaftliche Flächennutzungen im Einzugsgebiet der Lahn. – *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 76 (2): 1281-1285.
- BACH, M. & H.-G. FREDE (1996): Gewässerbelastungen durch landwirtschaftliche Flächennutzung im Einzugsgebiet der Lahn (Hessen). – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 37: 233-237.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl. – Springer, Wien/New York.
- BUND Landesverband Hessen (Hrsg.) (1993): *Das Lahn-Dill-Bergland - Landschaft durch Landwirtschaft*. Begleith. z. Ausstellung. – Gießen, Mörfelden-Walldorf: 35 S.
- DIERSCHKE, H. (1997): Wiesenfuchsschwanz - (*Alopecurus pratensis*-) Wiesen in Mitteleuropa. – *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 23: 95-107.
- DIERSCHKE, H. & B. WITTIG (1991): Die Vegetation des Holtumer Moores (Nordwestdeutschland). Veränderungen in 25 Jahren. – *Tuexenia* 11: 171-190.
- DUELLI, P. (1997): Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. – *Agriculture Ecosystems and Environment* 62 (2/3): 81-91.
- DUELLI, P. & K. OBRIST (1998): In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. – *Biodiv. Conserv.* 7 (3): 297-309.
- EGLER, F. E. (1970): *The way of science. A philosophy of ecology for the layman*. – Hafner, New York.
- ELLENBERG, H. (1992): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus). — In: ELLENBERG, H.; H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2. Aufl. *Scripta Geobot.* 18: 9-166.
- FAITH, D. P. & P. A. WALKER (1996): Environmental diversity: on the best-possible use of surrogate data for assessing the relative biodiversity of sets of areas. – *Biodiv. Conserv.* 5: 399-414.
- FREDE, H.-G. & M. BACH (1999): Perspektiven für periphe Regionen. – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 40 (5/6): 193-196.
- FUHR-BOßDORF, K.; R. WALDHARDT & A. OTTE (1999): Auswirkungen der Landnutzungsdynamik auf das Potential von Pflanzengemeinschaften und Pflanzenarten einer peripheren Kulturlandschaft (1945 - 1998). – *Verh. Ges. Ökol.* 29: 519-530.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. – *Diss. Bot.* 65: 268 S.
- HERRMANN, R.; J. HARSCHKE & K. PFAFF (1999): Wettbewerbsnachteile der Landwirtschaft durch unvollkommene Märkte und mangelnde Erwerbsalternativen? – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 40 (5/6): 282-288.
- KOHL, M. (1978): Die Dynamik der Kulturlandschaft im oberen Lahn-Dillkreis. Wandlungen von Haubergswirtschaft und Ackerbau zu neuen Formen der Landnutzung in der modernen Regionalentwicklung. — *Gießener Geographische Schriften* 45: 176 S.
- MEIMBERG, P. (1947): Grundlagen für die Bildung von Landbaugebieten in Hessen. — *Diss. Justus-Liebig-Univ. Gießen*. 171 S.
- NOSS, R. F. (1990): Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. – *Conservation Biology* 4/4: 355-364.
- NOWAK, B. (1988): Die extensive Landwirtschaft im Lahn-Dill-Bergland. – *Oberhessische Naturwiss. Z.* 50: 49-74.
- SCHOTTE, M. & P. FELIX-HENNINGSSEN (1999): Anwendung des Georadars zur Erhebung der Verbreitung und Eigenschaften periglaziärer Lagen im Lahn-Dill-Bergland. – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 40 (5/6): 220-227.
- SCHULZE-VON HANXLEDEN, P. (1972): Extensivierungserscheinungen in der Agrarlandschaft des Dillgebietes. – *Marburger Geographische Schriften* 54: 326 S.
- SIMMERING, D.; R. WALDHARDT & A. OTTE (2000): Zur Ökologie, Diversität und Dynamik von Besenginsterbeständen im Lahn-Dill-Bergland. – *Agrarspectrum* 31 (im Druck).
- STATSOFT INC. (1995): *STATISTICA für Windows. Volume I [Computer-Handbuch]*. 2. Aufl. – Tulsa, OK. 637 S.
- SZIBALSKI, M.; TH. BEHRENS, & P. FELIX-HENNINGSSEN (1999): Regionalisierung bodenkundlicher Kennwerte peripherer Regionen am Beispiel des pH-Wertes. – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 40 (5/6): 228-233.
- WALDHARDT, R. & A. OTTE (2000): Zur Terminologie und wissenschaftlichen Anwendung des Begriffs Biodiversität. – *Wasser & Boden* 52 (1/2): 10-13.
- WALDHARDT, R.; K. FUHR-BOßDORF, A. OTTE, SCHMIDT J. & D. SIMMERING (1999): Typisierung, Lokalisierung und Regionalisierung von Vegetationspotentialen einer peripheren Kulturlandschaft. – *Z. Kulturtechnik Landentwicklung* 40 (5/6): 246-252.
- WALDHARDT, R.; D. SIMMERING, K. FUHR-BOßDORF, & A. OTTE (2000): Floristisch-phytozoenotische Diversitäten einer peripheren Kulturlandschaft in Abhängigkeit von Landnutzung, Raum und Zeit. – *Agrarspectrum* 31 (im Druck).

WALDHARDT, R.; K. FUHR-BOßDORF & A. OTTE  
(in Vorb.):  
The significance of land use change on plant species diversity of a marginal cultural landscape. – Basic and Applied Ecology.

WEBER, A. & W. KÖHLER (1999):  
Modellierung der Verbreitung und Ausbreitung von Indikatorarten - ein erster Ansatz zur Charakterisierung von Biodiversität. – Z. Kulturtechnik Landentwicklung 40 (5/6): 207- 212.

WHITTAKER, R. H. (1972):  
Evolution and measurement of species diversity. – Taxon 21 (2/3): 213-251.

**Anschrift der Verfasser:**

Dr. Rainer Waldhardt  
Dipl.-Biol. Dietmar Simmering  
Prof. Dr. Dr. Annette Otte  
Heinrich-Buff-Ring 26-32  
35392 Gießen  
e-mail: Rainer.Waldhardt@agrar.uni-giessen.de



# Berichte der ANL 24 (2000)

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)

Seethaler Str. 6

D - 83406 Laufen

Telefon: 086 82 / 89 63 - 0

Telefax: 086 82 / 89 63 - 17 (Verwaltung)

086 82 / 89 63 - 16 (Fachbereiche)

E-Mail: [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)

Internet: <http://www.anl.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege ist eine dem  
Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums  
für Landesentwicklung und Umweltfragen  
angehörige Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Für die Einzelbeiträge zeichnen die  
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen  
– auch auszugsweise –  
aus den Veröffentlichungen der  
Bayerischen Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege sowie deren  
Benutzung zur Herstellung anderer  
Veröffentlichungen bedürfen der  
schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

Erscheinungsweise:

Einmal jährlich

Dieser Bericht erscheint verspätet  
im Dezember 2001

Bezugsbedingungen:

Siehe Publikationsliste am Ende des Heftes

Satz, Druck und Bindung:

Lippl Druckservice, 84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

ISSN 0344-6042

ISBN 3-931175-61-8