

Artenzahl-Areal-Beziehungen in uckermärkischen Trockenrasen unter Berücksichtigung von Kleinstflächen – eine neue Methode und erste Ergebnisse

– Jürgen Dengler, Philip Bedall, Ines Bruchmann, Ina Hoeft & Anne Lang, Lüneburg –

1 Einleitung

Trockenrasen gehören im Allgemeinen zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas – sowohl zoologisch als auch botanisch betrachtet. Zugleich variieren sowohl die absolute Artendichte als auch die relativen Anteile verschiedener Pflanzenartengruppen erheblich. Damit sind Trockenrasen exzellente Modellsysteme, um Phytodiversitätsmuster und ihre Ursachen zu analysieren.

Ein besonders interessanter Teilaspekt der Biodiversitätsforschung ist die Beziehung zwischen Flächengröße A und Artenzahl S . Immer mehr Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass sich dieser Zusammenhang in den meisten Dimensionsbereichen von der typischen Größe von Vegetationsaufnahmen bis hinauf zur Fläche ganzer Inseln oder Länder am besten durch eine Potenzfunktion der Form $S = cA^Z$ beschreiben lässt (z. B. PRESTON 1962, HOBOHM 1998, DOLNIK 2003). DENGLER (2003: 72) stellte aber heraus, dass dies aus theoretischen Gründen nicht für ganz kleine Flächen gelten könne, sondern ein vermutlich vegetationstypspezifischer unterer Grenzwert der mittleren Artenzahl existieren müsse, der auch bei fortwährender Verkleinerung der Fläche nicht unterschritten werde. Aus diesem Grunde sollte die Artenzahl-Areal-Kurve in der doppeltlogarithmischen Darstellung zu ganz kleinen Flächen hin allmählich flacher werden. Erstaunlicherweise fand LÖBEL (2001; vgl. LÖBEL & al. in diesem Band) bei ihren Untersuchungen zur Phytodiversität öländischer Trockenrasen sogar ein gegenteiliges Phänomen: Die Steigung der Kurven nahm zu den kleinsten von ihr untersuchten Flächengrößen (1 cm²) hin sogar zu.

Die vorliegende Arbeit ist eine erste Auswertung eines Projektes, das im Rahmen der „Vegetationsökologischen Geländeübungen“ im Fach „Ökologie“ des Studienganges Diplom-Umweltwissenschaften an der Universität Lüneburg durchgeführt wurde. Hauptziele waren:

- Quantifizierung der Artendichte (gesamt und gruppenspezifisch) bezogen auf 4 m² für die wichtigsten uckermärkischen Trockenrasentypen, um einen Vergleich mit entsprechenden Daten aus anderen Teilen Europas zu ermöglichen.
- Erstellung von Artenzahl-Areal-Kurven ausgewählter Trockenrasentypen im Bereich von 1 mm² bis 100 m², d. h. über 8 Größendimensionen hinweg. Hier sollte insbesondere das postulierte Abflachen der Artenzahl-Areal Kurve unterhalb von 1 cm² geprüft werden.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die Uckermark liegt im Nordosten Brandenburgs und gehört naturräumlich zu den Mecklenburg-Brandenburgischen Becken und zum Odertal. Neben dem gleichnamigen Landkreis umfasst sie auch Teile der Landkreise Barnim und Märkisch-Oderland.

Die Artenzahl-Areal-Beziehung haben wir an den „Gabower Hängen“ zwischen Gabow und Altgietzen (Lkr. Märkisch-Oderland, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, vgl. KRATZERT & DENGLER 1999) untersucht. Sie liegen auf der „Oderinsel“ (Neuenhagener Sporn), einem Endmoränenlobus des Pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit, der eine Maximalhöhe von 75 m ü. NN erreicht. Nach Südosten fällt der Neuenhagener Sporn steil zum Oderbruch ab, das

nur geringfügig über Ostseenniveau liegt. Im Gebiet überwiegen carbonatreiche, sandige Substrate.

Die Uckermark liegt im Übergangsbereich vom atlantisch geprägten Klima Nordwestdeutschlands zum subkontinentalen Klima Polens. Mit einem mittleren Jahresniederschlag von 500 mm gehört die Oderinsel zu den trockensten Regionen Deutschlands. Die relativ heißen Sommer und die kalten Winter der Region entsprechen dem Charakter subkontinentaler Klimate.

3 Methodik

An den Gabower Hängen haben wir insgesamt 10 quadratische Probeflächen von je 100 m² untersucht, die wir in repräsentative Bestände die vier dort häufigsten Trockenrasentypen gelegt haben. Innerhalb jedes dieser Gesamtplots wurden gemäß Abb. 1 fünf Teilplots von je 9 m² Fläche angelegt, die ihrerseits Flächen von 100 cm², 900 cm², 1 m² und 4 m² in einem *nested plot*-Design enthielten. Auf der Gesamtfläche und auf allen genannten Teilplots wurden vollständige Artenlisten der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten erstellt. Zudem haben wir auf den 4 m²-Flächen Vegetationsaufnahmen mit der modifizierten Braun-Blanquet-Skala nach DENGLER (2003: 131) angefertigt und Struktur- und Bodenparameter erhoben. Die auf den Flächen vorkommenden Frühjahrsannuellen dürften nahezu vollständig erfasst sein, da ihre abgestorbenen Reste zum Aufnahmezeitpunkt noch erkennbar waren und sie dementsprechend ohne Deckungsgrad miterfasst wurden. Für die Auswertung der 4 m²-Flächen wurden weitere sieben Aufnahmen aus anderen Bereichen der Uckermark hinzugezogen.

Die Kleinstflächenaufnahmen (1 mm², 9 mm², 1 cm² und 9 cm²) wurden mit einem eigens dafür entwickelten Gerät vorgenommen (Abb. 2): Durch präzise Bohrungen in einem Aluminiumgestell wird im 10 cm-Abstand eine Führungsstange zu Boden gelassen, an die verschiedene quadratische Flächenaufsätze angeschraubt werden können. Dabei wird die Anzahl verschiedener Pflanzensippen ermittelt, die durch den Flächenaufsatz getroffen werden. Diese Erhebungen haben wir mit einem Mehrflächen-Design innerhalb aller 1 m²-Plots durchgeführt, wobei im Allgemeinen fünf Replikate erhoben wurden. Die Artenzahlen auf den Kleinstflächen wurden jeweils differenziert nach den drei Artengruppen Gefäßpflanzen, Moose und Flechten.

Die untersuchten Trockenrasentypen wurden für die Auswertungen in Anlehnung an die Gliederungsvorschläge von DENGLER (2000) und BERG & al. (2001, 2004) zu fünf Einheiten auf Verbandsniveau zusammengefasst, wovon für die ersten vier auch Artenzahl-Areal-Daten vorliegen (Tab. 1).

Tab. 1: Syntaxonomische Übersicht der untersuchten Vegetationstypen.

K. Koelerio-Coryneporetea Klika in Klika & V. Novák 1941

- V1** O. Coryneporetalia canescentis Klika 1934: V. **Corynephorion canescentis** Klika 1931: Corniculario aculeatae-Coryneporetum canescentis Steffen 1931 nom. invers. propos.
- V2** O. Trifolio arvensis-Festucetalia ovinae Moravec 1967: V. **Armerion elongatae** Pötsch 1962: Diantho deltoidis-Armerietum elongatae Krausch ex Pötsch 1962 nom. cons. propos. und Sileno otitae-Festucetum brevopilae Libbert 1933 corr. Kratzert & Dengler 1999 nom. invers. propos.
- V3** O. Sedo acris-Festucetalia Tx. 1951 nom. invers. propos.: V. **Koelerion glaucae** Volk 1931: Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae Klika 1931

K. Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944

- V4** O. Festucetalia valesiaca Br.-Bl. & Tx. ex Br.-Bl. 1950: V. **Festucion valesiaca** Klika 1931: Potentillo arenariae-Stipetum capillatae (Hueck 1931) Libbert 1933 nom. invers. propos.
- V5** O. Brachypodietalia pinnati Korneck 1974: V. **Cirsio-Brachypodion pinnati** Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944: Adonido vernalis-Brachypodietum pinnati (Libbert 1933) Krausch 1961 (incl. Übergängen zum Arrhenatheretum elatioris Br.-Bl. 1915)

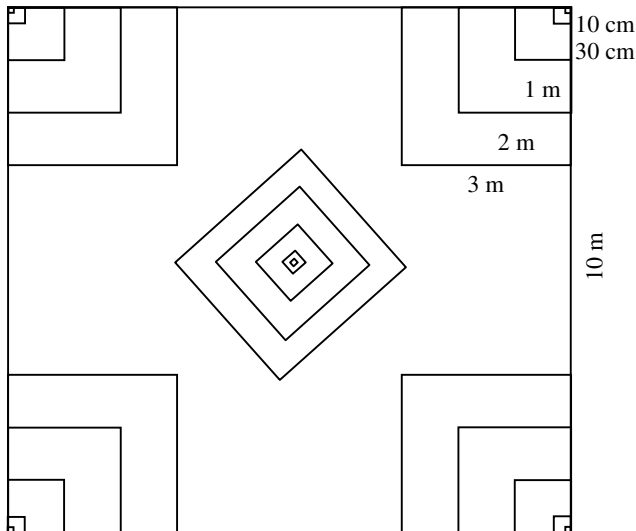


Abb. 1: Versuchsdesign für die Artenzahl-Areal- und Heterogenitätsuntersuchungen. Jeder 10 m × 10 m-Plot umfasst fünf Subplots.



Abb. 2: Das Kleinflächenmessgerät im Einsatz an den Gabower Hängen (Foto: J. Dengler 08/2004).

4 Ergebnisse

4.1 Artenzahlen auf 4 m²

Die absoluten Artenzahlen in den 57 Vegetationsaufnahmen auf 4 m² reichen von 10 bis 38. Die Betrachtung auf Verbandsebene (Abb. 3) zeigt ein klar differenziertes Bild zwischen den fünf unterschiedenen Vegetationstypen sowohl hinsichtlich der Gesamtartenzahl als auch hinsichtlich der relativen Anteile der drei unterschiedenen Artengruppen, bei zugleich geringer Varianz: Das Corynephorion canescentis, das saure Sandstandorte besiedelt, hat mit 12,5 Arten die geringste Artendichte. Es folgen mit bereits mehr als doppelt so hoher Artendichte die beiden Koelerio-

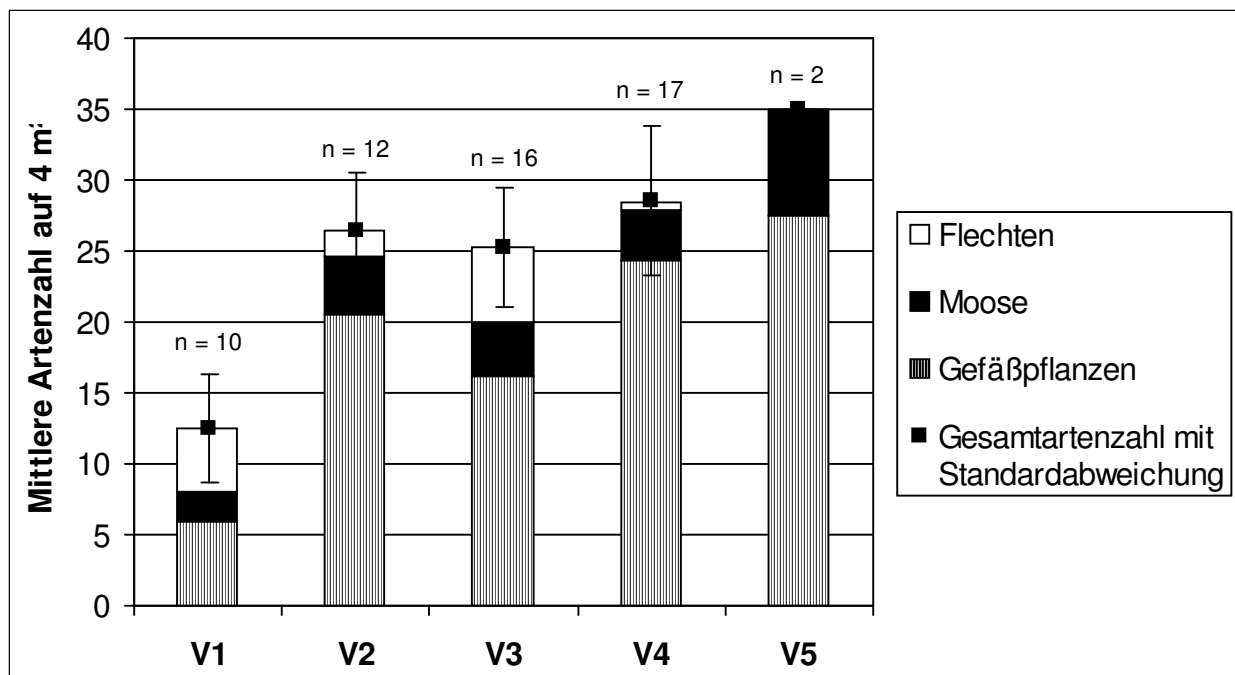


Abb. 3: Mittlere Artenzahlen der fünf Trockenrasenverbände auf 4 m².

Corynephoretea-Verbände basenreicherer Sandstandorte, das Koelerion glaucae mit 25,3 und das Armerion elongatae 26,5 Arten je 4 m². Noch höhere Artendichten weisen die beiden Festuco-Brometea-Verbände Festucion valesiacae (28,5) und Cirsio-Brachypodion pinnati (35,0) auf.

Während der relative Artenanteil der Moose in allen fünf Vegetationstypen mit Werten zwischen 12 % und 21 % eine ähnliche Größenordnung aufweist, variieren jener der Flechten und komplementär dazu jener der Gefäßpflanzen stark. Im Corynephorion canescentis erreicht die Artenzahl der Flechten jene der Gefäßpflanzen. Auch im Koelerion glaucae liegt der Flechtenanteil immer noch über 20 %. Hingegen beträgt er in den drei anderen Verbänden deutlich unter 10 %. Das Corynephorion canescentis ist auch der einzige Trockenrasenverband, in dem Moose und Flechten zusammen mehr Sippen aufweisen als die Gefäßpflanzen.

4.2 Artenzahl-Areal-Beziehung

Die Artenzahl-Areal-Kurven der einzelnen Trockenrasenverbände zeigen insgesamt einen ähnlichen Verlauf und lassen sich bei Betrachtung des gesamten untersuchten Dimensionsbereiches von 1 mm² bis 100 m² (Abb. 4) exzellent durch eine Potenzfunktion beschreiben ($R^2 > 0,977$ für die lineare Regressionsfunktionen in doppeltlogarithmischer Darstellung). Die Steigungen dieser Regressionsfunktionen der 10 Plots aus vier unterschiedlichen Gesellschaften liegen alle in einem engen Wertebereich zwischen 0,193 und 0,222. Diese geringen Unterschiede führen auch dazu, dass die Rangfolge der vier Verbände über den ganzen untersuchten Dimensionsbereich praktisch unverändert bleibt (Abb. 4). Am artenreichsten sind Armerion elongatae und Festucion valesiacae, deutlich artenärmer ist bereits das Koelerion glaucae und als unter den Trockenrasen am artenärmsten kann das Corynephorion canescentis gelten.

Betrachtet man die Artenzahl-Areal-Kurven für die 10 Plots genauer, so fällt auf, dass diese im Allgemeinen im unteren Kurvenbereich abflachen. Dies lässt sich quantifizieren, indem man die Steigungen der Regressionsgeraden für die Werte bis 1 cm² und ab 1 cm² vergleicht. In neun von zehn Plots liegen diese im unteren Bereich deutlich niedriger, und zwar um 0,035–0,127 oder 18–59 %.

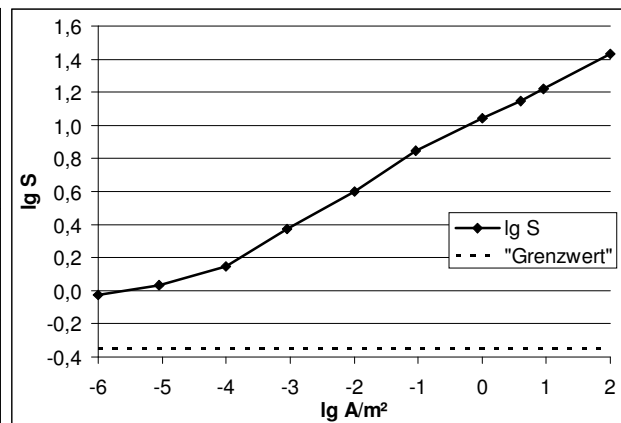
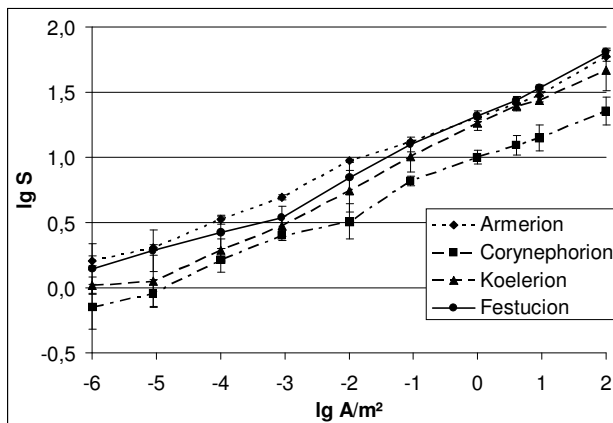


Abb. 4: Vergleich der Artenzahl-Areal-Beziehungen der unterschiedlichen Verbände. Dargestellt sind Mittelwerte der Mittelwerte der zugehörigen zwei bzw. drei Plots und deren Standardabweichung.

Abb. 5: Artenzahl-Areal-Beziehung am Beispiel des Plots 6 (Corynephorion canescentis). Dargestellt sind jeweils Mittelwerte aus den fünf Subplots und der prognostizierte untere „Grenzwert“ der Funktion (= $\lg [45\ %] = 0,35$; weitere Erläuterungen siehe Text).

Besonders gut erkennt man dieses Phänomen in Plot 6 (Abb. 5). In dieser Abbildung haben wir auch den nach DENGLER (2003) zu erwartenden Grenzwert dargestellt. Bei diesem handelt es sich um den Zehnerlogarithmus des Überdeckungsgrades verschiedener Pflanzenarten. Der Überdeckungsgrad seinerseits lässt sich aus den Werten der reinen Dominanzskala von DENGLER (2003) gut zurückrechnen. Wie in DENGLER (2003: 132) andiskutiert, erfolgte die „Rückübersetzung“ der Artmächtigkeiten zum geometrischen Mittel ihrer jeweiligen unteren und oberen Klassengrenzen der prozentualen Deckung. In den untersuchten 4 m²-Aufnahmeflächen liegen die so ermittelten Überdeckungsgrade im Bereich 28–218 %, für die fünf zu Plot 6 gehörenden Aufnahmen im Mittel bei 45 %. Es ist allerdings zu vermuten, dass der hier ermittelte Grenzwert etwas zu niedrig ist, da die abgestorbenen Annuellen nur pauschal mit einer Deckung entsprechend der Artmächtigkeit r berücksichtigt werden konnten.

5 Diskussion und Ausblick

Die Artenzahl-Areal-Beziehung lässt sich auch bei Betrachtung eines sehr großen Dimensionsbereichs exzellent durch eine Potenzfunktion beschreiben. Die prognostizierte Abflachung der Artenzahl-Areal-Kurve konnten wir für Flächen unterhalb von 1 cm² nachweisen.

HOBOHM (1998) gibt als Regressionsfunktion der Artenzahl-Areal-Beziehung, gemittelt über alle gehölzfreien Pflanzengesellschaften Mitteleuropas $S = 10,0 \cdot (A/m^2)^{0,20}$ bzw. $\lg(S) = 1 + 0,20 \cdot \lg(A/m^2)$ an. Die Steigungen der von uns errechneten Regressionsgeraden (für den Gesamtbereich) liegen nahe an diesem „Durchschnittswert“ 0,20 von HOBOHM. Der absolute Artenreichtum liegt nur beim *Corynephorion canescentis* geringfügig unter dem von ihm angegebenen Referenzwert (10,0 Arten auf 1 m², entsprechend 13,3 Arten auf 4 m²), bei allen anderen untersuchten Vegetationstypen erheblich darüber (bis zu 2,7× im *Cirsio-Brachypodium pinnati*!).

Hinsichtlich des relativen Artenreichtums und der Anteile verschiedener Artengruppen entsprechen die Ergebnisse den für NO-Deutschland insgesamt ermittelten (vgl. Beitrag von DENGLER in diesem Band). Obwohl nach der Artenzahl-Areal-Beziehung ein gut 15 % niedrigerer Wert zu erwarten gewesen wäre, liegen die absoluten Werte auf den 4 m²-Plots z. T. sogar höher als jene, die DENGLER (ibid.) für 10 m²-Plots ermittelt hat. Eine mögliche Erklärung dafür könnte der überdurchschnittlich reiche regionale *species pool* an Trockenrasenarten im Untersuchungsgebiet sein.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Dieter Stengel, der das Kleinstflächenmessgerät für das Projekt in gewohnt perfekter Art und Weise gebaut hat.

Literatur

- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. (2001) [Hrsg.]: Pflanzengesellschaften Mecklenburg Vorpommerns und ihre Gefährdung – Tabellenband. – 341 S., Weissdorn, Jena.
- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. (2004) [Hrsg.]: Pflanzengesellschaften Mecklenburg Vorpommerns und ihre Gefährdung - Textband. – 606 S., Weissdorn, Jena.
- DENGLER, J. (2000): Synsystematische Stellung und Gliederung der uckermärkischen Sandtrockenrasen. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth 24: 302–306, Bayreuth.
- DENGLER, J. (2003): Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation. – Arch. Naturwiss. Diss. 14: 297 S., Nümbrecht.

- DOLNIK, C. (2003): Artenzahl-Areal-Beziehungen von Wald- und Offenlandgesellschaften – Ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurische Nehrung (Russland). – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. 62: 183 S., Kiel.
- HOBOHM, C. (1998): Pflanzensoziologie und die Erforschung der Artenvielfalt. – Arch. Naturwiss. Diss. 5: 231 S., Galunder, Wiehl.
- KRATZERT, G., DENGLER, J. (1999): Die Trockenrasen der „Gabower Hänge“ am Oderbruch. – Verh. Bot. Ver. Berl. Brandeb. 132: 285–329, 10 Tab., 1 Kt., Berlin.
- LÖBEL, S. (2002): Trockenrasen auf Öland: Syntaxonomie – Ökologie – Biodiversität. – 178 + XIV S., 4 Tab., Diplomarb., Inst. für Ökologie und Umweltchemie, Univ. Lüneburg.
- PRESTON, F. W. (1962): The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. – Ecology 43: 187–215, Washington.

Manuskript eingegangen am 14. 10. 2004, angenommen am 12. 11. 2004.

Anschriften der VerfasserInnen:

Jürgen Dengler (*e-mail*: dengler@uni-lueneburg.de)

Philip Bedall (*e-mail*: 30189@uni-lueneburg.de)

Ines Bruchmann (*e-mail*: ines.bruchmann@web.de)

Ina Hoeft (*e-mail*: inahoeft@web.de)

Anne Lang (*e-mail*: 30224@uni-lueneburg.de)

Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg