

Humus- das schwarze Gold



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

www.ig-gesunder-boden.de



Interessengemeinschaft gesunder Boden



GESUNDER BODEN • GESUNDE PFLANZEN • GESUNDHEIT FÜR TIER UND MENSCH

Wo wir sind:



www.ig-gesunder-boden.de



Mitgliederstruktur



Landwirte (konv./bio.)

Unternehmen

Wasserzweckverbände

Privatpersonen

Organisationen

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

Institutionen

Tierärzte/Ärzte

Bioverbände

Boden- und Pflanzenspezialisten

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

Dr. Stephan Hügel, 2022 „Die Mineralienwende“



Humus- das schwarze Gold



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

www.ig-gesunder-boden.de



AM ANFANG WAR...



www.ig-gesunder-boden.de



DARAUS WURDE...



www.ig-gesunder-boden.de

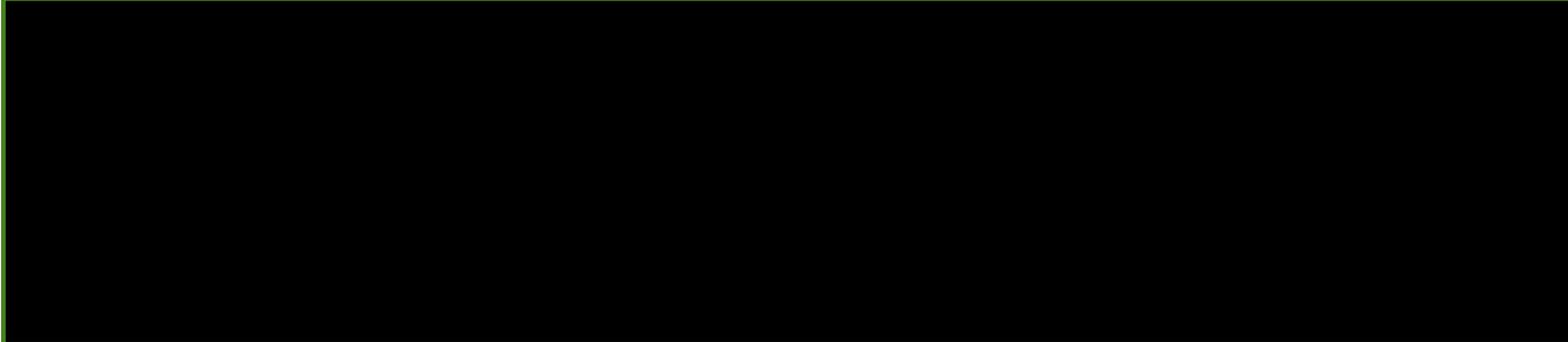


LANDNUTZUNGSÄNDERUNG



www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de





Gemeindealpe 1626m



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-Schützle-Steig zu erreichen.



Bayerischer Wald (Braunerde)

Lage: nordöstlich der Donau
Höhenlage: 500–1450 m
Entstehungszeit: Vor rund 500 Millionen Jahren wurde der Bayerische Wald emporgehoben.
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 frühindustrielle Glashüttenindustrie und seinen Waldschnee.
Nutzung: extensiver Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Tourismus. Der Bayerische Wald beginnt heute dem Kalksteinerbruch 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 Dunggau, 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 weit geschwungeneren Hügel und Täler dieses Kulturraumes erkennen.



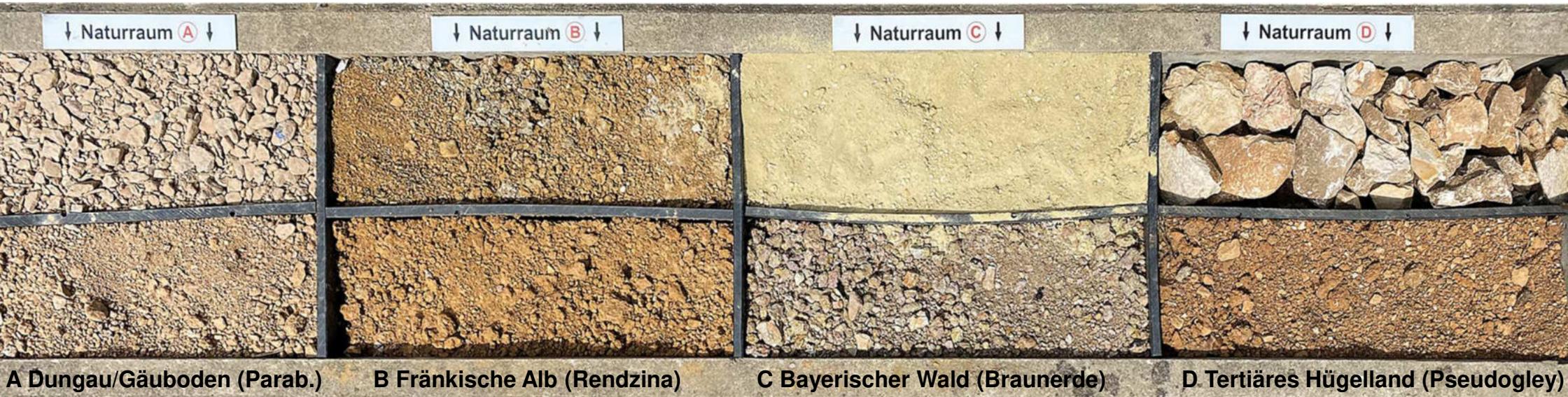
Dunggau / Gäuboden (Parabraunerde)

Lage: südlich von Regensburg
Höhenlage: um 400 m
Entstehungszeit: seit den letzten 2 Millionen Jahren, Quartärzeitliche Sedimente (Schotter und Löss)
Geologie: Regensburger-Strauzinger Becken, tertiäre Anlagerung von quarzitischer Donaugerölle.
Vegetation: Auenwälder und Ackerbau.
Geschichte: Altbekannt seit der Jungsteinzeit vor ca. 7.000 Jahren und Ursprung der ersten Ackerbaubauter Rämme.
Nutzung: intensive Landwirtschaft (Weizen, Mais und Zuckerrübenanbau). Regensburg liegt im nordwestlichen Ende des Dunggaus. Er ist vom Auenbereich in südlicher Richtung zu sehen.

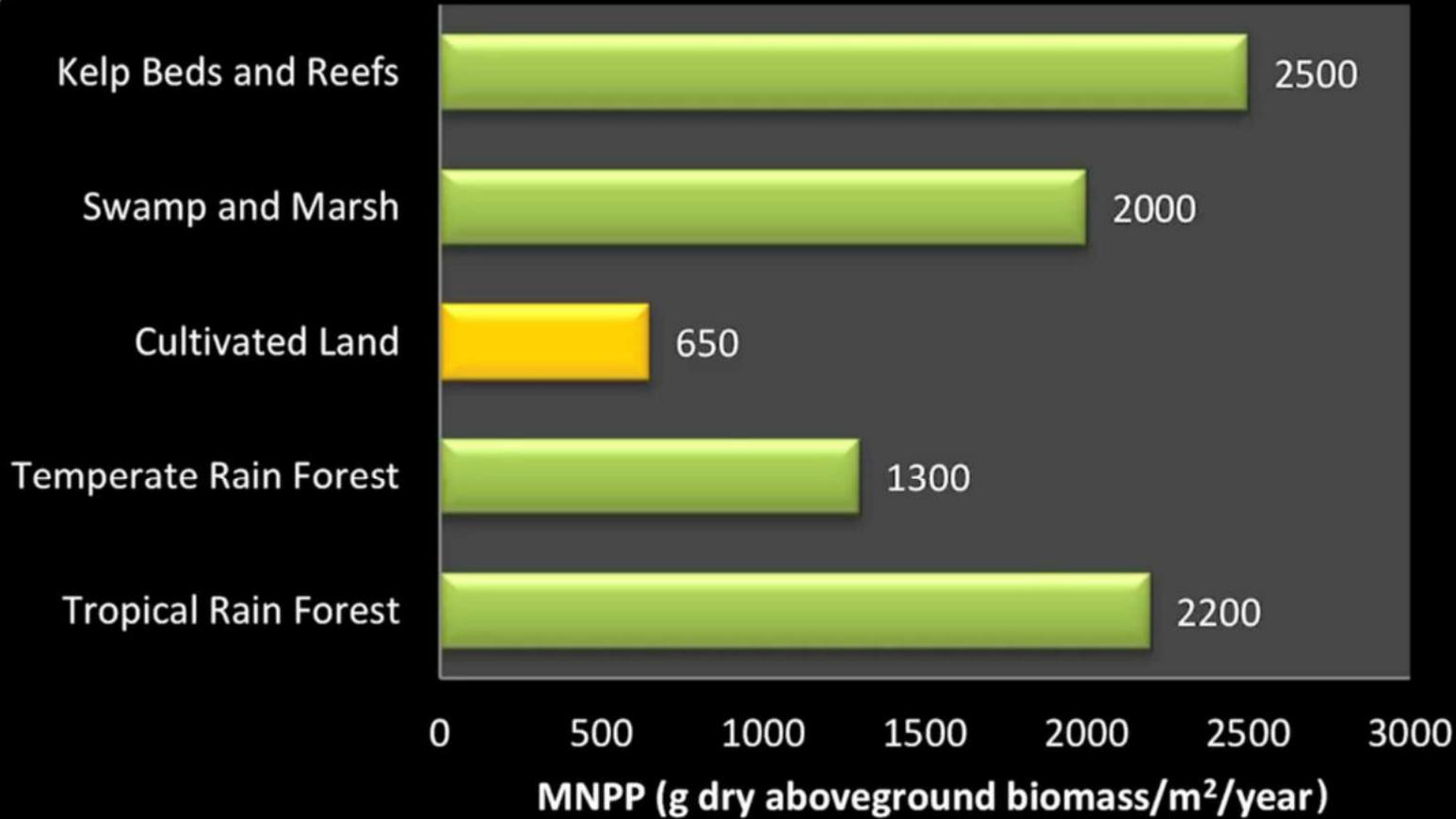


12 WIR STEHEN AUF BODEN!

Interessengemeinschaft gesunder Böden e.V.
 Lorenz-Kreuzstraße 19, 93051 Regensburg
 Telefon 0941-90617-0
www.ig-gesunder-boden.de



Most Productive Ecosystems



Dr. David Johnson,
Molekularbiologie

Whittaker, (1978)

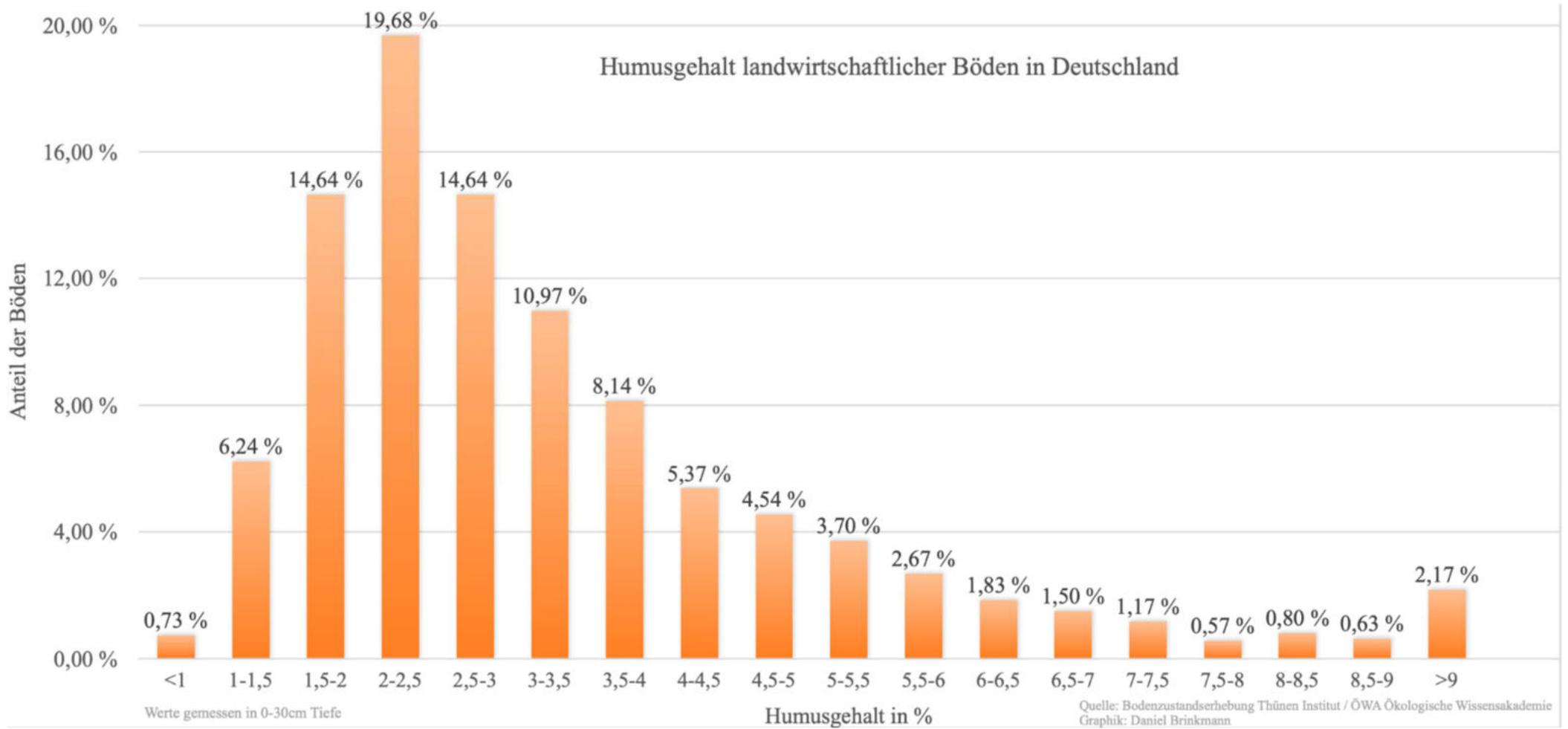


David C. Johnson- NMSU Institute for Sustainable Agricultural Research (ISAR)
davidcjohnson@nmsu.edu

New Mexico State University

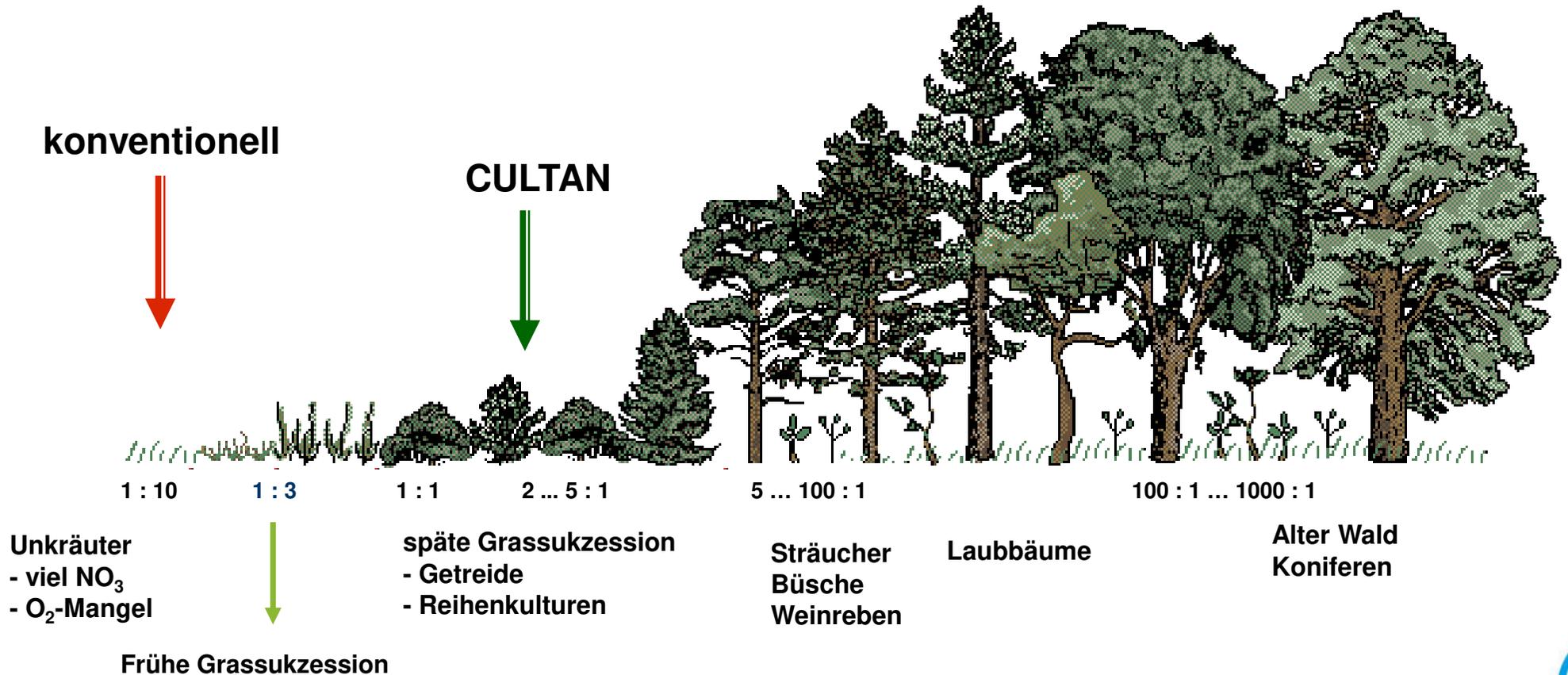


Wo stehen wir?



SUKZESSION (NACHFOLGEN) IM ÖKOSYSTEM PILZE/BAKTERIEN- VERHÄLTNIS

Degradierung   Natürliches Wachstum

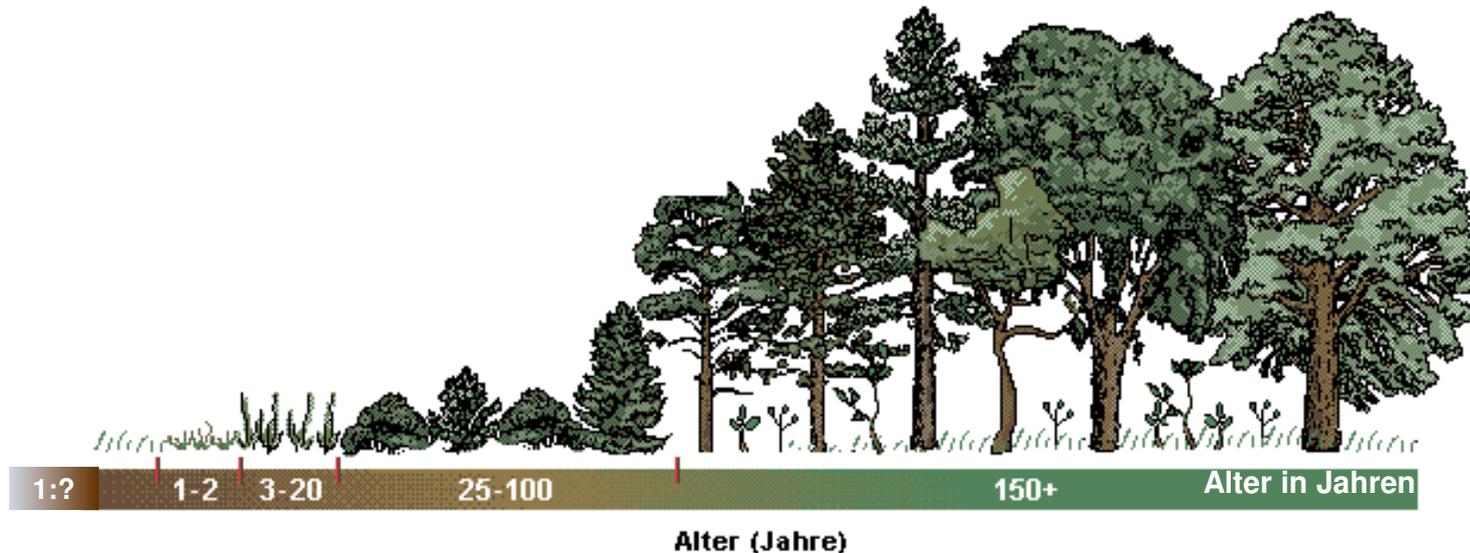




Atmosphäre=> Stickstoff+ CO₂- Quelle(Source)

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

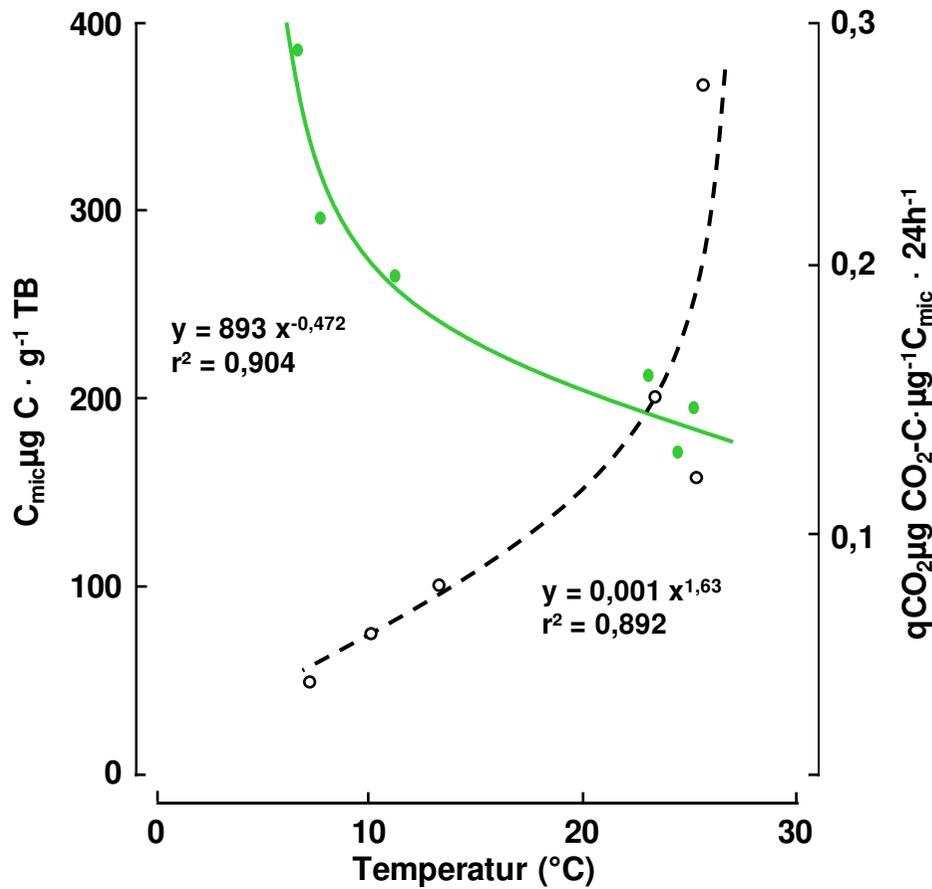
Atmosphäre: Quelle/Senke (CO₂ / NO_x)



Boden=> Stickstoff/Kohlenstoff- Senke(Sink)



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



Vergleich der Bodentemperatur am 26.08.16 bewachsener vs. unbewachsener Boden

Quelle: Alvarez et al. 1995, in Ottow, 2011



**Außentemperatur
im Schatten 14:40**



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



**Bodentemperatur in
1cm Tiefe bewachsen**



**Bodentemperatur in
1cm Tiefe unbewachsen**



Beispiel Brandenburger Niedermoor





Wichtigste Aufgabe- Boden bedecken!



Vor der Rübe TerraLife N-Fixx

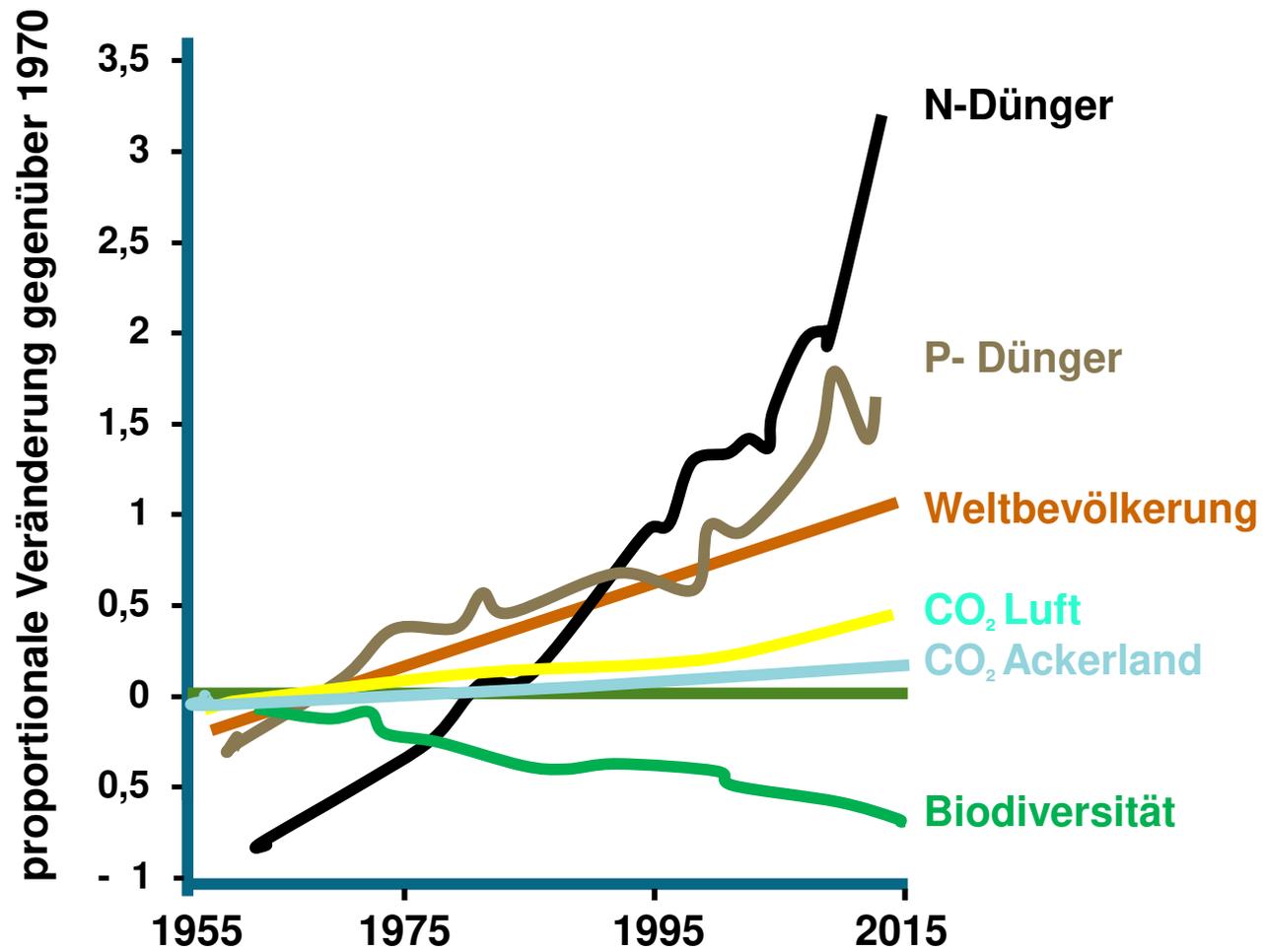
„Greening einfach“



Foto: Haake

17.6.2021 / 13.00 Uhr / 33 Grad



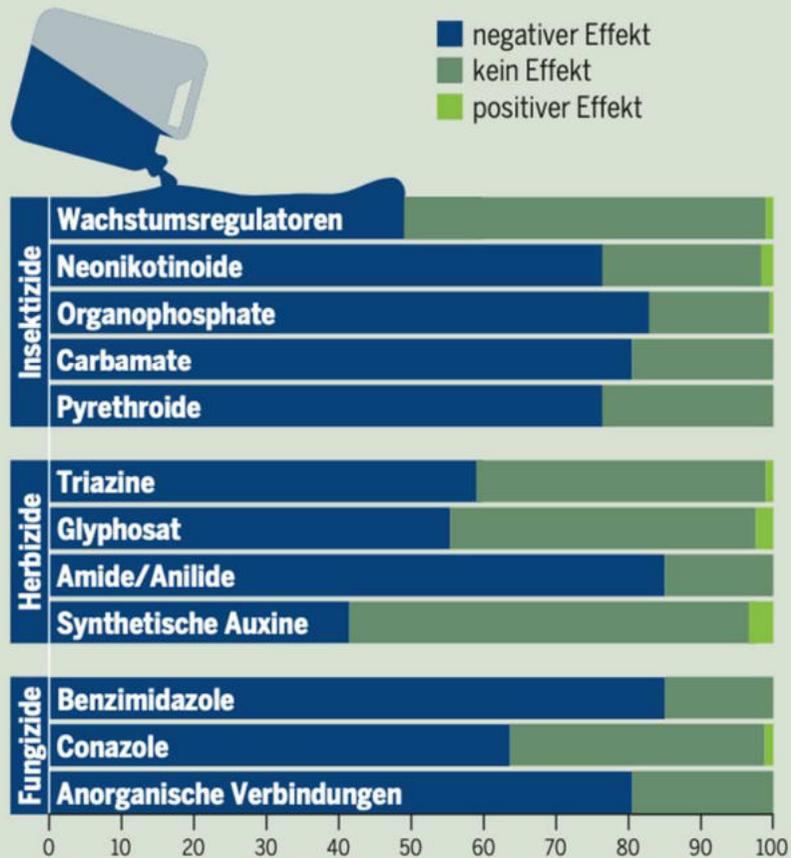


Quelle: David Johnson, 2019



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:

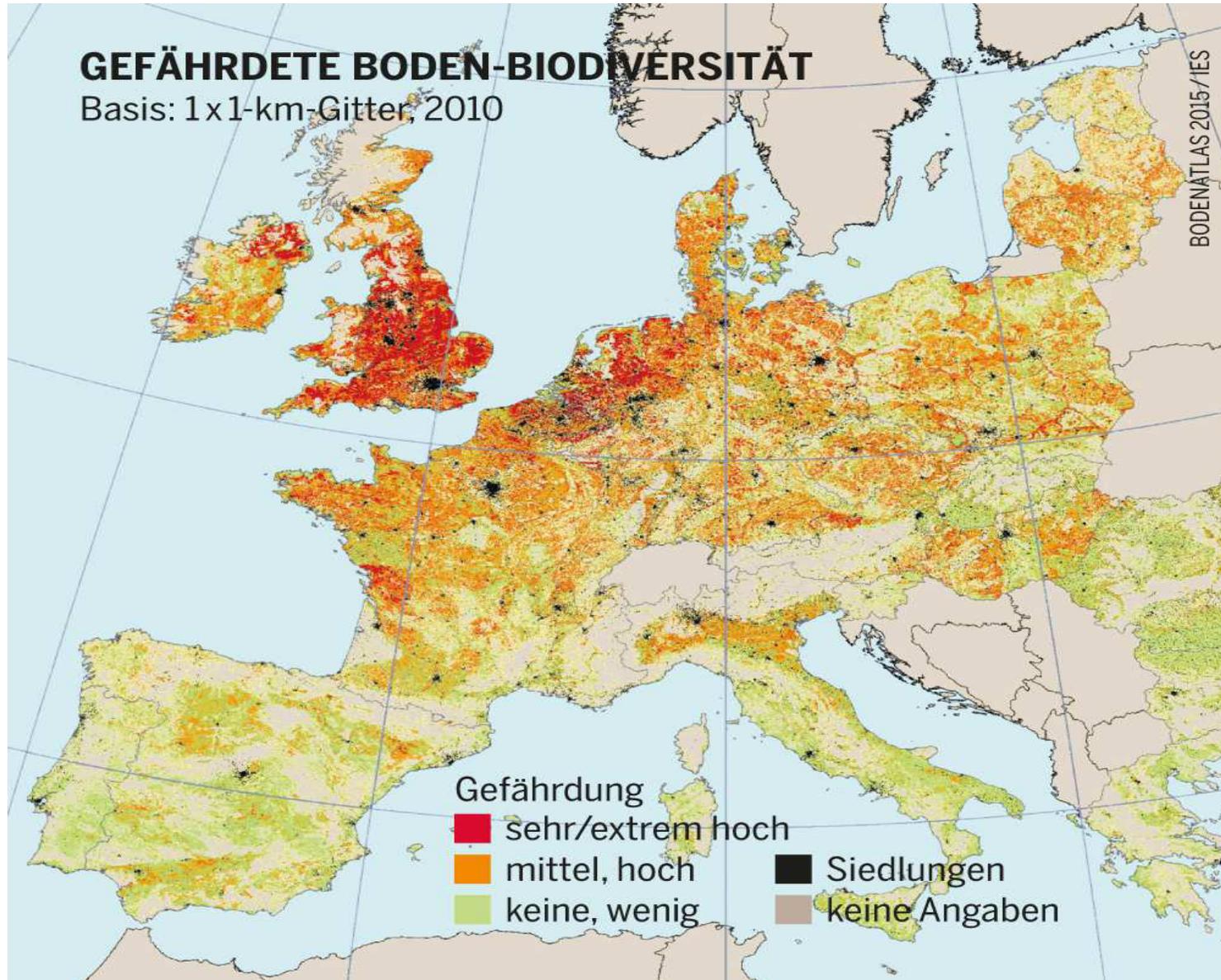
<https://www.boell.de/de/pestizidatlas>

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



GEFÄHRDETE BODEN-BIODIVERSITÄT

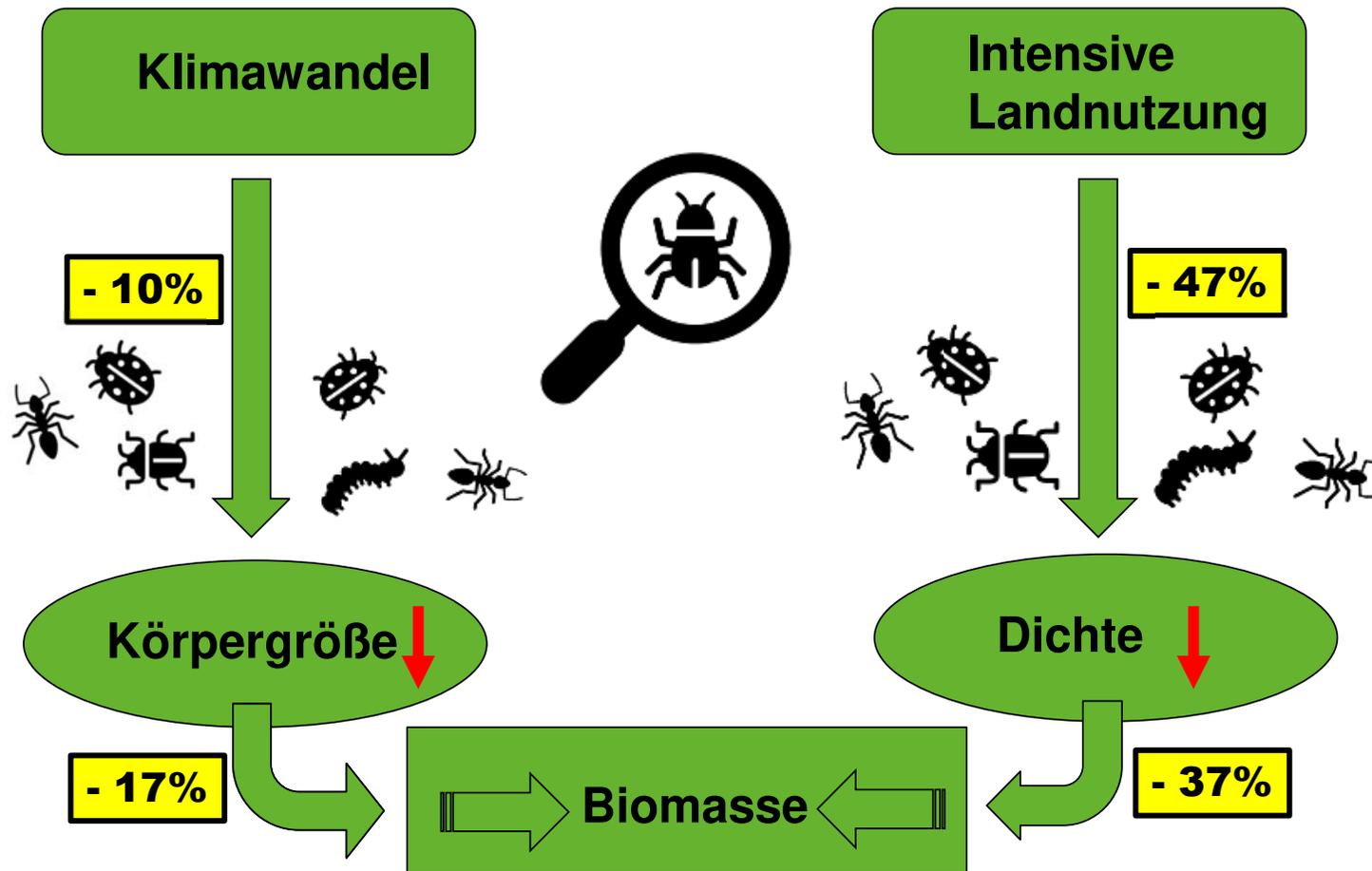
Basis: 1x1-km-Gitter, 2010



www.ig-gesunder-boden.de



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



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

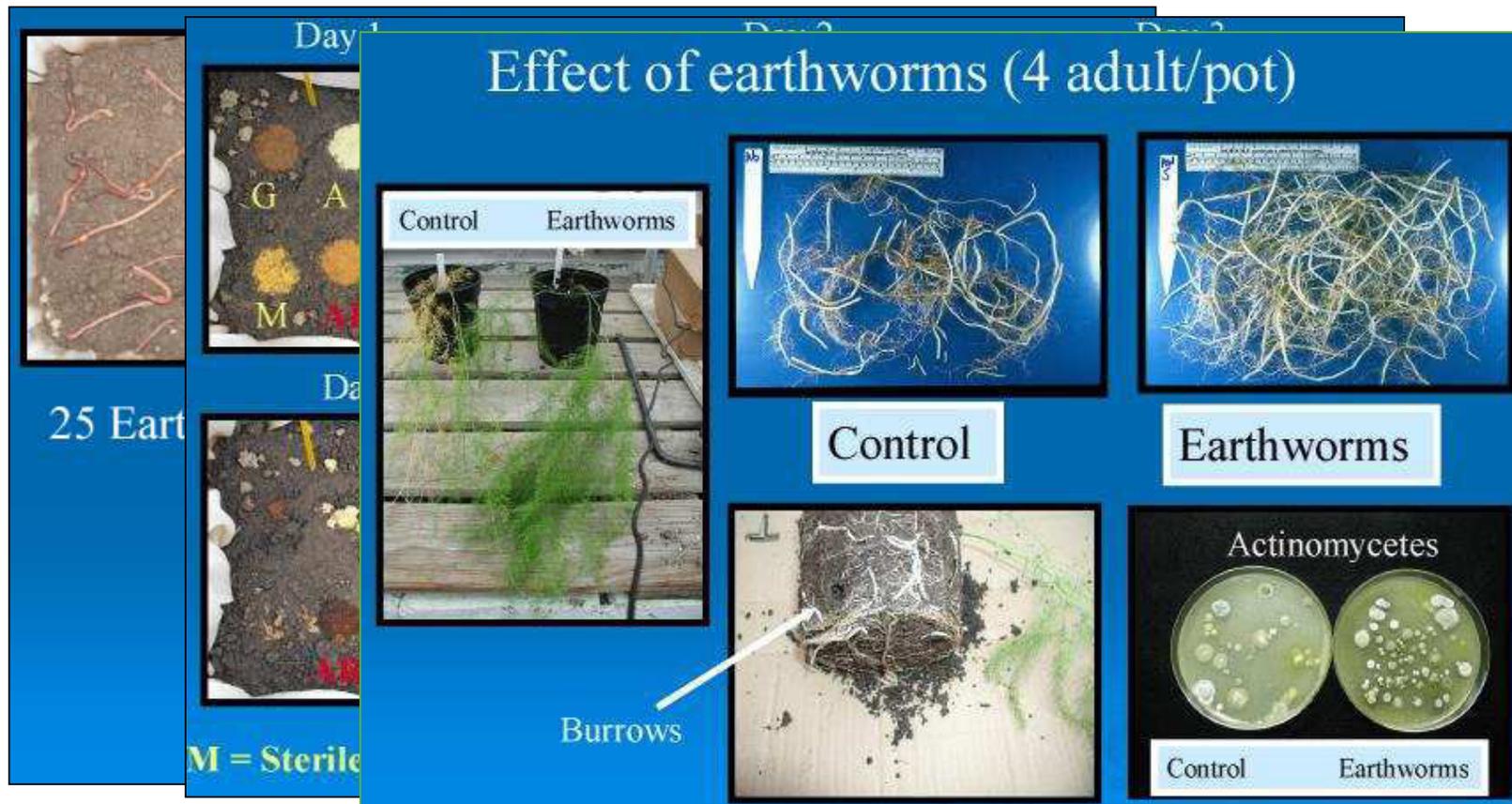


**Nicht der Schädling ist schädlich, sondern
der Schaden den er anrichtet!**



Einfluss von Regenwürmern auf die Wüchsigkeit von Spargel

Versuch von W.H. Elmer, Connecticut Agricultur Experiment Station



Quelle: Elmer 2009



Wege in eine zukunftsfähige Lebensmittelproduktion

- **Umwandlung von Wald und Grünland zu Acker sofort unterbinden**
- **Renaturierung vor allem von Mooren (Schaffen von Feuchtbiotopen)**
- **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



Wo ist das Optimum?



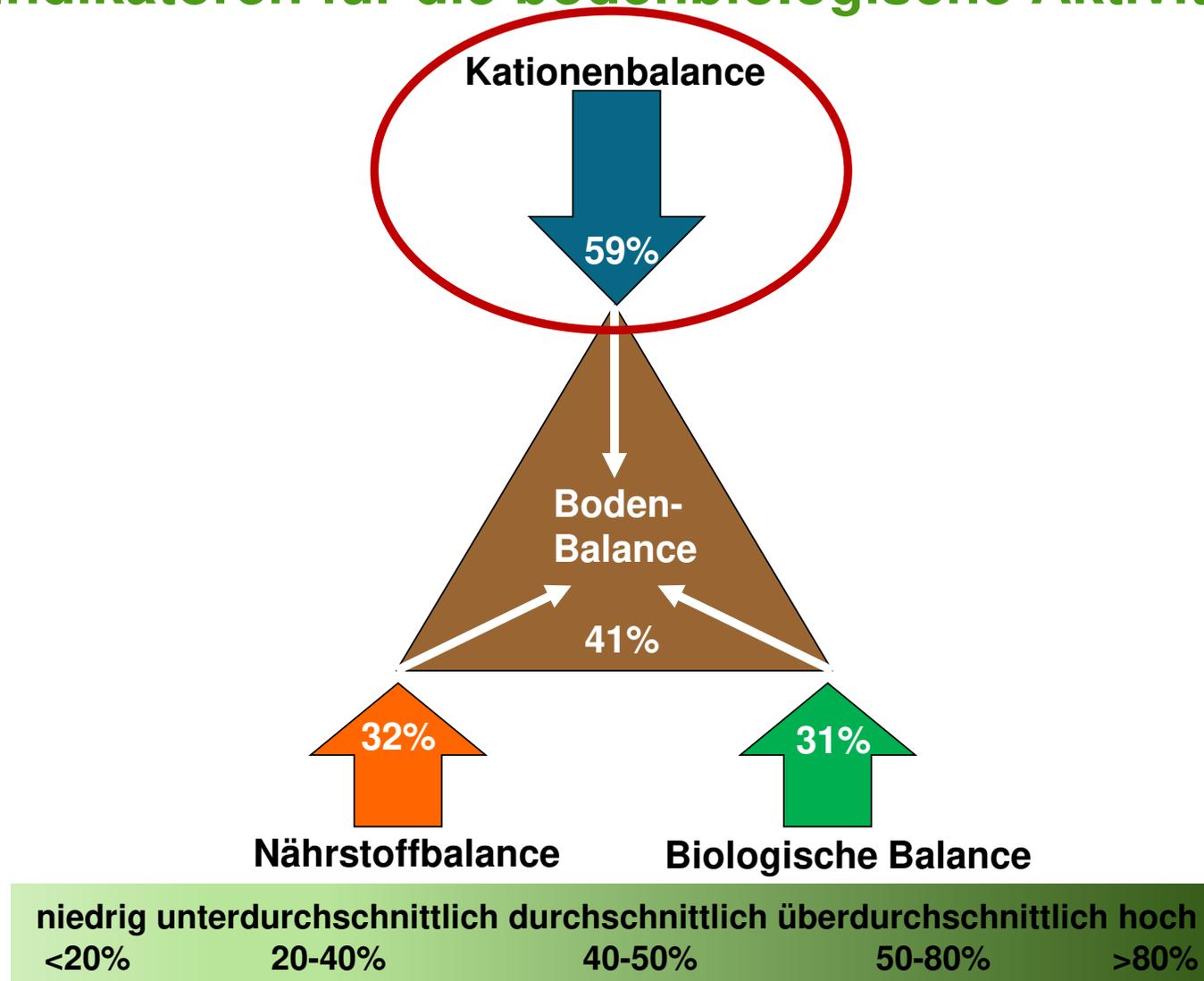
Stalldung streuen nach „Zufallsprinzip“



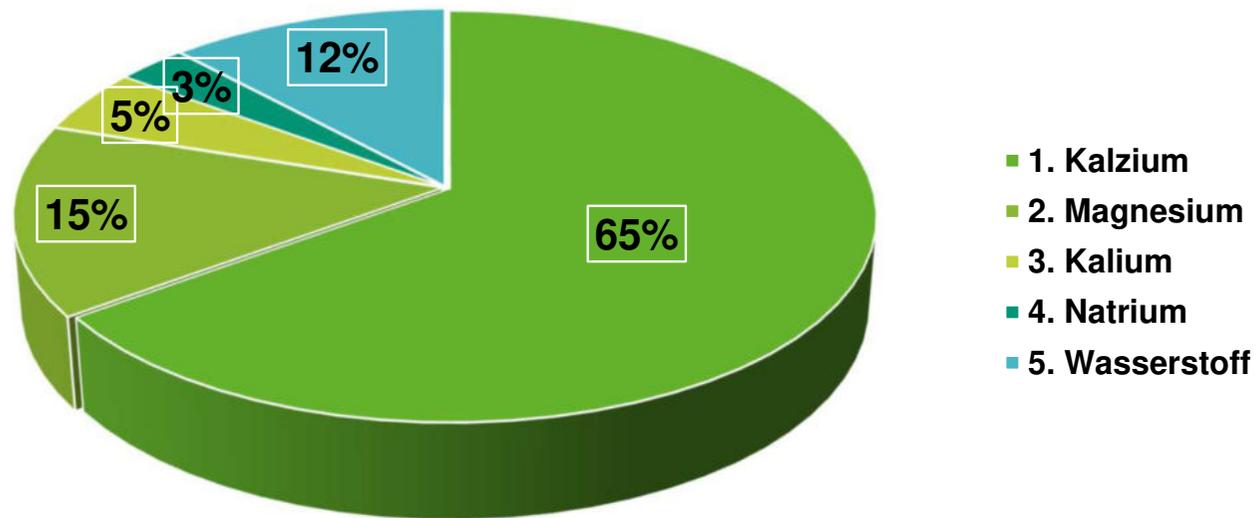
Technologische Streifenkrankheit im 21. Jahrhundert



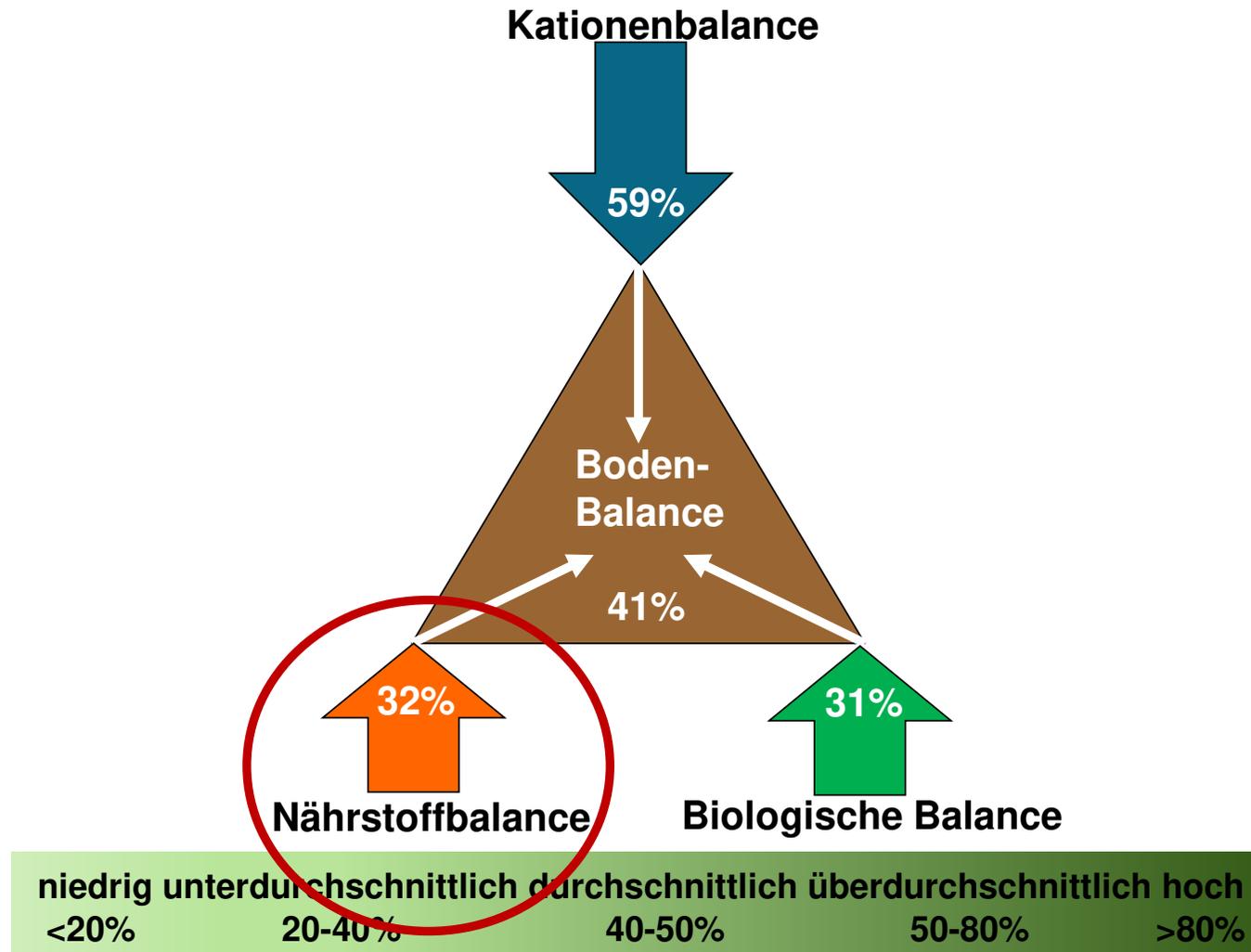
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Anzustrebende Kationenbalance

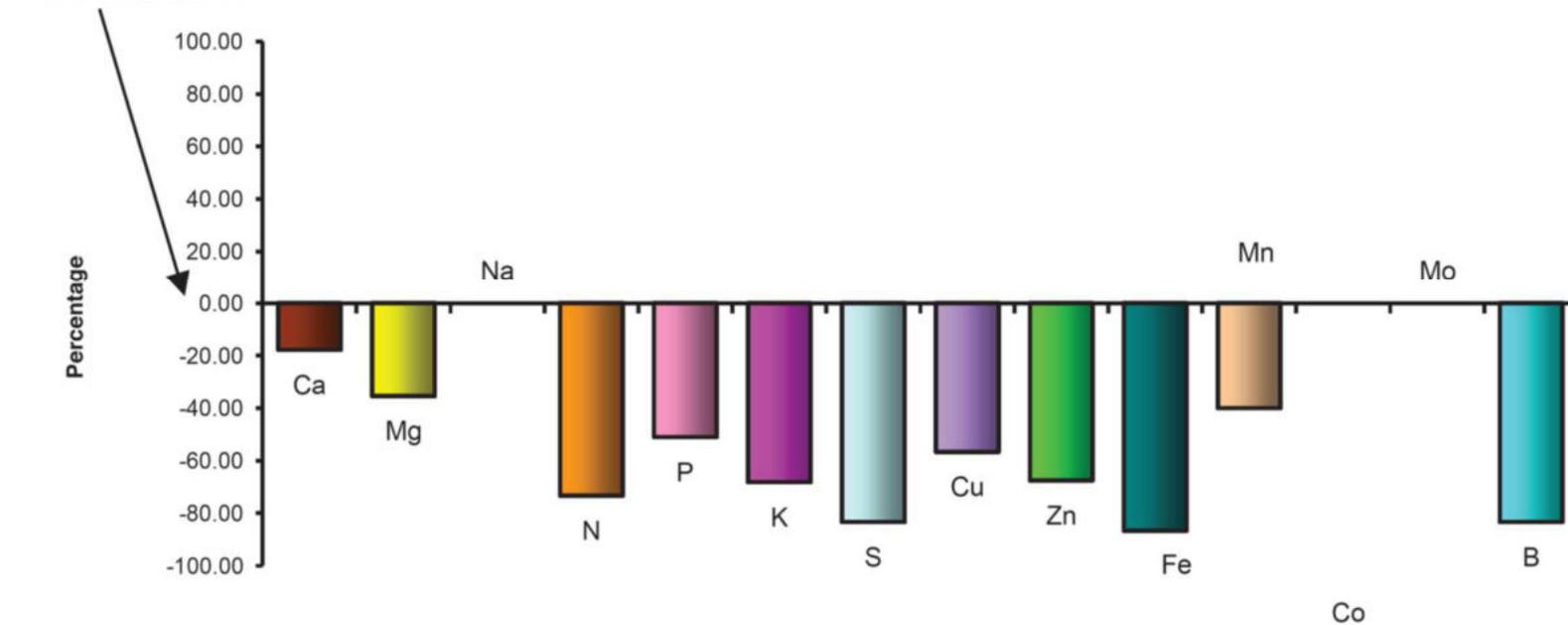


Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität

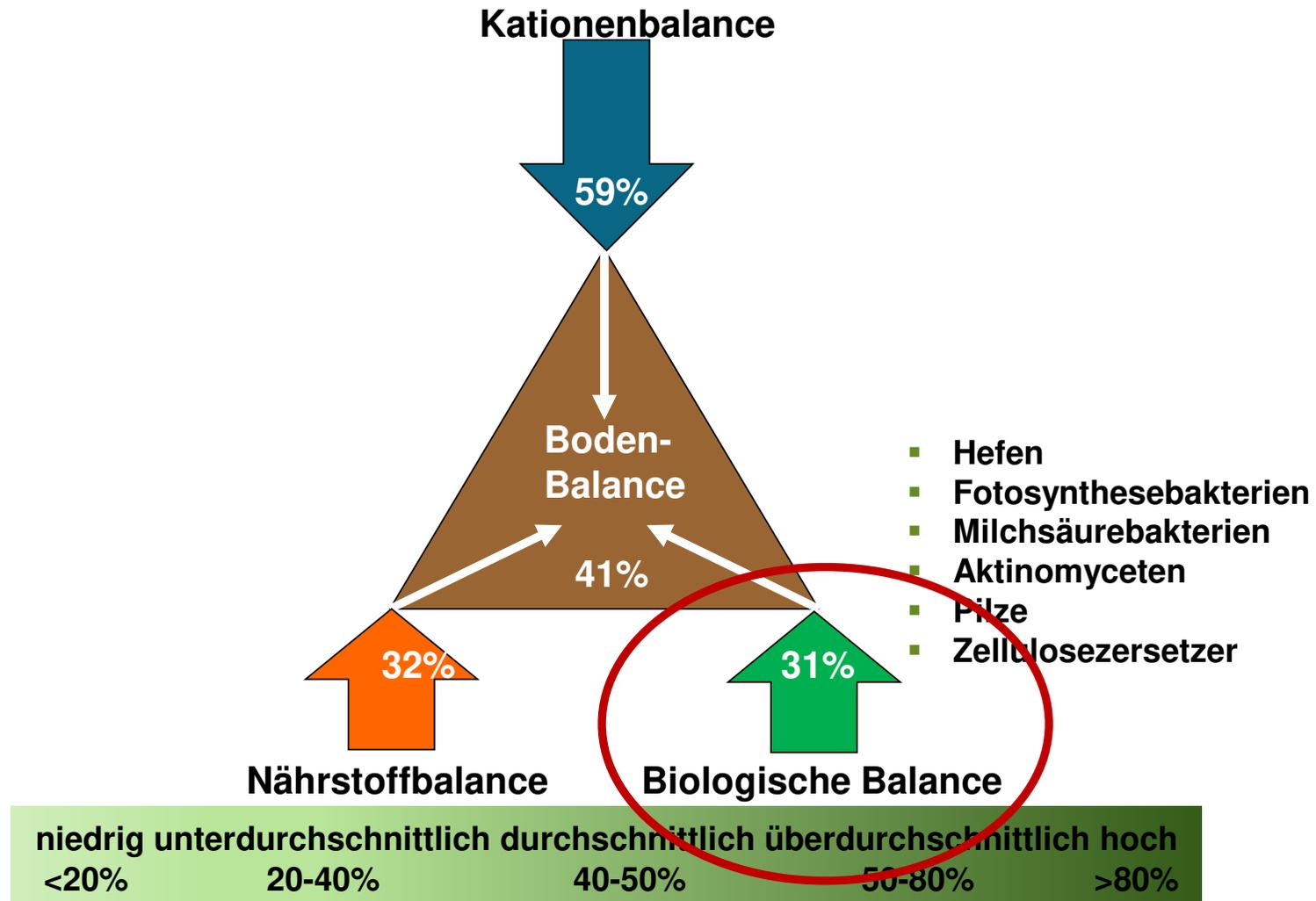


Anzustrebende Nährstoffbalance

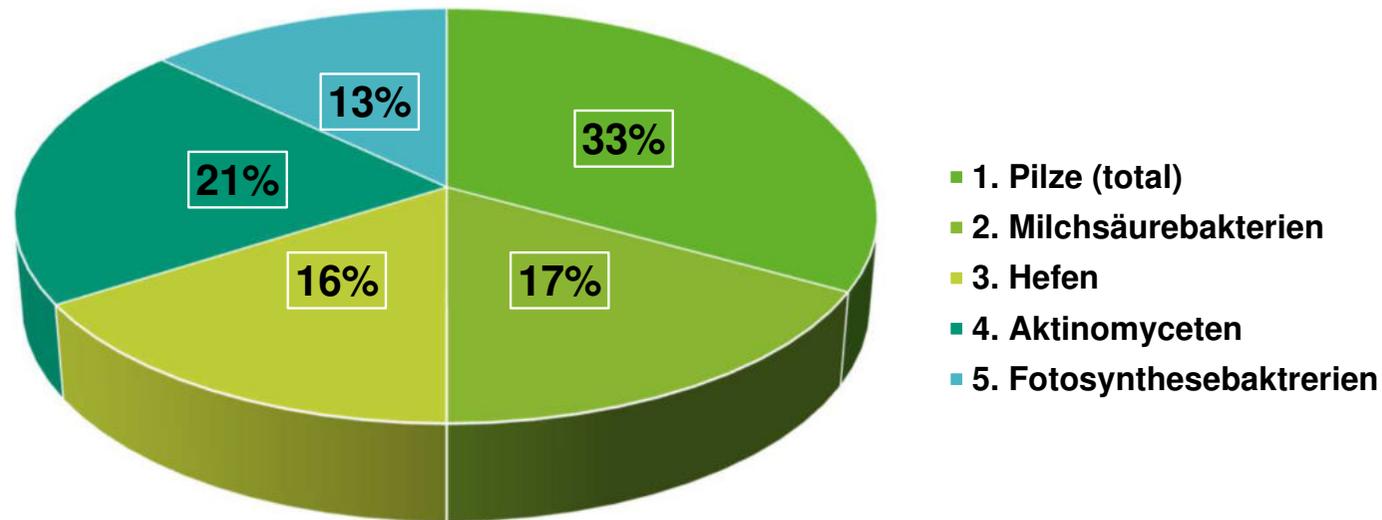
Mangel und Überschuss an verfügbaren Elementen



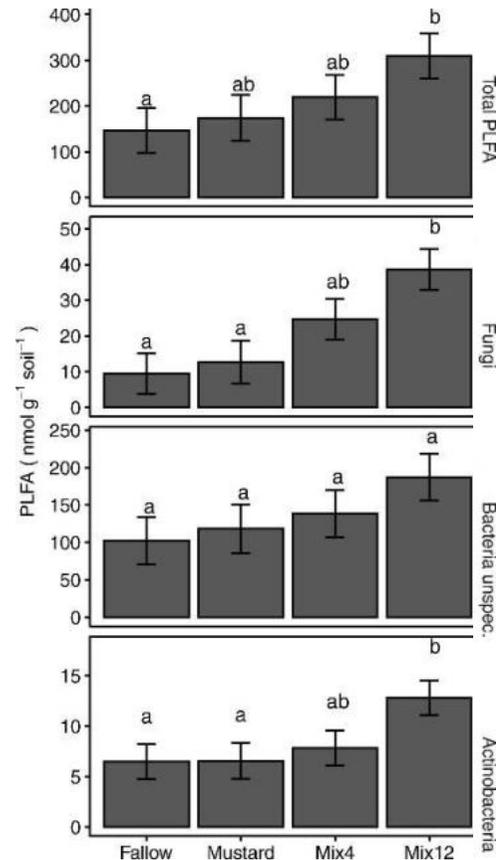
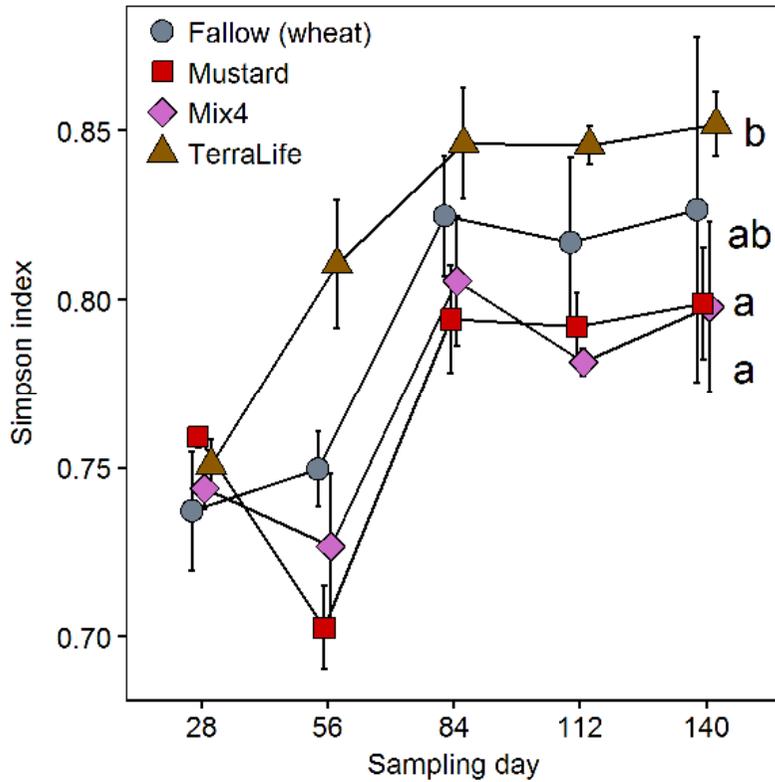
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Anzustrebende aktive mikrobielle Balance



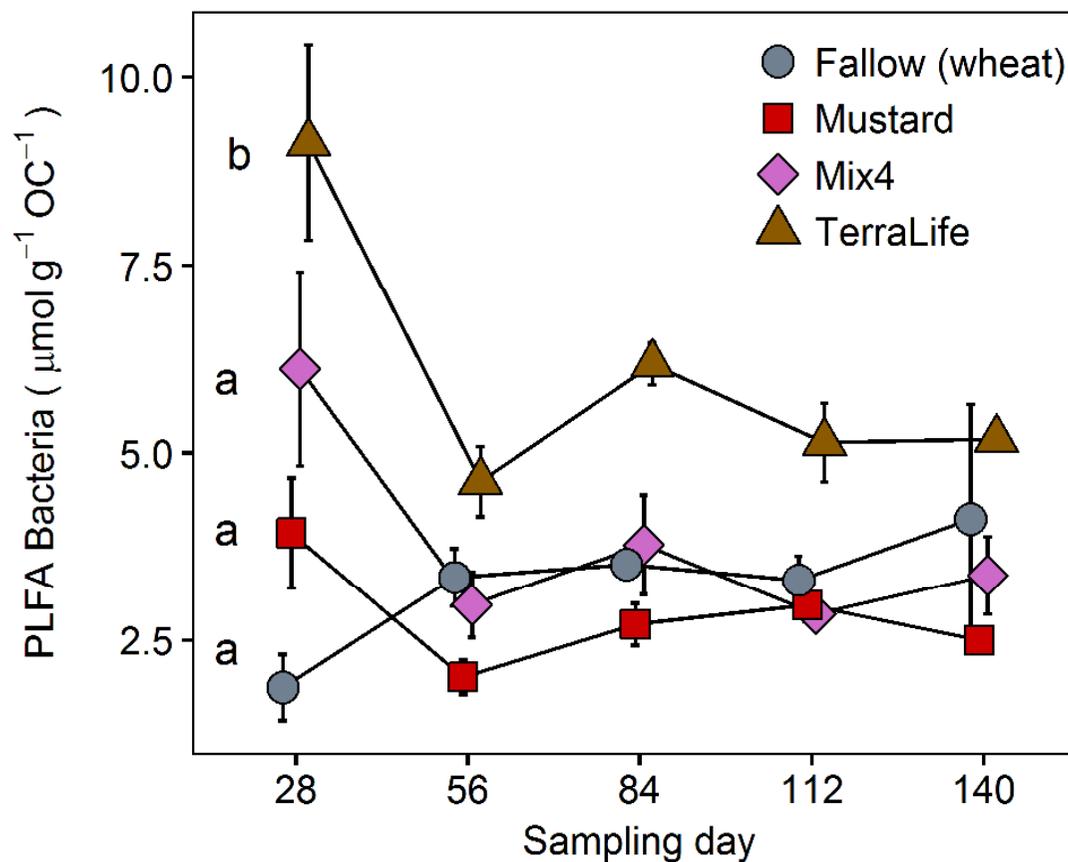
Mikrobielle Diversität im Boden steigt mit zunehmender Diversität der Zwischenfruchtmischungen



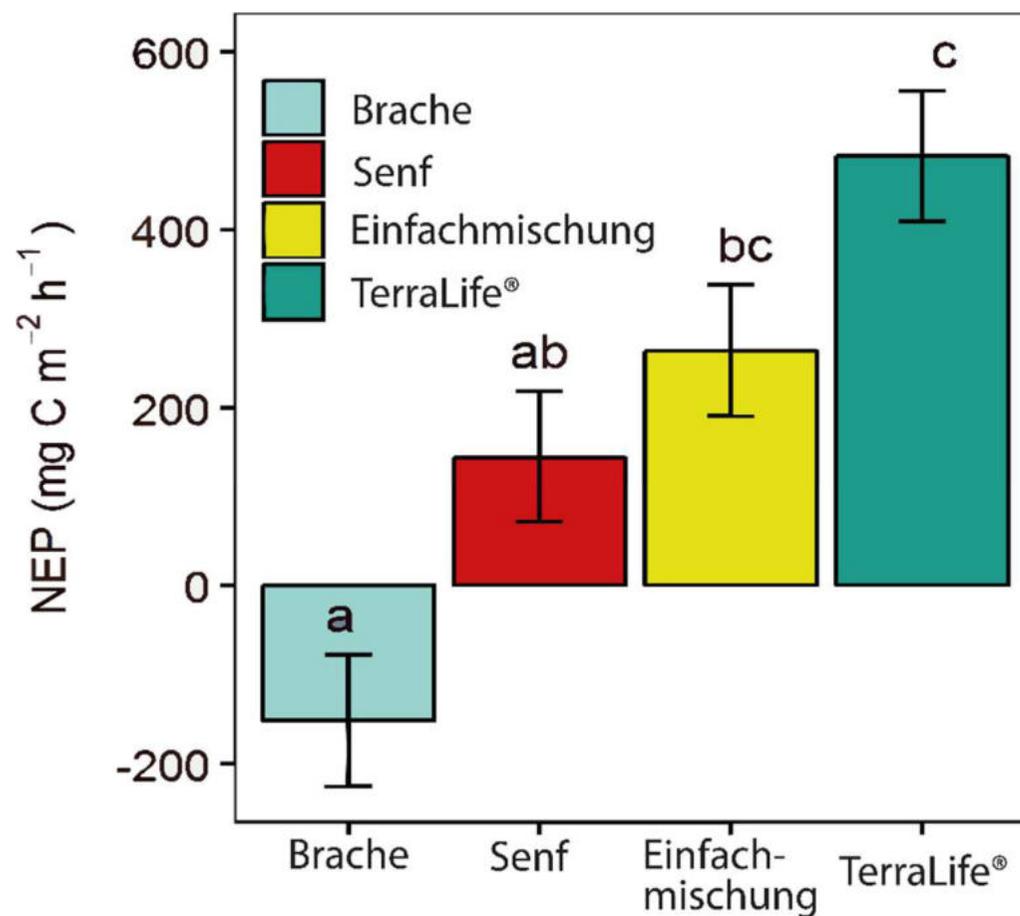
Vielfalt statt Einfalt



Bakteriengemeinschaften des N-Kreislaufs profitieren von hoher Zwischenfrucht Diversität



Netto - Ökosystem- C -Produktion steigt mit zunehmender Diversität



TerraLife MaisPro TR

Maismischung billig



Foto: C. Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de

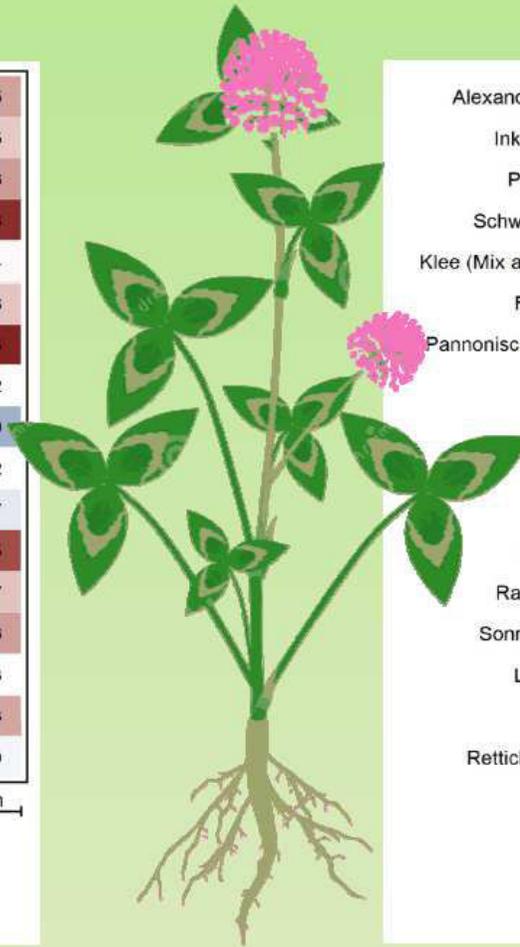


Spross

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	83
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	26	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

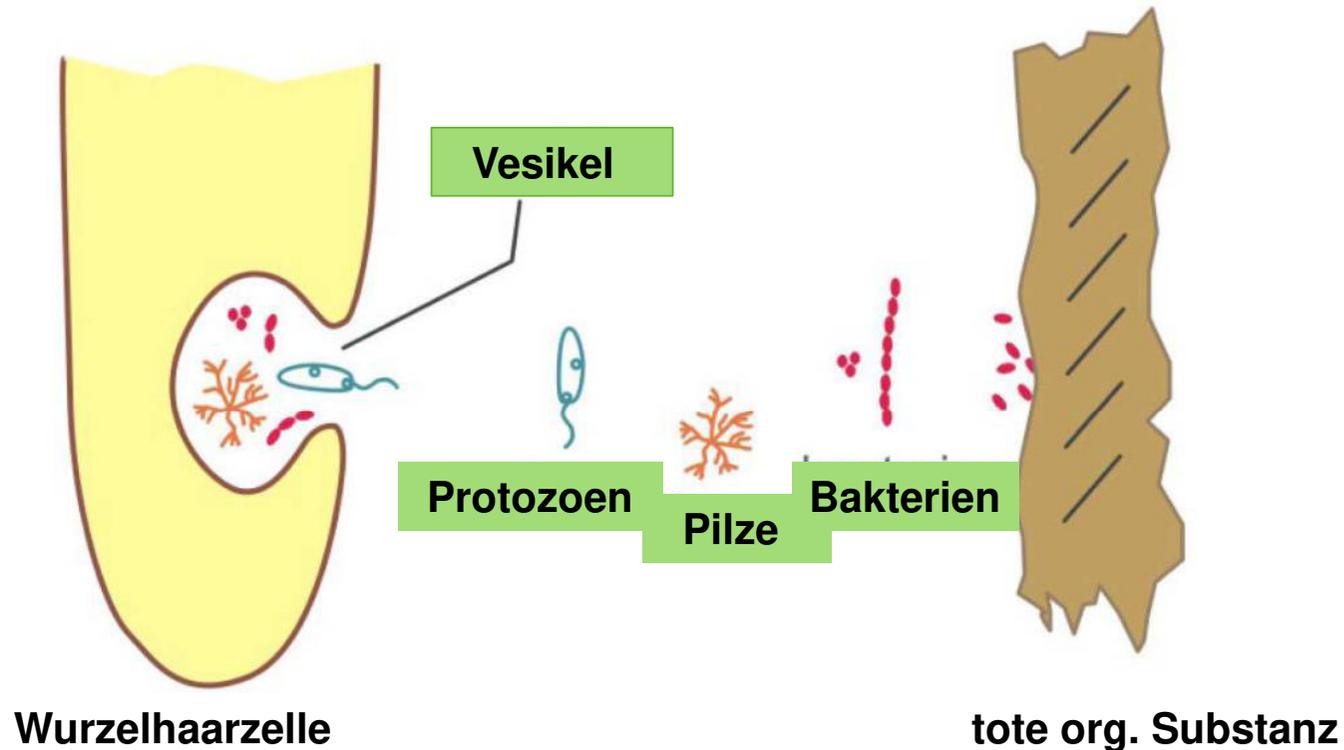
Landwirtschaft 5.0 ist die Fähigkeit zur gezielten Bewirtschaftung der Bodenbiologie!

Gernot Bodner, 31.01.2020





Endozytose- der natürliche Weg der Pflanzenernährung?



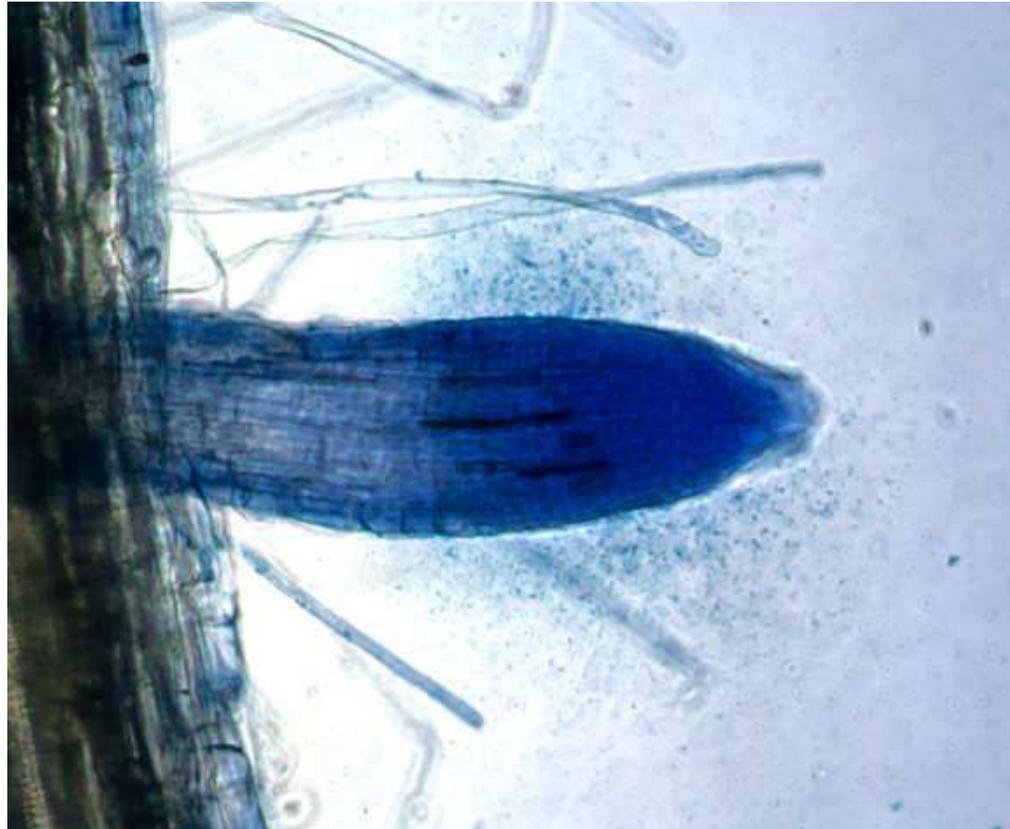
Wurzelhaarzelle

tote org. Substanz

. Bargyla Rateaver Organic Method Primer Update, San Diego, USA, 1993



Rhizophagiezyklus, Quelle: J. White, 2017



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



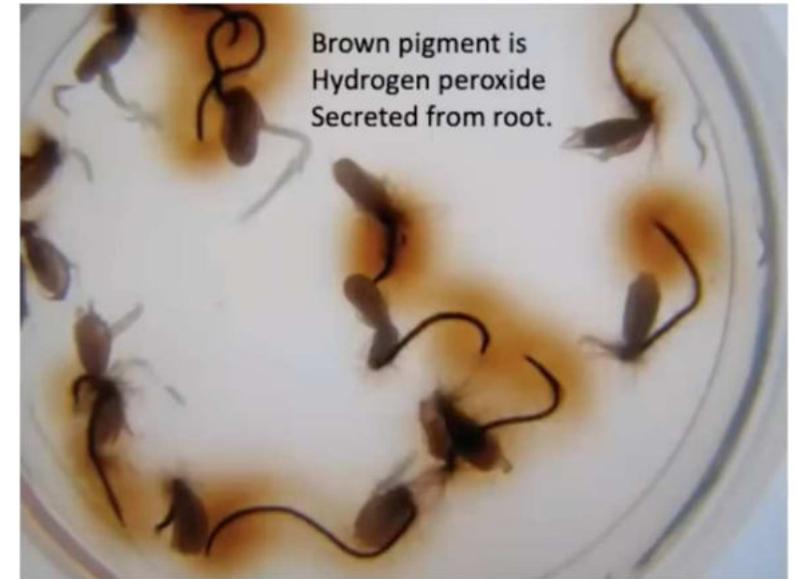
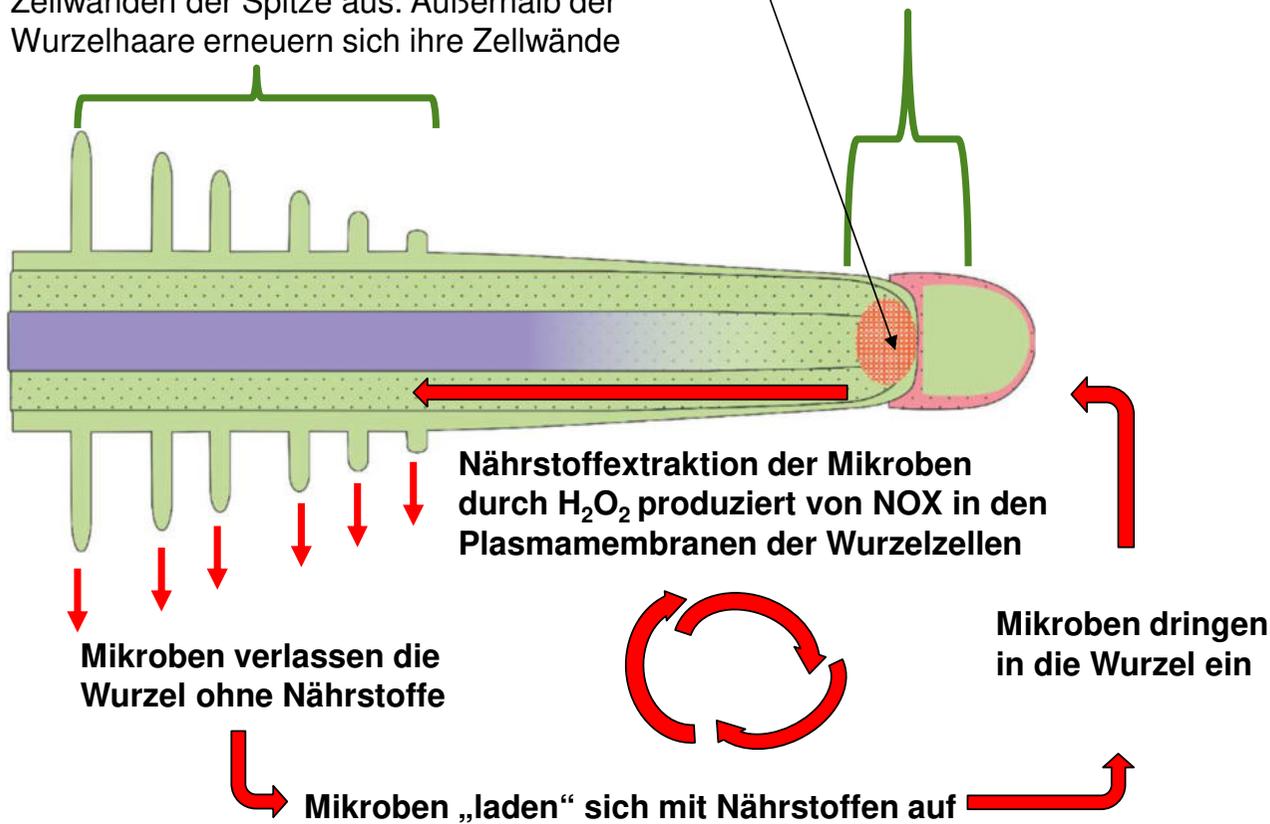
Rhizophagiezyklus nach J. White, 2017

Mikroben-Austrittzone

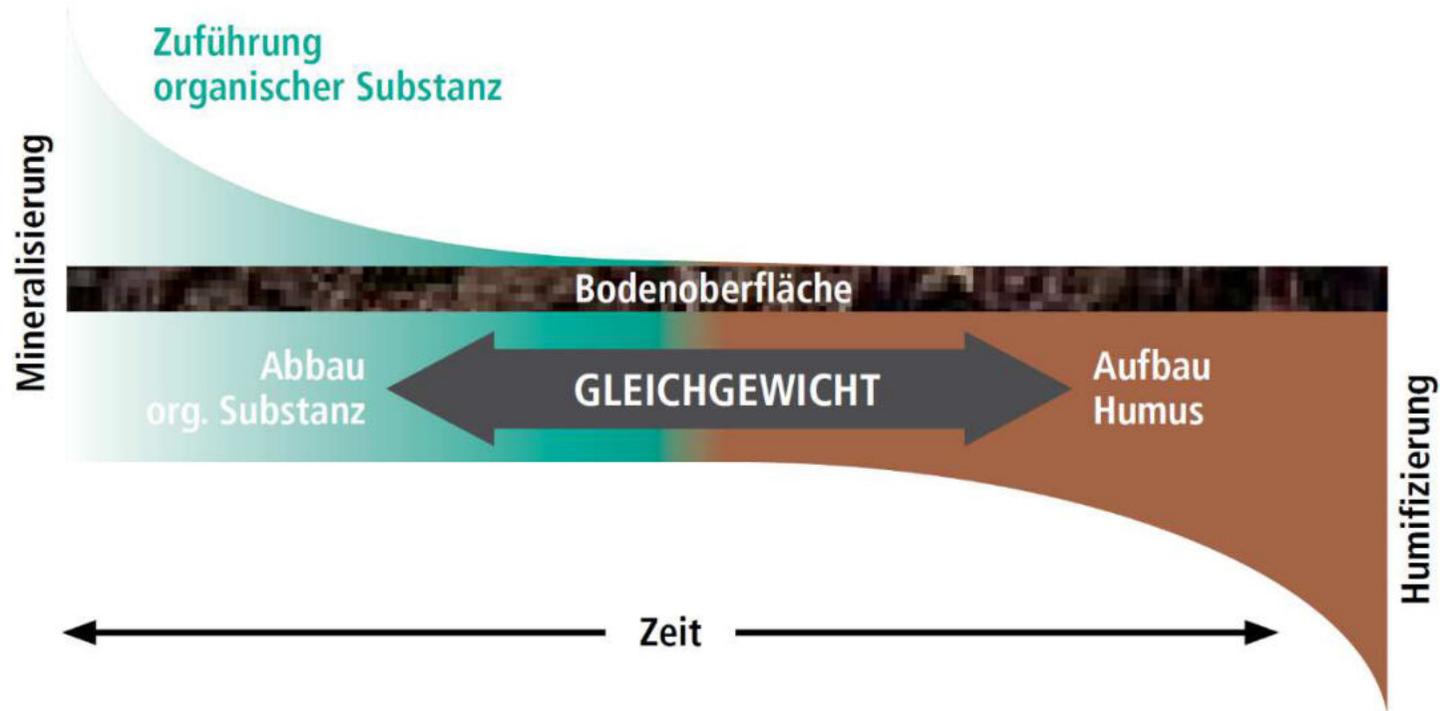
Mikroben stimulieren die Streckung der Wurzelhärchen und treten an den dünnen Zellwänden der Spitze aus. Außerhalb der Wurzelhaare erneuern sich ihre Zellwände

Mikroben-Eintrittzone

Mikroben werden intrazellulär im Meristem zu wandlosen Protoplasten



Gesetzmäßigkeit humusdynamischer Prozesse



Quelle: Völker, 1977 verändert

www.ig-gesunder-boden.de



Je nach Bewirtschaftung ...



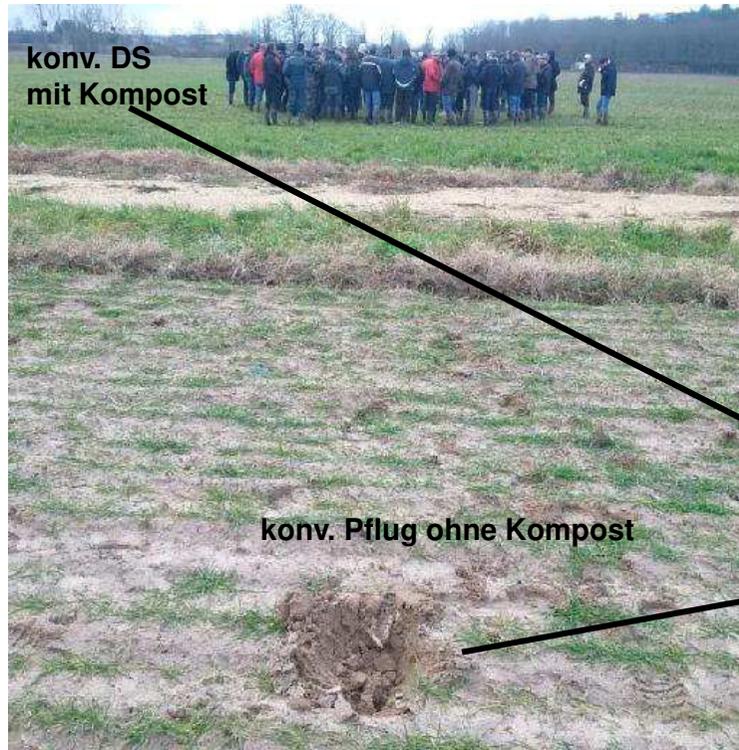
links: betriebsüblich

rechts: aktiver Humusaufbau

www.ig-gesunder-boden.de

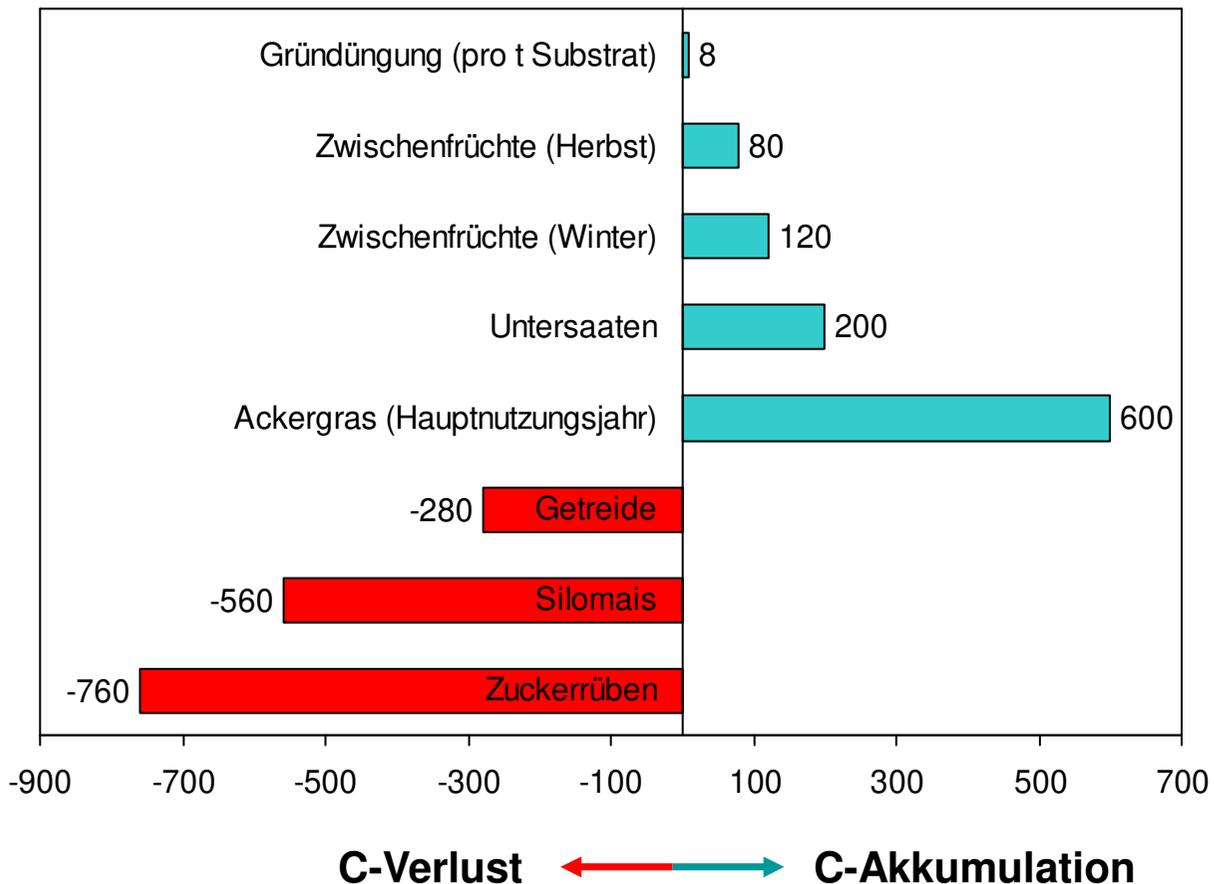


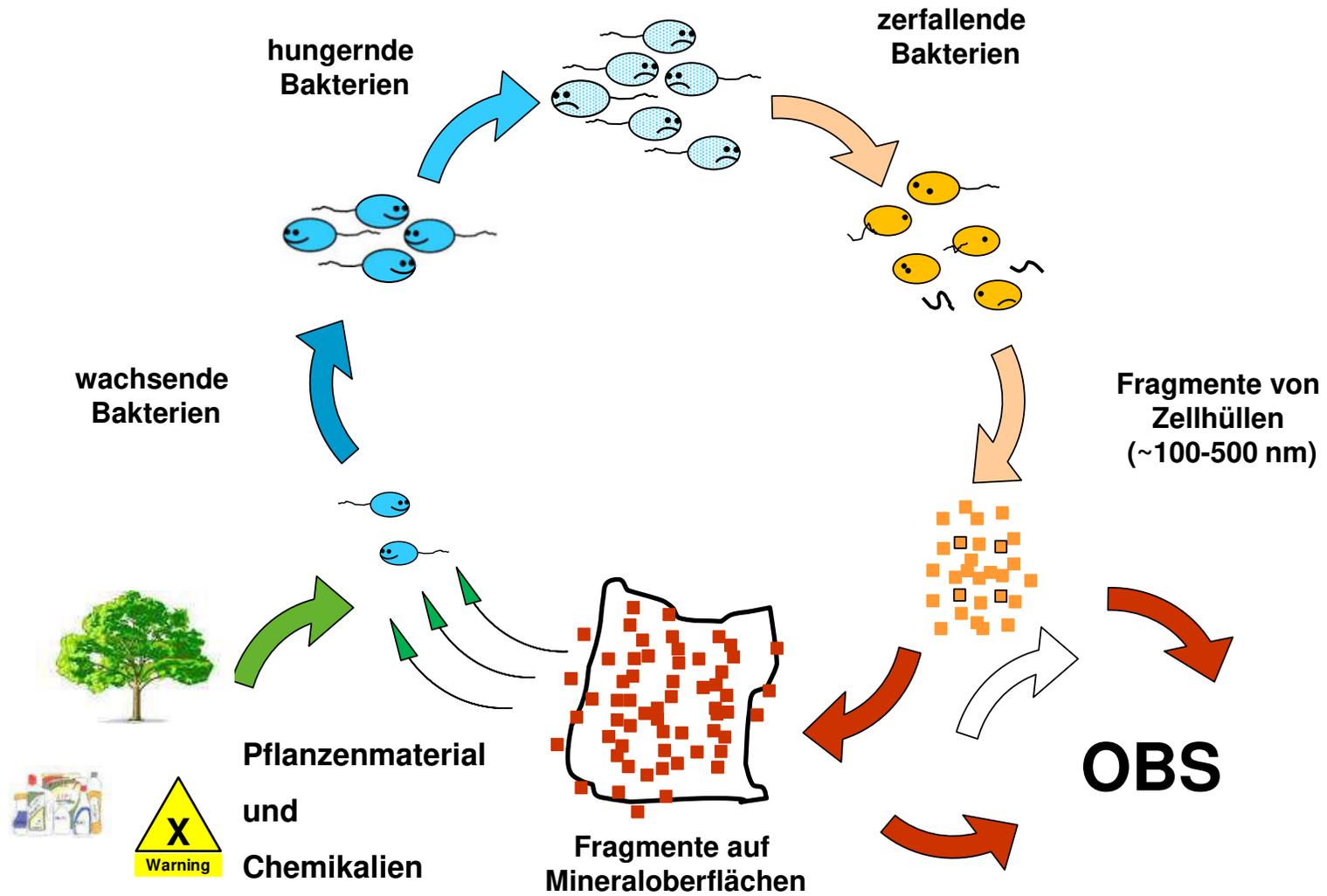
„Linker Acker- rechter Acker“



Gräser und Zwischenfrüchte liefern Kohlenstoff!

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

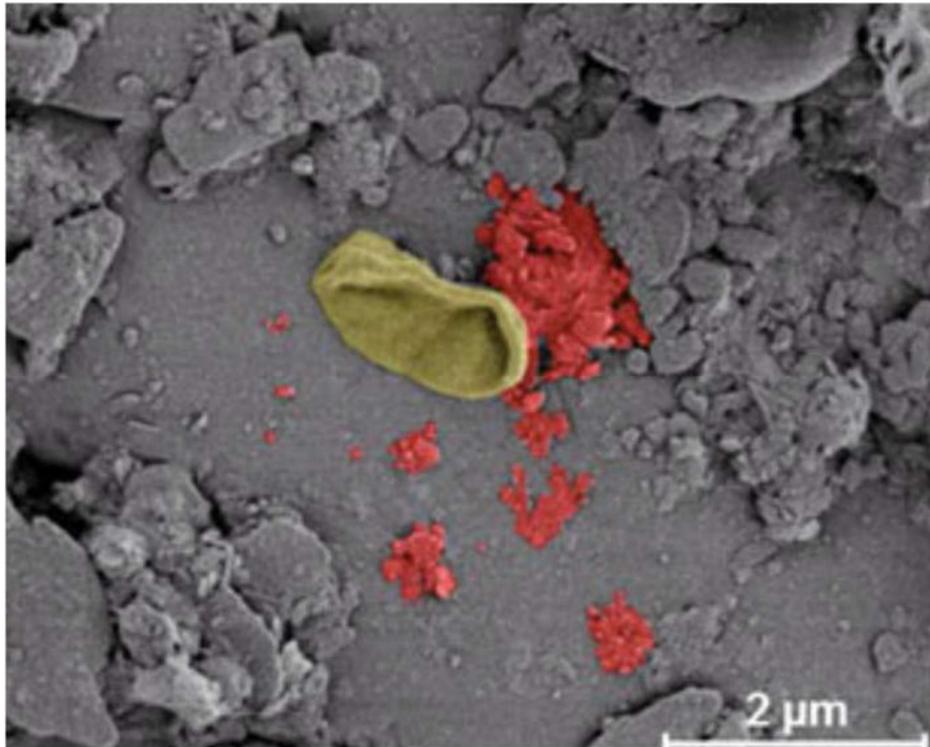




Quelle: Miltner, Kästner (UFZ Leipzig)



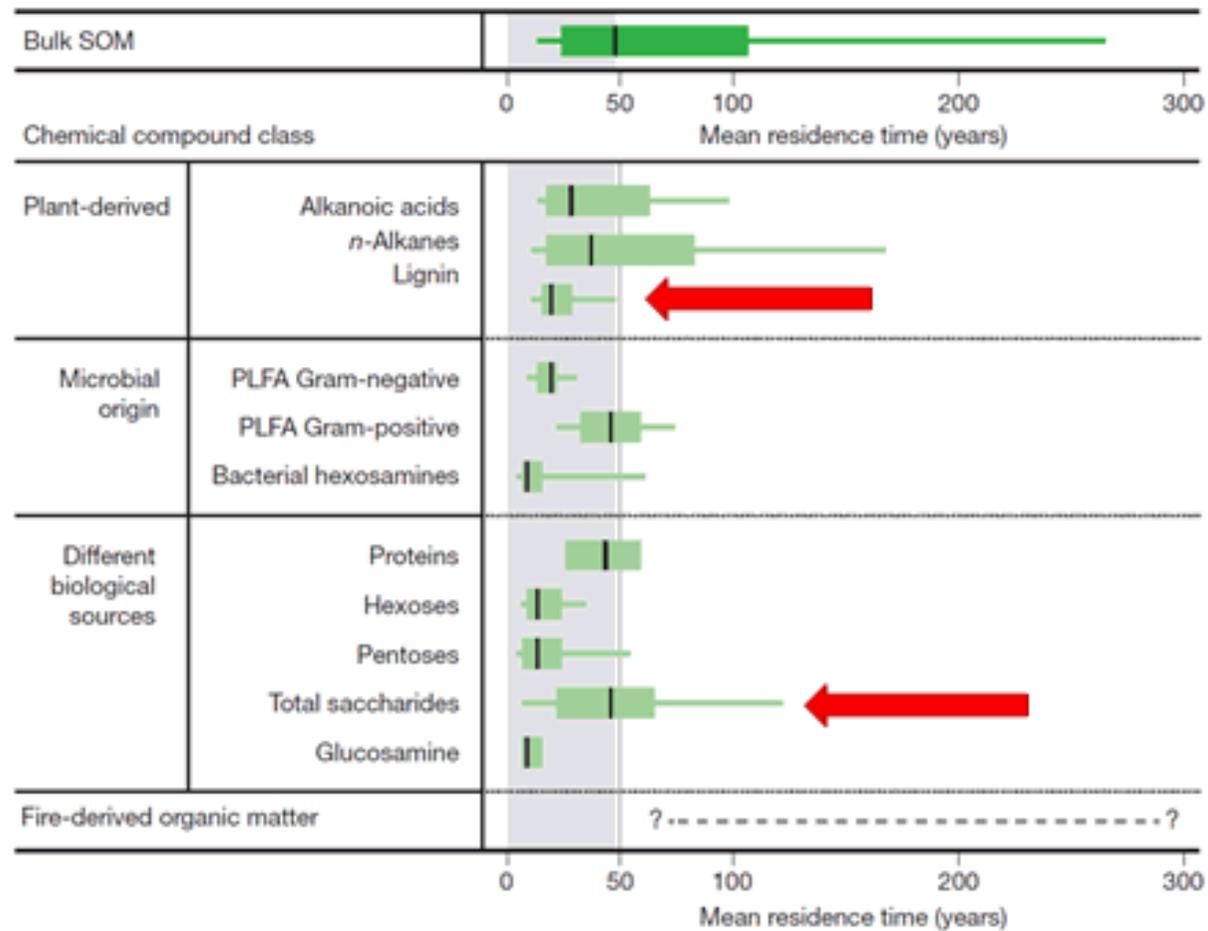
Zellhüllen (gelb) und Zellwandfragmente (rot)



Quelle: Miltner, Kästner (UFZ Leipzig)



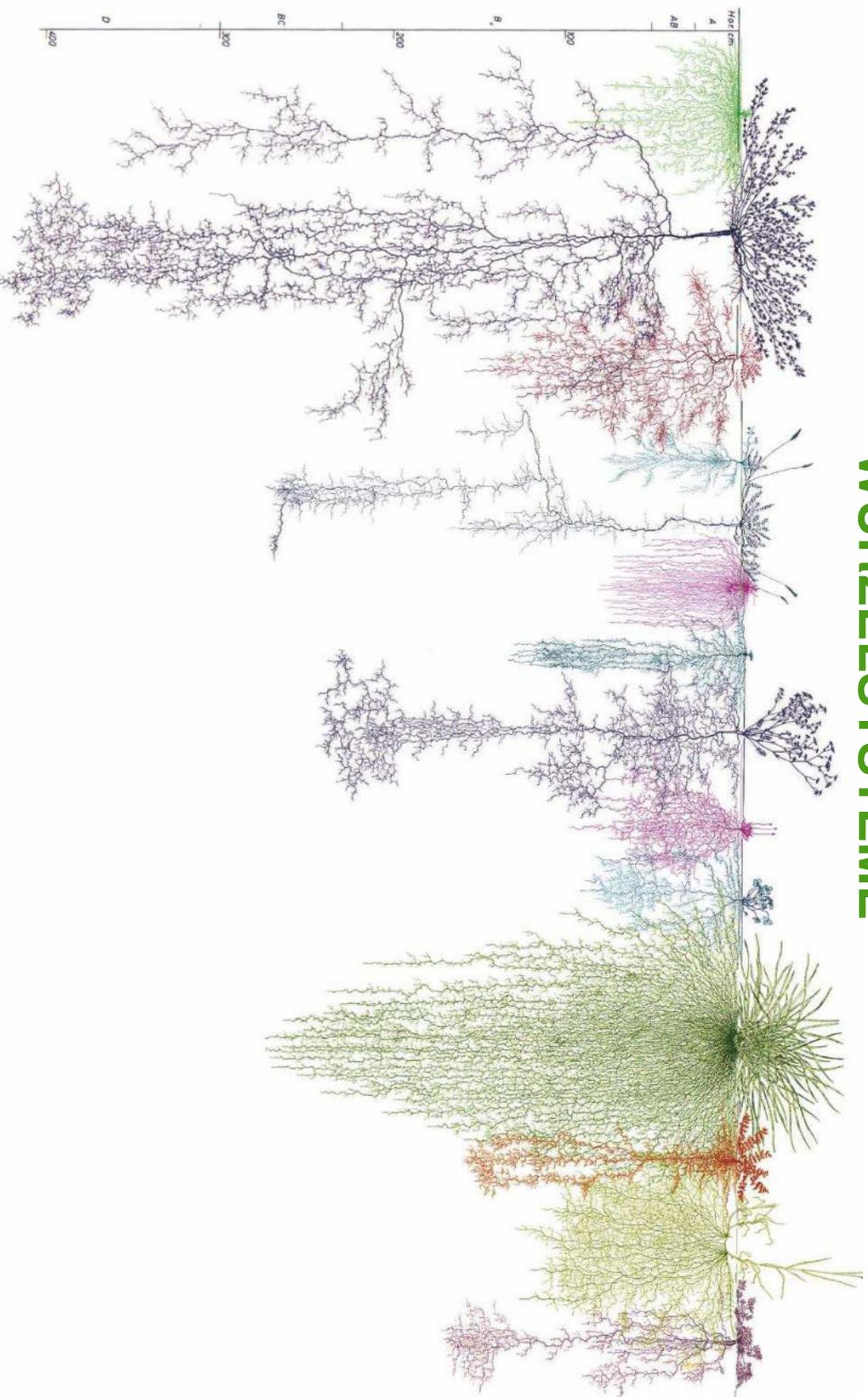
Verweildauer org. Substanz im Boden



Schmidt et al (2011): Nature 478



WURZELSYSTEME



www.ig-gesunder-boden.de



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



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

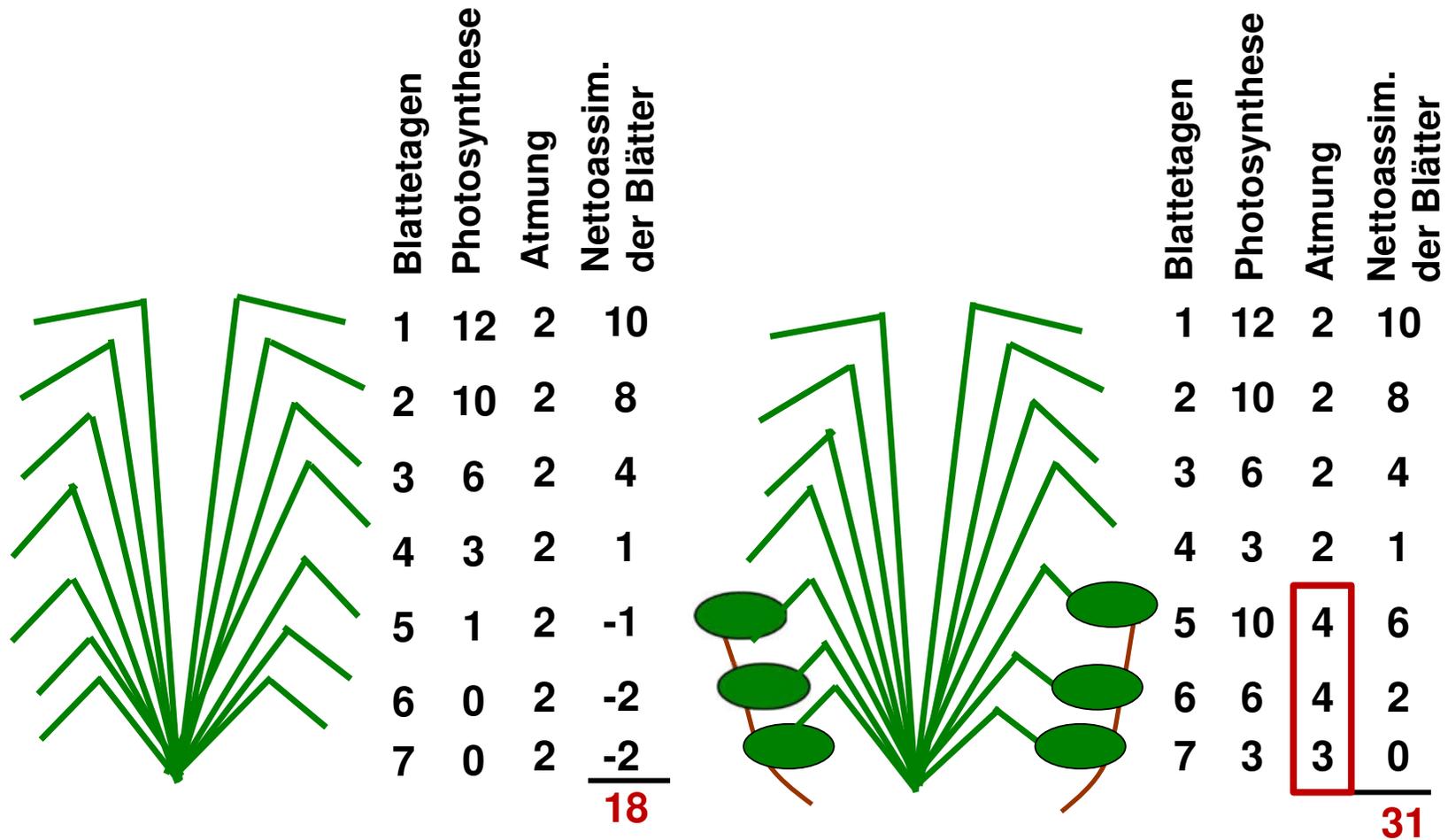
Intercropping

- 2 Hauptkulturen im Lichtschachtverfahren

Förderung der humusdynamischen und symbiontischen Prozesse!



Produktivität von Rein- und Mischbeständen- Spross



Theoret. Primärproduktivität einer monocotylen, im Vergleich + dicotyler Pflanze



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

Quelle: Scheller, 2002

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!**



BODEN, PFLANZE UND BODENLEBEN...

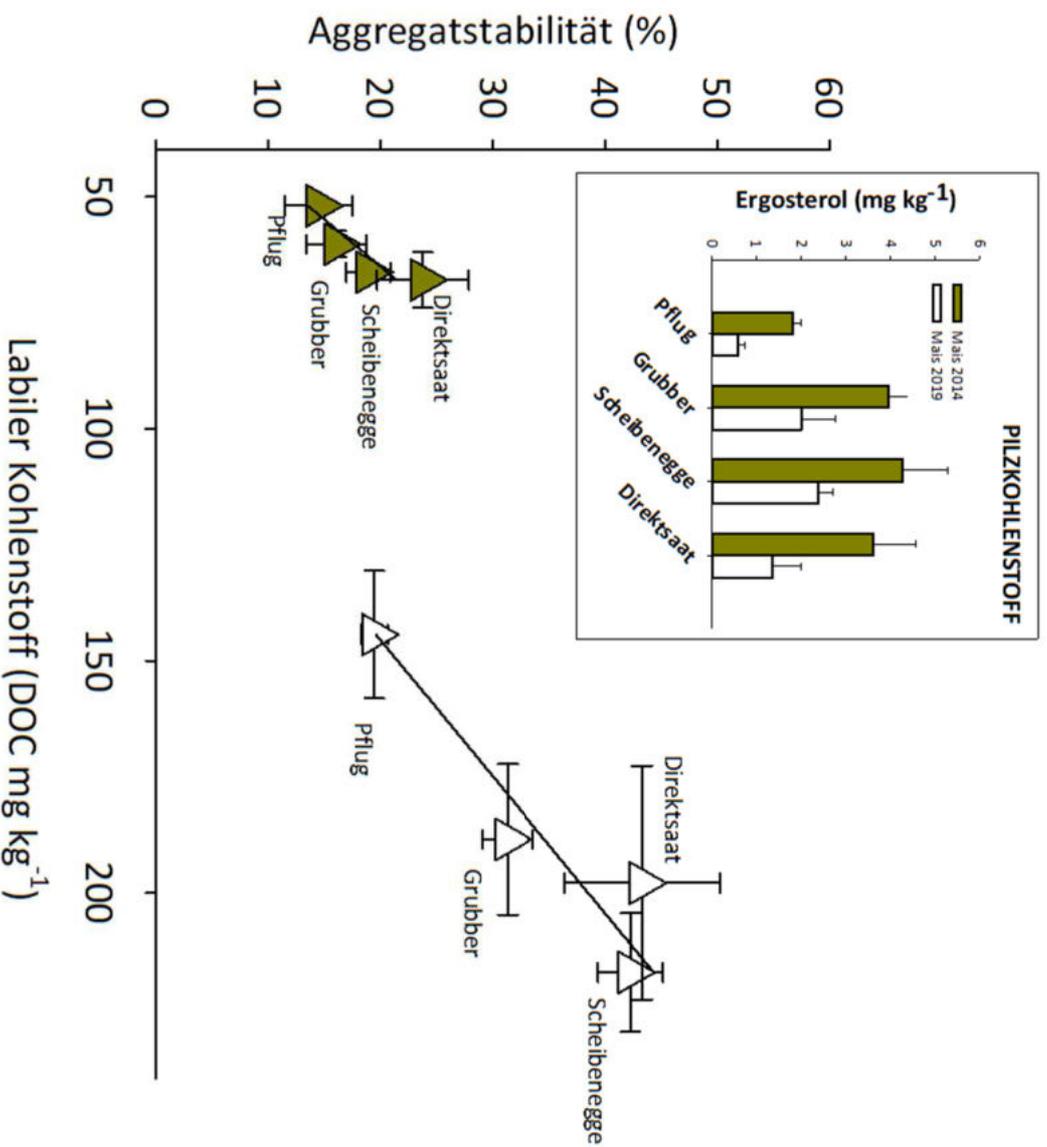
... sind eine **symbiontische** Einheit (ein System)!



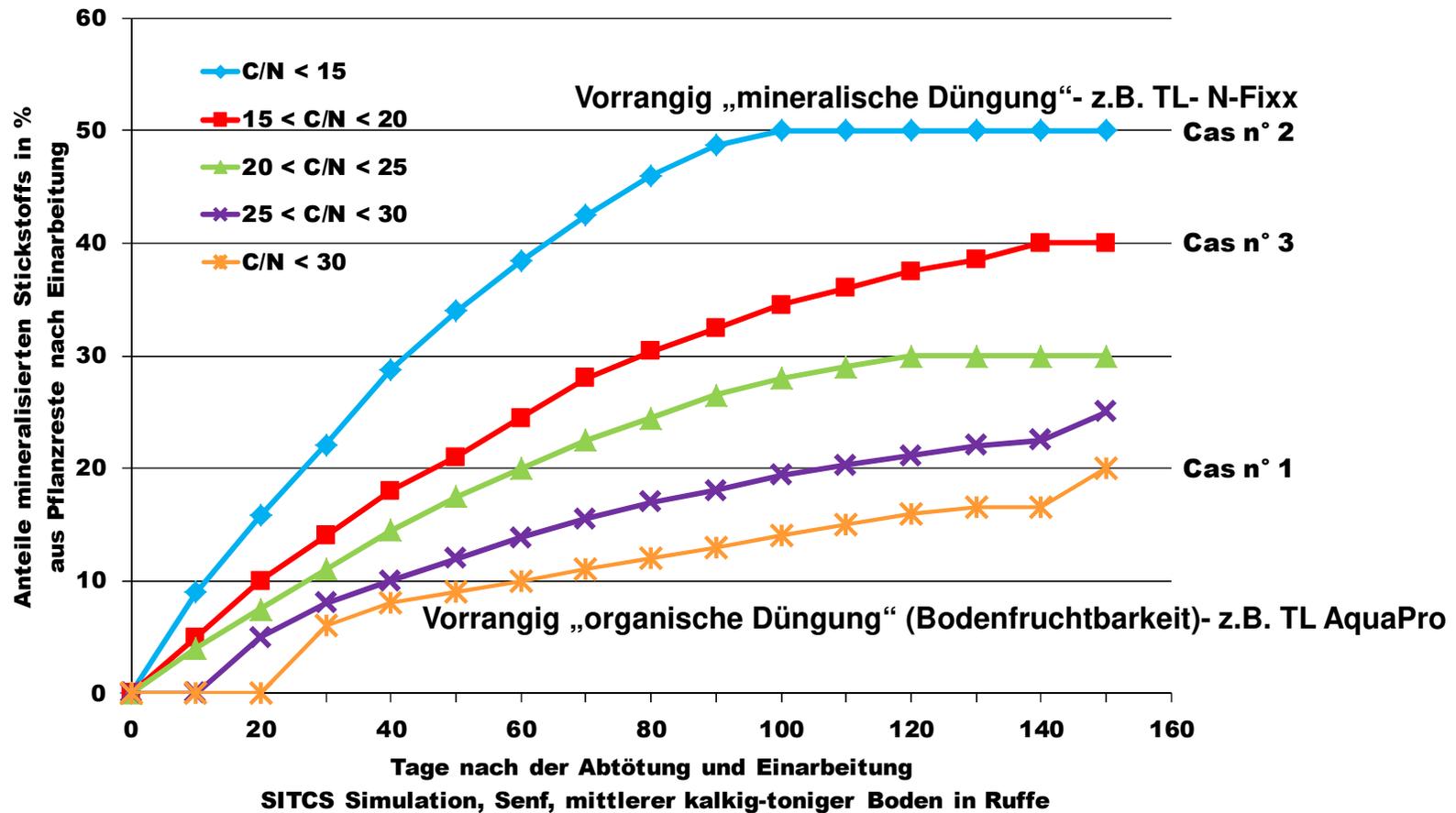
ZIEL: GESUNDER BODEN



Pilze fördern und Humusabbau reduzieren



Stickstoffumverteilung in Abhängigkeit zum C/N-Verhältnis



Quelle: F. Thomas, 2013



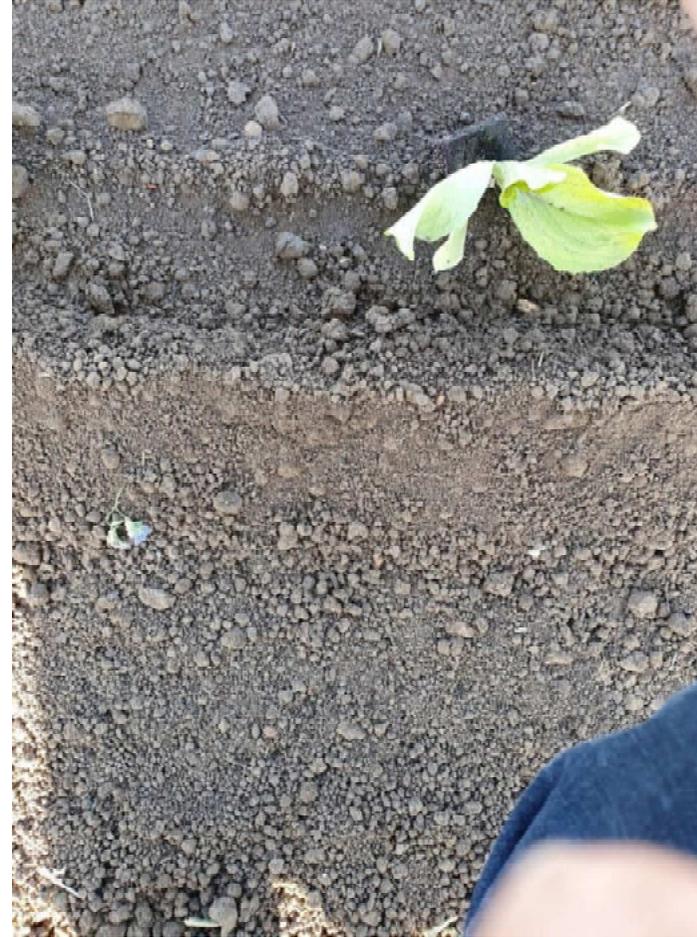


Foto: Christoph Felgentreu

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





www.ig-gesunder-boden.de



Dinkel ohne Pflug und Drillmaschine



Wellness für Schweine



Fotos: Christoph Felgentreu



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



Foto: Christoph Felgentreu





www.ig-gesunder-boden.de



Vielen Dank für`s Zuhören!



www.ig-gesunder-boden.de



Weitere Informationen

www.ig-gesunder-boden.de



Bodentag 2021

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

