

Förderung des Bodenlebens und der Bodenfruchtbarkeit am Beispiel Agroforstwirtschaft – was können wir lernen?



Dr. Lukas Beule

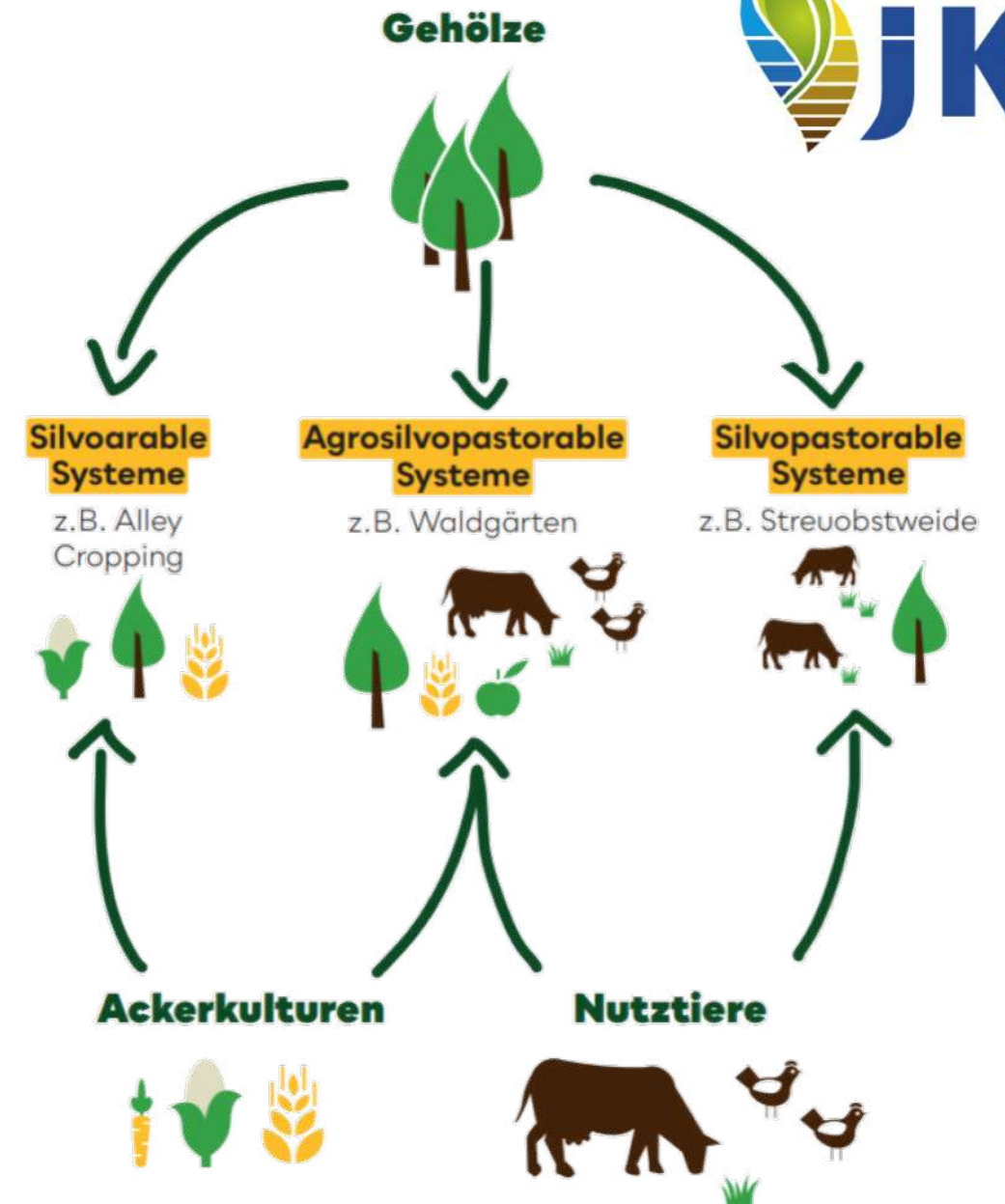
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen –
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

lukas.beule@julius-kuehn.de



Was sind Agroforstsysteme?

- Multifunktionale Landwirtschaft durch Kombination von
 - Gehölze
 - Ackerbau
 - Tierhaltung



Agroforstsysteme in den Tropen? Nichts Neues¹

- Hausgärten
- Mehrschichtige Baumgärten
- Alley Cropping (Streifenanbau)
- Aquaforestry
- ...



¹ For. Ecol. Manag. 45(1-4), 5-29

Was sind temperierte Agroforstsysteme?



Kombination von Bäumen mit Getreide (silvoarable) oder Nutztieren (silvopastoral)

- Angewandt von Millionen Landwirten weltweit
 - Besonders häufig in den Tropen
- Hohe Diversität an Systemen in der temperierten Zone:
 - Streuobstwiese, Waldweide, Alley Cropping (Streifenanbau), Windschutzstreifen,



Agroforstsysteme der temperierten Zone



© Center for Agroforestry, University of Missouri

Moderne temperierte Agroforstsysteme:
Alley Cropping Systeme mit schnellwachsenden Baumarten



© Marcus Schmidt

Pappel-Mais Agroforst

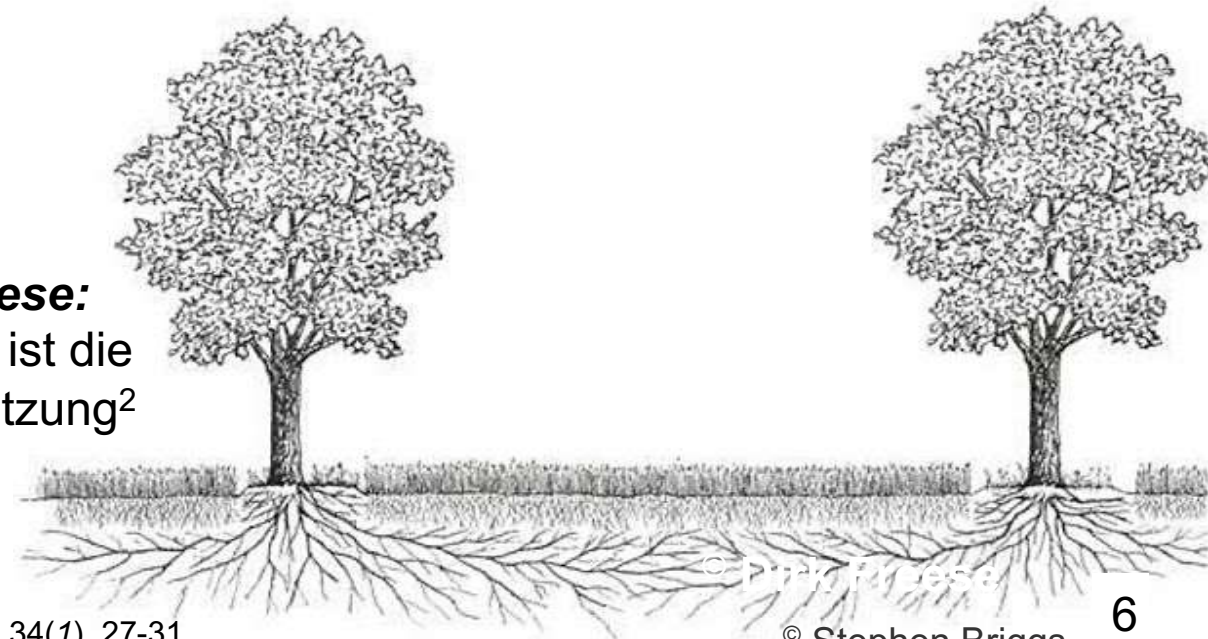


© E. Lehtsaar

Komplementäre und/oder kompetitive Interaktionen¹

- „Sicherheitsnetz“-Rolle der Baumwurzeln für ausgewaschene Nährstoffe
- Konkurrenz um Wasser/Nährstoffe
- Beschattung des Getreides

Zentrale Agroforst-Hypothese:
Der Hauptvorteil von Agroforst ist die komplementäre Ressourcennutzung²



¹ Agrofor. Syst. 61(1-3), 237-255; ² Agrofor. Syst. 34(1), 27-31

Vorteile von Agroforst



- Reduzierte Nährstoffauswaschung¹ 
- Verbesserte Bodenfruchtbarkeit² 
- Reduzierte Windgeschwindigkeit und Bodenerosion³ 
- Erhöhte Biodiversität⁴ 
- Erhöhte Bestäuberleistung⁵ 
- Diversifizierung der landwirtschaftlichen Produkte 

Pappel-Gerste Agroforst



© M. Schmidt

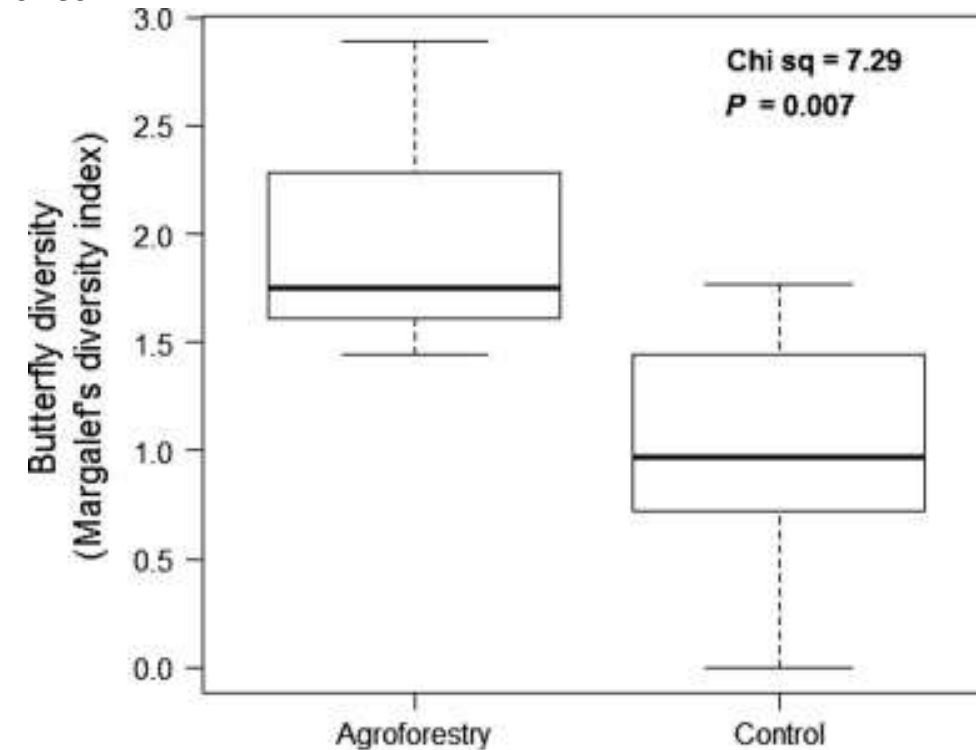
Agroforst erhöht Biodiversität und fördert Bestäuberleistung



2 silvoarable und 4 silvopastorale Agroforstsysteme mit Monokultur

- Agroforst zeigt höhere Diversität von Schmetterlingen
- Mehr Bestäuber in den silvoarablen Agroforstsystemen
- Höhere Diversität an Bestäubern im silvoarablen Agroforst

Warum? Baumstreifen im Agroforst erlauben die ungestörte Entwicklung einer Begleitflora (Gräser, Stauden, ...), welche strukturell divers ist und Bestäuber fördert.



Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems

Alexa Varah,^{a*} Hannah Jones,^a Jo Smith^b and Simon G Potts^a

Überwinterung von Schädlingen und Nützlingen in Agroforstsystemen

Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: Implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests

Sébastien Boinot^{a,*}, Jouanel Poulmarc'h^a, Delphine Mézière^a, Pierre-Éric Lauri^a, Jean-Pierre Sarthou^b



- Alley Cropping Systeme in Frankreich
- Emergenzsamelfallen
- Sammlung von Februar bis Juni

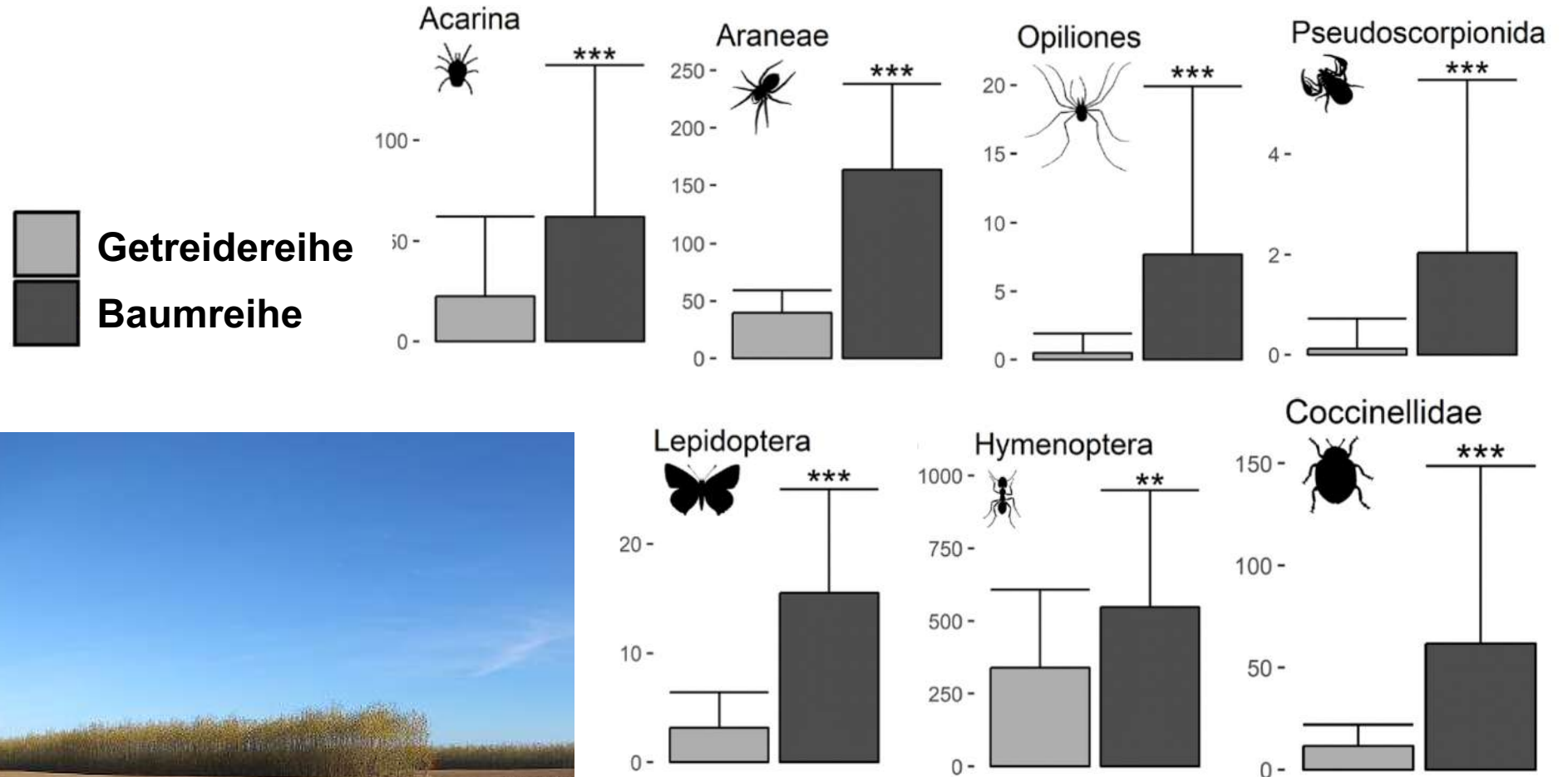


© bugdorm.com

Invertebraten in den Baumreihen

Assoziation von Nützlingen mit den Baumreihen

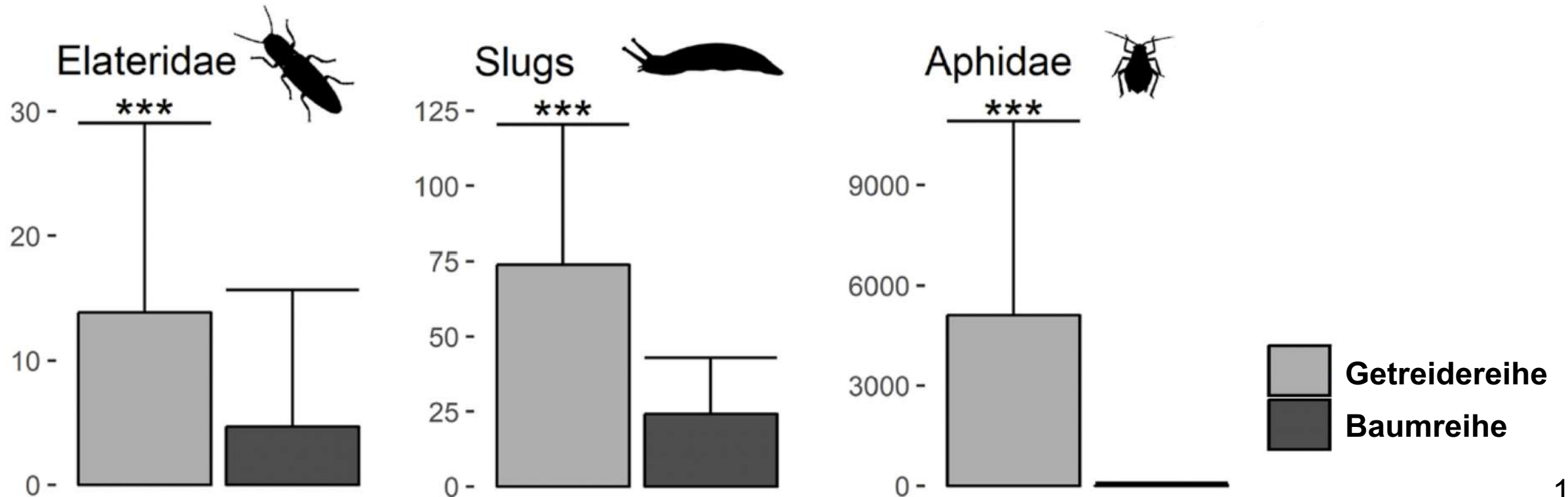
- Spinnentiere
- Schmetterlinge
- Hautflügler
- Marienkäfer



Invertebraten in den Getreidereihe

Überwinterung von Schädlingen in den Getreidereihe

- Schnellkäfer
- Nacktschnecken
- Blattläuse



Überwinterung von Schädlingen und Nützlingen im Agroforst



Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: Implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests

Sébastien Boinot^{a,*}, Jouanel Poulmarc'h^a, Delphine Mézière^a, Pierre-Éric Lauri^a,
Jean-Pierre Sarthou^b



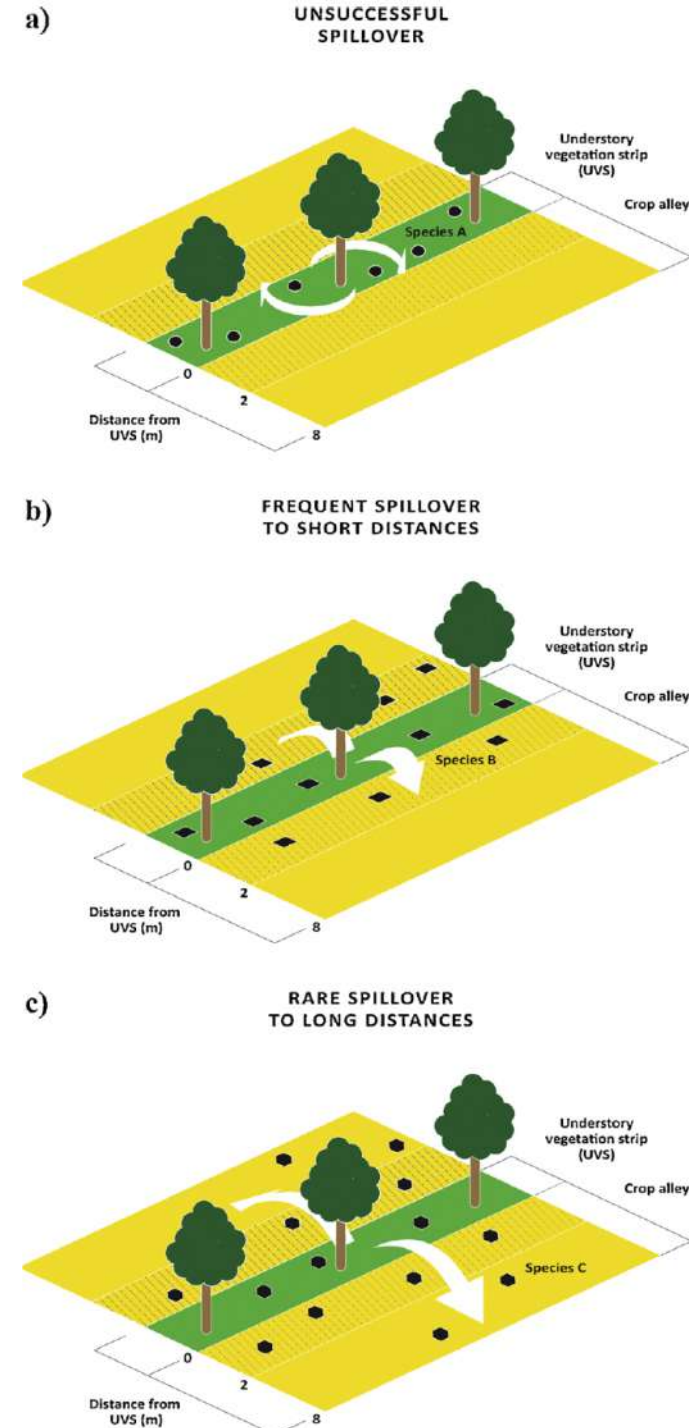
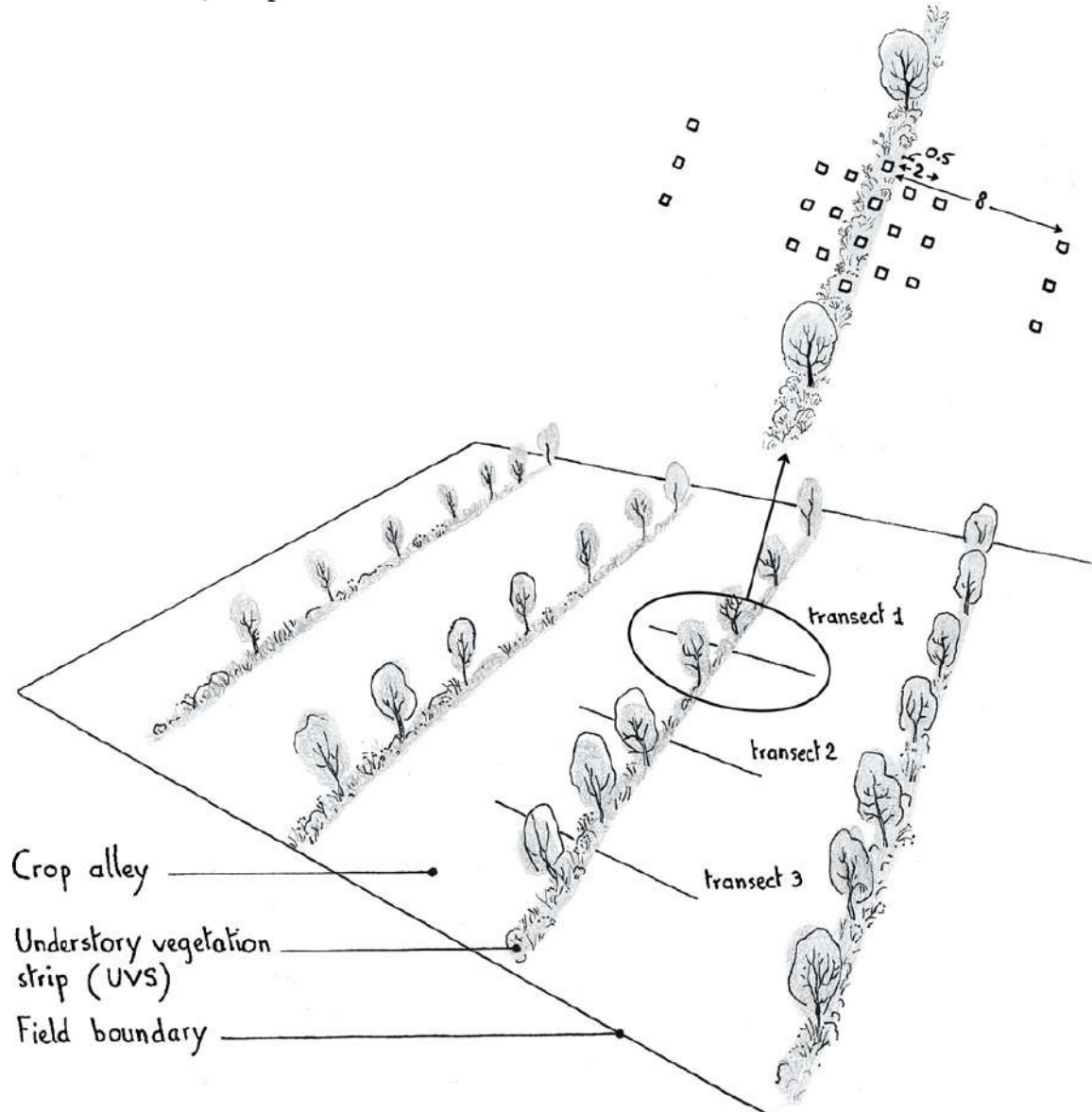
Bäume haben reiche Wirbellosengemeinschaft
→ Potentieller Nutzen für höhere Tiere
→ Vögel, Reptilien, Amphibien, Säugetiere

- Schädlinge überwintern meistens in Getreidereihen
- Nützlinge sind mit den Baumreihen assoziiert
→ Überlaufen in Getreidereihen wahrscheinlich
→ Biologische Schädlingskontrolle

Erhalt der Biodiversität in Agrarökosystemen

Alley cropping agroforestry systems: Reservoirs for weeds or refugia for plant diversity?

Sébastien Boinot^{a,*}, Guillaume Fried^b, Jonathan Storkey^c, Helen Metcalfe^c, Karim Barkaoui^a, Pierre-Éric Lauri^a, Delphine Mézière^a



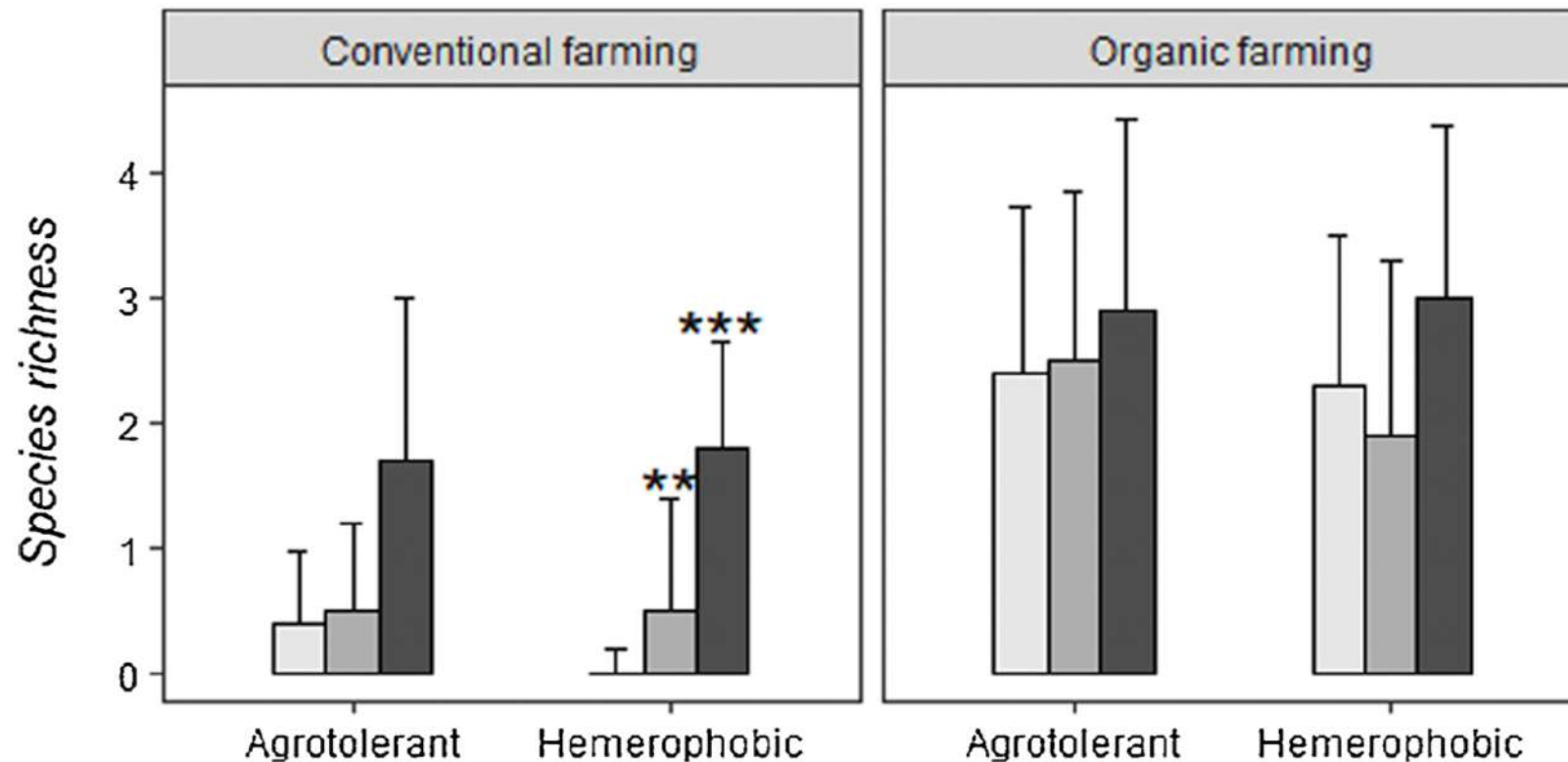
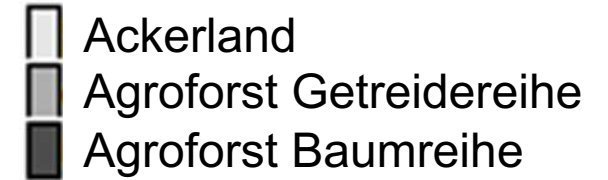
Förderung der Pflanzendiversität



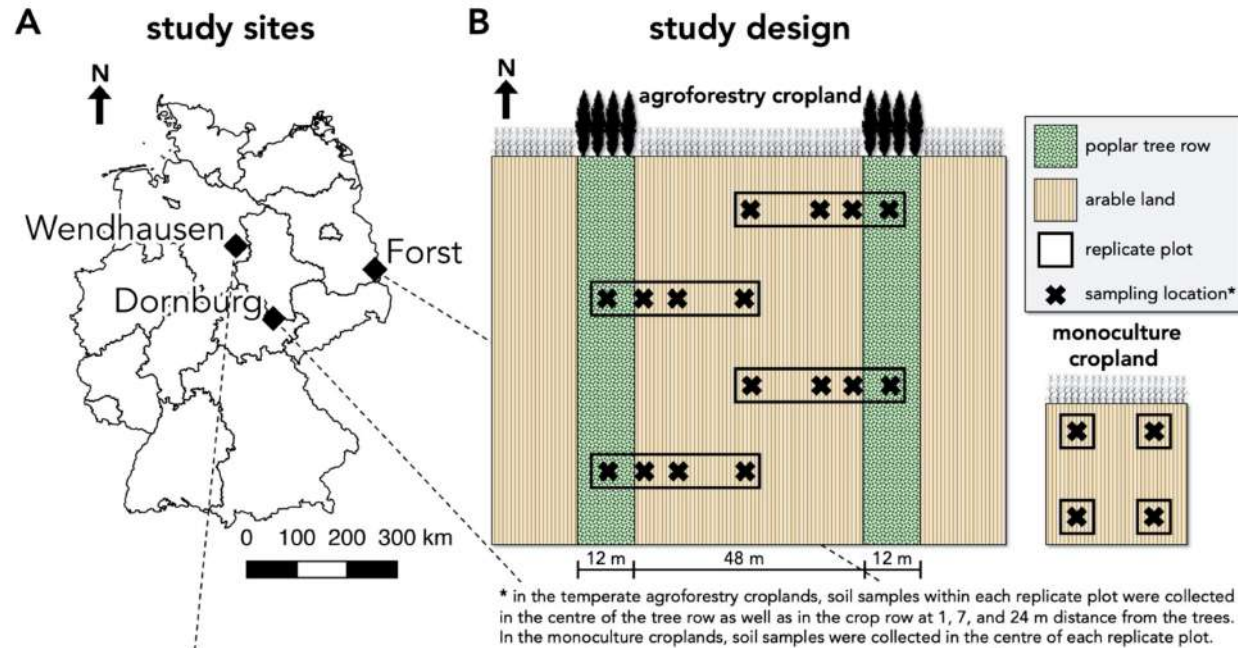
- Baumstreifen beherbergen eine abundante und diverse Flora
 - Hoher Anteil an Spezies die untypisch für Agrarökosysteme sind
- Kein starker Verschleppungseffekt von Baumstreifen in Getreidereien
- Hohes Potential für konventionelle Landwirtschaft

Baumstreifen sind Rückzugsorte für eine diverse Flora, welche sich nicht übermäßig stark in das benachbarte Getreide ausbreitet

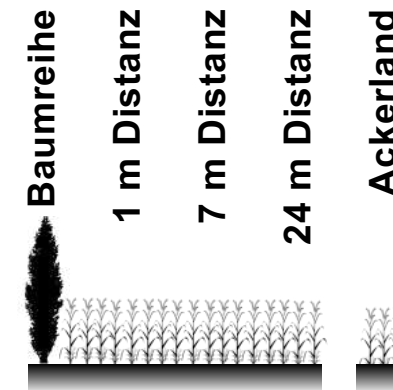
Hoher Wert für den Erhalt der Biodiversität in Agrarökosystemen



Nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft durch Agroforst



- Drei Kernflächen
- Pappel-basierte Alley Cropping Systeme
- Baumreihen in N-S Ausrichtung
- Ernte der Bäume alle 3 bis 7 Jahre
- Beprobung verschiedener Distanzen zu den Bäumen, da die Effekte der Bäume graduell ins Feld hineinreichen
- Benachbartes Ackerland, welches identisch zu den Getreidereihen bewirtschaftet wird (Referenz)
- Unterschiede Getreide- und Baumreihen?
→ Düngung, Bodenbearbeitung, mehrjährig, ...



Das **SIGNAL** Konsortium



BONARES

Zentrum für Bodenforschung



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



UNIKASSEL
VERSITÄT



Landesamt für
Landwirtschaft und
Ländlichen Raum

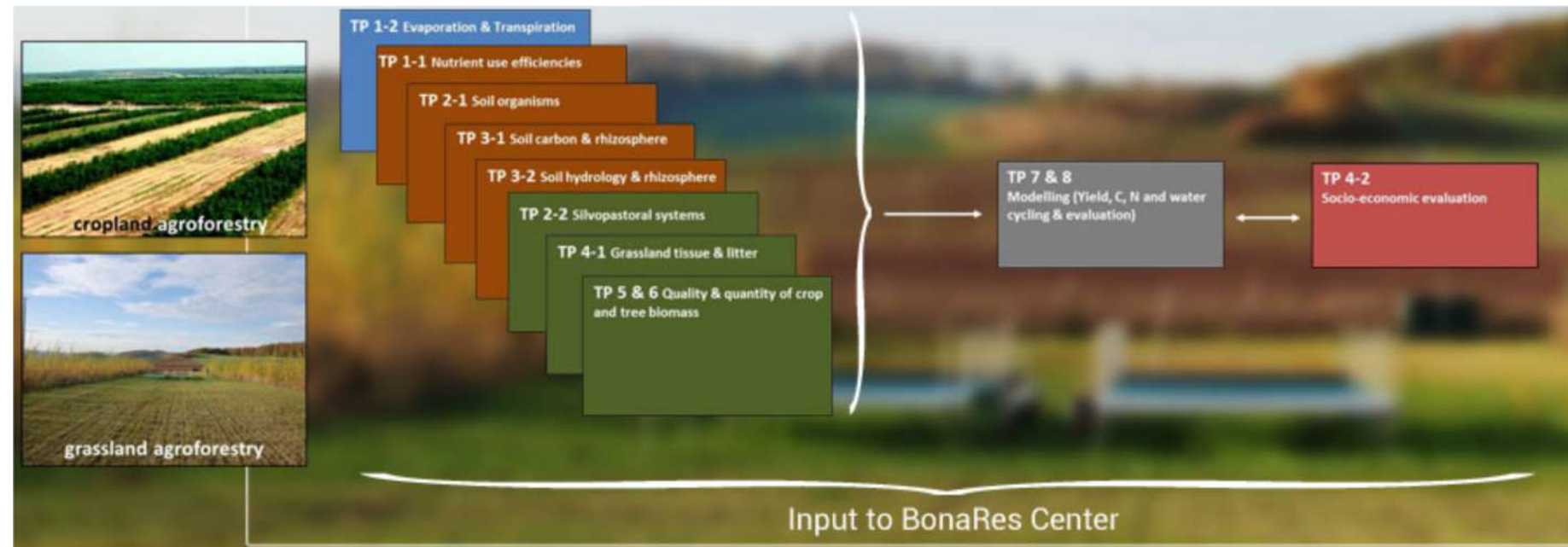


Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus - Senftenberg



SIGNAL

Sustainable intensification
of agriculture through agroforestry



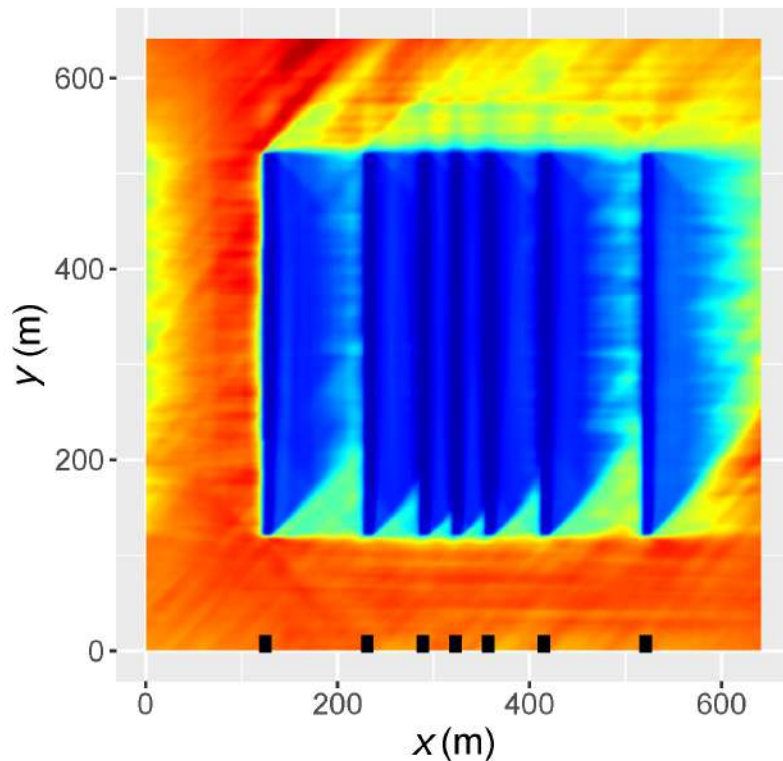
HelmholtzZentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

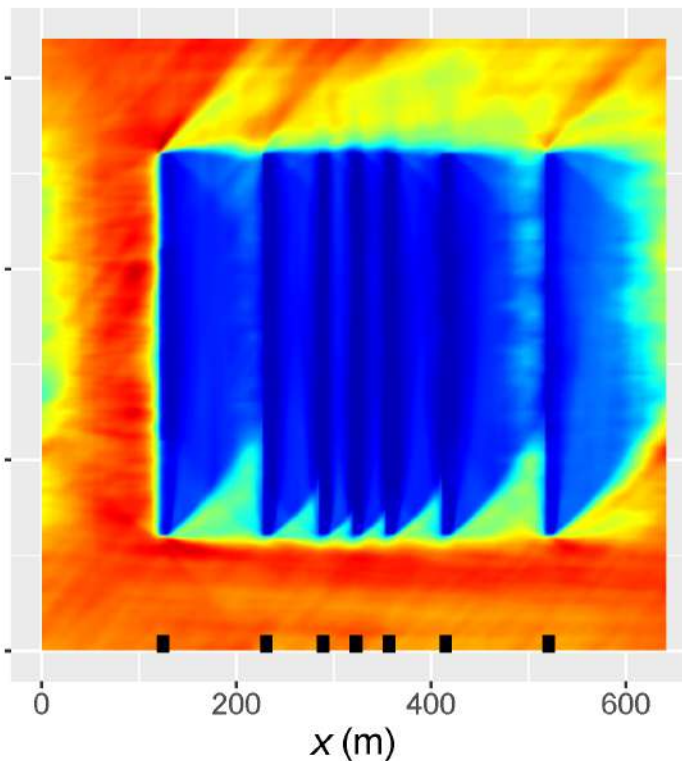
Potenzial zur Verminderung von Winderosion

- Verringerung der durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten um 17–67%
- Verringerung des durchschnittlichen Potentials für Winderosion um 24–97%

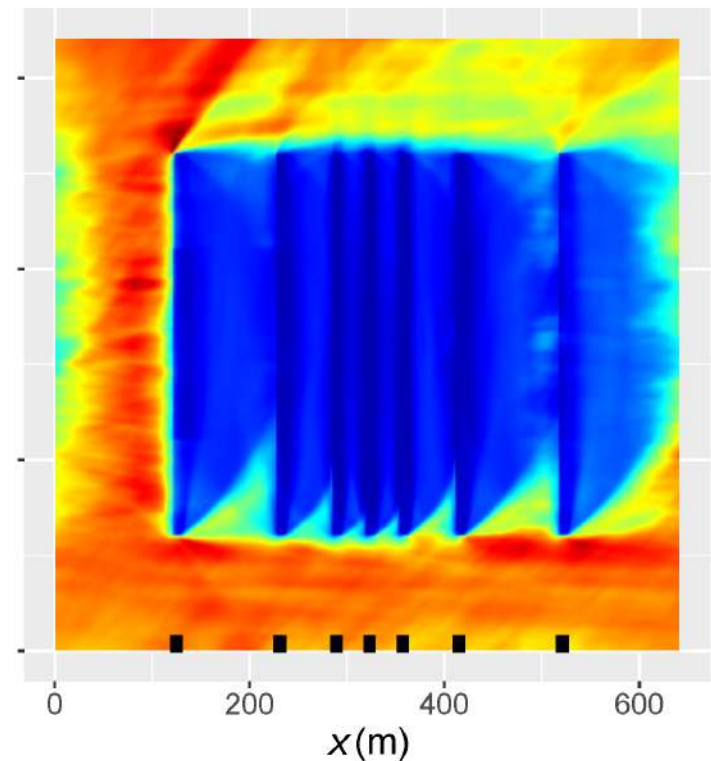
Baumhöhe = 2 m



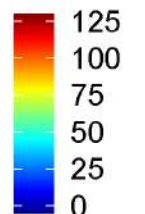
Baumhöhe = 5 m



Baumhöhe = 8 m

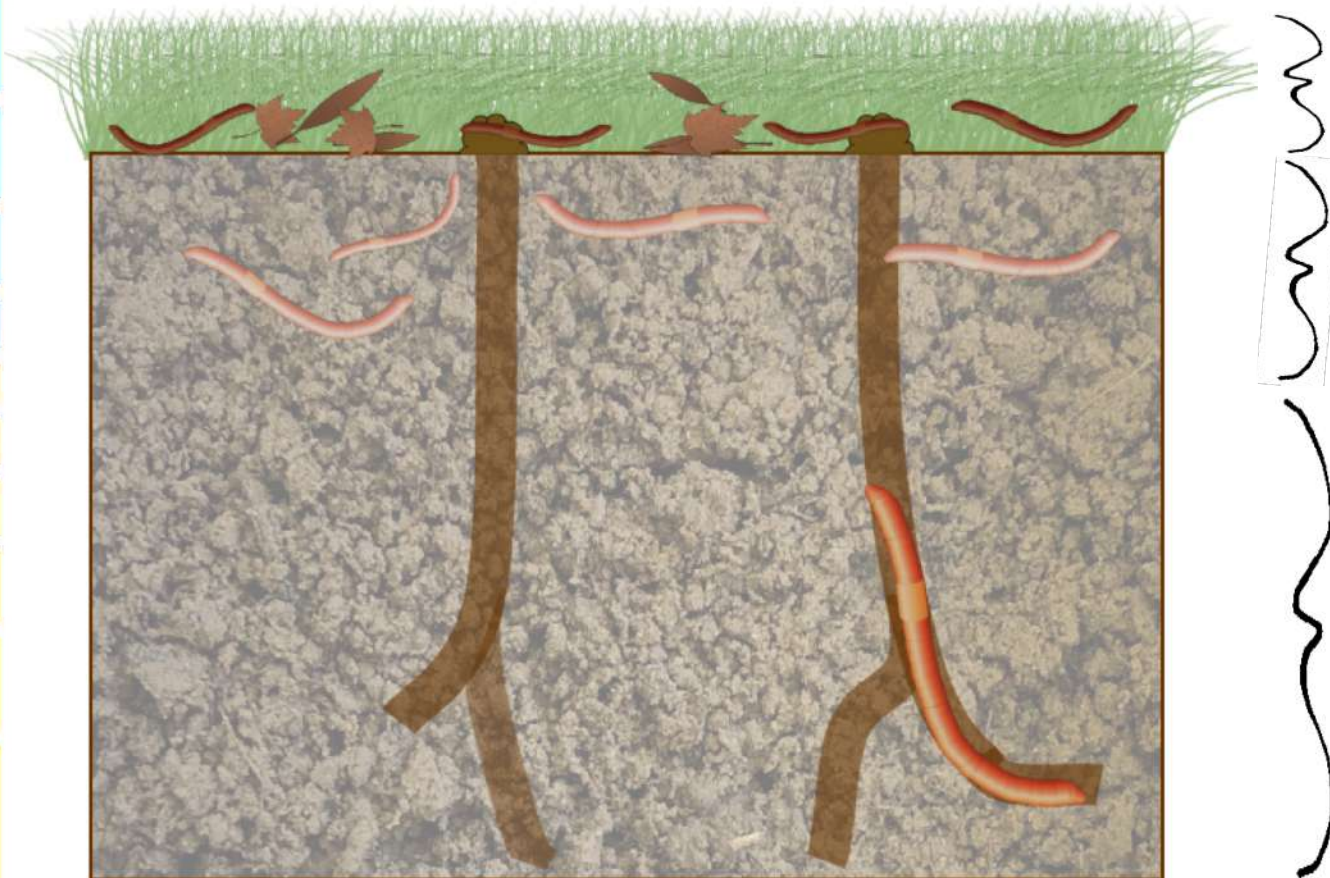


Erosion_{frac} (%)



Ökologische Gruppen von Regenwürmern

Funktionen: Wasserinfiltration, Streuabbau, Unterdrückung bodenbürtiger Pflanzenkrankheiten, Humusaufbau, Bodenbildung, ...



Streuschichtbewohner (epigäisch): *Lumbricus rubellus*, *L. castaneus*, ...

Mineralbodenbewohner (endogäisch): *Allolobophora chlorotica*, *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*, ...

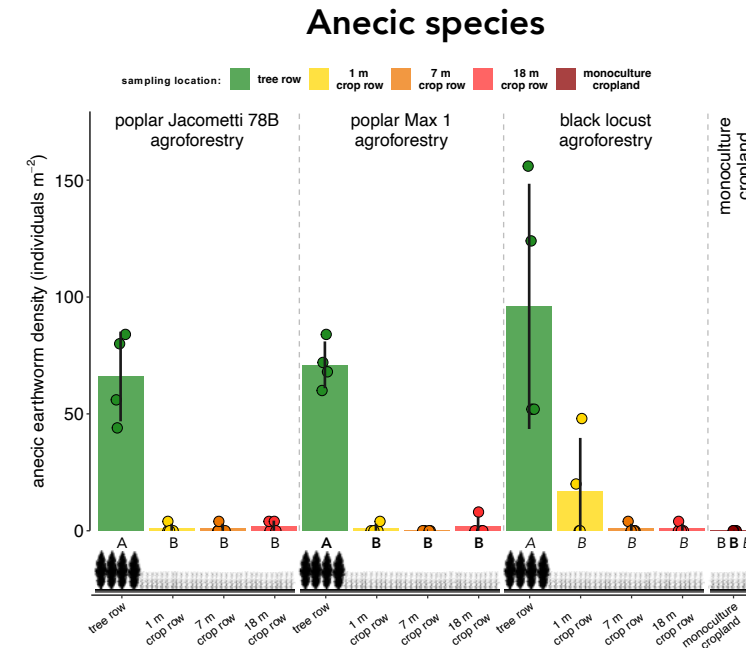
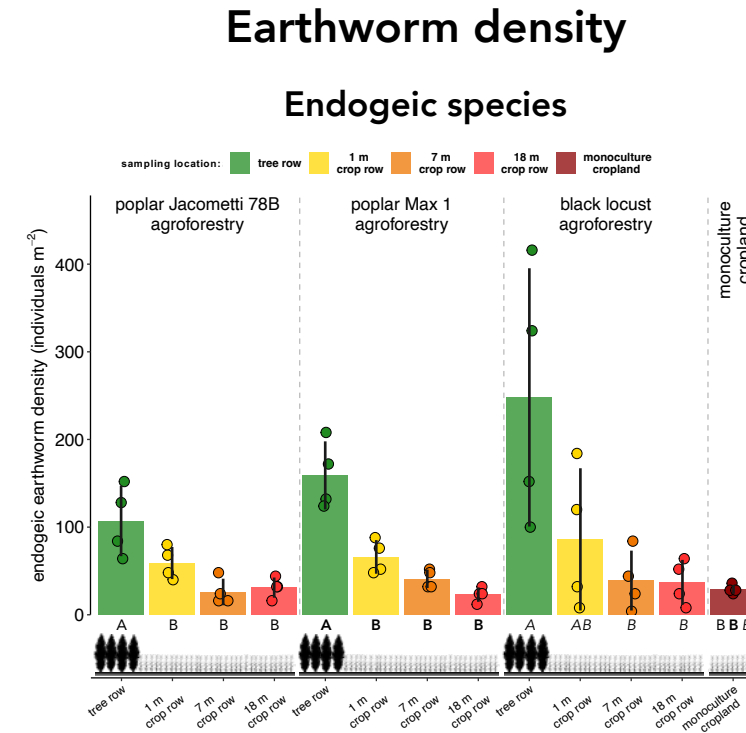
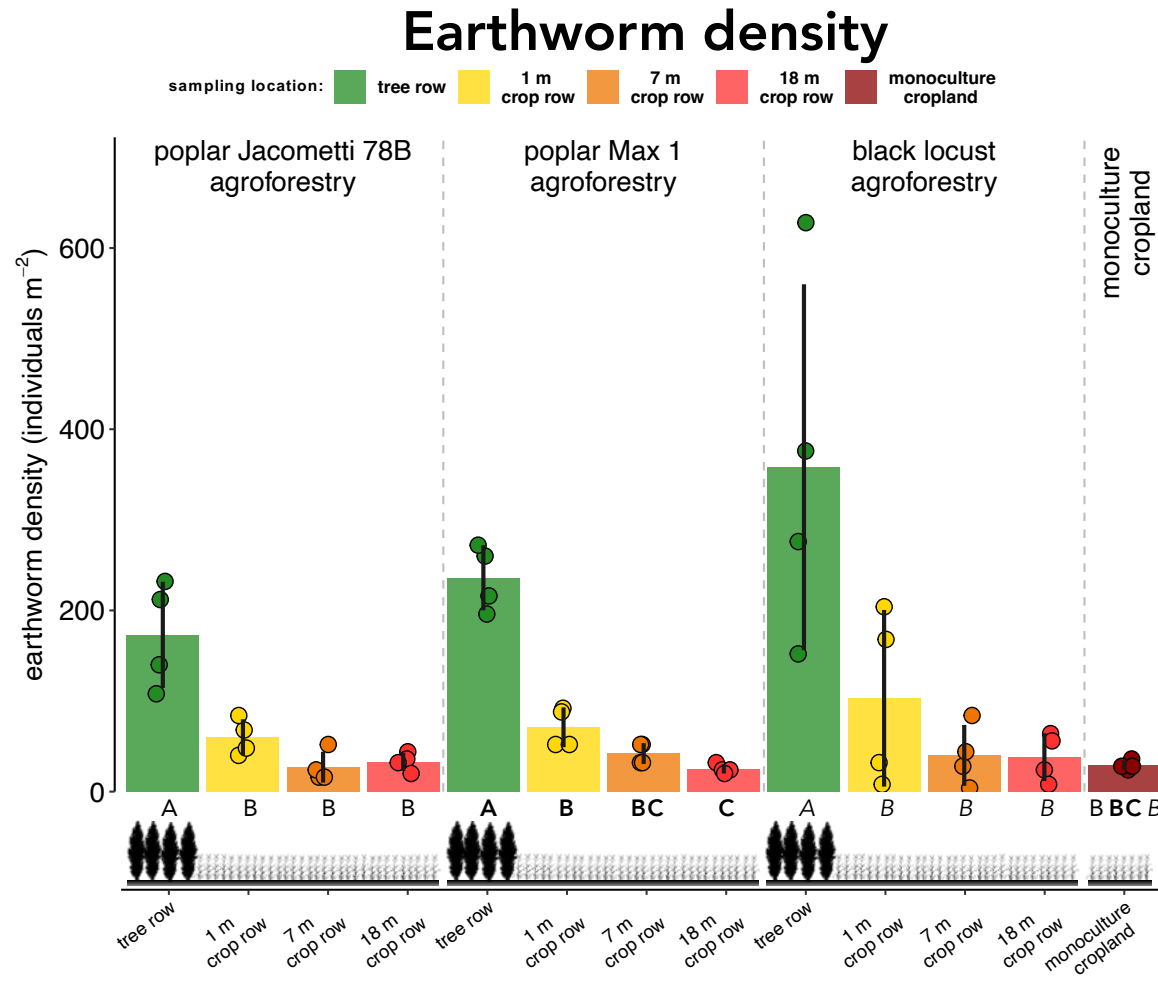
Tiefengräber (anektisch): *Aporrectodea longa*, *Lumbricus terrestris*, ...



Regenwurmgemeinschaften

Förderung von Regenwürmern

- Tiefengräber nur unter den Bäumen
- Mineralbodenbewohner bis ins Feld hinein



Förderung von Bodenmikroorganismen

Baumreihen in Agroforstsystemen erhöhen die Abundanz von Bodenmikroorganismen (Bakterien und Pilze)

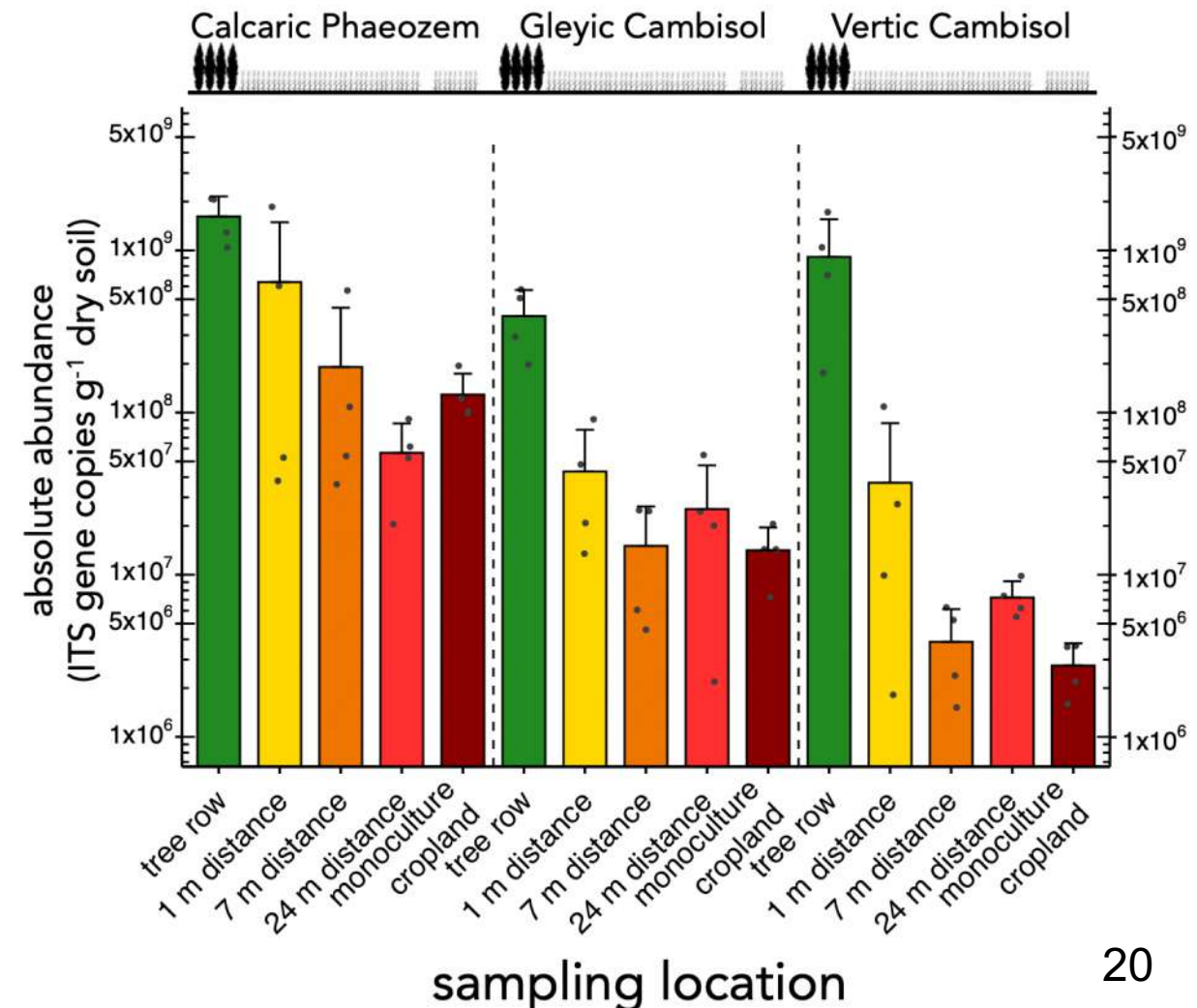
Starke Zunahme an Basidiomycota

→ Holz und Laubstreu zersetzende Pilze

→ Nährstofffreisetzung aus der Laubstreu



Basidiomycota



Bodenmikroorganismen und die Distanz zu Bäumen

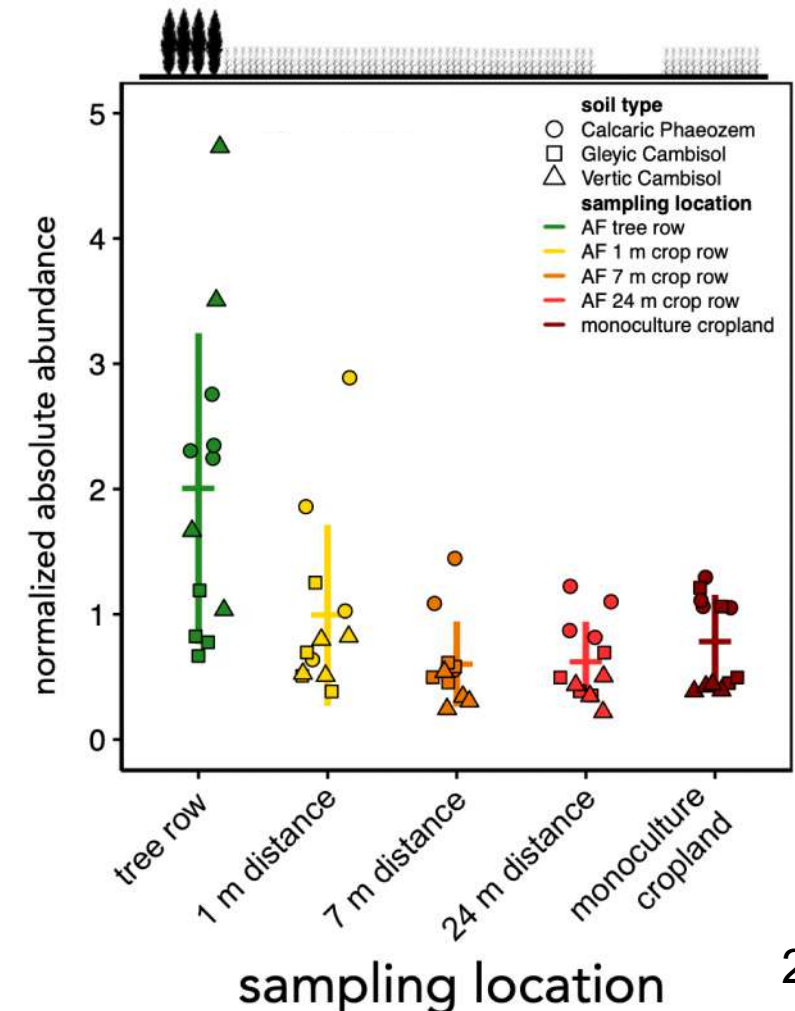
Zunahme der Populationsgrößen der Bodenmikroorganismen hängt von der Distanz zur Baumreihe ab

Bodenmikroorganismen nehmen mit abnehmender Distanz zu den Bäumen zu

- Positive Effekte der Bäume dehnen sich in die Getreidereihen aus
- Vermutlich aufgrund des Nährstoffeintrags durch die Laubstreu



Soil fungi



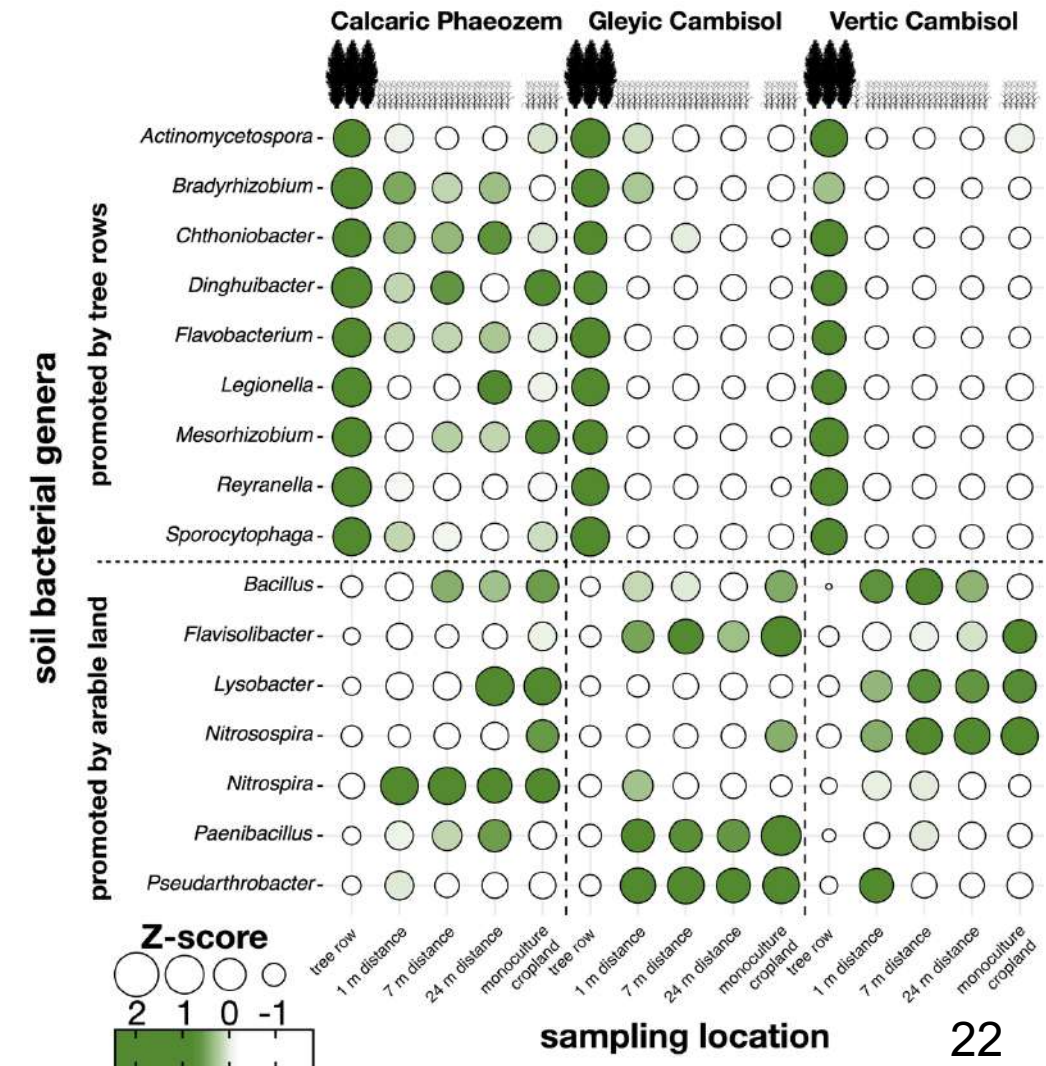
Bodenbakterien in Agroforstsystemen

Taxonomische Aufschlüsselung der Bodenbakterien mittels moderner Sequenziermethoden

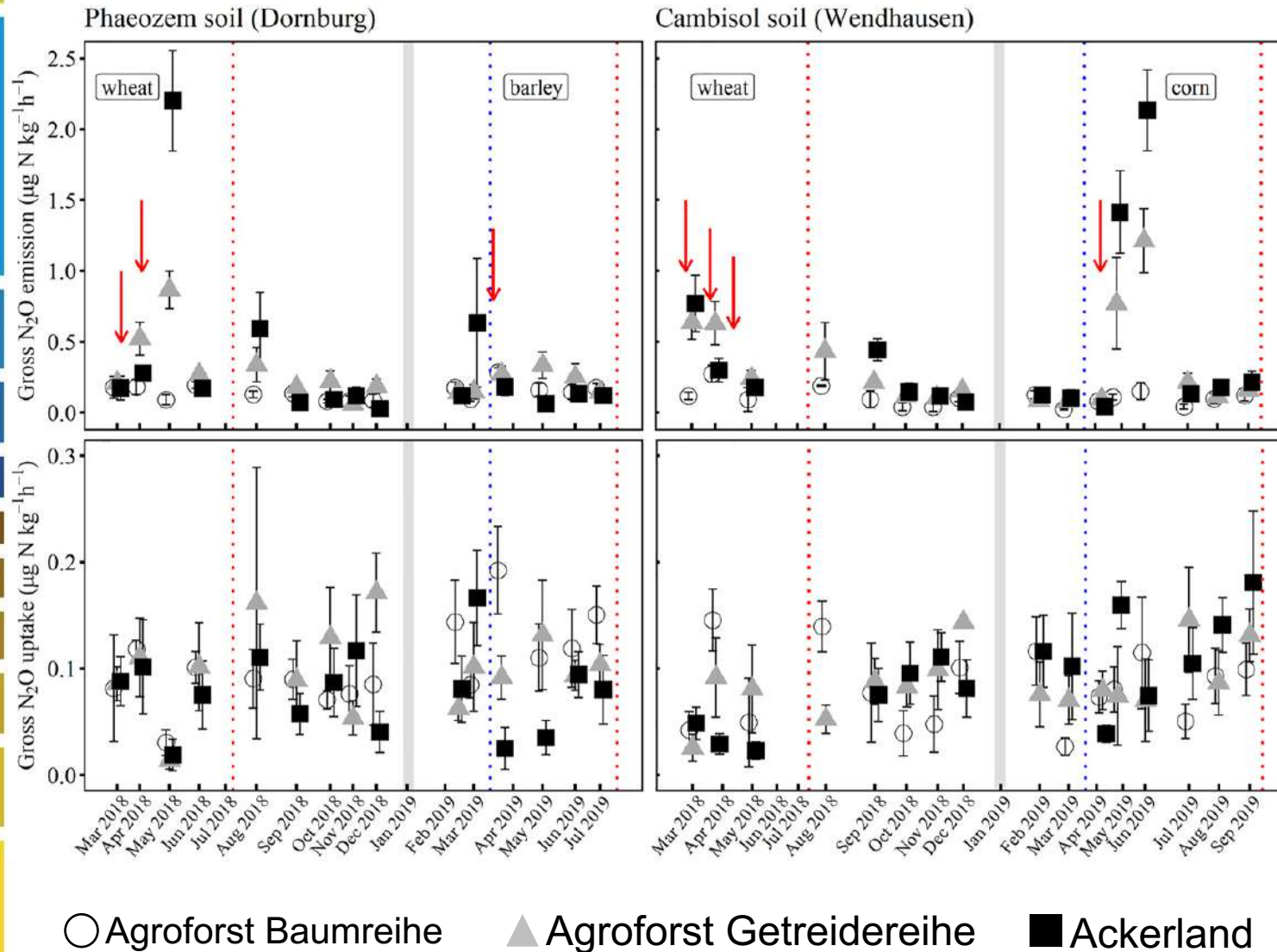
Ausprägung eines Baumreihen-assozierten Mikrobioms

→ Veränderte Bodenfunktionen?

Agroforst erhöht die Gesamtdiversität des Systems



N₂O Emissionen und Aufnahme



N₂O Flüsse vom Boden

- 6–36% weniger N₂O Emissionen in Agroforst als in Ackerland
- 27–42% höhere N₂O Aufnahme in Agroforst als in Ackerland



Bodenpilze in Agroforstsystemen

Ausprägung eines Baumreihen-assozierten Mikrobioms

Förderung von Ektomykorrhiza durch die Bäume

→ Beitrag zur hohen Produktivität der Baumreihen?

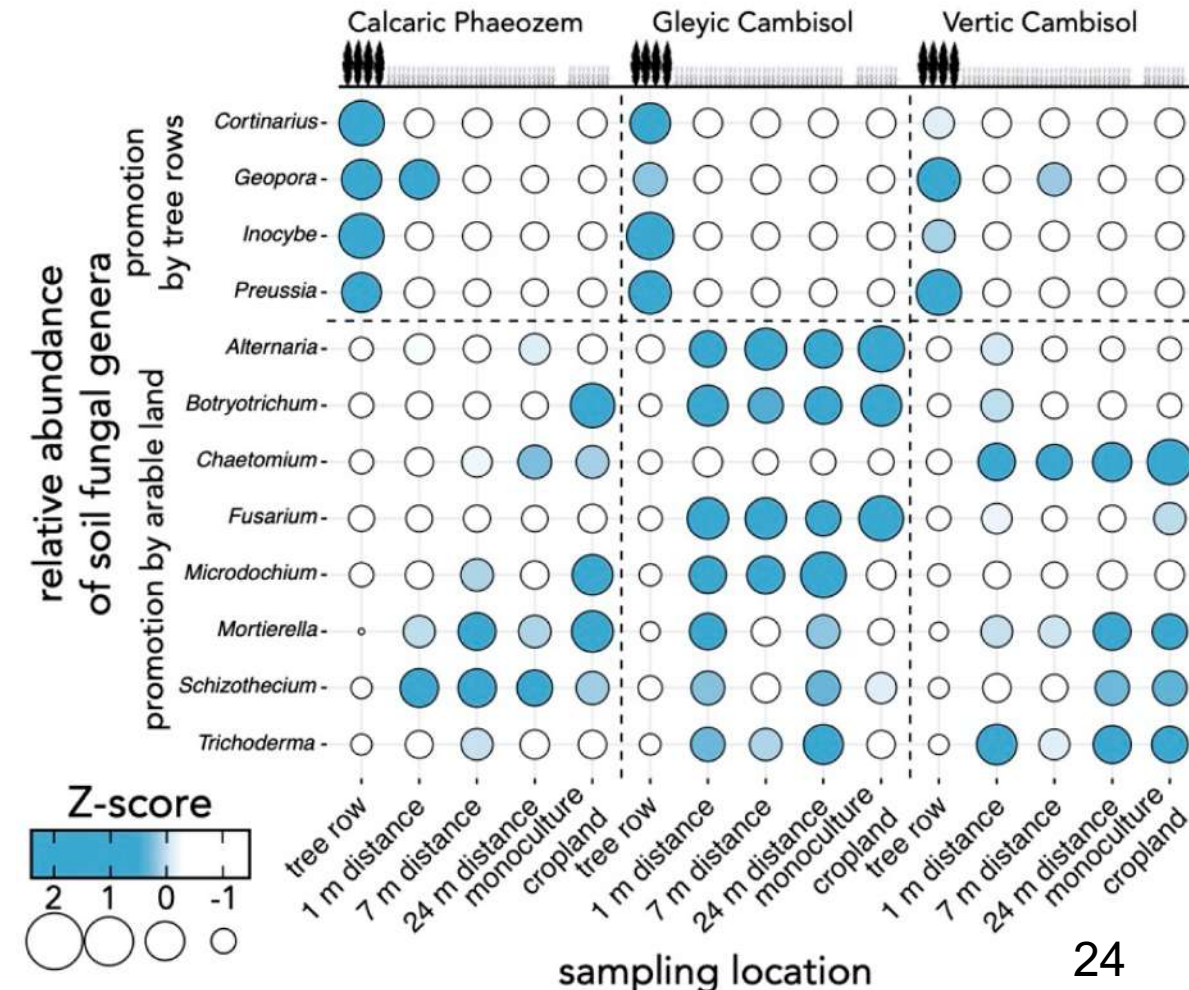
→ Beitrag zu Nährstoffaufnahme und der „Sicherheitsnetz“-Funktion der Baumwurzeln?

Unterdrückung phytopathogener Pilze durch Bäume?

Agroforst erhöht die Gesamtdiversität des Systems



© M. Schmidt



Pflanzengesundheit und Lebensmittelsicherheit in Agroforstsystemen



Untersuchung von Ernteproben (Weizen, Gerste, Raps) auf

i) **phytopathogene Pilze** (Weizen, Gerste, Raps) mittels Echtzeit PCR und

ii) **Mykotoxinbelastung** (Weizen, Gerste) mittels HPLC-MS/MS

auf vier Flächen über einen Zeitraum von 3 Jahren



© M. Schmidt



© M. Schmidt

Pflanzengesundheit und Lebensmittelsicherheit in Agroforstsystemen

Phytopathogene Pilze:

- Keine Auswirkung auf die Infektion mit den wichtigsten Pathogenen
- Potentielle Unterdrückung der Infektion von Raps mit *V. longisporum* und Weizen mit *F. tricinatum*

Mykotoxinbelastung:

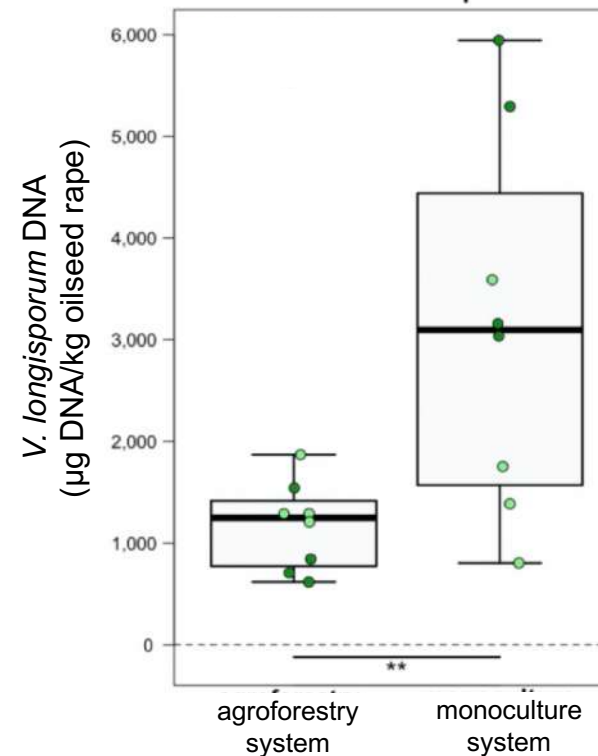
- Keine Probe oberhalb von Grenzwerten
- Kein Effekt auf die Lebensmittelsicherheit



Harvest samples

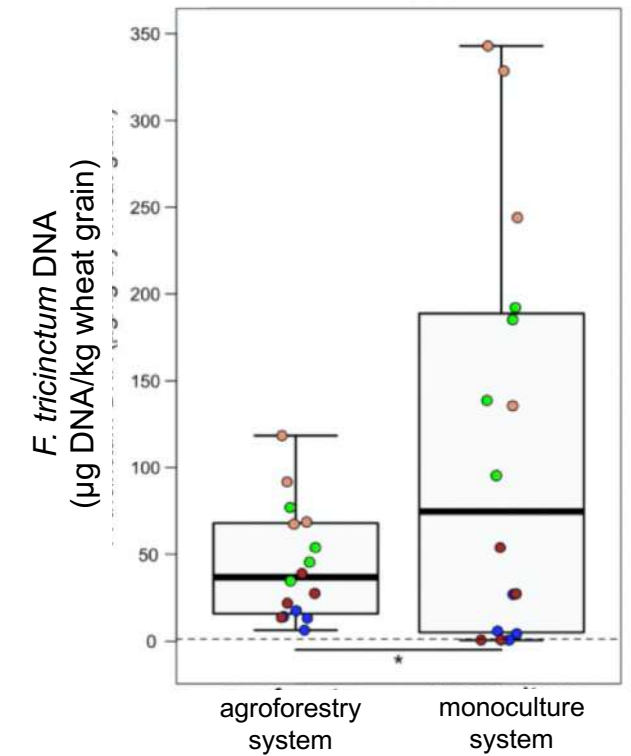
V. longisporum

oilseed rape



F. tricinatum

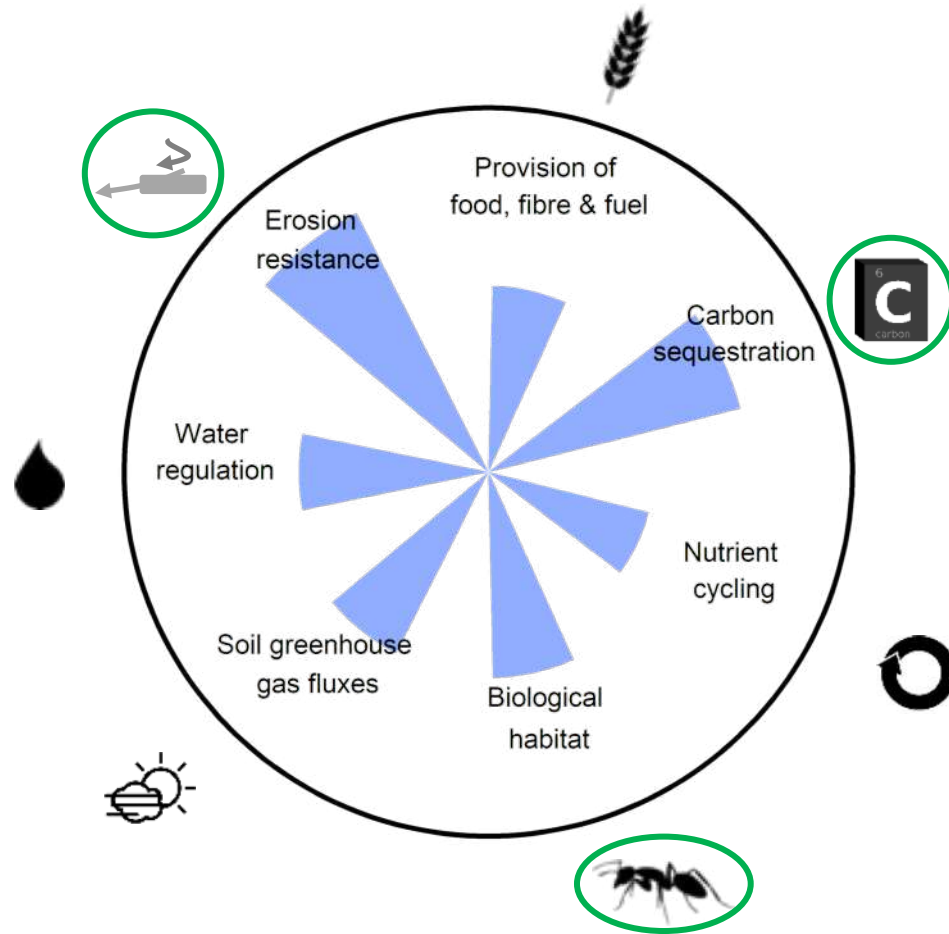
wheat



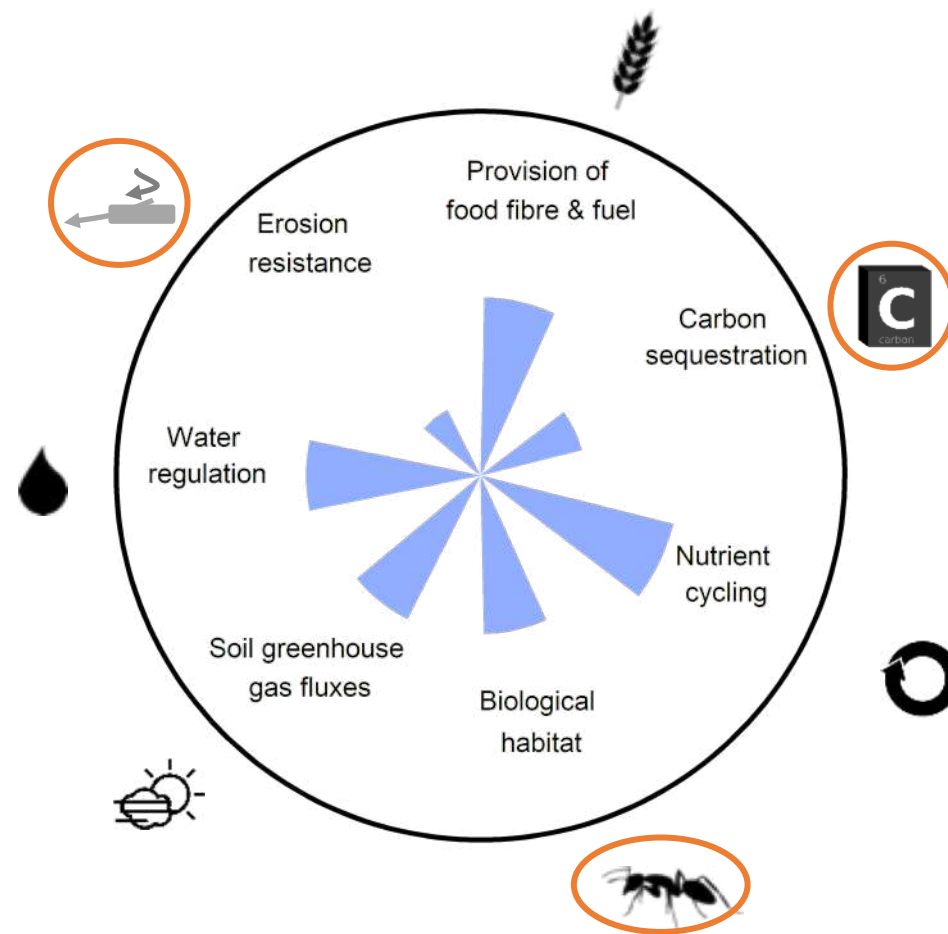
Vorteile von Agroforstsystemen

Ergebnisse einer Datensynthese

Agroforst Ackerland



Ackerland



Zusammenfassung



Agroforstsysteme sind **nachhaltige**, **multifunktionelle**, und **klimaresiliente** landwirtschaftliche Systeme, welche ober- und unterirdische **Biodiversität** fördern.

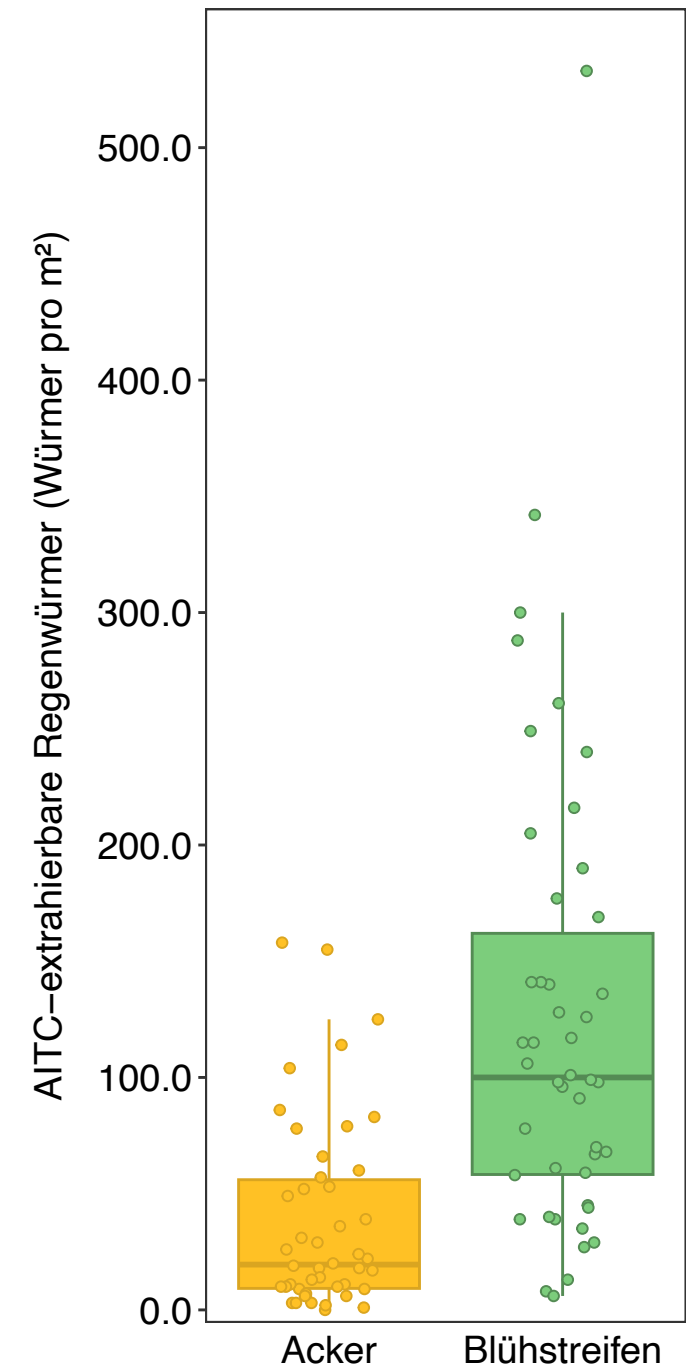


Müssen es unbedingt Bäume sein? Nein!

- Mehrjährige Blühstreifen



© S. Blümel



Was können wir lernen?

- **Böden und ihre Bewohner brauchen Schutz**
- **Eine Intensivierung der Bodenbearbeitung wirkt sich negativ auf das Bodenleben und seine Diversität und Funktionen aus**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Lukas Beule

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen –
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

lukas.beule@julius-kuehn.de



© M. Schmidt