

Der Einfluss von Pflanzendiversität auf Ökosystemprozesse am Beispiel Grünland



Dr. Sebastian Meyer & Prof. Wolfgang Weisser

Technische Universität München,
Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie,
Department für Ökologie und Ökosystemmanagement,
Wissenschaftszentrum Weihenstephan,
85354 Freising





Grünland ist Lebensraum für viele Tiere

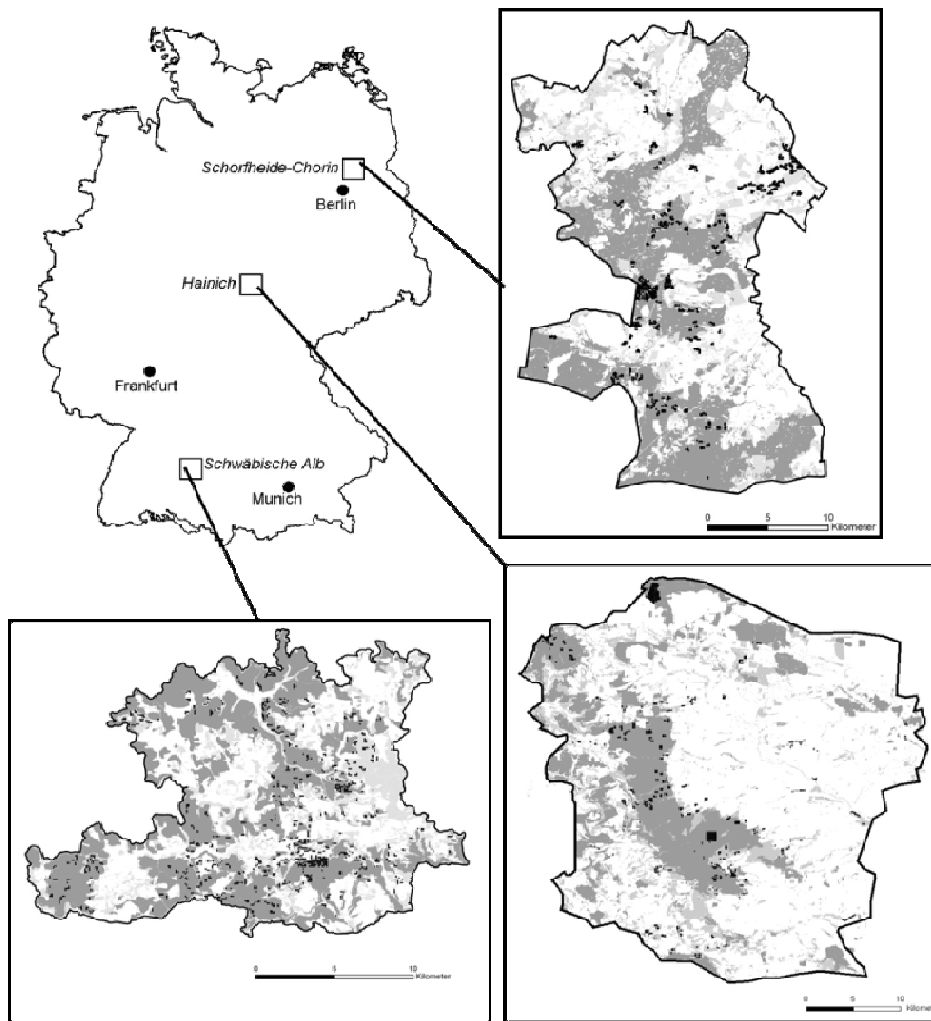


Grünland erbringt Ökosystemdienstleistungen



www.hotelneubad.com

Landnutzung und Biodiversität im Grünland



1. Schorfheide-Chorin
2. Hainich-Dün
3. Schwäbische Alb



Landnutzungstypen Grünland



Weide

Mähweide

Wiese

gedüngt



ungedüngt



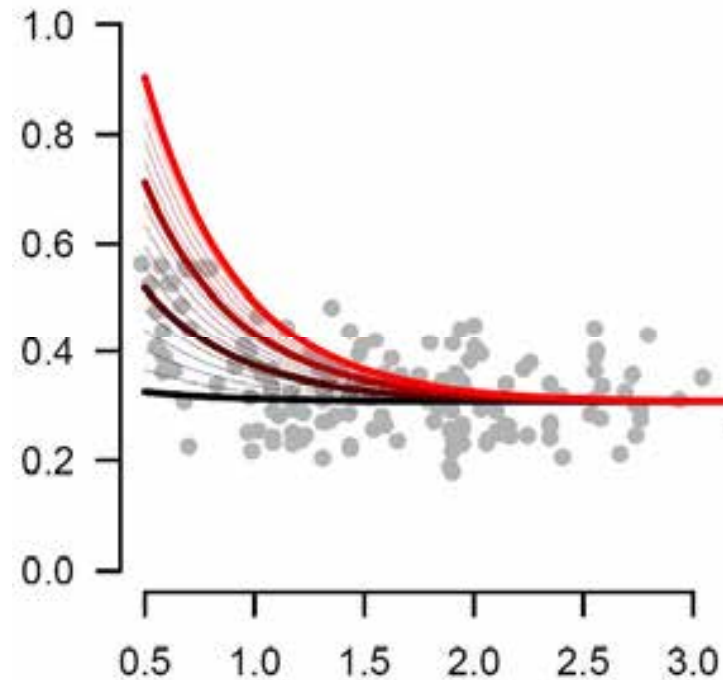
Tiere je Fläche

Schnitte pro Jahr

Landnutzung und Biodiversität im Grünland



Multidiversität
(basierend
auf 18 Gruppen)



Jährliche Variabilität
in der Landnutzung

- $LUI_{sd} = 0$
 - $LUI_{sd} = 0.3$
 - $LUI_{sd} = 0.6$
 - $LUI_{sd} = 1$
- niedrig
↓
hoch

Intensivere Nutzung
von Grünland reduziert
die Diversität
vorkommender Arten



Allan et al. 2014 (PNAS)



Forschungsfrage



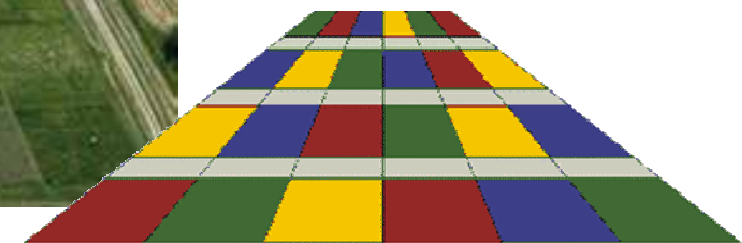
Nutzung



Welche Auswirkungen hat die Vielfalt der Pflanzenarten auf ökologische Prozesse?



Das Jena-Experiment



THE JENA EXPERIMENT

Etabliert in 2002 als DFG finanzierte Forschergruppe

Etwa 10 ha Fläche in der Saaleaue bei Jena

Artenpool: artenreiches mesophiles Grünland: Glatthaferwiese



Versuchsaufbau



Artenpool: 60 Arten



| Artenzahl | Plotzahl |
|---------------|-----------|
| 1 | 16 |
| 2 | 16 |
| 4 | 16 |
| 8 | 16 |
| 16 | 14 |
| 60 | 4 |
| Gesamt | 82 |

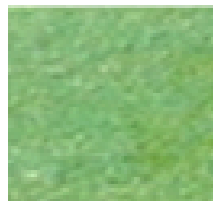
Pflanzenartenzahl



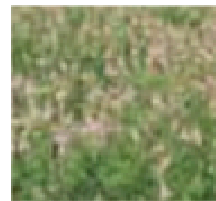
1



2



4



8

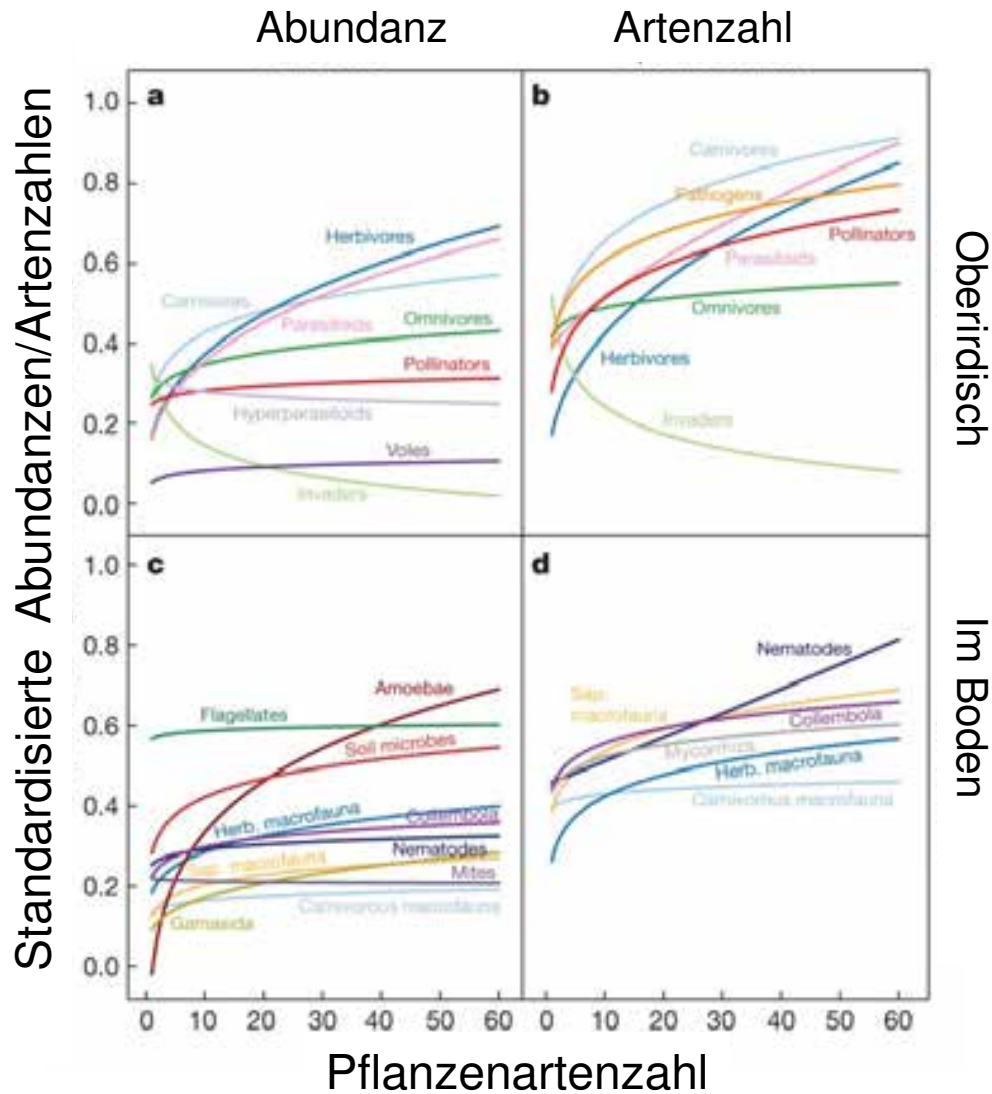


16



60

Effekte auf Tiere

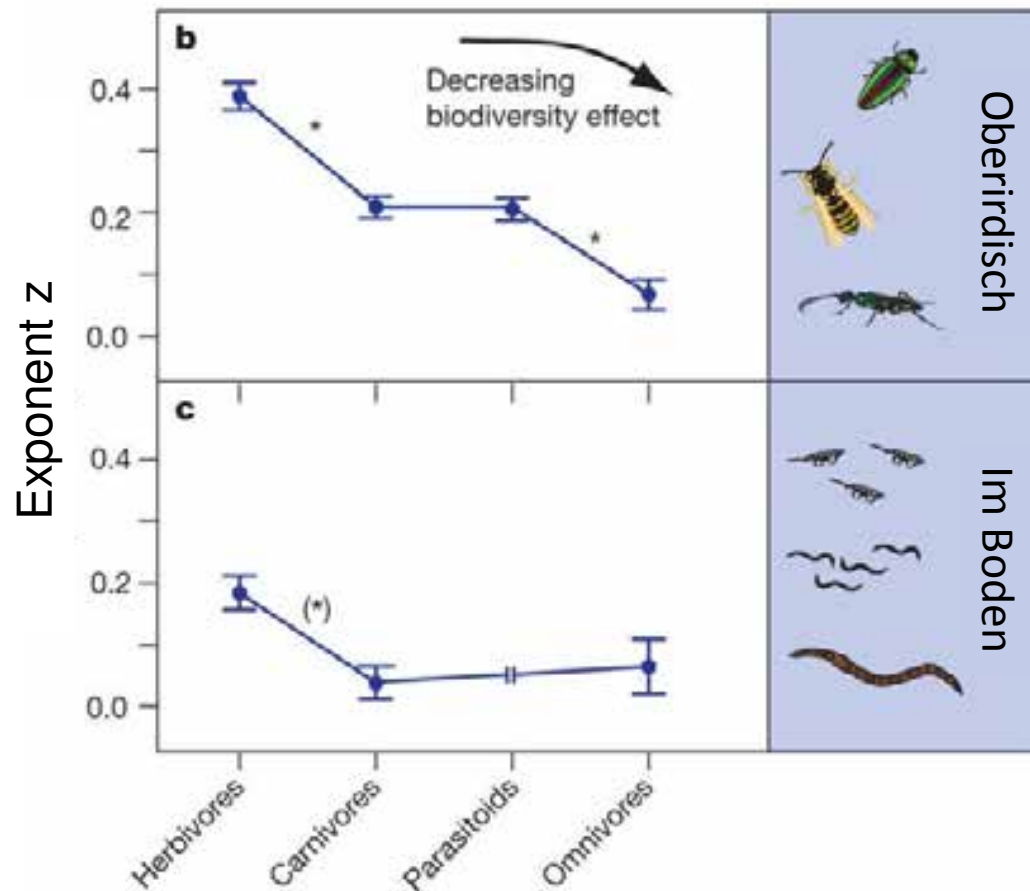


Pflanzenartenzahl beeinflusst viele Organismengruppen positiv

Scherber et al. 2010 (Nature)



Effekte auf Tiere



Geringere Effekte auf unterirdische Prozesse und höhere trophische Ebenen

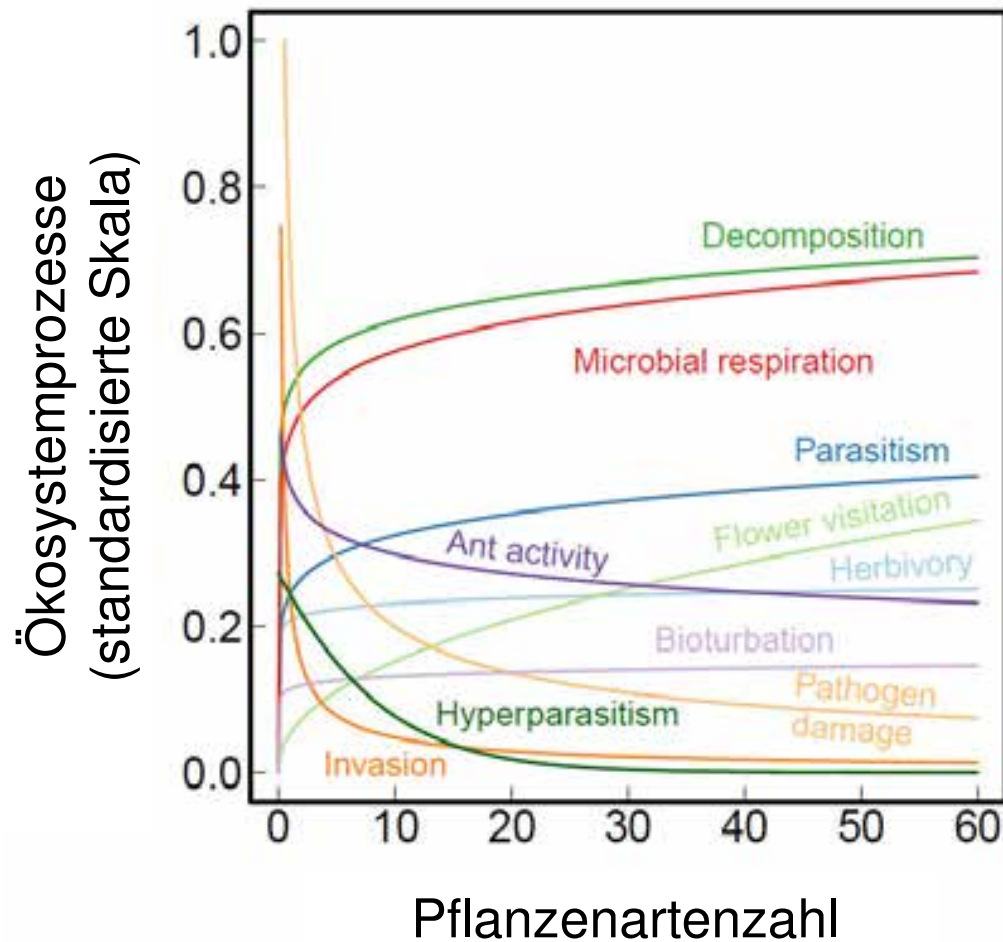
$$y = a \cdot S^z$$

S - Pflanzenartenzahl
y - Artenzahl anderes Taxon

Scherber et al. 2010 (Nature)



Effekte auf Prozesse

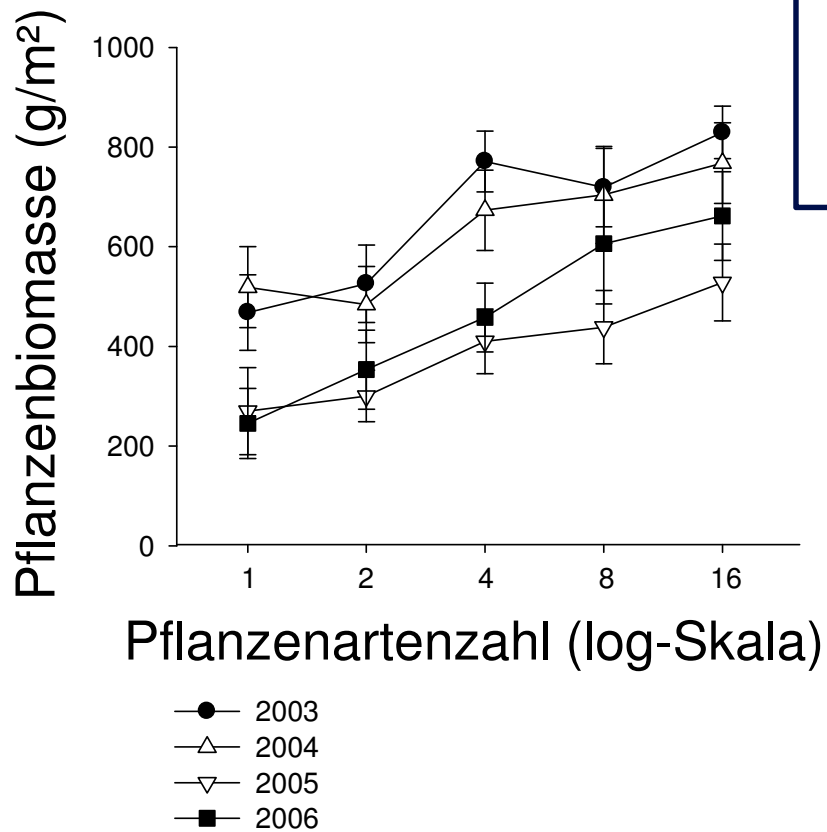


Pflanzenartenzahl beeinflusst viele organismenabhängige Prozesse

Scherber et al. 2010 (Nature)



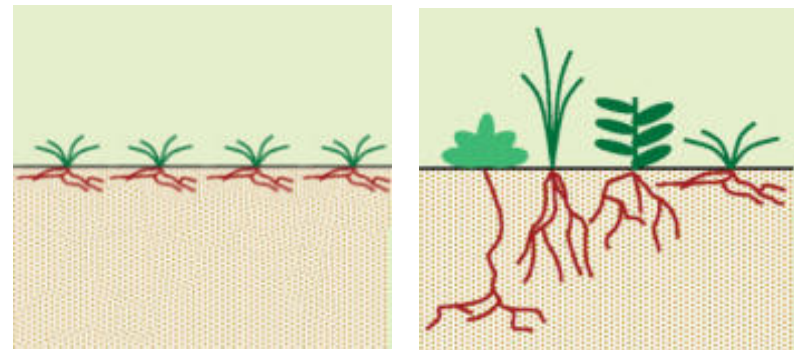
Effekt auf Produktivität



Positiver Zusammenhang zwischen Artenreichtum und Produktivität

Unterschiede in Wurzelmorphologie und Nährstoffaufnahme als Mechanismus:

Schmid et al. 2003 (Biologie in unserer Zeit)



Unterschiede zwischen Arten ermöglichen „Teamarbeit“ = Komplementarität

Marquard et al. 2009 (Ecology)

Managementexperiment

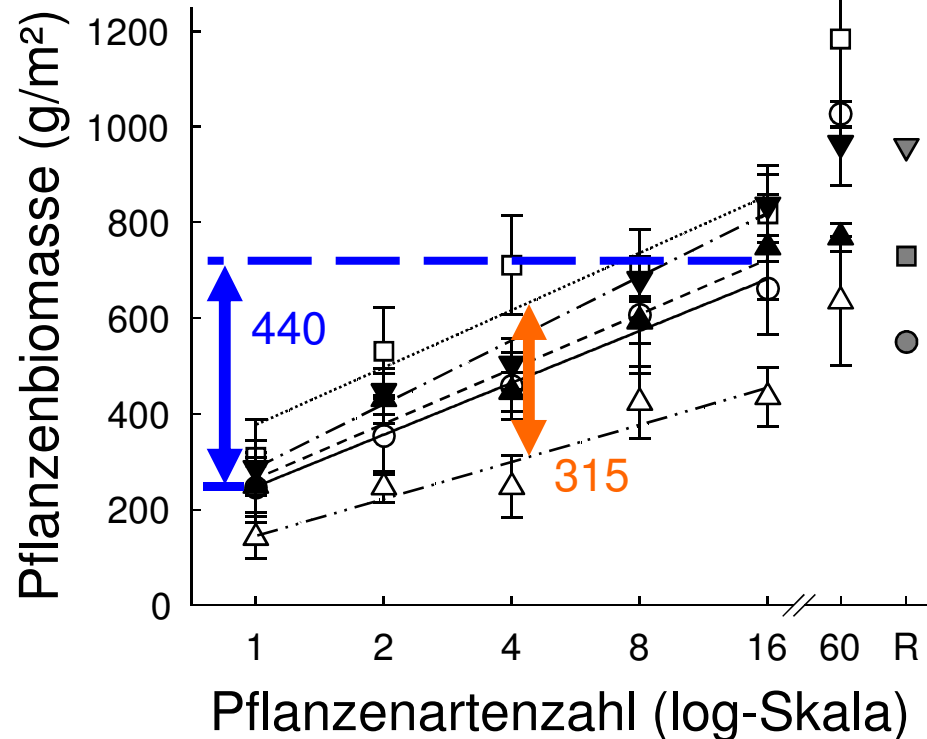


Bewirtschaftungseffekt (↔)

Diversitätseffekt (↔)

M-Mahd, F-Düngung (kg N/ha*J)

- △--- M1 F0
- M2 F0
- M2 F100
- ▲--- M4 F100
- ▼--- M4 F200



Vergleichswerte
Intensiv

Mittel

Extensiv

Weigelt et al. 2009
(Biogeosciences)

Effekte von Diversität und Bewirtschaftungsintensität auf Produktivität sind vergleichbar



Effekte im Boden



Biodiversitätseffekte im Boden entwickeln sich langsam

Kohlenstoffspeicherung

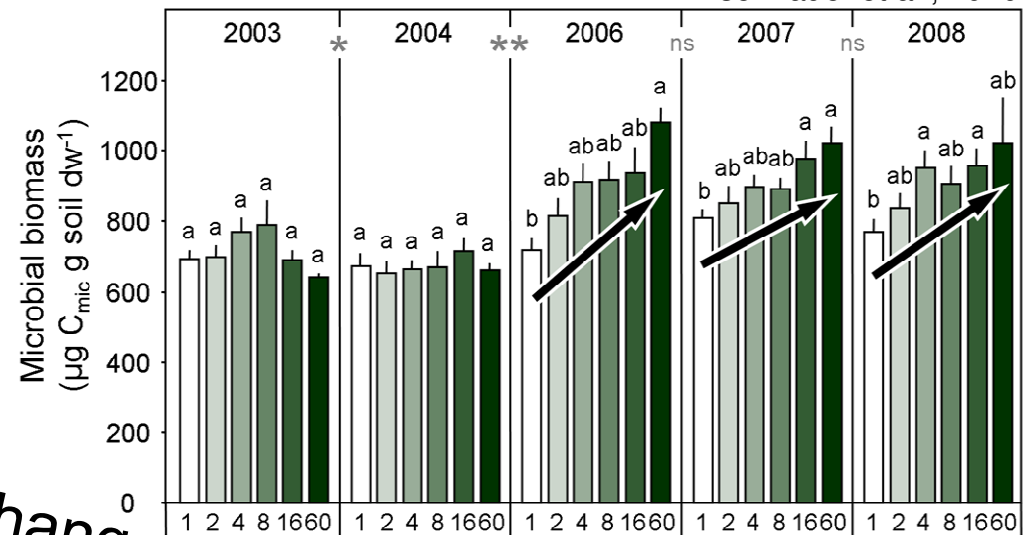
- Organischer Kohlenstoff im Boden steigt mit höherer Pflanzenartenzahl an
- Nach der Umwandlung von Ackerland in Grünland im Jahr 2002 nimmt von 2004 – 2011 der Kohlenstoffgehalt im Boden zu
- Der Effekt von Pflanzenartenzahl auf Bodenkohlenstoff ist in späteren Jahren stärker

Lange et al.,
unpubliziert



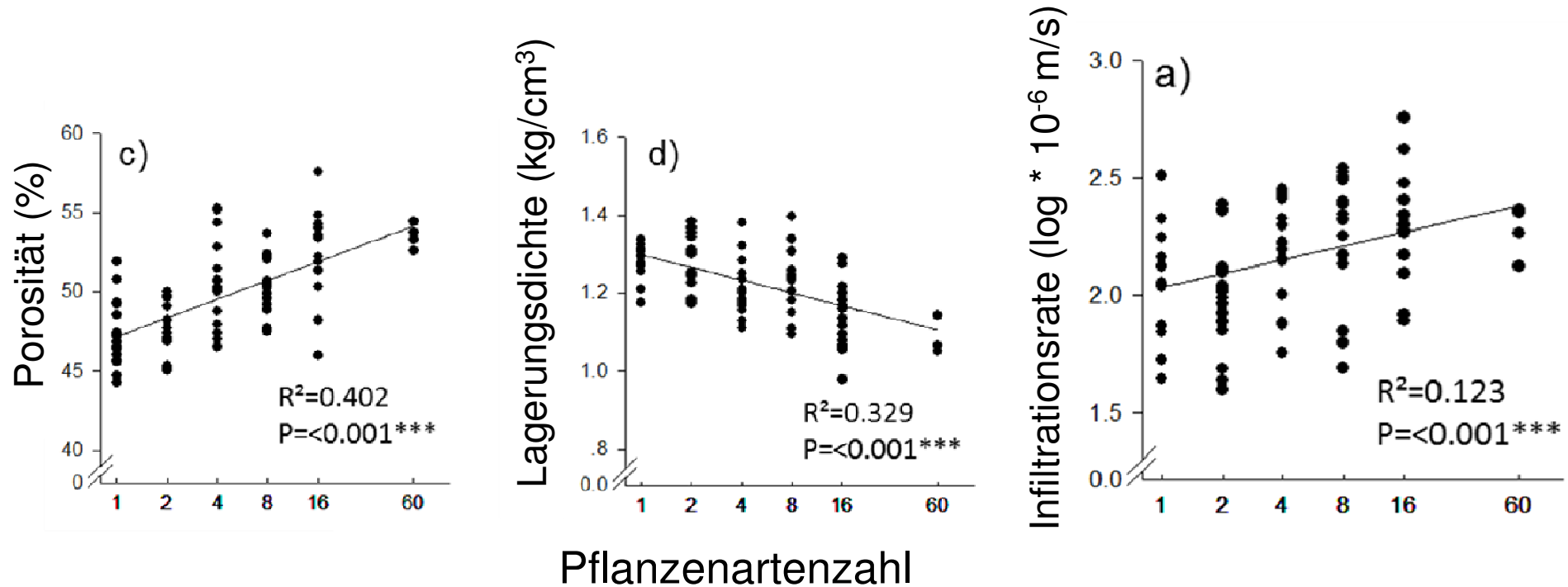
Mikrobielle Biomasse

Eisenhauer et al., 2010



Pflanzenartenzahl

Hydrologische Bodeneigenschaften



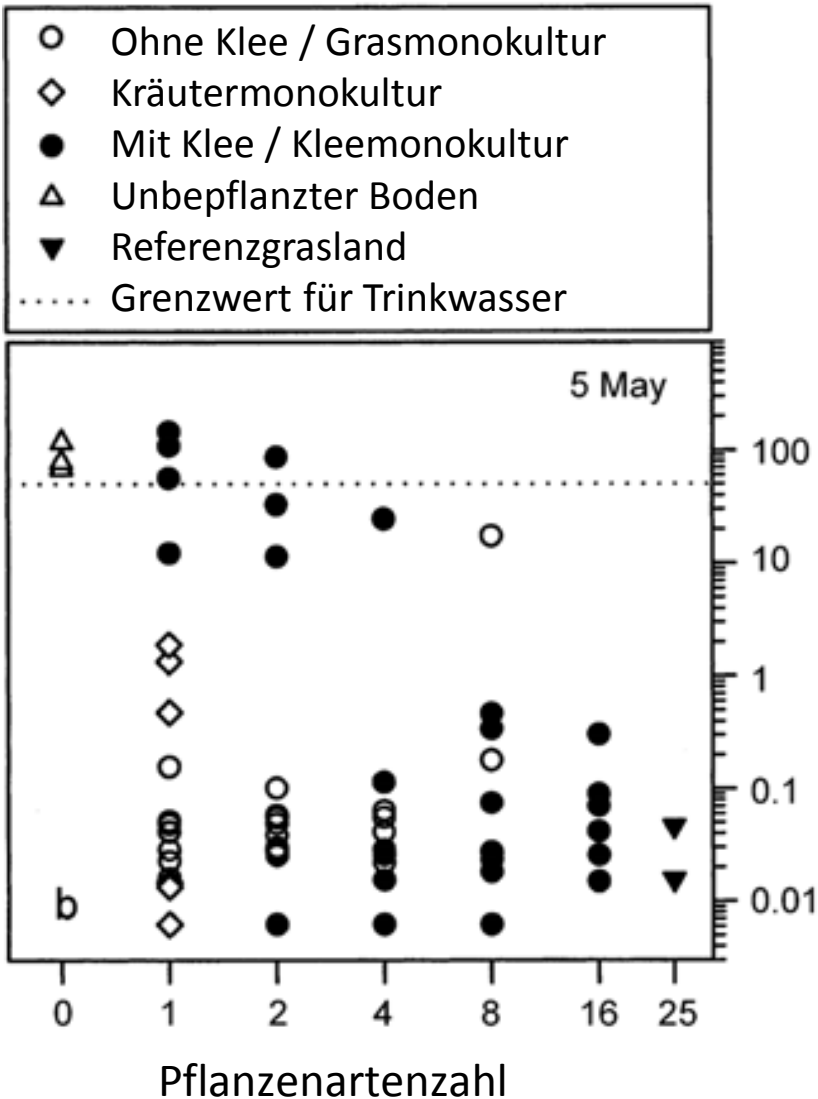
Pflanzendiversität erhöht Versickerung von Wasser im Boden

Reduziert: Oberflächenabfluss & Erosion,
Begünstigt: Grundwasserbildung, Hochwasserschutz

Fischer et al. 2014



Stickstoffauswaschung



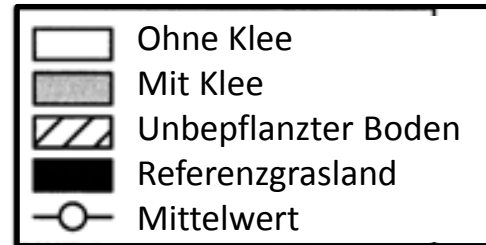
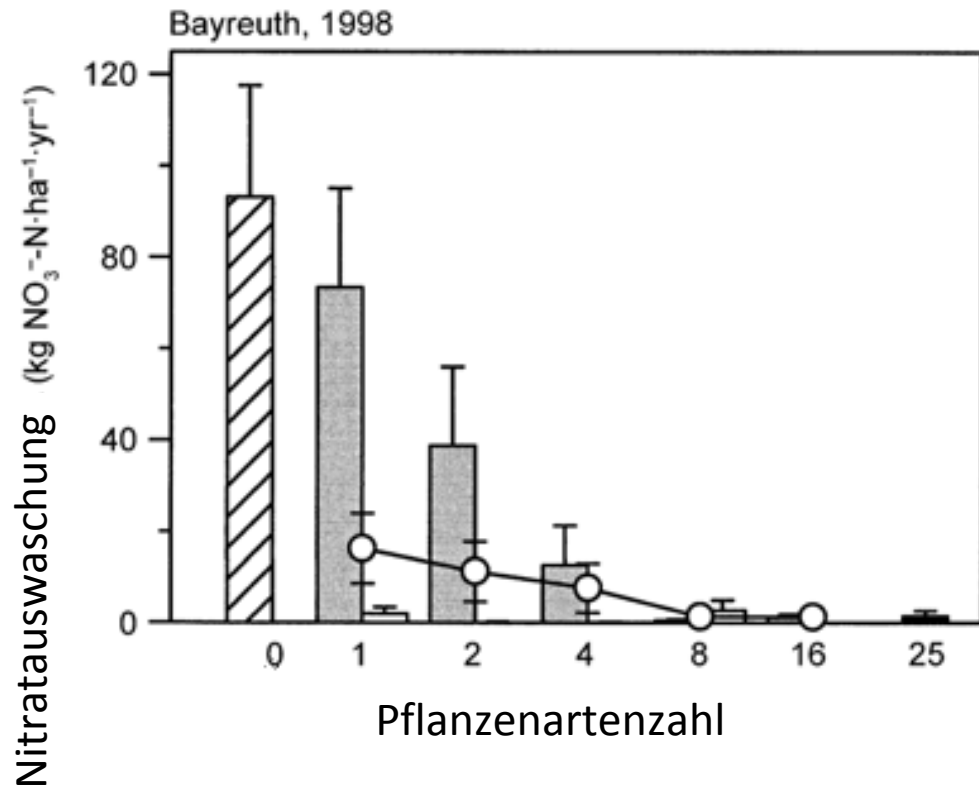
- Gemessen in 40cm Tiefe
- Unter 99,8% der Wurzeln
- Während Hauptwachstumsphase

Bei niedriger Pflanzenartenzahl kann ungenutzter Stickstoff im Boden zurückbleiben und ins Grundwasser ausgewaschen werden

Scherer-Lorenzen et al. 2003 (Ecology)



Stickstoffauswaschung Jahresbilanz



Pflanzenartenzahl reduziert die Stickstoffauswaschung ins Grundwasser

Scherer-Lorenzen et al. 2003 (Ecology)



Multifunktionalität



- Multifunktionalität integriert über alle ökologischen Prozesse
- Ein Multifunktionalitätsindex wurde basierend auf 71 einzelnen Ökosystemfunktionen berechnet
- Der Multifunktionalitätsindex steigt mit Pflanzenartenzahl stark an

Meyer et al.
unpubliziert

Die Gesamtheit der Ökosystemfunktionen steigt mit Pflanzenartenzahl stark an



Gibt es unnötige Arten?



- Wir können für jede der 60 Pflanzenarten des Jena Experiment ausrechnen ob sie einen signifikanten Beitrag zu einer der 71 gemessenen Ökosystemfunktionen leistet
- Im Mittel über alle Funktionen tragen 30% der Arten zu einer einzelnen Funktion bei
- Für eine multifunktionale Wiese wollen wir wissen wie viele Arten zu zufälligen Kombinationen von Funktionen beitragen
- Wenn mindestens 16 unterschiedliche Funktionen betrachtet werden tragen 100% der Arten signifikant zu den Ökosystemfunktionen bei

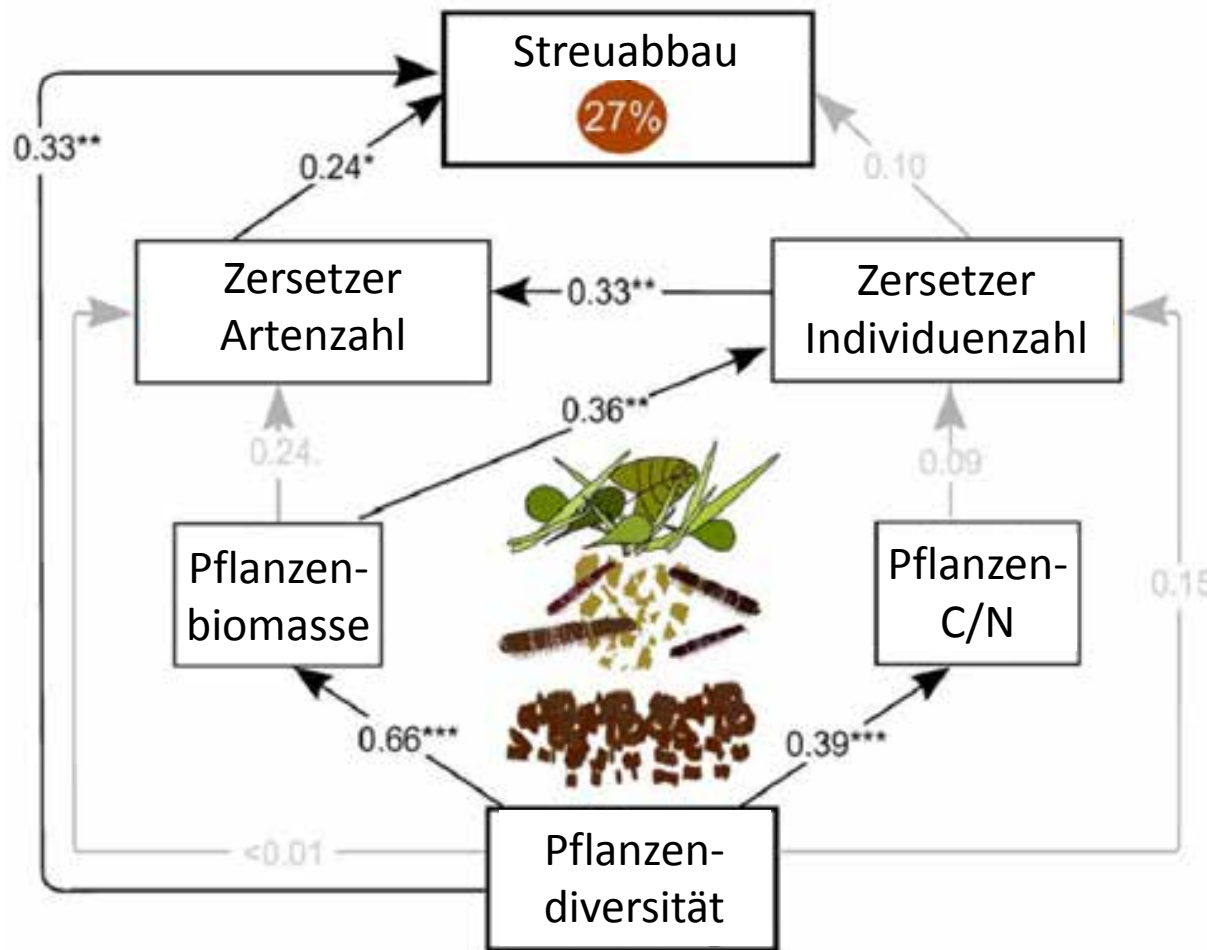
Jede Pflanzenart trägt zu mindestens einer Funktion bei

Es gibt keine nutzlosen Arten

Meyer et al.
unpubliziert



Effektkaskaden



Indirekte Effekte von Pflanzendiversität auf Prozesse durch Veränderungen auf anderen trophischen Stufen

Pflanzendiversität begünstigt Zersetzer und diese erhalten Bodenfruchtbarkeit

Ebeling, Meyer et al. 2014 (PlosONE)



Intensive Nutzung von Grünland reduziert die Vielfalt vorkommender Arten

Pflanzenartenzahl beeinflusst viele Organismengruppen positiv

Die Gesamtheit der Ökosystemfunktionen steigt mit Pflanzenartenzahl stark an



Grünland ist nicht gleich Grünland: je mehr Pflanzenarten im Grünland, desto mehr Biodiversität und Ökosystemfunktionen

Positiver Zusammenhang zwischen Artenreichtum und Produktivität

Unterschiede zwischen Arten ermöglichen „Teamarbeit“

Pflanzendiversität erhöht Versickerung von Wasser im Boden

Pflanzenartenzahl reduziert die Stickstoffauswaschung ins Grundwasser

Pflanzendiversität begünstigt Zersetzer und diese erhalten Bodenfruchtbarkeit



Grünland erbringt wichtige Ökosystemleistungen

Biodiversitätseffekte im Boden entwickeln sich langsam
Altes Grünland wertvoller als junges oder umgebrochenes

Jede Pflanzenart trägt zur Funktion bei
Es gibt keine nutzlosen Arten



**Grünland ist bedeutend für Deutschlands
Biodiversität**

Es lohnt sich, naturnahes Grünland zu erhalten

Danksagung



Jena-Experiment

Alle Kolleginnen und Kollegen

Anne Ebeling



Biodiversitäts-Exploratorien

Alle Kolleginnen und Kollegen

Martin Gossner, Markus Fischer



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



www.the-jena-experiment.de



Literaturverzeichnis



In der Reihenfolge der Nennung im Vortrag

Allan, E., O. Bossdorf, C. F. Dormann, D. Prati, M. M. Gossner, et al. 2014. Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111:308-313.

Scherber, C., N. Eisenhauer, W. W. Weisser, B. Schmid, W. Voigt, et al. 2010. Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature* 468:553-556.

Marquard, E., A. Weigelt, V. M. Temperton, C. Roscher, J. Schumacher, N. Buchmann, M. Fischer, W. W. Weisser, and B. Schmid. 2009. Plant species richness and functional composition drive overyielding in a 6-year grassland experiment. *Ecology* 90:3290-3302.

Schmid, B. 2003. Die funktionelle Bedeutung der Artenvielfalt. *Biologie in unserer Zeit* 33:356-365.

Weigelt, A., W. W. Weisser, N. Buchmann, and M. Scherer-Lorenzen. 2009. Biodiversity for multifunctional grasslands: equal productivity in high-diversity low-input and low-diversity high-input systems. *Biogeosciences* 6:1695-1706.

Eisenhauer, N., A. Milcu, H. Bessler, C. Engels, G. Gleixner, M. Habekost, S. Partsch, A. C. W. Sabais, C. Scherber, S. Steinbeiss, A. Weigelt, W. W. Weisser, and S. Scheu. 2010. Plant diversity effects on soil microorganisms support the singular hypothesis. *Ecology* 91:485-496.

Fischer, C., J. Tischer, C. Roscher, N. Eisenhauer, J. Ravenek, G. Gleixner, S. Attinger, B. Jensen, H. de Kroon, L. Mommer, S. Scheu, and A. Hildebrandt. 2014. Plant species diversity affects infiltration capacity in an experimental grassland through changes in soil properties. *Plant and Soil*: in press.

Scherer-Lorenzen, M., C. Palmborg, A. Prinz, and E. D. Schulze. 2003. The role of plant diversity and composition for nitrate leaching in grasslands. *Ecology* 84:1539-1552.

Ebeling, A., S. T. Meyer, M. Abbas, N. Eisenhauer, H. Hillebrand, M. Lange, A. Vogel, A. Weigelt, and W. W. Weisser. 2014. Plant diversity impacts decomposition and herbivory via changes in abundance and diversity of aboveground arthropods. *PloS one* 9:e106529.

