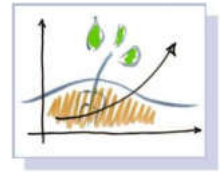


[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

# Analyse Beratung Fortbildung

Analysis  
Consultancy  
Training

Das Büro ... ▾

Agri-Food-Politik ▾

Bodenmanagement ▾

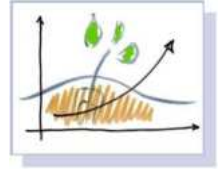
Umweltbildung ▾

Publikationen ▾

Agrarpolitik, Food-Policy, landwirtschaftliches Bodenmanagement,  
aufbauende Landwirtschaft, Bodenfruchtbarkeit, Qualitative Analyse der  
Bodenstruktur

Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur  
Beratung, Analyse und Fortbildung für Politik und Landwirtschaft

Seit 2001

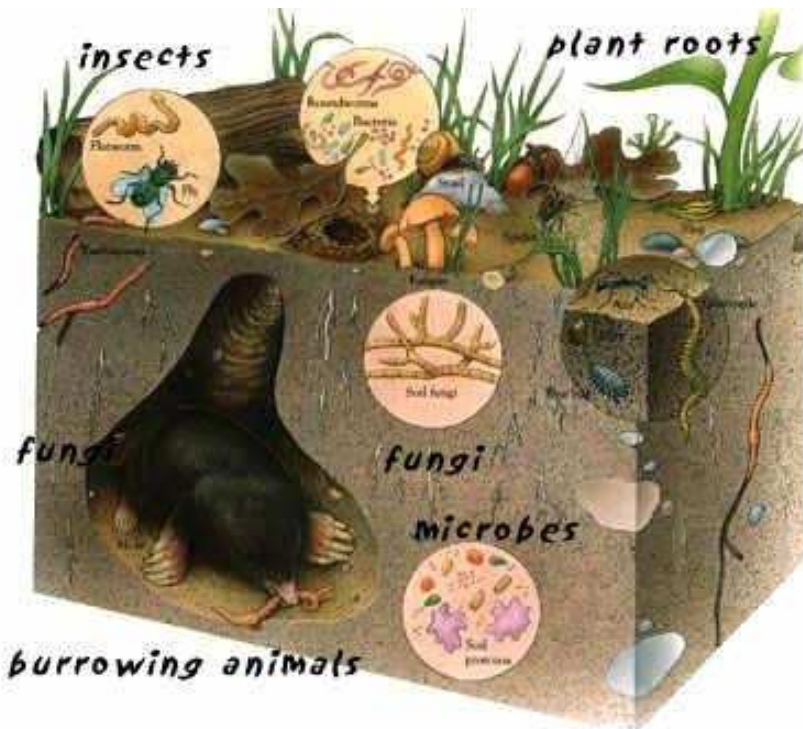


## „Maßnahmen zum Humusaufbau – Stand des Wissens“

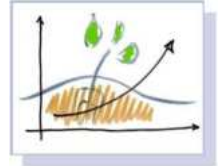
Dr. Andrea Beste

13. März 2025

20. Wintertagung, Güstrow

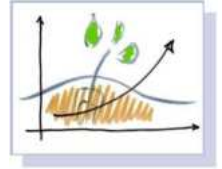


**Landwirtschaft ist von Klimaextremen gebeutelt. Um resilient zu sein, müsste sie „aufbauend“ arbeiten, statt „abbauend“ ...**



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)





[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

# Status Quo in Europa



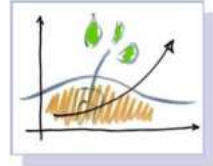
# Humusverluste..... auch in Deutschland...

Verlust von Humus führt zu zunehmender Erosion und Verdichtung in den letzten 30 Jahren.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltprobleme-der-landwirtschaft>

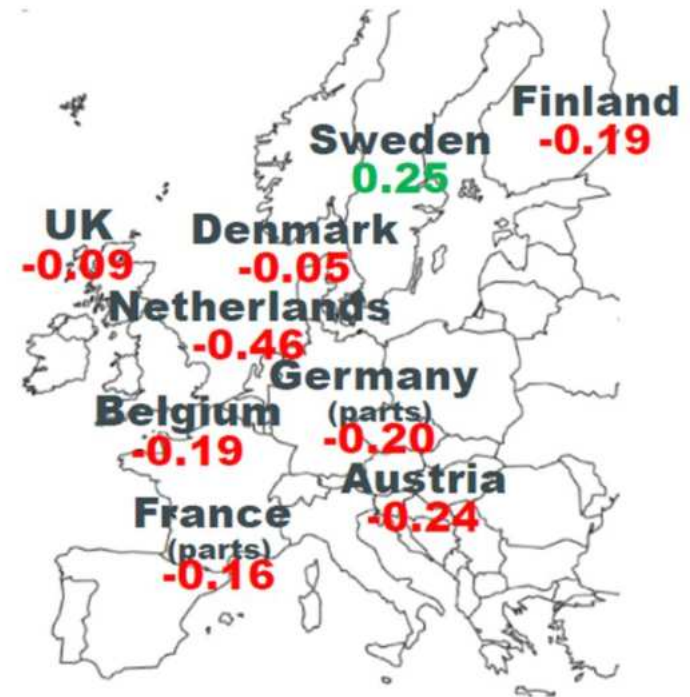


Das bestätigen auch europäische Messungen und der aktuelle Bodenzustandsbericht von 2018



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

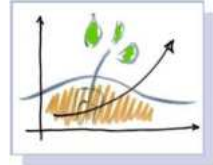
## Recent soil carbon stock changes in croplands



In t C/ha/yr and based on repeated soil inventories

Sources: Heikkinen et al. 2013, Poeplau et al. 2015, Taghizadeh-Toosi et al. 2014, Lettens et al. 2005, Knotters et al. 2022, Dersch and Böhm 1997, Höper 2021, Antoni et al., 2008

# Bodenqualitätsverlust ...

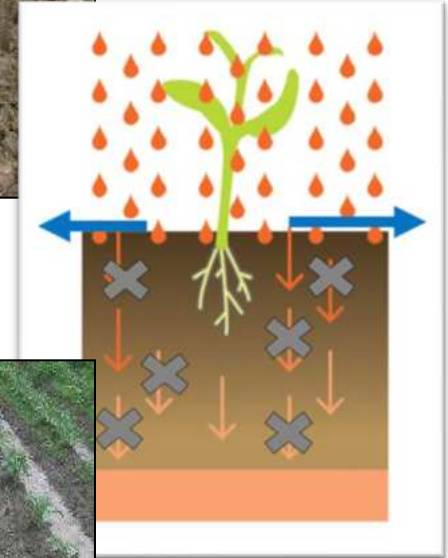


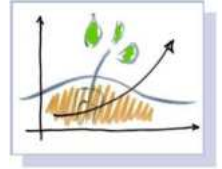
[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

23 % der Flächen zeigen starke Unterbodenverdichtung und deutlich mehr Flächen zeigen schleichende Krumenverdichtung.

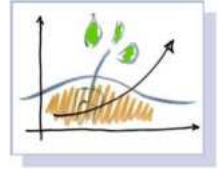
Das verstärkt die Erosionsanfälligkeit, **vermindert die Wasserspeicherfähigkeit und die Erntesicherheit** und verstärkt die Hochwassergefahr.

(EU Kommission 2021; Beste 2021, Montanarella 2018)

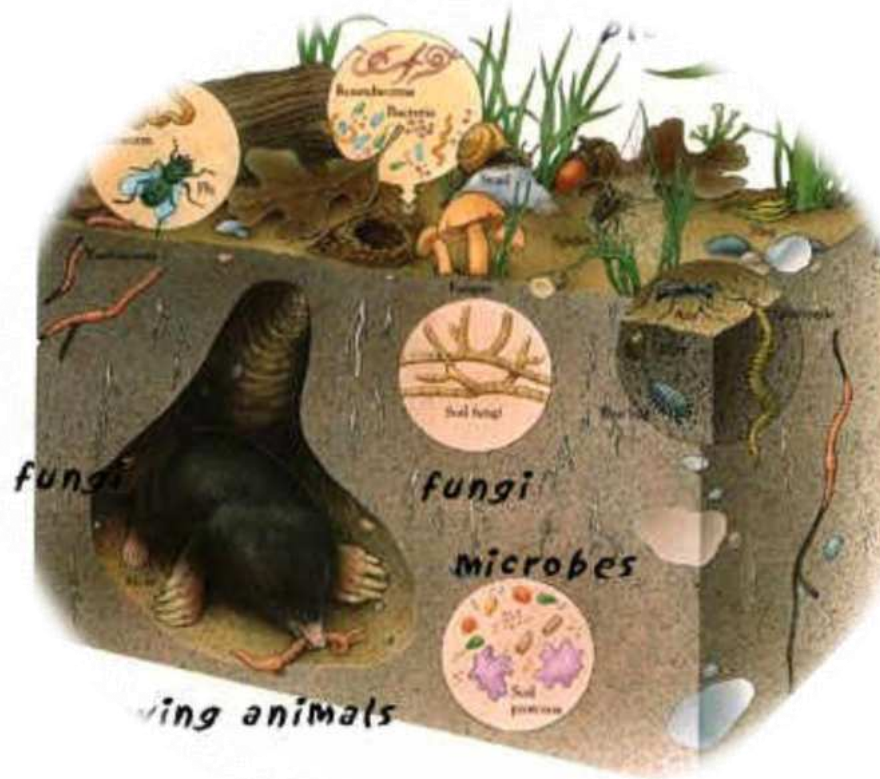




**Was tun?**

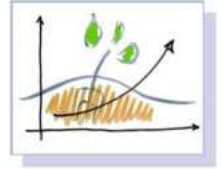


# Was sind die wichtigsten Prinzipien "aufbauender" Landwirtschaft?





# Was sind die wichtigsten Prinzipien "aufbauender Landwirtschaft"?



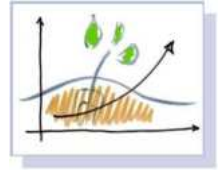
[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Dafür sind 3 Prinzipien wesentlich:

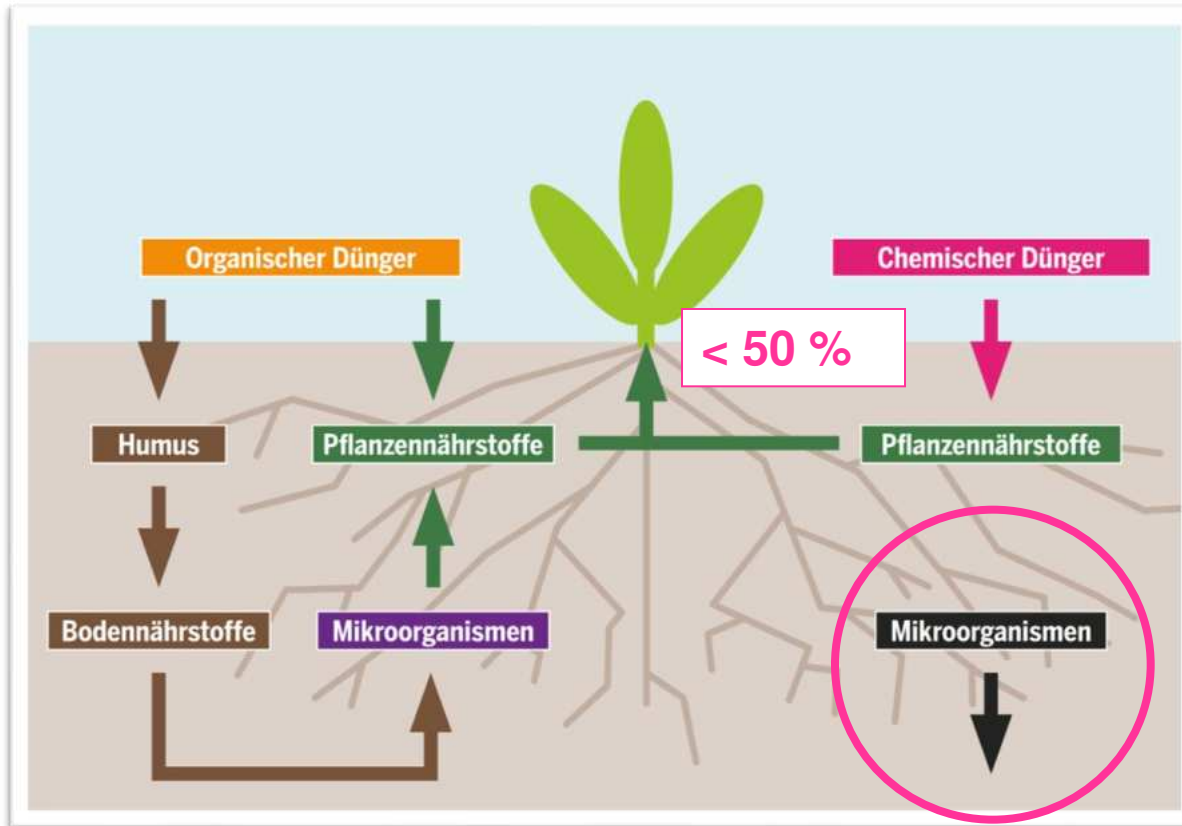
- Erhöhung der organischen Substanz im Boden
- Bodenleben fördern, statt ignorieren
- Vielfalt über und unter der Oberfläche



# Pflanzenernährung oder Bodenernährung?



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)



(Bodenatlas 2015, verändert aus Beste 2015)

**Synthetische Düngemittel fördern das Bodenleben nicht.**

**Sie beeinträchtigen außerdem fruchtbarkeitsfördernde Mykorrhiza Pilze.**

(Beltran-Garcia 2021; Solanki, 2021, Beste/Lorentz, 2022)

**Weltweit kommen weniger als 50 % des gedüngten Stickstoffs bei den Pflanzen an.**

(Zhang et al. 2021, BIZ 2022)

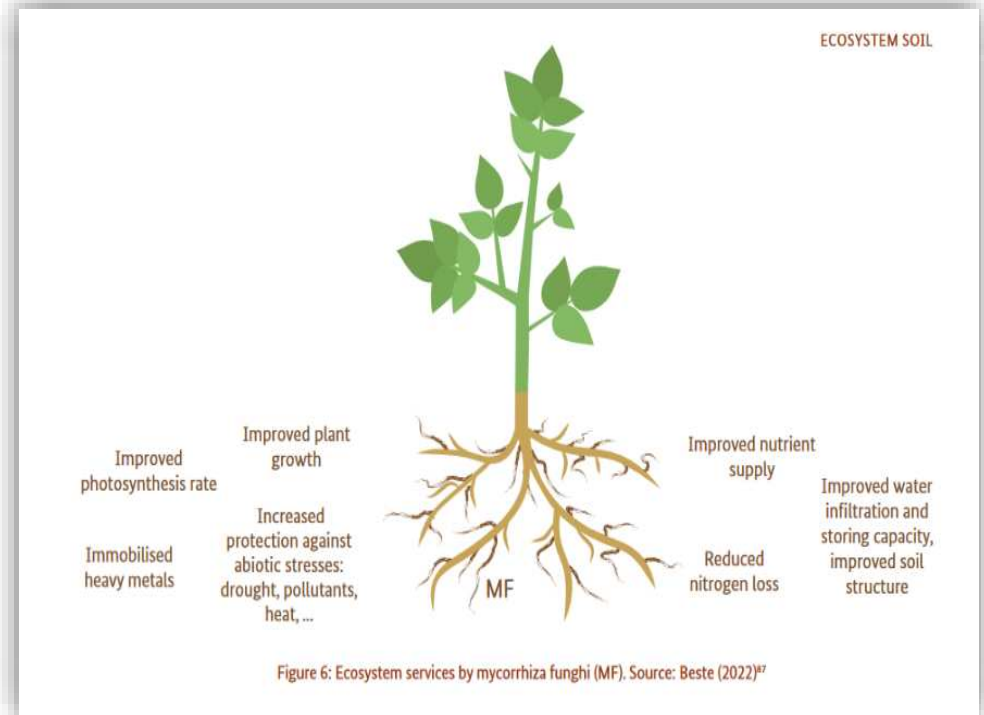
# Was gewinnen wir z.B. durch Mykorrhiza-Pilze?

Mykorrhiza gehen eine symbiotische Beziehung mit den Wurzeln ein.

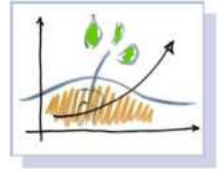
Sie verbessern die Photosyntheserate, die Nährstoffversorgung und die Bodenstrukturbildung,

mindern abiotischen Stress und Nitratauswaschung und verhindern Krankheitsbefall.

All das verlieren wir, wenn wir sie schädigen.



# Mulchsaat funktioniert nur mit Vielfalt....

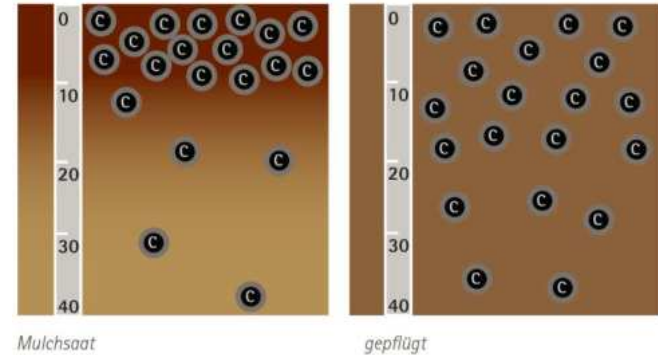


[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

**Durch Pflugverzicht wird nicht mehr Humus im gesamten Profil gebildet als bei Pflugbearbeitung**

(u.a. Thünen –Institut 2015).

**Ohne vielfältige Durchwurzelung verdichteten die Böden und bilden dann häufig mehr Lachgas, welches 300 mal klimawirksamer ist als CO<sub>2</sub>** (u.a. Thünen Bodenzustandsbericht 2018).



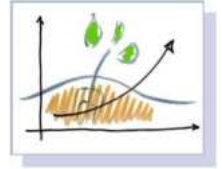
**Regenwurmgänge allein bringen kein schwammartiges, wasserspeicherndes Gefüge. Das hilft nicht bei Dürre und das Wasser sickert in nahezu ungefiltertem Zustand ins Grundwasser.**

**Was wir brauchen sind Systeme mit weiten Fruchtfolgen und Zwischenfrüchten, dies fördert die Bodenstruktur, senkt den Unkrautdruck und die Notwendigkeit für tiefe Bodenbearbeitung entfällt.**



(Beste 2002, Beste 2018, Holland 2004, Rochette 2008, Luo et al. 2009, BMEL 2019).

**Pflugverzicht funktioniert nur, wenn der Boden schon so aussieht:**



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)



**Das erreicht man nur mit Vielfalt, nicht mit Technik!**

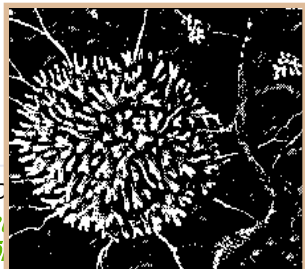
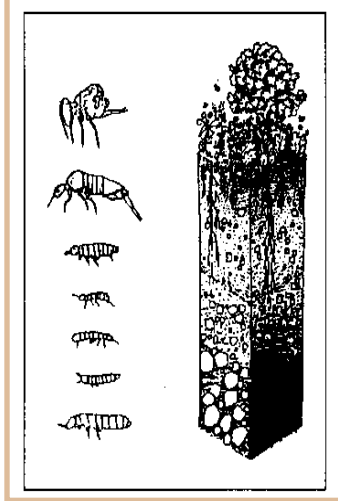
# Was nicht hilft: Pyrolysekohle - Fakten statt Heilsversprechen

Obwohl chemisch nicht vergleichbar mit „Terra Preta“, hat Pyrolysekohle bisher in tropischen Böden Vorteile gezeigt, da dort die „Austauscher“ fehlen, in Böden mittlerer Breiten allerdings nicht (HPTA Science Committee 2015, LfL 2018).

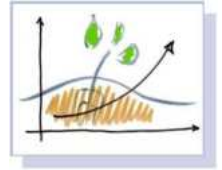
In den gemäßigten Klimazonen ist vor allem das Bodenleben für gute Bodeneigenschaften und eine gesunde Pflanzenernährung sowie Bioporen für die Wasserspeicherung und –reinigung verantwortlich. Dieses benötigt abbaubare Substanzen, die liefert Pyrolysekohle nicht (Garcia 2014).

Hier hat Qualitätskompost deutlich mehr positive Wirkungen, das Zeigen Studien der letzten Jahrzehnte.

Bei der Pyrolyse entstehenden grundsätzlich krebserregende Schadstoffe (PAK), die nicht in den Boden kommen sollten (Bucheli et al. 2015; De la Rosa et al. 2019).



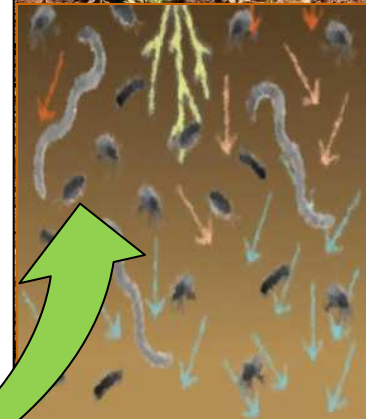
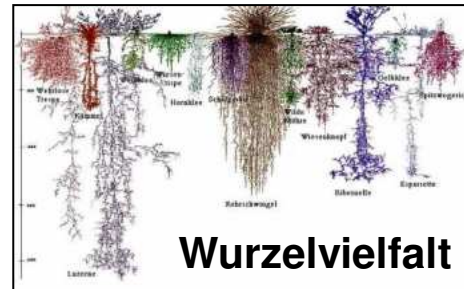
# Futter für das Bodenleben



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Die Unterstützung der Bodenbiota wird am besten erreicht durch

- Fruchtfolge
- Zwischenfruchtanbau, Untersaaten (Bodenbedeckung)
- Qualitätskompost
- Agroforstwirtschaft
- Permakultur

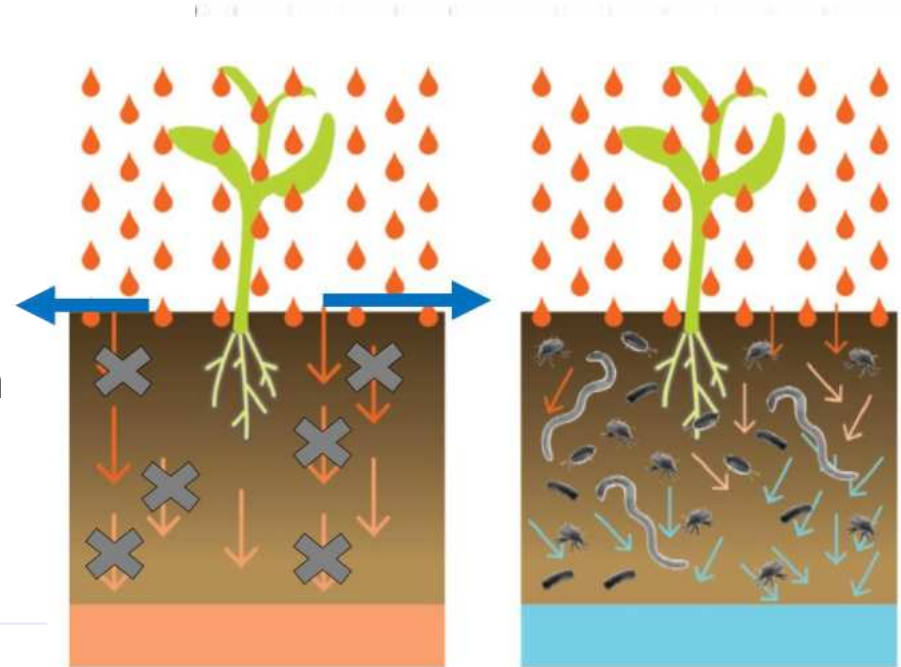
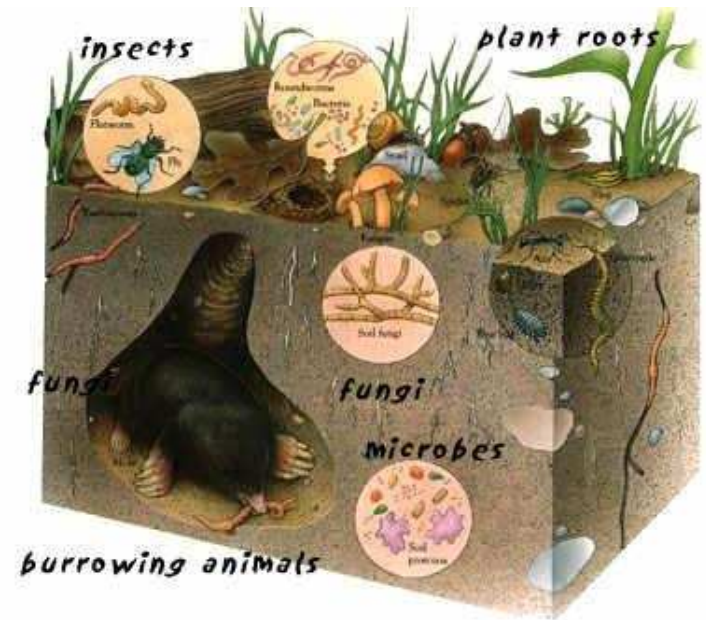


# Mittelporen für pflanzenverfügbares Wasser...

Zur Aufrechterhaltung der  
Bodenfunktionen ist eine **hohe  
biologische Aktivität** wichtig.

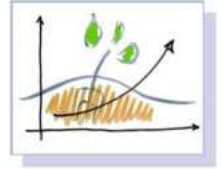
**Nur Mikroorganismen** können  
Mittelporen bilden, die  
Pflanzenverfügbares Wasser  
aufnehmen und abgeben können.

Mit Humus gut versorgte Böden  
können ein Vielfaches ihres  
Eigengewichtes an Wasser speichern  
(UBA 2016).



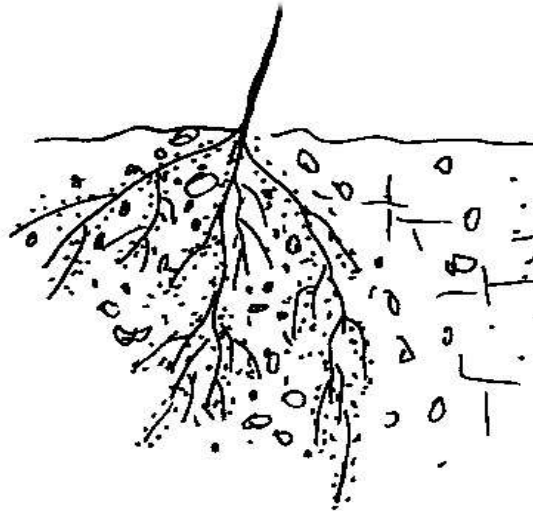


# Besonders wichtig dabei: Wurzeln!



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Höhere biologische Aktivität in Wurzelnahe



**Versorgung des Bodenlebens durch „Fütterung“ mit Wurzeln (Wurzelausscheidungen und absterbende Wurzeln) sowie mechanische Verbauung der Bodenteilchen.**

**Mikrobielle Biomasse nimmt entsprechend der Wurzelmasse zu.**

**Wurzeln sind die größten Humusbildner** (Gentsch 2020).

Biologische Aktivität  
Organismendichte  
Stoffwechselintensität  
Strukturstabilität

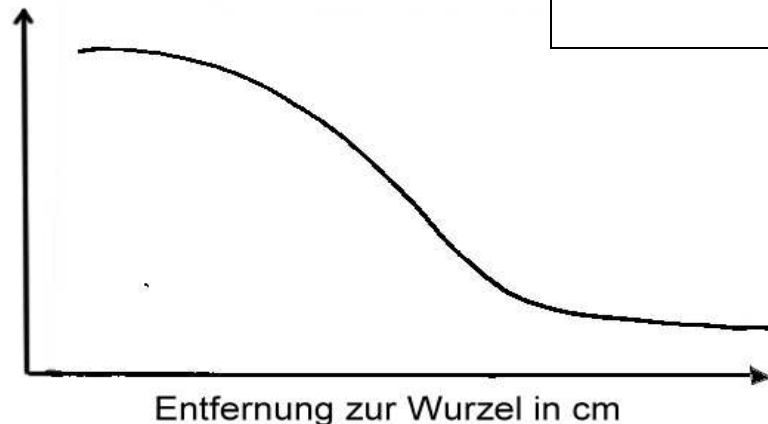
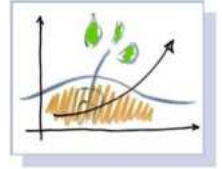


Abbildung: BESTE 2005 nach Gisi 1997

# Vielfalt: Oben und unten!

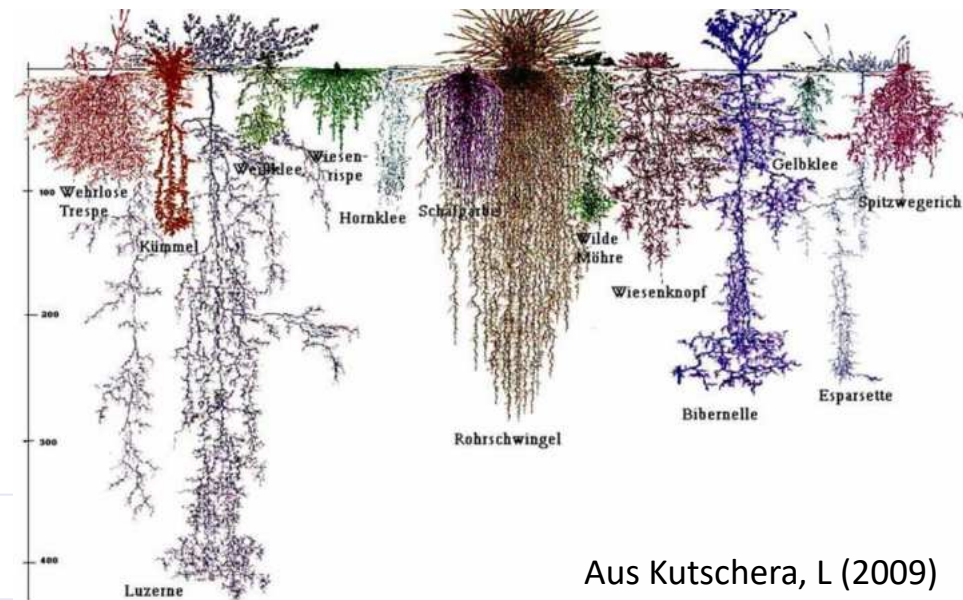


[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

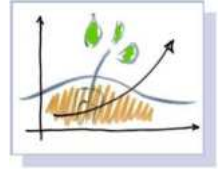
## Wurzelrockenmasse und Ernterückstände unterschiedlicher Zwischenfrüchte

Zwischenfrüchte	Wurzelrockenmasse in dt/ha	Ernterückstände in dt/ha
Winterrübsen	5	9
Grünroggen	8-11	14-16
Landsberger Gemenge	19-22	27-29

Zusammenstellung aus Beste (2005), nach Freyer (2003)



# Vielfalt: Beispiel Untersaat



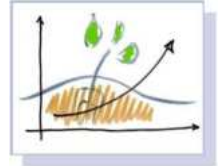
[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)



Rotklee nach Roggen

Rene Bonn, 2024

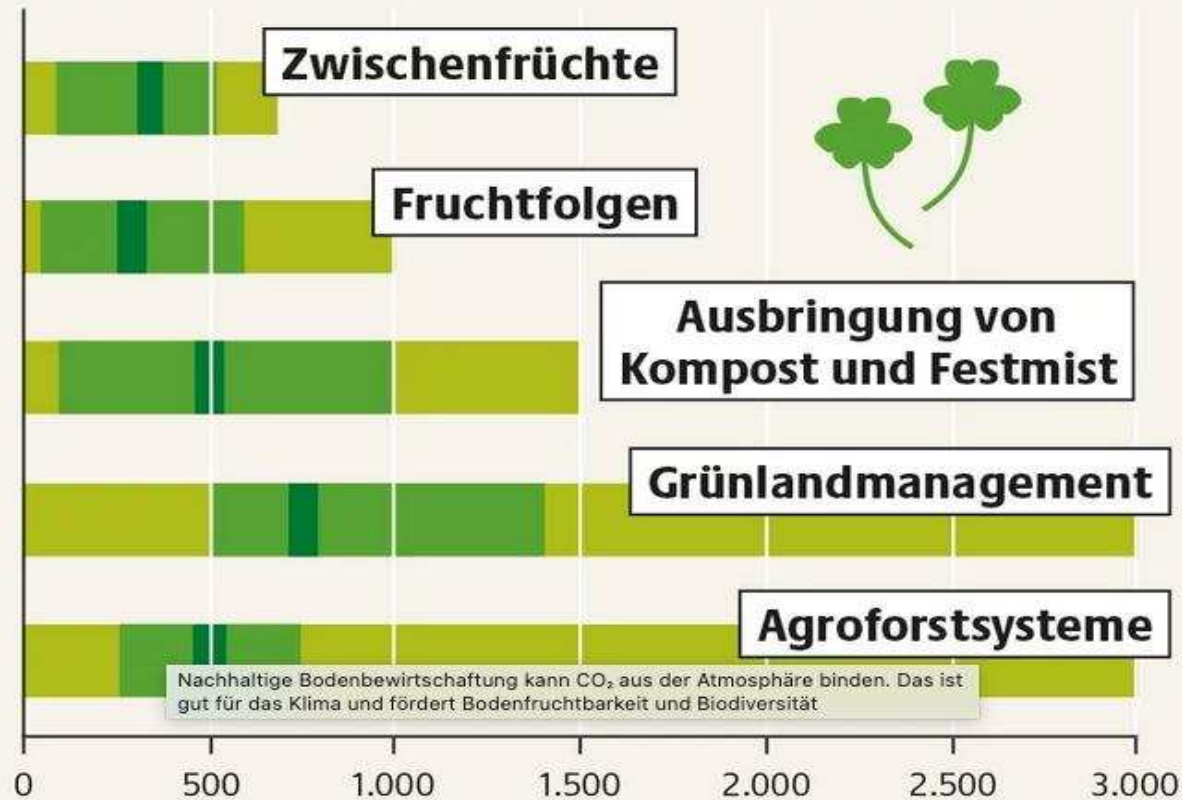
# Humusaufbau-Potential



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

## SPEICHERKAPAZITÄTEN

Einfluss landwirtschaftlicher Maßnahmen auf die Anreicherung von organischem Kohlenstoff, pro Jahr in Kilogramm pro Hektar



Nachhaltige Bodenbewirtschaftung kann CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre binden. Das ist gut für das Klima und fördert Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität

Schematische Darstellung; realistische Bandbreiten (dunkel) und Extremwerte (hell)

# Bodenleben kann man sehen... Popcorn statt Schokolade



Dr. Andrea Beste

*Büro für Bodenschutz und  
ökologische Agrarkultur*

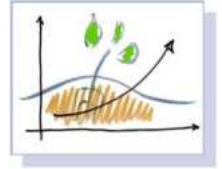
# Bodenleben kann man sehen... Verdichtung



Dr. Andrea Beste

*Büro für Bodenschutz und  
ökologische Agrarkultur*

# Fazit



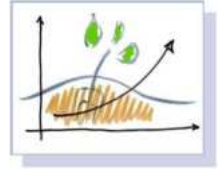
[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)



Langfristig erfolgreich und nachhaltig ist nur eine Bewirtschaftung, die den **höchsten Ertrag pro Einheit gesundem Ökosystem** produziert

Ökosysteme müssen aufgebaut werden, statt degradiert.

# Mehr zu „aufbauender“ und „regenerativer“ Landwirtschaft - was es ist - und was es nicht ist ...



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Podcast mit Dr. Andrea Beste & Tim Schmid für das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) zu Regenerativer Landwirtschaft 2024

Beste, A. (2024): Von einer guten Idee zu falschen Versprechen In. Ökologie & Landbau 2/24

Beste, A. (2021) Greenwashing & viel Technik. Vermeintlich nachhaltige Lösungen für die Landwirtschaft.

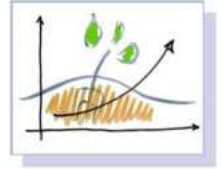
Beste, A. (2020): Genau hinsehen lohnt sich. Ein Artikel zu Ökolandbau, Agrarökologie, regenerativer Landwirtschaft und Hybridlandwirtschaft. In: Magazin des Bodenfruchtbarkeitsfonds der Bio-Stiftung Schweiz 2/2020.

**Dr. Andrea Beste**  
**Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur**  
[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)





# Informative Links zum Zwischen- und Mischfruchtanbau im Netz...



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

<https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/zwischenfruechte/anbaugrundsaeetze-und-mischungsbeispiele/>

<https://www.praxis-agrar.de/pflanze/ackerbau/zwischenfruechte/>

<https://llh.hessen.de/pflanze/marktfruchtbau/zwischenfruchtanbau/>

[https://www.saaten-union.de/nav/157 Zwischenfruechte](https://www.saaten-union.de/nav/157_Zwischenfruechte)

[https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau/zwischenfruechte/veroeffentlichungen/Zwischenfruechte Fruchtfolgen.pdf](https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau/zwischenfruechte/veroeffentlichungen/Zwischenfruechte_Fruchtfolgen.pdf)