

INJEKTIONSMASCHINE 18M

180KG N/HA HERBSTDÜNGUNG

NH₄⁺-
Depot



Bodengesundheit- Schlüssel für eine zukunftsfähige Landwirtschaft



**Christoph Felgentreu
IG gesunder Boden e. V.**

www.ig-gesunder-boden.de



Nährstoffmanagement durch Futterleguminosenanbau und Zwischenfrüchte im ökologischen Ackerbau unter Beachtung aktueller Klimaänderungen optimieren



**Christoph Felgentreu
IG gesunder Boden e. V.**

www.ig-gesunder-boden.de



Interessengemeinschaft gesunder Boden



GESUNDER BODEN • GESUNDE PFLANZEN • GESUNDHEIT FÜR TIER UND MENSCH

Mitgliederstruktur



Landwirte (konv./bio.)

Unternehmen

Wasserzweckverbände

Privatpersonen

Organisationen

(z.B. AbL, Hopfenring, Slow Food, Maschinenringe D)

Institutionen

Tierärzte/Ärzte

Bioverbände

Boden- und Pflanzenspezialisten

Nährstoffmanagement durch Futterleguminosenanbau und Zwischenfrüchte im ökologischen Ackerbau unter Beachtung aktueller Klimaänderungen optimieren



**Christoph Felgentreu
IG gesunder Boden e. V.**

www.ig-gesunder-boden.de

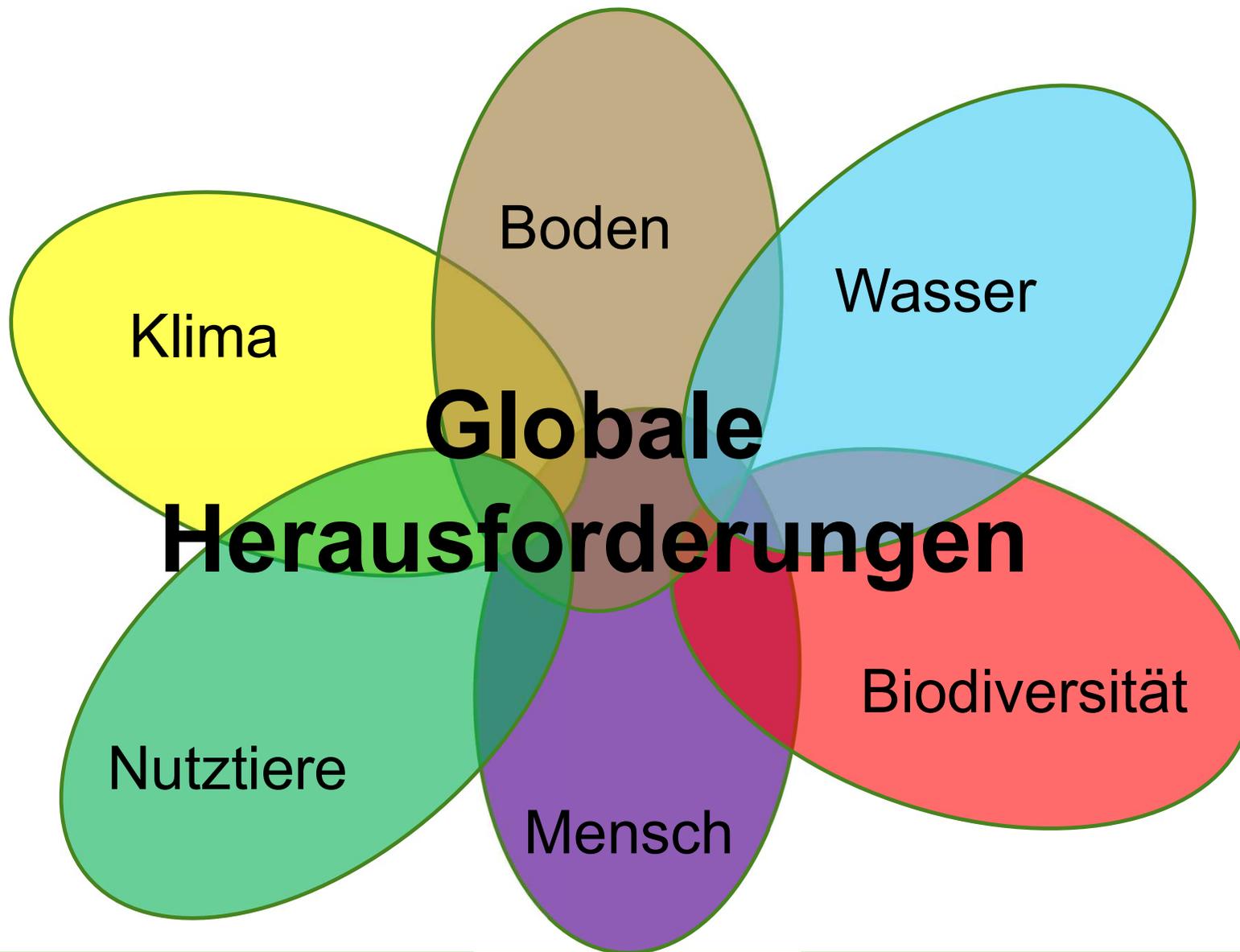




**Christoph Felgentreu
IG gesunder Boden e. V.**

www.ig-gesunder-boden.de





Die Menschen können nicht gesünder sein, als der Boden in dem unsere Nahrung wächst!

Dr. Stephan Hügel, 2022 „Die Mineralienwende“





Boden ist nicht gleich Boden!

Die heutigen Bodentypen entwickelten sich aus unterschiedlichen Ausgangsgesteinen. Beispiele aus unserer Region:

Fränkische Alb (Rendzina)

Lage: nordwestlich und westlich von Regensburg
Höhenlage: um 600 m
Entstehungszeit: Vor 140 - 210 Millionen Jahren, Festland
Geologie: Kalkablagerungen, entstanden in einem tropischen Meer mit Korallenriffen
Vegetation: Typisch sind Trockenrasen und Buchenwälder.
Geschichte: Erste Spuren des Menschen (Homo Neanderthalensis) im Regensburger Raum in den Karsthöhlen der Altmühl
Nutzung: extensive Landwirtschaft.
 Die markanten Malmkalkfelsen des fränkischen Jura sind von hier aus leicht über den westlich gelegenen Max-Schulze-Steig zu erreichen.

Bayerischer Wald (Braunerde)

Lage: nordöstlich der Donau
Höhenlage: 500 - 1450 m
Entstehungszeit: Vor rund 500 Millionen Jahren wurde der Bayerische Wald emporgeloben.
Geologie: Der Bayerische Wald ist ein kristallines Grundgebirge, überwiegend aus Graniten und Gneisen aufgebaut.
Vegetation: Mischwälder und Fichtenmonokulturen
Geschichte: Bekannt ist das Gebiet für seine traditionsreiche Glashüttenindustrie und seinen Waldreichtum.
Nutzung: extensive Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Tourismus. Der Bayerische Wald beginnt hinter dem Kalksteinbruch am östlichen Ende der Stadt.

Tertiäres Hügelland (Pseudogley)

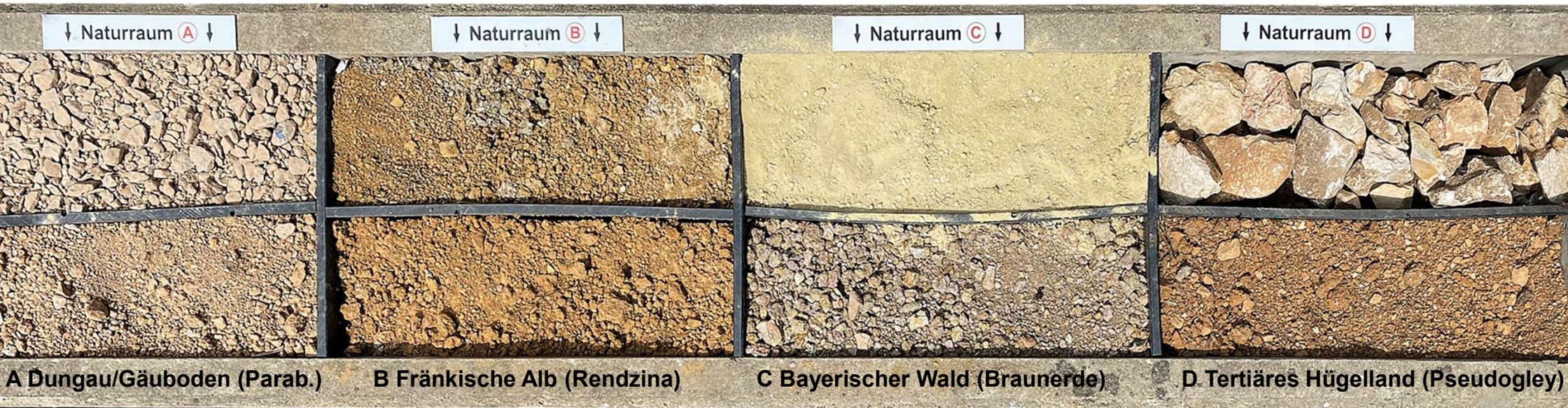
Lage: südlich von Regensburg
Höhenlage: um 400 m
Entstehungszeit: Vor 2 - 65 Millionen Jahren, Sedimente der Tertiärzeit
Geologie: tertiäre Ablagerungen (Molasse) und Lössbedeckung
Vegetation: Mischwälder, Ackerbau
Geschichte: Das Gebiet gilt, zusammen mit dem Dtingau, als Kornkammer Bayerns.
Nutzung: intensive Landwirtschaft mit Sonderkulturen (Hopfen und Spargel). Regensburg liegt am äußersten Nordrand des tertiären Hügellandes. Ein Blick in Richtung Süden und auf die andere Seite der Autobahn lässt die sanft geschwungenen Hügel und Täler dieses Kulturraumes erkennen.

Dingau / Gäuboden (Parabraunerde)

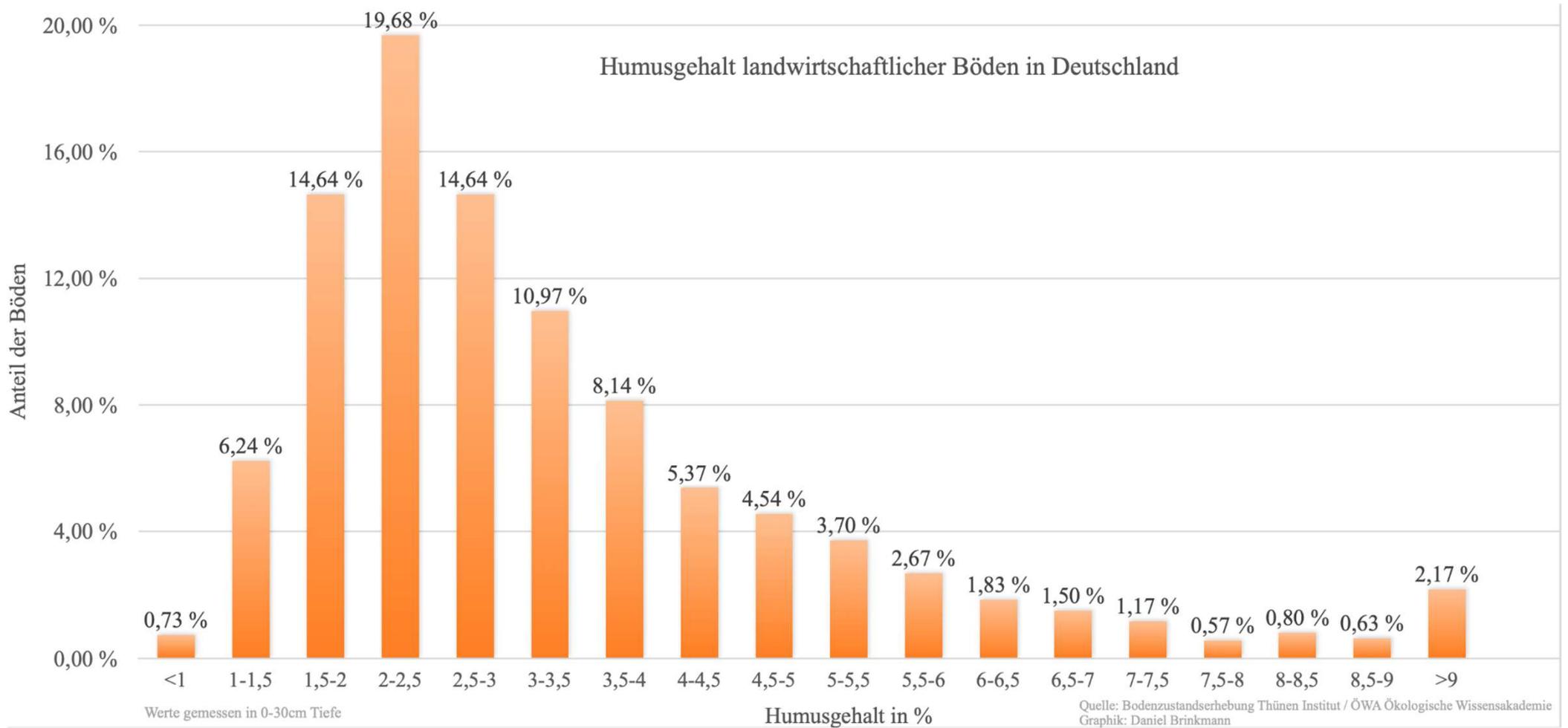
Lage: südöstlich von Regensburg
Höhenlage: um 300 m
Entstehungszeit: Seit den letzten 2 Millionen Jahren, Quartärzeitliche Sedimente (Schotter und Löss)
Geologie: Regensburg-Sträubinger Becken: tektonische Anlage, von quartärzeitlicher Donau genutzt
Vegetation: Auenwälder und Ackerbau
Geschichte: Altsiedelland seit der Jungsteinzeit vor ca. 7.500 Jahren und Ursprung der ersten Ackerbaukultur Bayerns.
Nutzung: intensive Landwirtschaft (Weizen-, Mais- und Zuckerrübenanbau). Regensburg liegt am nordwestlichen Ende des Dtingaus. Er ist vom Aussehen her in südöstlicher Richtung zu sehen.

WIR STEHEN AUF BODEN!

Interessengemeinschaft gesunder Boden e.V.
 Lohackerstraße 19, 93051 Regensburg
 Telefon 0941-30261-0
www.ig-gesunder-boden.de



Wo stehen wir?

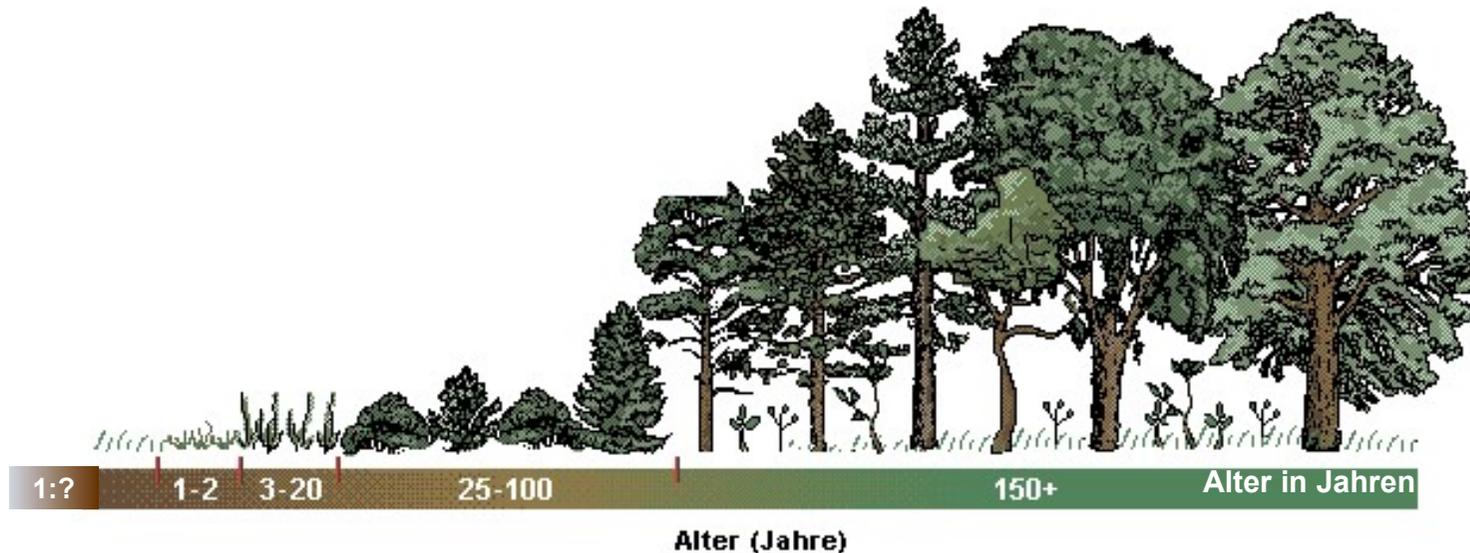




Atmosphäre=> Stickstoff+ CO₂- Quelle(Source)

Heute=> Boden: **Quelle** (CO₂ / NO_x)

Atmosphäre: Quelle/Senke (CO₂ / NO_x)

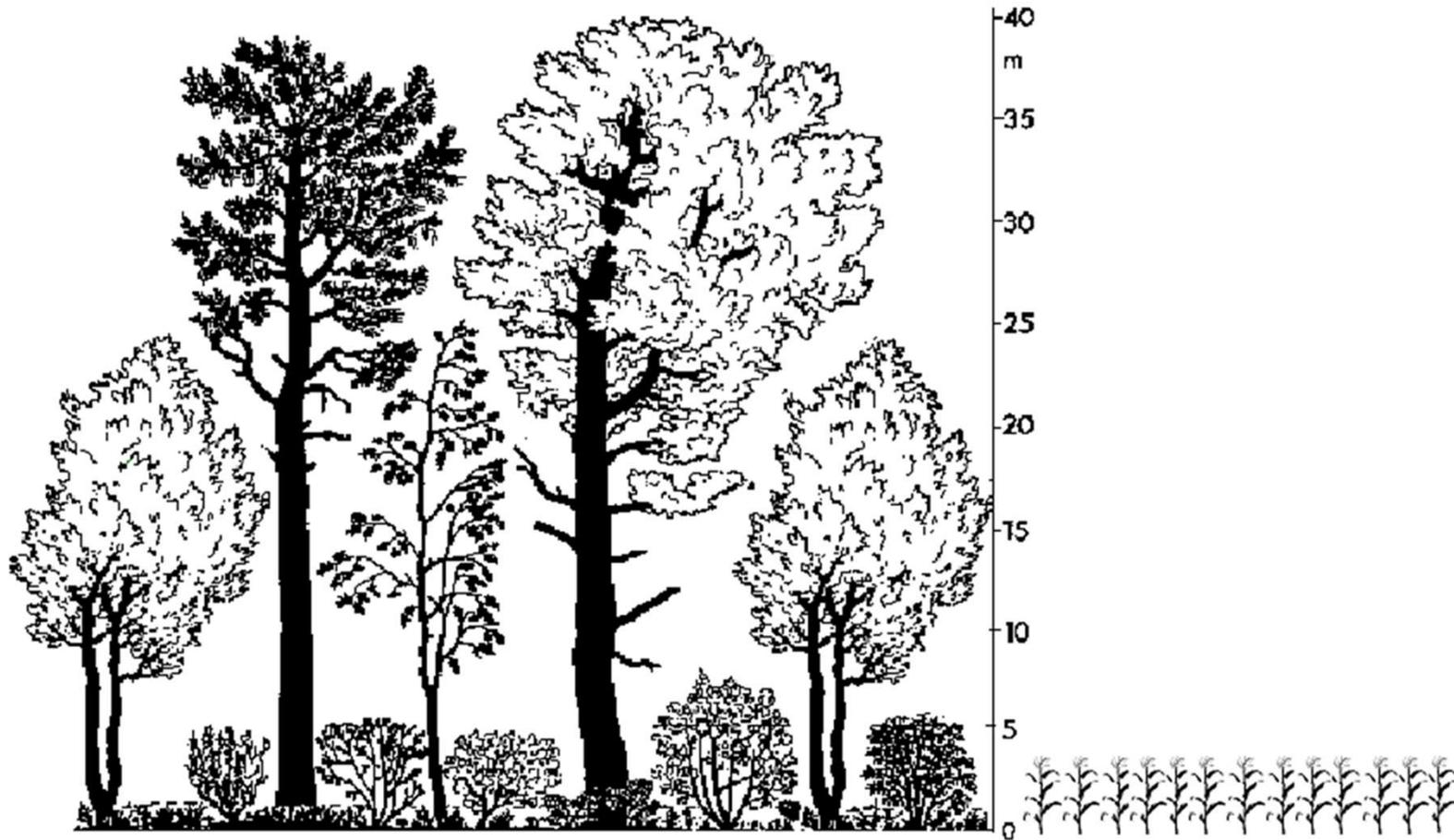


Boden=> Stickstoff/Kohlenstoff- Senke(Sink)

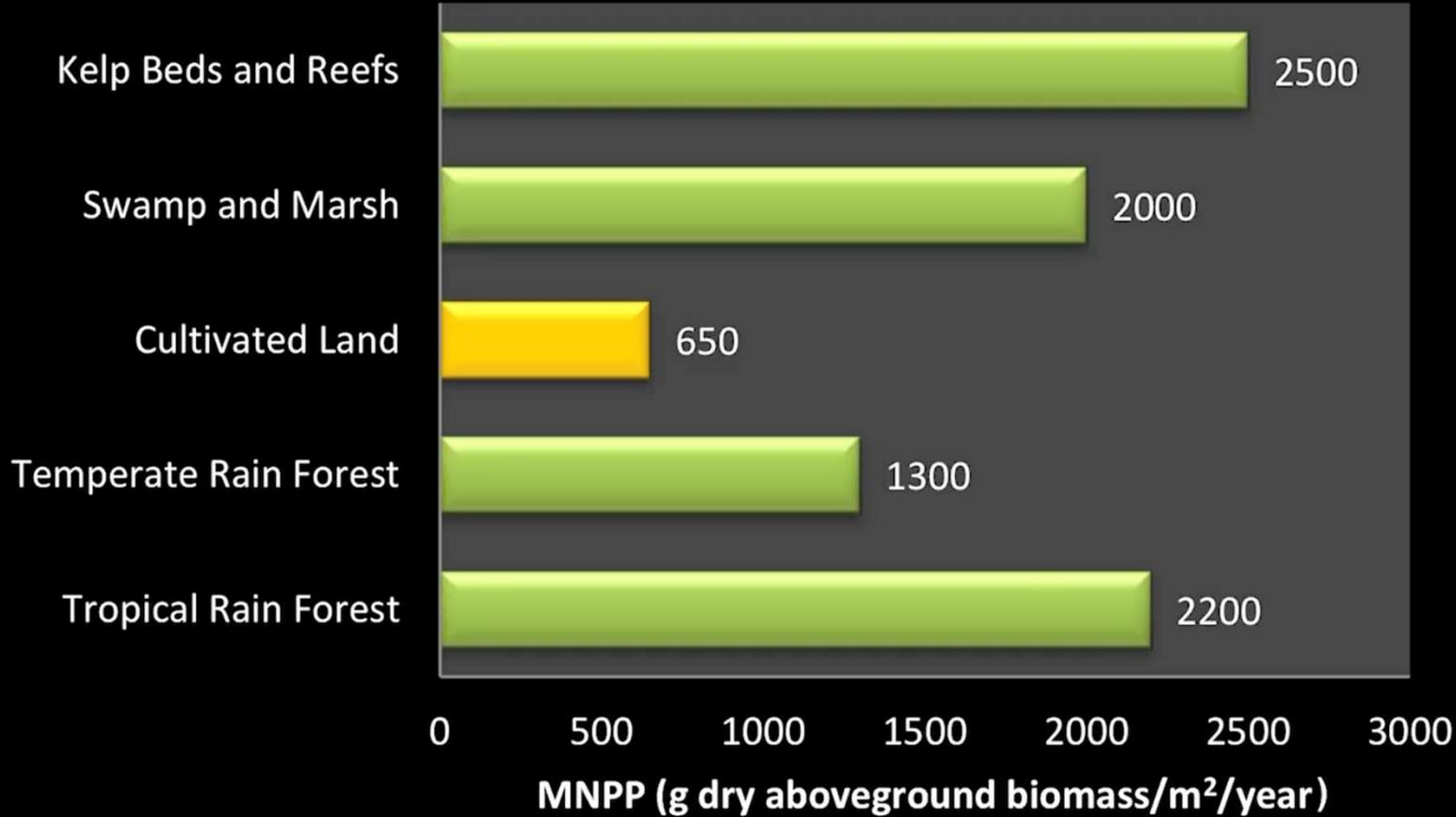




Biomasseleistung: Mischwald - Mais



Most Productive Ecosystems



Dr. David Johnson,
Molekularbiologie

Whittaker, (1978)



David C. Johnson- NMSU Institute for Sustainable Agricultural Research (ISAR)
davidcjohnson@nmsu.edu

New Mexico State University

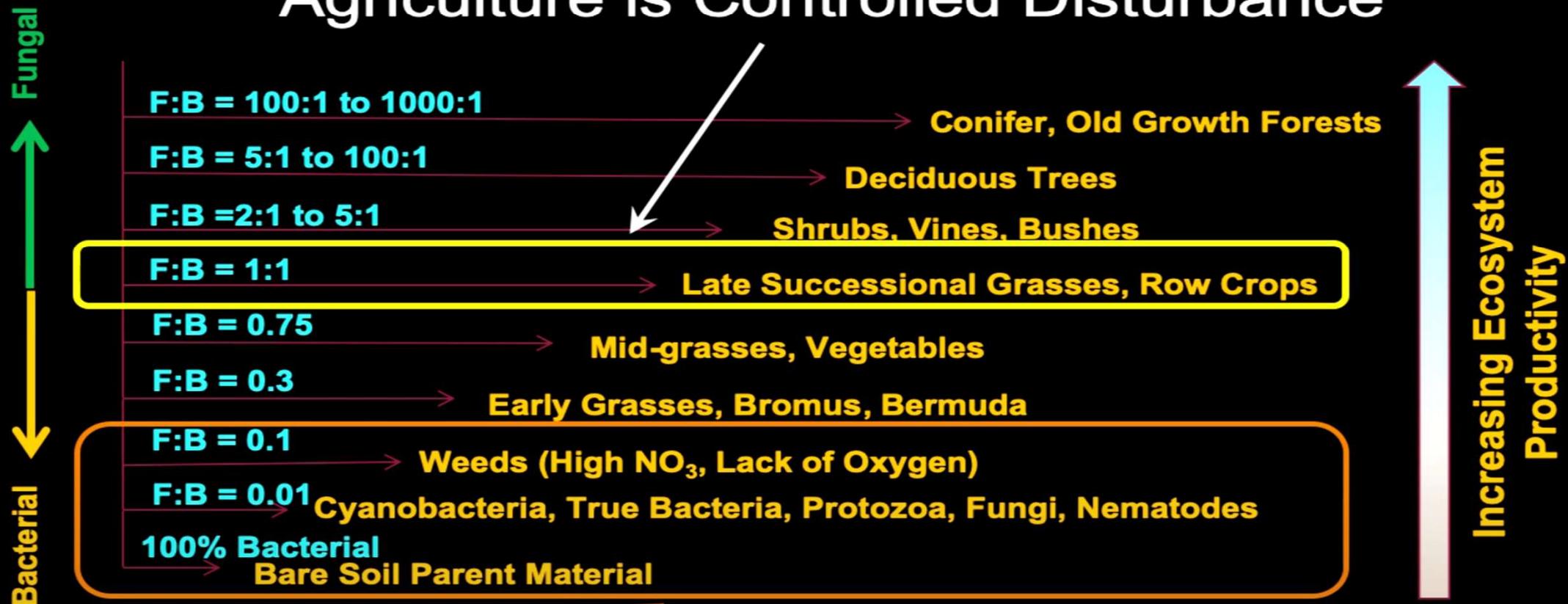


Plant Succession Ladder as a Function of Fungal:Bacterial Ratio (F:B)



Plant Succession Ladder as a Function of Fungal:Bacterial Ratio (F:B)

Agriculture is Controlled Disturbance

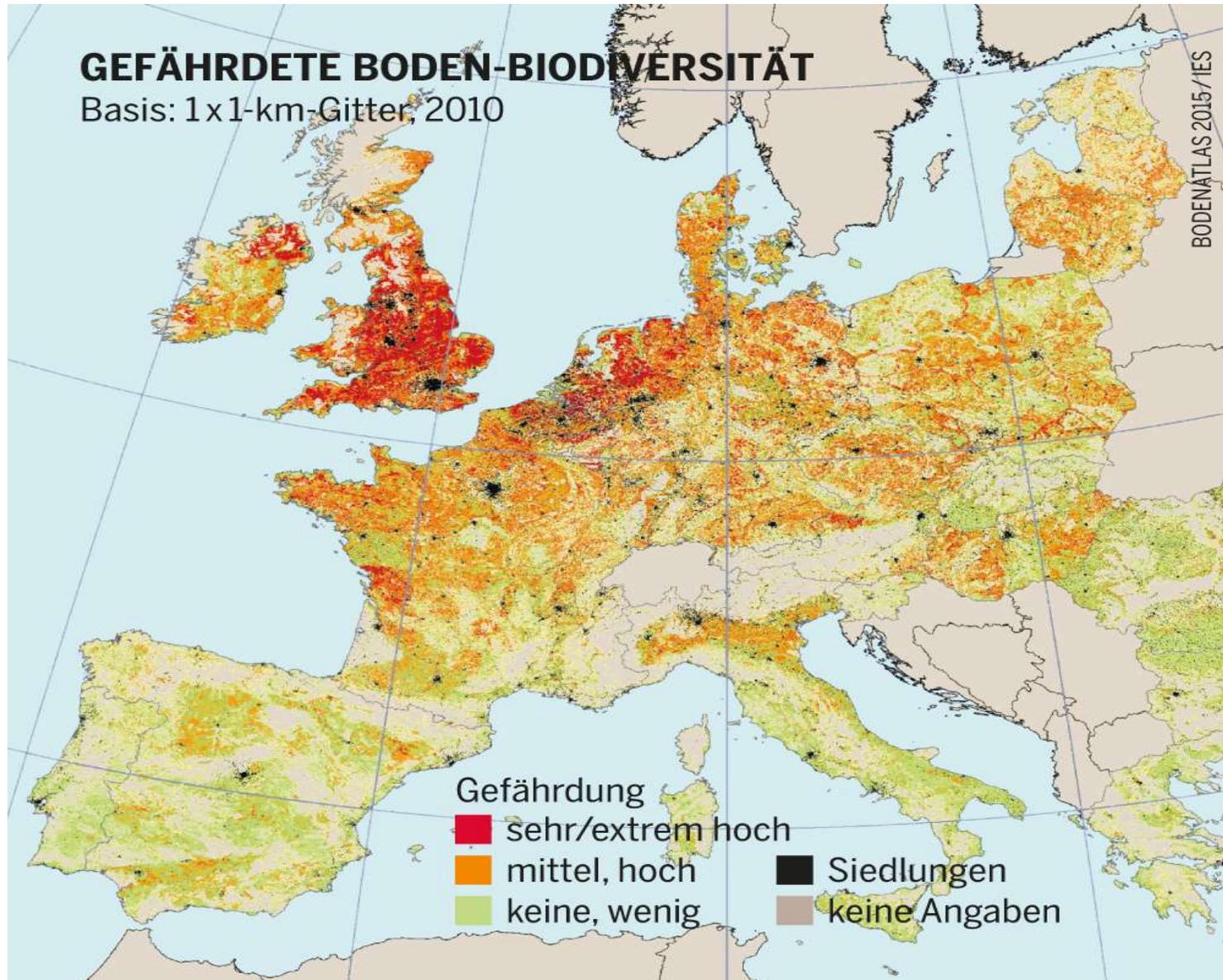


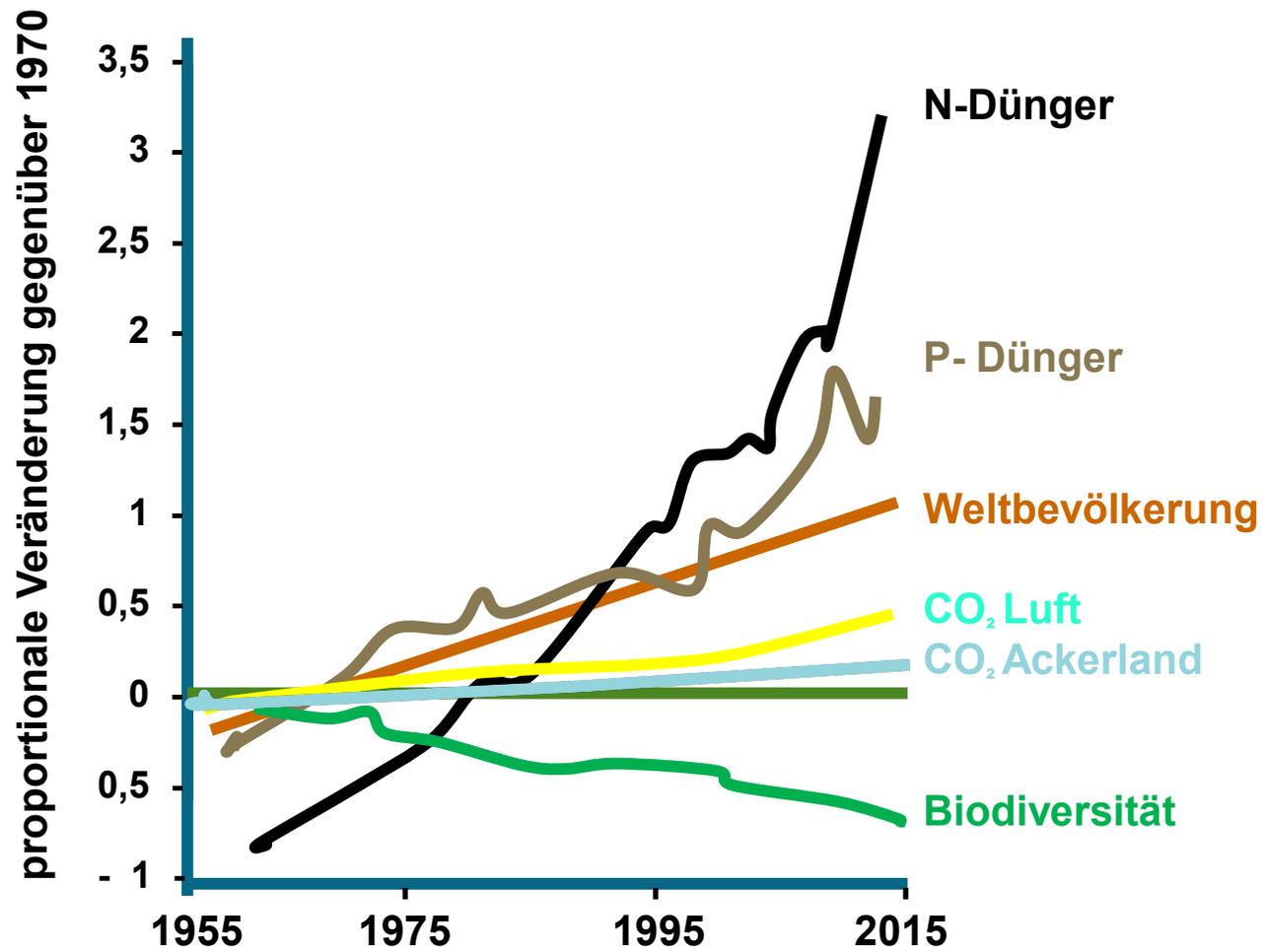
Where we are currently in agroecosystems!

Elaine Ingham- www.soilfoodweb.com

GEFÄHRDETE BODEN-BIODIVERSITÄT

Basis: 1x1-km-Gitter, 2010



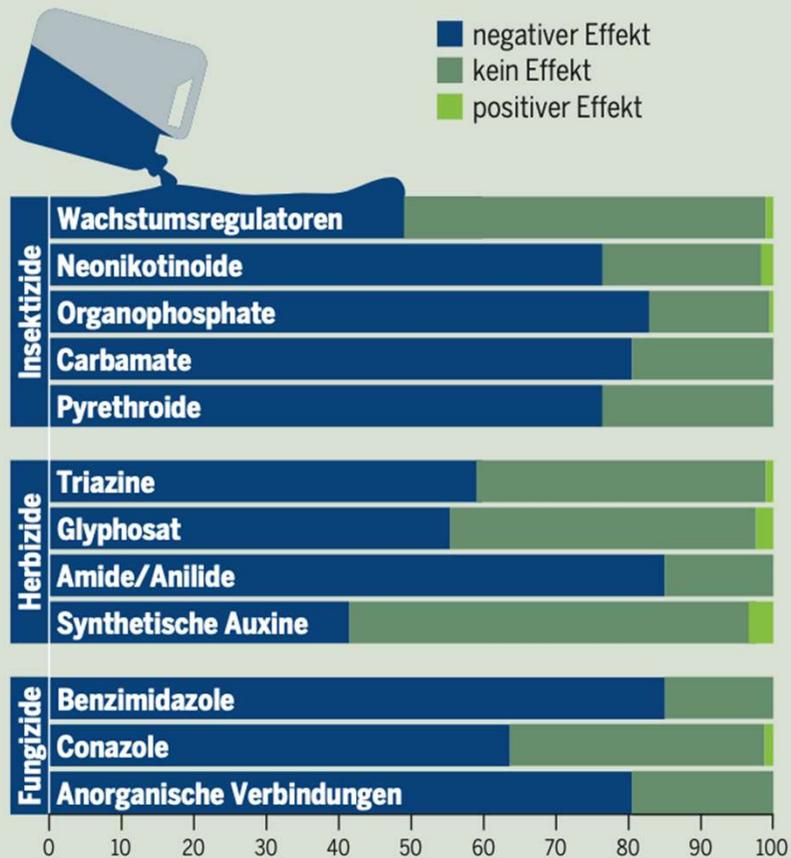


Quelle: David Johnson, 2019



VOLLE BREITSEITE

Auswirkungen verschiedener Mittel auf das Wohl wirbelloser Bodentiere wie Insekten und Regenwürmer, in Prozent



© PESTIZIDATLAS 2022 / GUNSTONE ET AL.

Bei 70,6 Prozent der Experimente mit 2800 Parametern schädigten PSM vor allem Organismen, die für die Erhaltung gesunder Böden von entscheidender Bedeutung sind.

Quelle:

<https://www.boell.de/de/pestizidatlas>

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.643847/full>

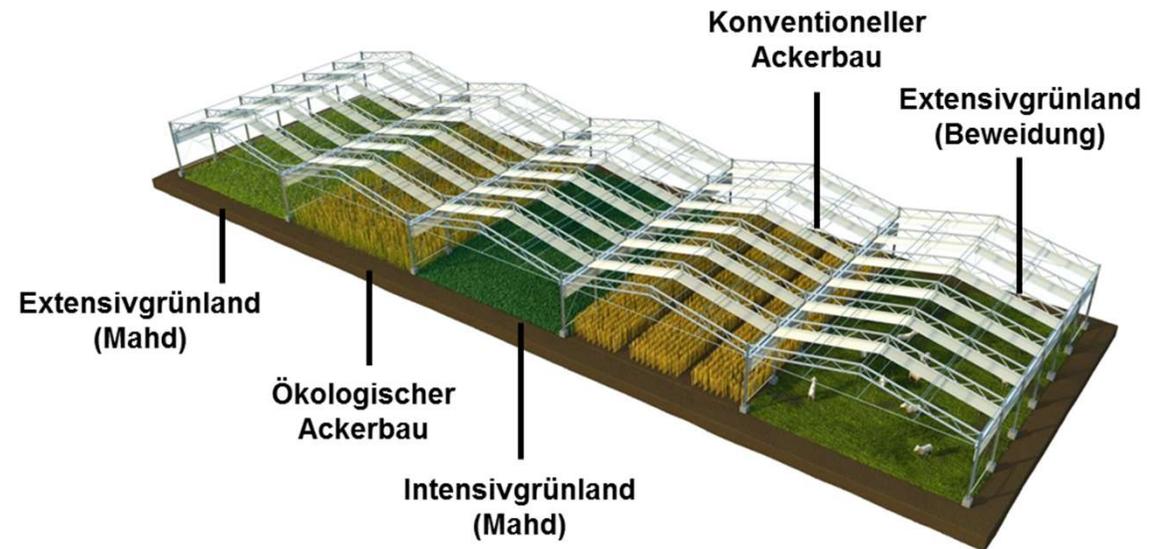


Global Change Experimental Facility (GCEF), UFZ Bad Lauchstädt

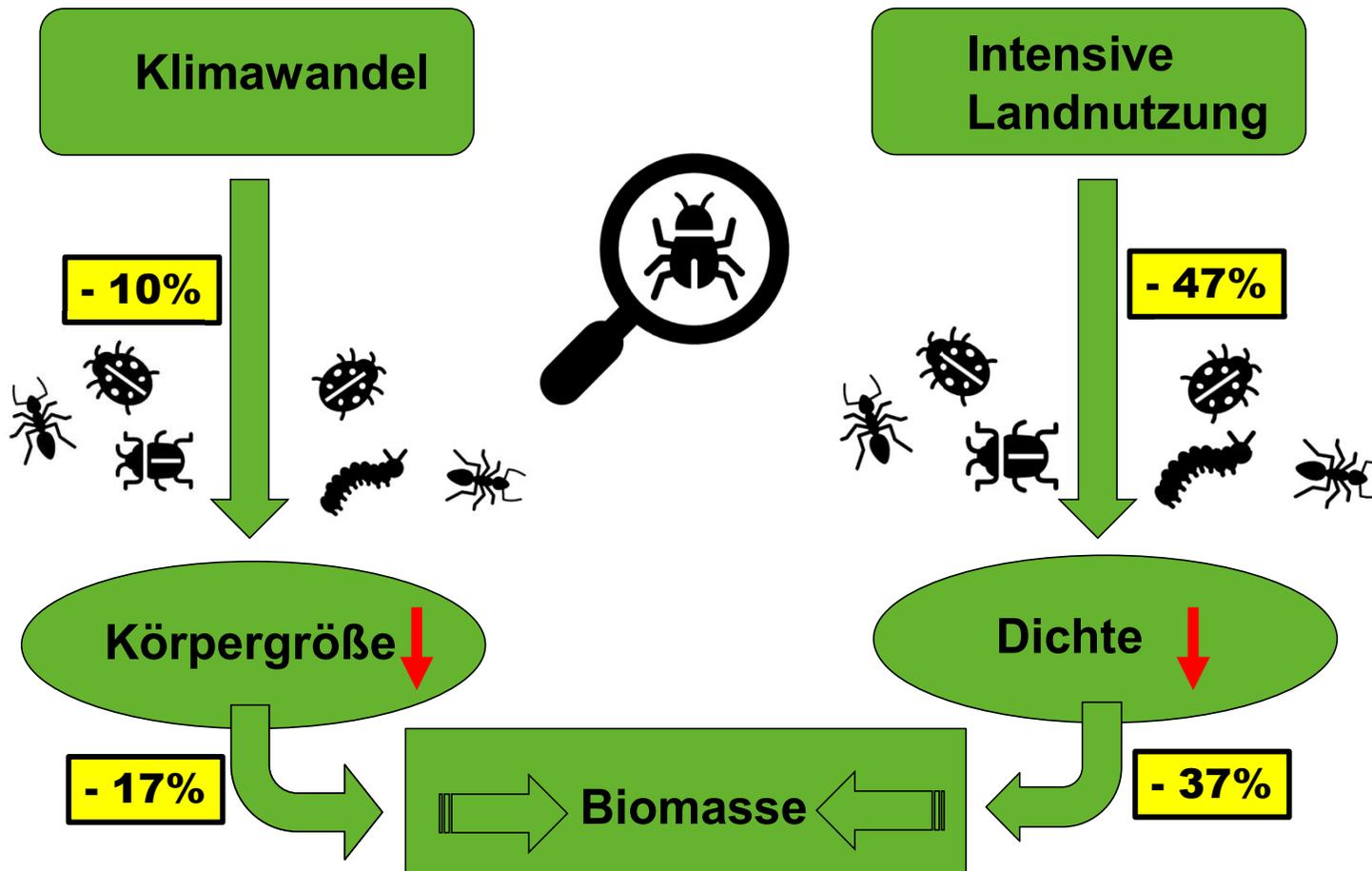
**Dr. habil. Martin Schädler,
wissenschaftliche Koordination**



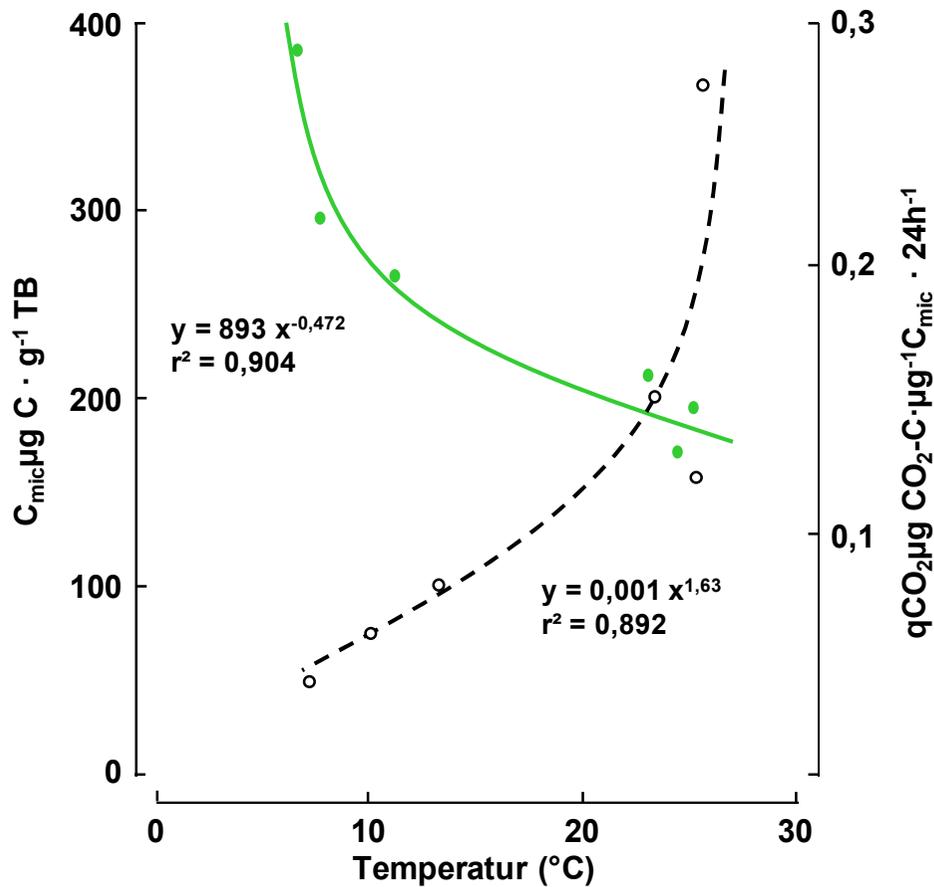
GCEF ist ein großes Feldexperiment für die Untersuchung der Folgen des Klimawandels für Ökosystemprozesse in verschiedenen Landnutzungstypen. Die GCEF besteht aus 50 Versuchspartzen mit einer Größe von 16 m x 24 m.



Auswirkungen des Klimawandels und die Nutzungsintensität von Böden durch die Landwirtschaft auf die Bodenbiologie 2070- 2100



Abhängigkeit der mikrobiellen Biomasse und des metabolischen Quotienten von der Temperatur (Jahreszeit)



Vergleich der Bodentemperatur am 26.08.16 bewachsener vs. unbewachsener Boden

**Außentemperatur
im Schatten 14:40**



**Bodentemperatur in 5cm Tiefe
links bewachsen; rechts unbewachsen**



**Bodentemperatur in
1cm Tiefe bewachsen**



**Bodentemperatur in
1cm Tiefe unbewachsen**



**„Dürre bringt keinen nackten Boden hervor,
nackter Boden erzeugt aber Dürre!“**

Allan Savory



Links kaputter Boden - rechts gesunder Boden



gleiches Saatgut
gleicher Aussattermin
gleicher Wachstumsstand/Töpfe standen immer nebeneinander
Links sehr schnell von Insekten befallen!

Quelle: Alfred Gässler



Statischer Nährstoffmangelversuch Thyrow 2013



Standort Thyrow 2013
 Schlagnummer D IV / 1 Kartoffeln
 Versuch Statischer Nährstoffmangelversuch
 Größe (m²) 2400

Arbeitsart	Datum	Bemerkungen / Ergänzungen
Vorfrucht		Sommergerste
Stallmistdüngung	05.11.2012	30 t/ha lt. Plan
Grundbodenbearbeitung	16.08.2012	Scheiben
	24.09.2012	Scheiben
	05.11.2012	Scheiben
Pflugfurche	06.11.2012	25 cm HF
Saatbettbearbeitung	22.04.2013	SBB - Becker
Pflanzung	23.04.2013	Adretta
Kalidüngung	22.04.2013	lt. Plan
Phosphatdüngung	22.04.2013	lt. Plan
1. Häufeln	06.05.2013	Rollhacke + Striegel
2. Häufeln	22.05.2013	Rollhacke + Striegel
3. Häufeln	05.06.2013	Rollhacke + Striegel
N-Düngung	22.04.2013	lt. Plan (KAS)
1. Fungizidapplikation	10.06.2013	Akrobat Plus WG 1,5 kg / ha
2. Fungizidapplikation	17.06.2013	Zampro 0,8 l/ha + Dash E.C. 0,8 l/ha
Ernte		









Statischer Nährstoffmangelversuch

Prüfglied 2

300 dt ha⁻¹ Stallmist

12:05 21/JUN/2013





www.ig-gesunder-boden.de





Statischer Nährstoffmangelversuch

Prüfglied 3

NPK + Kalk

300 dt ha⁻¹ Stallmist

12:05 21/JUN/2013







www.ig-gesunder-boden.de



**Nicht der Schädling ist schädlich, sondern
der Schaden den er anrichtet!**



Wege in eine zukunftsfähige Lebensmittelproduktion

- **Umwandlung von Wald und Grünland zu Acker sofort unterbinden**
- **Renaturierung vor allem von Mooren (Schaffen von Feuchtbiotopen)**
- **Biotopvernetzung**
- **Agroforstsysteme/syntropische Landwirtschaft**
- **Humusanreicherung z. B. über ZF- Bau, Kompostwirtschaft usw.**
- **pfluglose Bodenbearbeitung**
- **Artenvielfalt erhalten bzw. erhöhen**
- **Reduktion, besser Verzicht auf den Einsatz von anorgan. Düngemitteln und chem. PS**
- **Tierwohl verbessern**
- **mehr regionale Lebensmittel verwenden**
- **Eindämmen von Lebensmittelverschwendung**
- **Änderung der Essgewohnheiten**



Einflussfaktoren auf Ertrag, Ertragssicherheit und Qualität von landwirtschaftlichen Produkten

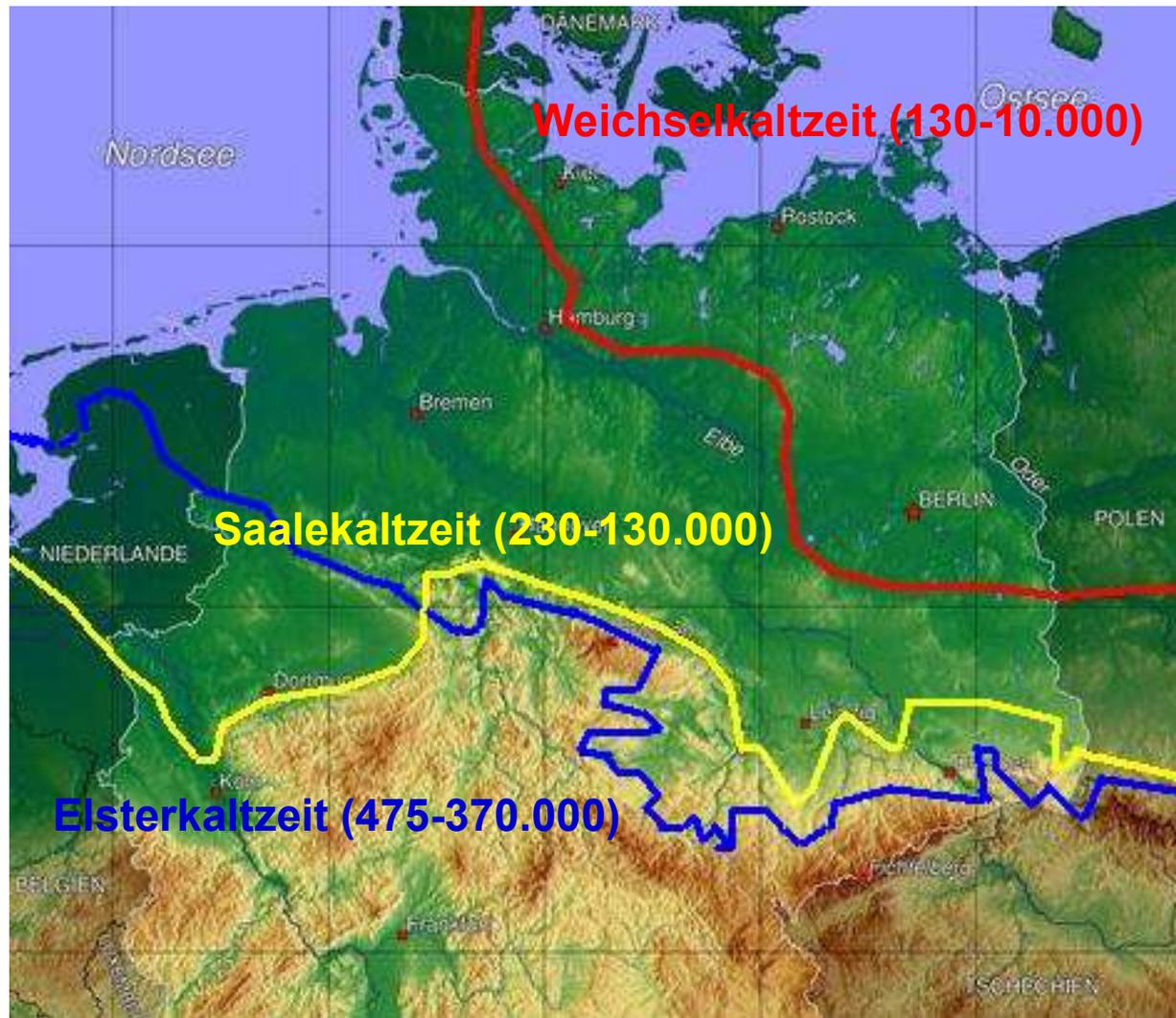
- **Standort**
- Bodenzustand (Struktur, Anteil wb. BK; Humus)
- Fruchtfolgegestaltung
- Grundbodenbearbeitung/Saatbettbereitung
- Pflanzenernährung (Düngestrategie)
- Sortenwahl
- Saattermin/Saattechnik
- Saatstärke/Standraumbemessung/Saattiefe
- Unkrautkontrolle
- Krankheiten/Schädlinge
- Flurgestaltung
- **Wetter/Klima/Kleinklima**



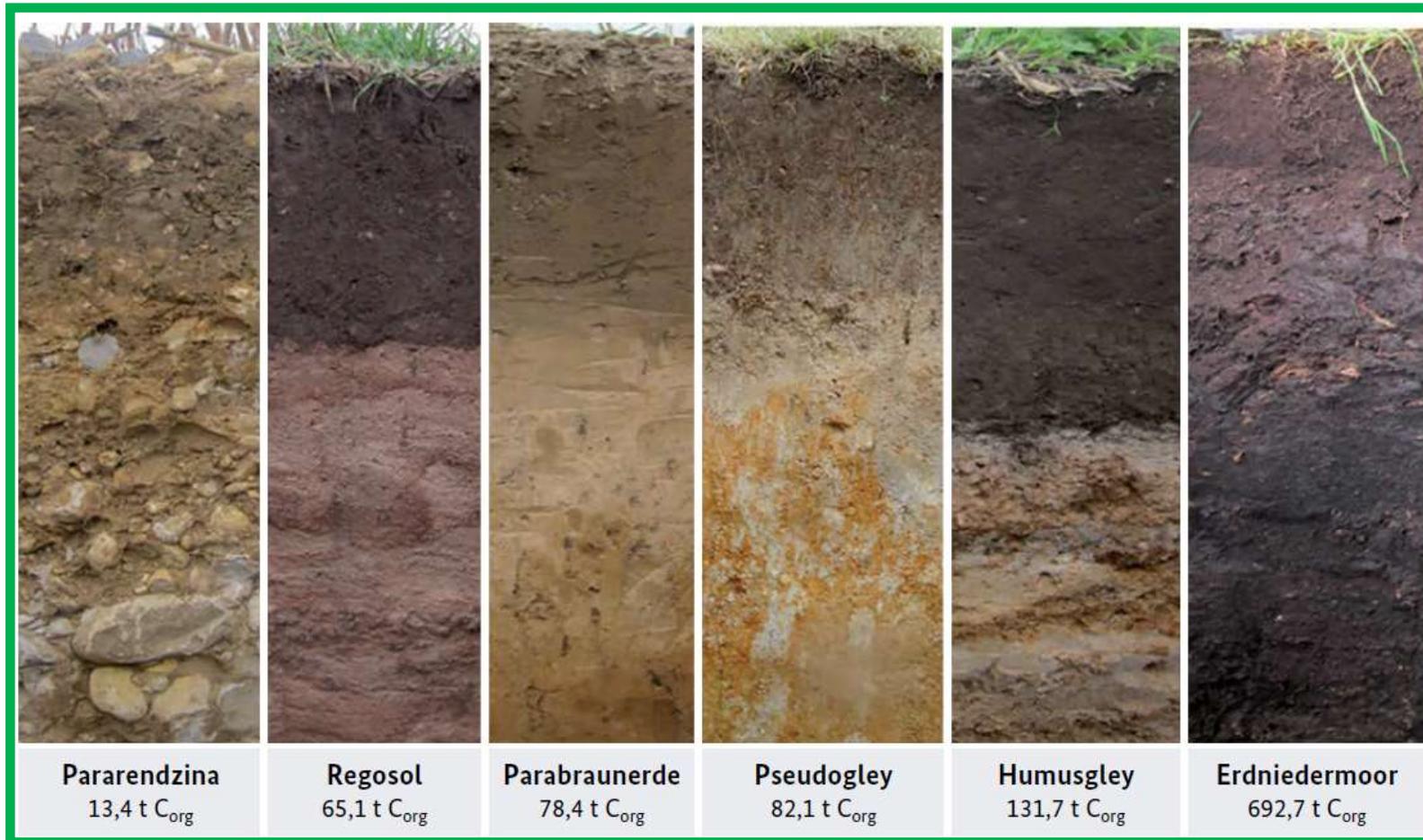
Wie genau arbeiten wir eigentlich?



Die letzten Kaltzeiten- Eisrandlagen



Bodenarten





1511.01 Erftmatten Mitte [2023]
60 ha

44 Flur: 2
Gem: Stechow
Müller, Christian
Kaffl: 2,8187 ha
A.Z: 0,0000
2,7855 ha

Stechow

Herausforderung Heterogenität



Beispiel Brandenburger Niedermoor



Precision Farming?



www.ig-gesunder-boden.de



Wo ist das Optimum?



Stalldung streuen nach „Zufallsprinzip“



Technologische Streifenkrankheit im 21. Jahrhundert



Mastertitelformat bearbeiten



Kardinalproblem- Strohmanagement



Schlechte Verteilung=> schlechter Aufgang



Auswirkung der Strohverteilung auf den ZF- Bestand



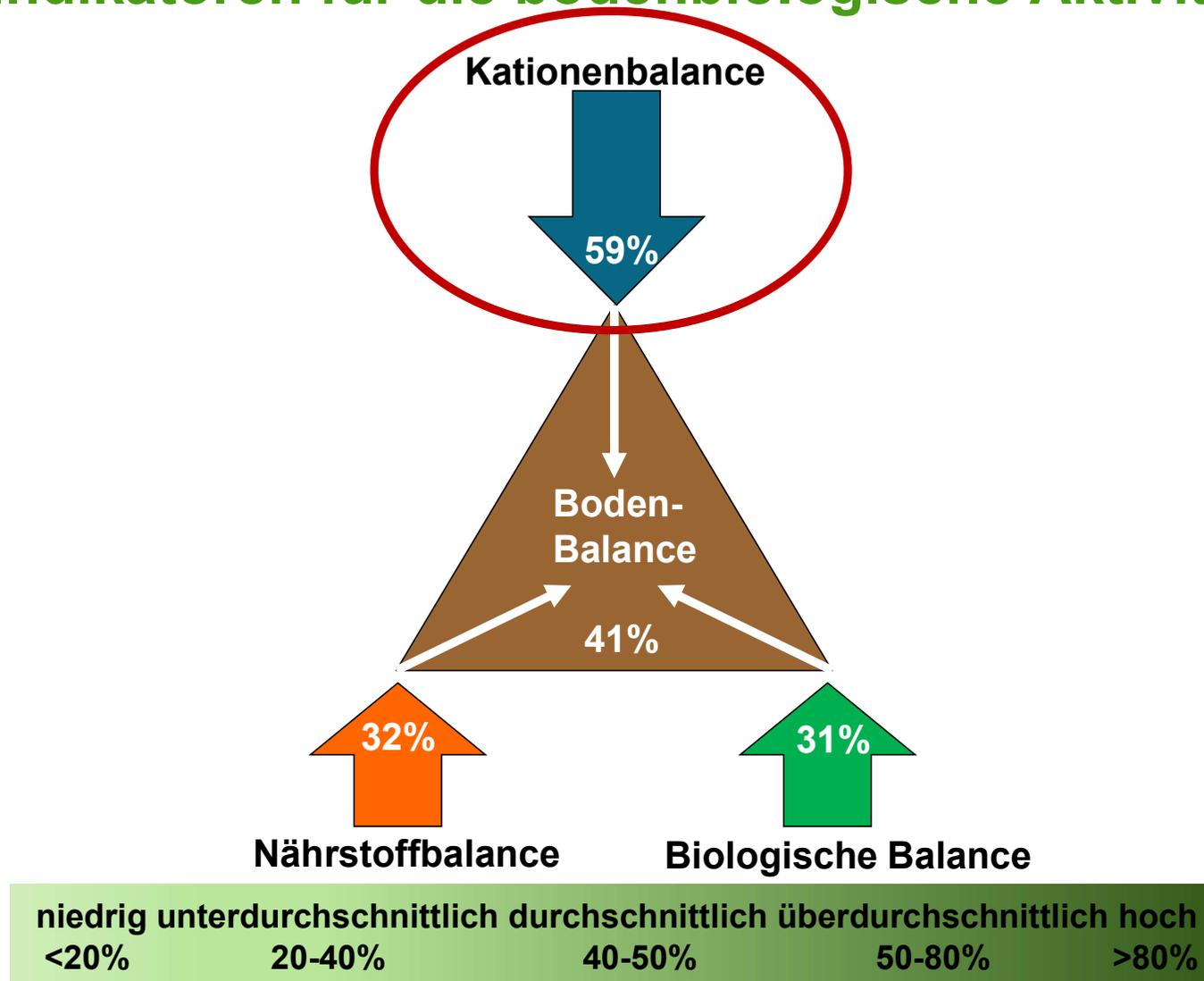
TL- N-Fixx



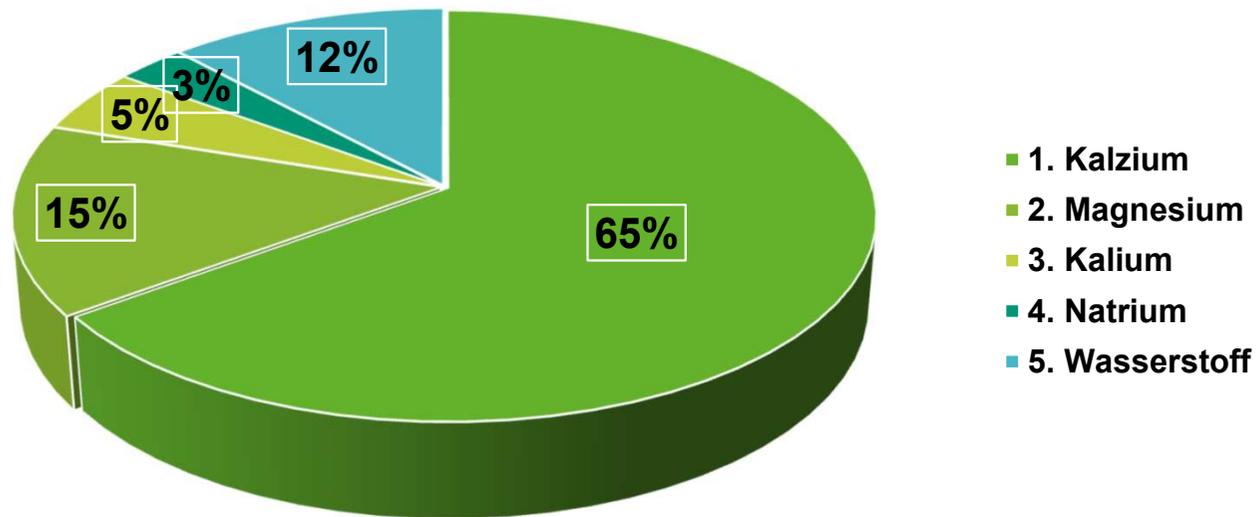
Gelbsenf



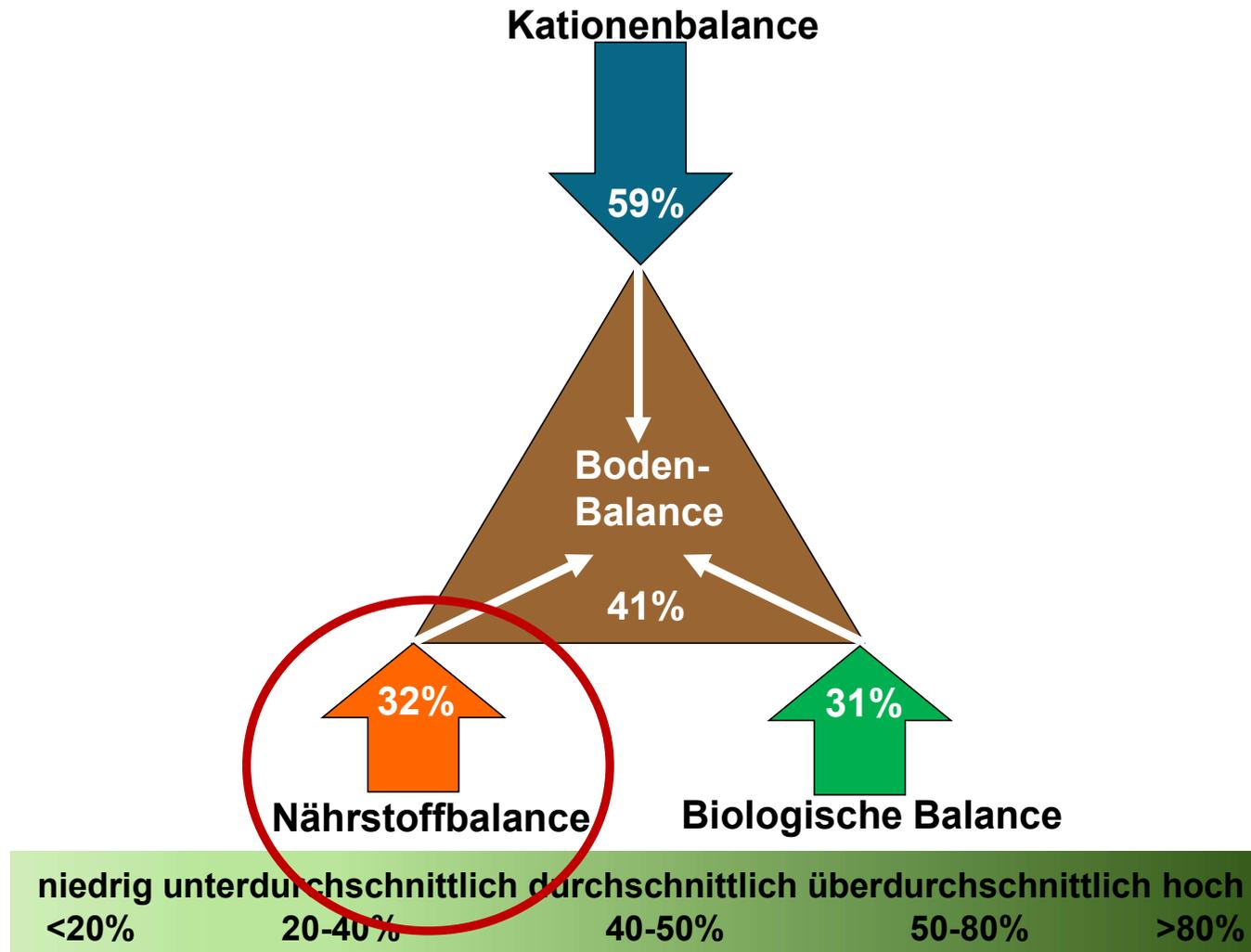
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Anzustrebende Kationenbalance

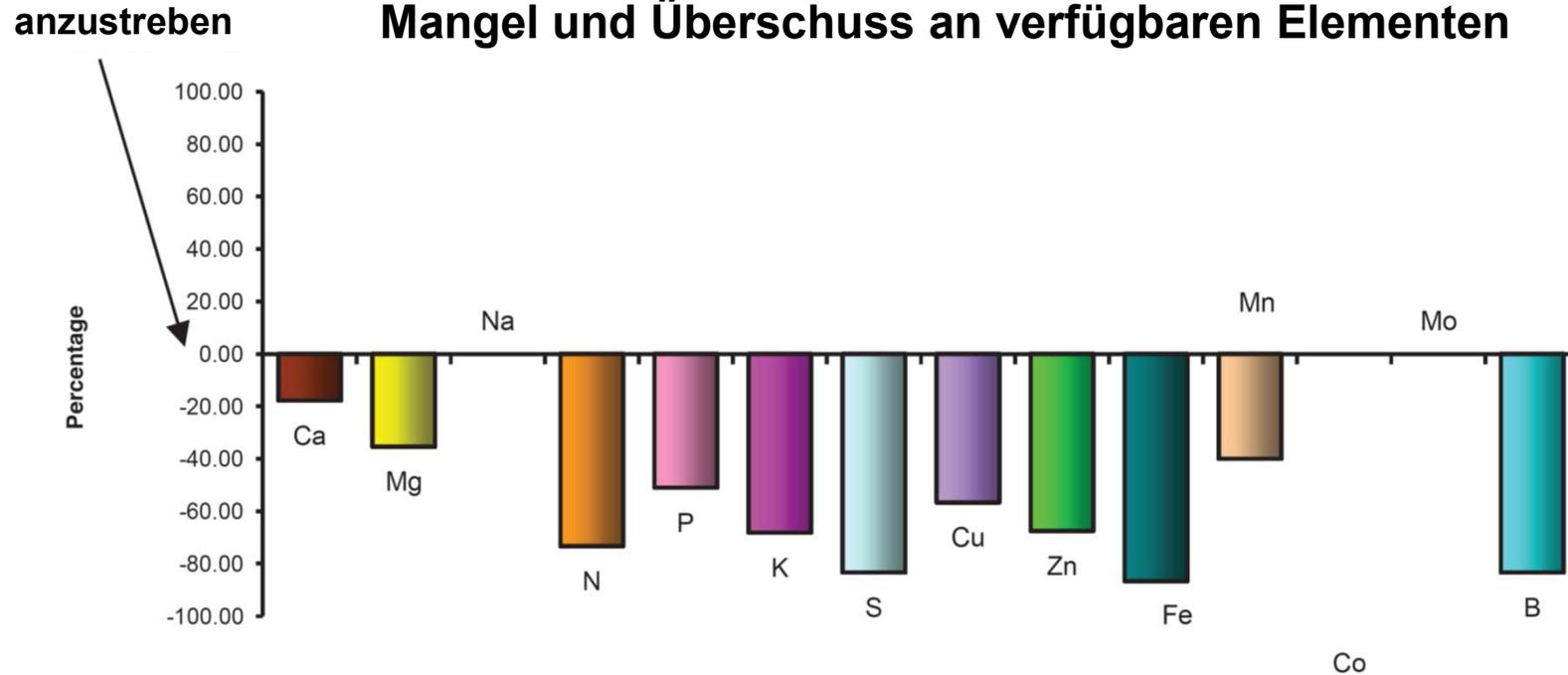


Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität

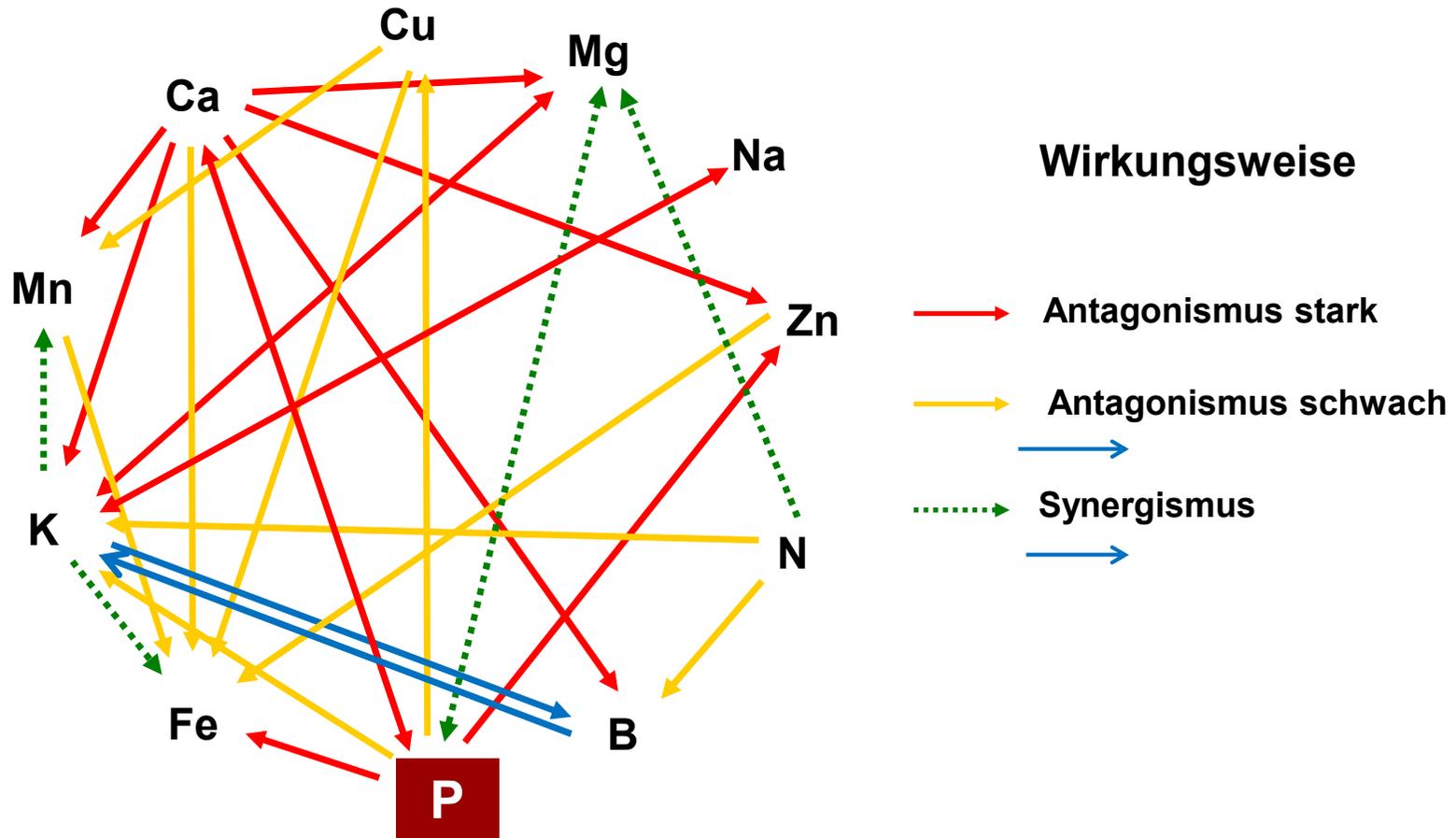


Anzustrebende Nährstoffbalance

Mangel und Überschuss an verfügbaren Elementen



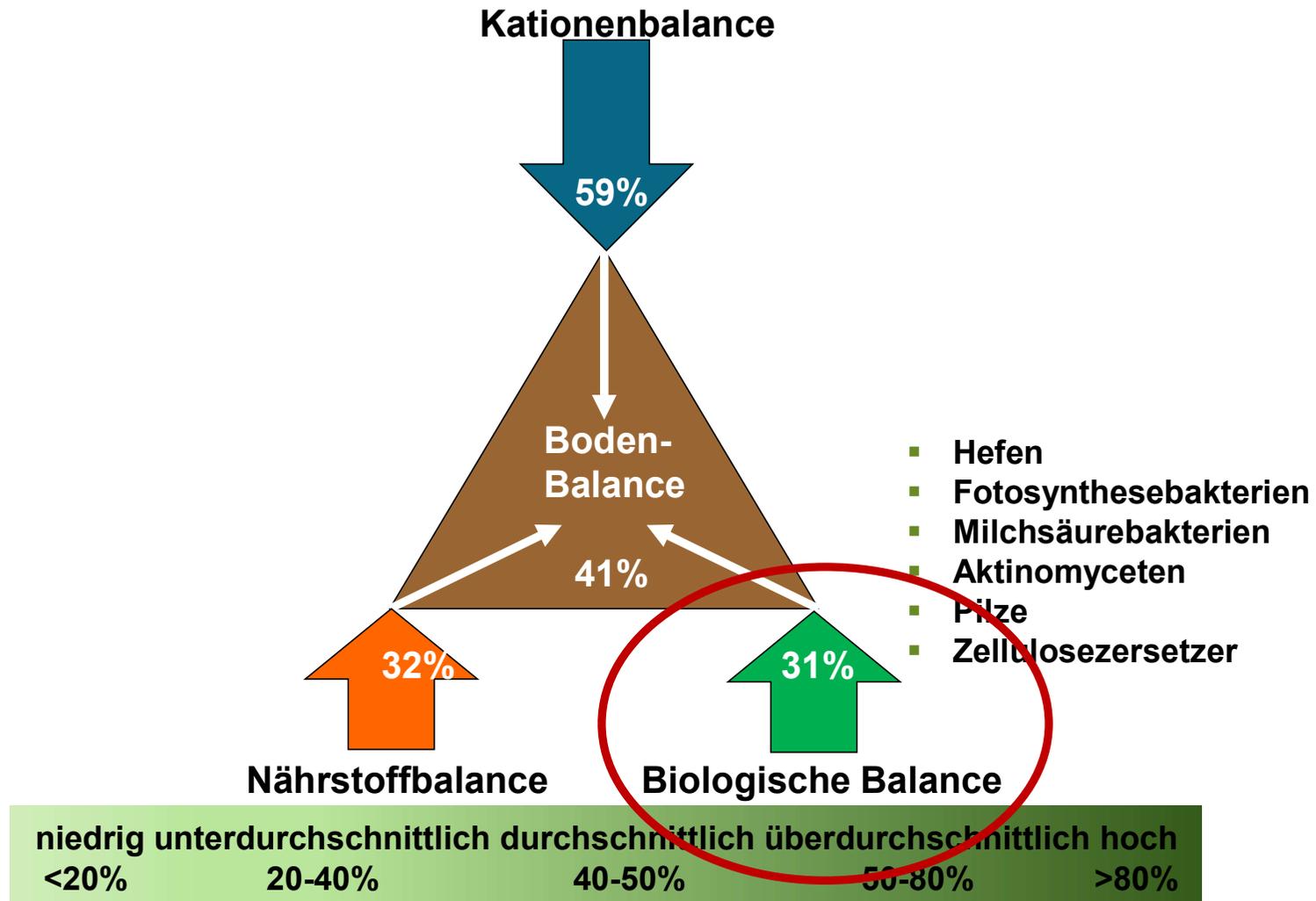
Beziehungen der Nährstoffe untereinander



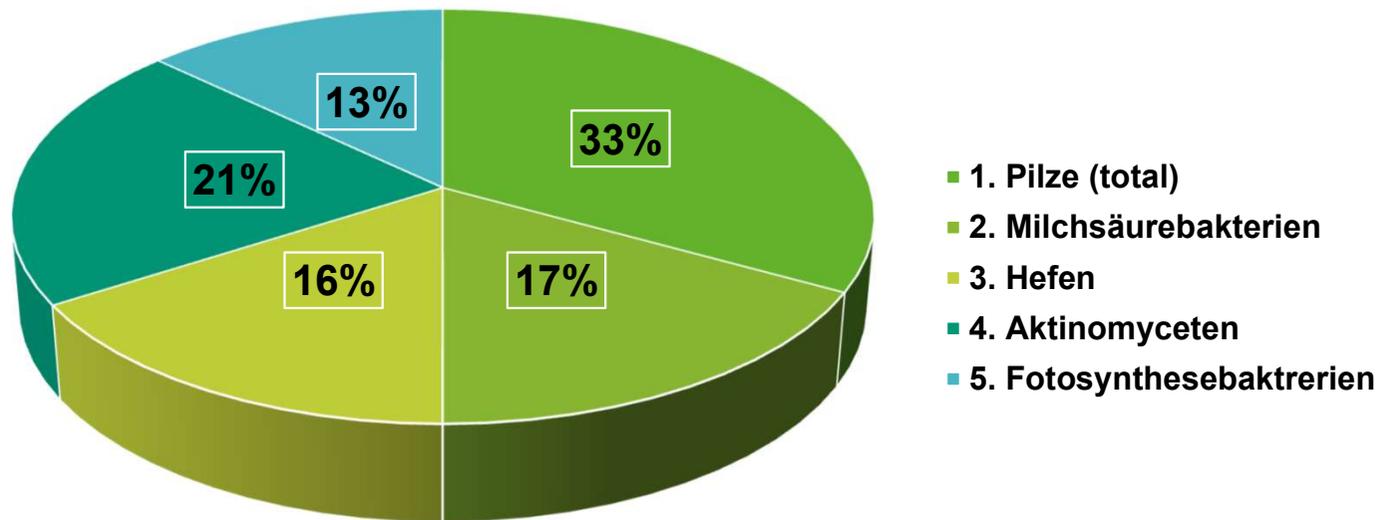
Quelle: Unterfrauer, verändert



Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



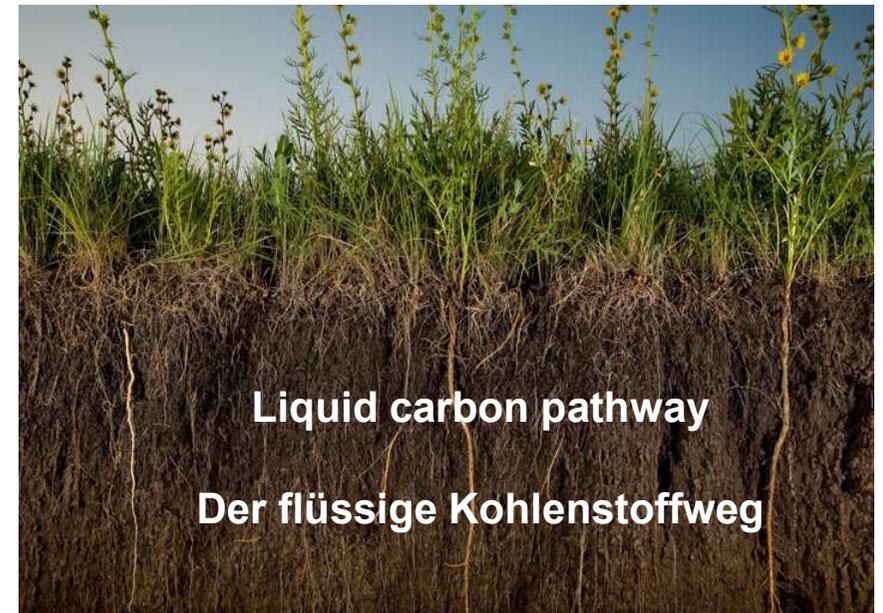
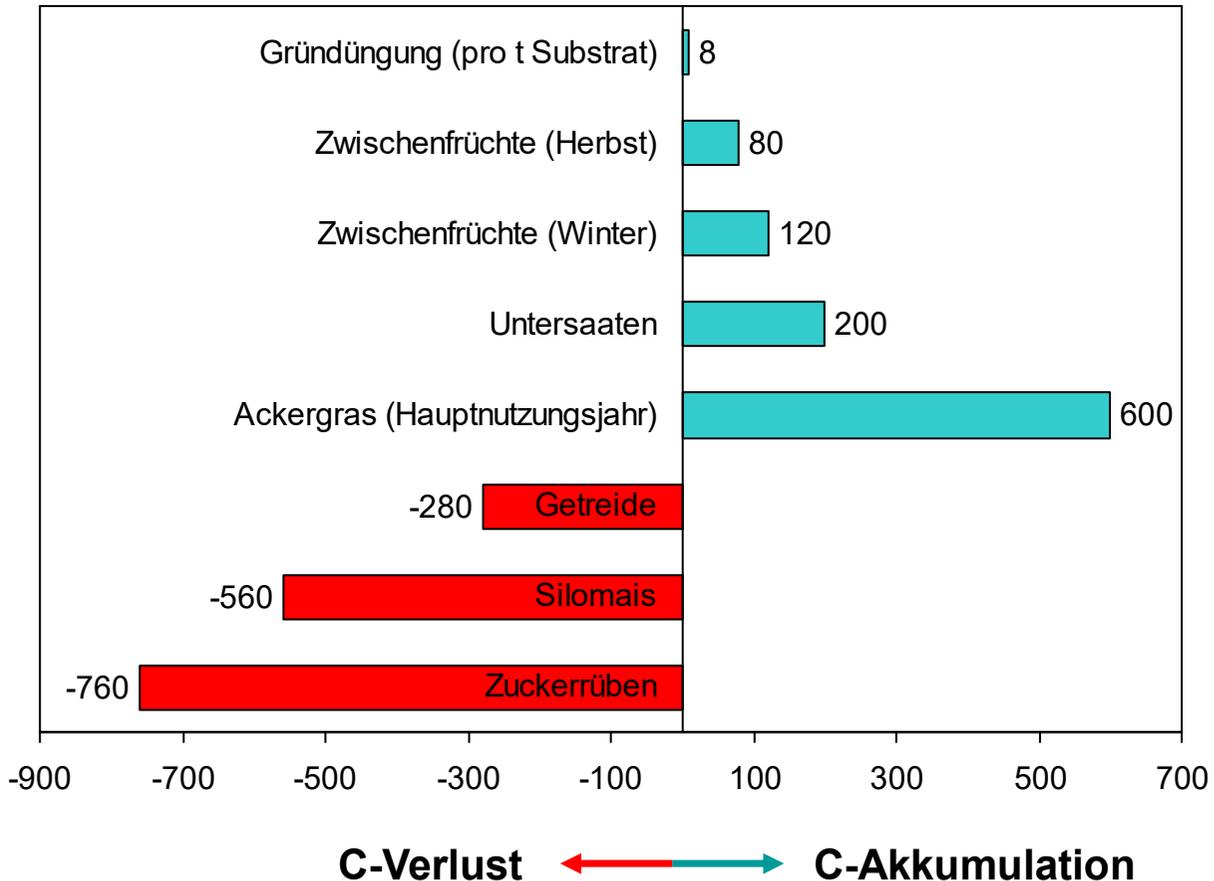
Anzustrebende aktive mikrobielle Balance

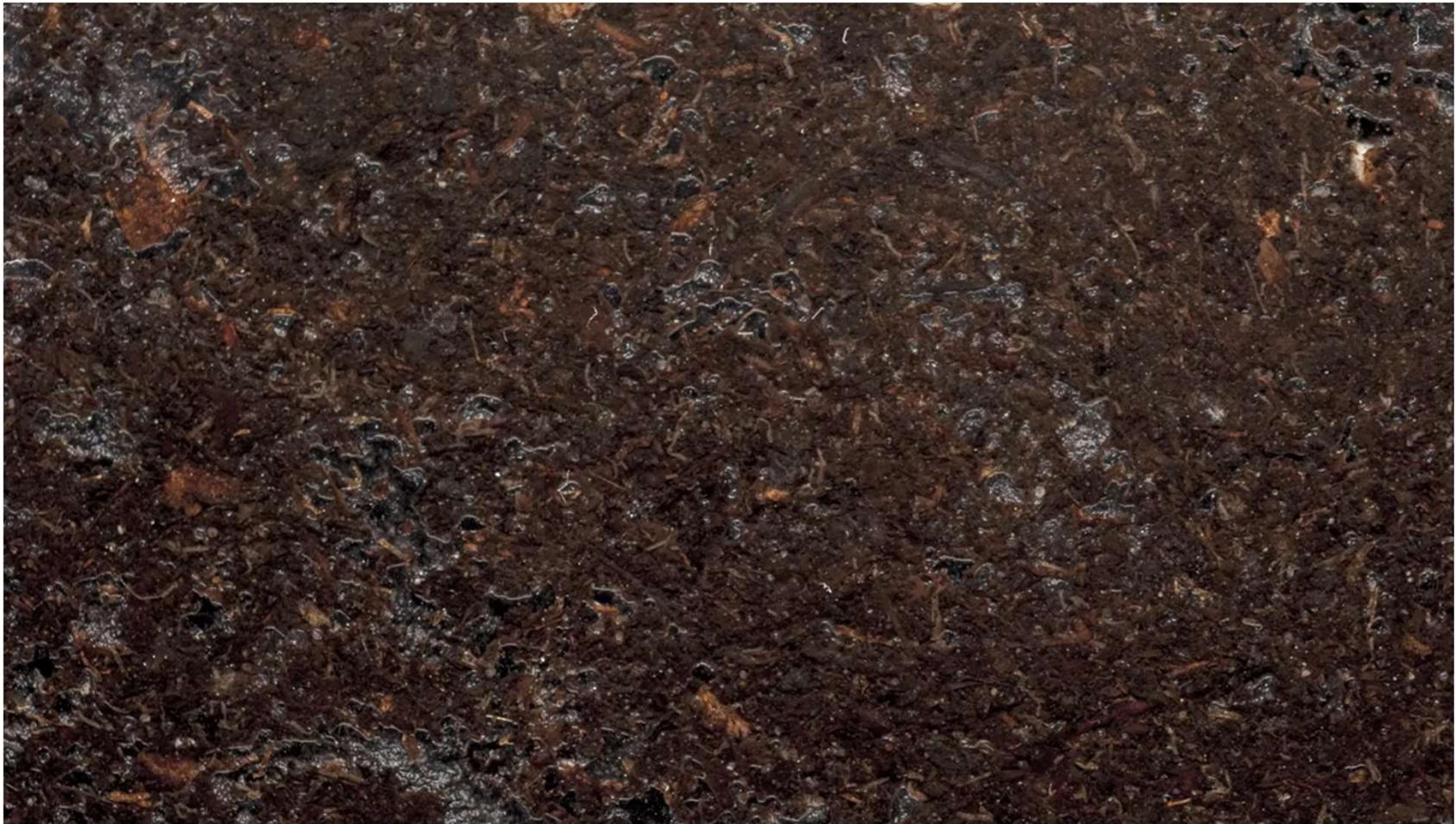




Gräser und Zwischenfrüchte liefern Kohlenstoff!

Cross Compliance Angaben zur Humuslieferung
(kgC/ha und Jahr)

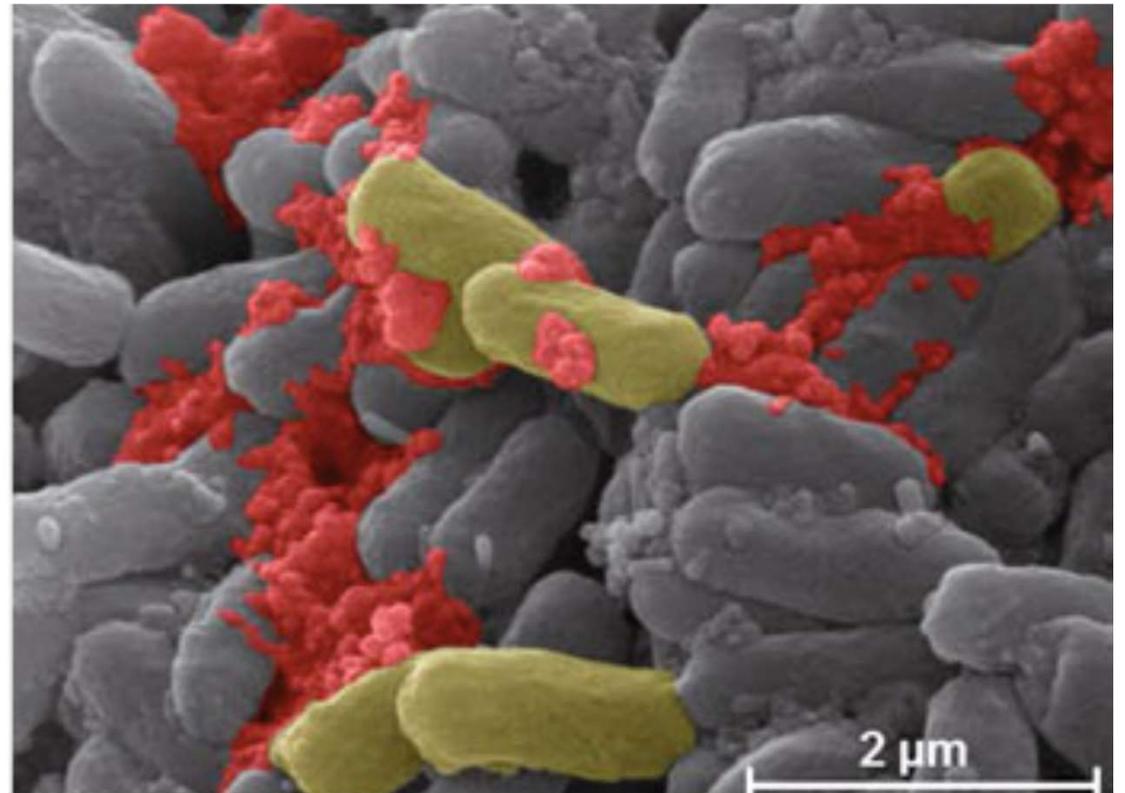
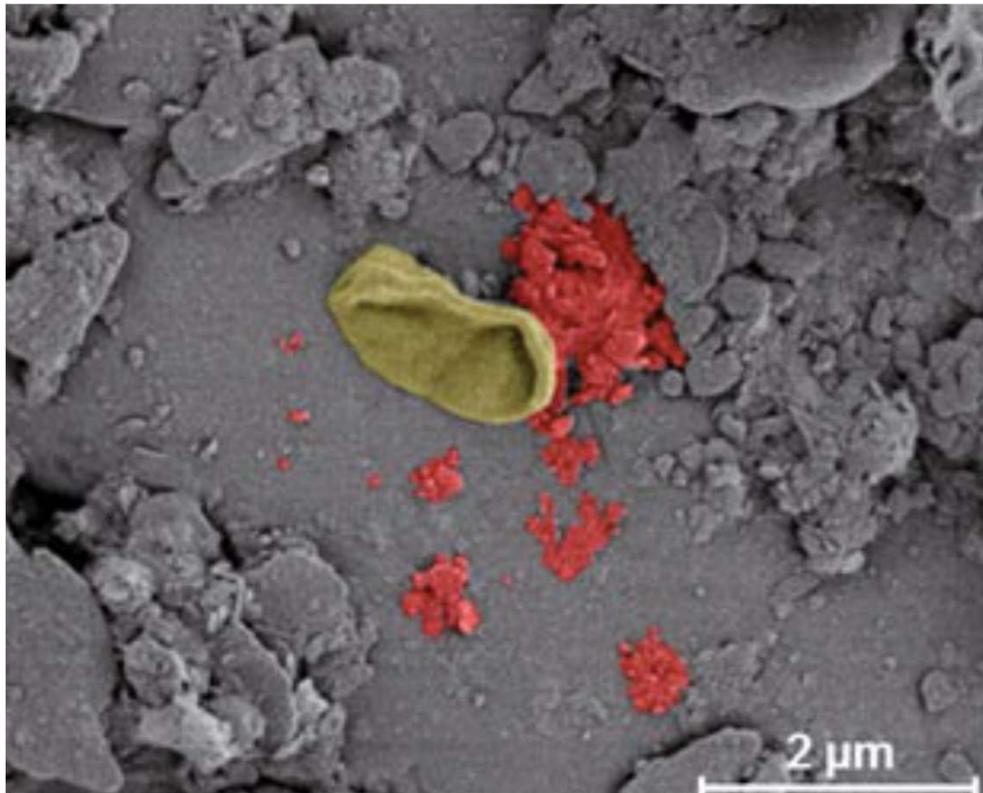




www.ig-gesunder-boden.de

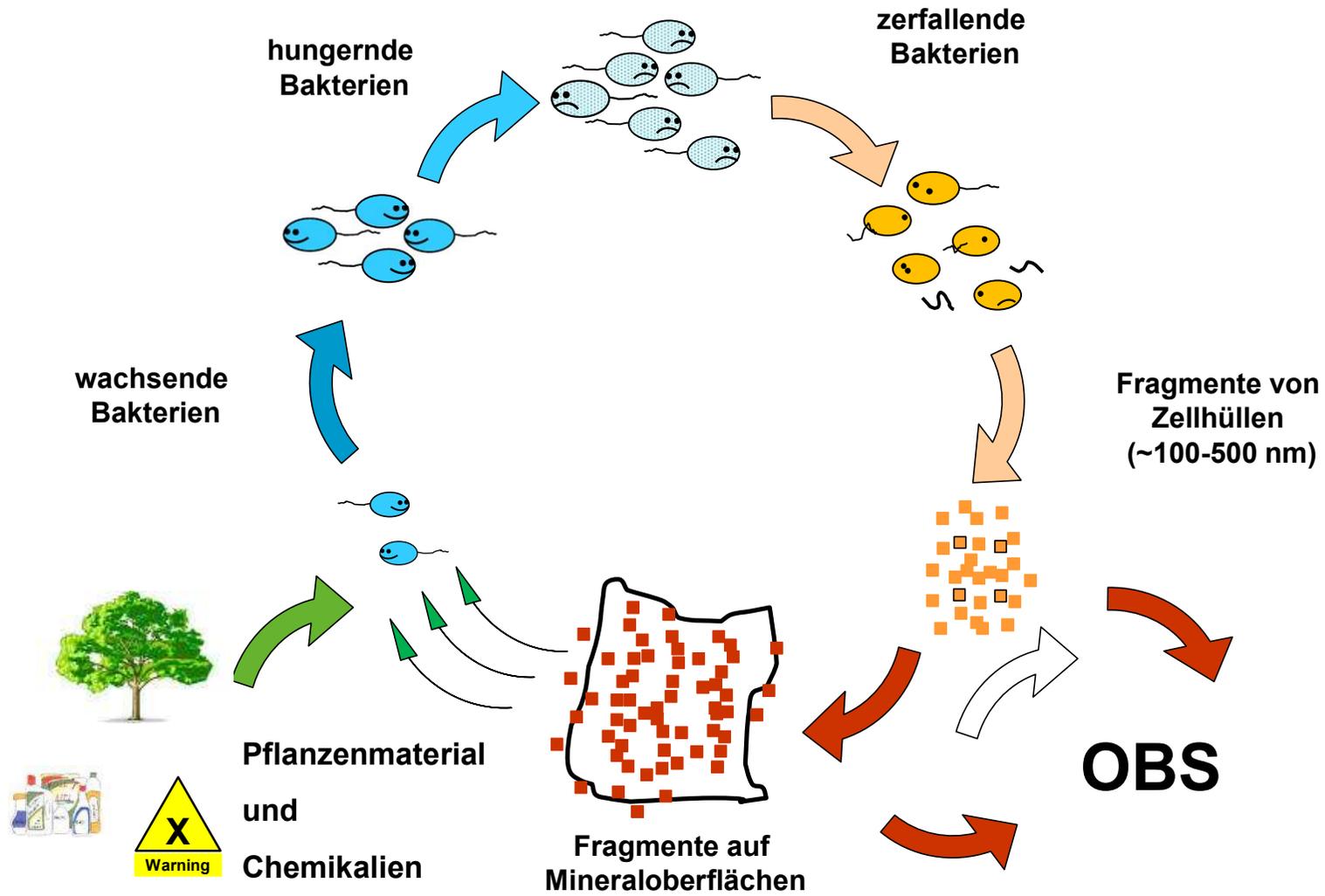


Zellhüllen (gelb) und Zellwandfragmente (rot)

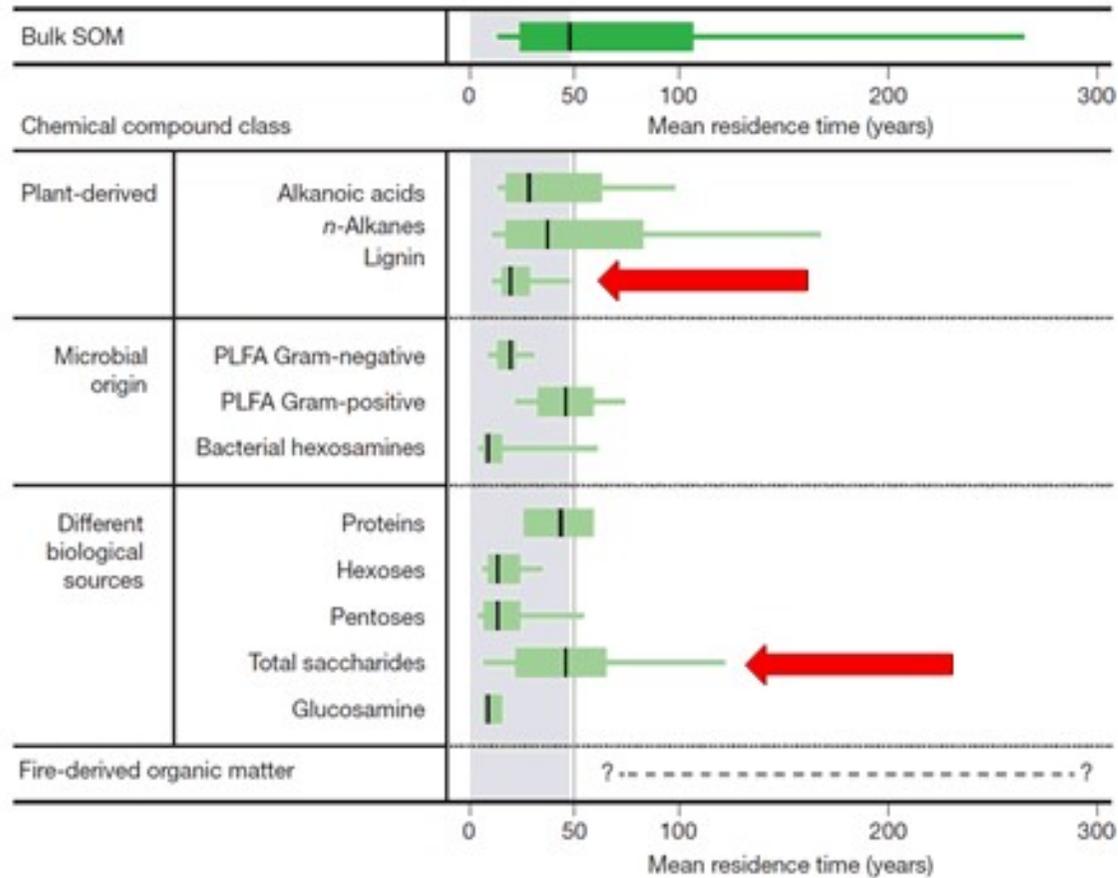


Quelle: Miltner, Kästner (UFZ Leipzig)





Verweildauer der org. Substanz im Boden



Schmidt et al(2011): Nature 478



Steigerung der Biodiversität im Ackerbau

Möglichkeiten/Verfahren/Systeme

Zwischenfrüchte

- Erosionsschutz
- Verb. Bodenstruktur
- Nährstoffrecycling
- Temperaturregelung
- Akk. org. Substanz
- UK-Unterdrückung
- Fütterung Bodenleben

Begleitsaaten

- Insekten- Patogenabwehr
- Nährstoffakkumulation
- Nährstoffnachlieferung
- Bodenschutz
- Unkrautunterdrückung
- max. Fotosynthese

Mischkultursystem

- mehr als eine Hauptkultur
- Stabilisierung des Ertrags
- UK-Unterdrückung
- Insekten- u. Patogenabwehr
- max. Fotosynthese

Intercropping

- 2 Hauptkulturen im Lichtschachtverfahren

Förderung der humusdynamischen und symbiontischen Prozesse!



Steigerung der Biodiversität im Ackerbau

Möglichkeiten/Verfahren/Systeme

Zwischenfrüchte

- Erosionsschutz
- Verb. Bodenstruktur
- Nährstoffrecycling
- Temperaturregelung
- Akk. org. Substanz
- UK-Unterdrückung
- Fütterung Bodenleben

Begleitsaaten

- Insekten- Patogenabwehr
- Nährstoffakkumulation
- Nährstoffnachlieferung
- Bodenschutz
- Unkrautunterdrückung
- max. Fotosynthese

Mischkultursystem

- mehr als eine Hauptkultur
- Stabilisierung des Ertrags
- UK-Unterdrückung
- Insekten- u. Patogenabwehr
- max. Fotosynthese

Intercropping

- 2 Hauptkulturen im Lichtschachtverfahren

Förderung der humusdynamischen und symbiontischen Prozesse!



Kartoffelbegleitsaaten

Anlagezeitpunkt
Begleitsaat (Kartoffeln stoßen
durch bis handhoch)

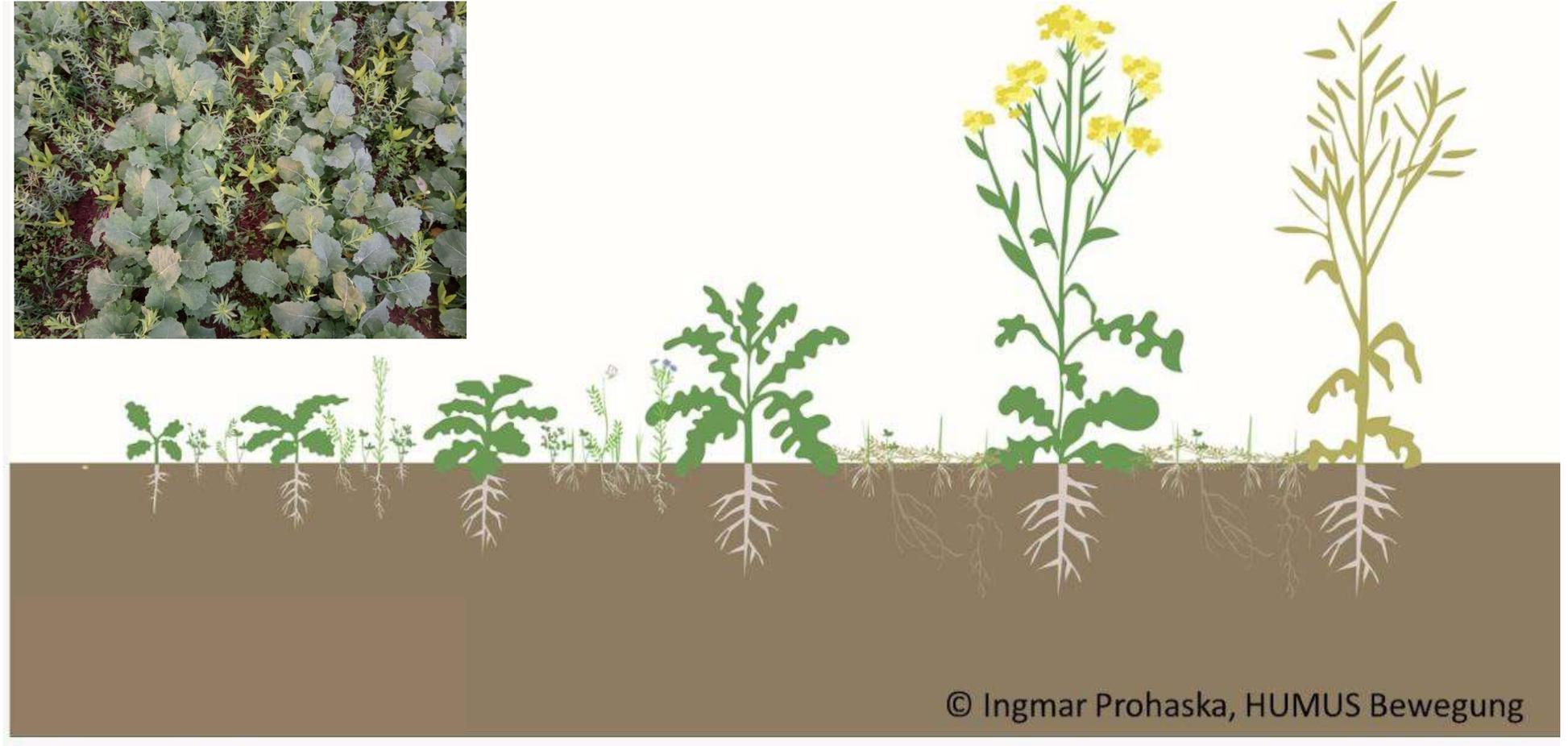


© Ingmar Prohaska, HUMUS Bewegung





Rapsbegleitsaaten



© Ingmar Prohaska, HUMUS Bewegung



Biowinterraps mit Begleitsaat+ M“



Fotos: Josef Hägler



Untersaaten in Winterraps



Steigerung der Biodiversität im Ackerbau

Möglichkeiten/Verfahren/Systeme

Zwischenfrüchte

- Erosionsschutz
- Verb. Bodenstruktur
- Nährstoffrecycling
- Temperaturregelung
- Akk. org. Substanz
- UK-Unterdrückung
- Fütterung Bodenleben

Begleitsaaten

- Insekten- Patogenabwehr
- Nährstoffakkumulation
- Nährstoffnachlieferung
- Bodenschutz
- Unkrautunterdrückung
- max. Fotosynthese

Mischkultursystem

- mehr als eine Hauptkultur
- Stabilisierung des Ertrags
- UK-Unterdrückung
- Insekten- u. Patogenabwehr
- max. Fotosynthese

Intercropping

- 2 Hauptkulturen im Lichtschachtverfahren







Steigerung der Biodiversität im Ackerbau

Möglichkeiten/Verfahren/Systeme

Zwischenfrüchte

- Erosionsschutz
- Verb. Bodenstruktur
- Nährstoffrecycling
- Temperaturregelung
- Akk. org. Substanz
- UK-Unterdrückung
- Fütterung Bodenleben

Begleitsaaten

- Insekten- Patogenabwehr
- Nährstoffakkumulation
- Nährstoffnachlieferung
- Bodenschutz
- Unkrautunterdrückung
- max. Fotosynthese

Mischkultursystem

- mehr als eine Hauptkultur
- Stabilisierung des Ertrags
- UK-Unterdrückung
- Insekten- u. Patogenabwehr
- max. Fotosynthese

Intercropping

- 2 Hauptkulturen im Lichtschachtverfahren



Zwischenfrucht

Untersaaten (meist winterhart)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau
- Wasserentzug im Frühjahr
- max. Fotosynthese

Sommerzwischenfrucht (meist gut abfrierend)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau-
- max. Fotosynthese

Winterzwischenfrucht (meist winterhart)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau
- Wasserentzug im Frühjahr
- max. Fotosynthese



Stickstoffbindung durch Knöllchenbakterien [kg/ha/Jahr]

Körnerleguminosen	N in den Wurzeln	N im Spross	Gesamt-N
Ackerbohne	40-100*	200-300	240-400
Winter-Ackerbohne	30-50	150-250	180-300
Erbse	30-80*	80-300	110-380
Sojabohne	30-80*	80-300	110-380
Lupine: blau	60-100*	100-200	160-300
Lupine: gelb	60-100*	100-150	160-250
Lupine: weiß	60-100*	100-250	160-350
* Körnerleguminosen: bei Grünernte höhere, bei Körnerernte niedrige Werte			



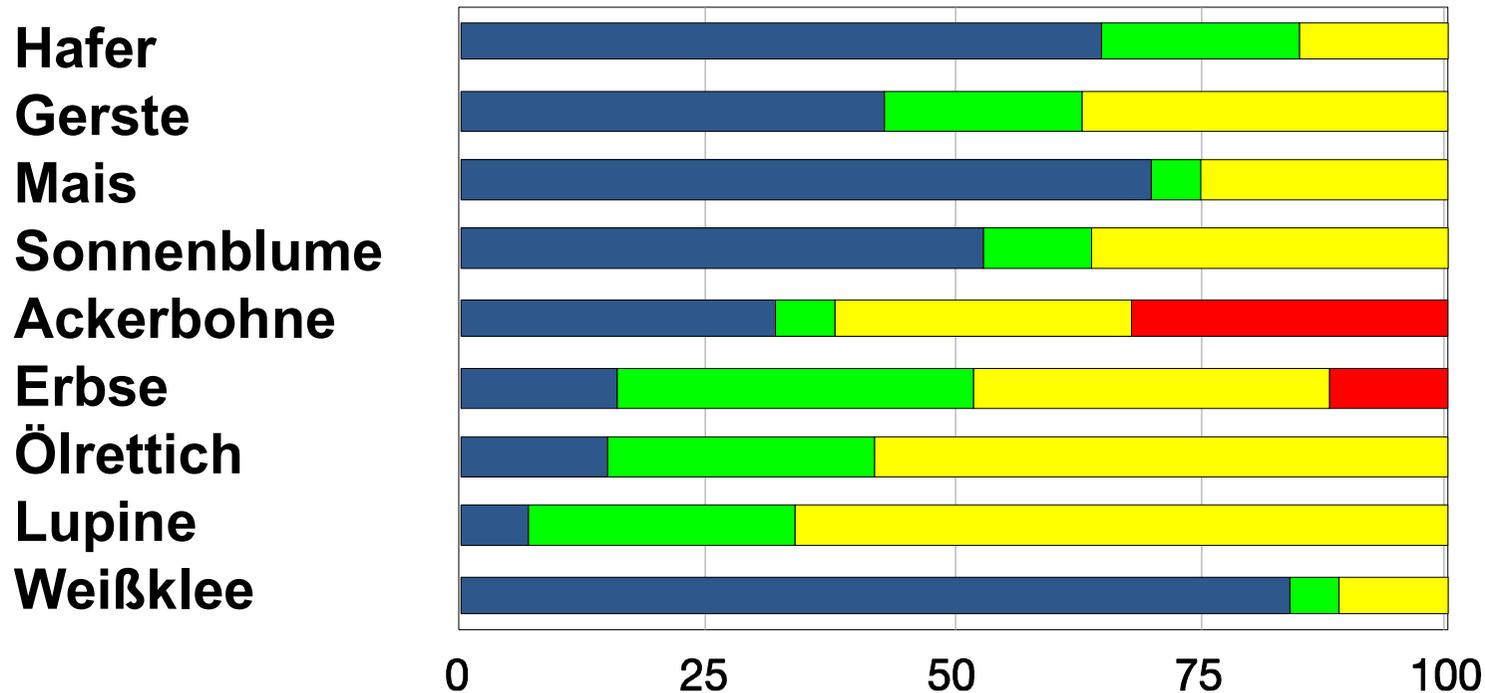
Stickstoffbindung durch Knöllchenbakterien [kg/ha/Jahr]

Futterleguminosen	N in den Wurzeln	N im Spross	Gesamt-N
Futtererbse	60-100	80-250	140-350
Winterwicke	40-60	100-150	140-210
Sommerwicke	30-40	80-150	110-190
Luzerne	100-150	200-450	300-600
Rotklee	100-120	160-300	260-420
Weißklee	120-180	100-350	220-530
Alexandrinerklee	90-120	200-400	290-520
Perserklee	90-120	200-400	290-520
Inkarnatklee	60-90	150-220	210-310
Schwedenklee	100-160	100-300	200-460
Gelbklee	100-130	200-350	300-480
Espарsette	100-140	130-250	230-390
Serradella	60-80	100-300	160-380
Bokharaklee	50-150	100-250	150-400
Hornschotenklee	60-70	120-200	180-270
Wundklee	80-140	80-220	160-360



Der Anteil des N- Transfers von den Wurzeln in den Sproß an Nitrat (blau), Aminosäuren (grün), Ammonium (gelb) und Harnstoff (rot)

unterschiedlicher Pflanzenarten, Clapperton, 2012



- Diese “Mischung” wird in die Rhizosphäre abgegeben und ist Bestandteil zur Bildung einer pflanzenspezifischen Rhizosphäre.



Eiweiß- Aminosäure- u. Protein- N-Gehalte ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturpflanzen

Wurzelart	N _t %	Reinprot.- N* %	ess. Aminosäure %	Prot.-N/10 dt TM kg/10 dt TM
Getreide + Gräserwurzeln	0,6 – 0,7	52 – 58	33 – 35	3 – 4
Feldfutterleguminosenwurzeln	1,3 – 3,5	47 – 71	28 – 33	9 – 25

*ohne Tryptophan-Analysen von R. Demmerle

Wurzel-Protein- N-Gehalte ausgewählter Arten kg/10 dt TM

Gräser und Getreide: 3-4

Luzerne: 11-14

Rotklee: ca. 15

Inkarnatklee/Winterwicke: **ca. 25!**



Voraussetzungen für eine erfolgreiche Saat von Zwischenfrüchten

- schnelle Aussaat- “MD und Drillmaschine sollten eine Einheit bilden“
Ausfallgetreide darf keinen zeitlichen Vorteil bekommen!
- Auswahl geeigneter Arten und Mischungen (FF, Standort, Verwendungszweck, Zeitpunkt, Aussaattechnik, Pflanzenschutz d. Vorkultur, Gülleverträglichkeit, Futternutzung u.a.)
- eventuelle Start- N- Düngung einplanen (anorg. und/oder organ.)
- gute Strohquerverteilung und kurz häckseln
- Spreuverteiler am MD
- bei Schwaddrusch event. Gräserbekämpfung einplanen



Zwischenfrucht

Untersaaten

(meist winterhart)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau
- Wasserentzug im Frühjahr
- max. Fotosynthese

Sommerzwischenfrucht

(meist gut abfrierend)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau-
- max. Fotosynthese

Winterzwischenfrucht

(meist winterhart)

- für Futterzwecke
- Erosionsschutz
- Nährstoffspeicherung
- Einsammeln von Tau
- Wasserentzug im Frühjahr
- max. Fotosynthese



Untersaat

Vorteile

- Arbeitswirtschaft
- preiswert
- Nährstoffrecycling
- lange Bodenruhe
- Temperaturregulierung
- Stabilisierung Bodengefüge
- gute Infiltration
- Verbesserung der Befahrbarkeit
- max. Fotosynthese

Nachteile

- weniger biodivers
- Gräser können stressen
- PSM kann kneifen
- Etablierung unter trockenen Bedingungen birgt gew. Risiko



geeignete Arten für Untersaaten

Gräser

- DW früh-spät
- Welsches Weidelgras
- Einjähriges Weidelgras
- Wiesenschwingel
- Knaulgras
- Wiesenlieschgras
- Wiesenrispe
- Schafschwingel
- Rotschwingel => *Festuca rubra rubra* (ausläuferb.)
Festuca r. trichophylla (kurzausläuferb.)
Festuca r. commutata (horstbildend)

Kleearten

- alle Kleearten

Kräuter

Mischungen

z. B.: M1; M2; M3 M4; M5

DSV Untersaat M2 Plus	Gew %
Dt. Weidelgras	58
Lieschgras	10
Hornklee	5
Weißklee	10
Inkarnatklee	4
Phacelia	3
Leindotter	2
Öllein	6
Spitzwegerich	2



Nutzungsmöglichkeiten von Untersaaten



Zwischenfrucht

Ackerfutter

Grünland

Stillegung

Vermehrungen

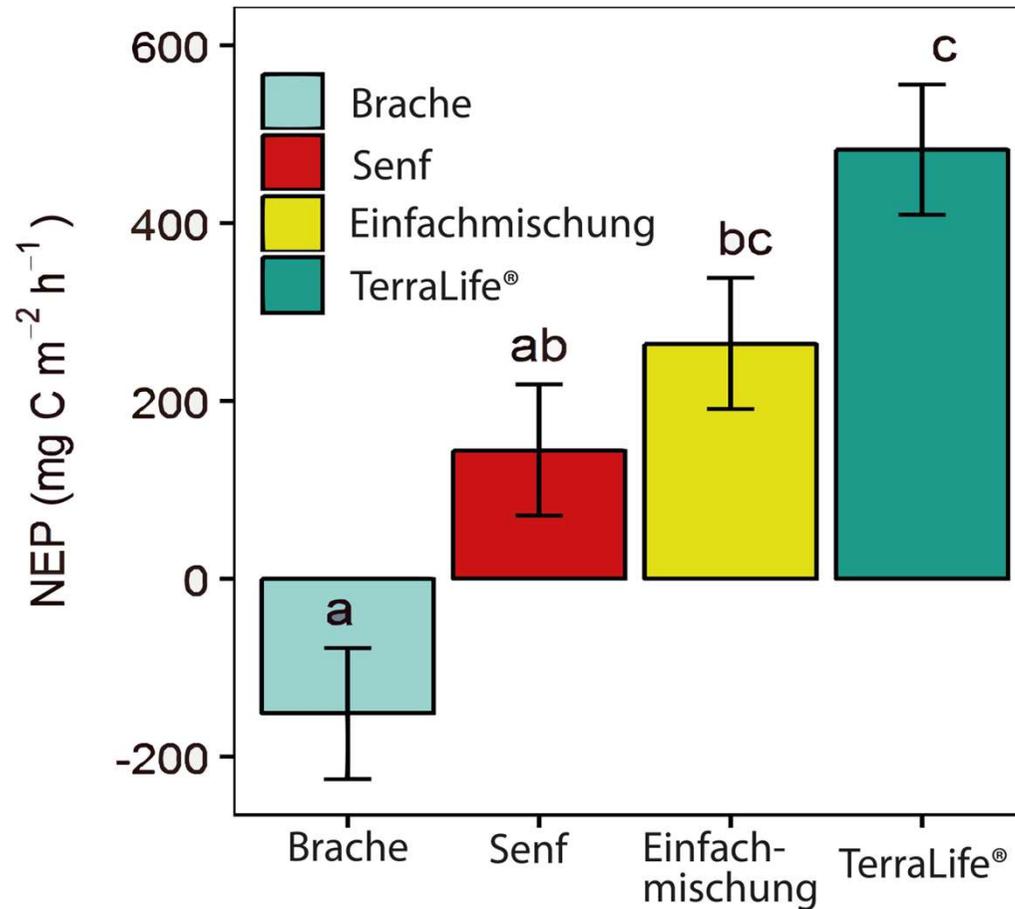


Welche Kulturen eignen sich für das Untersaatsystem?

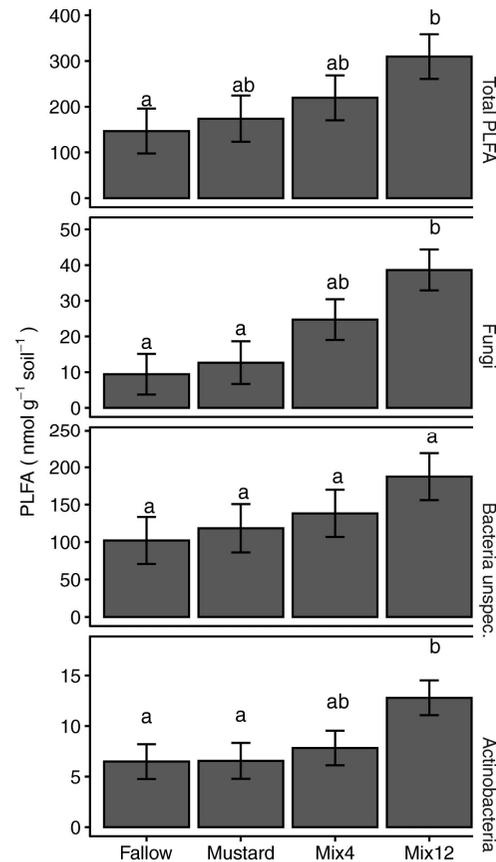
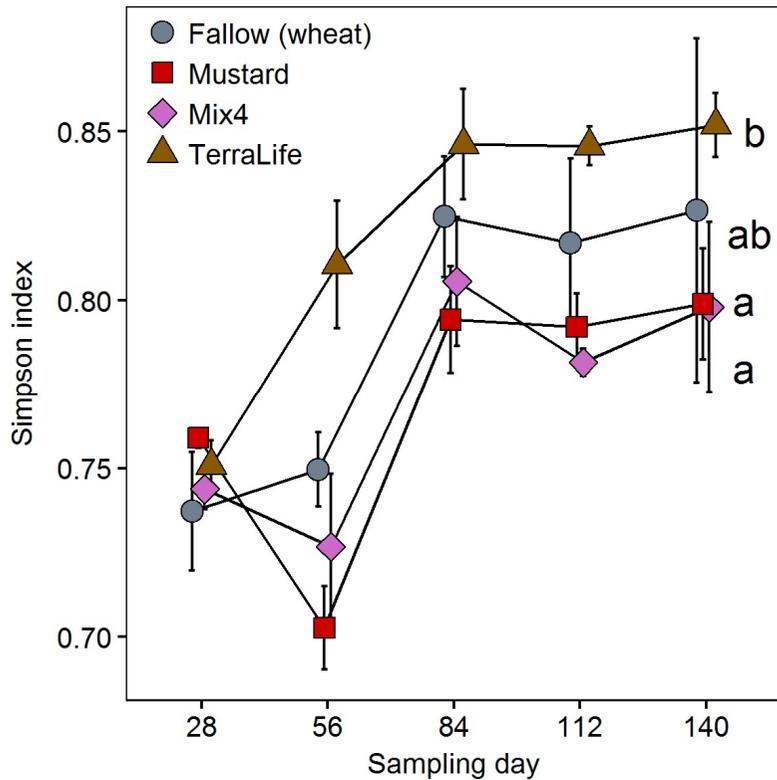
1. alle Getreidearten (incl. GPS)
2. Mais
3. alle großkörnigen Leguminosen
4. Winterraps
5. Sonnenblumen
6. Hanf
7. bedingt Kartoffeln, Gemüse, Rüben, Sonderkulturen, Plantagen



Netto - Ökosystem- C -Produktion steigt mit zunehmender Diversität



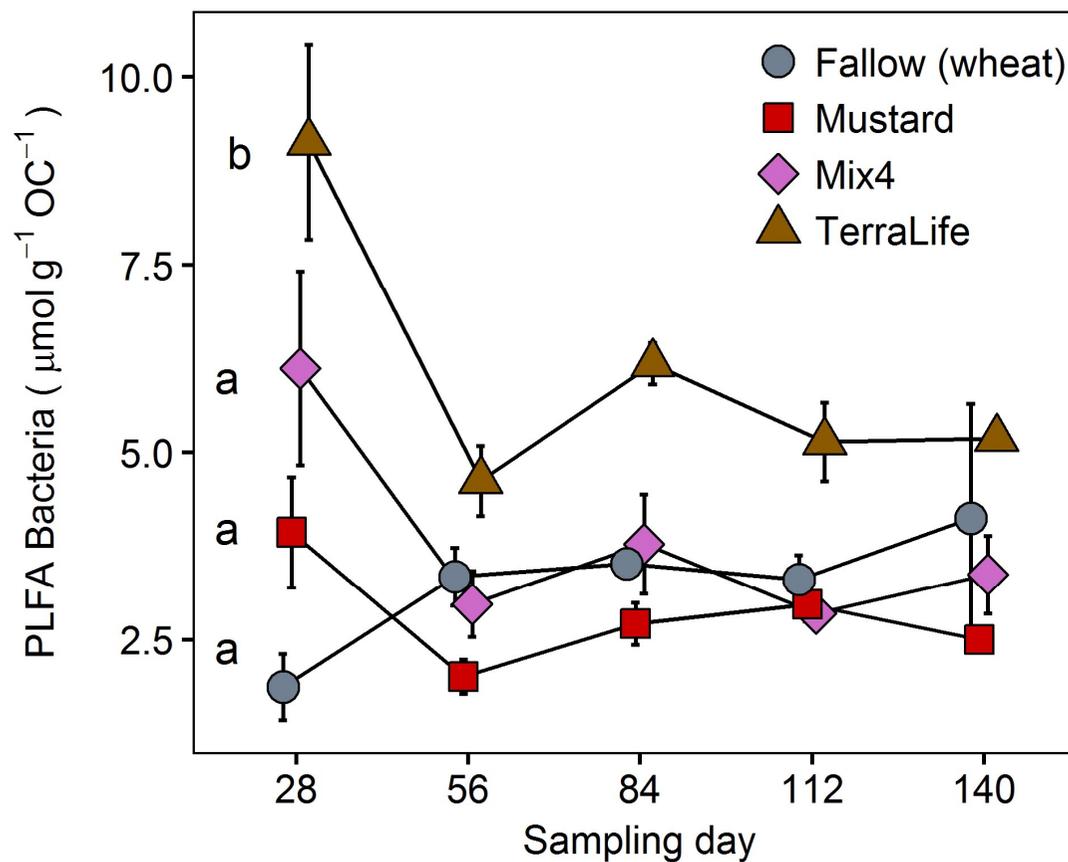
Mikrobielle Diversität im Boden steigt mit zunehmender Diversität der Zwischenfruchtmischungen



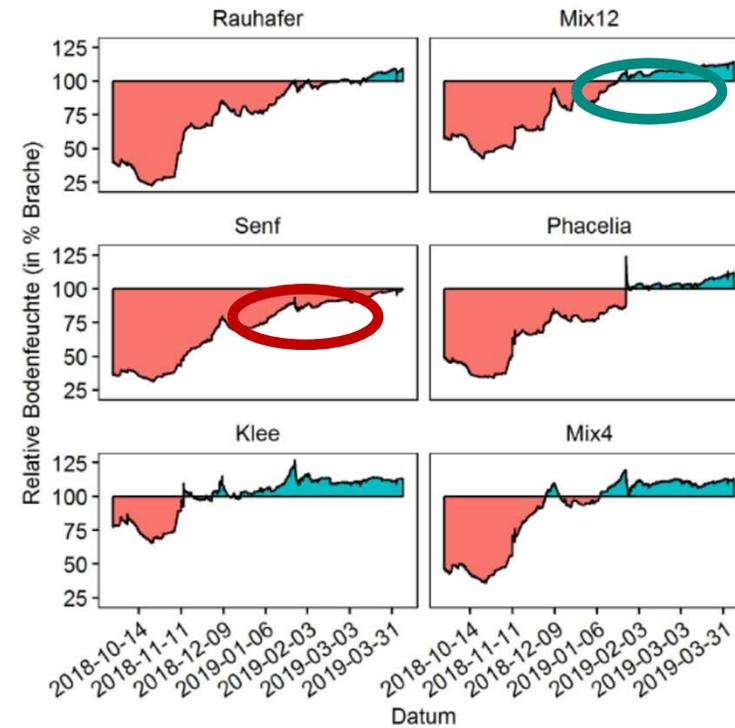
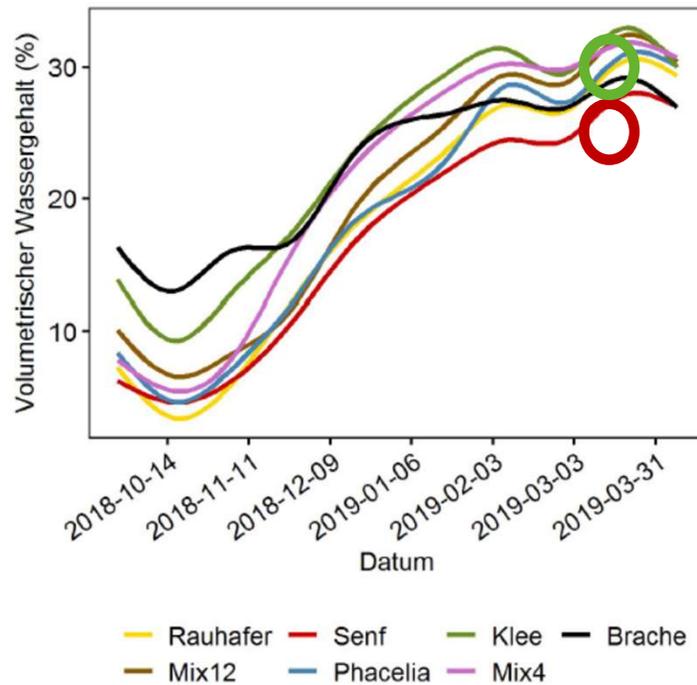
Vielfalt statt Einfalt



Bakteriengemeinschaften des N-Kreislaufs profitieren von hoher Zwischenfrucht Diversität



Wasserhaushalt unter Zwischenfrüchten



Kontinuierliche Messung in 0-30 cm Bodentiefe

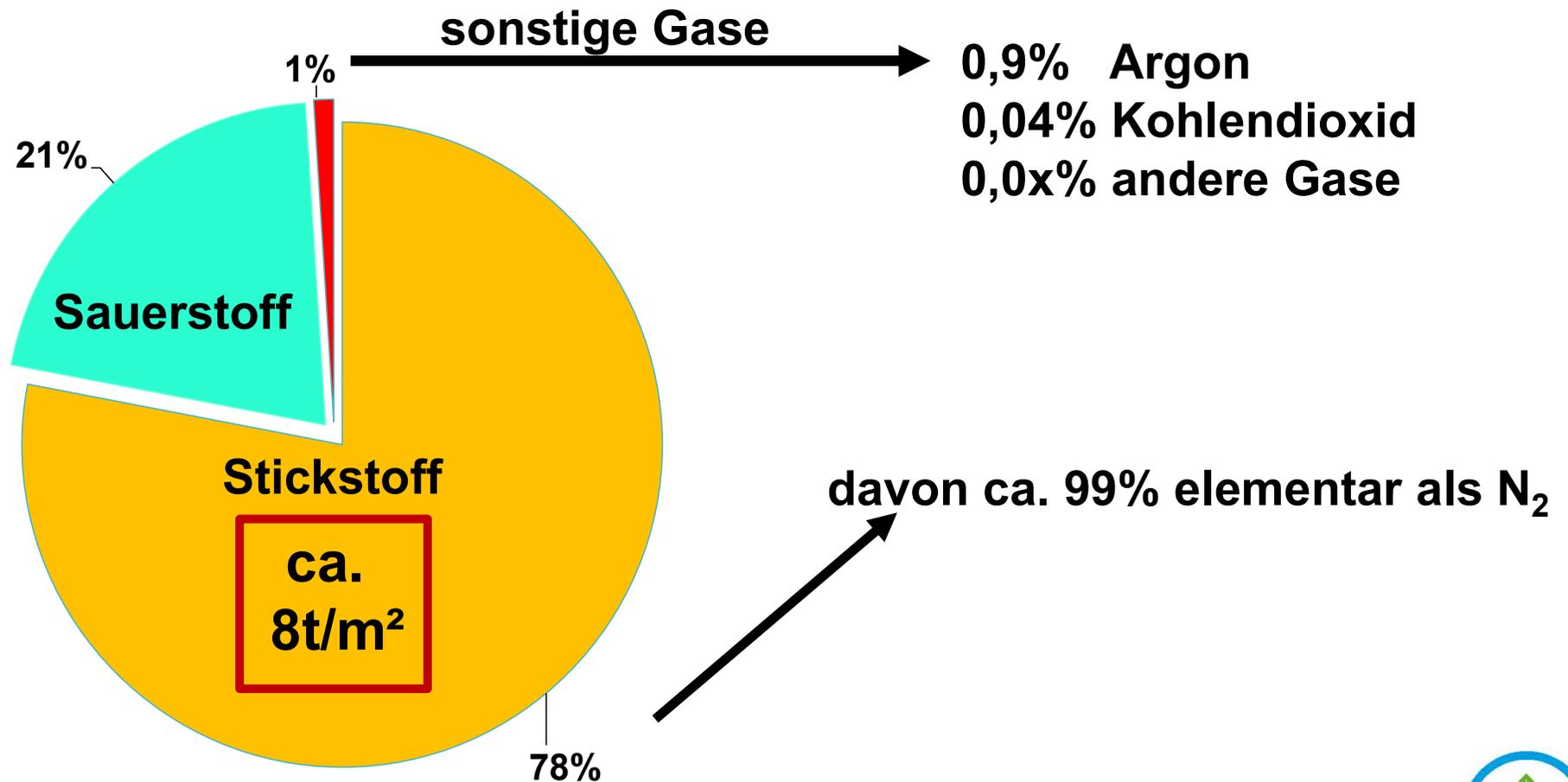


Wie ernährt sich eine Pflanze?

- aus dem Samen (Rhizomen)
- über die Abgabe von Wasserstoffperoxid in die Rhizosphäre (Bakterien)
- über das Blatt Atmung/Fotosynthese (Kohlendioxid)
- über Endozytose (Bakterien, Protozoen und Pilze werden überstülpt)
- durch Symbiosen (Bakterien; Pilze)
- durch Rhizophagie (Bakterien)
- aus der Bodenlösung (Mineralstoffe)
- durch Einfangen der Nahrung (fleischfressende Pflanzen)



Zusammensetzung der atmosphärischen Luft



TerraLife MaisPro TR

Maismischung billig



Foto: C. Felgentreu

Vor der Rübe TerraLife N-Fixx „Greening einfach“

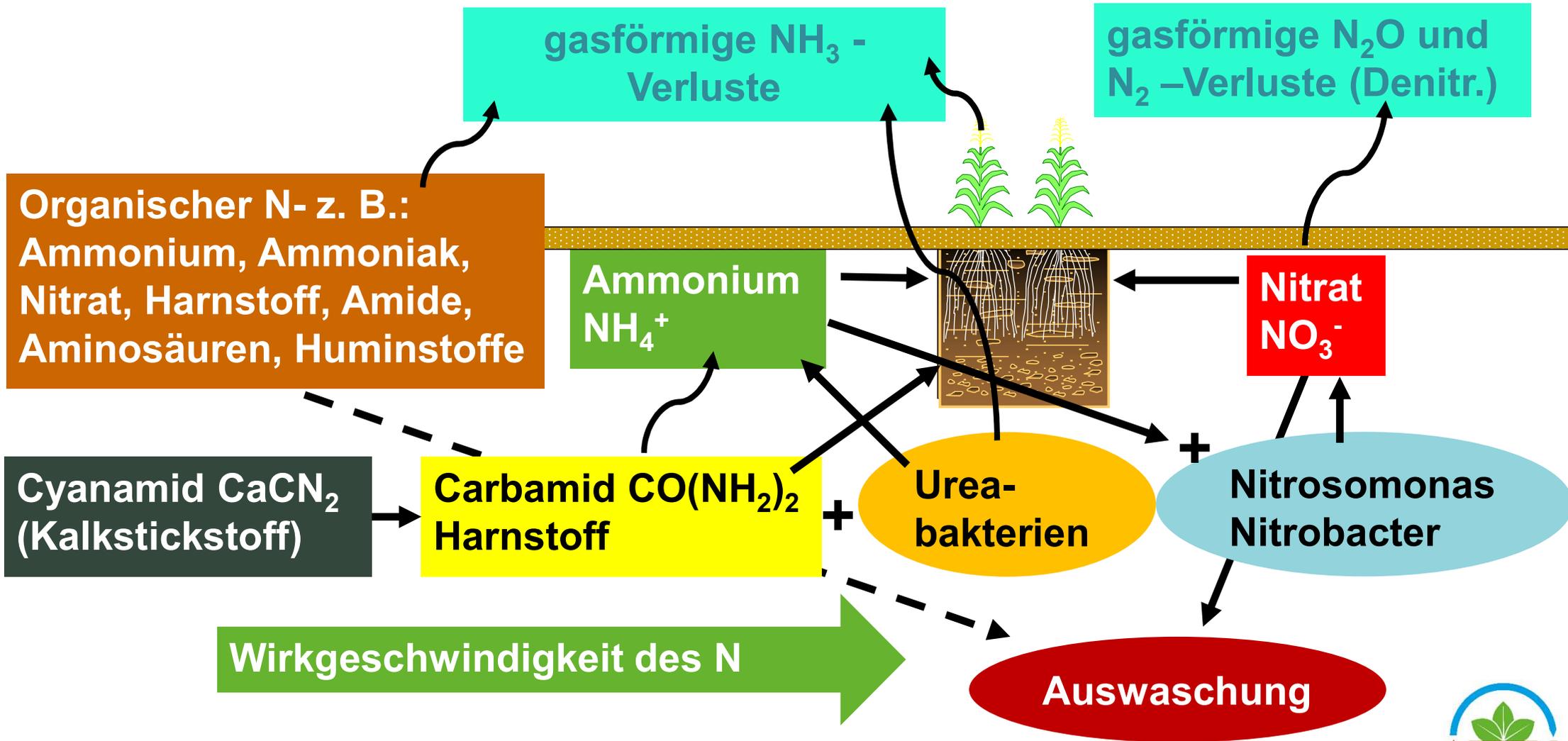


Foto: H. Haake

17.6.2021 / 13.00 Uhr / 33 Grad



Stickstoffformen und deren Verlustquellen (vereinfachte Darstellung)



Wirkgeschwindigkeit des N



Rhizosphäreleistungen unterschiedlicher Kulturen

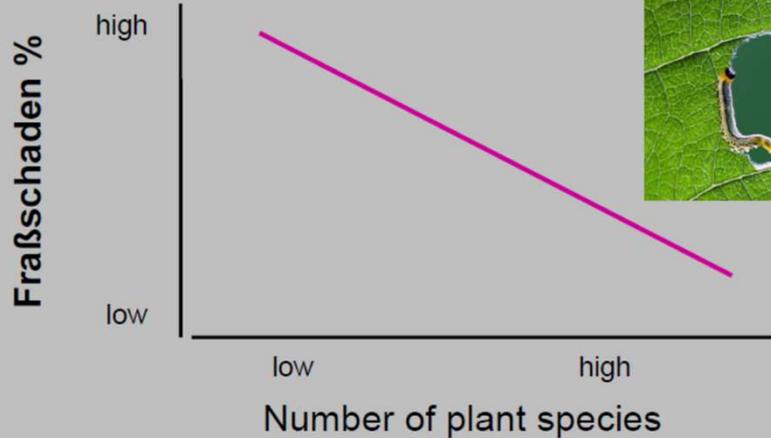
Pflanze	umgebender Boden %	Wurzelmasse %	Rhizospäre-boden %
Weidelgras	85,5	0,84	13,64
Sommerweizen	95,9	0,05	4,06
Weißklee	97,0	0,19	2,77
Wicke	96,1	0,19	3,68
Weißer Senf	97,1	0,03	2,84
Raps	97,0	0,05	2,97
Lupine	98,5	0,06	1,48



Das Jena-Experiment

Herbivorie durch Insekten: Theorie

THE JENA EXPERIMENT

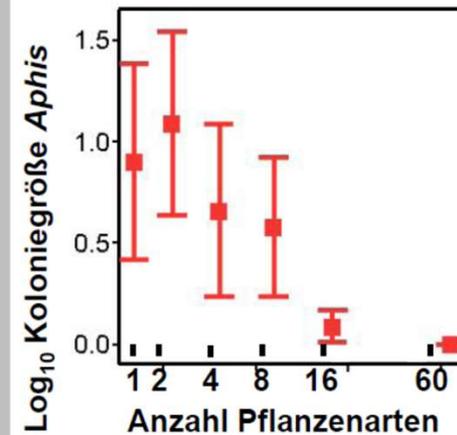


- ⇒ Herbivorendichte nimmt mit der Pflanzendiversität ab
- ⇒ Fraßschaden nimmt mit der Pflanzendiversität ab

Quelle: Ebeling, 2011

Herbivorie durch Insekten: Blattläuse

THE JENA EXPERIMENT



- ⇒ Pflanzendiversität verringert Größe der Blattlauskolonien

Weisser et al. unpublished



Cirsium arvense



Aphis fabae





Wichtigste Aufgabe- Boden bedecken!



Einfluss von Pflanzenarten auf das Bodengefüge

DLG- Feldtage Bockerode, 2010 (Bodenprofil der LWK Niedersachsen)



Winterweizen



TerraLife- RIGOL



Einfluss von Pflanzenarten auf das Bodengefüge

DLG- Feldtage Bockerode, 2010 (Bodenprofil der LWK Niedersachsen)



Winterweizen



TerraLife- RIGOL





Zwischenfrüchte und ihre Nährstoffkonzentrationen



BONARES

Spross

Alexandrinerklee	401	36	11	43	18	4.4	3	3.2	2041	31	65
Inkarnatklee	409	36	12	44	14	4.9	3.1	3.6	892	38	55
Perserklee	388	35	11	35	12	4.1	2.4	2.6	377	26	66
Schwedenklee	396	38	11	48	20	5.8	3.5	4.2	2273	29	93
Klee (Mix alle Arten)	332	28	12	35	13	3.8	2.5	3.1	602	27	44
Felderbse	423	40	11	32	16	5.1	2.5	3.1	423	17	56
Pannonische Wicke	370	38	10	39	11	5.9	2.8	3.7	257	24	95
Oellein	437	24	21	30	12	5.5	2	3.1	1662	27	42
Phacelia	376	24	19	49	37	6	2.6	2.8	286	27	20
Rauhafer	400	25	19	47	7	5.4	2	2.9	1970	4.6	42
Weizen	358	30	13	29	4.3	3.4	1.3	2.2	140	6.1	37
Sorghum	397	25	17	35	11	3.7	2.3	2.7	231	7.9	85
Ramtilkraut	358	22	20	56	23	5.7	2.8	4.4	349	31	57
Sonnenblume	390	22	22	52	22	4.7	3.9	3.5	368	48	66
Leindotter	403	28	17	38	22	6.5	2.9	6.1	498	24	43
Senf	412	22	22	31	19	3.8	2.1	5.5	1195	21	63
Rettich Deeptill	361	34	11	53	31	6.1	2.6	7.7	2823	34	40
	C	N	C:N	K	Ca	P	Mg	S	Na	B	Zn
	mg g ⁻¹						µg g ⁻¹				

Elementgehalte Spross
Min Max



Wurzel

Alexandrinerklee	351	28	13	29	5	4.6	3.1	2.7	1236	25	69
Inkarnatklee	384	22	18	39	5.2	5.3	2.9	4.3	1122	29	41
Perserklee	383	27	15	24	4.1	6.1	3.3	4.4	245	18	62
Schwedenklee	380	29	13	33	5.8	4.7	2.6	3.9	2091	25	83
Klee (Mix alle Arten)	341	25	14	27	4.5	4.5	2.9	4.3	471	22	47
Felderbse	332	31	11	27	7.2	3.3	2.1	3.8	588	14	42
Pannonische Wicke	332	30	11	34	5.4	4.4	2.2	5.3	356	19	60
Oellein	416	8.6	62	21	3.7	3.5	0.9	2.3	755	22	32
Phacelia	402	8.8	51	34	6	4.6	1.3	1.6	150	13	19
Rauhafer	238	7.2	37	13	3.5	2	1.6	1.3	768	7.1	66
Weizen	271	17	17	16	3.1	1.8	0.9	1.6	263	7.3	45
Sorghum	240	10	29	13	4.1	1.6	1.1	1.4	362	8.9	75
Ramtilkraut	313	7.8	45	37	7.4	2.7	2	1.9	381	19	40
Sonnenblume	352	6	65	35	5.3	2.5	1.5	1.3	660	16	30
Leindotter	406	10	43	23	4.3	4.4	1.1	2.7	508	18	41
Senf	393	8.9	53	19	3.6	3.1	1.2	2.6	811	11	31
Rettich Deeptill	365	20	19	50	7.2	6	2.3	8	1076	24	29
	C	N	C:N	K	Ca	P	Mg	S	Na	B	Zn
	mg g ⁻¹						µg g ⁻¹				

Elementgehalte Wurzeln
Min Max

Cobaltdüngung bei Süßkartoffeln

Behandlung	Co Konz. Blatt (mg/kg)	Co Konz. Wurzel (mg/kg)	Bio-masse (g pro Pflanze)	Wurzel-ertrag (t/ha)	Protein Konz. Wurzel (mg/kg)	Zucker Konz. Wurzel (%)	Carotenoid Konz. Wurzel (%)
Kontrolle	2.8	1.0	270	10.8	7.7	2.4	1.4
5 mg/kg Cobalt	3.2	1.8	274	13.0	7.9	2.5	1.5
10 mg/kg Cobalt	8.6	3.0	281	16.6	9.7	3.9	1.8
			+4 %	+54 %	+26 %	+63 %	+29 %

[10]



Sattgutbehandlung von Tomaten mit Nickel

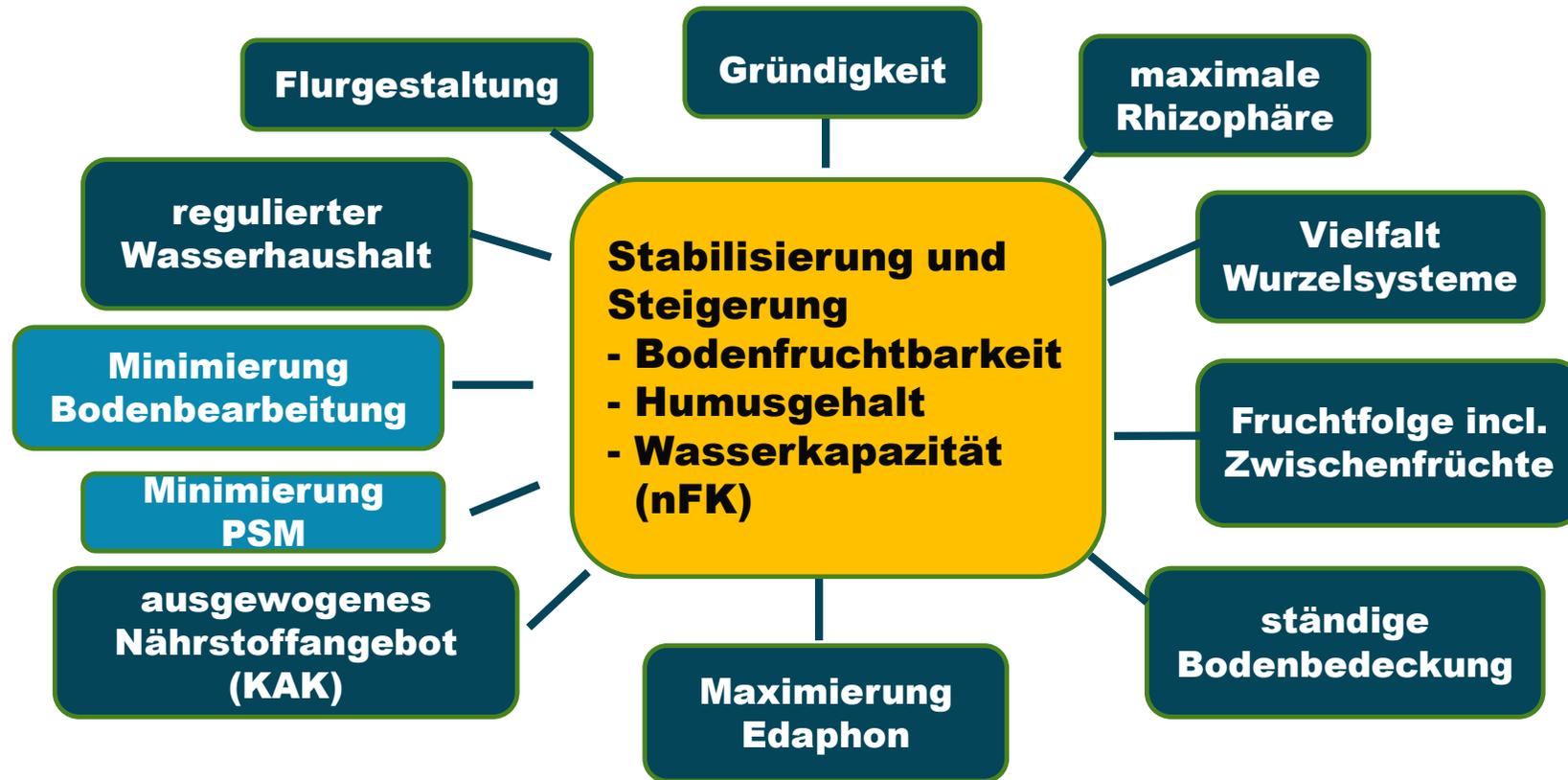
Behandlung	Ni Konz. Blatt (mg/kg)	Ni Konz. Frucht (mg/kg)	Bio-masse (g pro Pflanze)	Fruchtertrag (t/ha)	Vitamin C Konz. Frucht (mg/kg)	Zucker Konz. Frucht (%)	Säure-Konz. Frucht (%)
Kontrolle	0.4	0.15	101	12.9	1.4	2.42	4.79
15 mg /kg Nickel	10.2	1.71	124	19.1	1.8	2.5	5.82
30 mg/kg Nickel	21.6	3.12	131	25.5	2.4	2.98	6.68
		+30 %	+97 %	+71 %	+23 %	+39 %	

Quelle: Dr. S. Hügel



Betriebsphilosophie- Bodenfruchtbarkeit

GbR Helm, Bückwitz



D. Helm, 2021

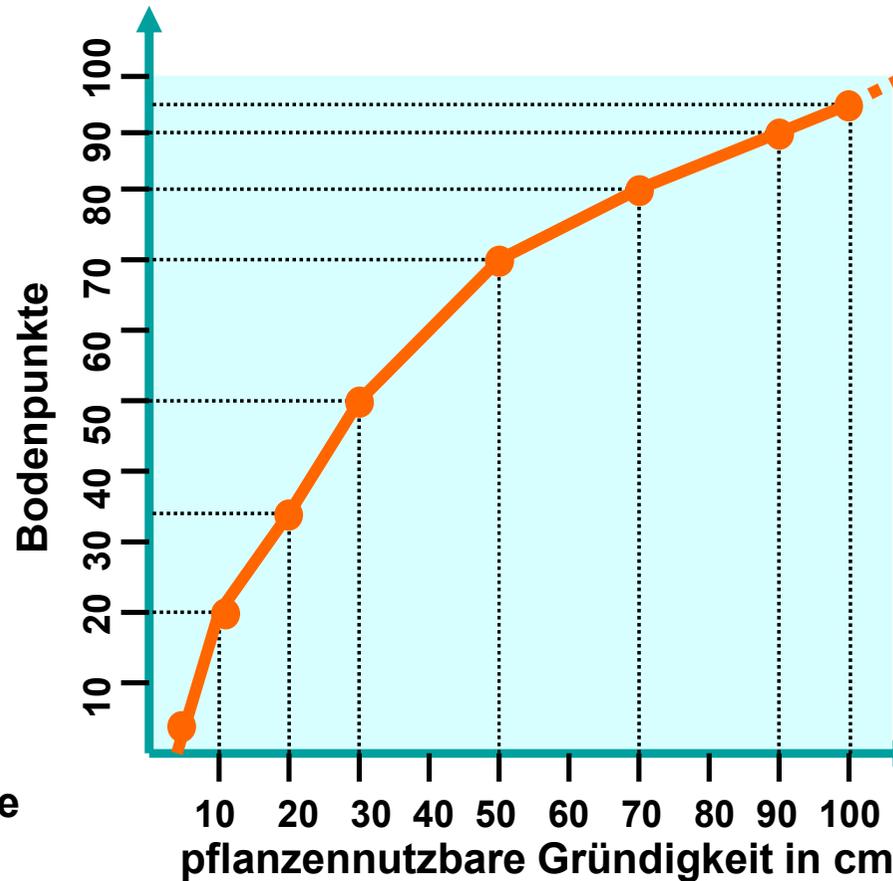
Alles im Zusammenhang sehen- Uhrwerk- jedes Rad muss funktionieren- sonst falsche Zeit oder Stillstand!



Beziehung zwischen pflanzennutzbarer Gründigkeit und Bodenpunktzahl bzw. Fruchtbarkeitsstufen

I	bevorzugt
II	ausgezeichnet
III	sehr gut
IV	gut
V	genügend
VI	ungenügend
VII	gering
VIII	sehr gering

Bodenfruchtbarkeitsstufe



Gründigkeit





Fotos: Jerebic



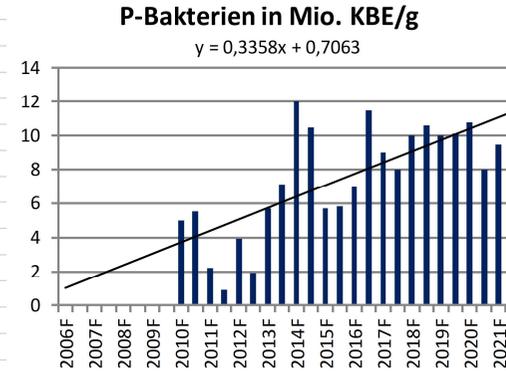
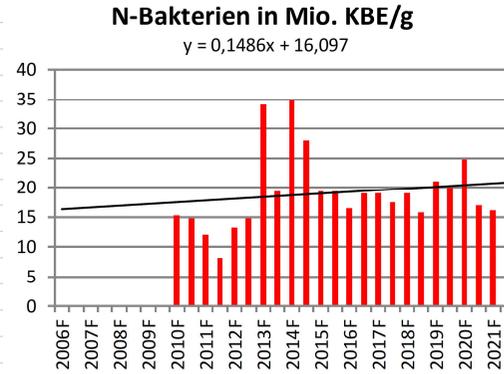


Maiswurzelausbildung in Abhängigkeit von der

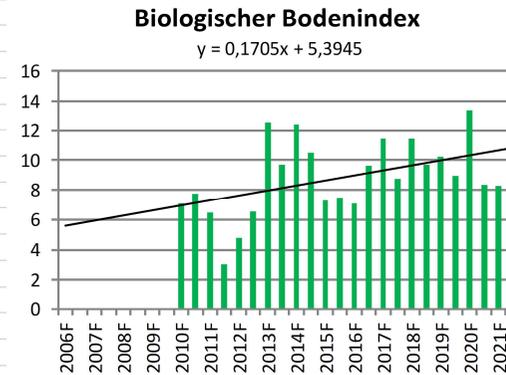
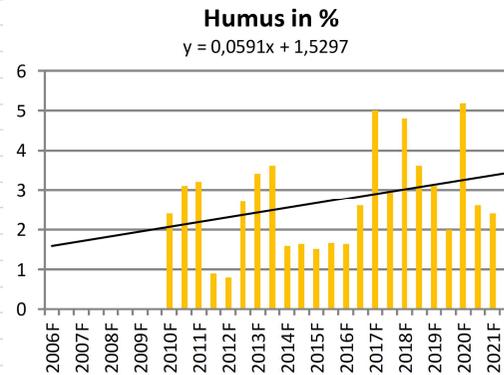


Standort	Schlagname	Schlagnummer	KBZ	Nr	SKBZ	AZ	ha	V	K
Bückwitz	Windräder	9.2	BKW	254	D	49	10,00	7,50	2,50

Jahr	H	N	P	BSI
2006F	0,0	0,0	0,0	0,0
2006H	0,0	0,0	0,0	0,0
2007F	0,0	0,0	0,0	0,0
2007H	0,0	0,0	0,0	0,0
2008F	0,0	0,0	0,0	0,0
2008H	0,0	0,0	0,0	0,0
2009F	0,0	0,0	0,0	0,0
2009H	0,0	0,0	0,0	0,0
2010F	2,4	15,3	5,0	7,1
2010H	3,1	14,7	5,5	7,7
2011F	3,2	12,0	2,2	6,5
2011H	0,9	8,2	0,9	3,0
2012F	0,8	13,3	3,9	4,8
2012H	2,7	14,7	1,9	6,5
2013F	3,4	34,1	5,7	12,6
2013H	3,6	19,3	7,1	9,7
2014F	1,6	34,8	12,0	12,4
2014H	1,6	28,0	10,5	10,5
2015F	1,5	19,3	5,7	7,3
2015H	1,7	19,3	5,8	7,4
2016F	1,6	16,5	7,0	7,1
2016H	2,6	19,0	11,5	9,6
2017F	5,0	19,0	9,0	11,4
2017H	2,9	17,4	8,0	8,8
2018F	4,8	19,0	10,0	11,5
2018H	3,6	15,8	10,6	9,7
2019F	3,1	21,1	10,0	10,3
2019H	2,0	20,0	10,1	8,9
2020F	5,2	24,7	10,8	13,4
2020H	2,6	17,0	8,0	8,4
2021F	2,4	16,1	9,5	8,3
2021H	0,0	0,0	0,0	0,0



Entwicklungsdynamik luftstickstofffixierender Bakterien (N) und phosphorfreisetzender Bakterien (P) im Zeitraum 2006 bis 2012



Humus (gesamt) im Zeitraum 2006 bis 2021

Biologischer Bodenindex (BSI) im Zeitraum 2006 bis 2021

Mittel	H	N	P	BSI
06/11	2,4	12,6	3,4	6,1
12/16	2,1	21,8	7,1	8,8
17/21	3,5	18,9	9,6	10,1

PHC-induziertes	Mittel der letzten zwei Jahre	
biologisch-chemisches Stickstoff-Äquivalent:	19,45	kgN/ha

PHC-induziertes	Mittel der letzten zwei Jahre	
biologisch-chemisches Phosphor-Äquivalent:	9,6	kgP/ha



BBA-A, BBA-B, BBA-C

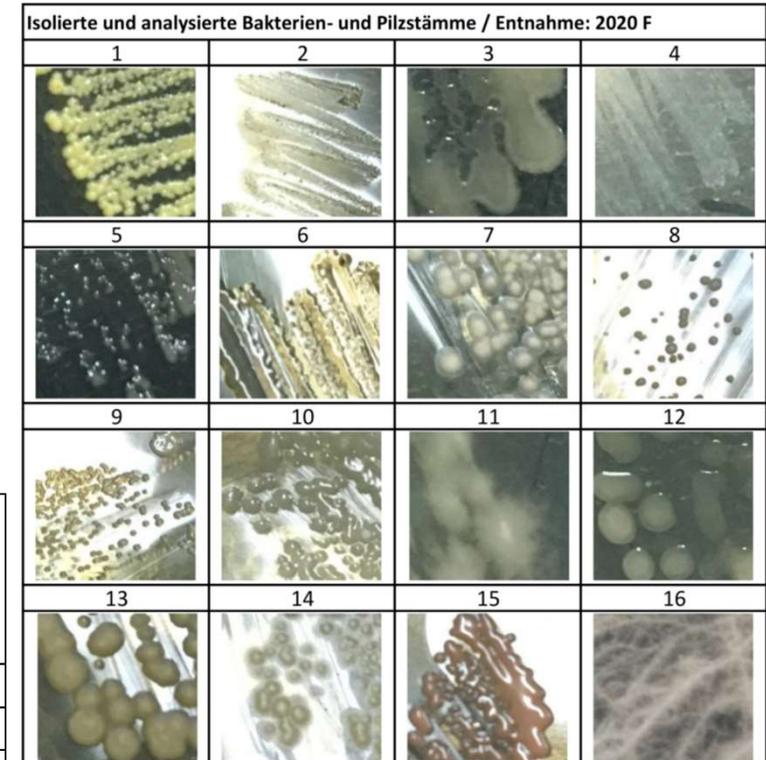
Bodenfruchtbarkeit BasicAnalyse, StandardAnalyse, ExtraAnalyse

Parameter		Wert	Einheit
Kohlenstoff	C	2,0	%
Humus	H	3,0	%
Luftstickstofffixierende Bakterien	N	13,6 ± 0,18	Mio. KBE/g
Phosphorfreisetzende Bakterien	P	7,7±0,12	Mio. KBE/g
Biologischer Bodenindex	BSI	7,9	rel.E.
N/P- Verhältnis	N/P		
Zellulose-Destruktoren	Z		Mio. KBE/g
Ammonifizierende Bakterien	AM		Mio. KBE/g
Azotobakter	AZ		Mio. KBE/g

BBA-D

Boden-Phytopathogene BasicAnalyse

Parameter	Wert	Einheit
Gesamt Bakterien und Pilze	37,4	Mio. KBE/g
davon pathogen	0	%
Anzahl der Bakterien- und Pilzstämmen	16	
davon pathogen	0	



Dauerversuch C- Sequestrierung Erträge 2017, Hafer *Youkon*

Variante	Ertrag dt/ha	rel.
1 Kontrolle	46,13	100
2 Leonardit 800kg/ha	55,87	121
3 IN-WA-Quarz 0,5l/ha	53,82	117
4 Kompost Leipzig 10t/ha	52,51	114
5 Huminsäuren 100ml/ha	53,54	116
6 Kompost Regensburg 10t/ha	54,86	119



C-Sequestrierung Ergebnisse 2017

		Zucker %	pH	Elektr. Leitfähigkeit mS/cm	Kalium ppm	Calcium ppm	K / Ca	Magnesium ppm	Natrium ppm	NH4 - Ammonium ppm	NO3 - Nitrat ppm	N aus Nitrat ppm	N - gesamt ppm
Hafer	Kontrolle	4,4	6,6	16,5	8444	642	13,2	246	31	139	5865	1324	2006
Hafer	Leonardit	4,5	6,6	12,1	6361	832	7,6	267	11	67	830	187	670
Hafer	IN-WA-Quarz	5,3	6,6	13,6	6658	978	6,8	317	26	115	3498	790	1483
Hafer	Kompost Leipzig	5,2	6,5	12,9	6122	863	7,1	274	24	83	3032	684	1192
Hafer	Huminsäuren	5,2	6,5	14,3	7003	765	9,2	282	20	109	3674	829	1436
Hafer	Kompost Regensburg	4,8	6,6	12,4	6780	943	7,2	277	14	55	650	147	560
		Chlor ppm	Schwefel ppm	Phosphat ppm	Silzium ppm	Eisen ppm	Mangan ppm	Zink ppm	Bor ppm	Kupfer ppm	Molybden ppm	Aluminium ppm	
Hafer	Kontrolle	528	210	365	51,3	1,43	2,28	1,82	0,79	0,44	0,06	0,4	
Hafer	Leonardit	81	391	345	59,9	1,61	4,56	1,08	0,74	0,36	0,06	0,22	
Hafer	IN-WA-Quarz	115	309	266	51,5	0,83	3,13	1,1	0,8	0,44	0,05	0,11	
Hafer	Kompost Leipzig	111	217	248	45,2	0,89	3,69	0,99	0,64	0,26	0,05	0,18	
Hafer	Huminsäuren	132	350	273	51,6	0,74	4,29	1,23	0,72	0,38	0,04	0,22	
Hafer	Kompost Regensburg	100	353	287	55,2	1,03	4,3	0,9	0,76	0,37	0,07	0,26	



C-Sequestrierung Ergebnisse Pflanzenanalyse 2017

	Chlor ppm	Aluminium ppm	N- gesamt ppm
Kontrolle	528	0,4	2006
Leonardit	81	0,22	670
IN-WA-Quarz	115	0,11	1483
Kompost Leipzig	111	0,18	1192
Huminsäuren	132	0,22	1436
Kompost Regensburg	100	0,26	560

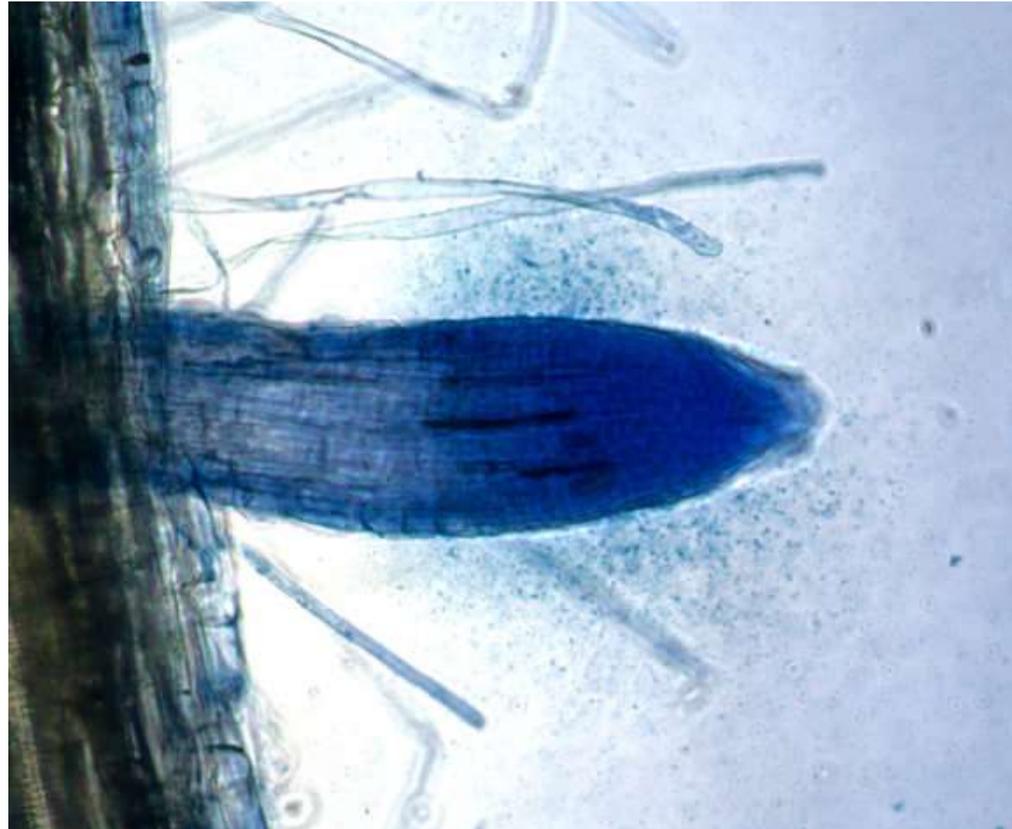


Rhizophagiezyklus, Quelle: J. White, 2017

- **Reaktiver Sauerstoff baut einige der intrazellulären Mikroben ab, was wahrscheinlich auch dazu führt, dass Elektrolyte aus den Mikroben austreten, wodurch Nährstoffe effektiv aus den Mikroben extrahiert werden.**
- **Überlebende Bakterien in epidermalen Wurzelzellen lösen die Wurzelhaarverlängerung aus. Wenn die Haare sich verlängern, treten Bakterien an den Haarspitzen aus, reformieren Zellwände und Zellformen, während Mikroben in die Rhizosphäre gelangen, wo sie zusätzliche Nährstoffe erhalten können.**
- **Welche Nährstoffe durch Rhizophagie übertragen werden oder wie wichtig dieser Prozess für die Nährstoffgewinnung ist, ist noch nicht bekannt.**



Rhizophagiezyklus, Quelle: J. White, 2017



Die Wurzel von *Phragmites australis* - „Riesenschilfgras“ - mit einer Bakterienwolke um die Wurzelspitze, wo Bakterien in Wurzelzellen eindringen.



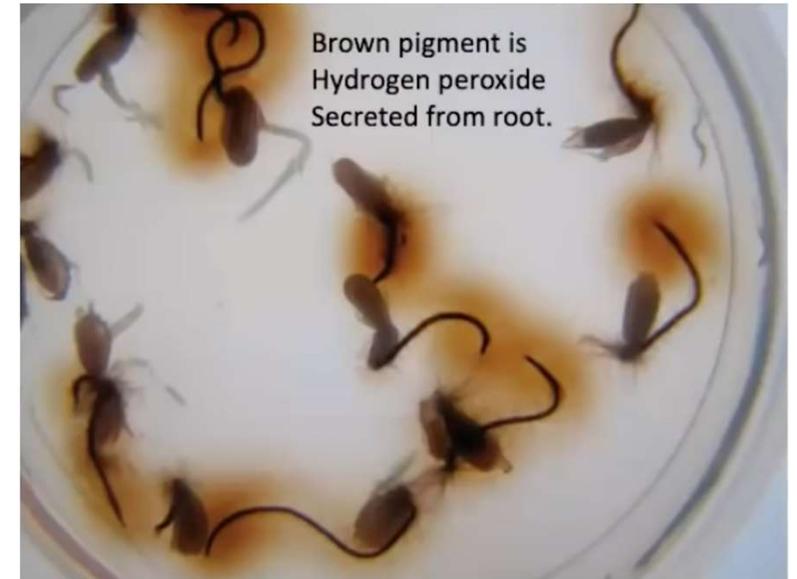
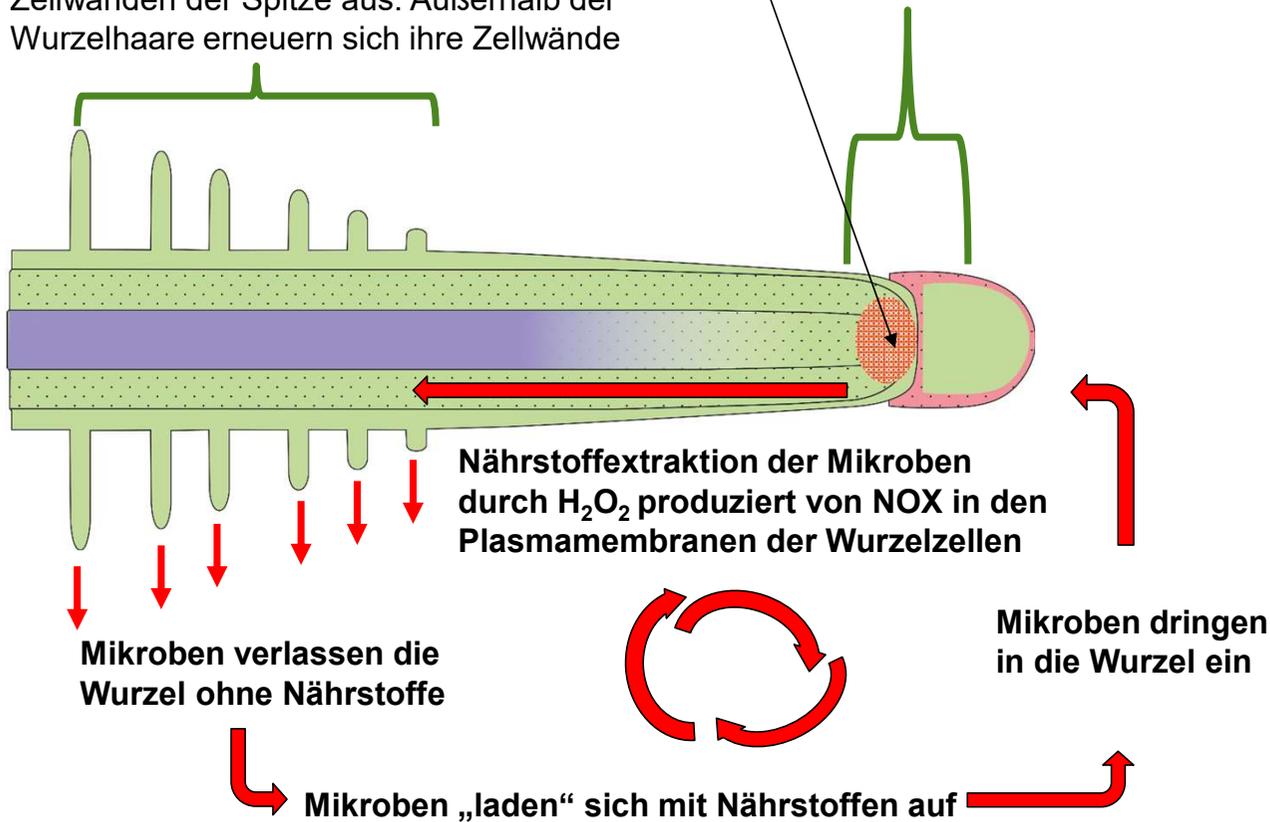
Rhizophagiezyklus nach J. White, 2017

Mikroben-Austrittzone

Mikroben stimulieren die Streckung der Wurzelhärchen und treten an den dünnen Zellwänden der Spitze aus. Außerhalb der Wurzelhaare erneuern sich ihre Zellwände

Mikroben-Eintrittzone

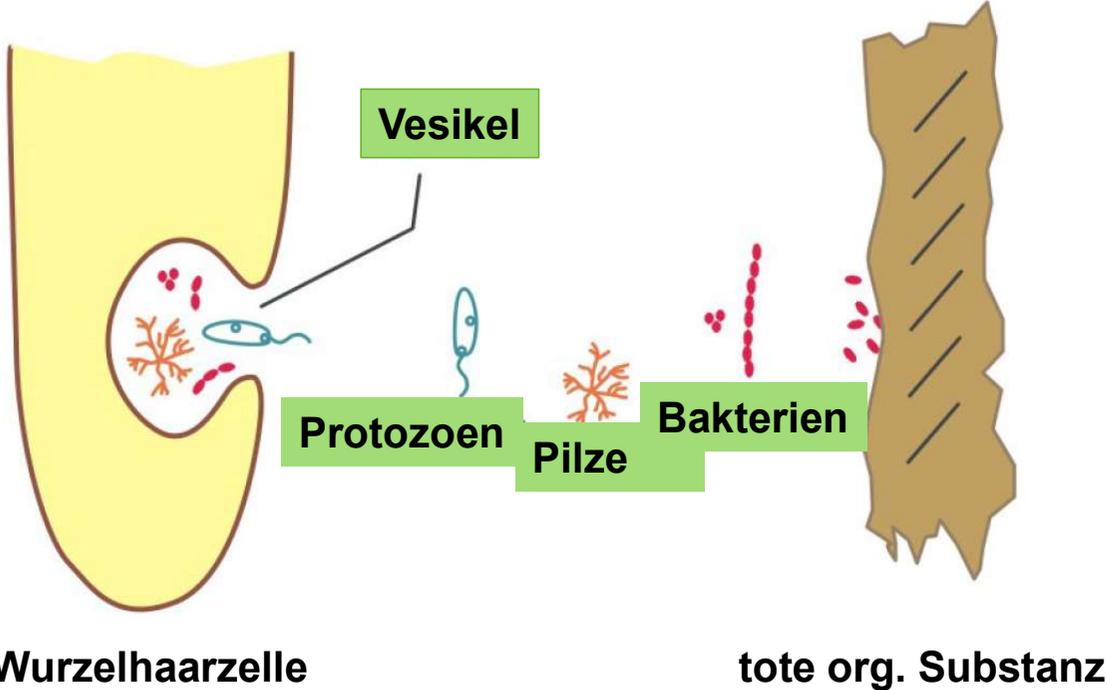
Mikroben werden intrazellulär im Meristem zu wandlosen Protoplasten



Grafische Darstellung: IG gesunder Boden ©



Endozytose- der natürliche Weg der Pflanzenernährung



Biologische Aktivität in Fruchtfolgen mit und ohne Klee-grashauptfutter bzw. Zwischenfruchtbau

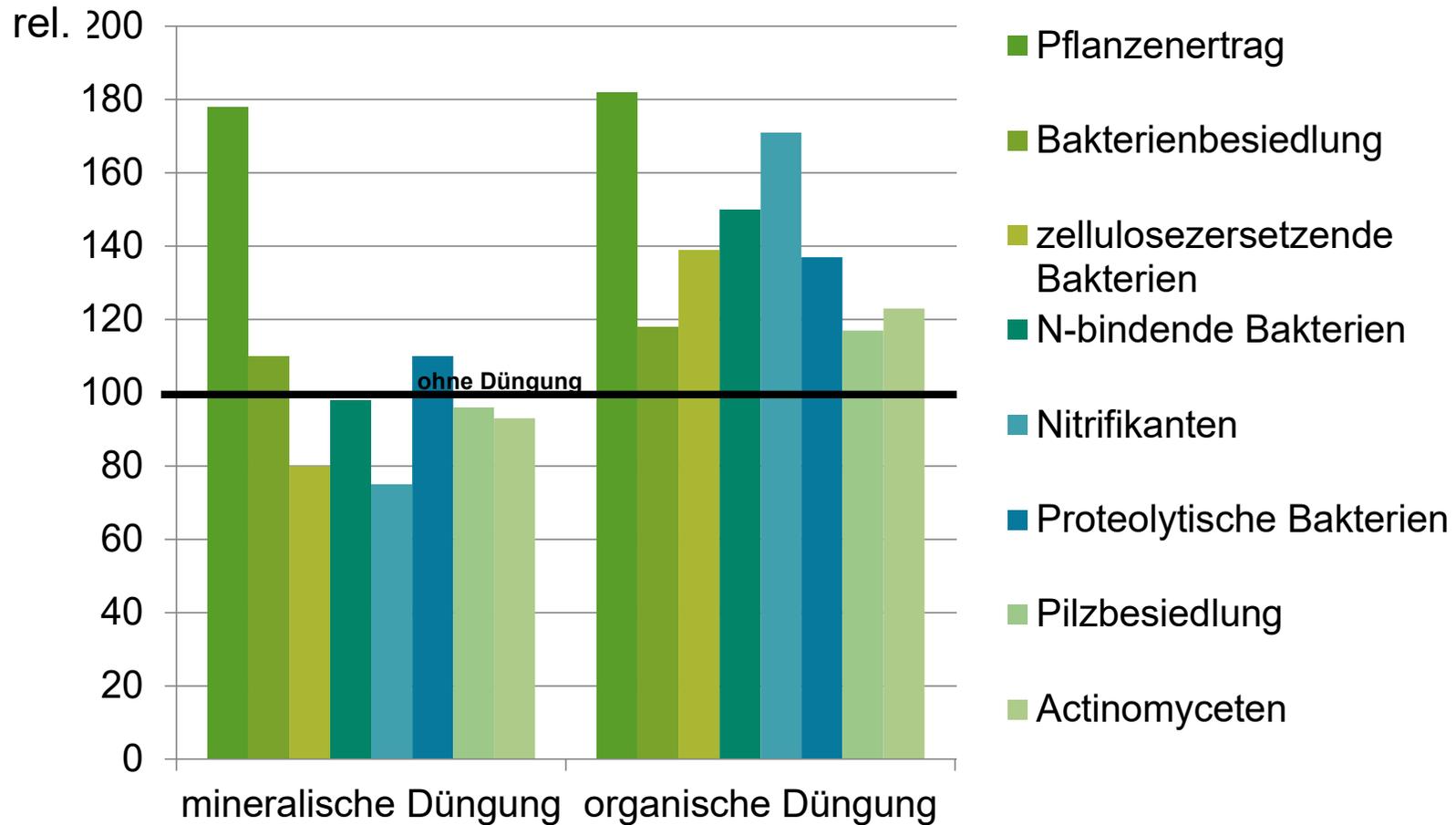
Fruchtfolge	Bakt. gesamt	Actinomy-ceten	Proteo-lytische Bakt.	N-bin-dende Bakt.	Nitri-fikanten	Zellulose-zersetz. Bakterien	Sporen-bildende Bakterien	Anae-robe Bakt.
1	100	100	100	100	100	100	100	100
2	119	96	119	121	128	107	101	94
3	106	118	127	110	118	83	101	73
4	117	130	144	115	114	116	102	53

Fruchtfolgen:

- 1 - ohne Klee-grashauptfutter, ohne Zwischenfrucht
- 2 - ohne Klee-grashauptfutter, mit intensiver Zwischenfrucht
- 3 - 1 Jahr Klee-grashauptfutter mit intensiver Zwischenfrucht
- 4 - 2 Jahre Klee-grashauptfutter mit intensiver Zwischenfrucht



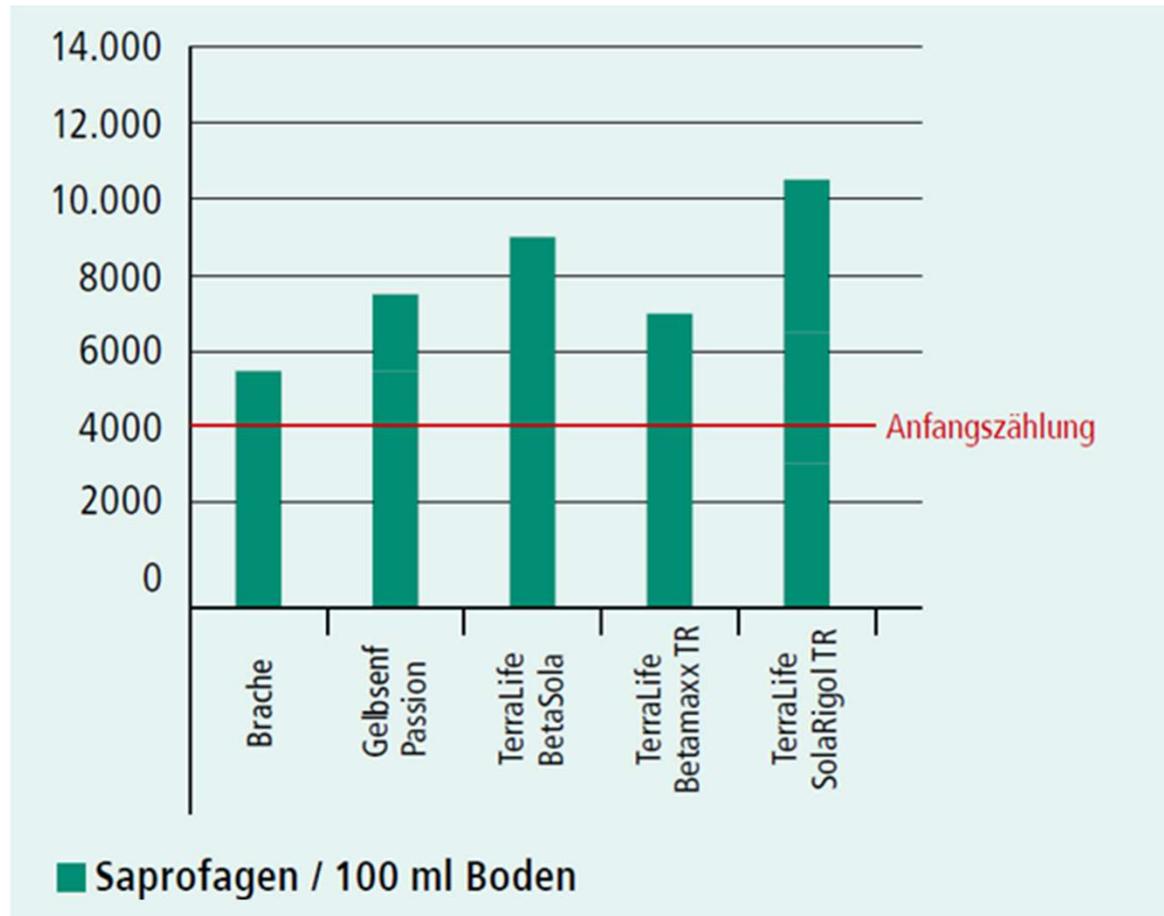
Einfluss von Roggenmonokultur und Düngung auf Ertrag und typische Bodenmikroorganismen



Quelle: G. Müller, 1979

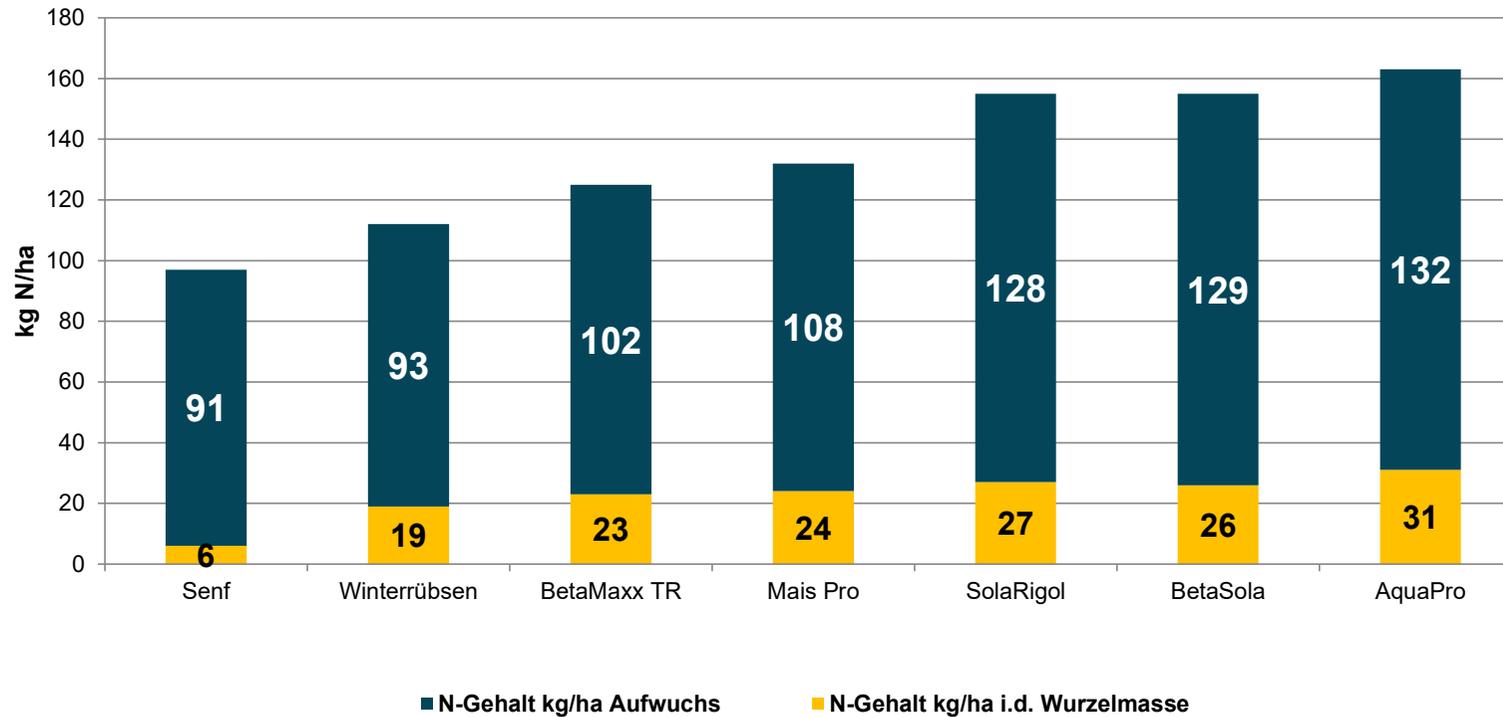


Förderung saprophager (nützlicher) Nematoden durch TerraLife, HLB, Wijster NL



Vorteile Mischungen <> Reinsaat

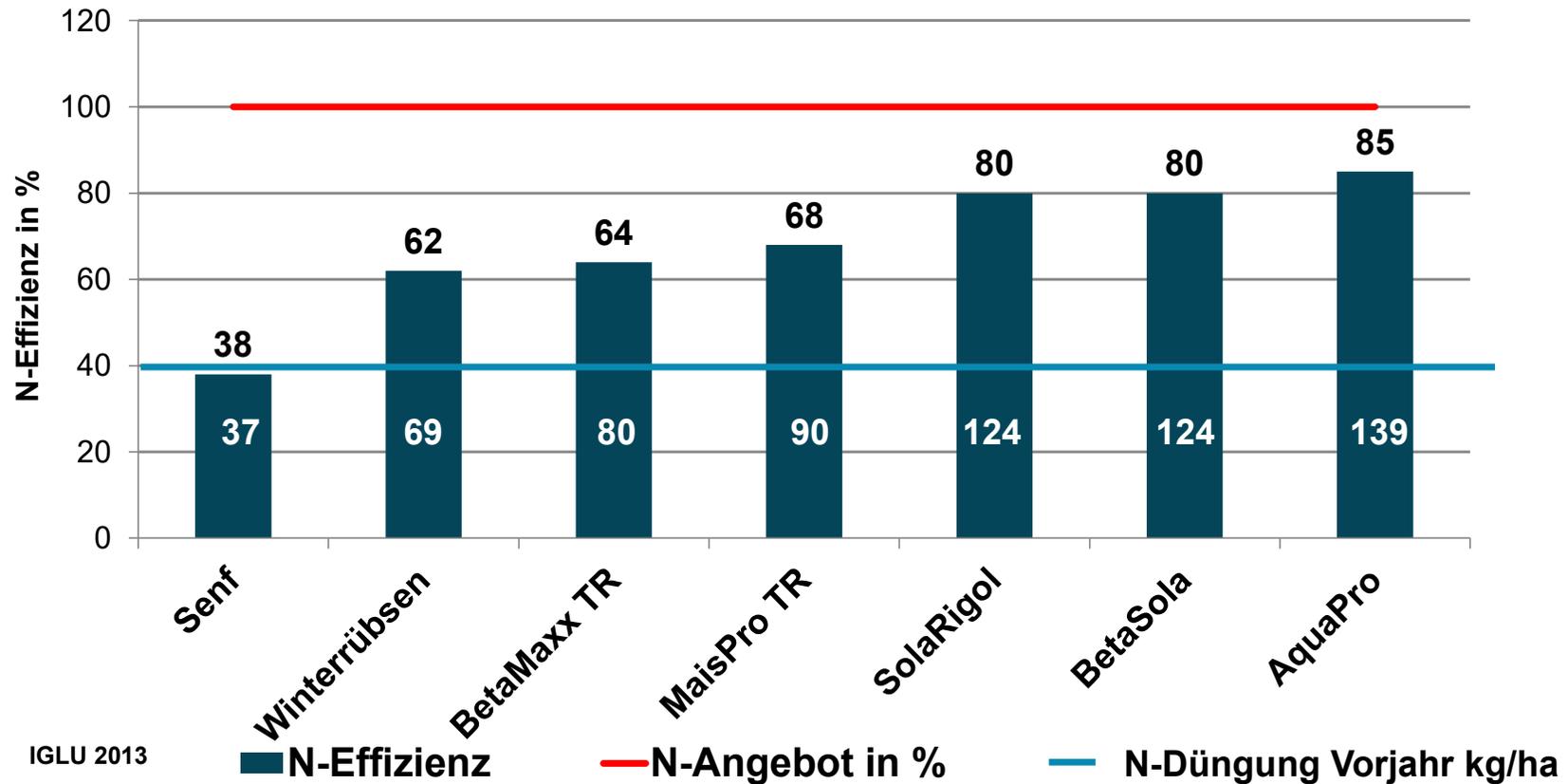
N-Gehalt in Aufwuchs/Wurzelmasse in Zwischenfrüchten

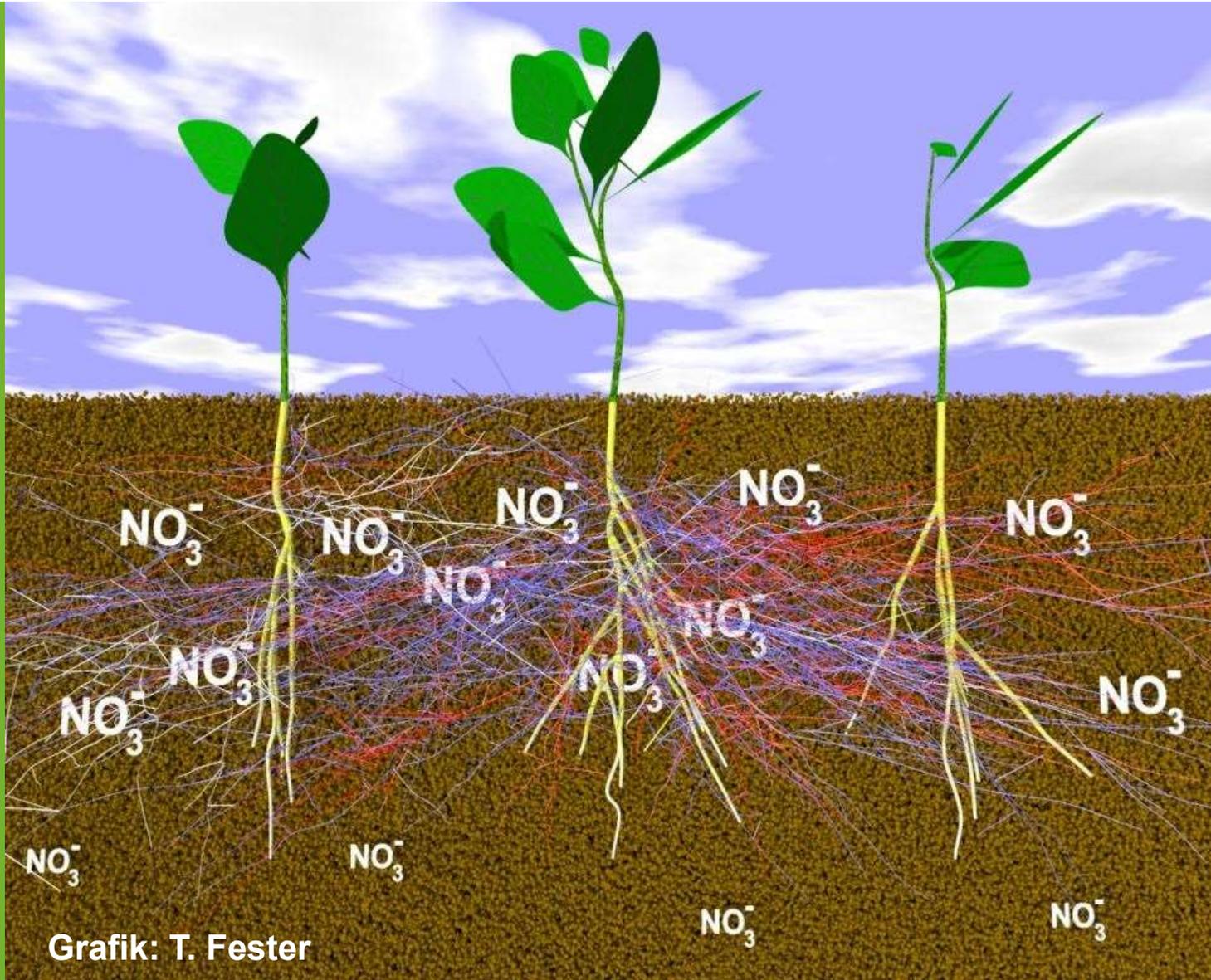


Quelle: IGLU 2013



Stickstoffeffizienz von Zwischenfrüchten





Grafik: T. Fester

www.ig-gesunder-boden.de



Quelle: Gallmetzer et al., PLOS Genetics 2015



www.ig-gesunder-boden.de



0 sec

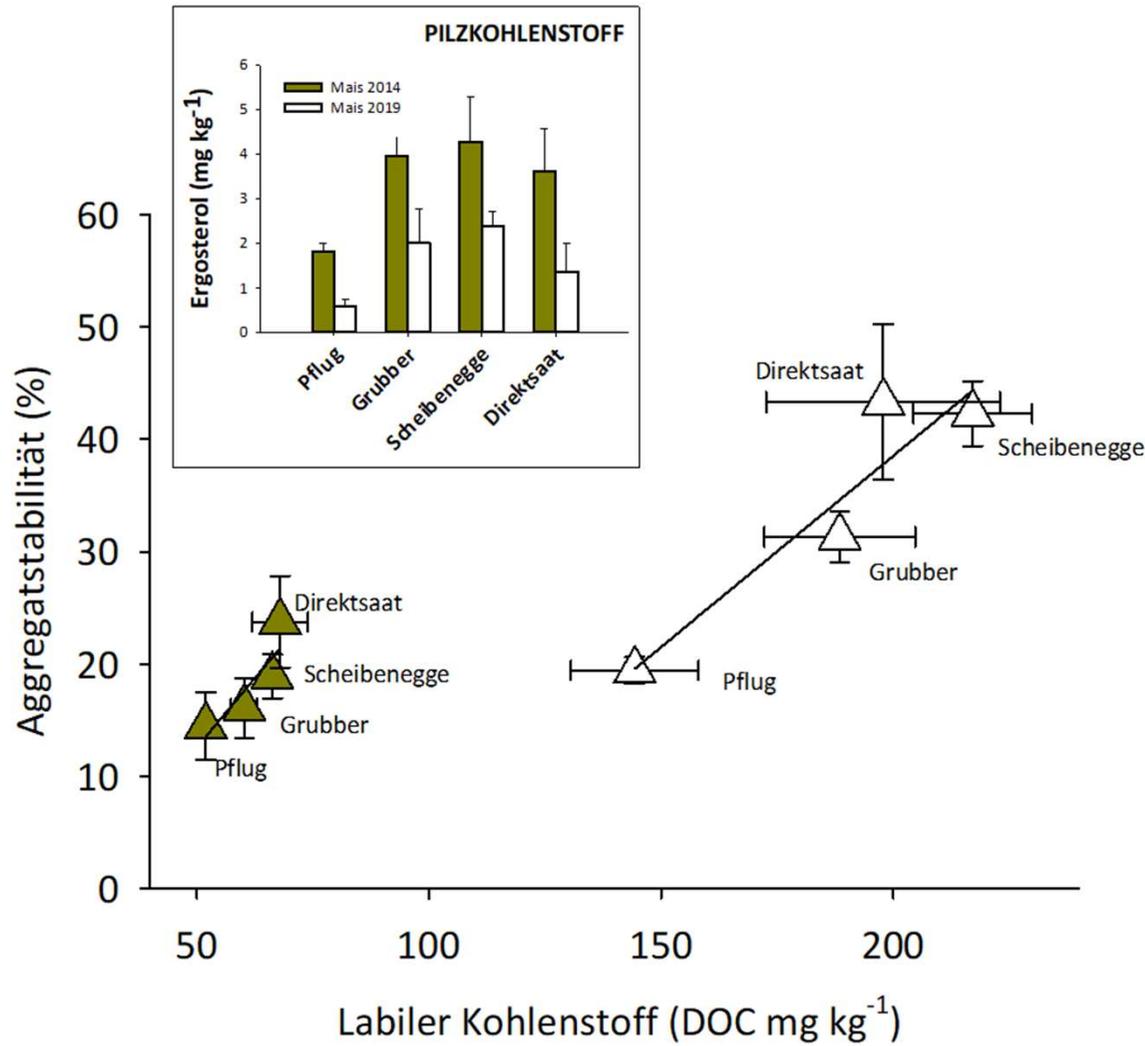
Quelle: Gallmetzer et al., PLOS Genetics 2015

www.ig-gesunder-boden.de



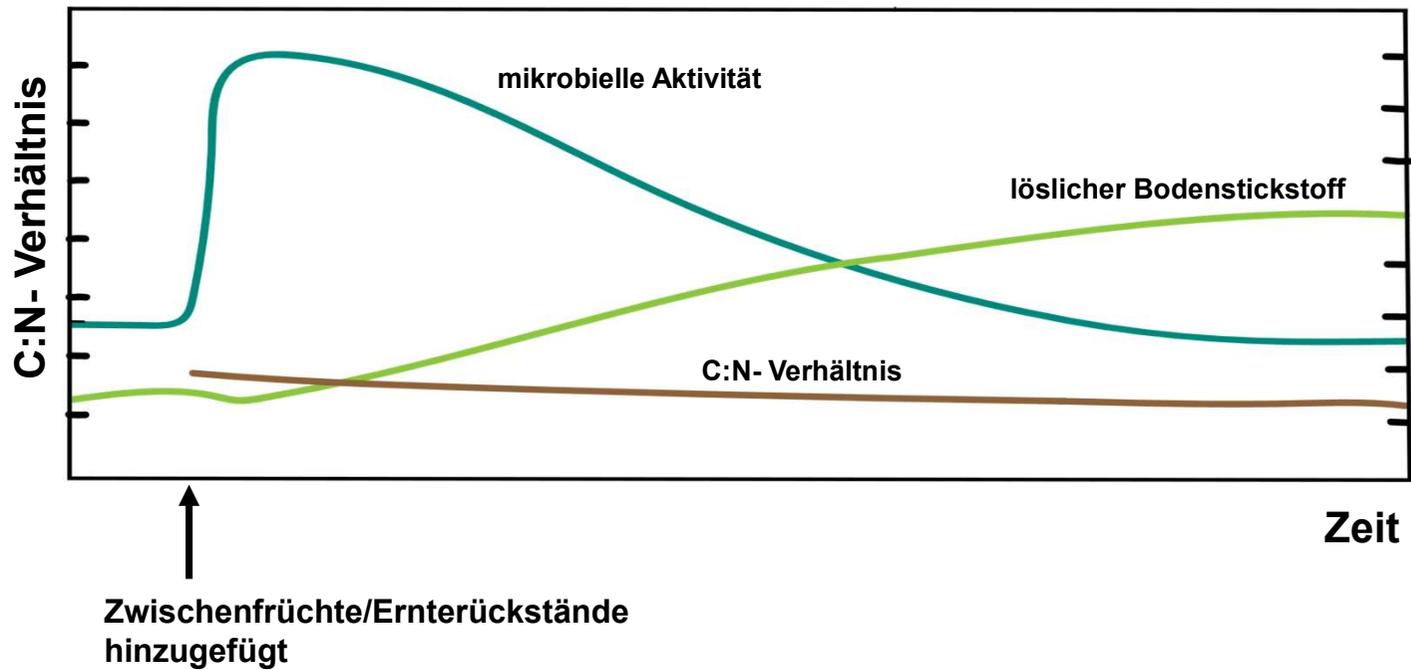


Pilze fördern und Humusabbau reduzieren



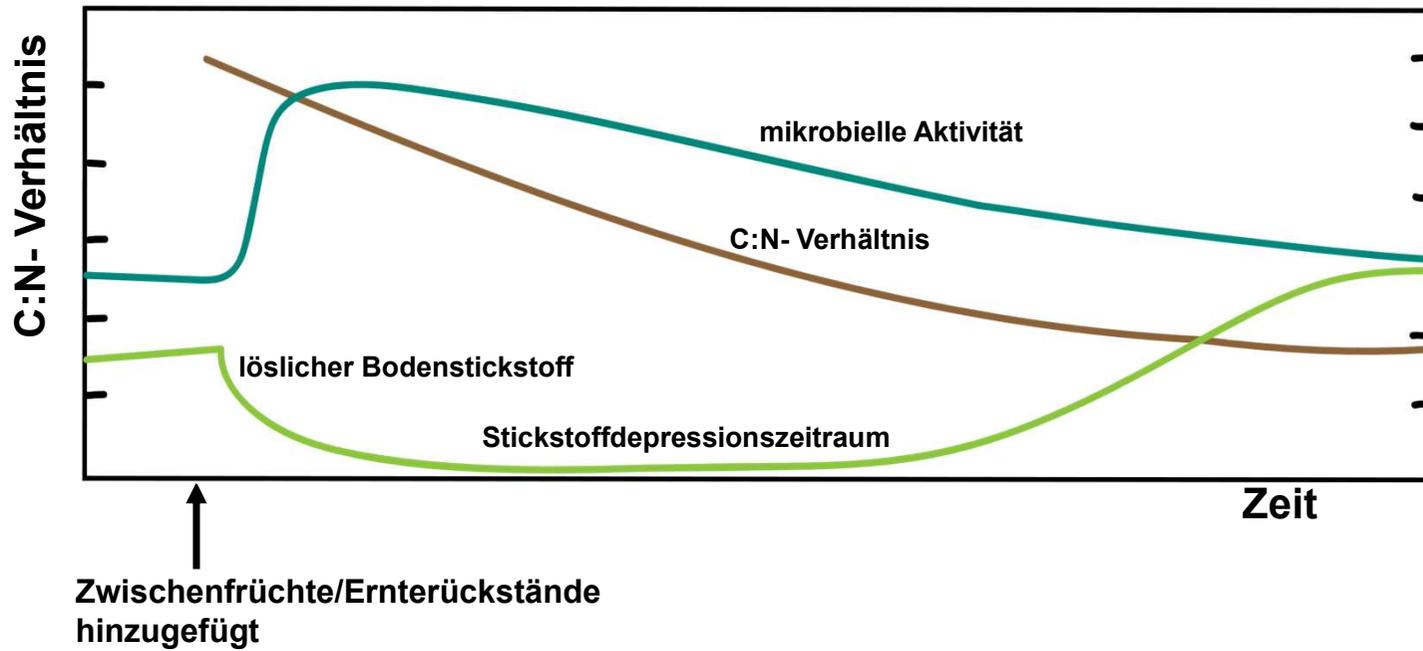
Streu mit engen C:N- Verhältnis

Brandy & Weil, 1996, verändert

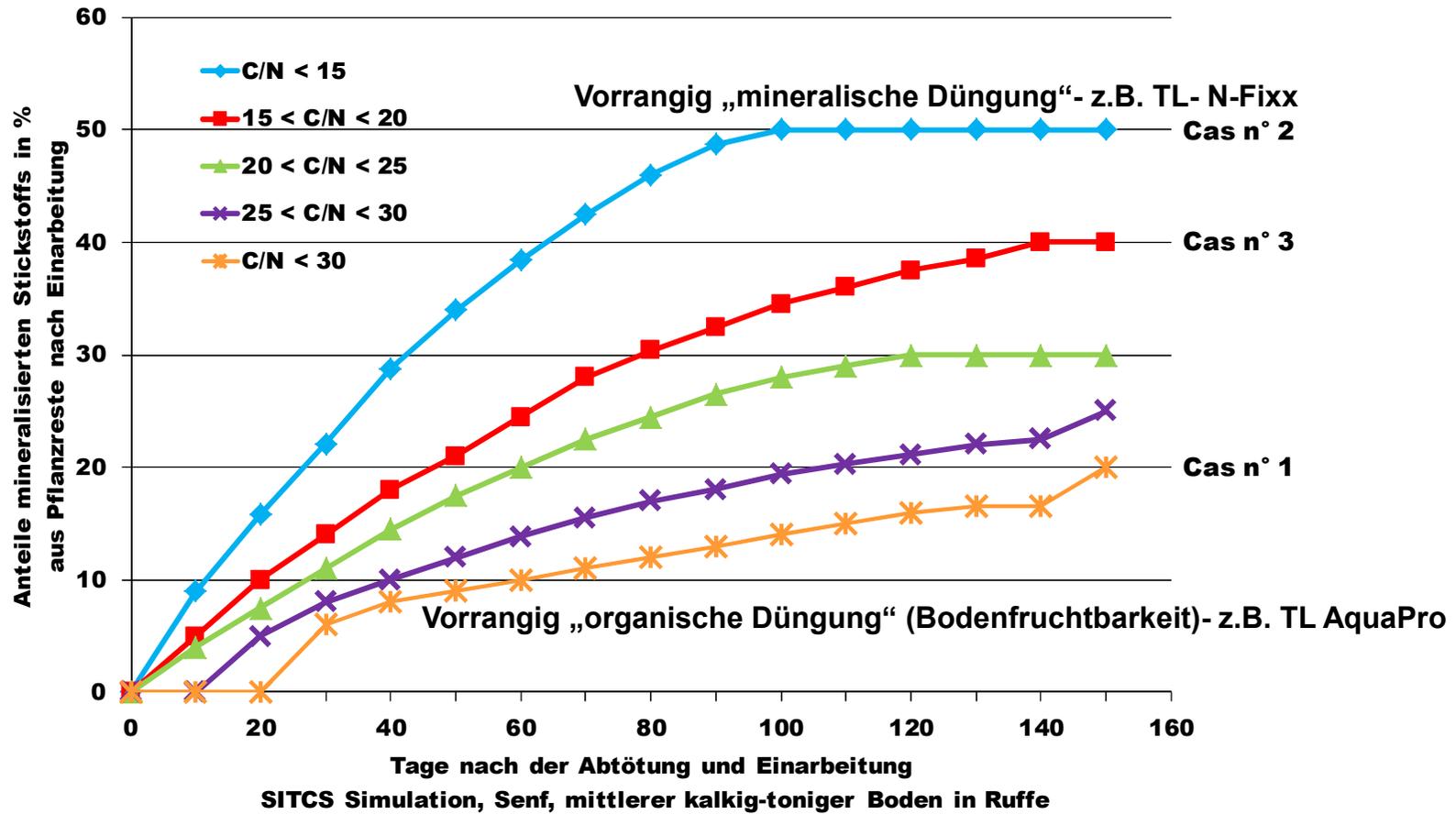


Streu mit weiten C:N- Verhältnis

Brandy & Weil, 1996, verändert



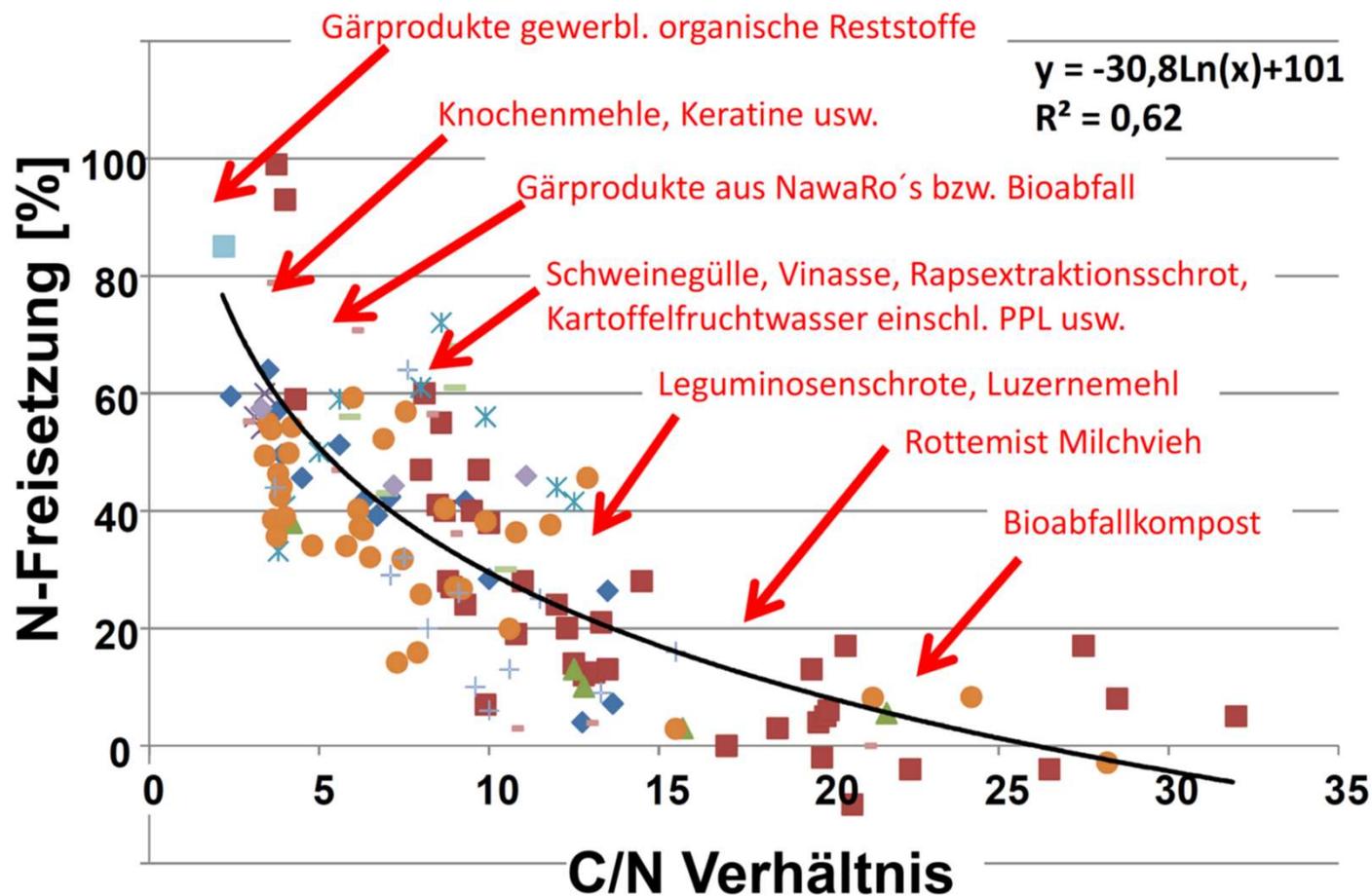
Stickstoffumverteilung in Abhängigkeit zum C/N-Verhältnis



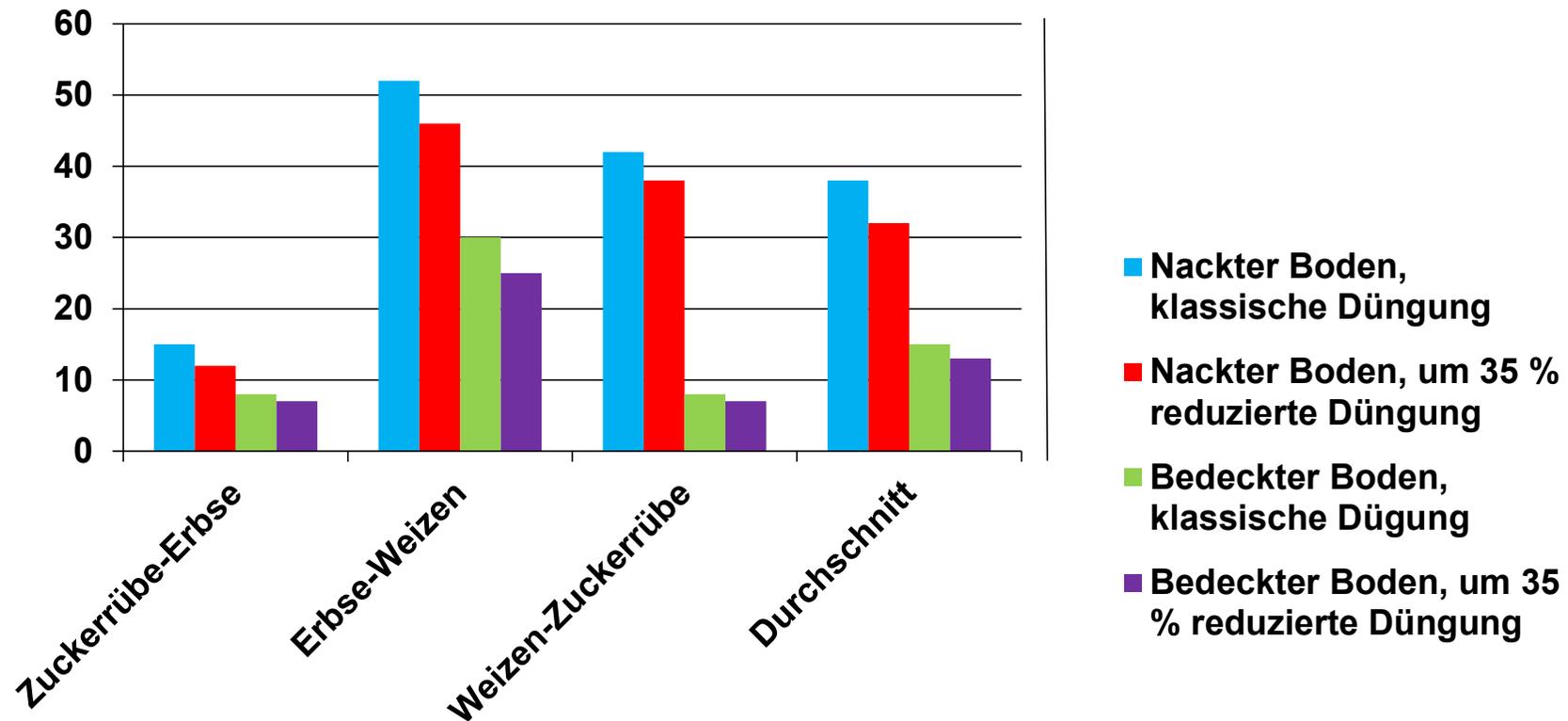
Quelle: F. Thomas, 2013



Statistische Beziehung zw. C/N org. DM und N-Freisetzung im Jahr der Anwendung, KTBL 2014



Stickstoffverlust in kg/ha pro Jahr



Quelle: AREP Thibie, Durchschnitt je 1991-2003



Ertragsentwicklung in Abhängigkeit von Düngungsintensität und Bodenbedeckung

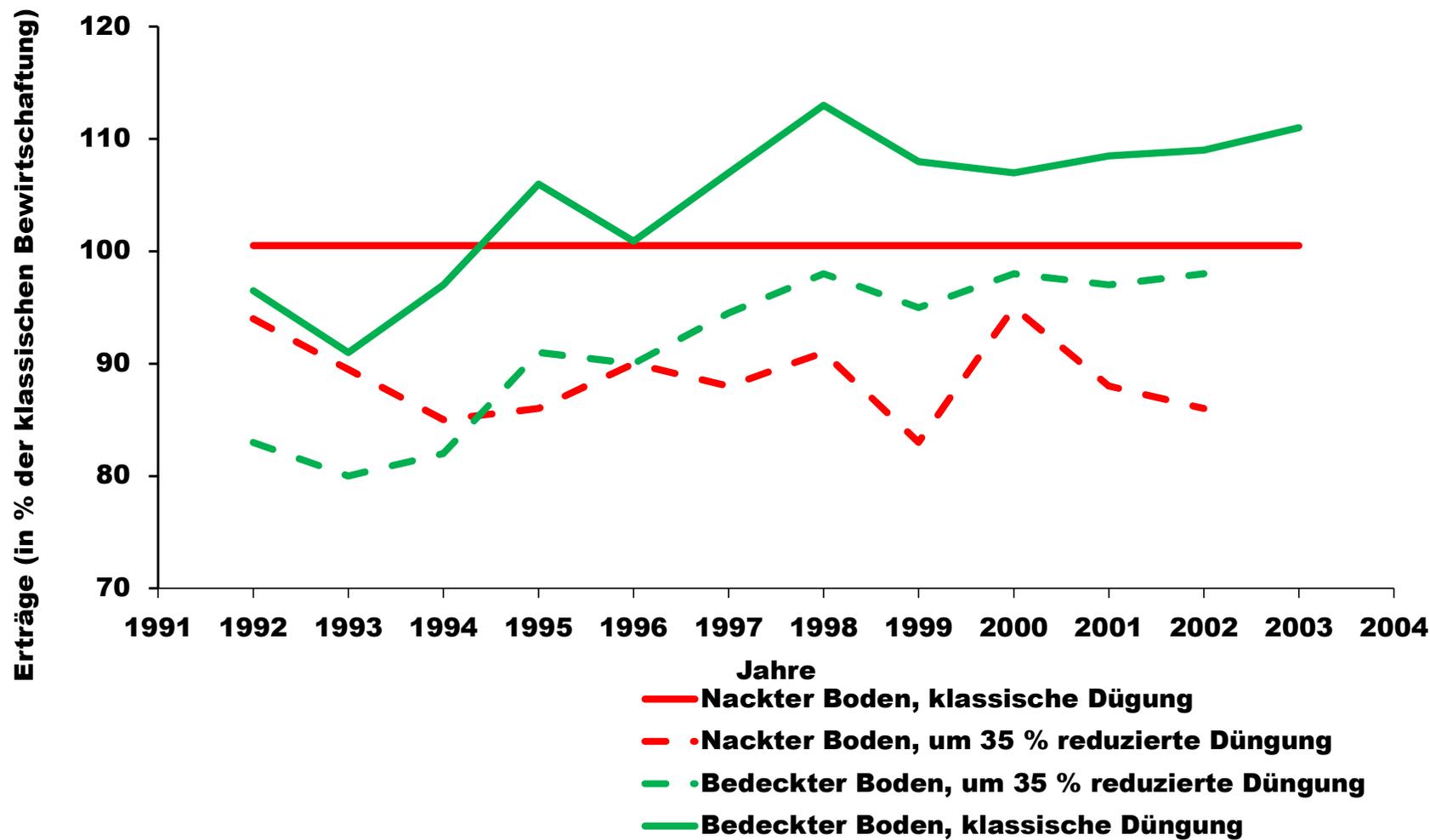


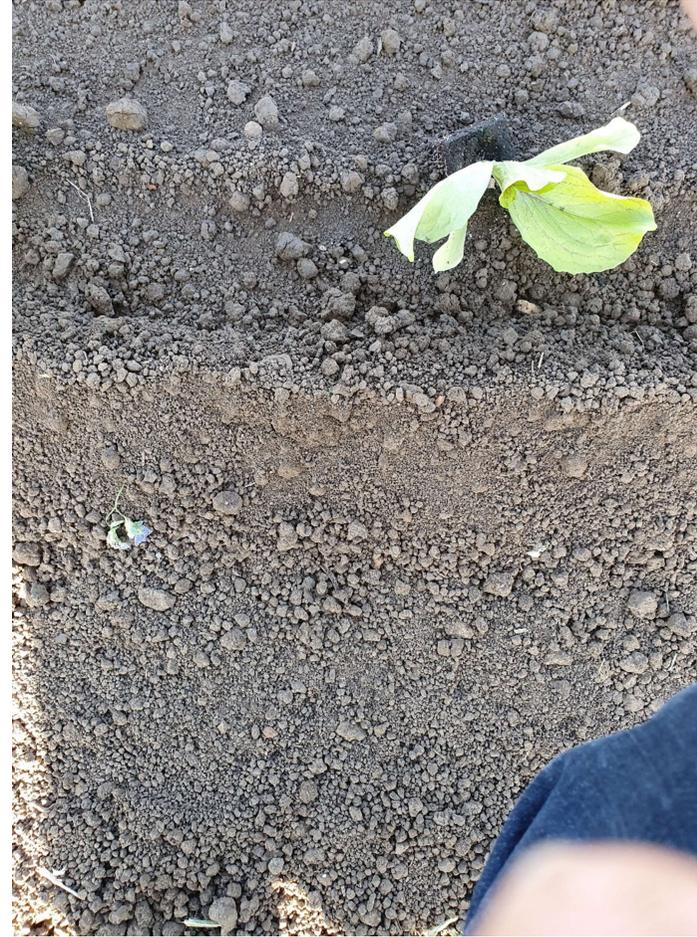


Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de



Zwischenfrucht dient dem Aufbau von Bodenstruktur, beugt Erosion vor, ernährt das Bodenleben und die Folgekultur, unterdrückt Unkräuter u.v.m.



Fotos: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de





Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de





Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de





Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de





Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de





Fotos: Christoph Felgentreu





www.ig-gesunder-boden.de



Dinkel ohne Pflug und Drillmaschine



Wellness für Schweine



Fotos: Christoph Felgentreu

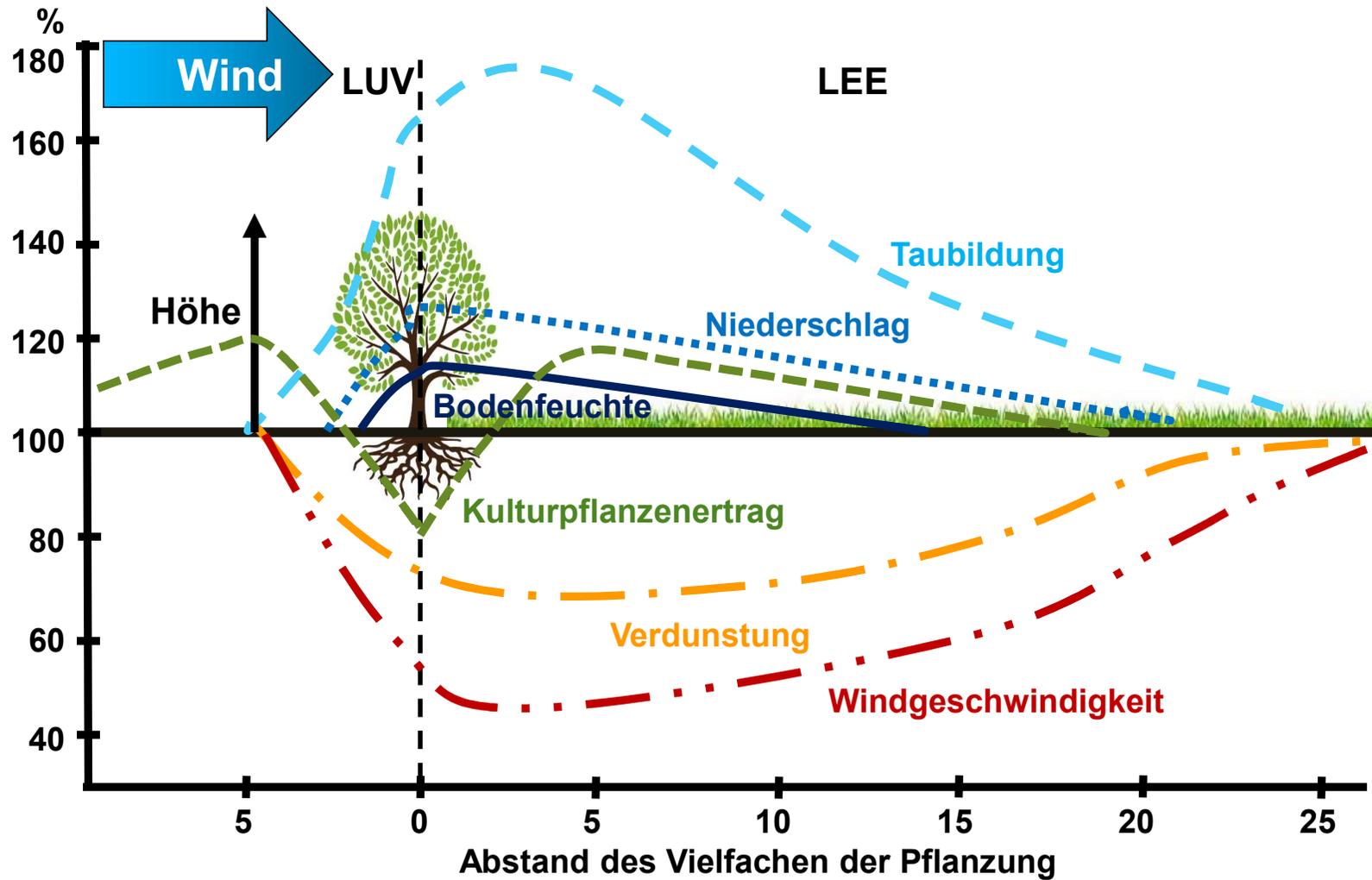




Billede af svedjeagerbrug fra Olaus Magnus
1555, bind 3, side 39



Windschutzstreifen- Einfluss auf Mikroklima und Ertrag



Konturbewirtschaftung, Keyline-System, Reliefbewirtschaftung



Gemeinschaftsprojekt Langzeitstudie zum Thema „Biodiversitäts- Exploratorien“ ,12.02.2016

Langzeitstudien ermöglichen Effekte auf die Stabilität von Ökosystemen
längerfristig zu untersuchen.

An der Studie waren beteiligt:

- TU München
- TU Darmstadt
- Universität Ulm
- Universität Bern
- Universität Wien
- Universität Münster



Unterschiedliche Artenentwicklung sorgt für stabiles Ökosystem

Asynchronie ist entscheidender als Diversität!







www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





Benetzungshemmung- Hydrophobie

Es ist unerlässlich, Benetzungshemmung und ihre Wechselwirkungen zu kennen und die Boden-Wasser-Interaktion zu verstehen!

Aus folgendem Grund:

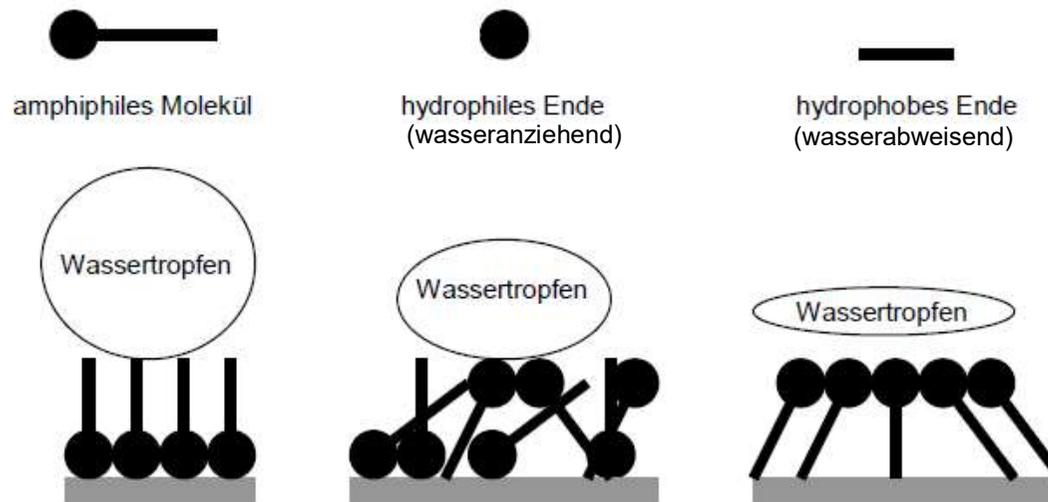


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

Alle Moleküle der Huminsäuren arbeiten gleich. Sie besitzen ein hydrophobes und ein hydrophiles Ende, das in der Lage ist sich unter bestimmten Bedingungen zu drehen.

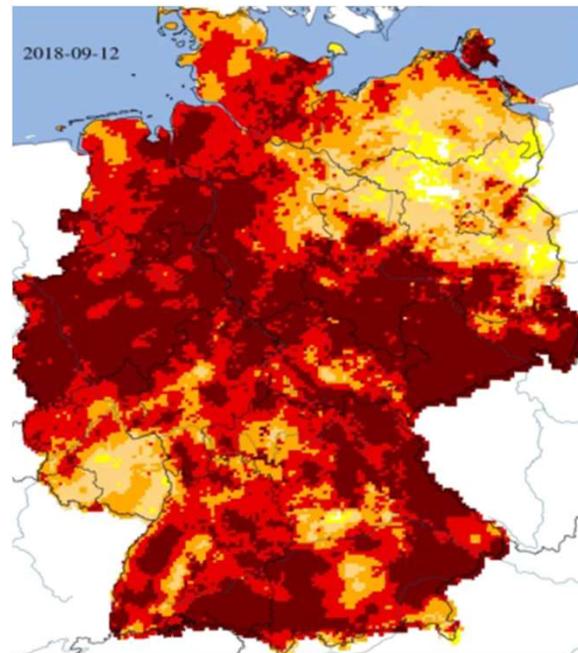


Benetzungshemmung

- tritt auf bei abnehmender Bodenwassergehalten
- Trocknungstemperatur von Bedeutung
 - Steigende Temperaturen führen zur Verstärkung der Benetzungshemmung
- zwischen 43°bis 70°Celsius ist der Effekt nachgewiesen*
*(Crockford et al. (1991, 43°), Garcia et al. (2005, 60°), Ritsema und Dekker (1998, 70°)



12.09.2018!



Die Temperatur hat Einfluss auf die Benetzungshemmung



11.30
Uhr

14.00.Uhr



Einfluss auf die Benetzungshemmung

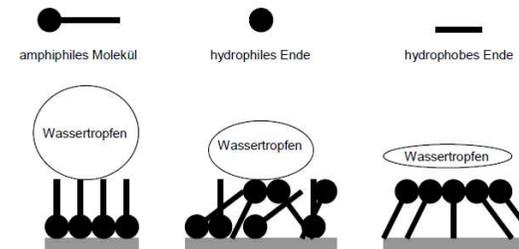
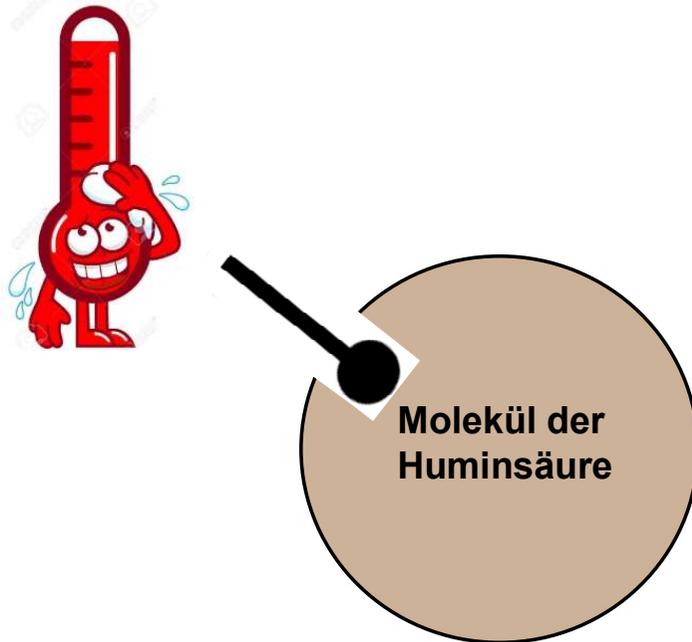


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

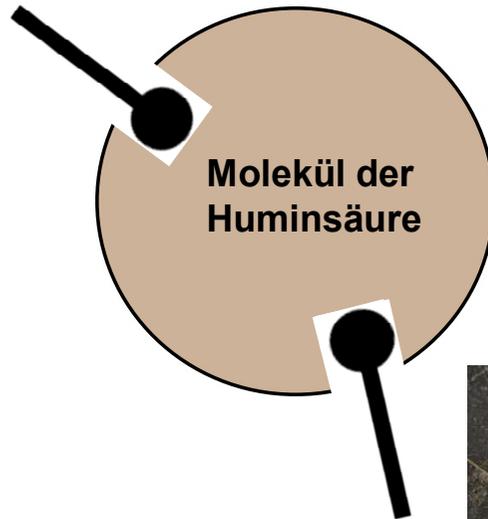


links 8°C kaltes Wasser
rechts warmes Wasser >70°C

Mitte kaputter Boden 40°C
Klumpen= gesunder Boden



Einfluss auf die Benetzungshemmung



Molekül der Huminsäure

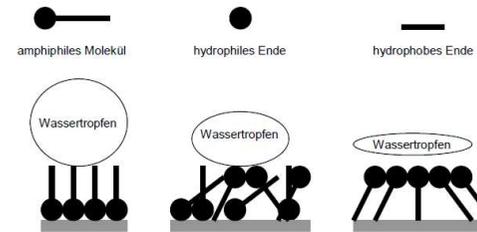


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)



Benetzungshemmung

- Das Auftreten von Huminsäuren und von Huminsäuren in Kombination mit Fe³⁺-Komplexen bei niedrigen pH-Werten führt zu einer **BENETZUNGSHEMMUNG** !

Sorptionskomplex	CEC pot [mmolc/kg]	99		pot mittel sorptionsstark
	CEC akt [mmolc/kg]	36		akt sorptionschwach
	Basensättigung [BS % CECpot]	36		Gefahr Versauerung
	Ca am Magnet [%CECpot]	30,2		sehr niedrig
	Mg am Magnet [%CECpot]	3,8		sehr niedrig
	K am Magnet [%CECpot]	1,9		niedrig
	Na am Magnet [%CECpot]	0,5		günstig
	Al am Magnet [%CECpot]	0,0		günstig
	NH ₄ N am Magnet [%CECpot]	0,1		günstig
	Fe am Magnet [%CECpot]	0,0		günstig
	Mn am Magnet [%CECpot]	0,0		günstig
	H am Magnet [%CECpot]	0,0		aktuelle Säure gering
	pot.Säure am Magnet [%CECpot]	63,5		sehr hoch



Nach der Maisernte 2010 Zu nass, zu schwere Maschinen!



Quelle: Ehrhardt, LWK-NRW

www.ig-gesunder-boden.de



Einfluss auf die Benetzungshemmung

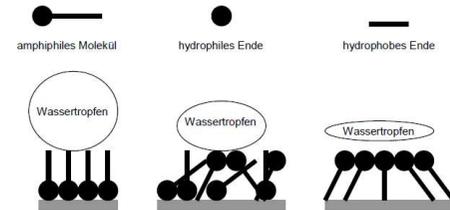
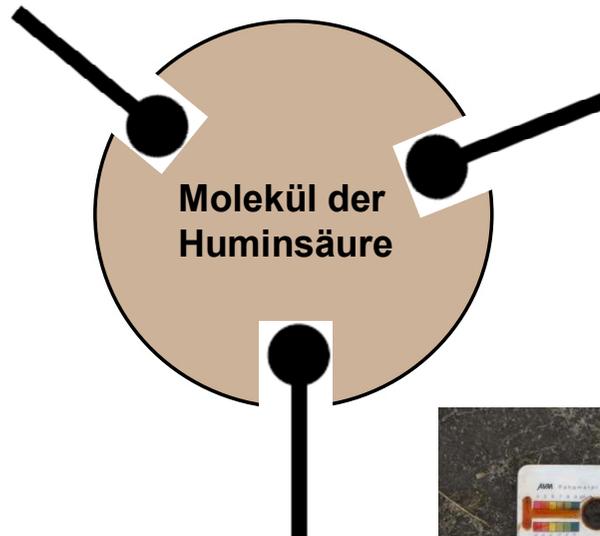
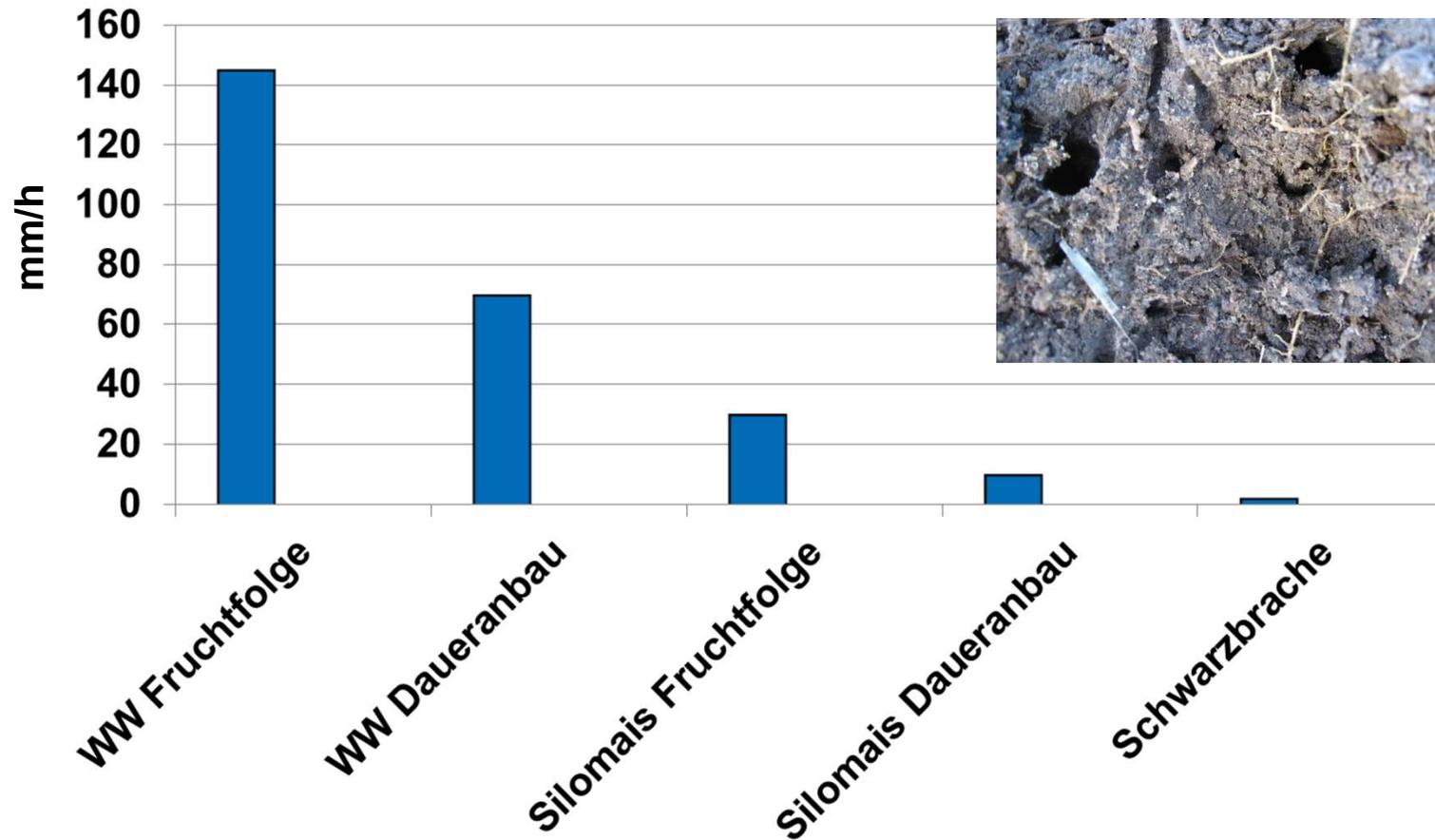


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

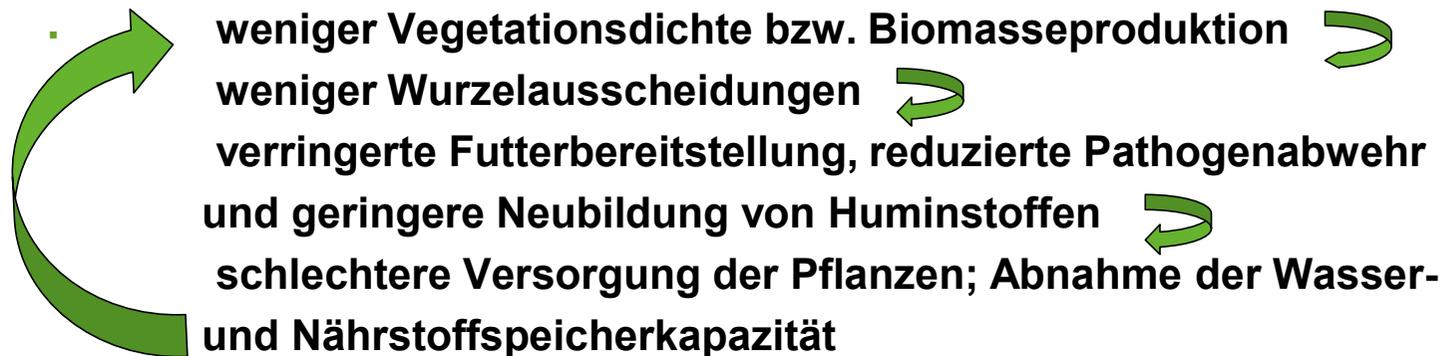


Infiltration in Abhängigkeit von der Fruchtfolge, Capriel Bayr. LfL, 2007



Was folgt daraus?

- **Abnahme der Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität**
 - vor allem auf sandigen Böden
- **das bedeutet- die Bodenproduktivität verringert sich**
- **Faktoren verstärken sich gegenseitig- Kaskade der Degradation:**



“Wer seine Wurzeln nicht kennt, kann nicht weiter wachsen!“

Friedensreich Hundertwasser



**Vielen Dank für`s Zuhören
und immer schön neugierig bleiben !**





www.ig-gesunder-boden.de



**Der Weg ist das Ziel!
Bauern lernen, befassen sich mit ihrem Boden, sammeln
Erfahrungen und tauschen diese aus**



Foto: Christoph Felgentreu



"Wer als Werkzeug nur einen Hammer hat, sieht in jedem Problem einen Nagel." Paul Watzlawick



BODENFRUCHTBARKEIT + KLIMAWANDEL

Erwärmung
1,5-4°C
+40 Vegetations-tage

KLIMAWANDEL

Nieder-schlag

Wassermangel vermindert Photosynthese

- GRÜNLAND-NUTZUNG
- WALDBAU
- OST + WEST
- 2 HAUPTKULTUR

20km/h

Zwischenfrüchte



BODEN-FLURNEHT ATMOSPÄRISCH-KOINTELL

Boden-temperatur steigt

Vergg d. Wasserspeicher

10cm Tiefe = 25mm Wasserspeicher

Humus aufbau
1% Humus = 15mm Wassersp.
Regenwurm-köhren
20-30 Juche

„Wasser muss in der Region bleiben!“

WASSERKREISLAUF

43°C

Humus hält Wasser nicht mehr

„Boden ist keine Fläche, sondern ein Körper!“

Ein gesunder Boden ist...



Erosion

Verdichtung

Gehemmte Infiltration

Verschlämung

Versauerung

Überdüngung

BODENFRUCHTBARKEIT

$H_+ = 0,00001$

ph = 5

ENTNAHME

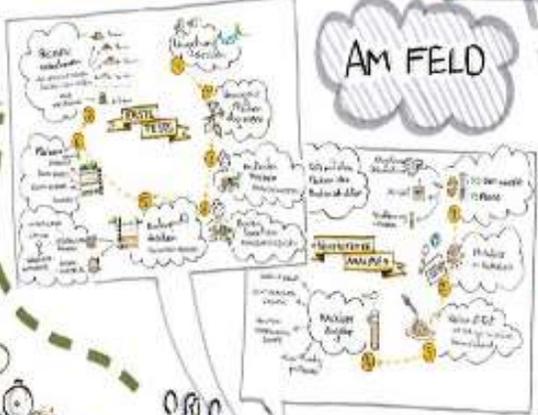
Abgrenzen homogener Flächen

Grobes aussortieren

gerug Menge

alles ausfüllen!

AM FELD



ANALYSE

- VOLLNAGES
- LK
- Pottman
- Balken
- BLGG
- Kansey
- Euro Analyse
- Fraktio-nierte Analyse

1 HEKTAR
30cm Tiefe

Bodenatmung

30%

Das CO₂ NIMMT DIE PFLANZE ÜBER DEN BODEN AUF

VOLUMEN
3000m³

POREN-VOLUMEN
1000m³

GEWICHT
4500t

Nährstoff ANFORDER
2,500kg Kalium
750kg

Humus
90t

Hans Unterwiesing

www.boendeeklogis.com

www.ROBERTSIX.COM

Robert Six



Zukunftstraining für Landwirte

Das Training wird gemeinsam von der IG-gesunder-Boden und der ÖWA Ökologischen Wissensakademie durchgeführt. Christoph Felgentreu und Dietmar Spriwald werden Sie durch das Training begleiten.

Dietmar Spriwald ist Wirtschaftswissenschaftler und Gründer der Ökologischen Wissensakademie (ÖWA). Er hat lange im Management internationaler Unternehmen gearbeitet. Seit vielen Jahren vermarktet er landwirtschaftliche Produkte.

Falls Sie noch Fragen zu dem Training haben können Sie uns erreichen unter: post@oewa.org oder unter Tel.: 040 82242596

<https://www.oewa.org/training/>



Danke für Ihr Interesse!



www.ig-gesunder-boden.de



Viel Erfolg!



www.ig-gesunder-boden.de



Foto: C. Felgentreu



**Interessen-
gemeinschaft
gesunder
Boden**

Weitere Informationen

www.ig-gesunder-boden.de

Bodentag 2021

<https://www.ig-gesunder-boden.de/Veranstaltungen/bodentag2021>

