

Die Bedeutung der Biodiversität für Stoffkreisläufe und biotische Interaktionen in temperaten Laubwäldern

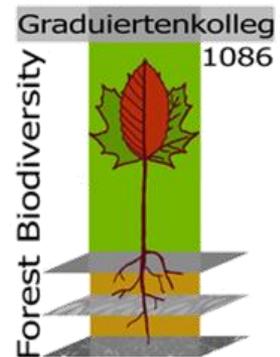
*

Ergebnisse des Graduiertenkollegs 1086
der Universität Göttingen

2006 - 2014

Deutsche
Forschungsgemeinschaft
DFG

Christoph Leuschner
Pflanzenökologie
Universität Göttingen



33 (+3) abgeschlossene Doktorarbeiten 2009-2016

Sebastian Bittner
Verena Eißfeller
Tobias Gebauer
Anja Guckland
Andreas Jacob
Mascha Jacob
Paul Köcher
Inga Krämer
Petra Kubisch
Christa Lang
Christina Langenbruch
Nicole Legner
Torben Lübbe
Catharina Meinen
Meik Meißner
Andreas Mölder
Claudia Normann
Michaela Rath
Sandra Rajmis
Anja-Karolina Rovers

Andrea Scheibe
Marcus Schmidt
Kristin Schröder
Stefan Schüler
Dominik Seidel
Jasmin Seven
Stephanie Sobek
Ulrike Talkner
Carolin Thoms
Elke Vockenhuber
Nadine Weland
Sarah Zieger
Jorma Zimmermann

Vorauss. SS 2016:
Amélie Dukunde
Ronny Thoms
Janine Sommer

Planzenökologie, Tierökologie, Bodenbiologie,
Bodenchemie, Hydrologie, Umweltökonomie



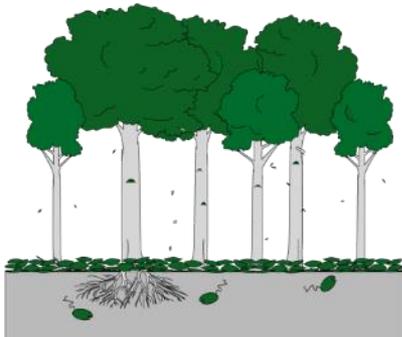
Fragestellungen

- Zusammenhänge Baumartendiversität – Diversität anderer Organismengruppen
- Welche Rolle spielen **Baumartendiversität** und **Artidentität** für wichtige Ökosystemfunktionen ?
- Wie verändern die Baumarten ihren Standort im Mischbestand?

A) Plot-Level-Studie

- 1-Art-, 3-Art-, 5-Art-Bestände
- 4 Replikate pro Diversitätsstufe – 12 Bestände insgesamt
- Bestandesstruktur und Alter ähnlich
- Hinreichend vergleichbare Bodenbedingungen, gleiches Klima (Maximalabstand 5 km)

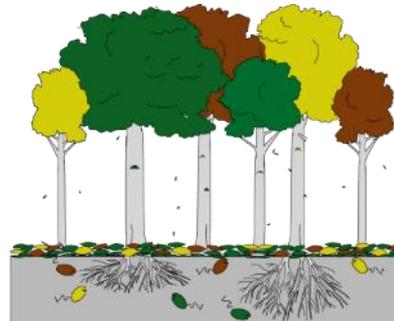
DL1



1-Art-Bestände

Fagus sylvatica

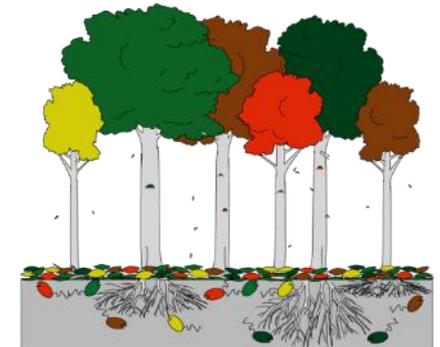
DL2



3-Art-Bestände

Fagus sylvatica
Fraxinus excelsior
Tilia cordata

DL3

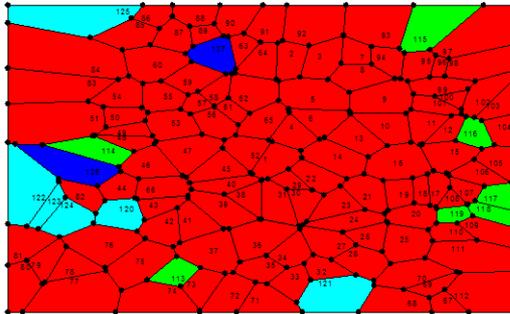
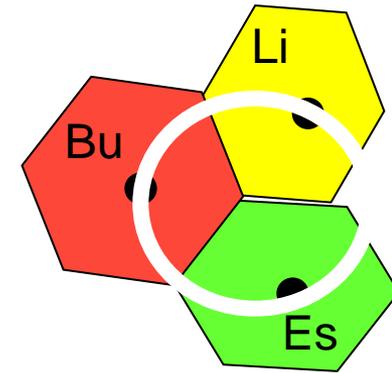


5-Art-Bestände

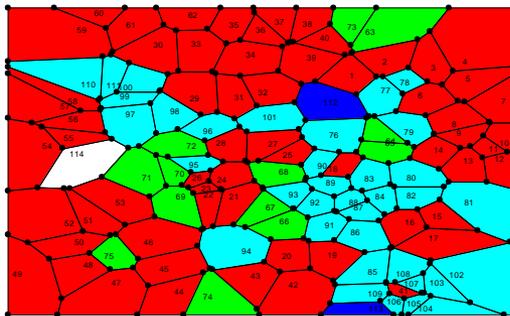
Fagus sylvatica
Fraxinus excelsior
Tilia cordata
Carpinus betulus
Acer pseudoplatanus

B) 100-Baumcluster-Studie

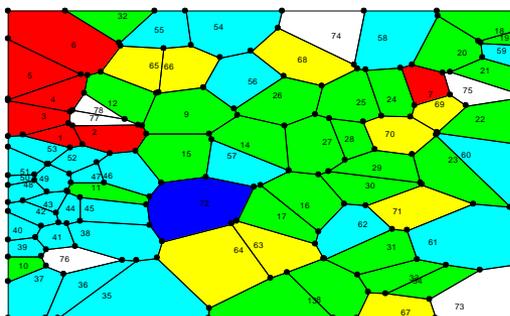
Cluster
aus 3
Bäumen



DL1



DL2



DL3

Baumcluster-Kombinationen (25)

1-Art-Cl.	2-Art- Cl.	3-Art-Cluster
Bu	Bu/Li	Bu/Li/Es
Li	Bu/Es	Bu/Li/Hb
Es	Bu/Hb	Bu/Li/Ah
Hb	Bu/Ah	Bu/Es/Hb
Ah	Li/Es	Bu/Es/Ah
	Li/Hb	Bu/Hb/Ah
	Li/Ah	Li/Es/Hb
	Es/Hb	Li/Es/Ah
	Es/Ah	Li/Hb/Ah
	Hb/Ah	Es/Hb/Ah

5

10

10

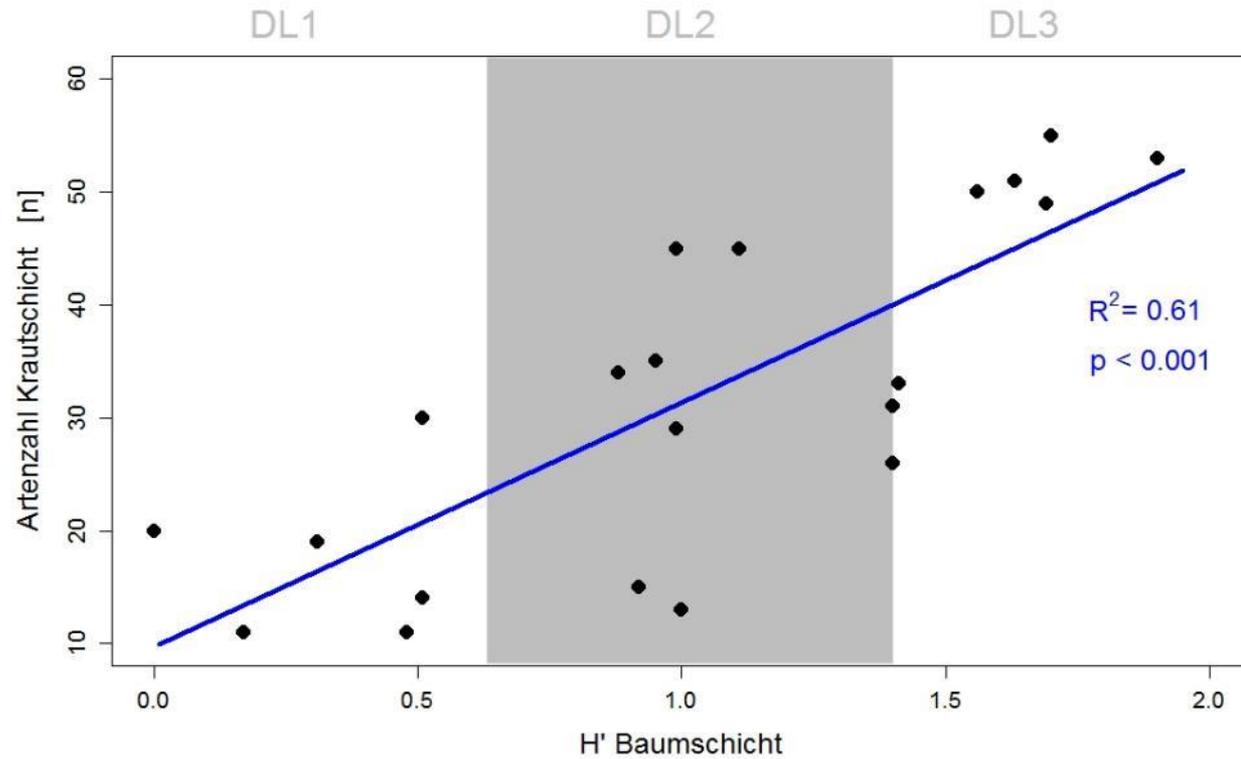
25 x 4 Replikate = 100

1

Diversität anderer Organismengruppen

Diversität der Krautschicht

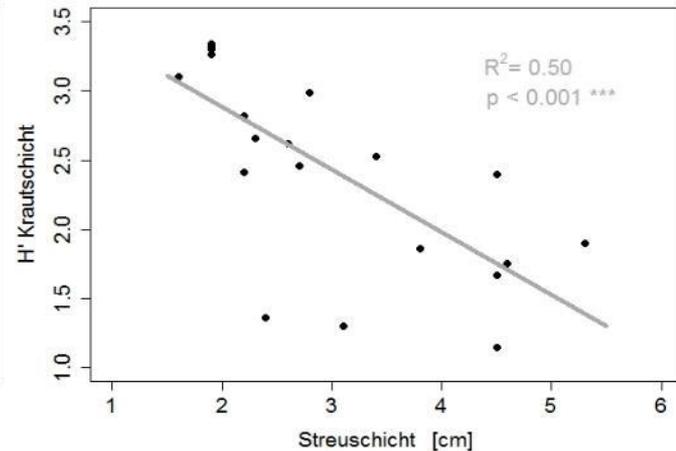
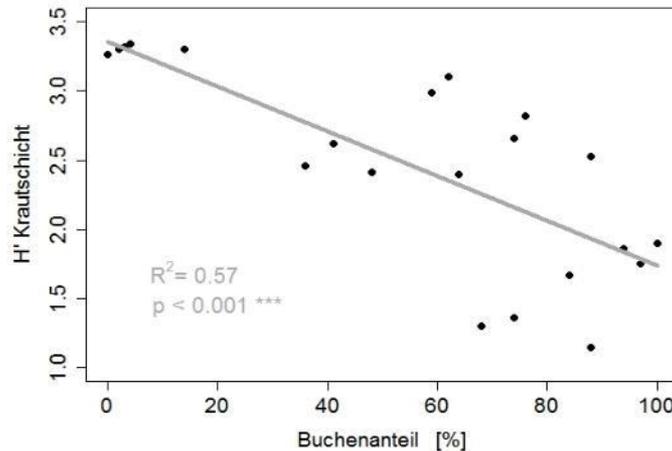
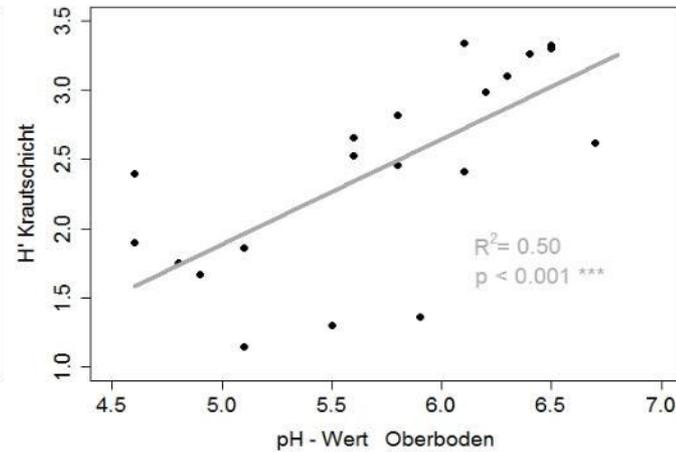
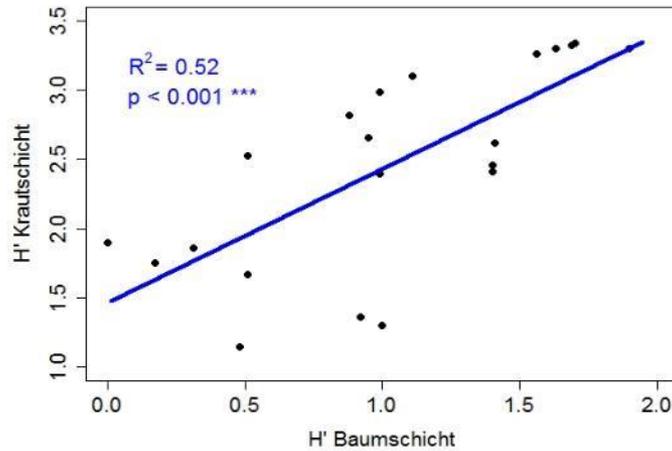
(Plot-level)



Hochsignifikanter Anstieg

Diversität der Krautschicht: Treibende Kräfte

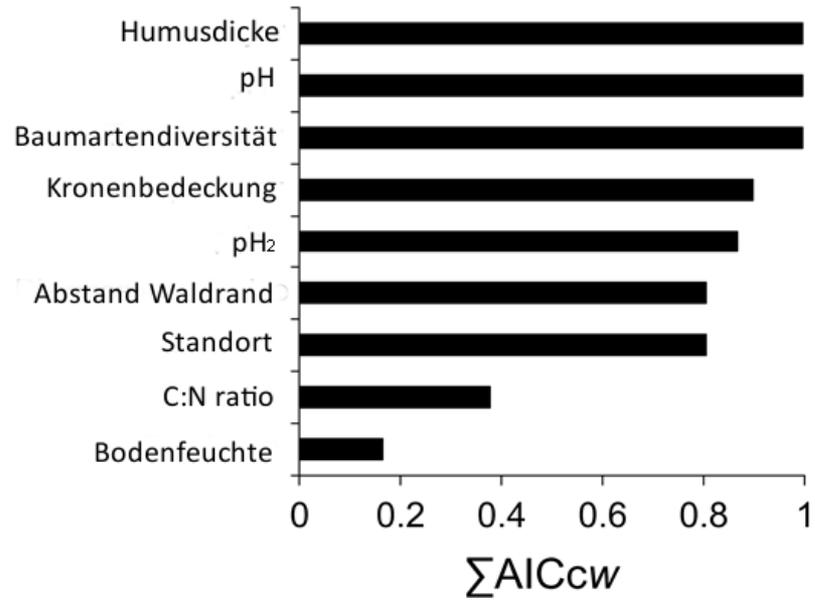
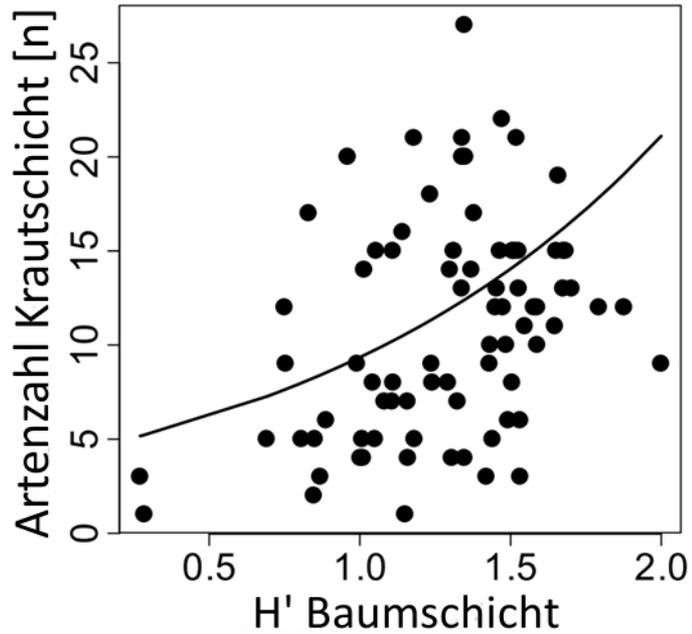
(Plot-level)



Präsenz/Abwesenheit der Buche wichtiger als Baumartendiversität

Diversität der Krautschicht

(Tree clusters)

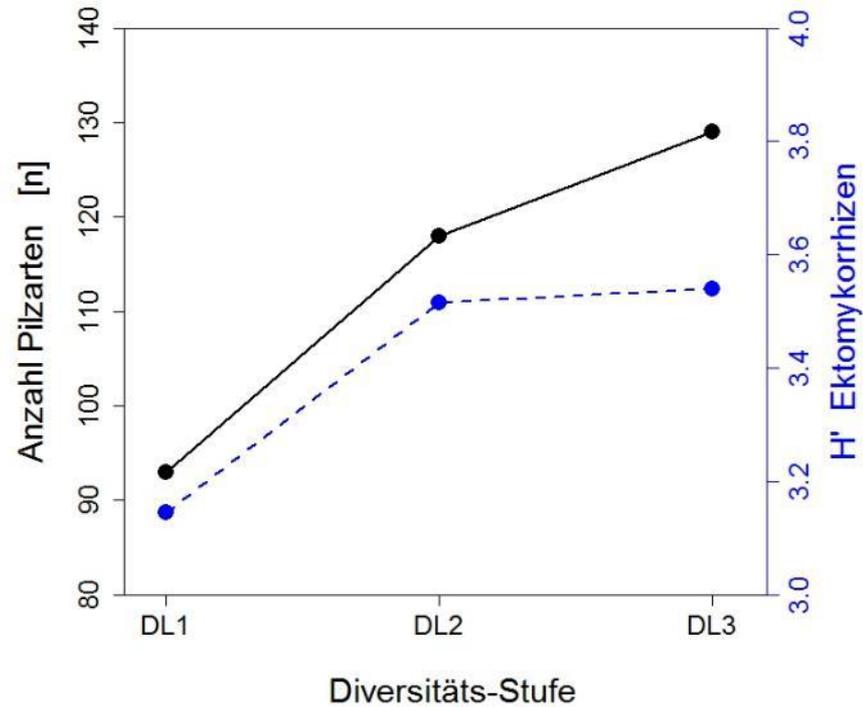
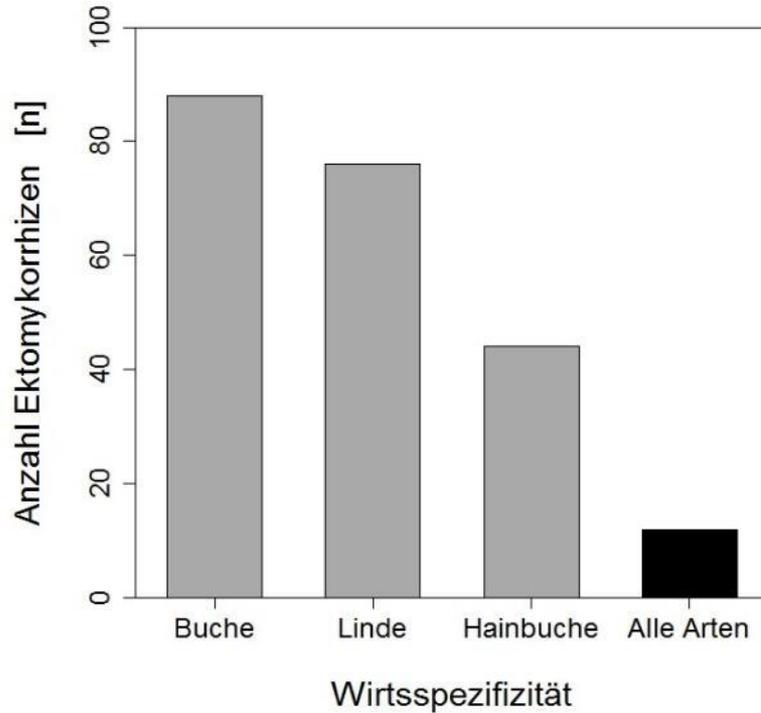


(generalized least square models, gls)

**Humusmächtigkeit, pH und Baumartendiversität (Buchenhäufigkeit)
als Hauptfaktoren**

Diversität der Mykorrhizen

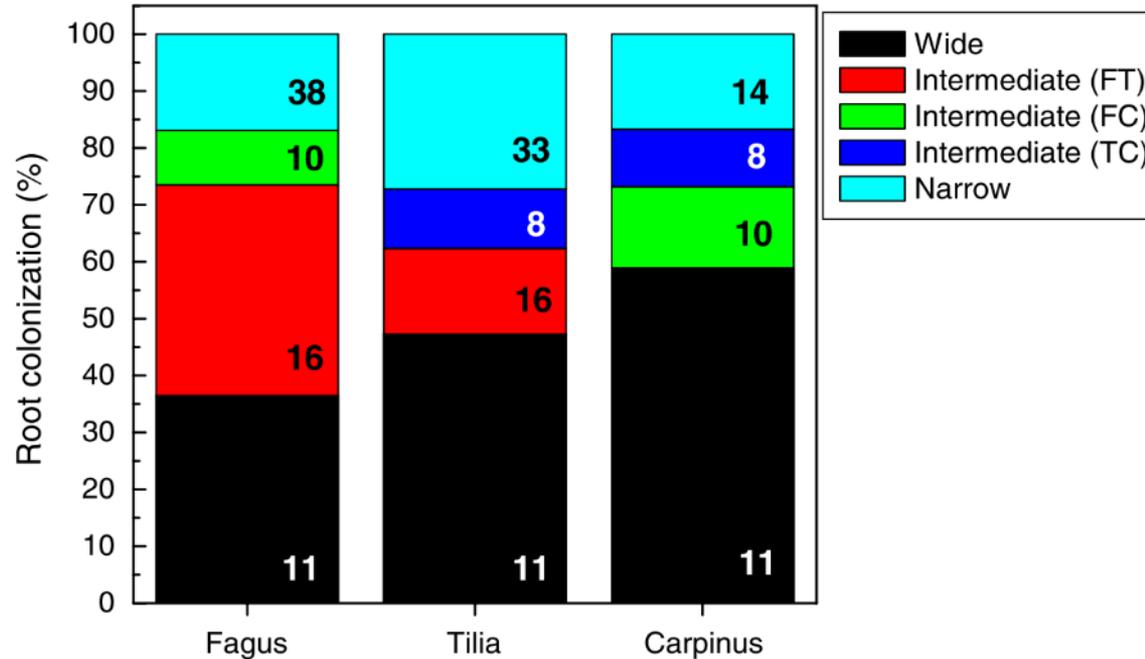
(Plot-level)



ECM-Diversität steigt mit Baumartenvielfalt an
Hohe Wirtsspezifität
Nur 12 ECM-Arten bei allen drei Baumarten vertreten

Wirtsidentität der Mykorrhizen

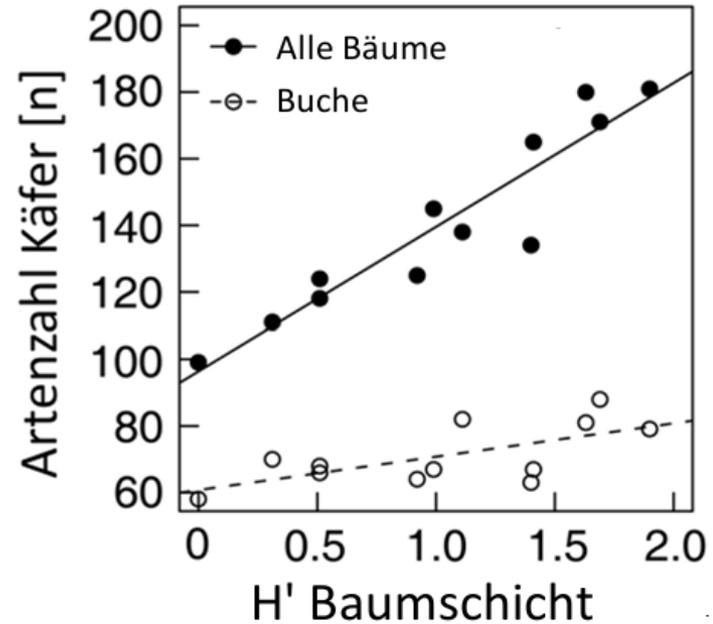
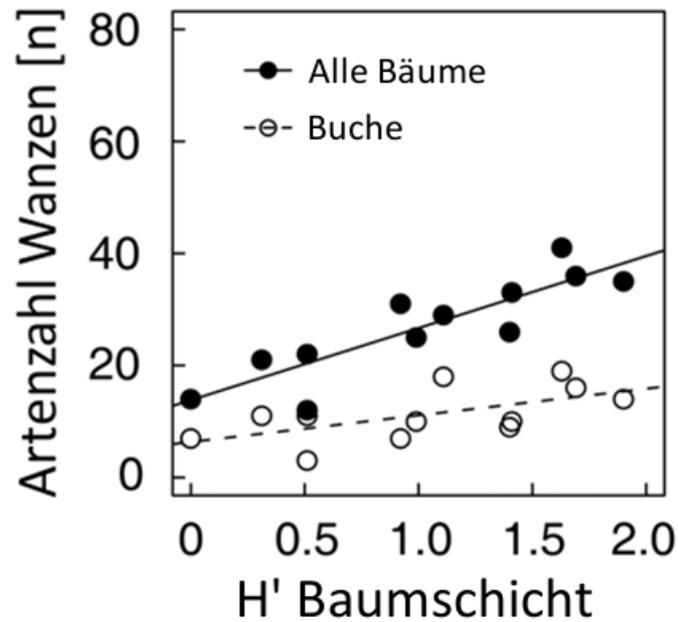
(Plot-level)



Höhere ECM-Diversität weitgehend Additionseffekt der Baumarten
Keine Baumart besitzt in Mischung höhere ECM-Diversität

Diversität der Käfer und Wanzen

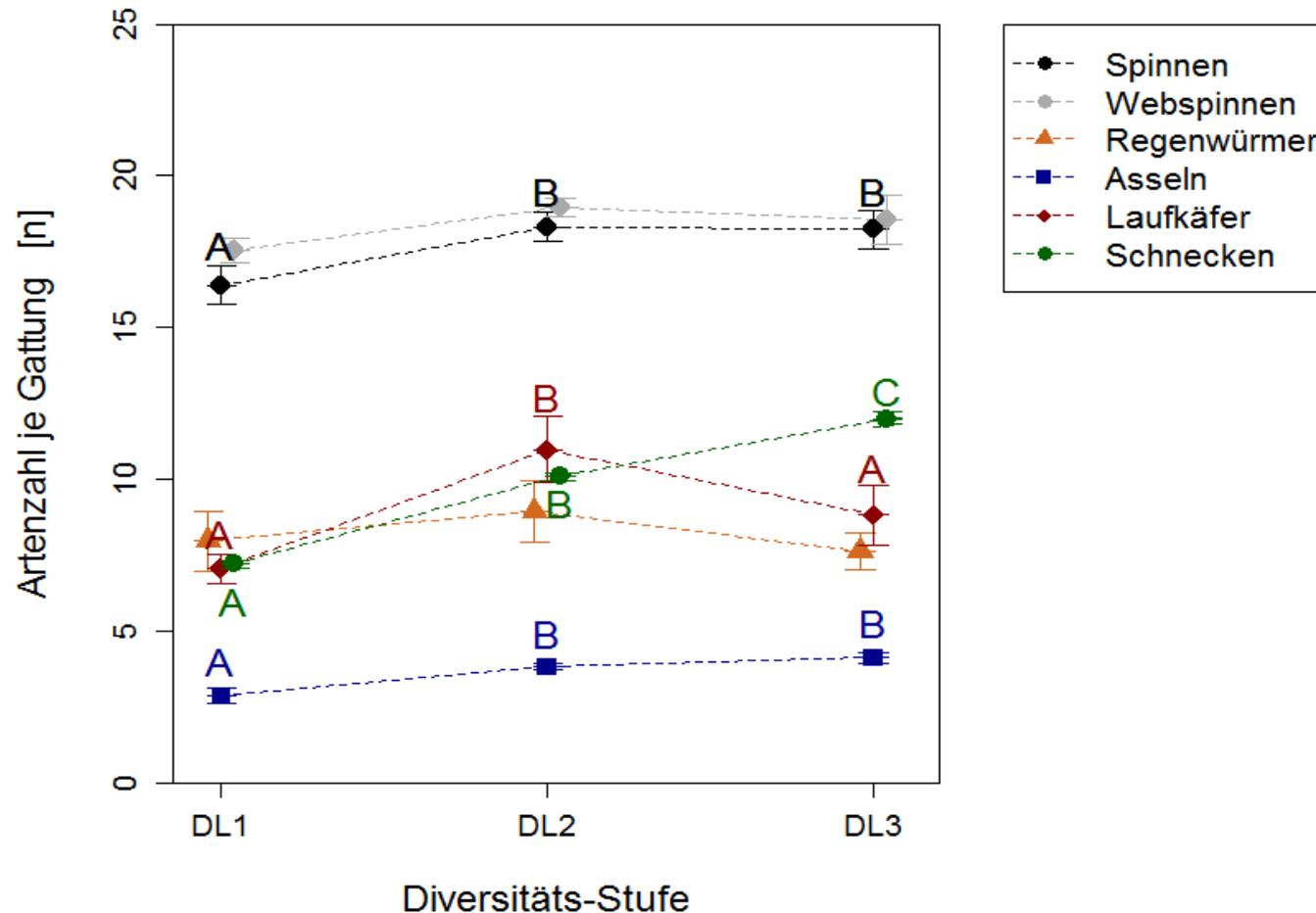
(Plot-level)



Positiver Diversitätseffekt auch bei Asseln, Schnecken u. Spinnen

Diversität der Bodenmakrofauna

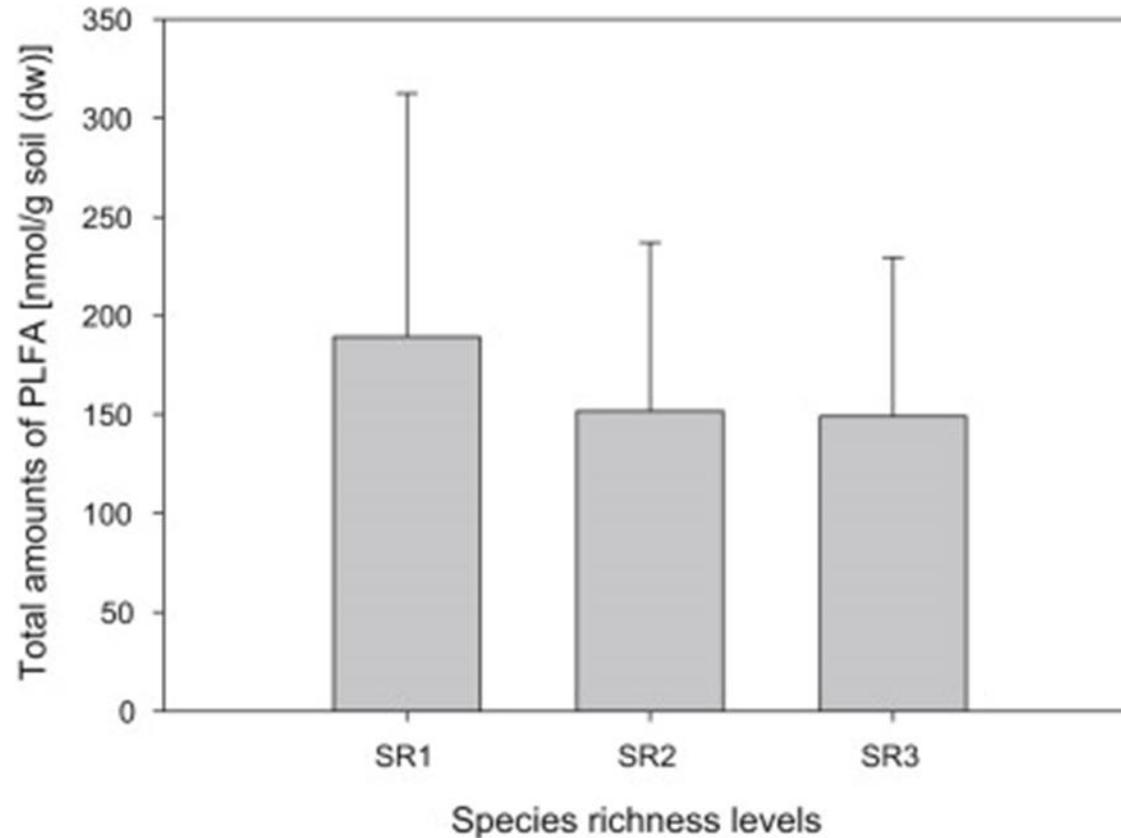
(Plot-level)



Kein Diversitätseffekt bei Regenwürmern, Laufkäfern, Wespen, Bienen, Oribatiden u.a. Gruppen

Diversität der bodenmikrobiellen Gemeinschaft

(Tree clusters)



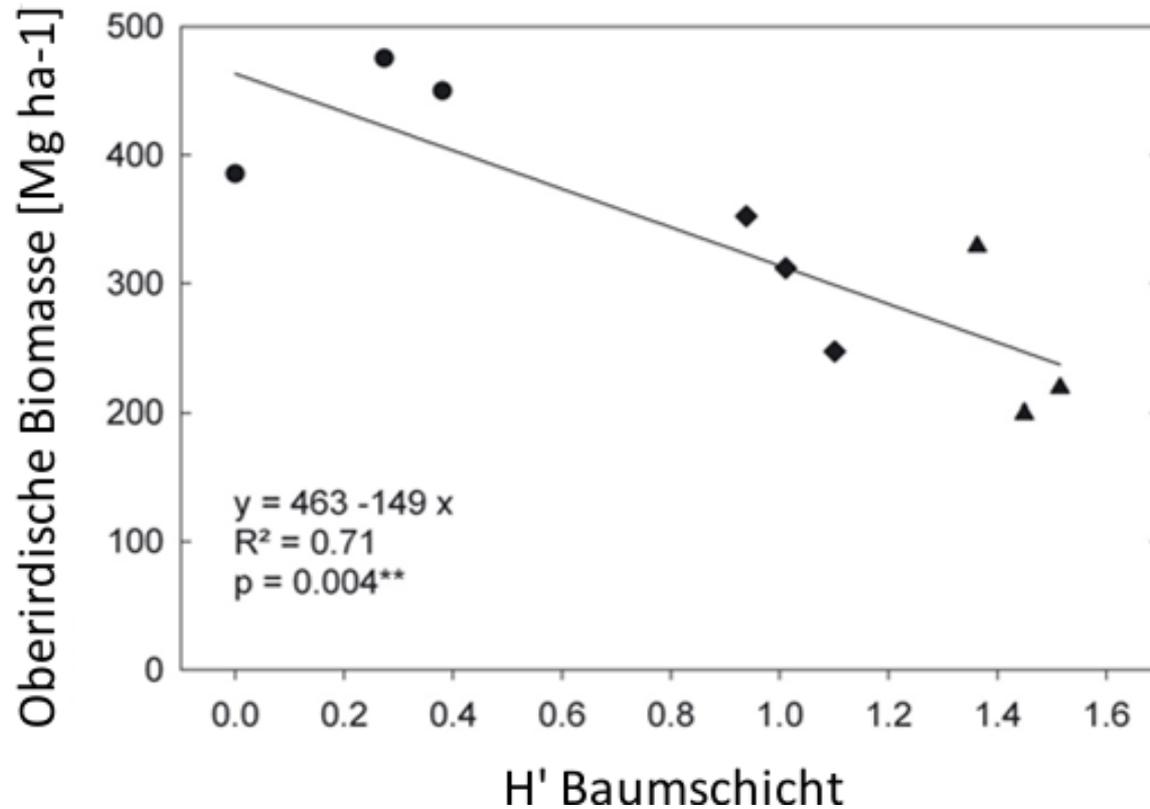
Kein Unterschied in PFLA-Variabilität
Kein Diversitätseffekt auf die Vielfalt der bodenmikrobiellen Gemeinschaft

2

**Ökosystemfunktionen:
Produktivität und Stoffflüsse**

Oberirdische Biomasse

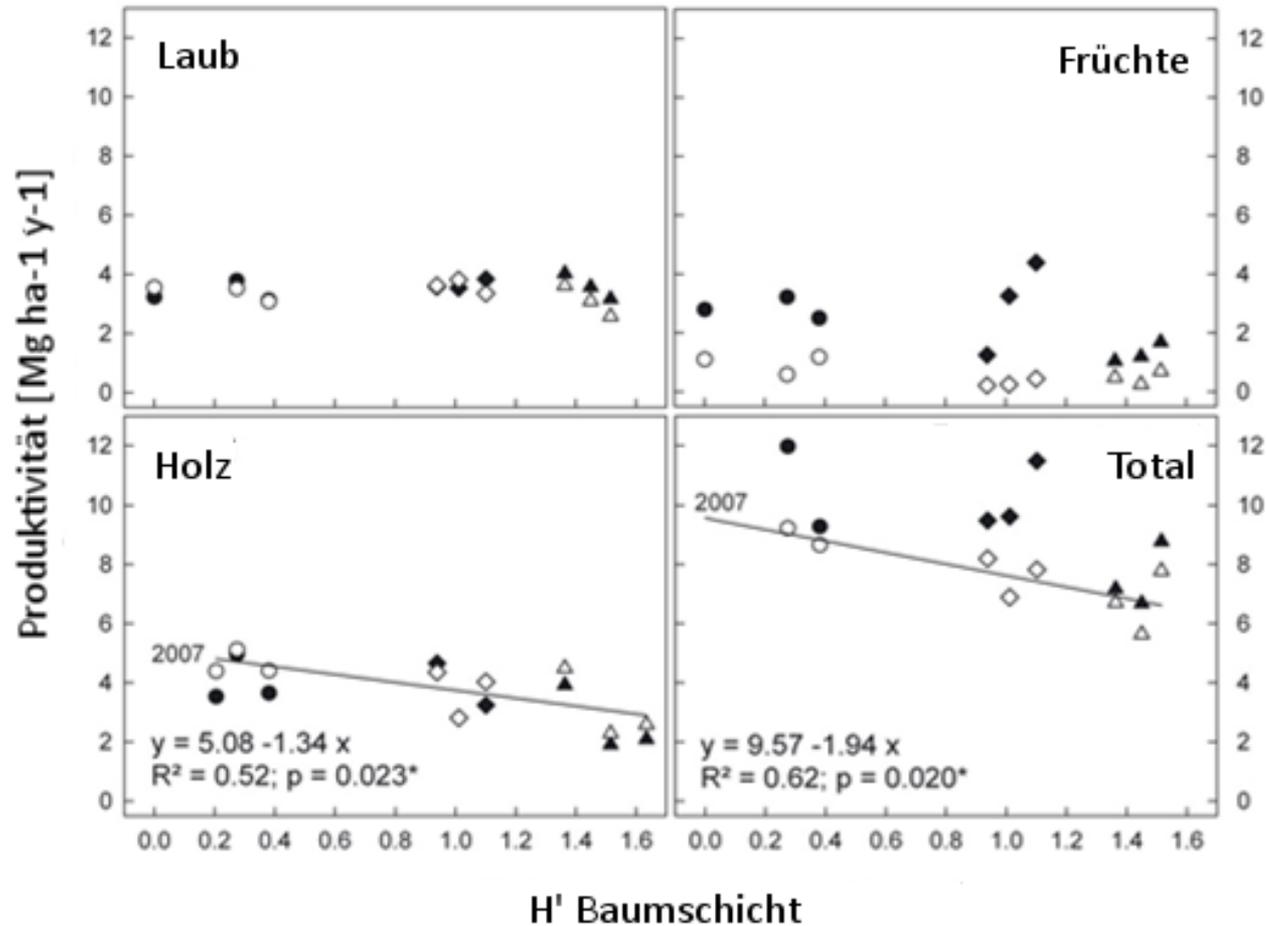
(Plot-level)



**Deutliche geringere Biomasse-Vorräte in den artenreichen Beständen
Bucheneffekt !**

Oberirdische Produktivität

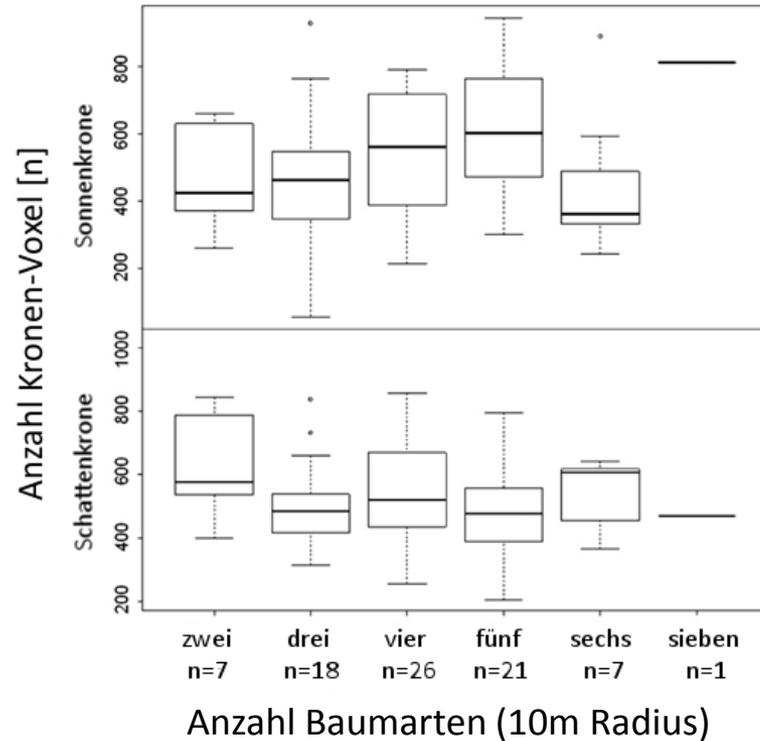
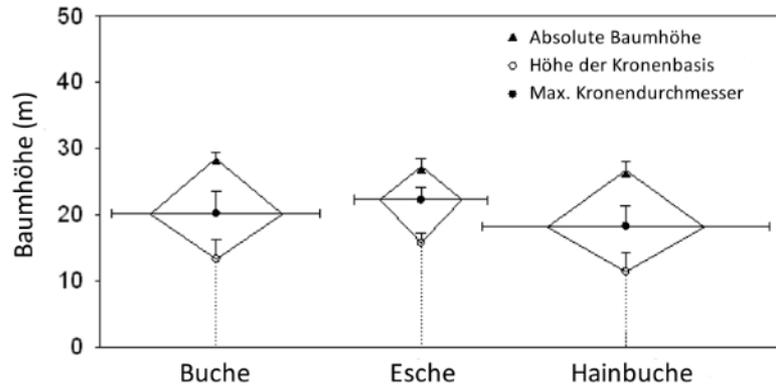
(Plot-level)



Negative Diversitäts-Produktivitätsbeziehung (NPP_a, Holzproduktion)

Komplementarität in der Kronenraumnutzung

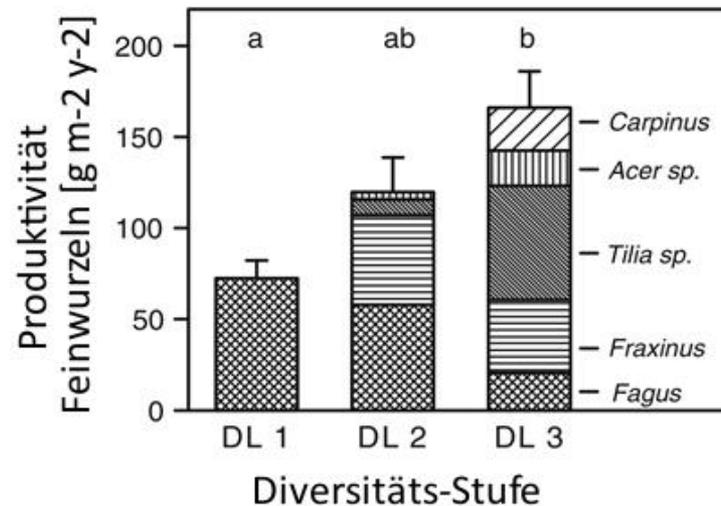
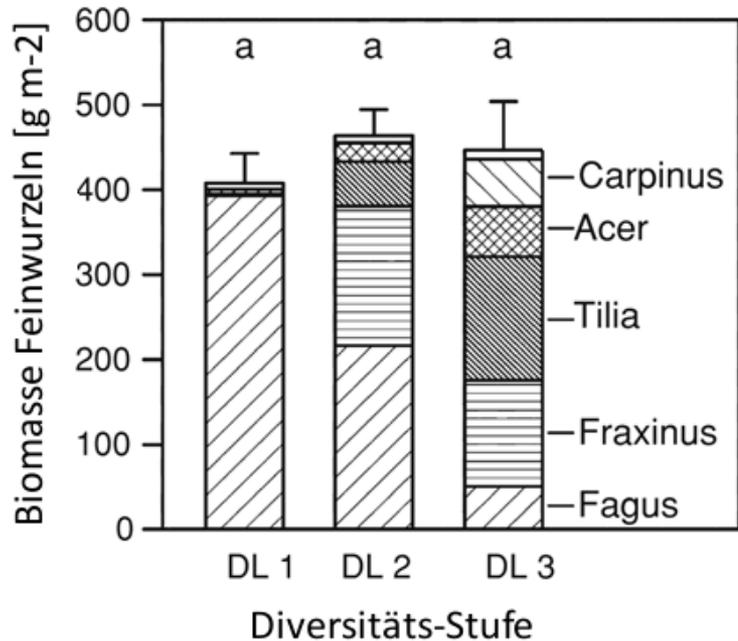
(Tree cluster)



Keine erhöhte Kronenraumausnutzung in artenreicheren Beständen
Keine Hinweise auf komplementäre Strahlungsnutzung der Baumarten

Produktivität und Biomasse der Feinwurzeln

(Plot-level)



**Kein Diversitätseffekt auf Feinwurzelbiomasse,
aber FW-Produktion in artenreichen Beständen höher
(vor allem Effekt der Esche)**

Produktivität und Biomasse der Feinwurzeln (Tree cluster)

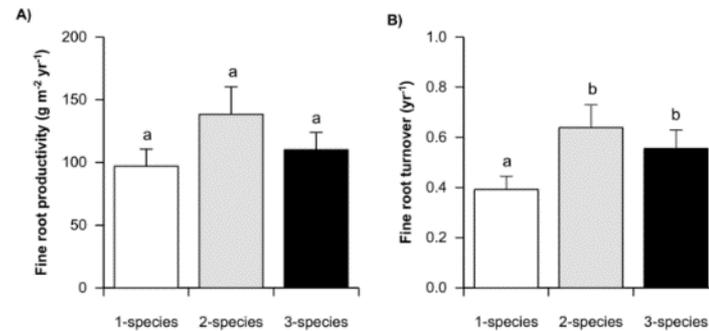
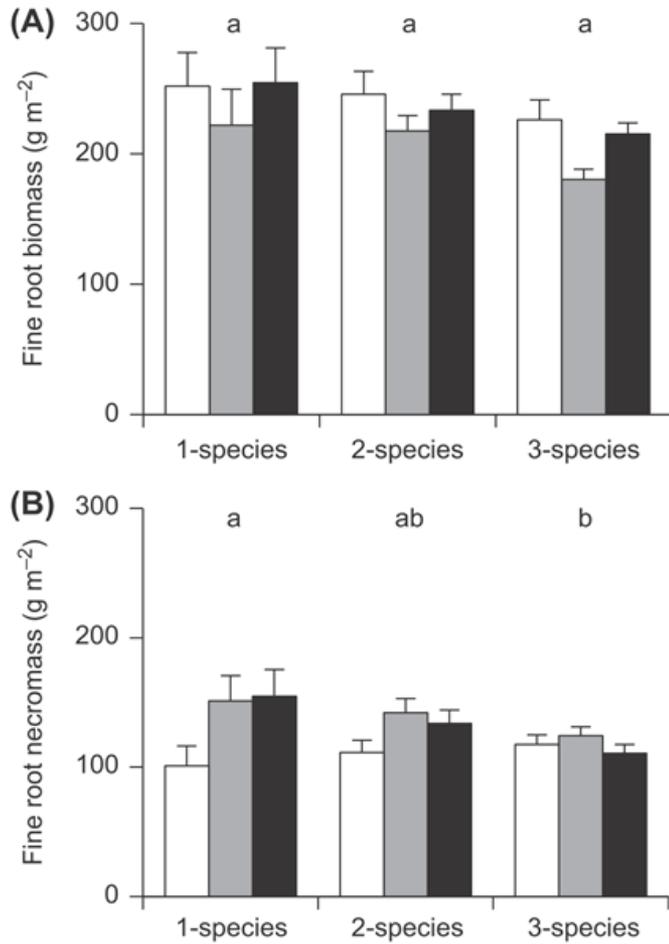
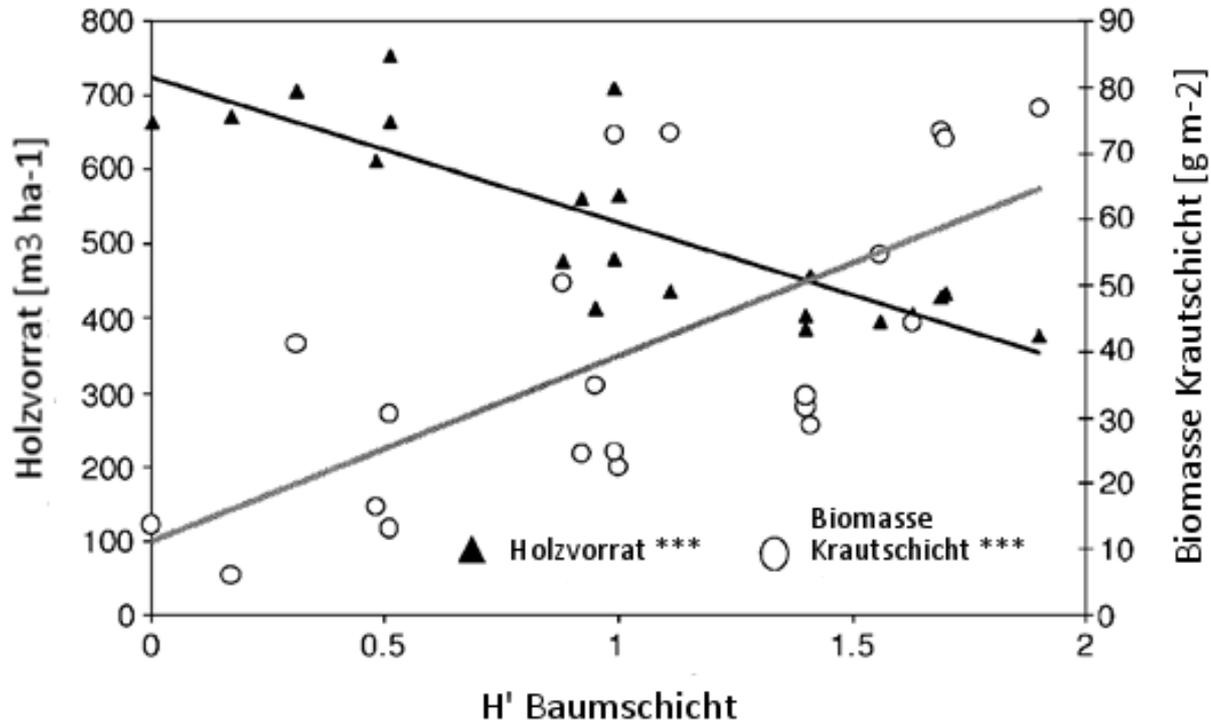


Figure 3.1 Ingrowth of tree fine roots into root-free soil (ingrowth cores, A) and fine root turnover rate (B) in 1-species, 2-species and 3-species plots. Given are means \pm SE (each four replicate plots per species combination, five to ten combinations per diversity level, 100 plots in total). The data are profile totals (all species present) of the upper 20 cm of the soil in the centre of 1-species, 2-species and 3-species plots. None of the differences were significant at $P < 0.05$. Different letters indicate marginally significant differences ($P < 0.1$).

Kein echter Diversitätseffekt, sondern an Präsenz der Esche gebunden

Produktivität der Krautschicht

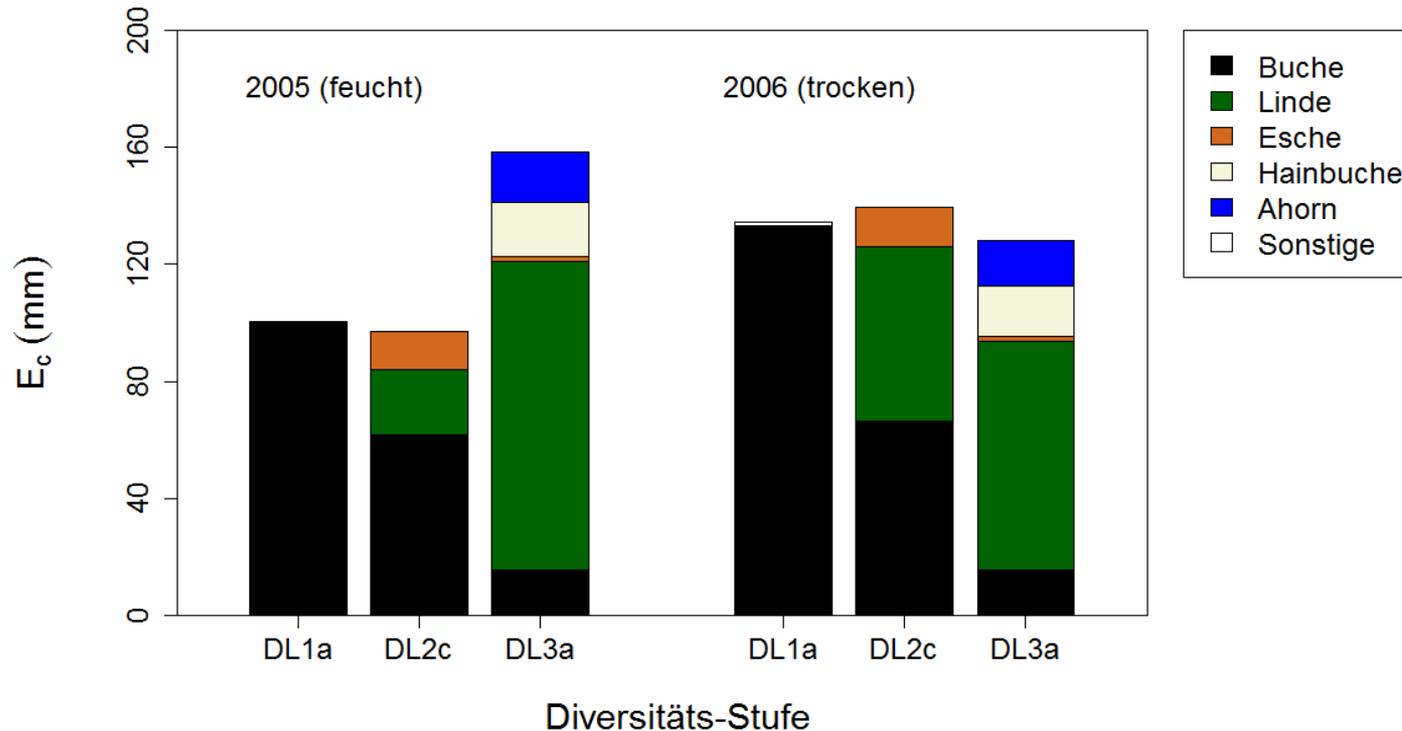
(Plot-level)



Biomasse und Produktivität der Krautschicht steigt mit Baumartendiversität an

Bestandestranspiration

(Plot-level)

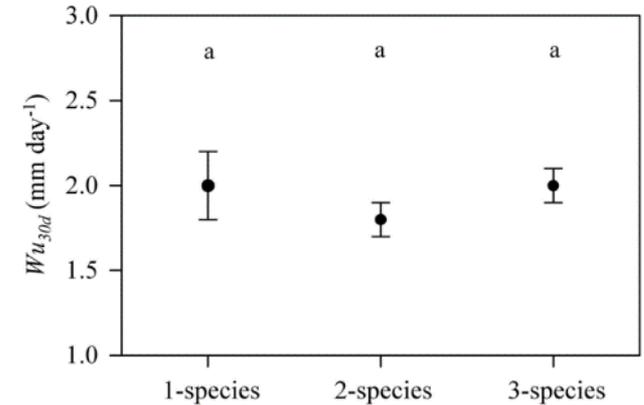
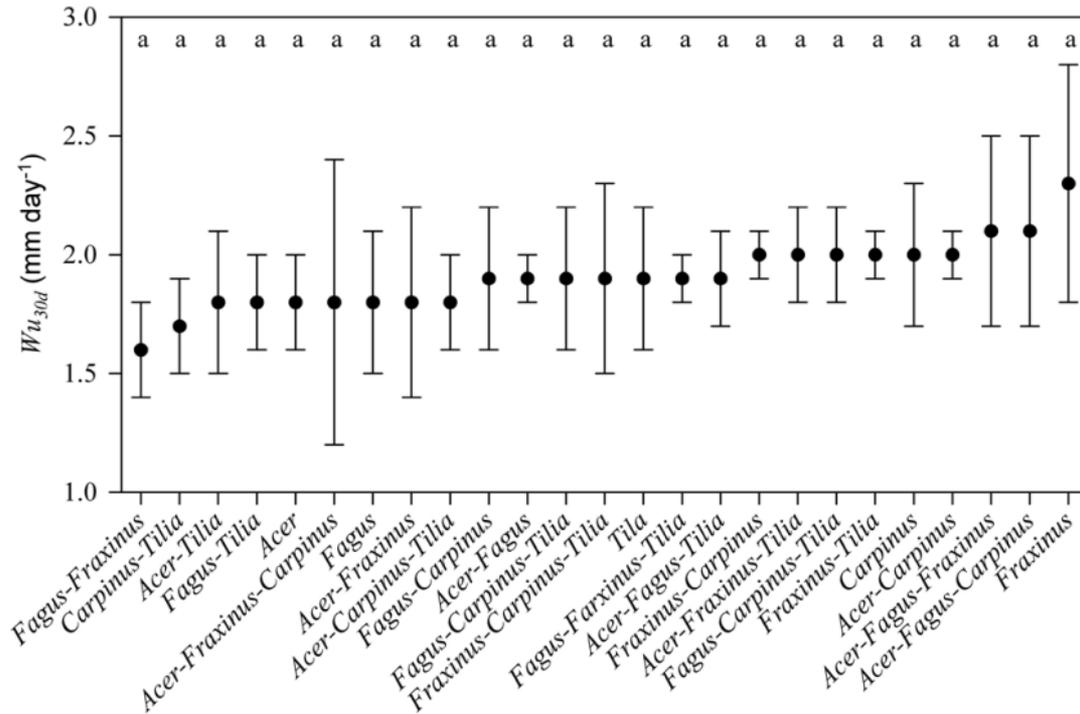


**Artenreichere Bestände hatten nicht generell höhere Transpirationsraten,
nur in feuchten Perioden**

**Artidentitäts-Effekte wichtig: Rolle der Linde
Höherer Trockenstress in diverseren Beständen**

Bodenwasserausschöpfung

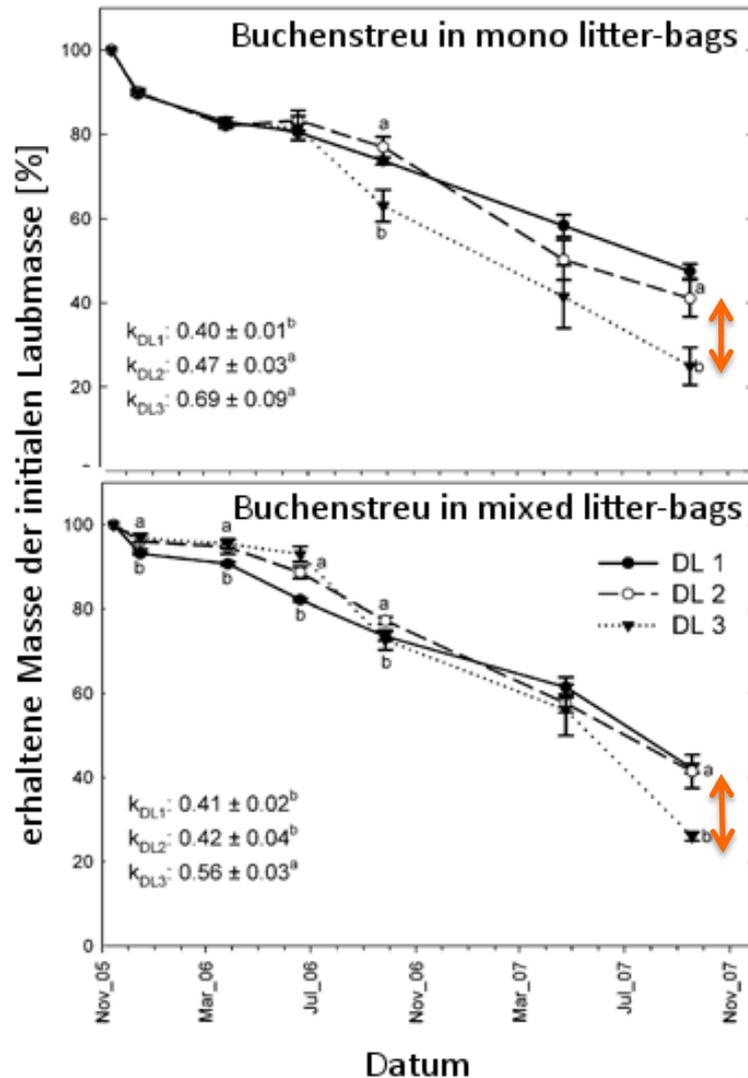
(Tree cluster)



**Bodenwasserbilanzierung:
Wasserausschöpfung variiert mit Artenzusammensetzung,
kein Diversitätseffekt**

Abbauraten der Laubstreu

(Plot-level)



Buchenstreuabbau in 1-, 3- und 5-Art-Beständen als artreine Streu (oben) oder gemischte Streu (unten)

Schnellerer Abbau in 5-Artbeständen: vor allem Bodenchemie-Effekt

Abbauraten der Laubstreu

(Plot-level)

In situ-Streuabbau in 1-, 3-, 5-Artbeständen (Artreines Material)

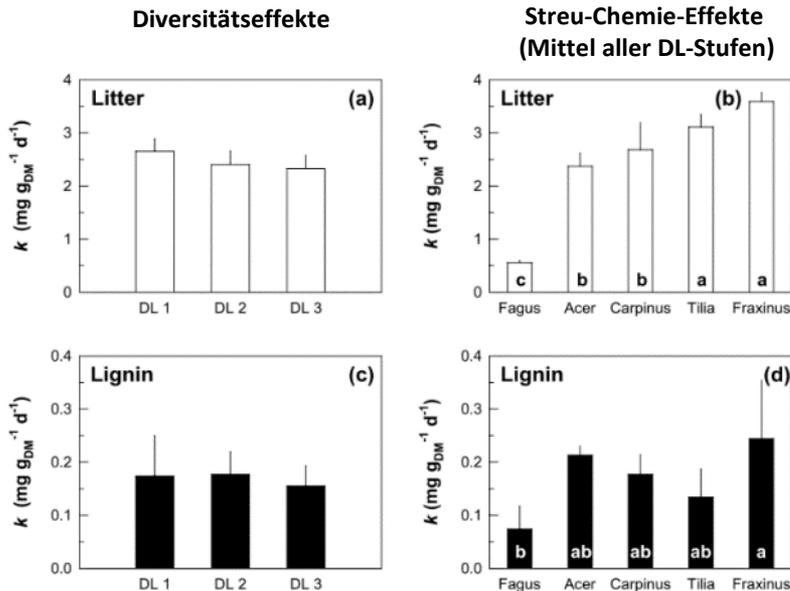


Fig. 4 Decomposition rates (k ; related to the initial litter mass) of litter (a, b) and lignin (c, d) in MONO litterbags incubated in temperate deciduous forest stands differing in their level of tree species diversity (DL 1 - DL 3). The rates were calculated for November 2005 - June 2006 (means \pm 1 SE). The means were averaged for a given DL from the litter of all tree species incubated there (*Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*) (a, c), or over all DL (DL 1 - 3) for a given tree species (b, d). Different lower-case letters indicate significant differences among the tree species (ANOVA, followed by post-hoc LSD tests; $P < 0.05$). Differences among DL were not significant.

In situ-Streuabbau in 1-, 3-, 5-Artbeständen (Artmischungen)

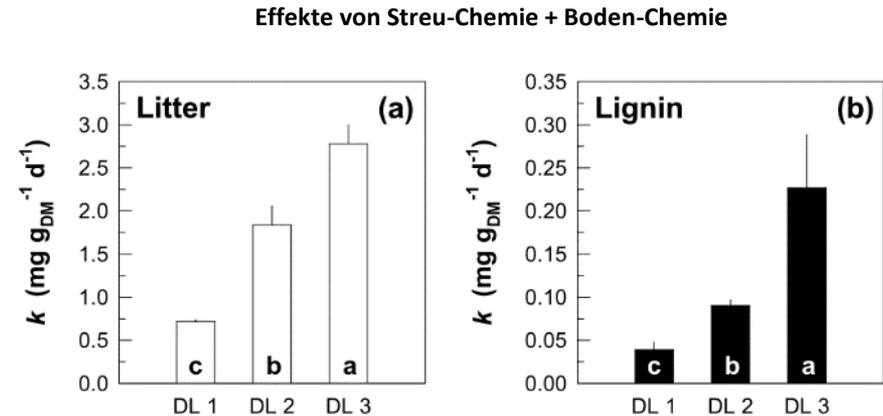


Fig. 2 Decomposition rates (k ; related to the initial litter mass) of (a) litter and (b) lignin in MIX litterbags incubated in temperate deciduous forest stands differing in their level of tree species diversity (DL 1 - DL 3). The rates were calculated for November 2005 - June 2006 (means \pm 1 SE). Different lower-case letters indicate significant differences among DL (Kruskal Wallis test, followed by multiple pairwise U tests; $P < 0.05$).

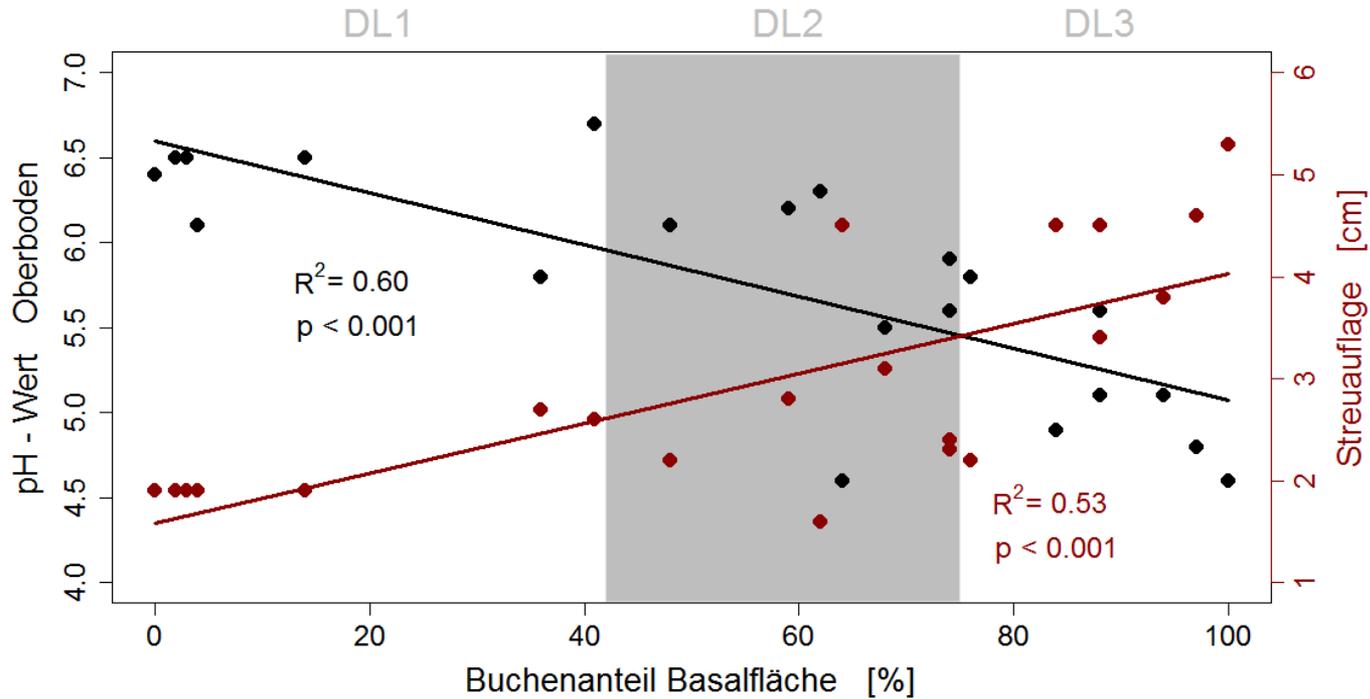
**Artbedingte Bodenchemie-Effekte und Streueffekte entscheidend
Diversitätseffekte (artspezifische Mischungseffekte) aber z.T. vorhanden**

3

Baumart-Effekte

Einfluss der Buche auf die Bodenchemie

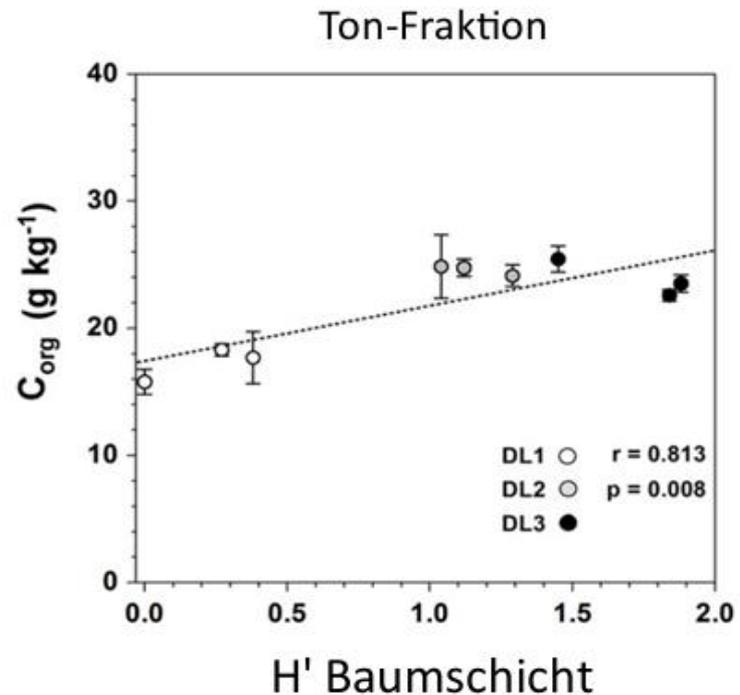
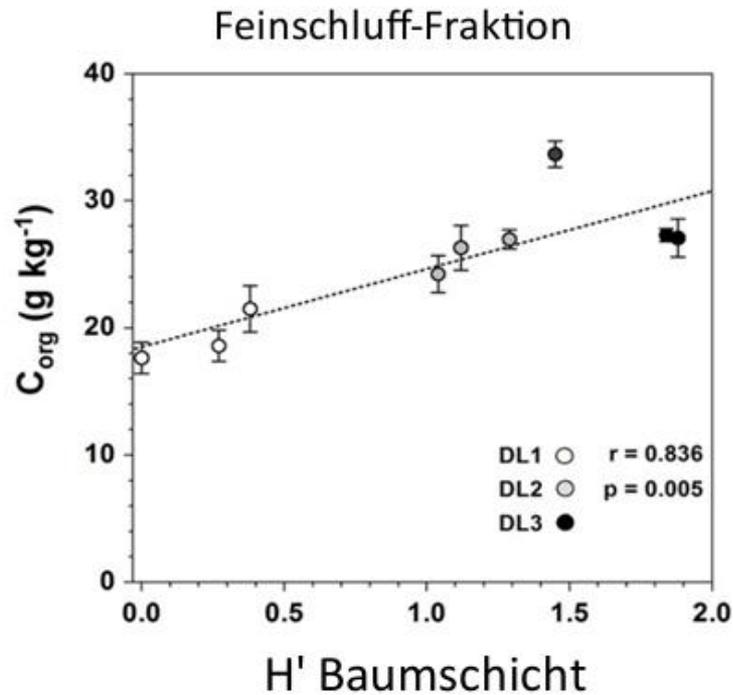
(Plot-level)



Oberbodenversauerung und Humusakkumulation unter Buche

Bodenkohlenstoffgehalt

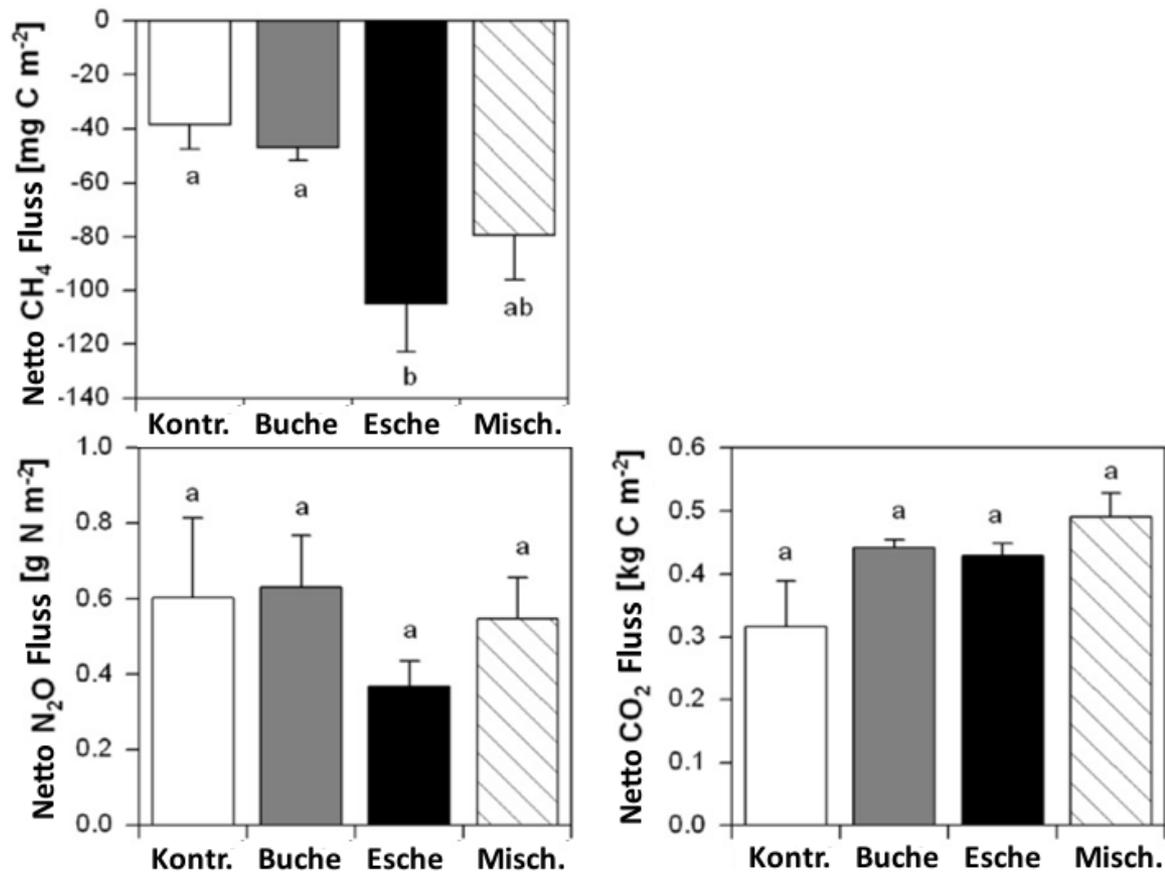
(Plot-level)



Höhere SOC-Speicherung in artenreicheren Beständen
Wohl artspezifische Effekte auf Rhizosphäre u. C-Stabilisierung entscheidend

Treibhausgasflüsse

(Rhizotronversuch)



**Unter Esche: reduzierte N₂O-Emission, erhöhte CH₄-Oxidation
Kein Diversitätseffekt, Arteffekte auf Rhizosphäre entscheidend**

Conclusions

- Kein positiver Diversitätseffekt auf Produktivität, Mischbestände unproduktiver
- Gewisse Komplementarität in Wasser- und Strahlungsnutzung ist vorhanden, erhöht aber die Produktivität nicht
- Arteffekte sind entscheidend
- deutliche Beeinflussung von Bodenchemie und biogeochemischen Flüssen durch die Baumarten
- Diversitätseffekt offenbar (teilweise) bei Streuabbau vorhanden
- Diversität kann Ökosystemfunktionen auch negativ beeinflussen (Trockenstress)
- Baumartendiversität korreliert mit Diversität mancher Organismengruppen, mit der anderer jedoch nicht

Vergleichende Studien in Mischbeständen sind wichtig, um Diversitätsexperimente auf Realitätsnähe zu prüfen

**Herzlichen Dank an alle Doktoranden
des GRK 1086 !**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

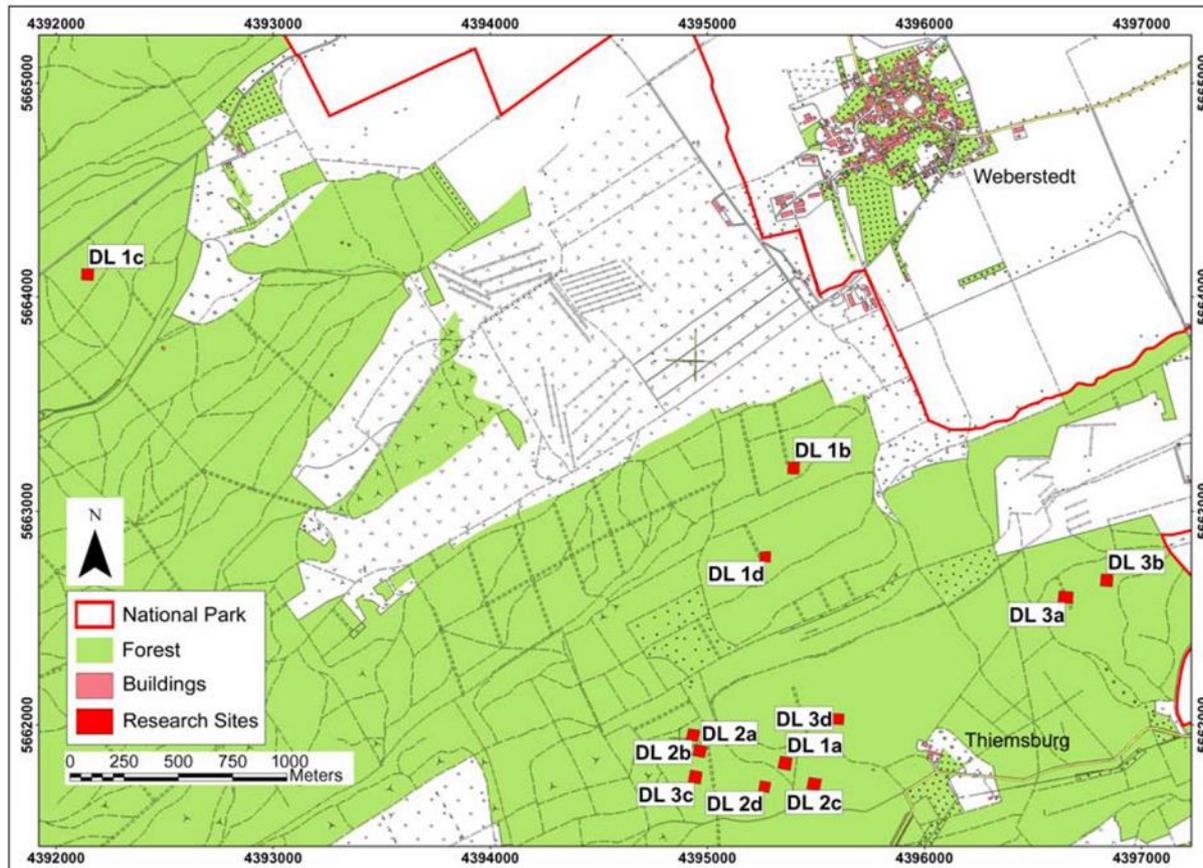


Fig. 1: Position of the research sites. DL 1: diversity level 1 plots; DL 2: diversity level 2 plots; DL 3: diversity level 3 plots; replicates indicated by letters a-d. (Map: K. M. DAENNER).

Design

- Plot-level Studie**

1-, 3-, 5-Artbestände

5 Baumarten:

Rotbuche, Esche, Winterlinde, Hainbuche, Bergahorn

3 Diversitäts-Level (DL) x 4 Replikate (12 Plots à 50 x 50 m)

- Baumcluster-Studie**

je 3 Bäume, 5 Arten

3 Diversitäts-Level (1-, 2-, 3-Art)

alle Kombinationen, je 4 Replikate

= 25 Kombinationen, 100 Cluster

12 Plots

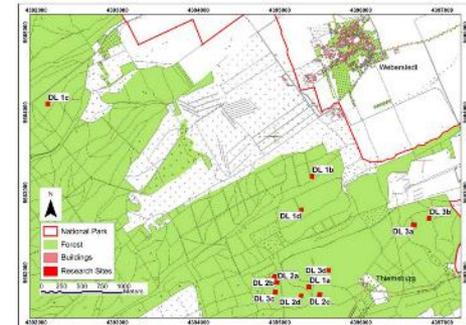
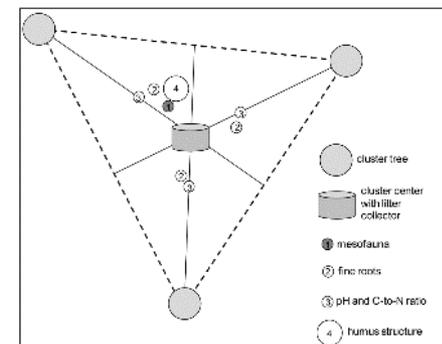


Fig. 1: Position of the research sites. DL 1: diversity level 1 plots; DL 2: diversity level 2 plots; DL 3: diversity level 3 plots; replicates indicated by letters a-d. (Map: K. M. Diekmann)

Baumcluster



Homogenität der Standortsbedingungen:

	Buche	Buche- Esche- Linde	Buche- Esche- Linde- Hainbuche- Ahorn	Signifikanz der Unter- schiede		
Diversitäts-Level	DL1	DL2	DL3			
Zahl d. Bestände Replikate)	4	4	4			
Neigung (%)	4.2	3.9	3.0	a	a	a
Exposition (°)	315	315	315	a	a	a
Lössdecke (cm)	86	80	66	a	a	a
Tongehalt (%)	17.6	25.8	31.1	a	a	a
pH in 0-10 cm	5.0	6.0	6.5	a	b	b
Bestandes-Basalfläche (m ²)	10.5	9.7	9.0	a	a	a
Anteil Buche an Basalfläche	94.5	60.6	19.3	a	b	c
Diversität (Shannon H')	0.19	1.00	1.47	a	b	c

**Stand-
orts-
faktoren****Bestan-
deseigen-
schaften**

Multivariate Analysen zur Identifizierung von ‚hidden treatments‘ nötig