

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

Prof. (a.D.) Dr. Dr. François Buscot

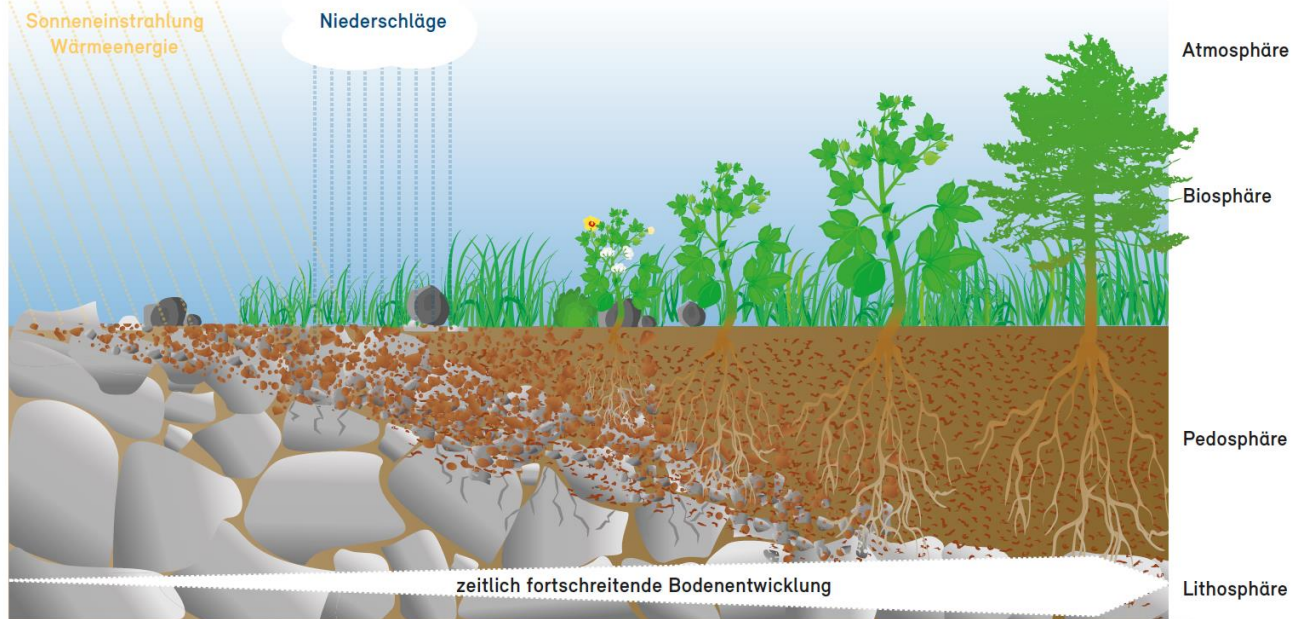


- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Bodenökologie Department
- Universität Leipzig, Lehrstuhl Bodenökologie
- Deutsches Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle - Jena - Leipzig

Bodenbildung (Pedogenese)

Chronosequenz

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



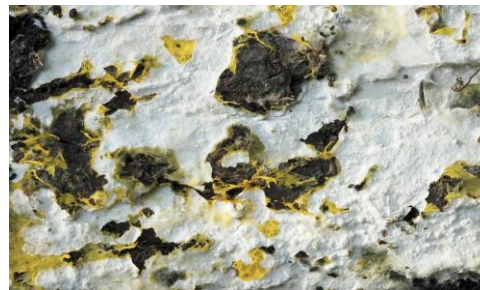
© Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung © BAFU 2017



Physik



Chemie



Biologie

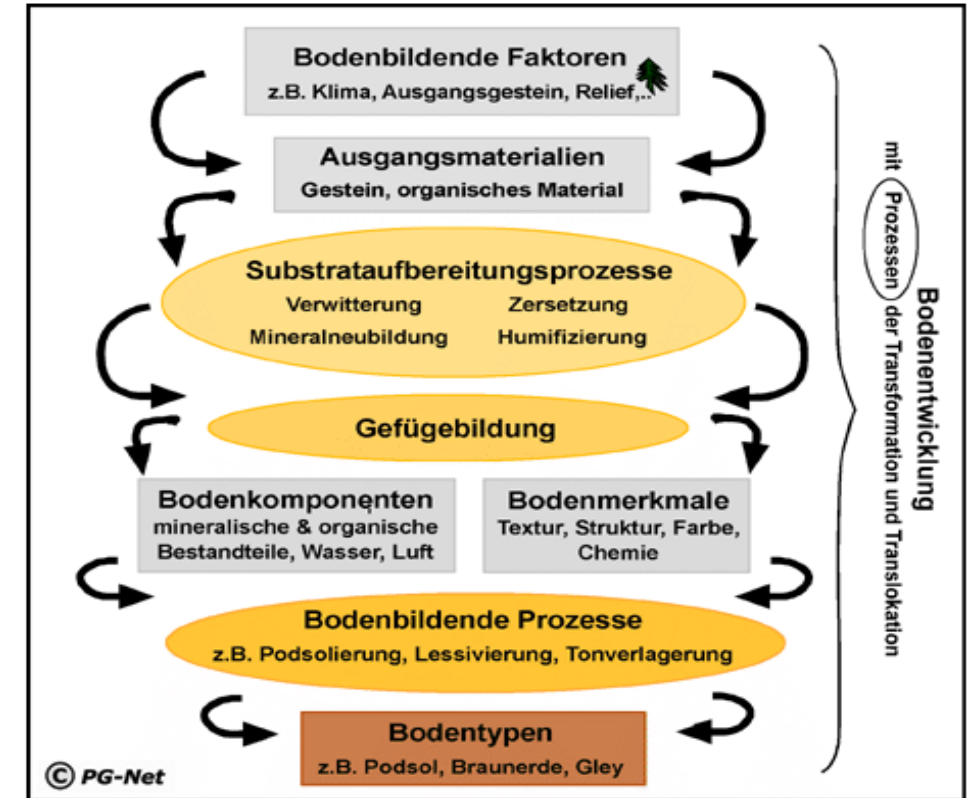


Abbildung Die Bodenentwicklung im Überblick

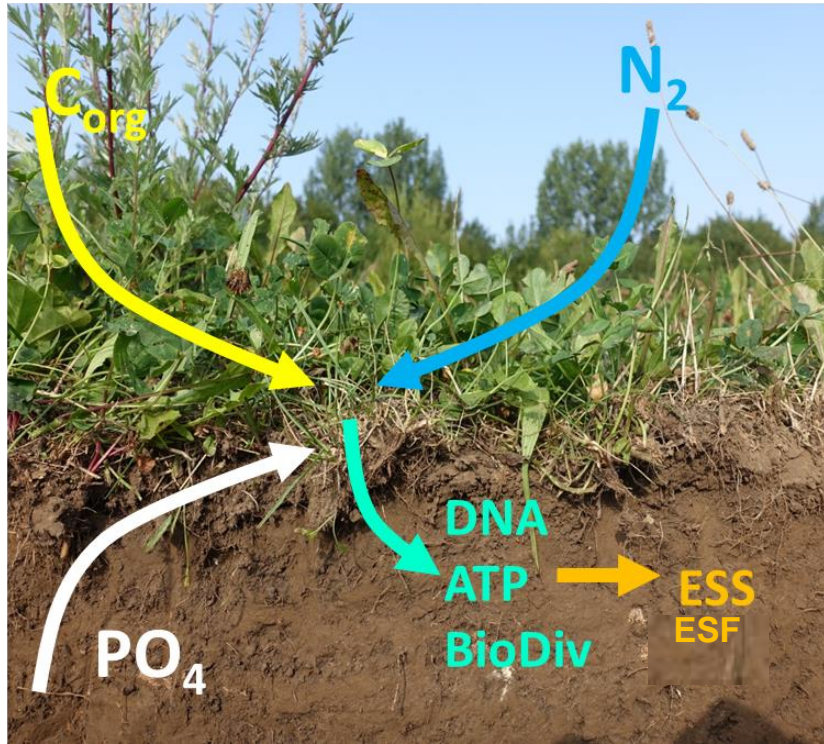
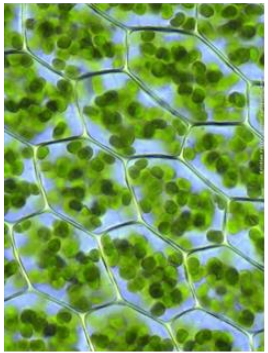
Quelle: in Anlehnung an Bradshaw & Weaver 1995; Schröder 1992; Schütt 2002.

Einflussfaktoren:

- Geologie
- Geographie
- Klima
- Vegetation

Zeit

Dem System Boden-Pflanze assoziierte Lebensgemeinschaften



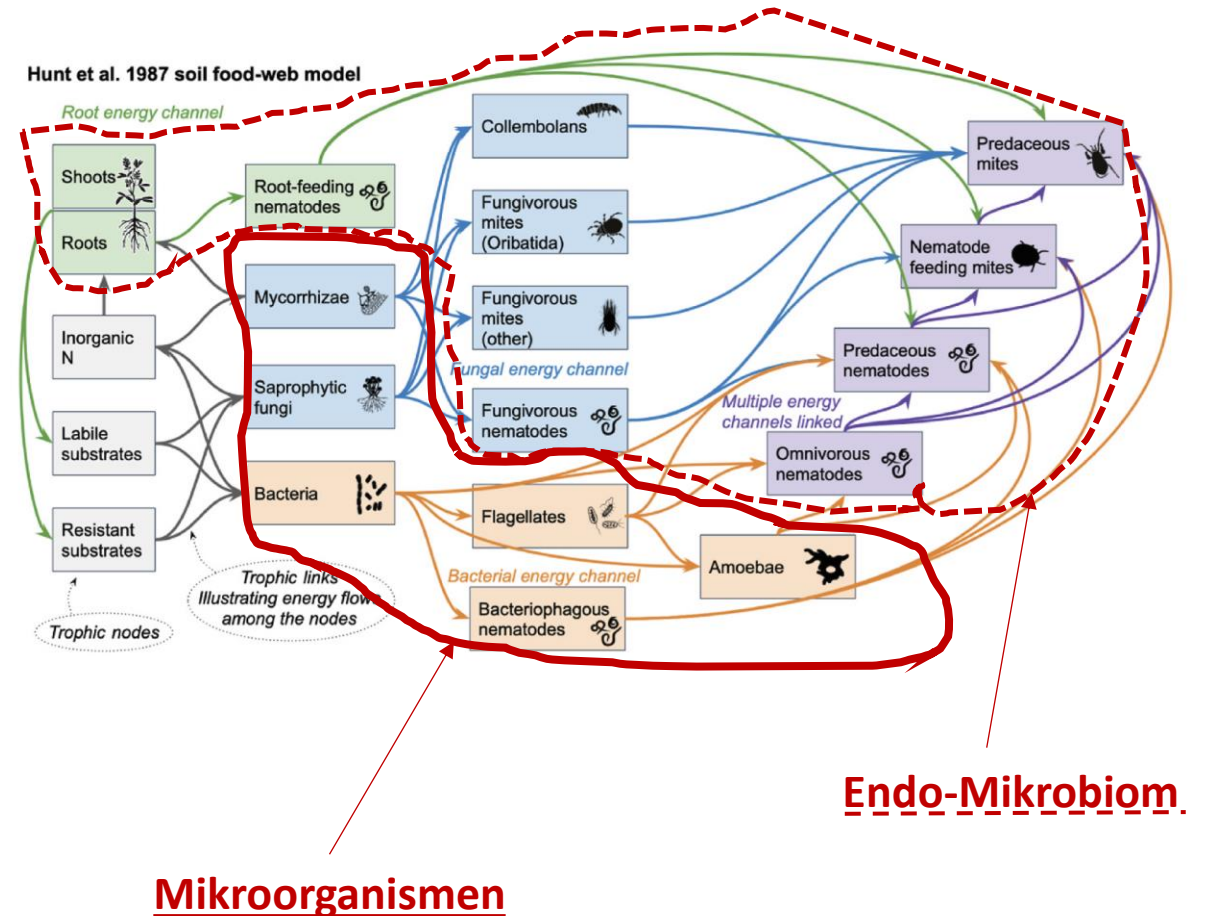
- 7×10^9 Organismen
- 10^6 Arten
- Meistens unbekannt
- In Wechselwirkungen

Biomasse & Vernetzung der Bodenorganismen

Biomasse/Ha (Trockengewicht) in einem europäischen Graslandboden

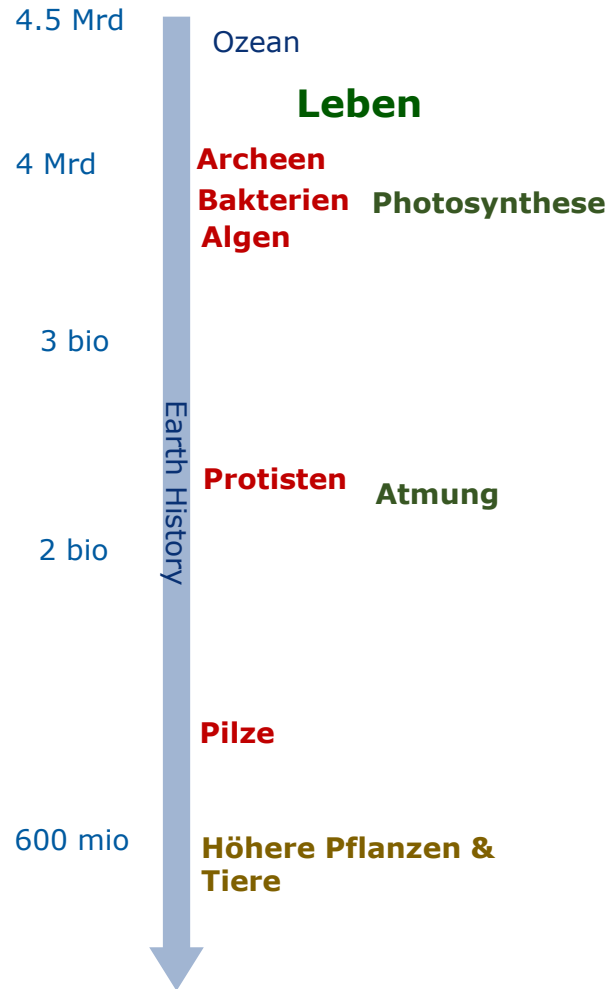
- Maulwurf 4 kg
- Regenwürmer 4 Tonnen
- Tausendfüßler (Isopoden) 500 kg
- Acarien (Milben) 500 kg
- Protozoen 100 kg
- Pilze 10 Tonnen
- Bakterien 7 Tonnen

© François Buscot

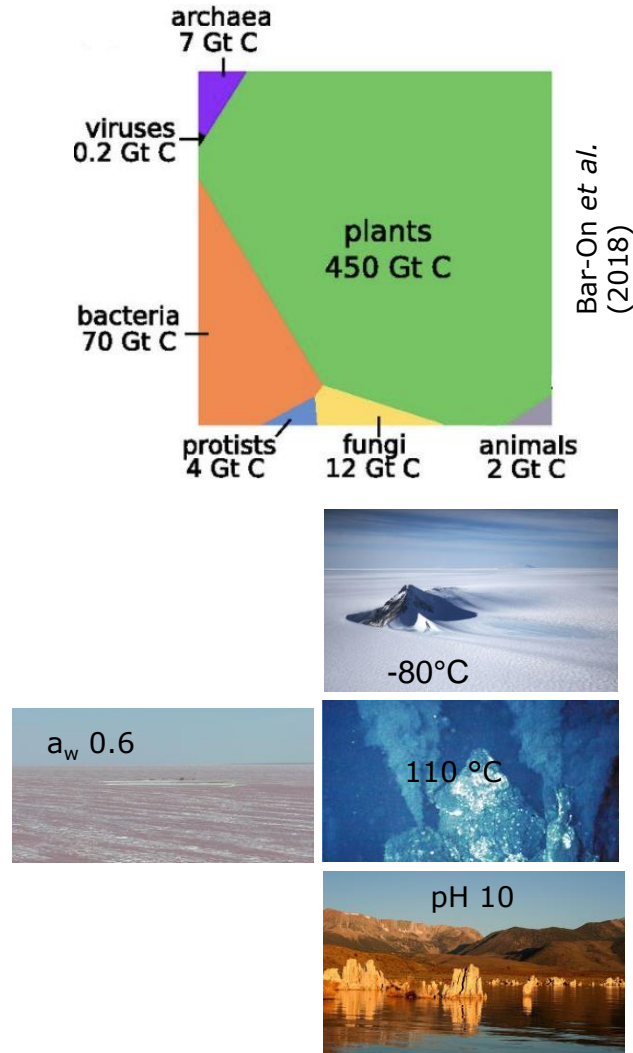


Unsere Welt hängt von den Mikroorganismen ab

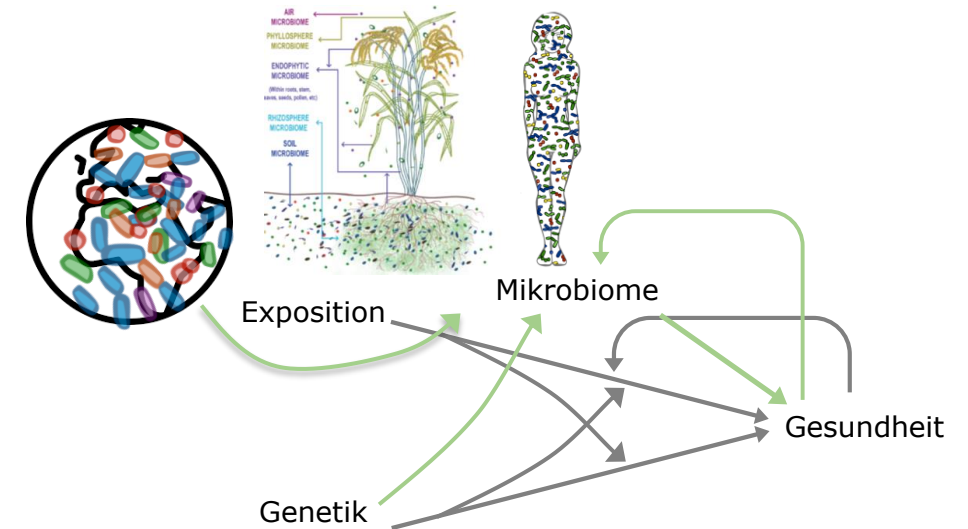
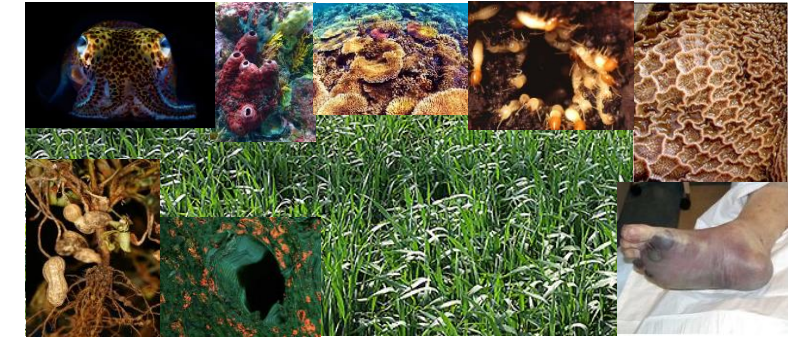
Ursprung



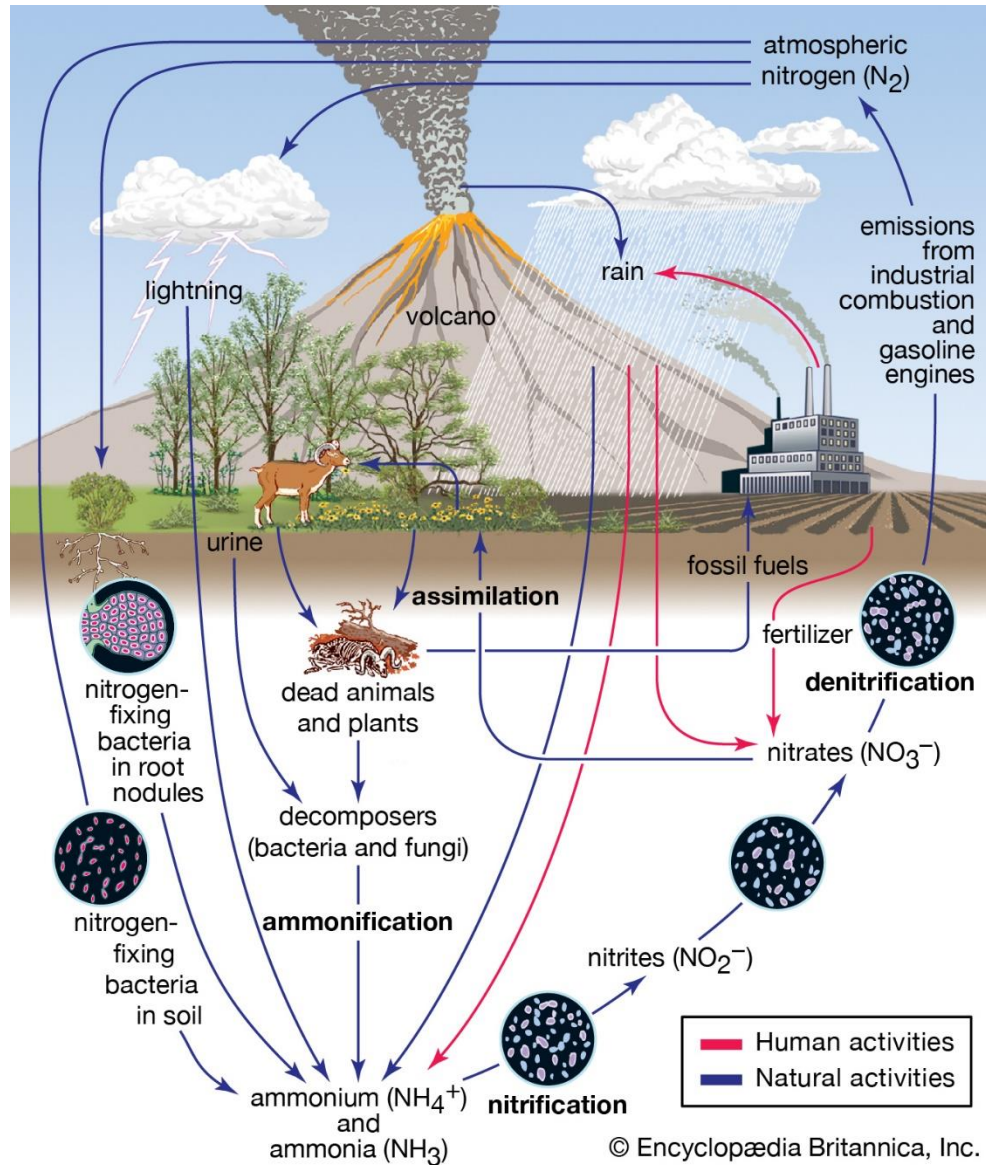
Masse & Verbreitung



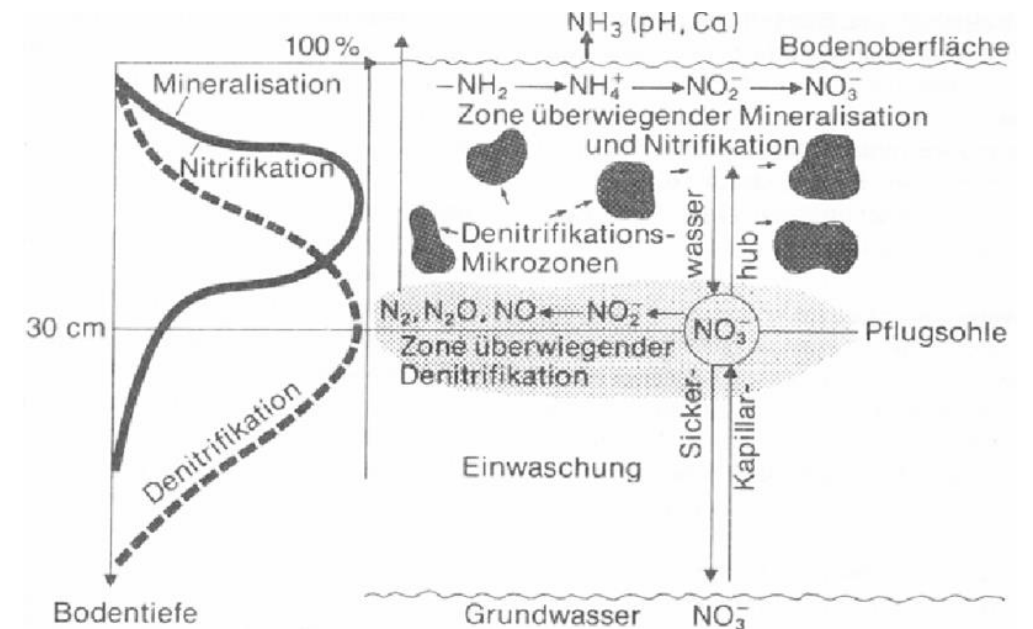
Wechselwirkungen



Faszination Bodenmikrobiom (z.B. Stickstoffkreislauf)



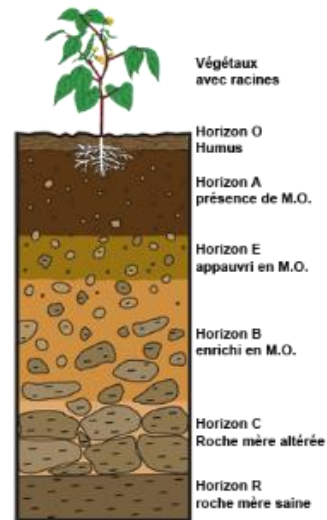
<i>Oxidation state</i>	<i>Species</i>	<i>Name</i>
-3	$\text{NH}_3, \text{NH}_4^+$	Ammonia, ammonium ion
-2	N_2H_4	Hydrazine
-1	NH_2OH	Hydroxylamine
0	N_2	Nitrogen
+1	N_2O	Nitrous oxide
+2	NO	Nitric oxide
+3	$\text{HNO}_2, \text{NO}_2^-$	Nitrous acid, nitrite ion
+4	NO_2	Nitrogen dioxide
+5	$\text{HNO}_3, \text{NO}_3^-$	Nitric acid, nitrate ion



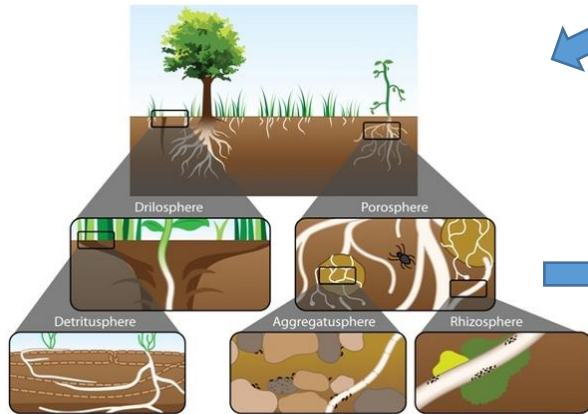
Mikrobiom Variabilität in Böden & Menschen



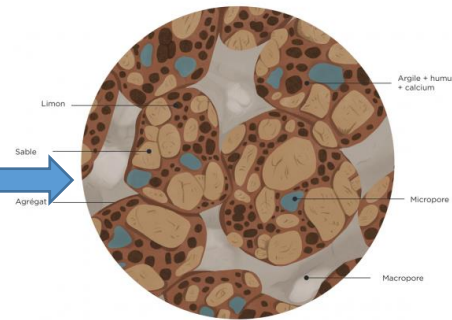
Karte der Böden in Europa



Bodenprofil

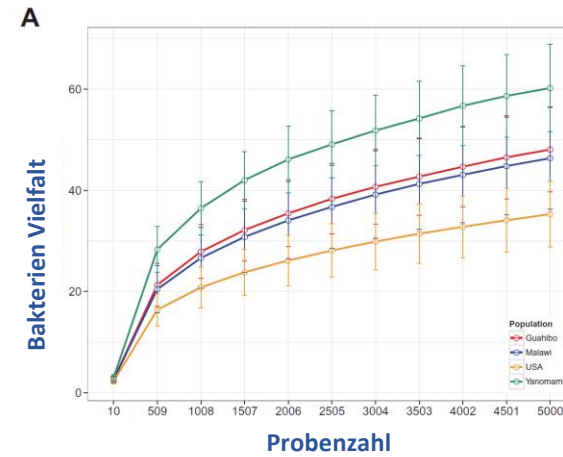


Bodenkompartimente

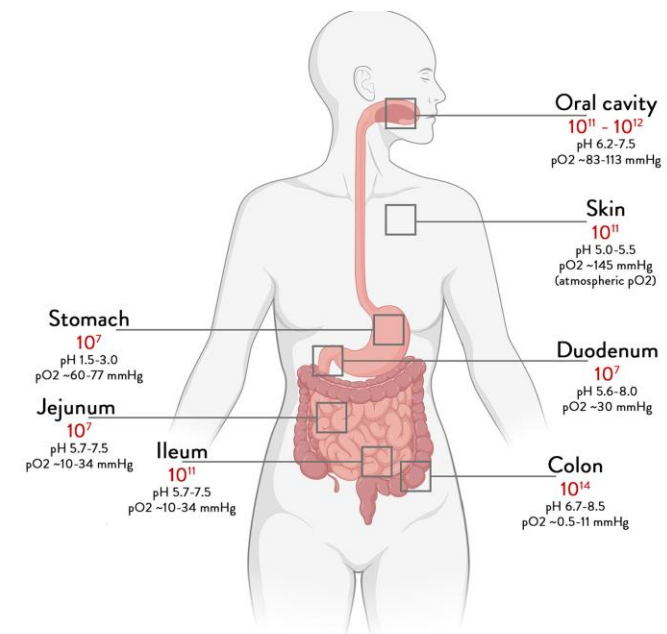
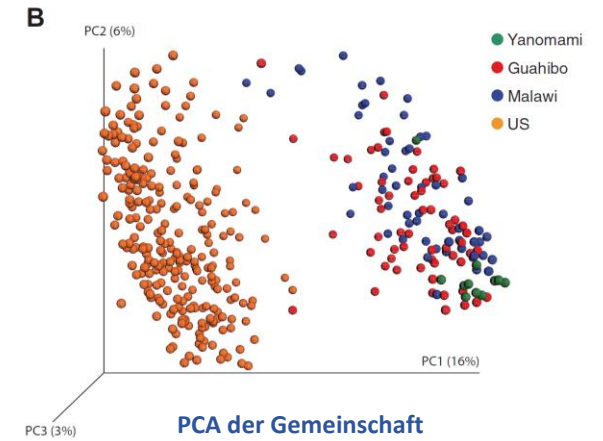


Aggregat (2 mm)

© F. Buscot

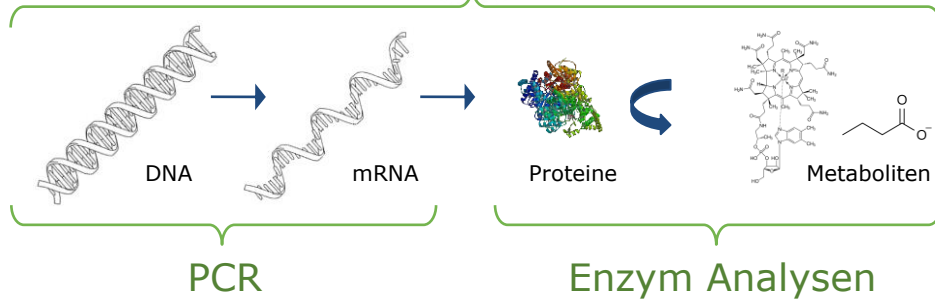


Clemente et al. Sc. Adv. 2015



W.V. de Vos et al. BMJ 2022

Wie wird das Mikrobiom heute erfasst?



Meta-Omics
Analysen

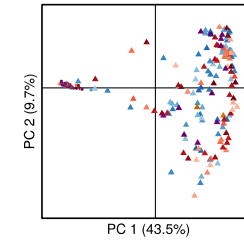
Sequenzieren

Mass Spektrometrie

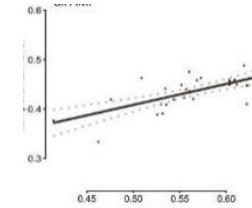
Phylogenetische Information
 Taxonomische Profile
 funktionale & metabolische Profile
 spezifische Aktivitäten

Integration
 Daten Strukturen
 Workflows

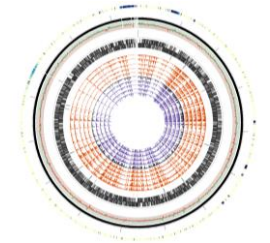
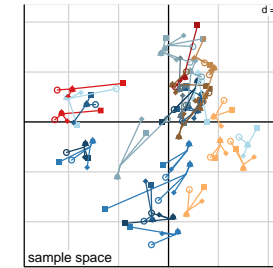
Interpretation



Biostatistik

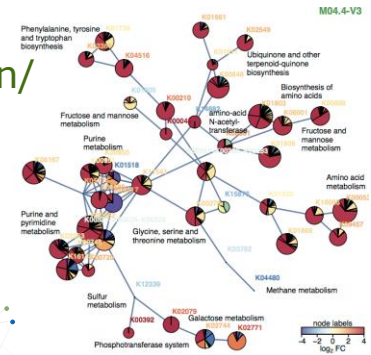


Differentiale
 Abundanz /
 Expression



Komparative
 Genomik

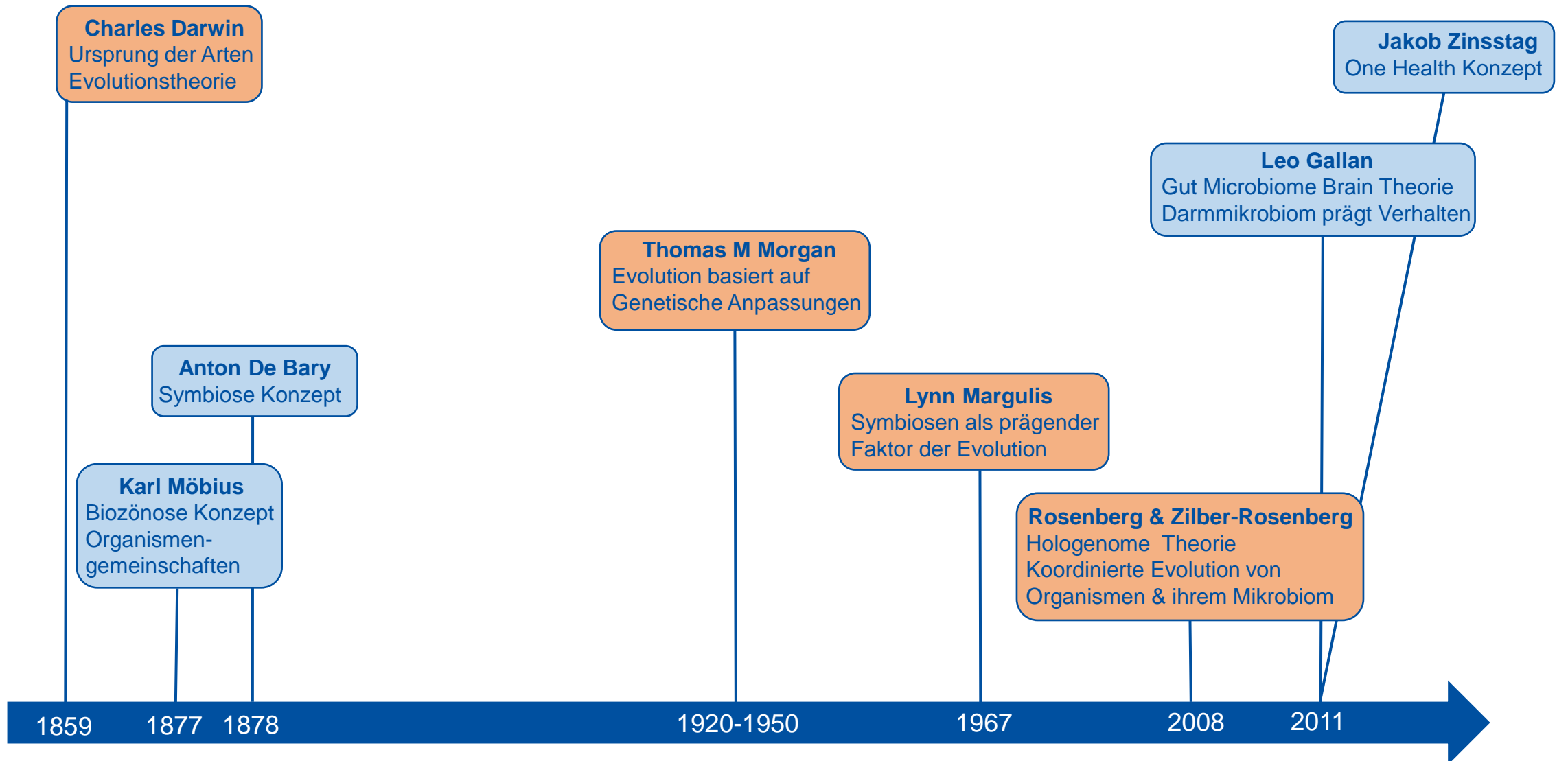
Schlüssel-arten/
 Funktionen



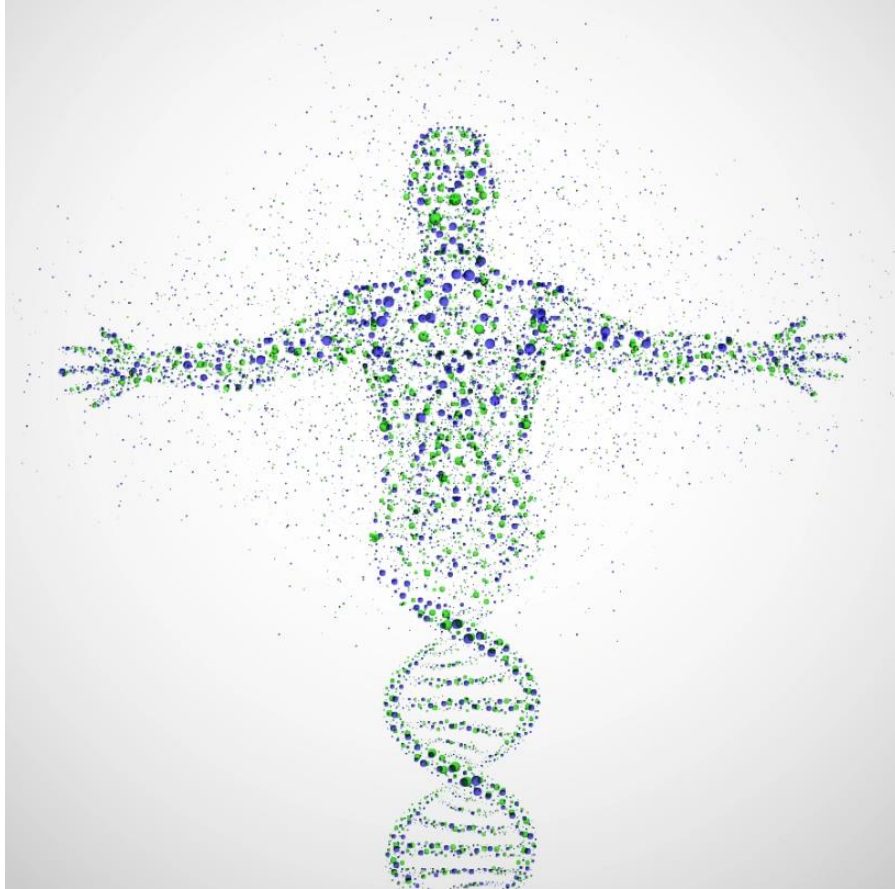
Netzwerk Analysen

Metadaten

Meilensteine von Theorien & Konzepten

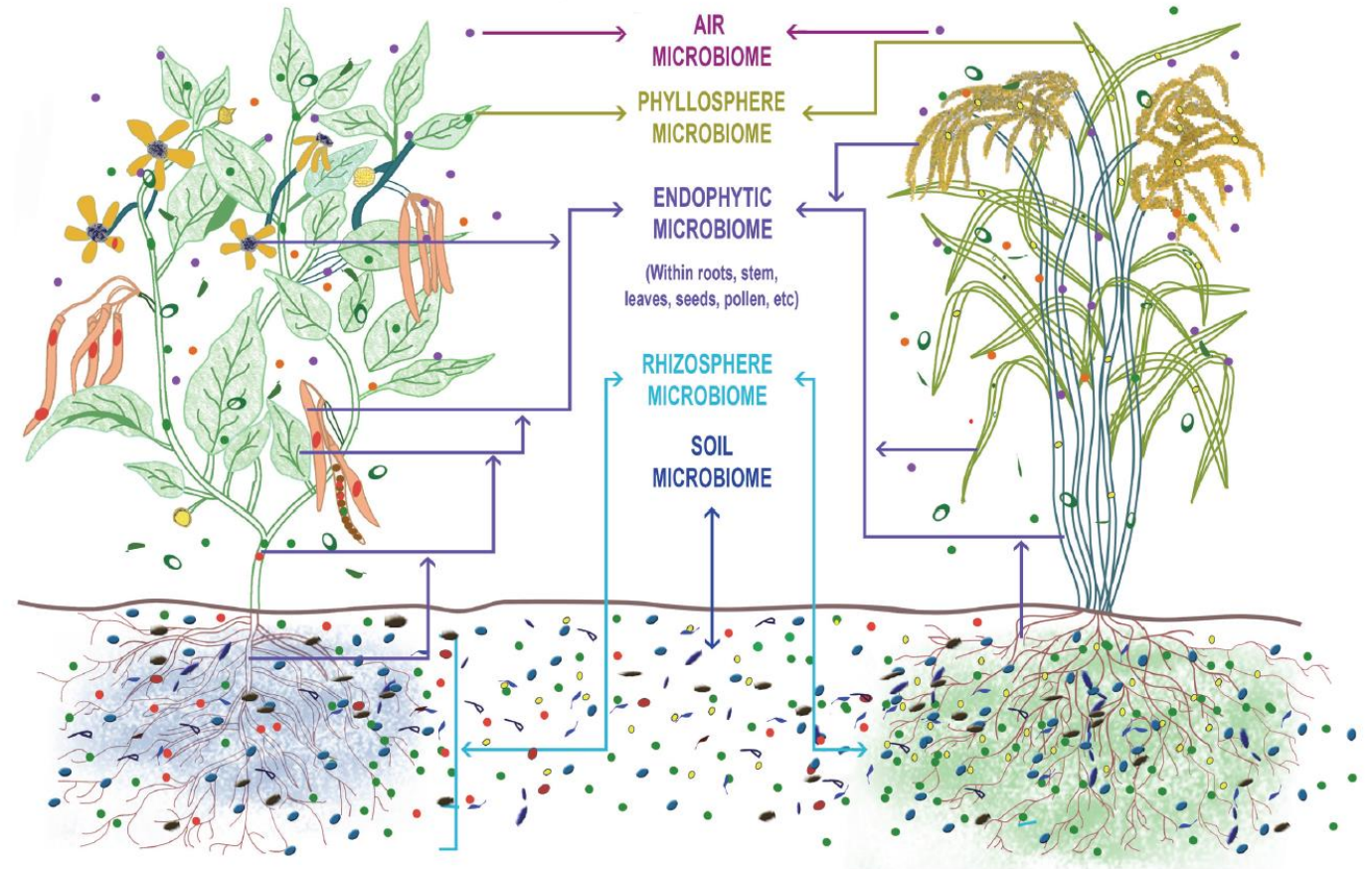


Mikrobiom in Menschen und Pflanzen



Mobilität

Mikrobiom vorwiegend **intern**

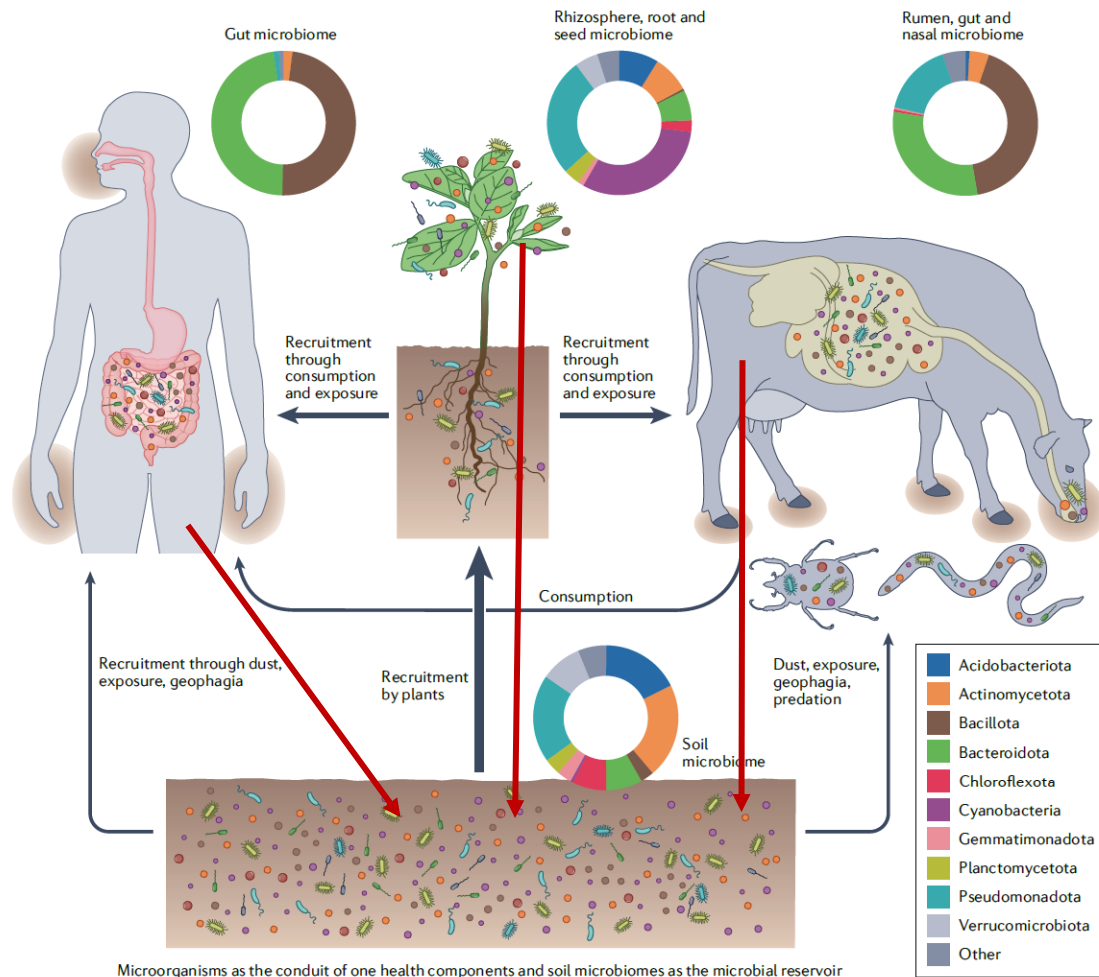


keine Mobilität

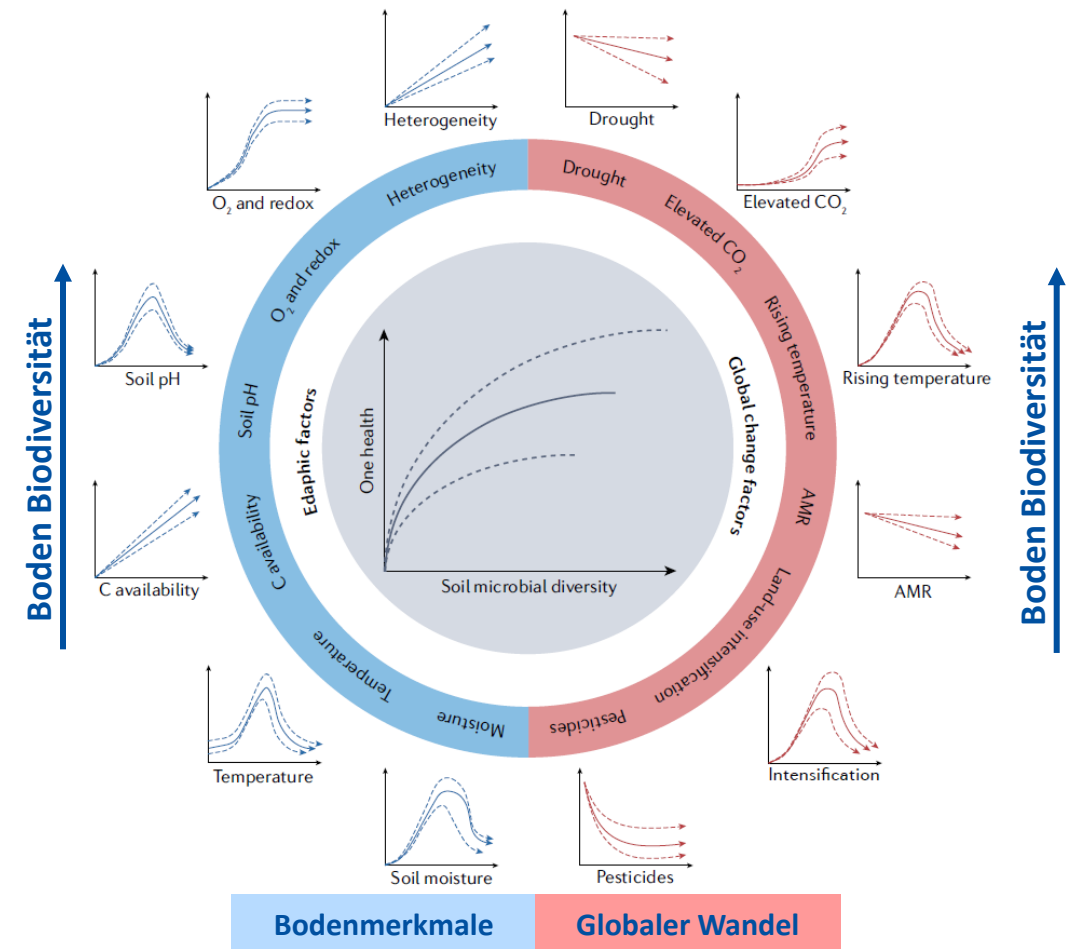
Mikrobiom vorwiegend **extern**, im Boden

Mikrobiom & „One Health“

Zusammenhänge der Mikrobiome



Bodenmerkmale, Umweltfaktoren & Mikrobiom Biodiversität



Mikrobiom und Gesundheit (Mensch)

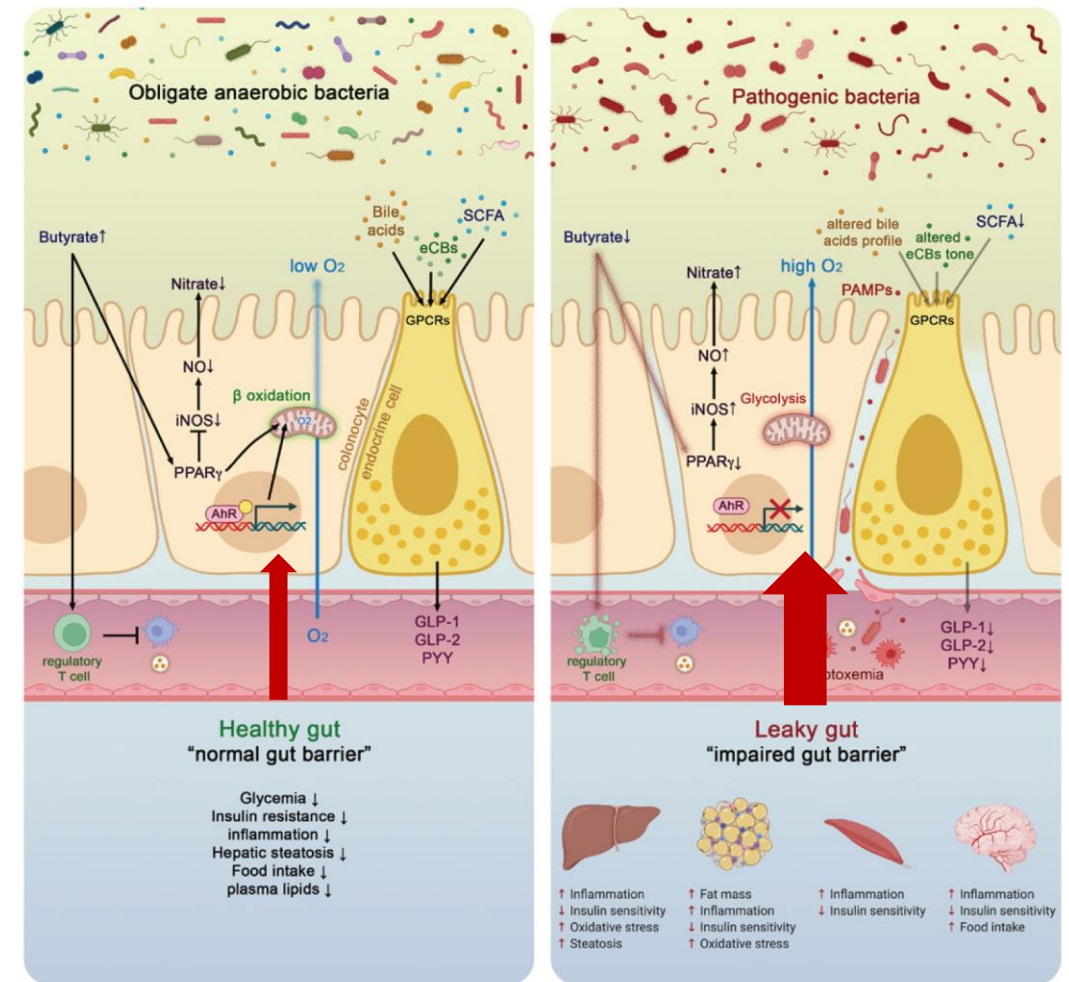
Vorwiegend Korrelationsstudien

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

Diseases	PubMed search	PubMed search
	"disease & microbiome"	"disease & microbiome/ clinical trial"
IBDs	2867	36
Celiac 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

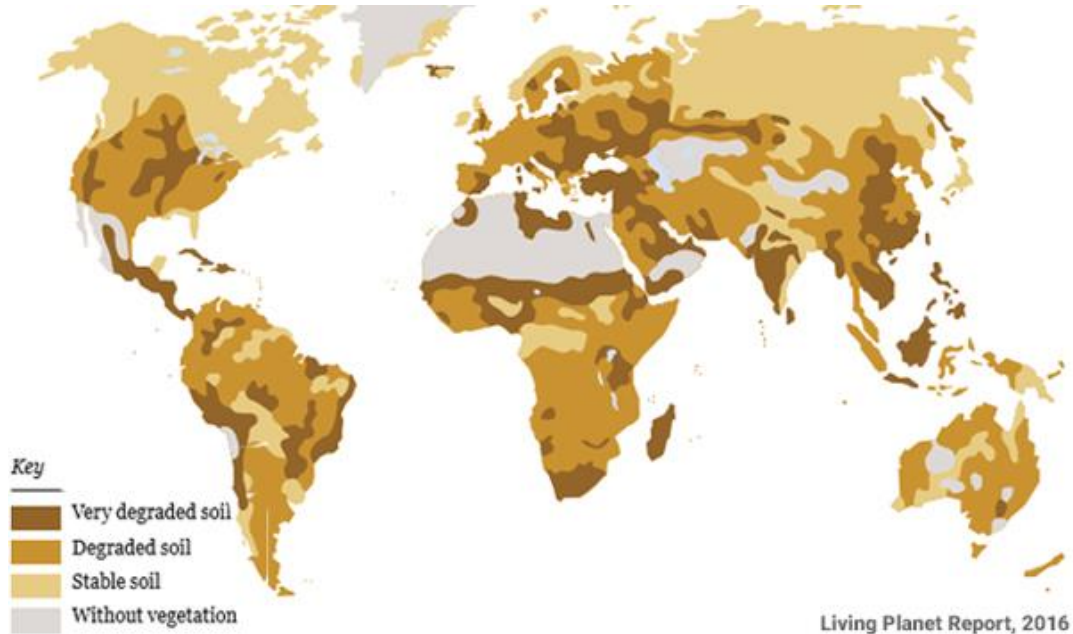
PubMed search 15 December 2021.

Mechanismus: Schwächung der Darmbarriere

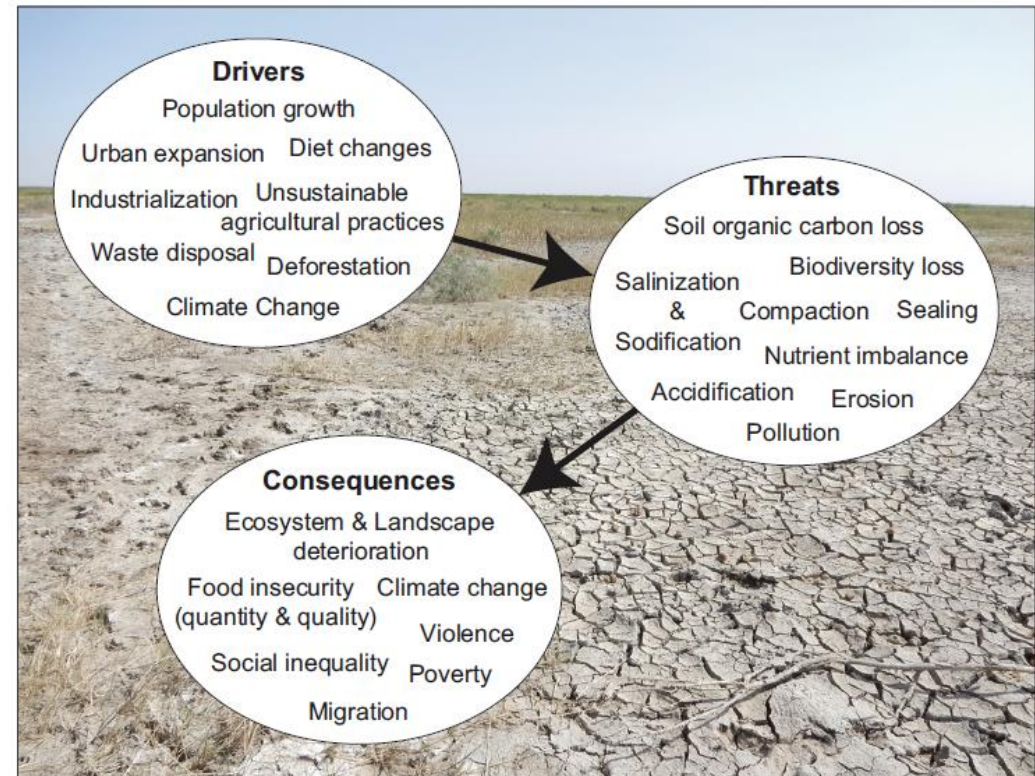


Die Globale Bodendegradation

Lage



Ursache, Drohungen & Konsequenzen

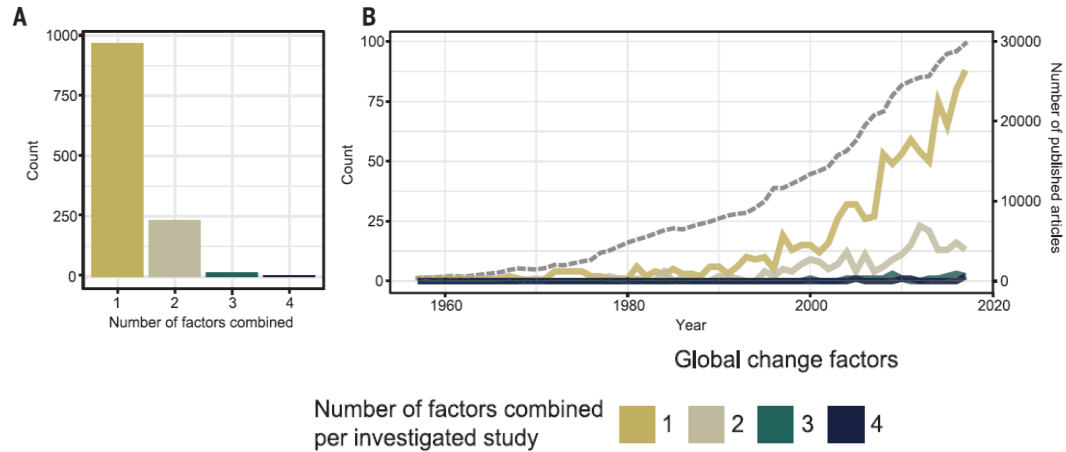


One Health nicht genannt

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.

Mikrobiom und Bodengesundheit

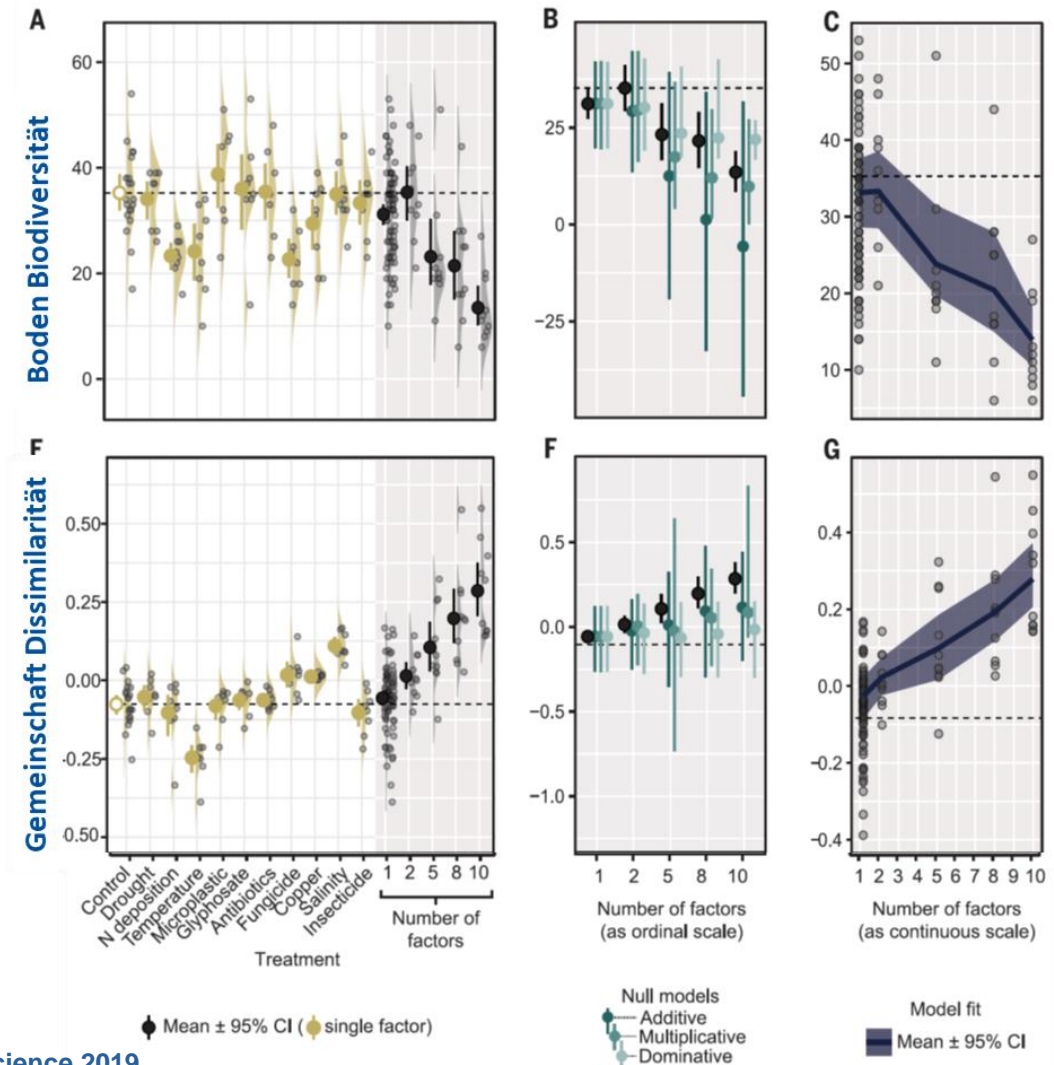
Schädliche Faktoren für Bodenpilze Auswertung von Publikationen (1969-2020)



Schädliche Faktoren

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

Experimente mit bis zu 10 Faktoren



Klimawandel und Bodengesundheit

Klimamanipulation mit schließbaren Dächern

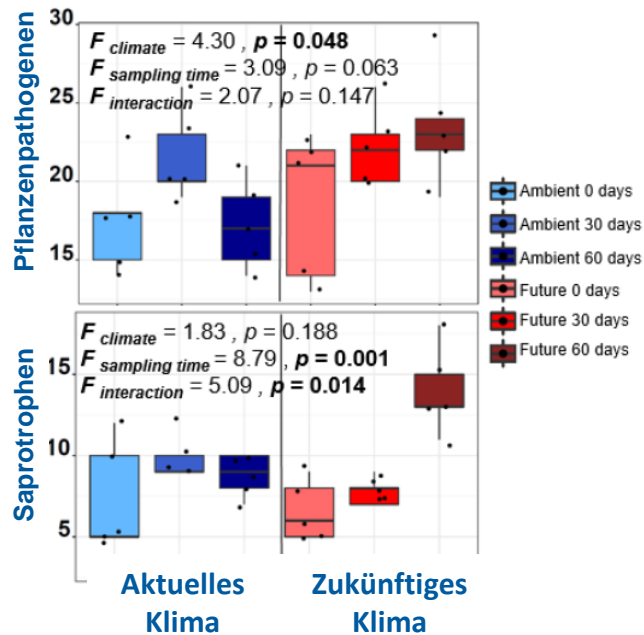


Zukunftsklima in 70-100 Jahren

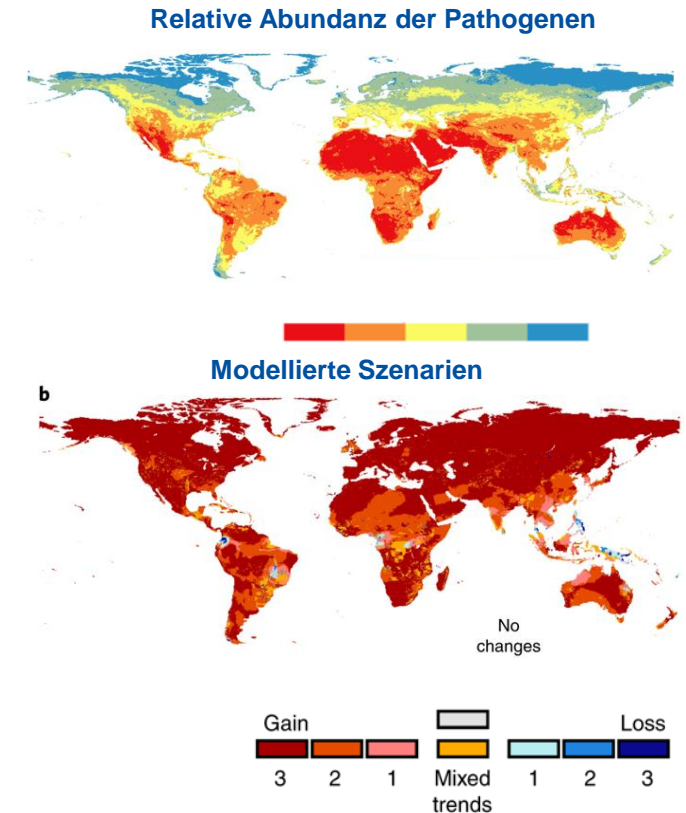
- Temperatur + 1,5°C
- Jahresniederschlagsmenge gleich, aber mit +10% in Frühjahr und Herbst und -20% im Sommer

Schädler et al. 2019 Ecosphere

Klimaerwärmung erhöht den Druck durch pflanzenpathogene Pilze

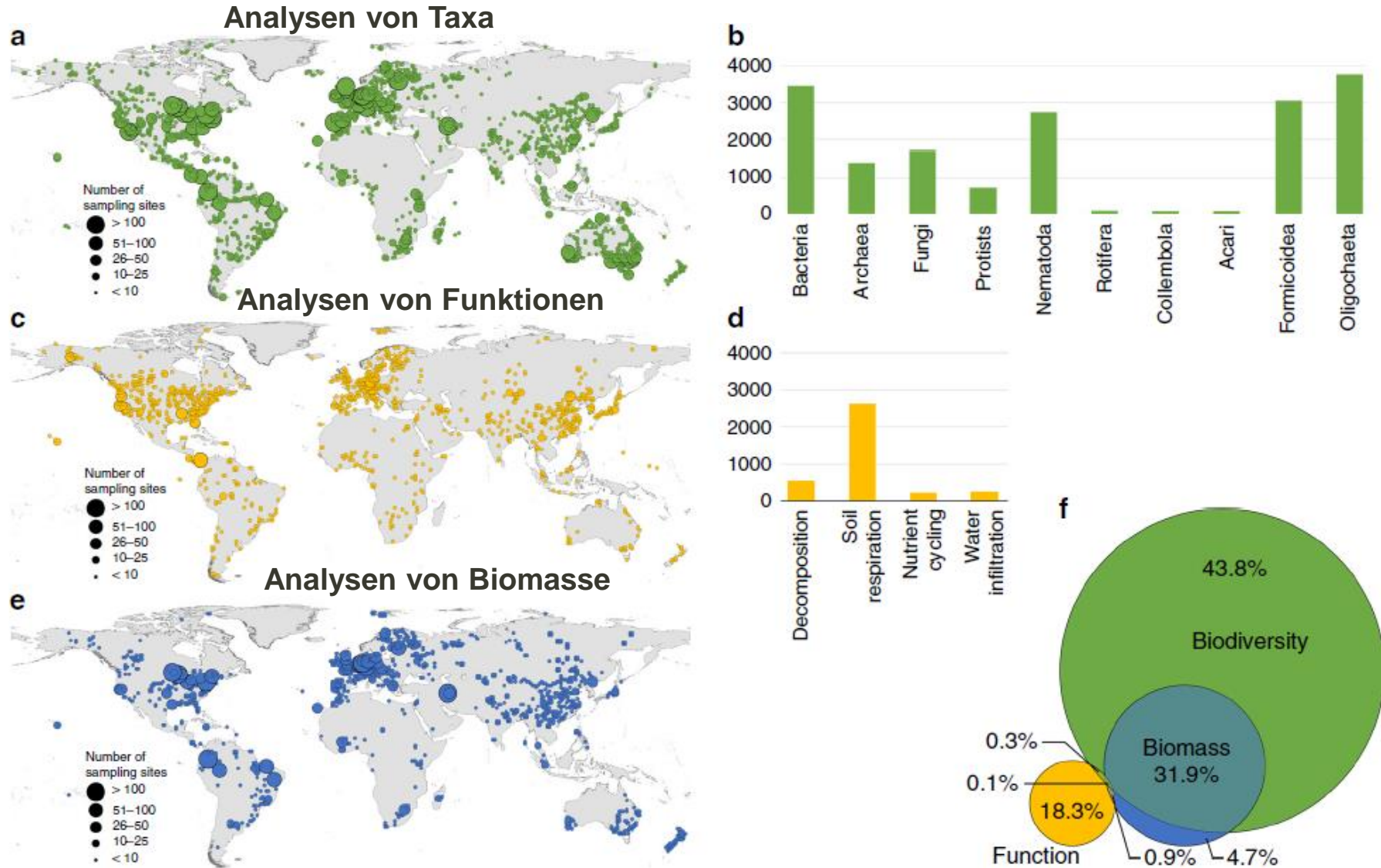


Wahdan et al. 2020 Microorganisms



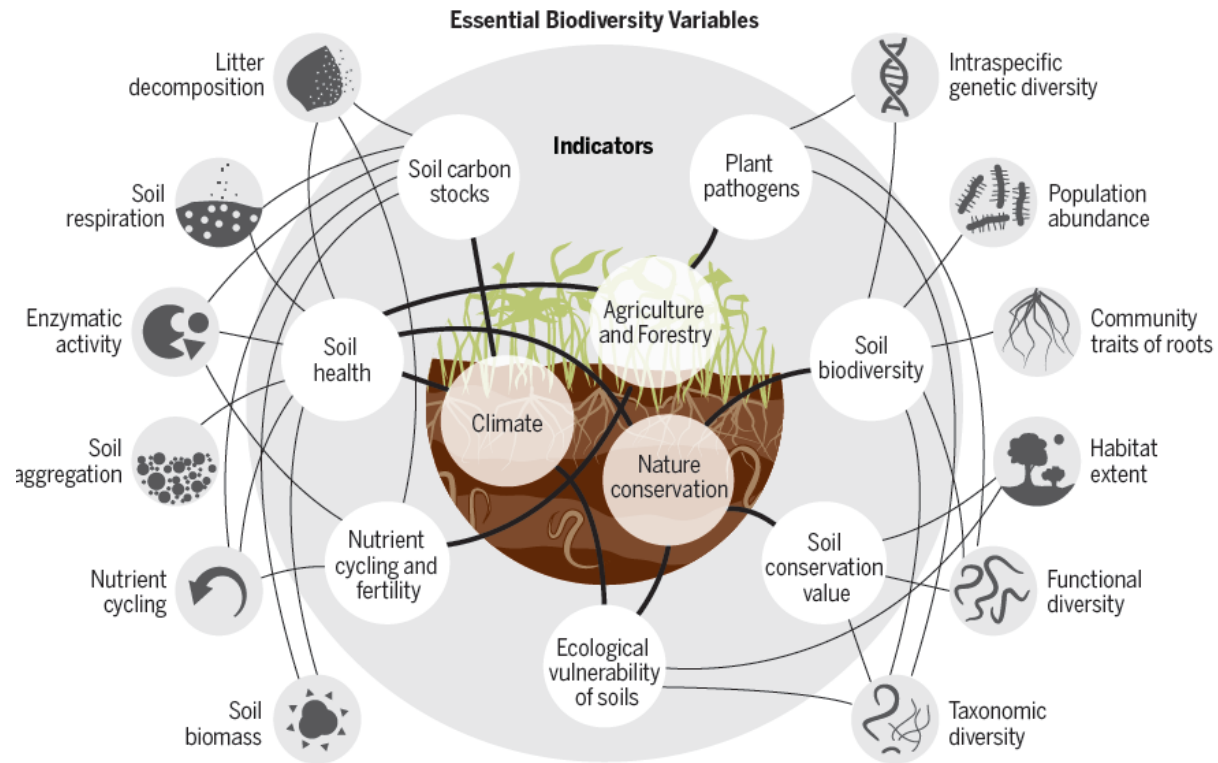
Delgado-Baquerizo et al. Nature Climate Change 2020

Stand von globalen Biodiversitätsanalysen in Böden

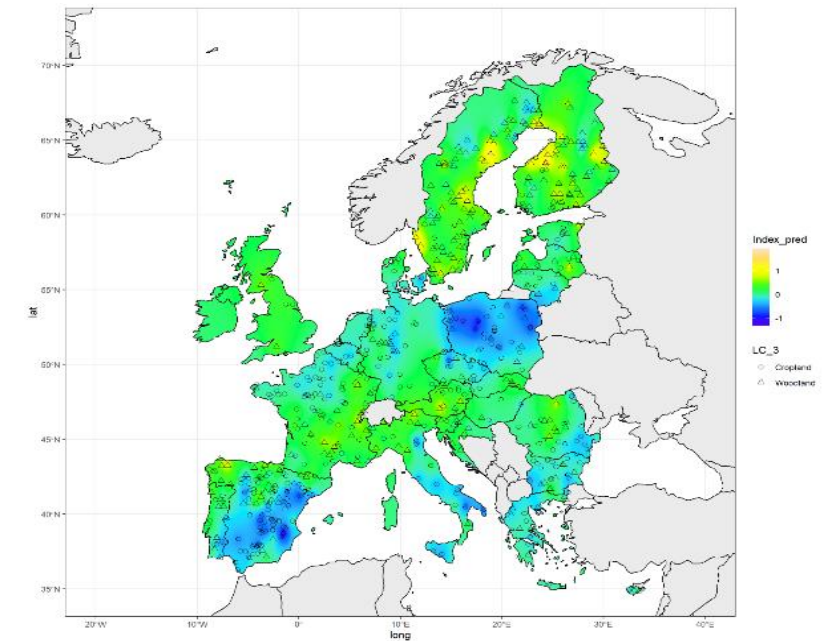


b) Zwei Initiativen

Soil BON



Guerra et al. 2021 Science



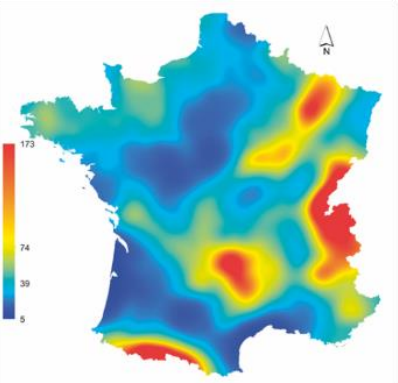
LUCAS Land Use/Cover Area frame Survey
885 Plots in Europa (Landwirtschaft, Grasland, Wald)

c) Beispiel einer systematischen Erfassung der Bodengesundheit

Nationales Bodenrepositorium

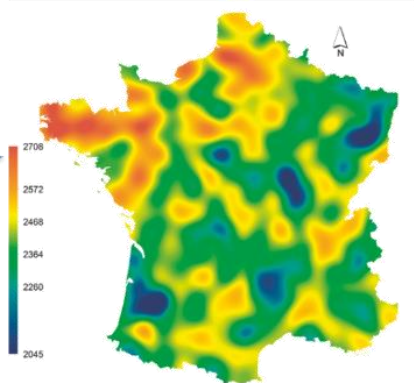


Molekulare Biomasse

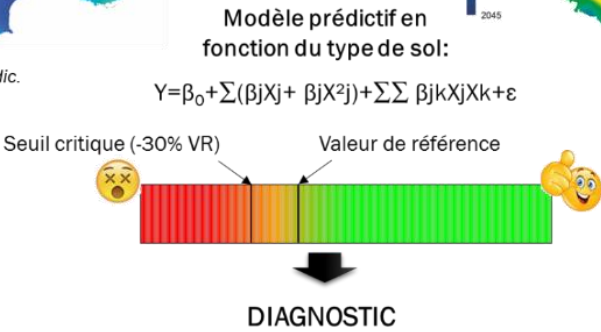


Horrigue et al. 2016 Ecol. Indic.

Diversität



Terrat et al. 2017 PlosOne



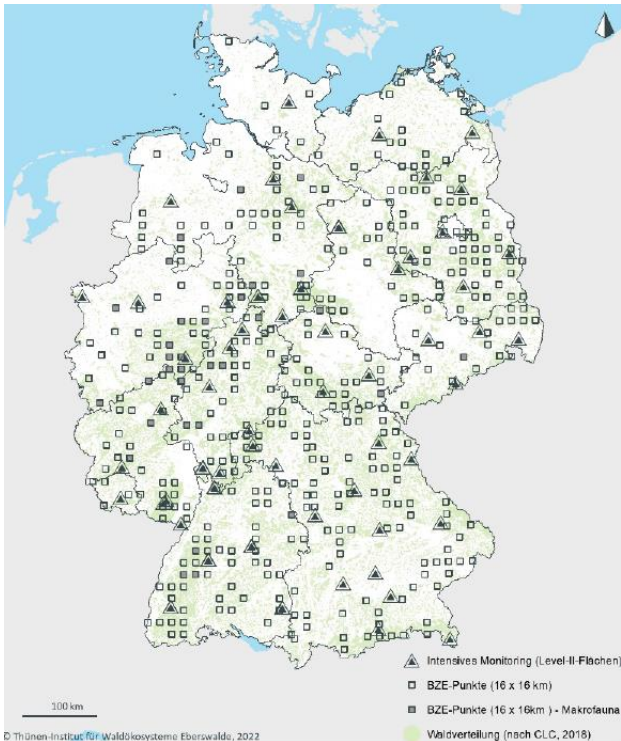
d) und Deutschland



Institut für
Waldökosysteme



Bodenökologie



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



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 Mikrobiomen 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

