

„Die großartige Welt der Mikroorganismen: Potenziale Wechselwirkungen mit Mensch und Boden“



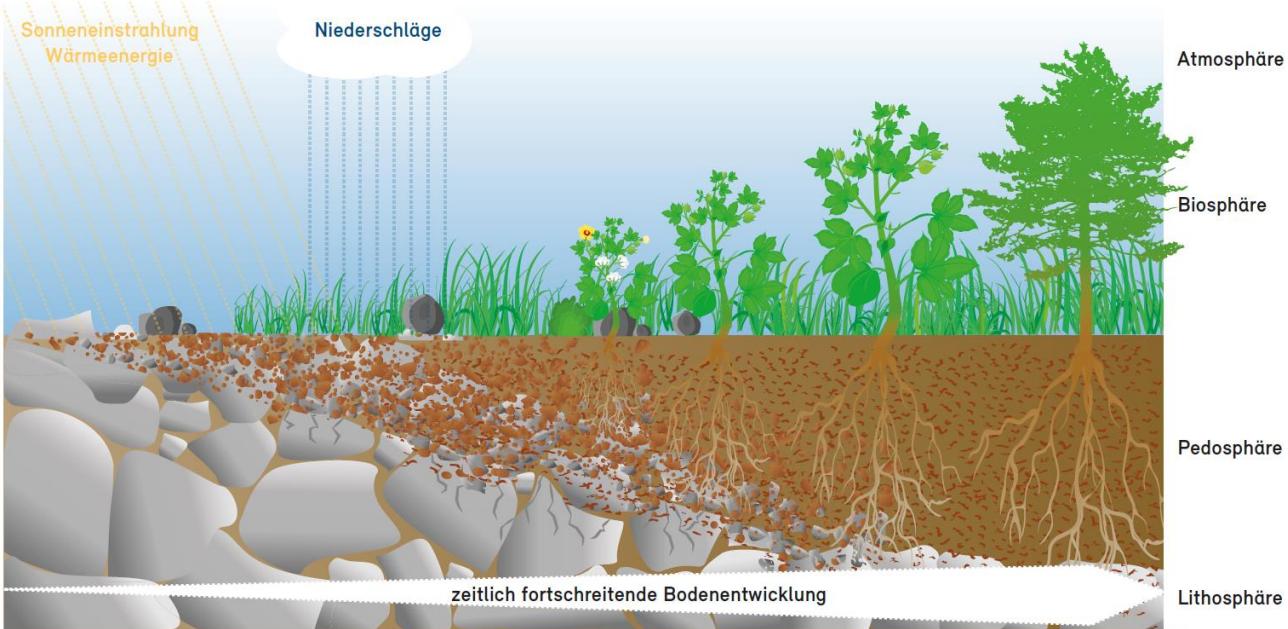
Prof. (a.D.) Dr. Dr. François Buscot

- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Bodenökologie Department
- Universität Leipzig, Lehrstuhl Bodenökologie
- Deutsches Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle - Jena - Leipzig

Bodenbildung (Pedogenese)

Chronosequenz

An der Bodenbildung sind verschiedene Prozesse beteiligt. Boden (Pedosphäre) ist die gemeinsame Schnittstelle von Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre und Biosphäre.



© Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung © BAFU 2017



Physik

Chemie

Biologie

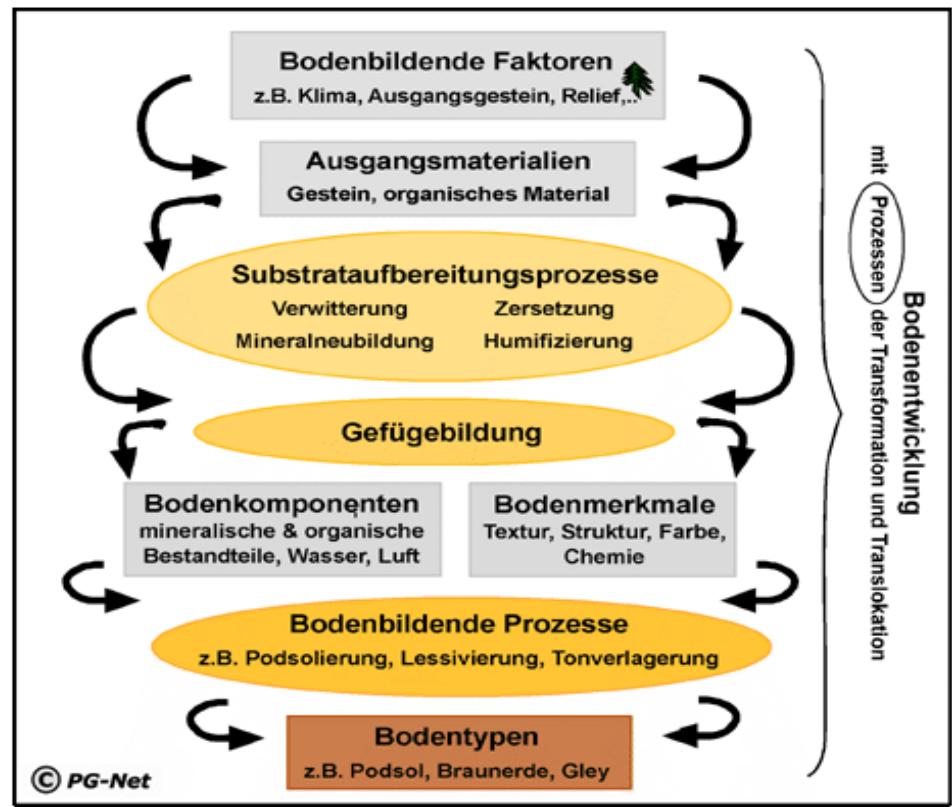


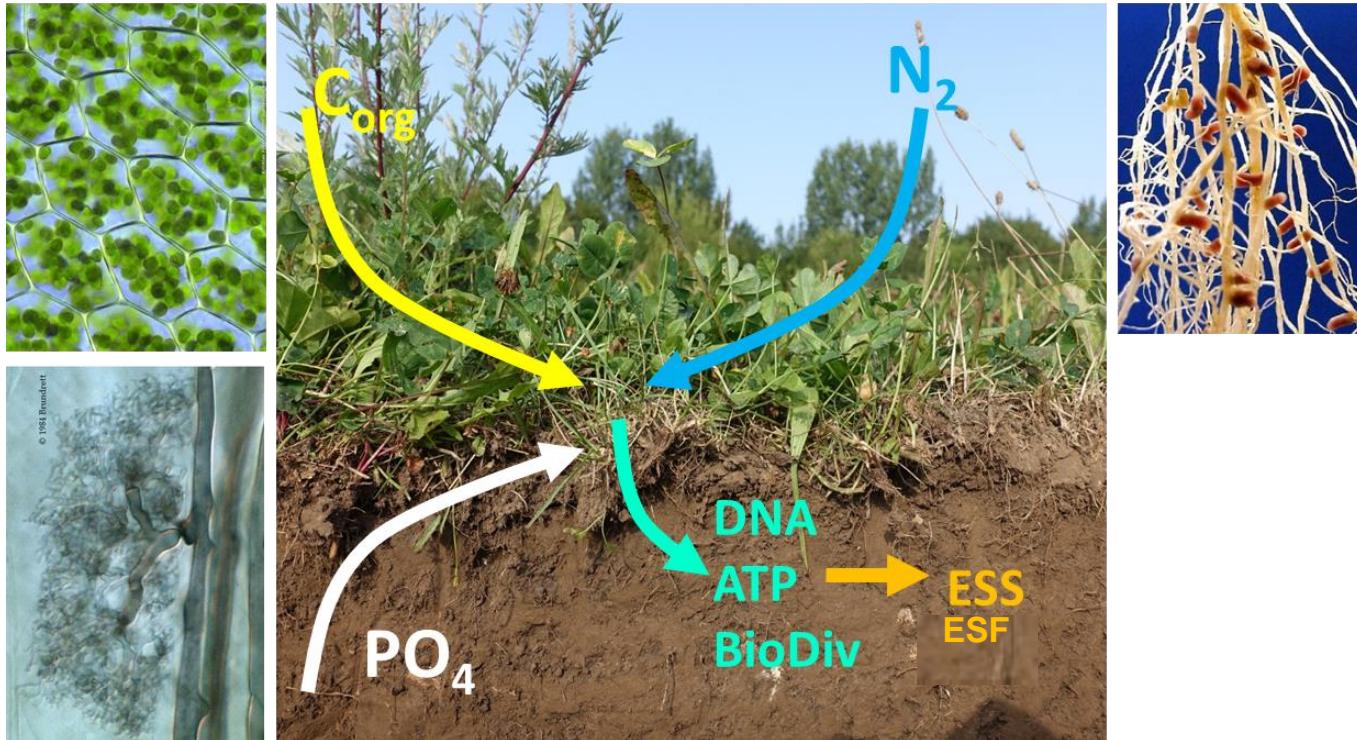
Abbildung Die Bodenentwicklung im Überblick
Quelle: in Anlehnung an Bradshaw & Weaver 1995; Schröder 1992; Schütt 2002.

Einflussfaktoren:

- Geologie
- Geographie
- Klima
- Vegetation

Zeit

Dem System Boden-Pflanze assoziierte Lebensgemeinschaften

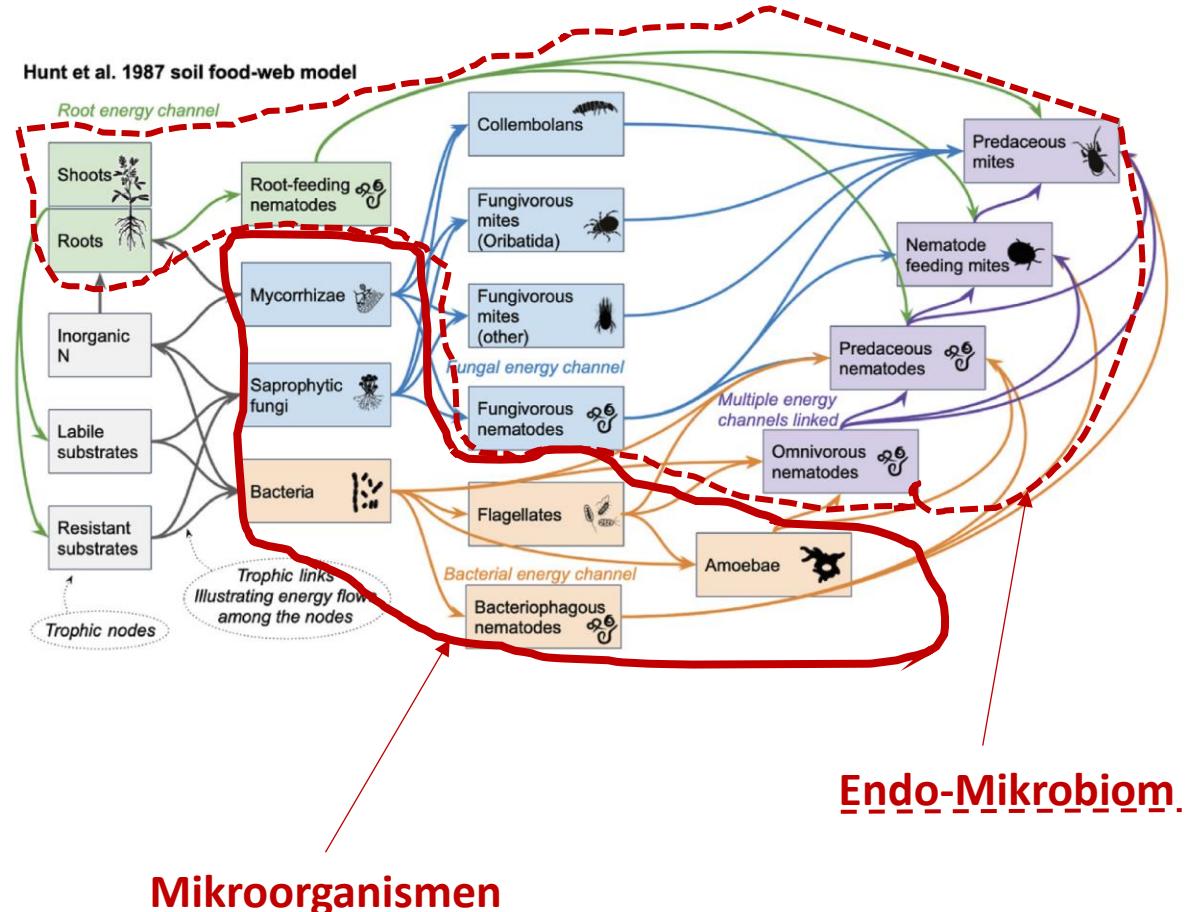


- 7×10^9 Organismen
- 10^6 Arten
- Meistens unbekannt
- In Wechselwirkungen

Biomasse & Vernetzung der Bodenorganismen

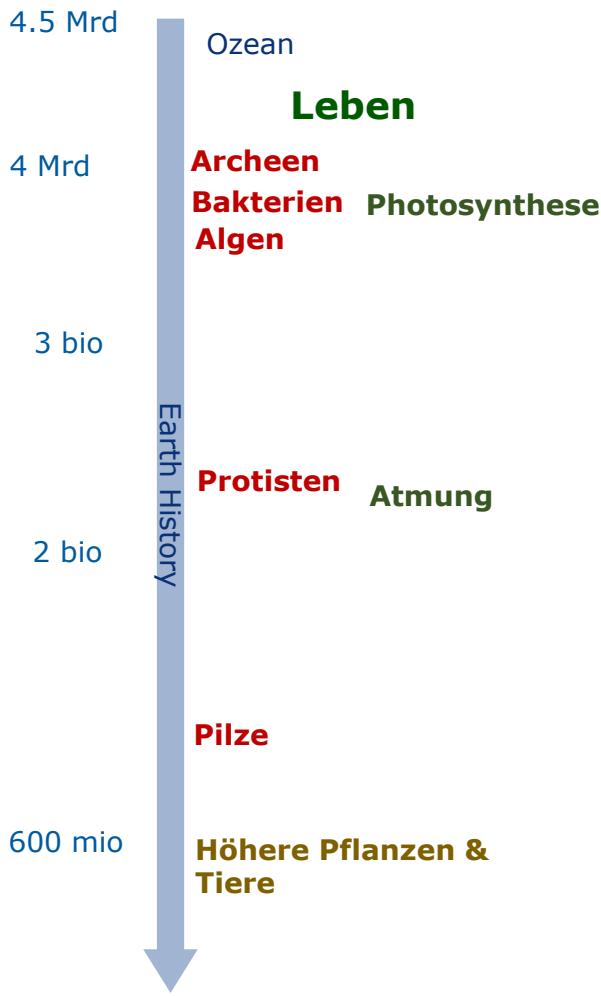
Biomasse/Ha (Trockengewicht) in einem europäischen Graslandboden	
• Maulwurf	4 kg
• Regenwürmer	4 Tonnen
• Tausendfüßler (Isopoden)	500 kg
• Acarien (Milben)	500 kg
• Protozoen	100 kg
• Pilze	10 Tonnen
• Bakterien	7 Tonnen

© François Buscot

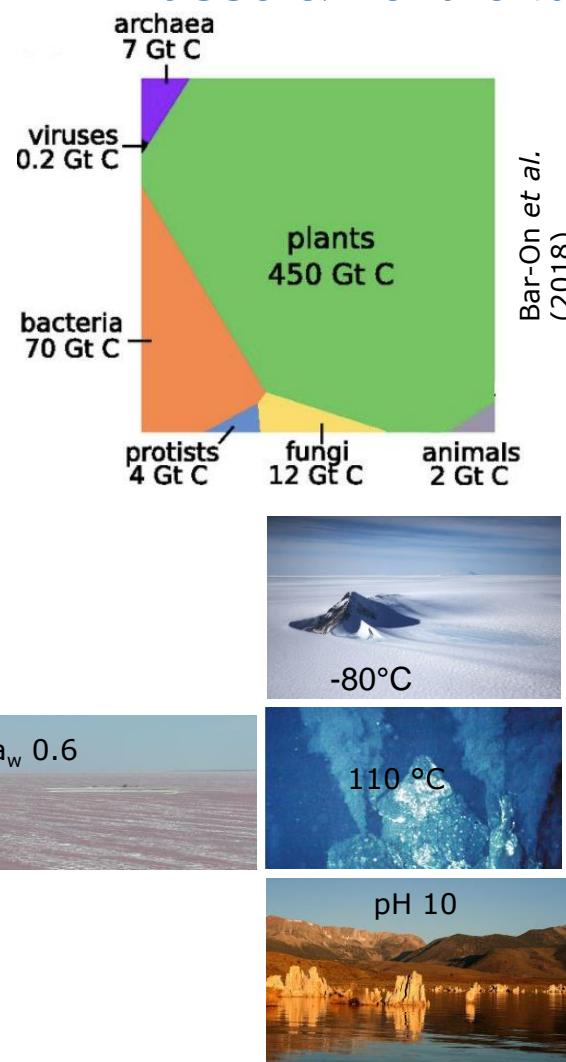


Unsere Welt hängt von den Mikroorganismen ab

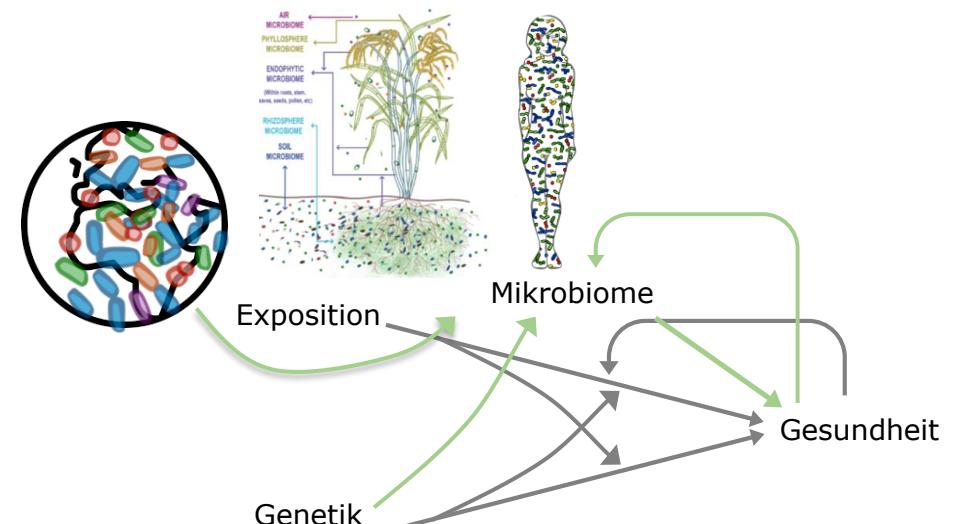
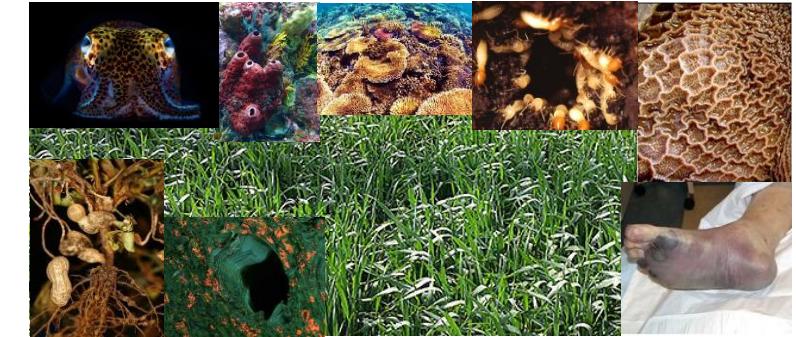
Ursprung



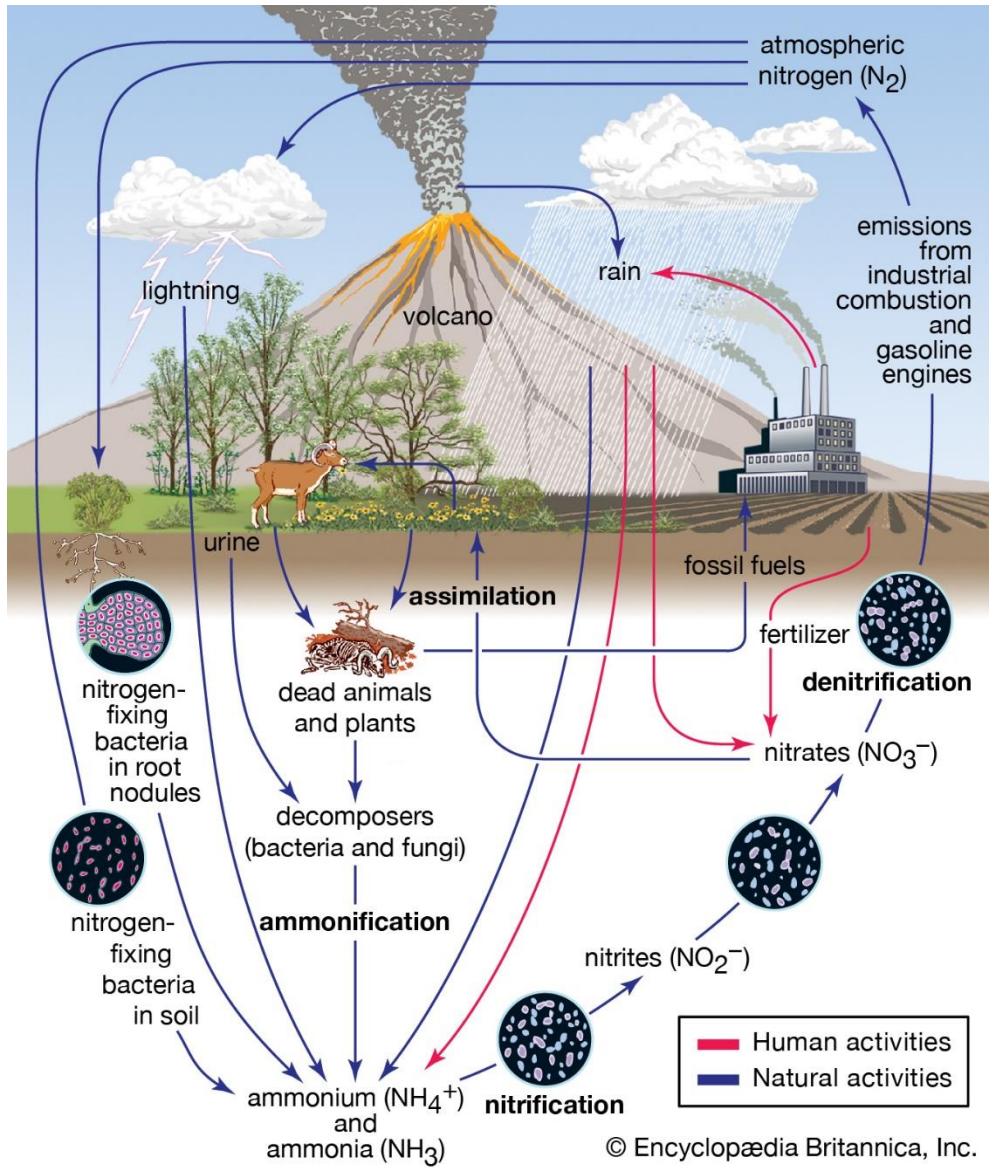
Masse & Verbreitung



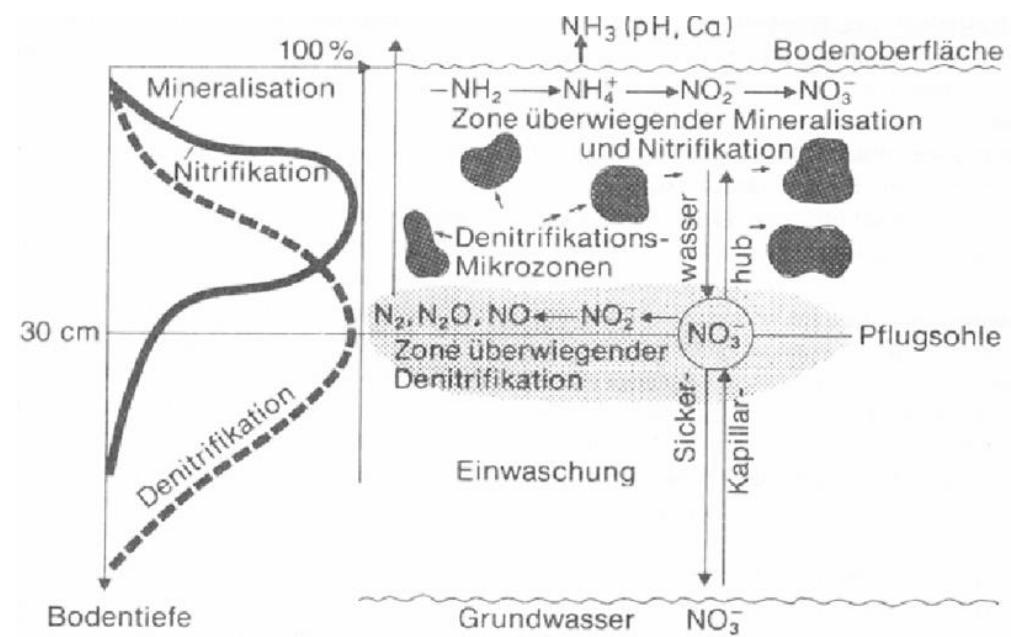
Wechselwirkungen



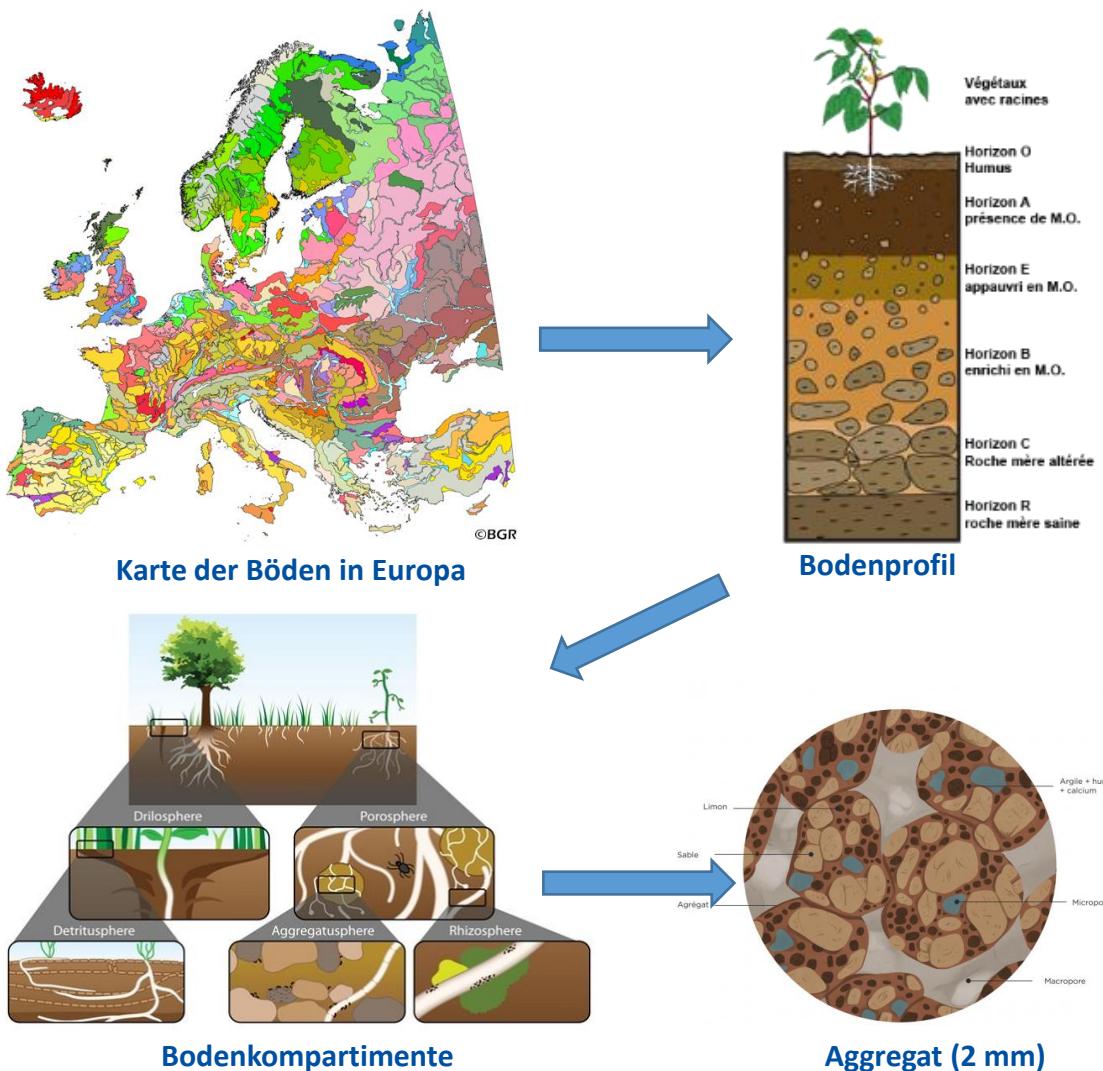
Faszination Bodenmikrobiom (z.B. Stickstoffkreislauf)



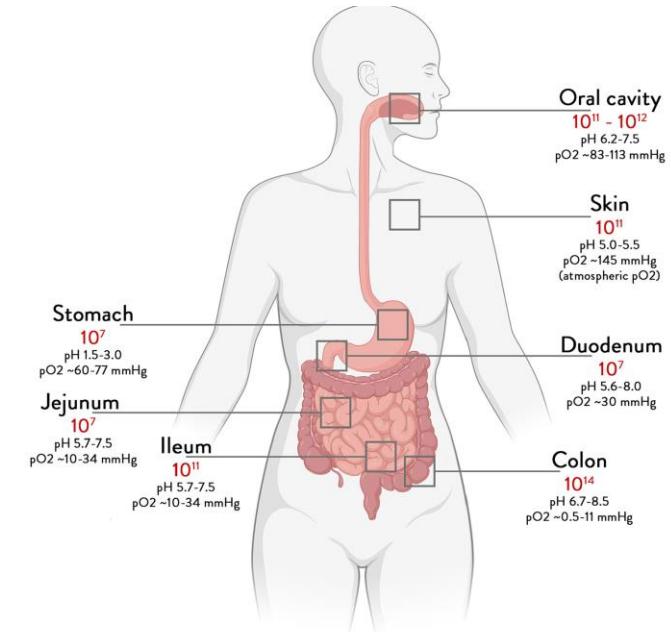
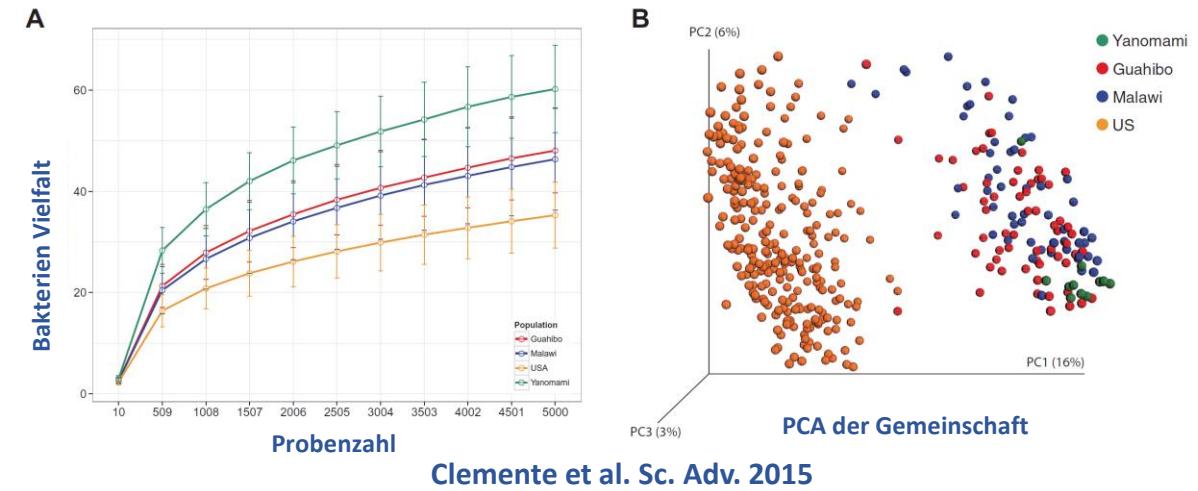
Oxidation state	Species	Name
-3	NH_3 , NH_4^+	Ammonia, ammonium ion
-2	N_2H_4	Hydrazine
-1	NH_2OH	Hydroxylamine
0	N_2	Nitrogen
+1	N_2O	Nitrous oxide
+2	NO	Nitric oxide
+3	HNO_2 , NO_2^-	Nitrous acid, nitrite ion
+4	NO_2	Nitrogen dioxide
+5	HNO_3 , NO_3^-	Nitric acid, nitrate ion



Mikrobiom Variabilität in Böden & Menschen

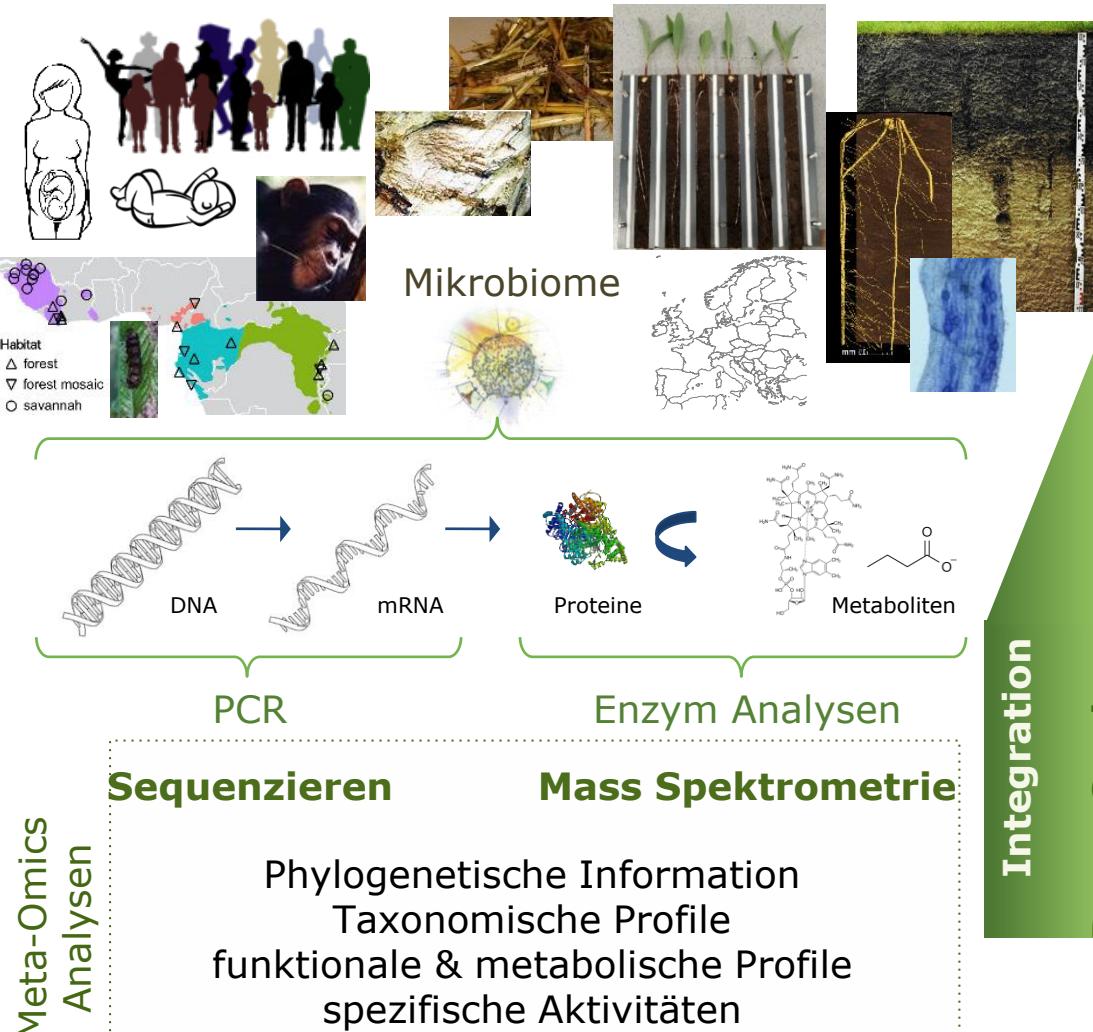


© F. Buscot



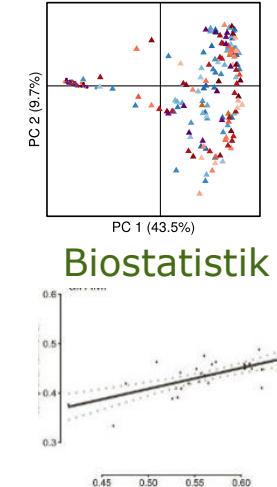
W.V. de Vos et al. BMJ 2022

Wie wird das Mikrobiom heute erfasst?

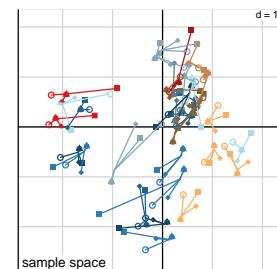


Integration
Daten Strukturen
Workflows

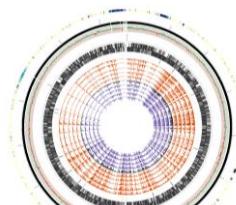
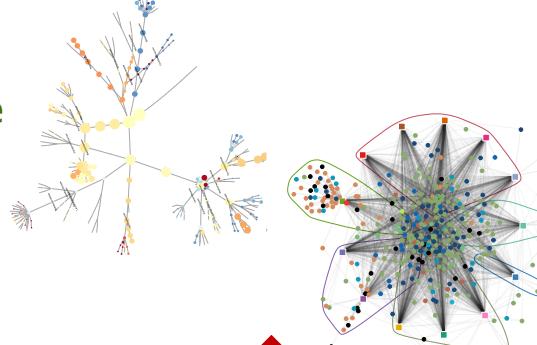
Interpretation



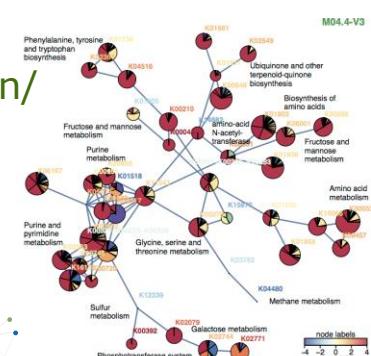
Biostatistik



Schlüssel-arten/ Funktionen



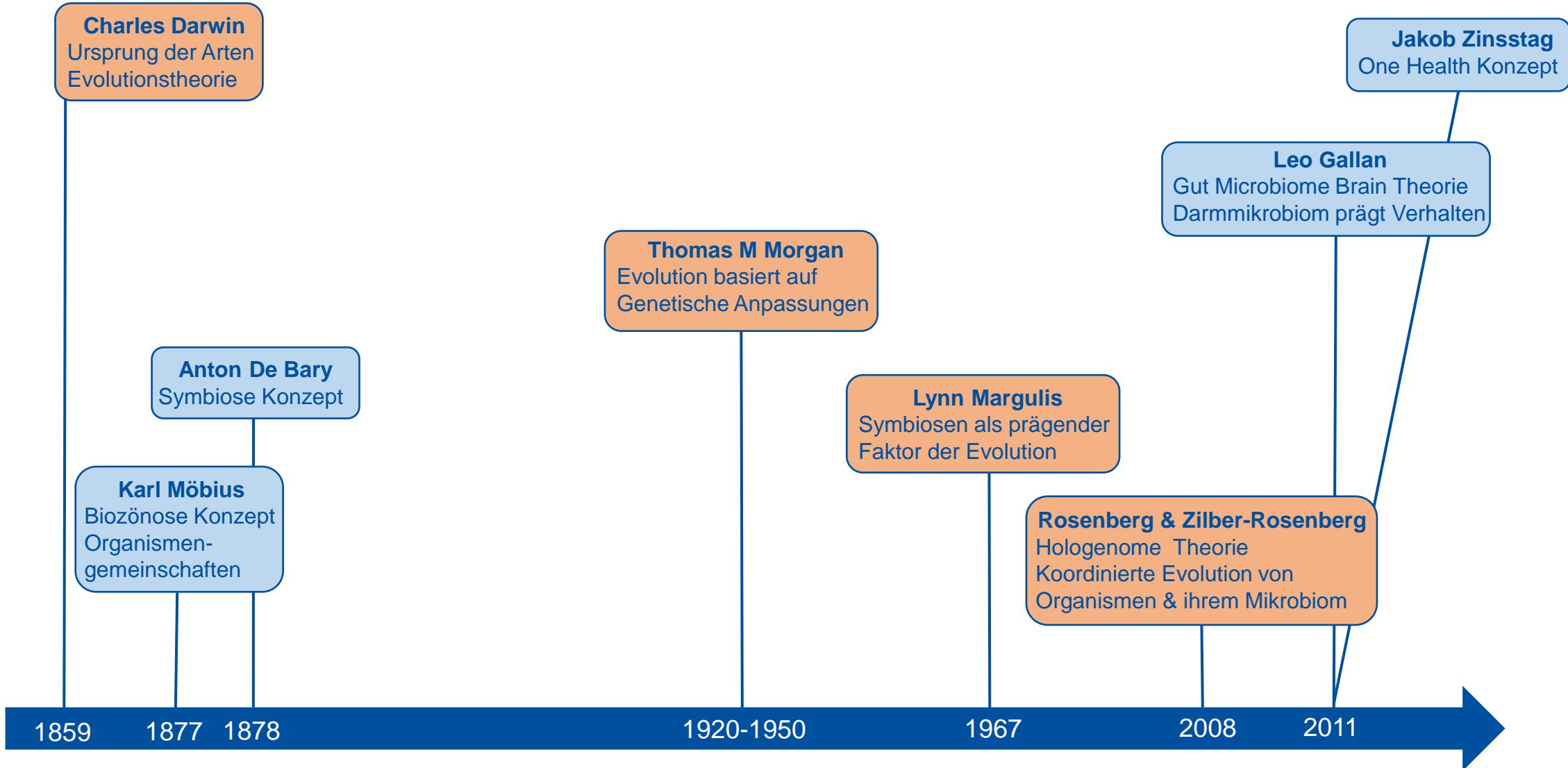
Komparative Genomik



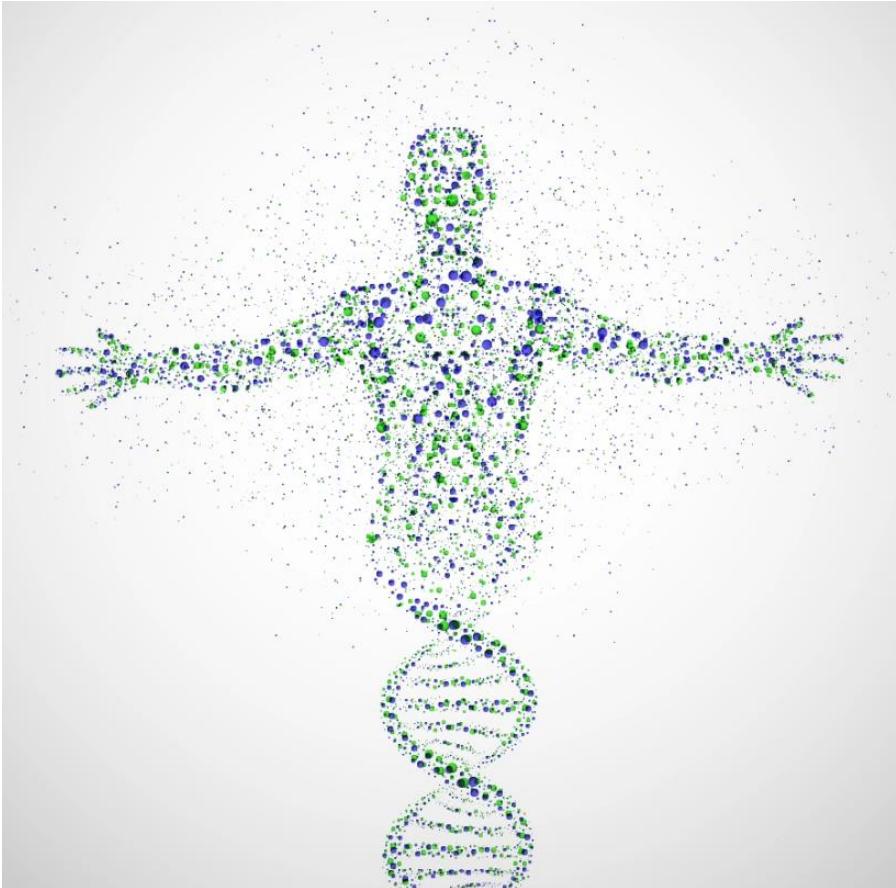
Netzwerk Analysen

Metadaten

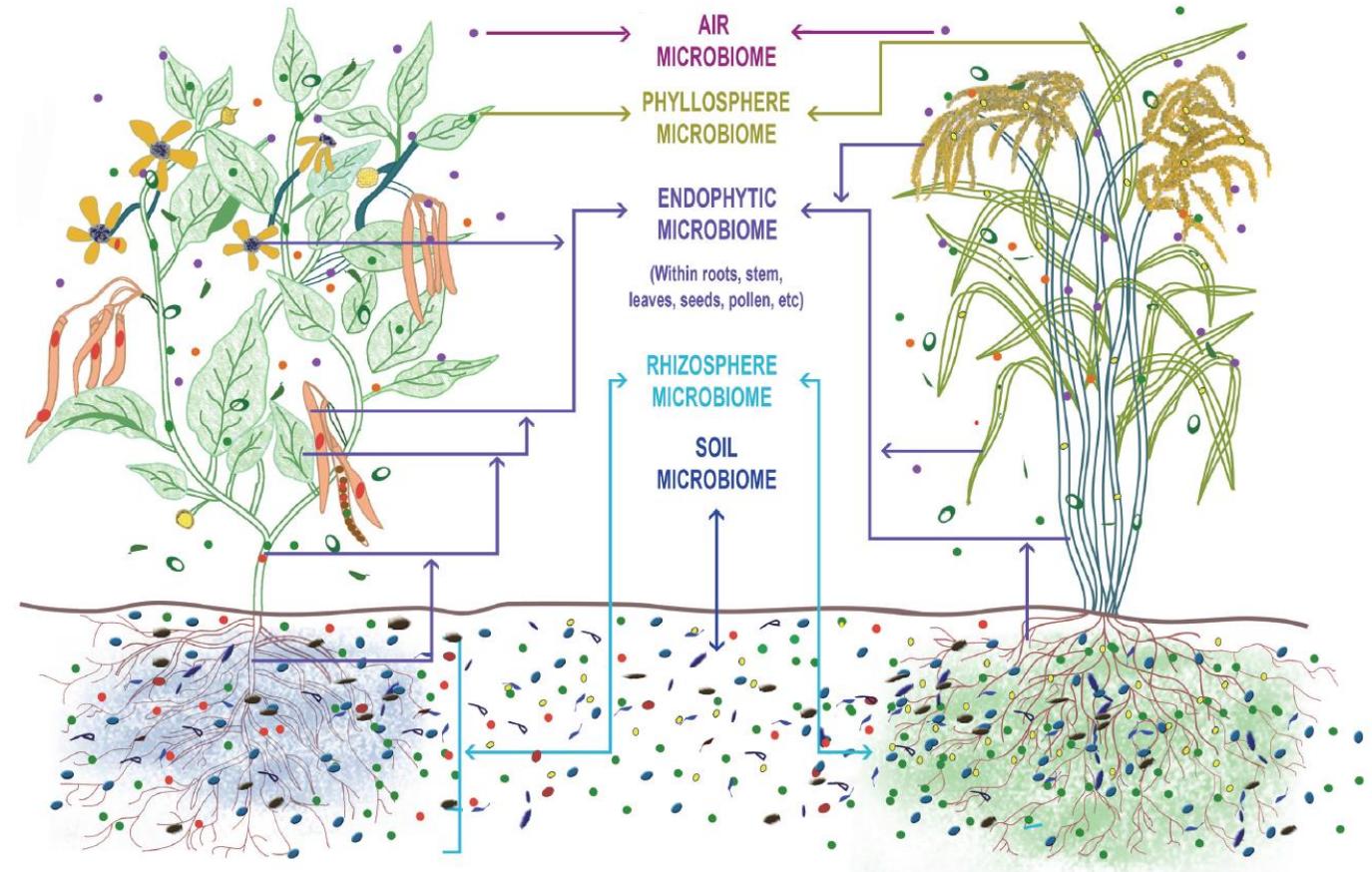
Meilensteine von Theorien & Konzepten



Mikrobiom in Menschen und Pflanzen



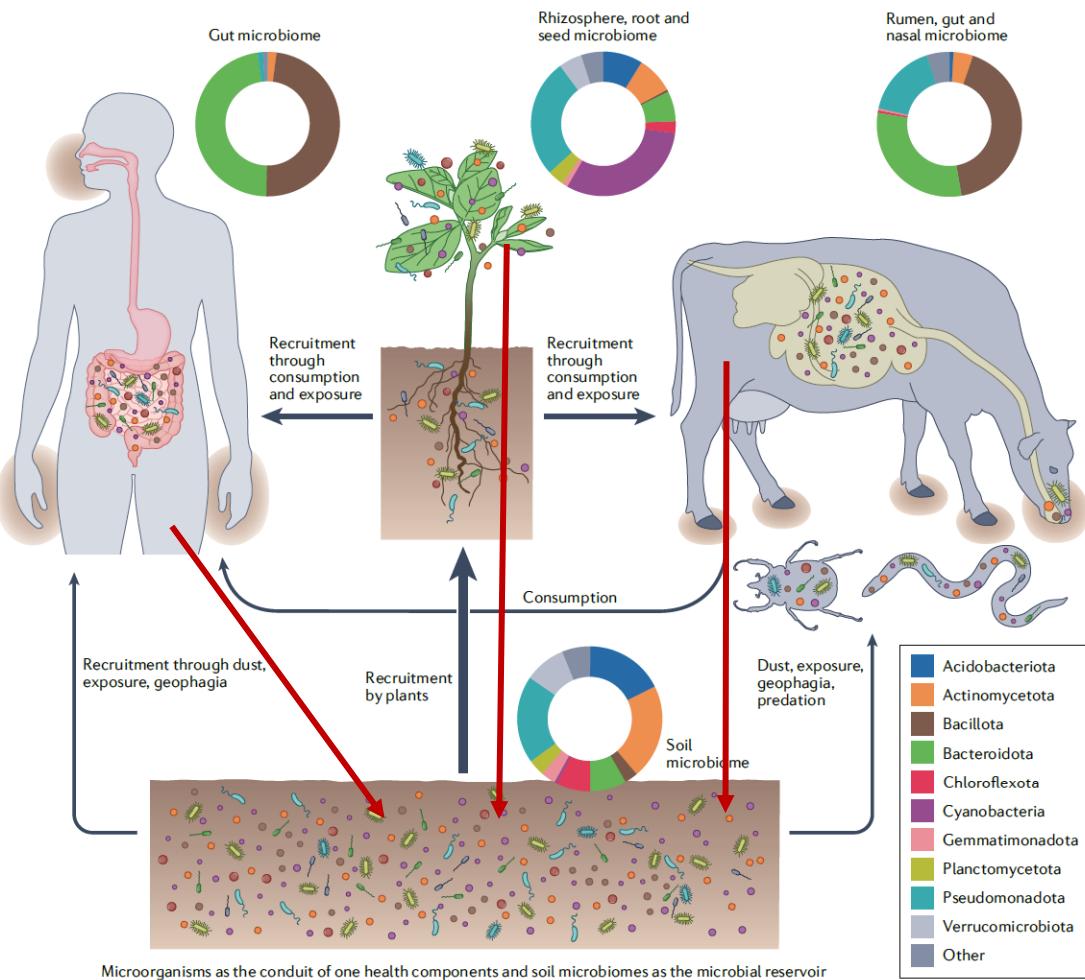
Mobilität
Mikrobiom vorwiegend **intern**



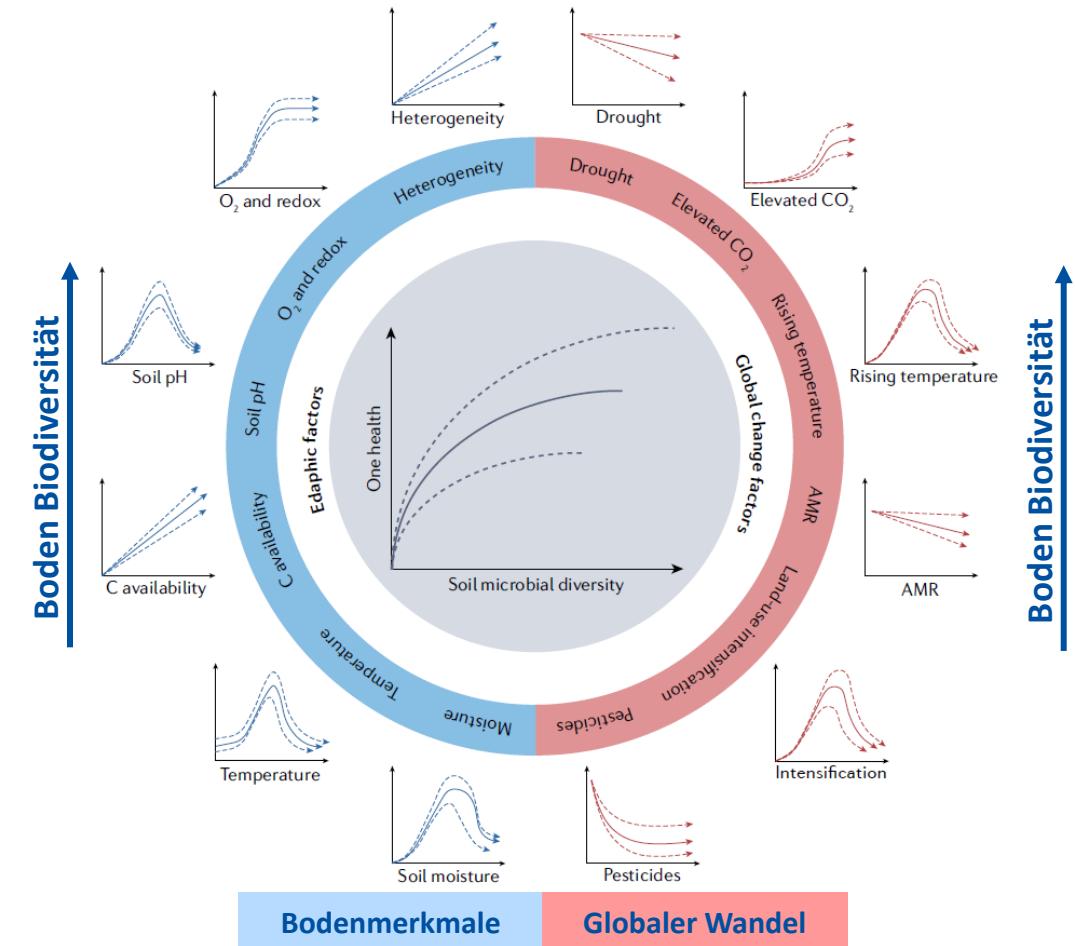
keine Mobilität
Mikrobiom vorwiegend **extern, im Boden**

Mikrobiom & „One Health“

Zusammenhänge der Mikrobiome



Bodenmerkmale, Umweltfaktoren & Mikrobiom Biodiversität



Mikrobiom und Gesundheit (Mensch)

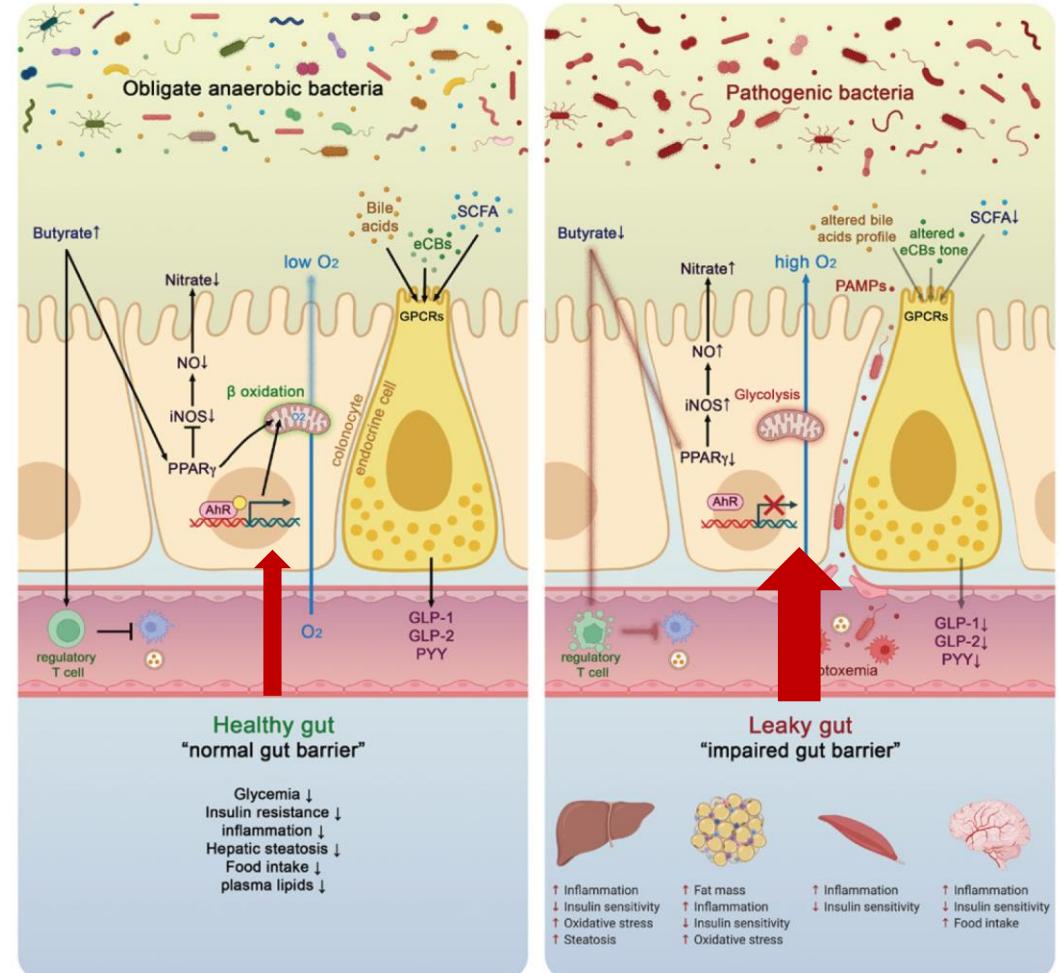
Vorwiegend Korrelationsstudien

Table 1 PubMed-listed articles regarding topics, "microbiome and diseases"

Diseases	PubMed search "disease & microbiome"	PubMed search "disease & microbiome/ clinical trial"
IBDs	2867	36
Coeliac disease	524	20
IBS	1516	96
Colorectal carcinoma	1525	43
Liver disease	4927	113
Pancreatic disease	766	20
Obesity	7146	292
Type 2 diabetes	2155	99
Non-alcoholic fatty liver disease	1383	31

PubMed search 15 December 2021.

Mechanismus: Schwächung der Darmbarriere



Die Globale Bodendegradation

Lage



Ursache, Drohungen & Konsequenzen

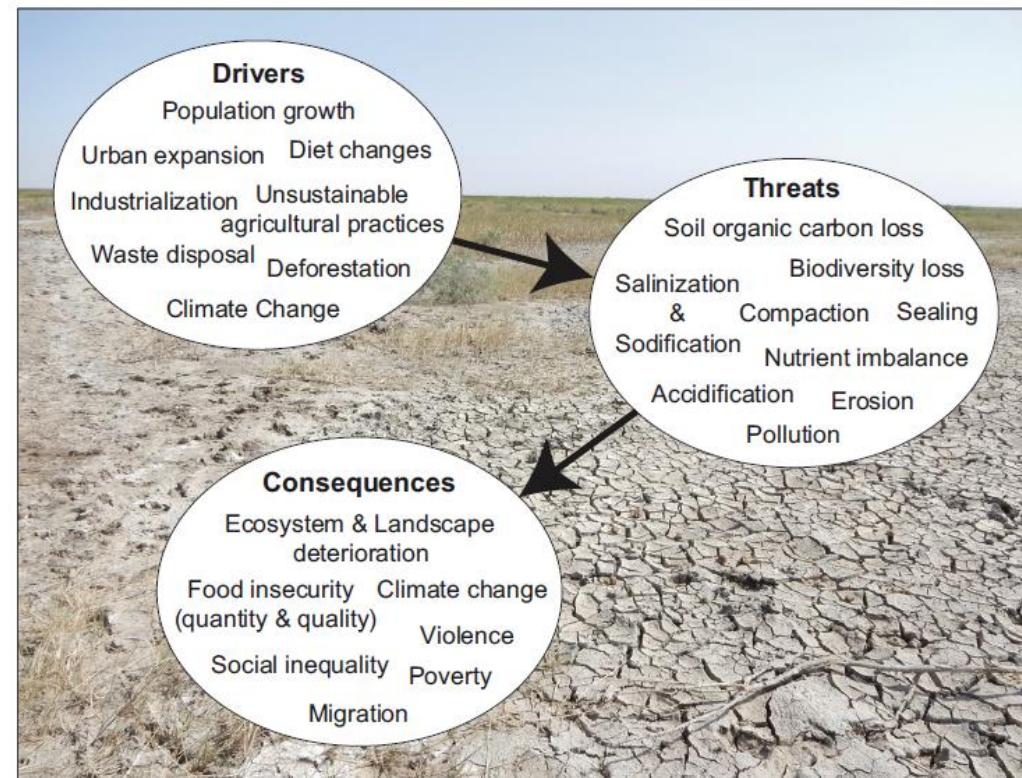
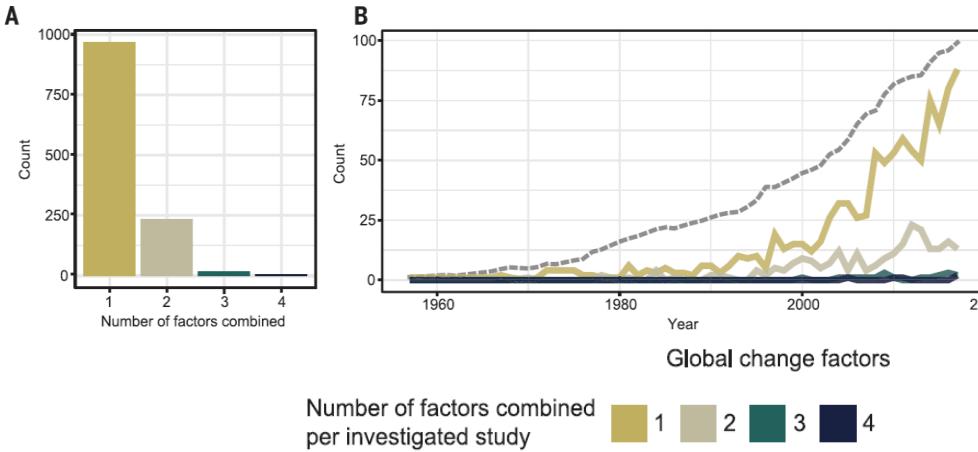


Fig. 1 Soil degradation. The process of soil degradation depicted by the main drivers, quantifiable threats and the consequences of soil degradation on planetary and societal health.

One Health nicht genannt

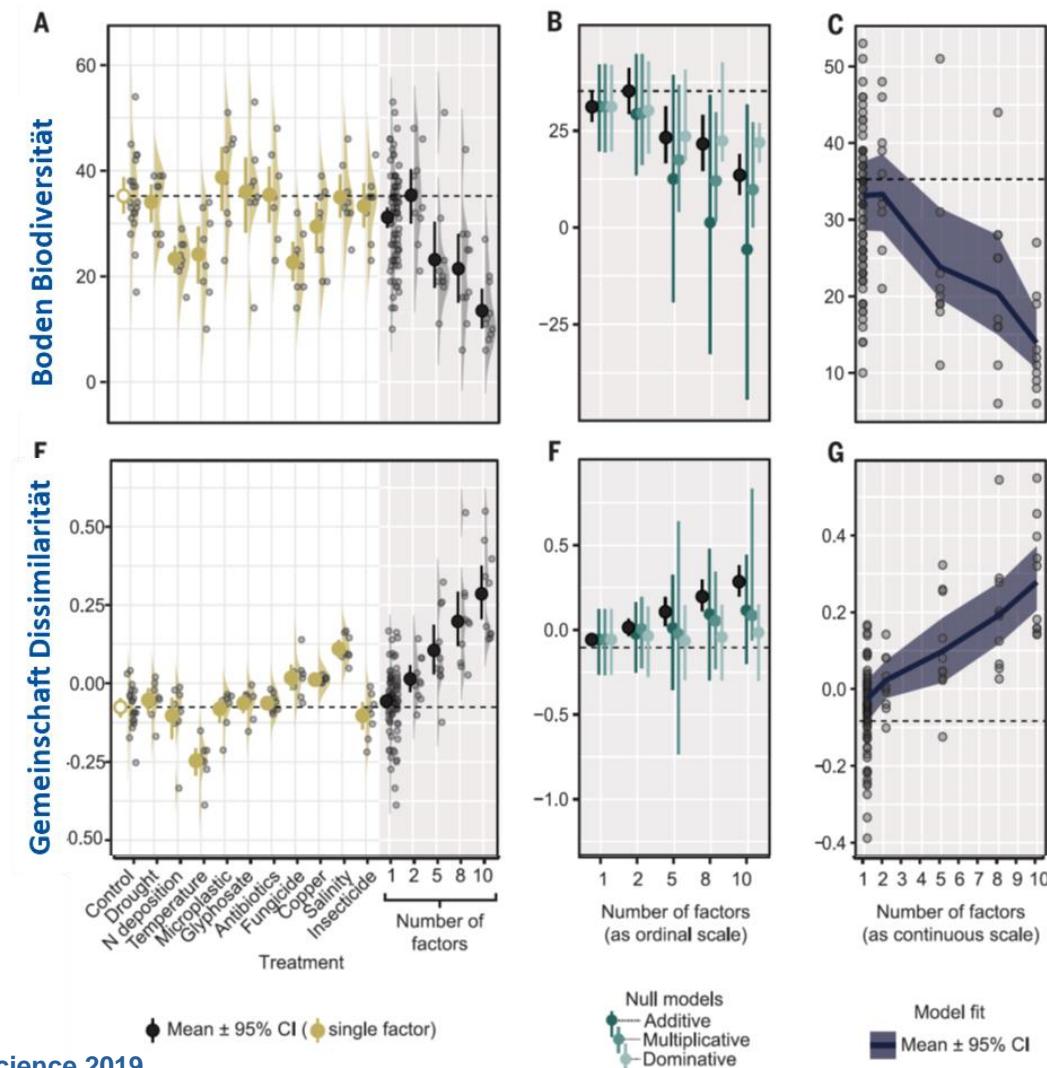
Mikrobiom und Bodengesundheit

Schädliche Faktoren für Bodenpilze Auswertung von Publikationen (1969-2020)



- ### Schädliche Faktoren
- Trockenheit
 - N Deposition
 - Temperatur
 - Mikroplastik
 - Glyphosat
 - Antibiotika
 - Fungizide
 - Kupfer
 - Versalzung
 - Insektizide

Experimente mit bis zu 10 Faktoren



Klimawandel und Bodengesundheit

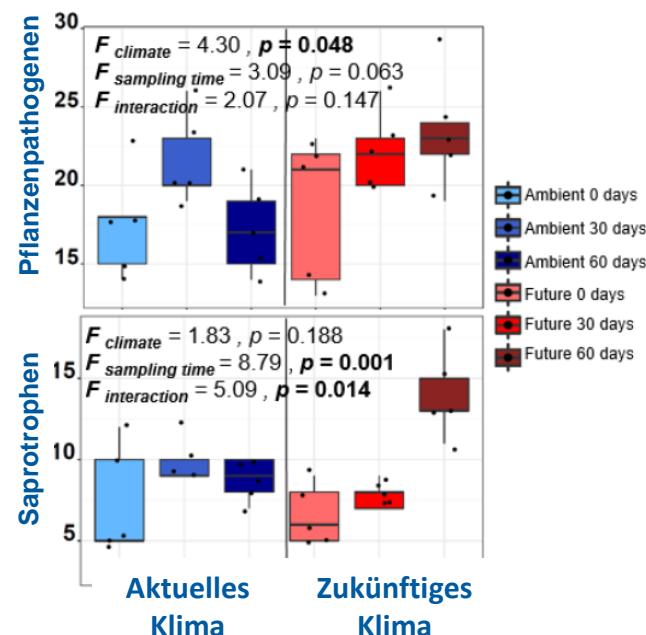
Klimomanipulation mit schließbaren Dächern



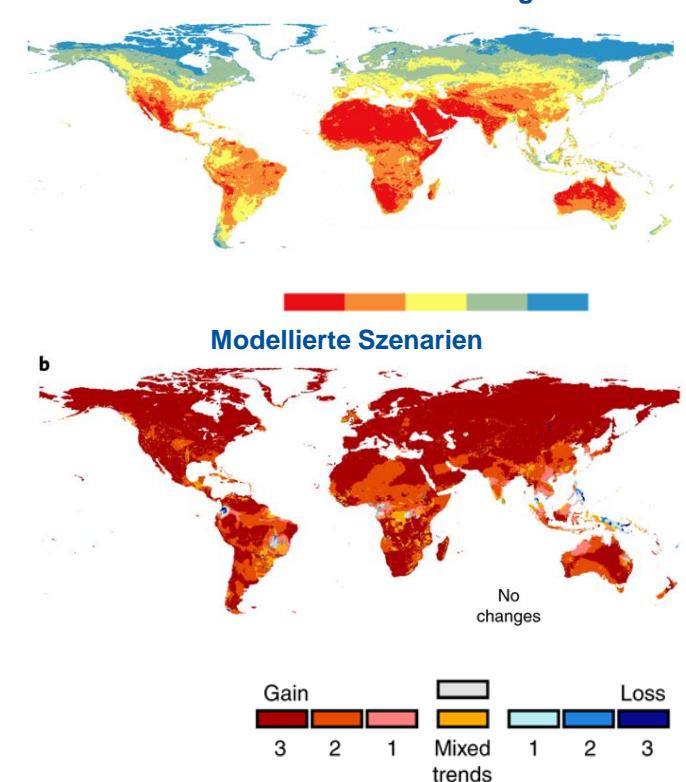
Zukunftsclima in 70-100 Jahren

- Temperatur + 1,5°C
- Jahresniederschlagsmenge gleich, aber mit +10% in Frühjahr und Herbst und -20% im Sommer

Klimaerwärmung erhöht den Druck durch pflanzenpathogene Pilze



Relative Abundanz der Pathogenen

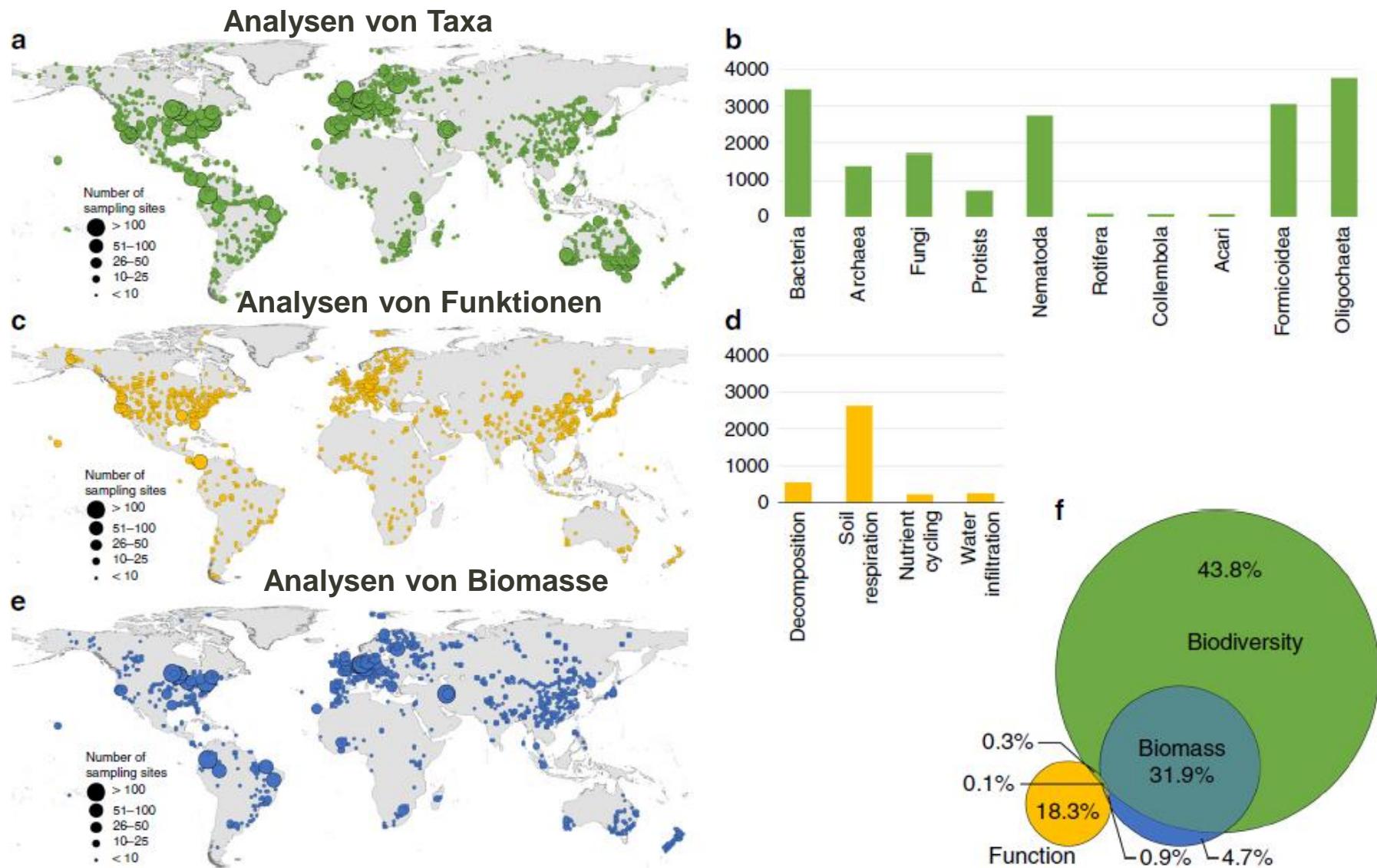


Schädler et al. 2019 Ecosphere

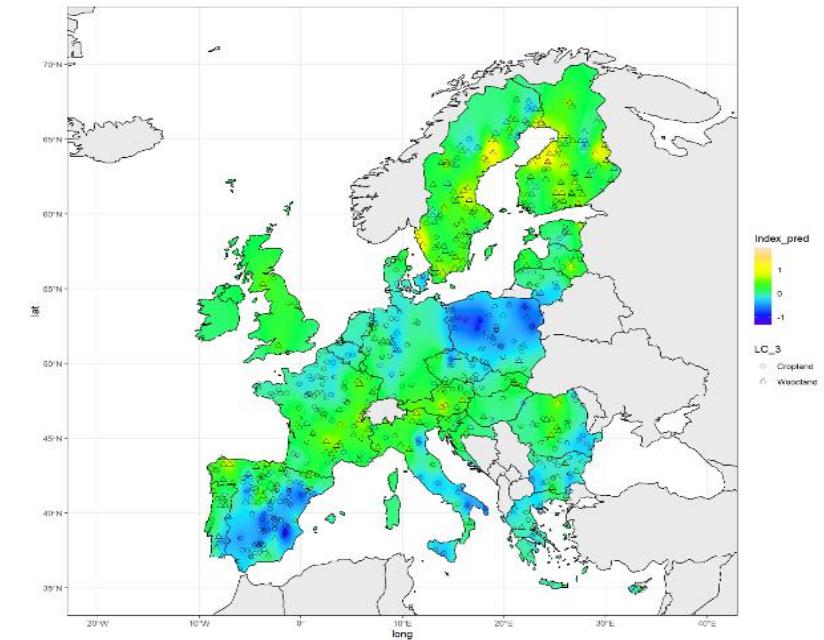
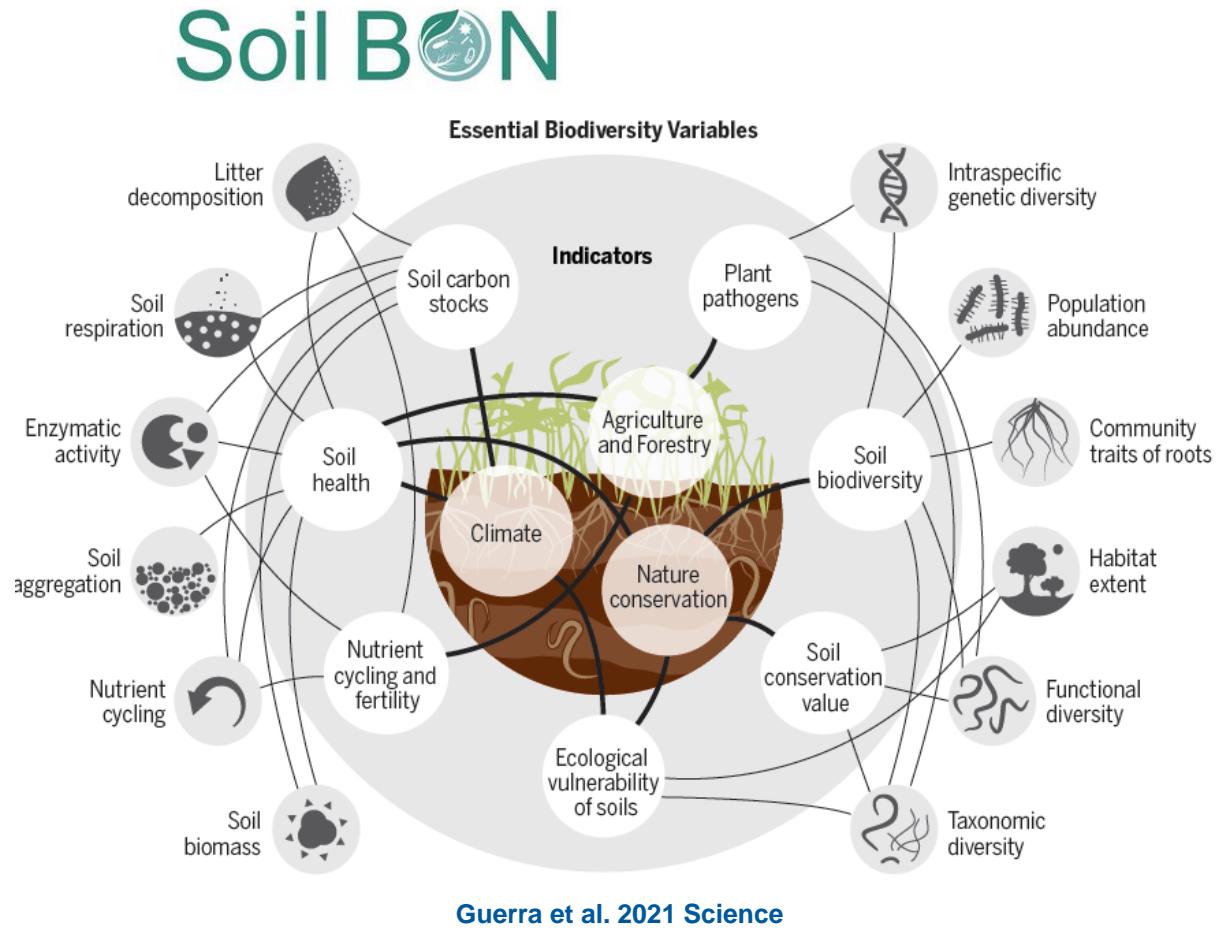
Wahdan et al. 2020 Microorganisms

Delgado-Baquerizo et al. Nature Climate Change 2020

Stand von globalen Biodiversitätsanalysen in Böden



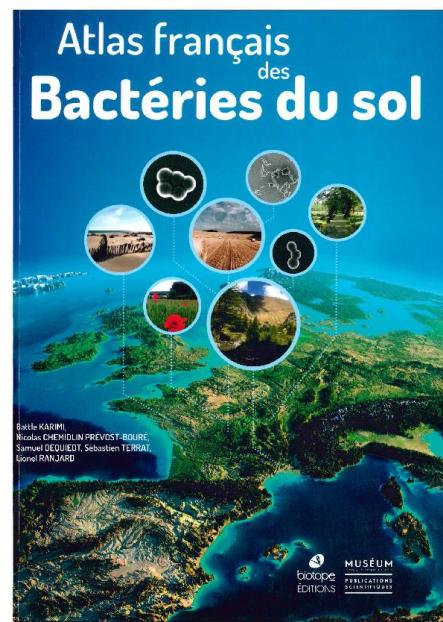
b) Zwei Initiativen



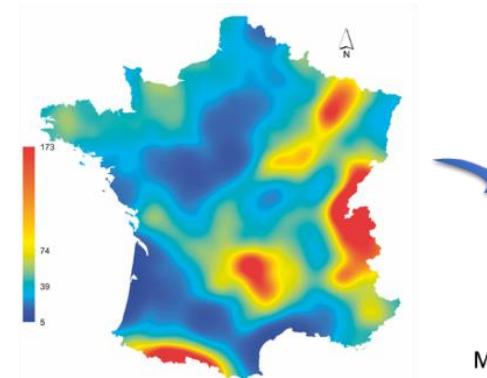
LUCAS Land Use/Cover Area frame Survey
885 Plots in Europa (Landwirtschaft,
Grasland, Wald)

c) Beispiel einer systematischen Erfassung der Bodengesundheit

Nationales Bodenrepositorium

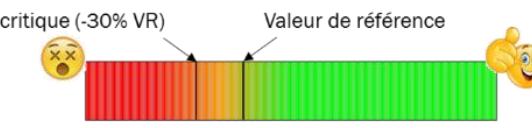


Molekulare Biomasse



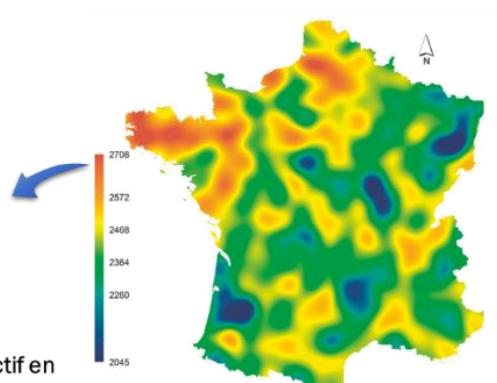
Horrigue et al. 2016 *Ecol. Indic.*

Modèle prédictif en fonction du type de sol:
$$Y = \beta_0 + \sum (\beta_j X_j + \beta_j X_j^2) + \sum \sum \beta_{jk} X_j X_k + \varepsilon$$



DIAGNOSTIC

Diversität

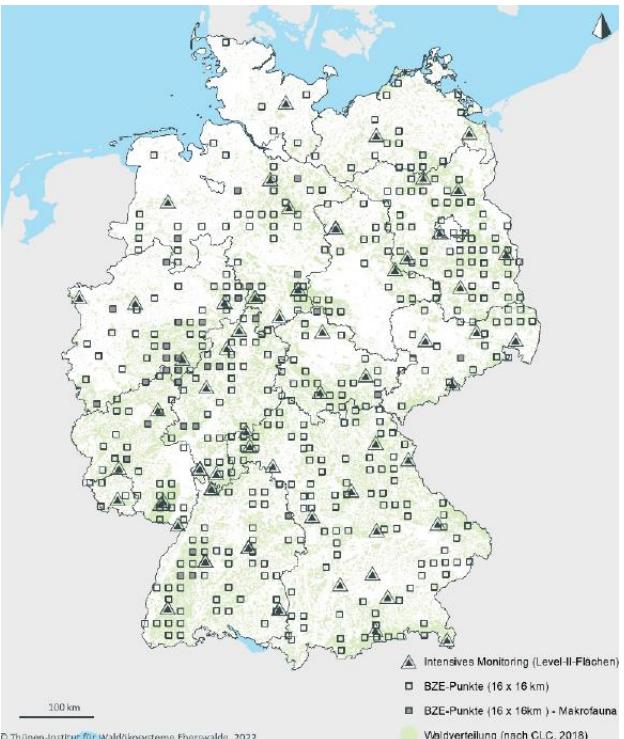


Terrat et al. 2017 *PlosOne*

d) und Deutschland



Institut für
Waldökosysteme



Bodenökologie

- **432 Level I Plots (BZE)**
- **68 Level II Plots (intensives Monitoring)**
- **Mikrobielle Summenparameter
(Atmung, Biomasse, Biomoleküle,
Enzymaktivitätsprofile)**
- **Barcodeing der Biodiversität von
Bakterien und Pilzen**
- **Erfassung der Bodentiere**



Nationales
Monitoringzentrum
zur Biodiversität

Fachgremium „Monitoring der
Bodenbiodiversität und ihrer Funktionen“

Schlusswort

- Unsere Welt ist eine mikrobielle Welt
- Mikrobiome verbinden Böden, Tiere, Pflanzen, Ökosysteme und Gesellschaften (One Health)
- Ohne intakte Mikrobiom sind Nachhaltigkeit und globale Gesundheit nicht zu erreichen
- Der Zustand der „One Health“ ist aber global nicht gut (multifaktorielle & interaktive Ursachen)
- Der Challenge heißt die Transition von „One Illness“ zu „One Health“ schnell zu schaffen
- Dafür muss u.a. die Bodennutzung nachhaltig und wissenschaftsbasiert gestaltet werden
- Ähnlich wie in der Meteorologie, muss die Bodengesundheit national und international koordiniert verfolgt werden

Agrarökologie



Agroforestry

© INRAE C Jez



Conservation agriculture

© USDA