

Gesunder Boden-gesunde Pflanze



Christoph Felgentreu
IG gesunder Boden e.V.

www.ig-gesunder-boden.de



Interessengemeinschaft gesunder Boden e.V.



Gesunde Böden als Grundlage für gesundes Wasser,
gesunde Pflanzen, Tiere und Menschen



Mitgliederstruktur

Landwirte (konv./bio.)

Unternehmen

Wasserzweckverbände

Privatpersonen

Organisationen

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

Institutionen

Tierärzte / Ärzte

Bioverbände

Boden- und Pflanzenspezialisten

www.ig-gesunder-boden.de

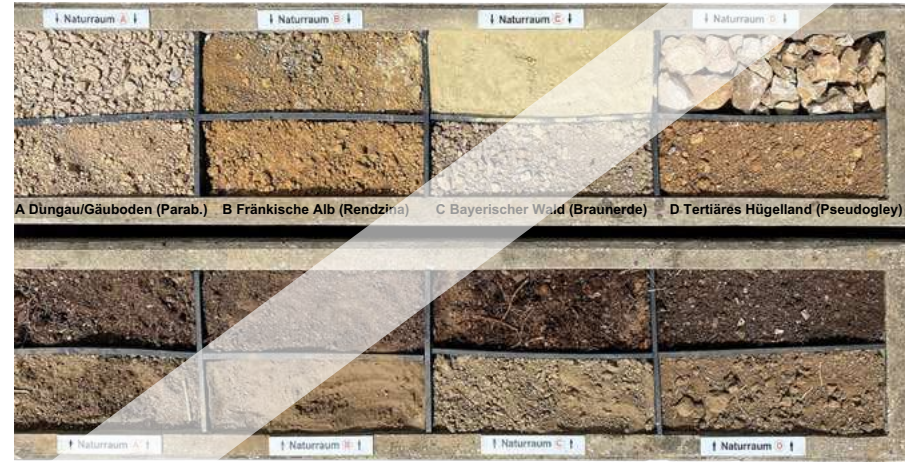


Wo wir sind:

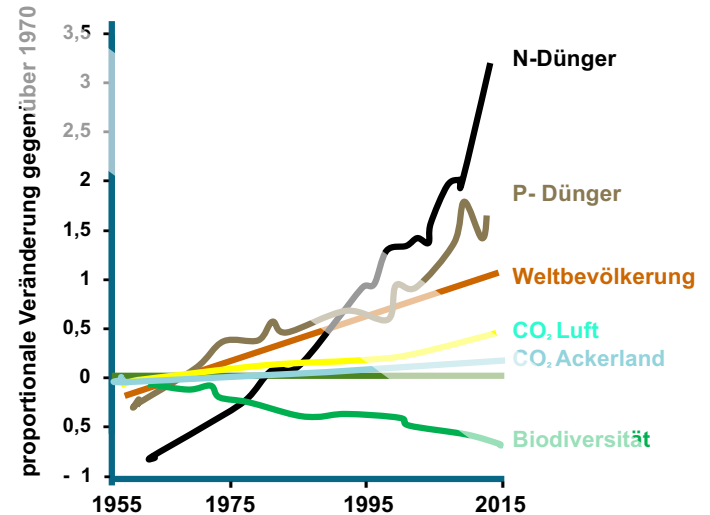
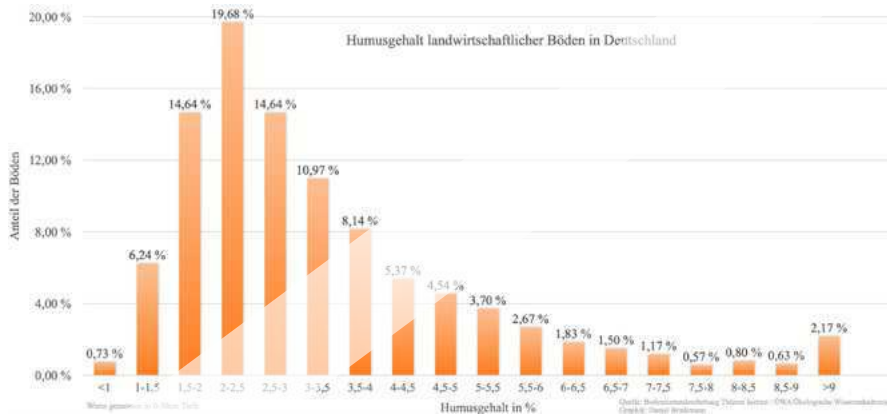


www.ig-gesunder-boden.de





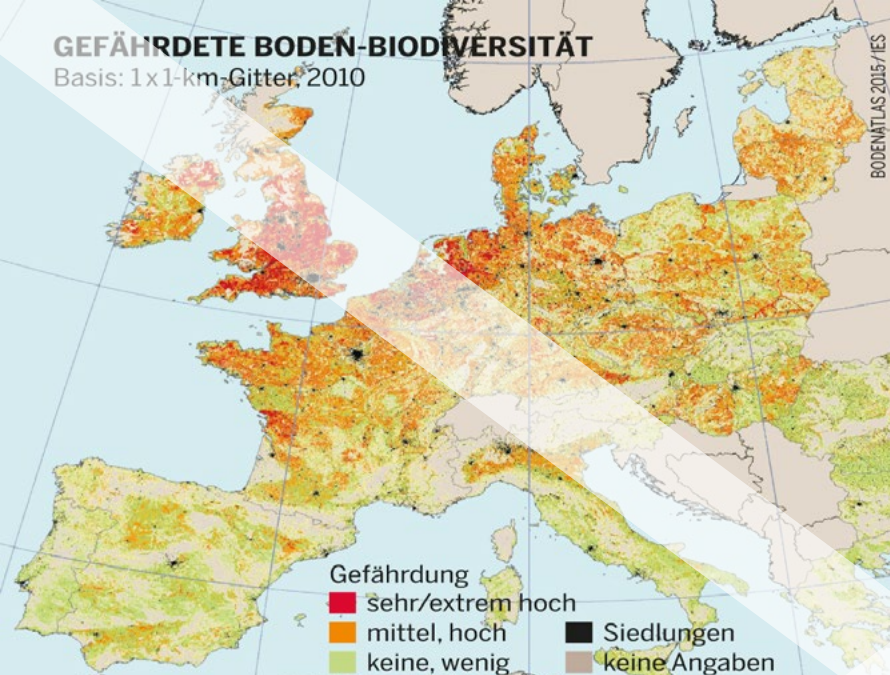
Wo stehen wir?



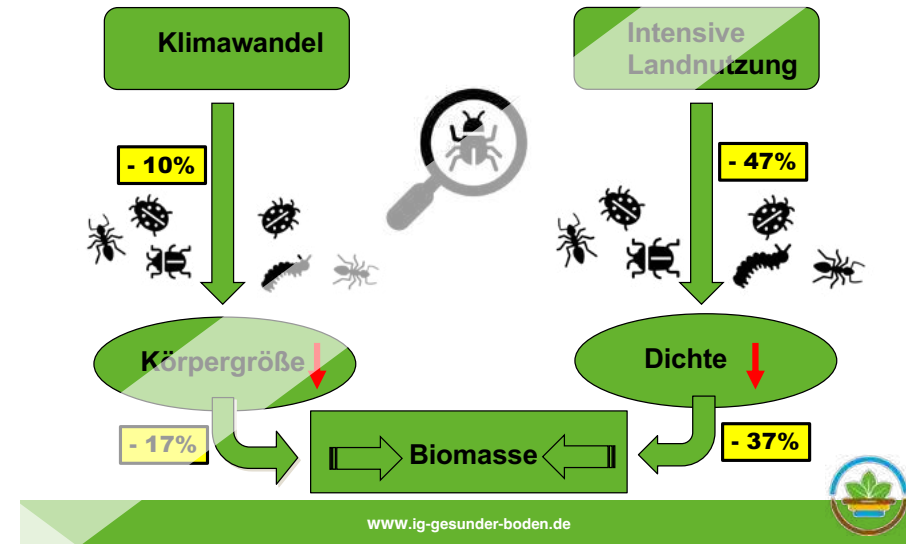
Quelle: David Johnson, 2019

GEFÄHRDETE BODEN-BIODIVERSITÄT

Basis: 1x1-km-Gitter, 2010



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



Quelle: <https://www.spektrum.de/news/bodentiere-werden-weniger-und-kleiner/1754940>

VOLLE BREITSEITE

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



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>

Links kaputter Boden - rechts gesunder Boden



gleiches Saatgut
gleicher Aussaattermin
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
Vorbucht		Sommergerste
Stallmistdüngung	05.11.2012	30 t/ha 9. Plan
Grundbodenbearbeitung	16.08.2012	Scheiben
	24.09.2012	Scheiben
	05.11.2012	Scheiben
Pflugschne	06.11.2012	5 cm HF
Saatschichtbearbeitung	22.04.2013	GBB - Boden
Pflanzung	23.04.2013	Adretta
Kalidüngung	22.04.2013	9. Plan
Phosphatdüngung	22.04.2013	9. 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	9. Plan (KAS)
1. Fungizidapplikation	10.06.2013	Akrobat Plus WG 1.5 kg / ha
2. Fungizidapplikation	17.06.2013	Zenpro 0.8 t/ha + Dash E.C. 0.8 l/ha
Ernte		



www.ig-gesunder-boden.de



www.ig-gesunder-boden.de



www.ig-gesunder-boden.de



12:05 21/JUN/2013



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

Redox- Reaktionen = Basis des Lebens

Red => Reduktion (Elektronenaufnahme) = aufbauender Prozess
ox => Oxidation (Elektronenabgabe) = abbauender Prozess

Oxidation => tendenziell immer Rückgang des pH Richtung Säure
Reduktion => eine Erhöhung des pH in Richtung Base

Eh und pH immer gemeinsam betrachten, da sehr variabel!



Redox-Reaktionen = Basis des Lebens

Stromkreis Pflanze-Boden

- nicht in Molekülen gebundene Elektronen (e-) und Protonen (H+) wechseln hin und her und übertragen dabei laufend Energie (Elektronentransfer)= Redox-Reaktion
- das infolge der Elektronenbewegungen entstehende elektrische Potential wird als Redoxpotential Eh (in mV gemessen) bezeichnet
- der Protonentransfer informiert über die Säure- Basen- Reaktion (Versauerung = Protonenaufnahme, Alkalinisierung = Protonenabgabe) und wird mittels pH-Wert gemessen

Quelle: O. Husson



Redox und Nährstoffverfügbarkeit

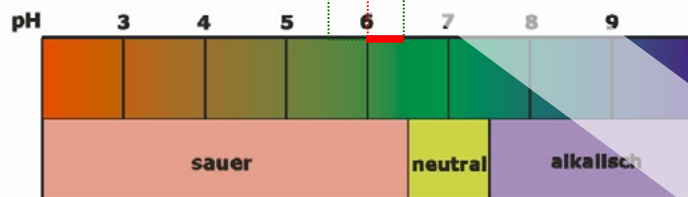
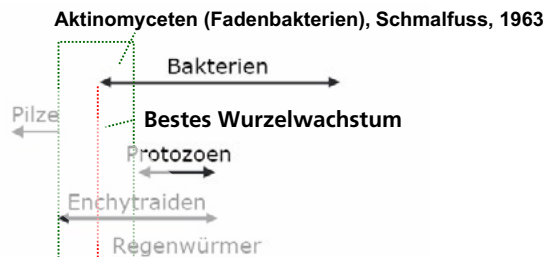
- Redox- Werte im Boden weisen eine sehr hohe Variabilität auf, sowohl räumlich als auch zeitlich
- ideale Bodenbedingungen finden sich bei einem Eh um 450mV und einem neutralen bis leicht sauren pH um 6.5-6.8
- die idealen Werte in der Pflanze selber liegen tiefer, bei einem Eh von rund 200- 250mV und einem pH um 6.4.

Quelle: O. Husson

**Diese Differenz zwischen Boden und Pflanze hält den kleinen
Stromkreislauf in Gang!**

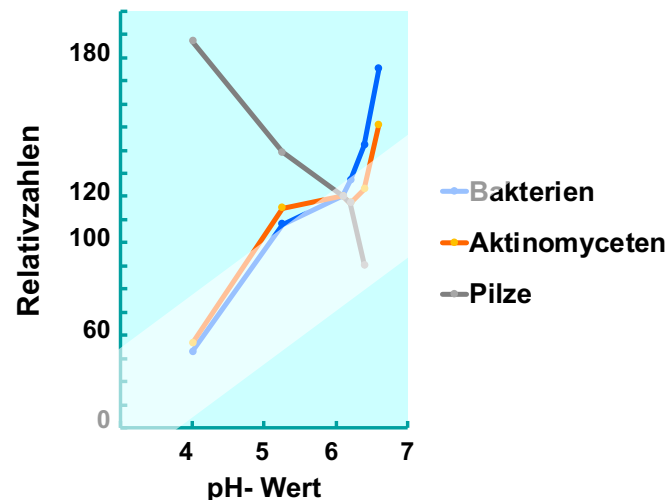


Bakterien	6 – 9
Pilze	<5,5
Protozoen	6,5 – 7,5
Enchytraiden	5,5 – 7,5
Regenwürmer	6,5 – 8,0



www.ig-gesunder-boden.de

Quelle: A. Böbe



www.ig-gesunder-boden.de

Quelle: Steinbrenner

Redoxreaktionen erhalten alle biophysikalischen Lebensvorgänge aller Organismen aufrecht

Bei der Pflanze regulieren Eh/pH- Wert z. B.:

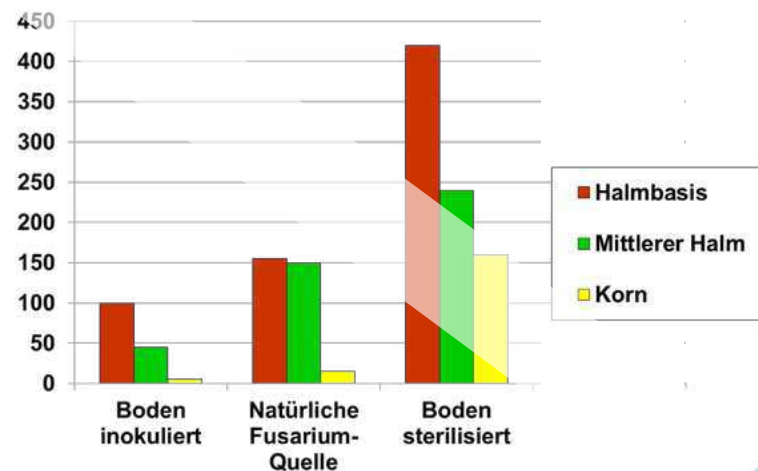
- die Nährstoffaufnahme
- die Enzymproduktion
- die Fortpflanzung
- alle Interaktionen mit der Umwelt, wie beispielsweise der Umgang mit Schädlingen, Trockenheit oder Licht
- die Humifizierung (reduktiver Prozess)
- die Photosynthese (reduktiver Prozess)
- die Mineralisierung und Alterung (oxidative Prozesse)

Quelle: O. Husson

www.ig-gesunder-boden.de

Mykotoxingehalte nach einer Halmbasisinfektion

DON- Gehalt µg/kg TS



www.ig-gesunder-boden.de

Quelle: Tiedemann, DLG- Mitteilungen 03/11

Redox und Nährstoffverfügbarkeit

- Eh/pH-Wert regulieren die Löslichkeit der Nährstoffe sowie die Geschwindigkeit der Mineralisierung und Humifizierung
- in oxidierten Böden wird die org. Substanz sehr schnell mineralisiert, in reduzierten Böden wird sie hingegen nicht oder kaum abgebaut
- umgekehrt bestimmt aber auch das organische Material, das dem Boden zugeführt wird, den Eh/pH-Wert mit

Quelle: O. Husson



www.ig-gesunder-boden.de

Redox und Nährstoffverfügbarkeit

Die vorherrschende Eh/pH-Landschaft wirkt auf die organische Substanz, Mikroorganismen, Tone, Eisen etc. ein und spielt für die Verfügbarkeit der Nährstoffe eine entscheidende Rolle.

Umgekehrt wirken organische Substanz, Mikroorganismen, Tone, Eisen und diverse chemische Elemente sowie Luft und Wasser auf den Eh/pH-Wert ein.

Quelle: O. Husson



www.ig-gesunder-boden.de

Redox und Nährstoffverfügbarkeit

- Eh/pH- Wert des Bodens ist ein wichtiger Einflussfaktor für das Vorkommen bestimmter Mikroorganismen sind (auf bestimmte Redox- Werte angewiesen)
- Mikroorganismen sind auch fähig den Eh/pH- Wert ihrer Umgebung zu modifizieren (z. B. durch Biofilme) und können sich so teilweise selbst geeignete Redox- Kontexte schaffen

Quelle: O. Husson



www.ig-gesunder-boden.de

Auswirkungen von Fäulnisprozessen auf die Bodenfruchtbarkeit

Was versteht man unter Fäulnis?:

1. Die Fäulnis ist eine Umwandlung stickstoffhaltiger organischer Substanzen, vor allem von Eiweißverbindungen und deren Spaltprodukte unter Sauerstoffmangel (anaerob).
2. Fäulnisprozesse, insbesondere verursacht durch *Bacillus putrificus* und *Bacillus vulgaris*, die bereits im tierischem Darm vorkommen, setzen stinkende Gase frei (unangenehmer Stallgeruch). Ursache ist oft eine zu einseitige Fütterung.

Quelle: G. Rhode, 1956



www.ig-gesunder-boden.de

Auswirkungen von Fäulnisprozessen auf die Bodenfruchtbarkeit

Ursachen für Fäulnis im Boden:

1. Zufuhr von **schlecht verrotteter**, nicht oder unzureichend aufbereiteter, **fäulnisbehafteter organischer Substanz**
2. zu tiefes Einarbeiten von **organischer Substanz** (incl. Gründung)
3. **schlechte Verteilung der organischen Substanz**
4. **Bodenverdichtungen und/oder zu starke Rückverfestigung**
5. **temporäre Staunässe**

Quelle: G. Rhode, 1956



www.ig-gesunder-boden.de

Üblicher Mist ist der Dauerzustand der Fäulnis!

Annie Francé- Harrar



www.ig-gesunder-boden.de

Auswirkungen von Fäulnisprozessen auf die Bodenfruchtbarkeit

Fäulnis verursacht:

1. **Stickstofffestlegung- Bildung von schwerlöslichem B.- u. Pilzeiweiß**
2. **Stickstoffverlust- Denitrifikation**
3. **Mineralstofffestlegung**
4. **Sauerstoffverbrauch**
5. **Wasserentzug (Schimmelpilze)**
6. **Pilzbefall**
7. **Insektenbefall, insbesondere Fliegen (Insektenlockstoffe)**
8. **Unkrautförderung**
9. **Keimhemmung**
10. **Hemmung des Wurzelwachstums**

Quelle: G. Rhode, 1956



www.ig-gesunder-boden.de

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**



www.ig-gesunder-boden.de

Wie genau arbeiten wir eigentlich?



www.ig-gesunder-boden.de



Herausforderung Heterogenität



www.ig-gesunder-boden.de



Precision Farming?



www.ig-gesunder-boden.de



Wo ist das Optimum?



www.ig-gesunder-boden.de





www.ig-gesunder-boden.de



www.ig-gesunder-boden.de



Mastertitelformat bearbeiten



www.ig-gesunder-boden.de



Eine standortgerechte Düngung muss Unterschiede in Bodengeologie und Bodenentwicklung berücksichtigen



Fotos: Felgentreu

- physikalisch
- chemisch
- biologisch
- Wasserhaushalt

www.ig-gesunder-boden.de



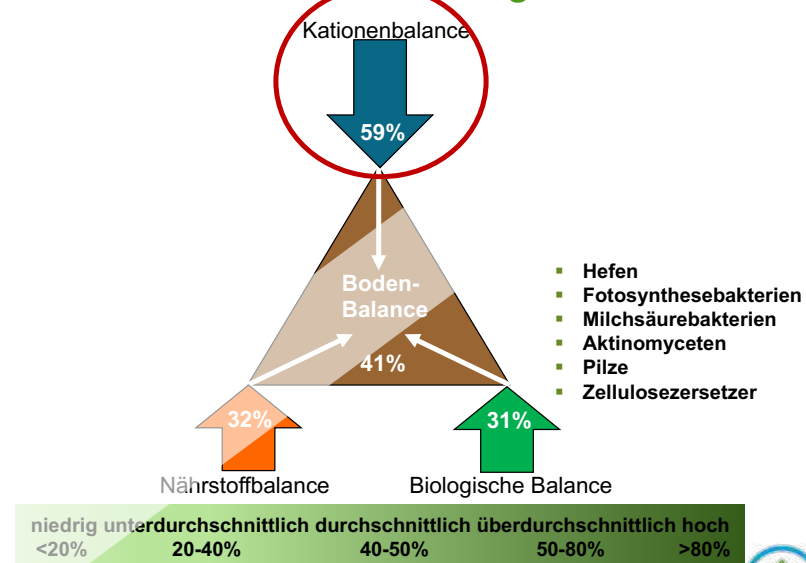


Fotos: Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de



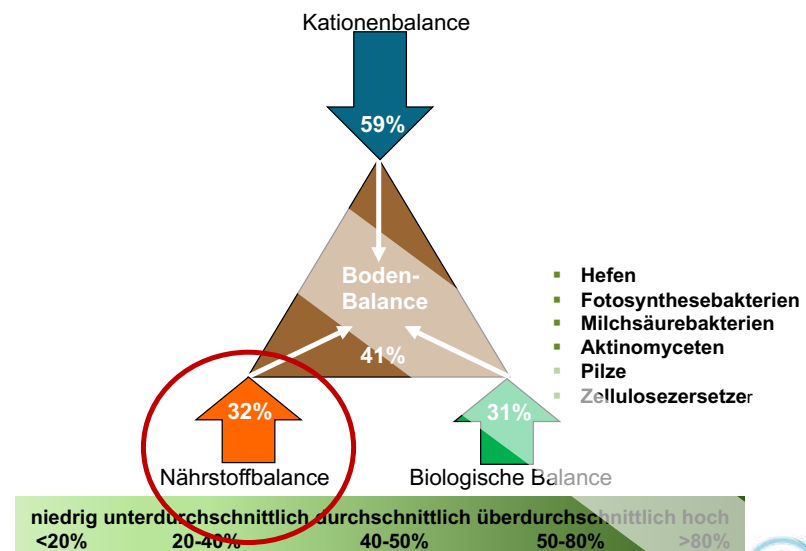
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Quelle: SWEF Analytical Laboratories



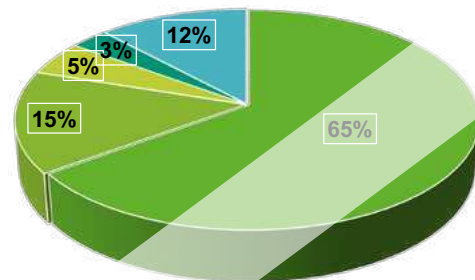
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Quelle: SWEF Analytical Laboratories



Anzustrebende Kationenbalance



1. Kalzium
2. Magnesium
3. Kalium
4. Natrium
5. Wasserstoff

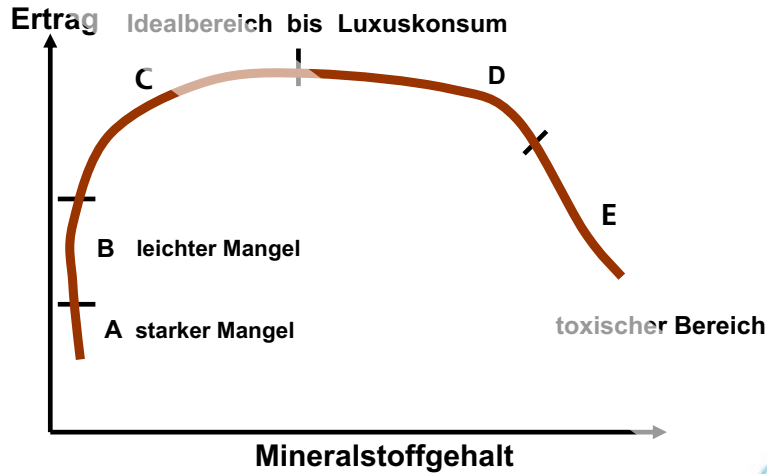
Quelle: SWEF Analytical Laboratories



www.ig-gesunder-boden.de

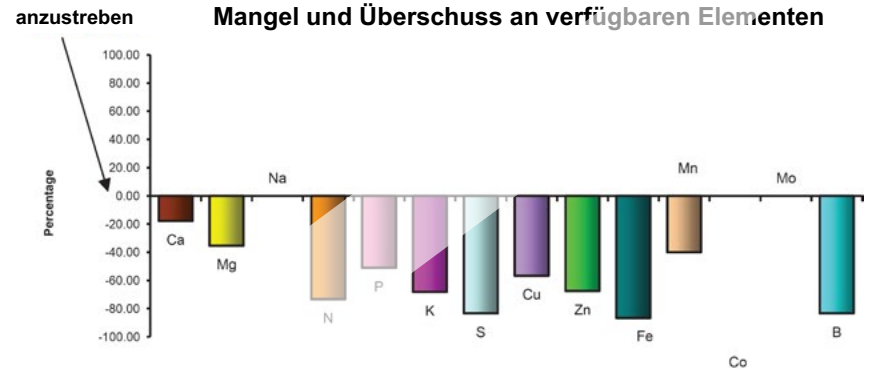
www.ig-gesunder-boden.de

Ertragsverlauf in Abhängigkeit der Nährelementkonzentration in der TS (in Bergmann 1993)



www.ig-gesunder-boden.de

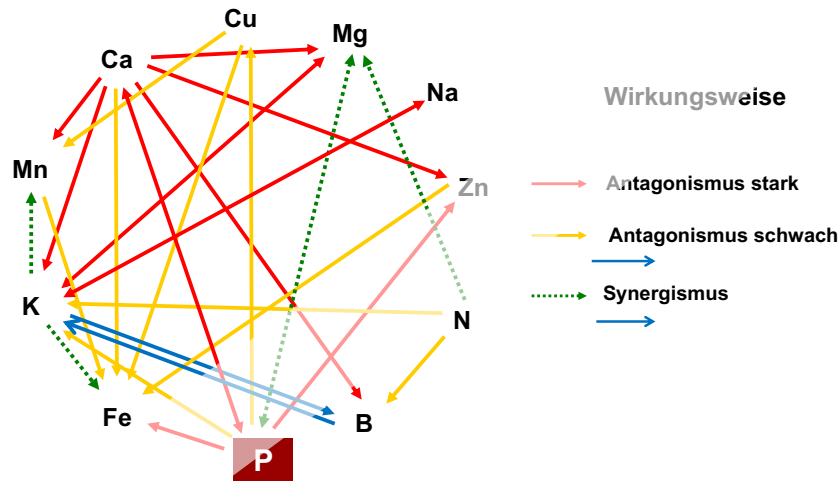
Anzustrebende Nährstoffbalance



Quelle: SWEP Analytical Laboratories

www.ig-gesunder-boden.de

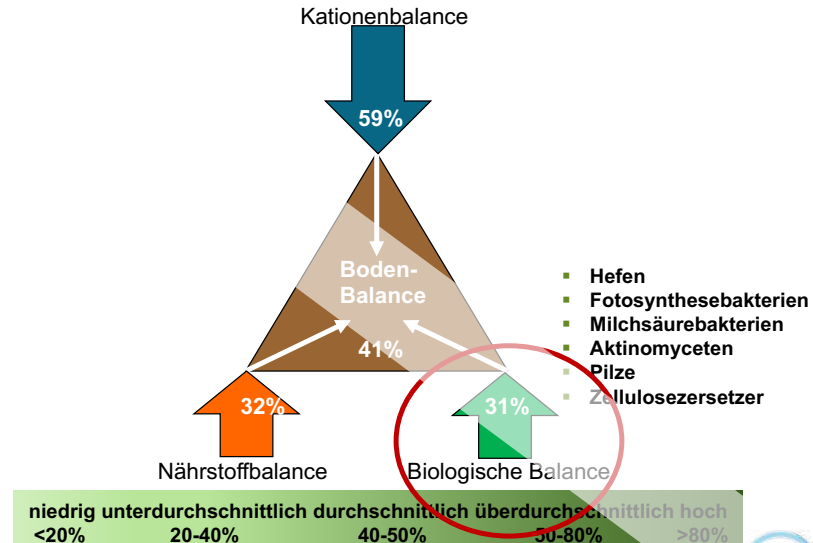
Beziehungen der Nährstoffe untereinander



Quelle: Unterfräuner, verändert

www.ig-gesunder-boden.de

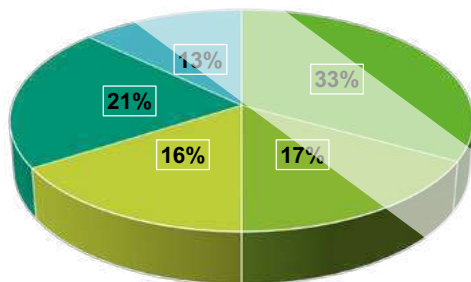
Indikatoren für die bodenbiologische Aktivität



Quelle: SWEP Analytical Laboratories

www.ig-gesunder-boden.de

Anzustrebende aktive mikrobielle Balance



- 1. Pilze (total)
- 2. Milchsäurebakterien
- 3. Hefen
- 4. Aktinomyceten
- 5. Fotosynthesebakterien

Quelle: SWEF Analytical Laboratories

www.ig-gesunder-boden.de

Vor der Rübe TerraLife N-Fixx

„Greening einfach“



Foto: Haake

17.6.2021 / 13.00 Uhr / 33 Grad





Pflanzennährstoffe

“Essentiell”:

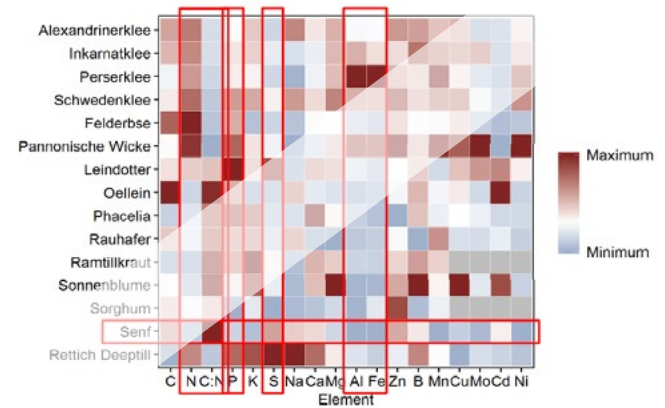
- Stickstoff
- Kalium
- Calcium
- Schwefel
- Phosphor
- Magnesium
- Chlor
- Eisen
- Mangan
- Zink
- Bor
- Kupfer
- Molybdän
- (Nickel)

“Nichtessentiell” (abernützlich):

- Silizium
- Natrium
- Lithium
- Vanadium
- Selen
- Iod
- Cobalt
- Chrom
- Zinn
- ...

7

Nährstoffzusammensetzung der Sprossbiomasse in Zwischenfrüchten


www.ig-gesunder-boden.de


Cobaltdüngung bei Süßkartoffeln

Behandlung	Ca 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	273	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]



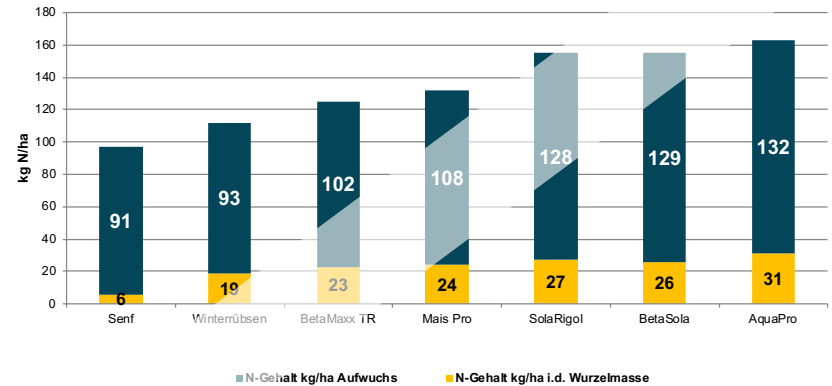
Sattgutbehandlung von Tomaten mit Nickel

Behandlung	Ni Konz. Blatt (mg/kg)	Ni Konz. Frucht (mg/kg)	Bio-masse (g pro Pflanze)	Frucht-ertrag (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. Hübel

Vorteile Mischungen > Reinsaat

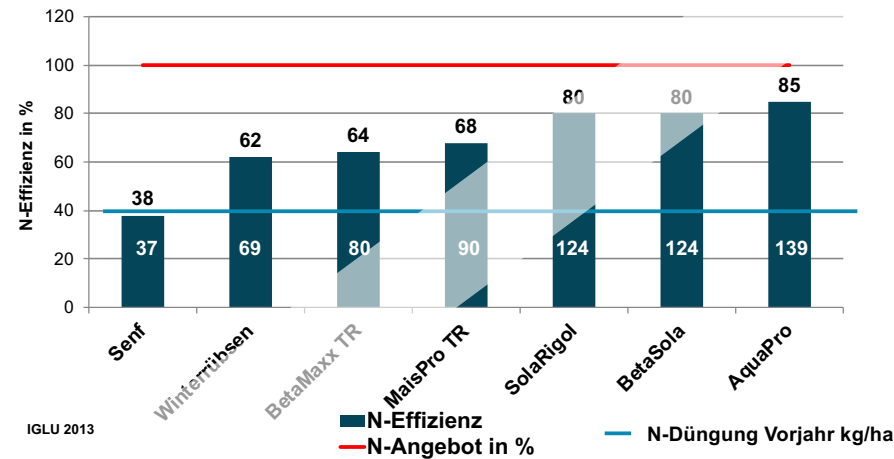
N-Gehalt in Aufwuchs/Wurzelmasse in Zwischenfrüchten



Quelle: IGLU 2013

www.ig-gesunder-boden.de

Stickstoffeffizienz von Zwischenfrüchten

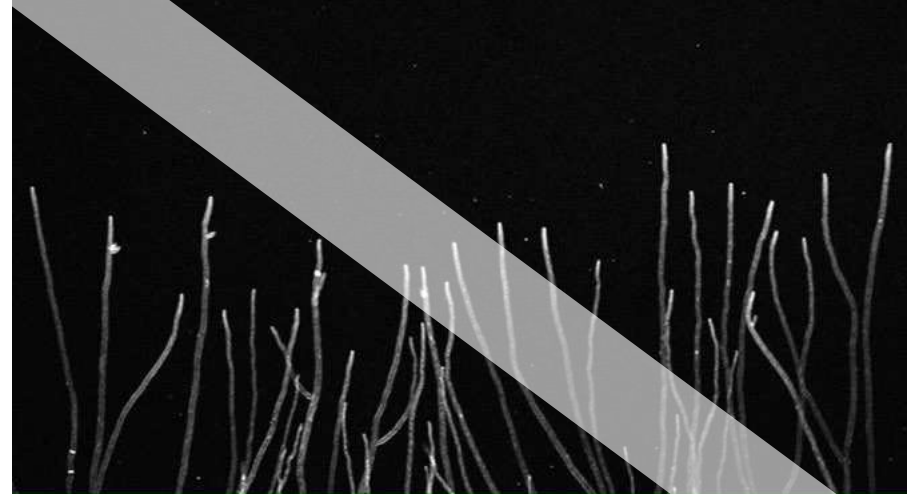


IGLU 2013

www.ig-gesunder-boden.de

www.ig-gesunder-boden.de

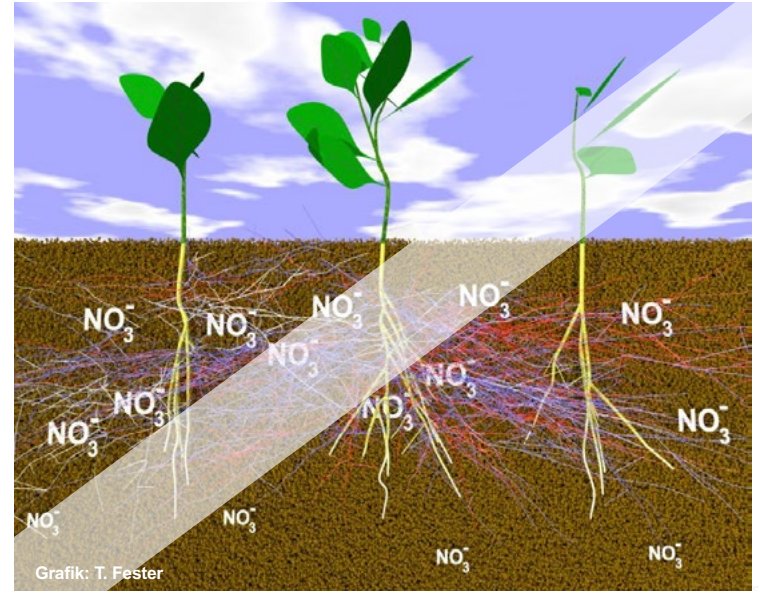
Quelle: Gallmetzer et al., PLOS Genetics



www.ig-gesunder-boden.de

0 sec

Quelle: Gallmetzer et al., PLOS Genetics 2015



www.ig-gesunder-boden.de

Eigenschaften eines idealen Bodens

- *schluckt* - auch bei Starkregen (>100 mm/Stunde) - das *gesamte Niederschlagswasser*
- ist auch durch schwere Maschinen *nicht zu verdichten*
- *versorgt* über gespeichertes, pflanzenverfügbares Kapillarwasser *auch in Trockenperioden die Pflanze* mit Wasser
- *gibt das Sickerwasser sauber* an das Grundwasser *weiter*
- *speichert Nährstoffe* aber gibt sie *jederzeit pflanzenverfügbar* weiter
- *fixiert Schadstoffe* absolut immobil
- *baut organische Schadstoffe* zu H_2O , CO_2 und Nährstoffen die im Bodenwasser verbleiben *ab* (keine Freisetzung von CH_4 , NH_3 , NO_x)
- *puffert Säureinträge* *ab*, reguliert den pH-Wert automatisch auf Werte zwischen 6 und 7

www.ig-gesunder-boden.de



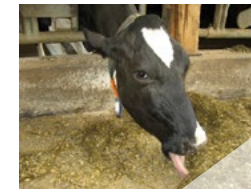


Boden bedecken!



Bilder: C. Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de



Alle Lebewesen ernähren!



Bilder: C. Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de

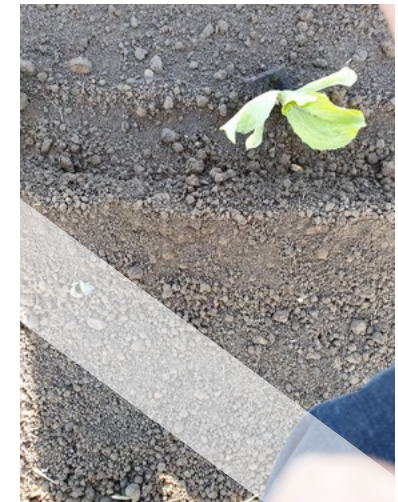


Zwischenfrucht dient dem Aufbau von Bodenstruktur, beugt Erosion vor, ernährt das Bodenleben und die Folgekultur, unterdrückt Unkräuter u.v.m.



Foto: Christoph Felgentreu

www.ig-gesunder-boden.de



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



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



www.ig-gesunder-boden.de



Förderung von Mykorrhiza,
Regenwürmern, Bakterien.....
= Schattengare

Foto: Felgentreu

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**



www.ig-gesunder-boden.de



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/>

www.ig-gesunder-boden.de



Weitere Informationen



www.ig-gesunder-boden.de



www.ig-gesunder-boden.de

