

BIODIVERSITÄTSFORSCHUNG

Europäische Trockenrasen schlagen tropische Regenwälder

Tropische Regenwälder gelten als die artenreichsten Lebensräume der Erde. Nun zeigt eine neue Studie, dass bei Betrachtung kleiner Flächen europäische Halbtrockenrasen die Gefäßpflanzendiversität der Tropenwälder übertreffen. Paradoxiertweise könnte gerade die (extensive) menschliche Nutzung einer der Gründe für den hohen Artenreichtum von Grasländern der gemäßigten Zone sein. Heute ist dieser Vegetationstyp durch Nutzungsaufgabe und -intensivierung ähnlich stark gefährdet wie tropische Regenwälder.

Wie die ungleiche Verteilung der Artenvielfalt klein- und großräumig zustande kommt, ist eine der großen Fragen der Ökologie. Eines der am besten untersuchten Mus-

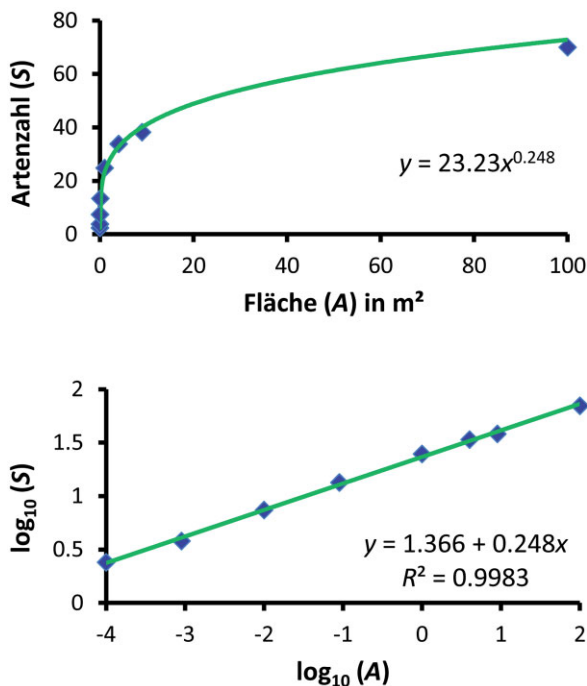


ABB. 1 Artenzahl-Areal-Beziehung der Gefäßpflanzen in einem estnischen Trockenrasen. Bei linearer Auftragung steigt die Artenzahl (S) zunächst steil und dann immer flacher an. Bei doppellogarithmischer Auftragung ergibt sich eine fast perfekte Gerade. Demnach folgt die Artenzahl-Areal-Beziehung hier einem Potenzgesetz: $S = cA^z \Leftrightarrow \log S = \log c + z \log A$. Dabei gibt c die interpolierte Artenzahl auf einer Fläche der Größe 1 (je nach gewählter Einheit also 1 m², 1 km² etc.) und z den relativen Anstieg der Artenzahl bei einer Flächenvergrößerung oder in der doppellogarithmischen Darstellung einfach die Steigung der Gerade an. Eine Proportionalität zwischen Artenzahl und Flächengröße wäre bei $z = 1$ gegeben; reale z-Werte liegen aber weit darunter. Potenzgesetze sind in der Biologie wie auch in zahlreichen anderen komplexen Systemen weit verbreitet [8]. Original nach Daten aus [4].

ter ist der so genannte latitudinale Artenreichtumsgradient. Es galt als nahezu universelles Gesetz, dass in den meisten Taxa die Diversität vom Äquator zu den Polen abnimmt. Als Hauptursachen für diesen Befund erweisen sich in Regressionsmodellen meist die verfügbare Energie und Feuchtigkeit [7].

Bisherige globale Analysen des Artenreichtums haben meist große räumliche Skalen betrachtet. So wurde für die Weltkarte der Gefäßpflanzendiversität [1] die Artenvielfalt auf 10.000 km² standardisiert. Auf dieser Skalenebene gibt es fünf „Megadiversitätszentren“ mit jeweils mehr als 5000 Arten auf 10.000 km², die alle im äquatorialen Zonobiom (tropische Regenwälder) liegen. Andere Studien analysieren Biodiversitätsmuster auf kleiner Skalenebene, dann aber meist beschränkt auf eine Region und einen Vegetationstyp. Eine jüngst publizierte Arbeit verbindet nun erstmals eine globale Analyse mit kleinen Flächengrößen, also eine große Skala beim *extent* („Ausdehnung“) und kleine Skala beim *grain* („Korngröße“) [10]. Die Forscher haben dazu aus unzähligen publizierten und unpublizierten Quellen aus unterschiedlichen Lebensräumen aller Kontinente die Gefäßpflanzenartenzahlen auf Flächengrößen von 1 mm² bis 1 ha zusammengetragen und die Maxima ermittelt. Das Ergebnis war dreifach überraschend: (1) Die

Maxima, obwohl aus verschiedenen Regionen stammend, folgten sehr gut einer Potenzfunktion mit $z = 0,25$ (vgl. Abbildung 1). (2) Wenn man diese Funktion zur Gesamtfläche der Kontinente extrapoliert, erhält man einen Wert nahe der Zahl bekannter Gefäßpflanzen. (3) Nur zwei Lebensraumtypen weisen Maxima auf: von 100 m² aufwärts sind tropische Regenwälder unschlagbar, während alle Rekorde auf kleineren Flächen von Grasländern der gemäßigten Zone gehalten werden. Die Abnahme des Artenreichtums vom Äquator zu den Polen ist also nicht universell gültig, sondern skalenabhängig.

Dass die Maxima nicht durchgängig in einem Lebensraumtyp liegen, liegt daran, dass die Artenzahl-Areal-Beziehungen (species-area relationships, SARs) offensichtlich in Grasländern und Regenwäldern unterschiedliche Steigungen haben, wodurch sie sich bei einer bestimmten Flächengröße schneiden. Generell lässt sich die Zunahme der Artenzahl mit der Fläche in fast allen ökologischen Systemen gut durch ein Potenzgesetz beschreiben (Abbildung 1), mit Exponenten (z-Werten), die meist zwischen 0,15 und 0,35 liegen [3]. Das heißt, dass bei einer Verzehnfachung der Fläche, die Artenzahl nicht um den Faktor 10, sondern nur etwa auf das 1,4–2,3-fache zunimmt.

Bei den Maxima im unteren Skalenbereich handelt es sich mit Ausnahme zweier argentinischer Grasländer durchgängig um Kalkhalbtrockenrasen Europas, insbesondere auf Öland, in Estland, den Weißen Karpaten und Siebenbürgen, wo eine Forschungsexpedition der European Dry Grassland Group (EDGG; www.edgg.org) im Jahr 2009 Weltrekordflächen untersuchte (Abbildung 2). All diese Grasländer sind Ersatzgesellschaften von Wäldern, die durch jahrhundertelange menschliche Nutzung entstanden sind und deshalb



ABB. 2 Halbtrockenrasen in Siebenbürgen, Rumänien. Hier wurden die Weltrekorde des Gefäßpflanzenartenreichtums auf 0,1 m² (43 Arten) und auf 10 m² (98 Arten) gefunden. Bild: J. Dengler.

als halbnatürliche Lebensräume gelten. Die Vegetationsstruktur und Artenzusammensetzung dieser Gesellschaften ähnelt natürlichen Wiesen- und Waldsteppen Osteuropas und Zentralasiens. Während Diversitätsmaxima in tropischen Regenwäldern einleuchten (evolutiv alter und großräumiger, natürlicher Lebensraum mit ganzjährig reicher Versorgung an Wasser und Energie), sind die Bedingungen in den Halbtrockenrasen nahezu konträr: evolutiv junger, anthropogener, meist kleinflächiger Lebensraum mit Jahreszeitenregime und zeitweisem Wassermangel.

Warum unter allen Pflanzengesellschaften der Welt nur diese beiden gegensätzlichen Vegetationstypen Maxima aufweisen, ist eine offene Frage der Ökologie, deren Beantwortung uns näher an ein mechanistisches Verständnis der Entstehung von Artenreichtum bringen könnte. Einige Erklärungen zeichnen sich schon ab: Alle Rekordgrasländer werden extensiv als Wiesen oder Weiden genutzt, das heißt, durch Mahd oder Beweidung wird regelmäßig die oberirdische Biomasse aller oder doch der meisten Arten entzogen (Ökologen bezeichnen Biomasseentzug wert-

frei als „Störung“ = disturbance). Nach der *intermediate disturbance hypothesis* [2] tritt maximaler Artenreichtum bei mittlerer Störungshäufigkeit und -intensität auf, während bei stärkerer Nutzung nur wenige, speziell angepasste Arten überleben und sich bei fehlender Störung einzelne, besonders konkurrenzkräftige Arten durchsetzen können. Höchste Arten-dichte findet man bei mittlerer Nährstoff- und Wasserversorgung. So sind Volltrockenrasen artenärmer als Halbtrockenrasen, weil nur wenige Arten unter diesen extremen Bedingungen überleben können, während zu frischem Wirtschaftsrundland hin wiederum wenige Arten ihre Konkurrenzkraft ausspielen. Auch der regionale Artenpool spielt eine Rolle dabei, wie viele Arten im Quadratmeterbereich gemeinsam vorkommen. Generell sind in Europa Pflanzengesellschaften basenreicher Böden artenreicher als ihre Pendanten auf sauren Böden, nicht nur bei den Trockenrasen. Das wird dadurch erklärt, dass in der europäischen Flora kalkliebende Arten überwiegen, was wiederum am Vorherrschen kalkreicher Gesteine in den eiszeitlichen Refugialräumen lie-

gen könnte [5]. Weiterhin scheinen große, zusammenhängende Trockenrasengebiete mit Kontinuität über Jahrhunderte auch kleinflächig am artenreichsten zu sein, möglicherweise, weil sie einen besonders großen Artenpool aufbauen konnten [6].

Die neuen Ergebnisse werfen mehr Fragen auf, als dass sie Antworten geben, so dass die EDGG in den kommenden Jahren fortfahren wird, standardisierte Biodiversitätsdaten von schlecht untersuchten halbnatürlichen Grasländern und natürlichen Steppen Eurasiens zu sammeln, um diesem Rätsel auf den Grund zu gehen. Zugleich zeigen die Untersuchungen, dass Europa mit den in seiner historischen Kulturlandschaft gewachsenen High Nature Value (HNV) Grasländern einen Biodiversitätshotspot hat, der mit den tropischen Regenwäldern vergleichbar ist. Unter heutigen agrarpolitischen Rahmenbedingungen sind solche biodiversen Grasländer extrem bedroht, sowohl durch Nutzungsaufgabe (Verbrachung, Verbuschung, Aufforstung), als auch durch Nutzungsintensivierung (Düngung, höherer Viehbesatz, Umwandlung in Äcker) [9].

Mehr über HNV-Grasländer lesen Sie auf der Homepage von EFNCP (www.efncp.org/), einer Organisation, die wesentlich dazu beigetragen hat, das HNV-Konzept in Naturschutz- und Agrarpolitik zu verankern.

- [1] W. Barthlott et al., *Nova Acta Leopoldina* N. F. 2005, 92, 61–83.
- [2] J. H. Connell, *Science*, 1978, 199, 1302–1310.
- [3] J. Dengler, *J. Biogeogr.* 2009, 36, 728–744.
- [4] J. Dengler, S. Boch, *Folia Geobot.* 2008, 43, 289–304.
- [5] J. Ewald, *Folia Geobot.*, 2003, 38, 357–366.
- [6] P. Hájková et al., *Preslia* 2011, 83, 185–204.
- [7] H. Kreft, W. Jetz, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2007, 104, 5925–5930.
- [8] J. C. Nekola, J. H. Brown, *Ecol. Lett.*, 2007, 10, 188–196.
- [9] P. Veen et al. (Hrsg.), *Grasslands in Europe of high nature value*, KNNV Publishing, Zeist 2009.
- [10] J. B. Wilson et al., *J. Veg. Sci.* 2012, DOI: 10.1111/j.1654-1103.2012.01400.x.

Jürgen Dengler,
Universität Hamburg,
dengler@botanik.uni-hamburg.de