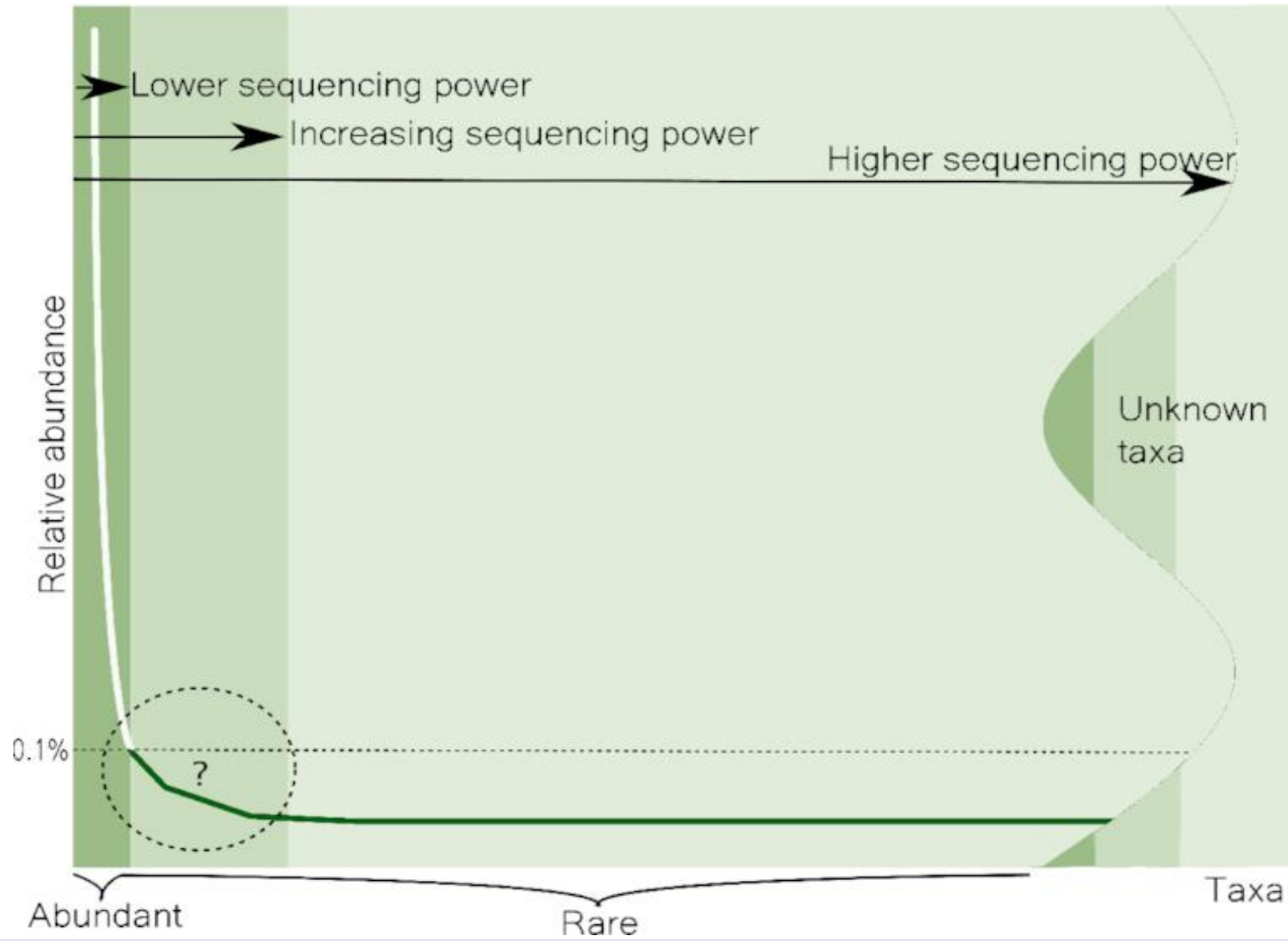


*Willst du dich am Ganzen erquicken,
so musst du das Ganze im Kleinsten
erblicken*

J. W. von Goethe

Die Bedeutung der seltenen Mikroben-Arten für Gesundheit und Ökologie

Neue Dimensionen der Analytik durch Next-Generation Sequencing (NGS)



Taxonomische Unschärfe

Habitatspezifische Mikroevolution der Mikroorganismen

Horizontaler Gentransfer
Genfusion/Rekombination

Viren als Systemkomponente des Mikrobioms:

„10 Billionen Arten“ (Adiliaghdam 2020)

Genetische Plastizität der Viren:

- *Virom-Analysen: über 90% neu*

- *Multiplizitätsreaktivierung*

- *„Viren halten sich genetisch an keine Regeln“* (Mölling 2015)

Rare biospher –

(extrem) seltene Mikroben-Arten in Gewässern, Böden und im Darm von Mensch und Tier

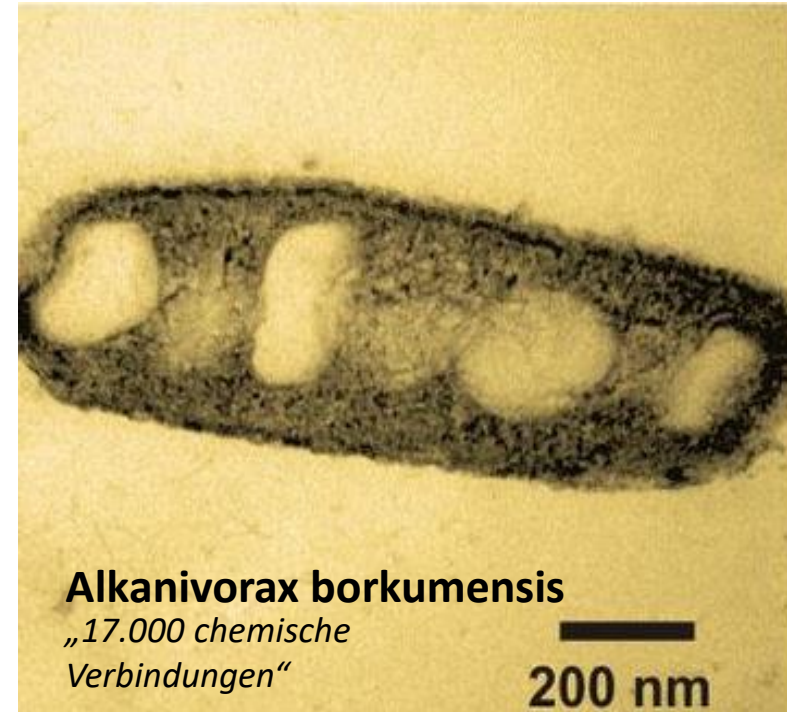
- Bei Analysen meist als funktionell nicht relevant vernachlässigt (Anteil unter 0,1 – 0,01 % an der Gesamtpopulation)
- Mitverantwortlich für Multifunktionalität und Resilienz (Stresstoleranz), Stoffwechsel-Repertoire
- Gelten als Samenbank (Genpool) für adaptive und kreative mikroökologische Prozesse
- Seltene Bakterien können sich innerhalb eines Tages rasant vermehren, je nach Kontext
- Einfluss auf Immunologie, seelische und körperliche Gesundheit, Sozialverhalten u.v.m.
- Werden durch Pestizide und Antibiotika in bisher nicht bekanntem Ausmaß eliminiert → Artensterben

„Seltene Arten werden zunehmend als wichtige, aber sehr empfindliche Quelle für die Gesundheit von Mensch und Natur erkannt.“*

Quellen:

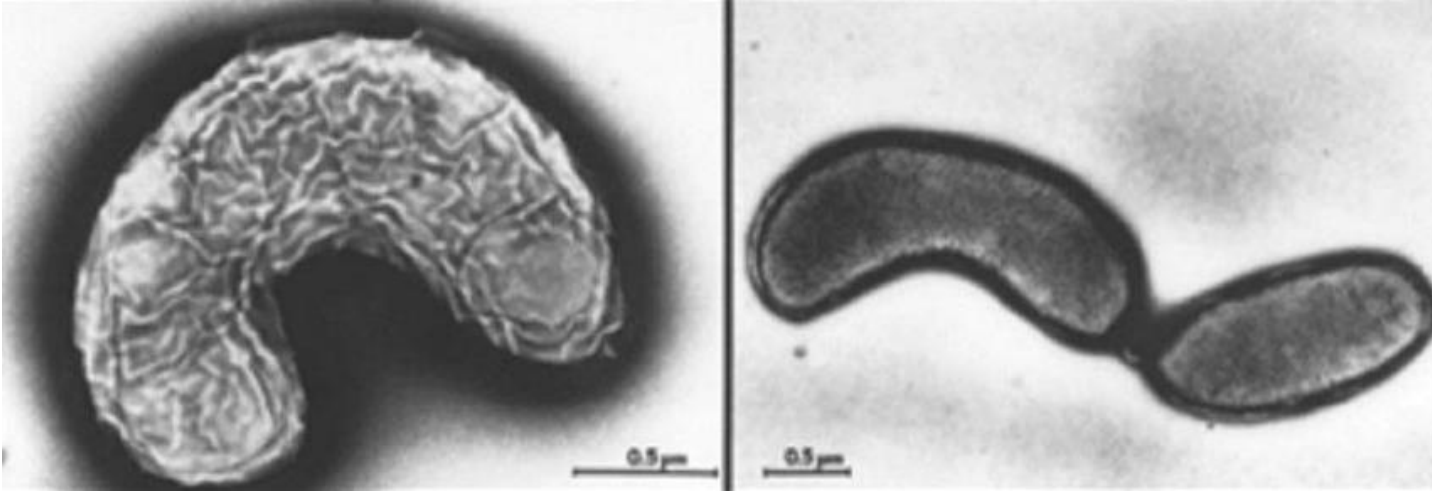
- Sogin M L, Morrison H G, Huber J A, Microbial diversity in the deep sea and the underexplored “rare biosphere”. PNAS 2006; 103 (32) S. 12115. doi: 10.1073/pnas.0605127103.
- Bhute S, Ghaskadbi S, Shouche Y S: Rare Biosphere in Human Gut: A Less Explored Component of Human Gut Microbiota and Its Association with Human Health. In: Kalia V, Shouche Y, Purohit H, Mining of Microbial Wealth and MetaGenomics. Springer, Singapore 2017. S. 133-142.
- *Jousset, A., Bienhold, C., Chatzinotas, A. et al.: Where less may be more: how the rare rare biosphere pulls ecosystems strings. Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology (ISME) 2017: 11. S. 853–862).

Beispiele seltener Mikroben-Arten: *Alkanivorax borkumensis*



Werden die seltenen Arten aus einem natürlichen Habitat entfernt, reduziert sich der Abbau von Schadstoffen und Toxinen abrupt (Delgado-Baquerizo 2016).

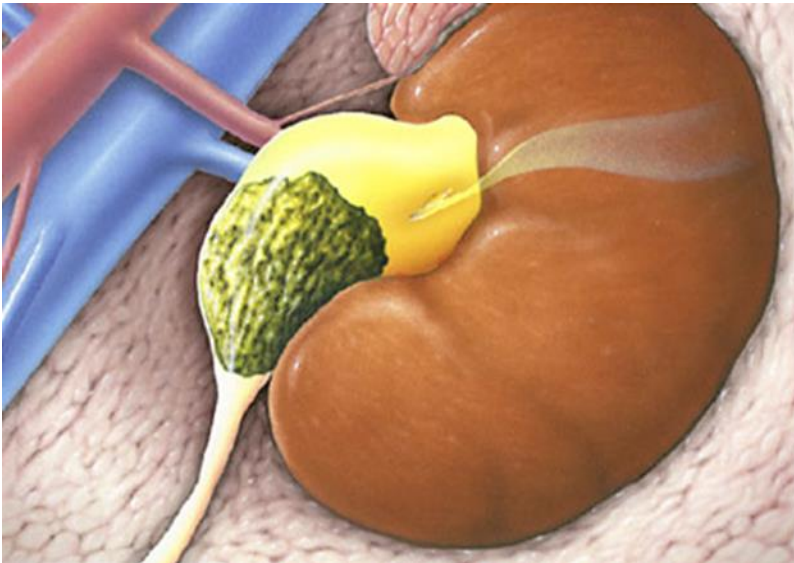
Beispiele seltener Mikroben-Arten: Oxalibacter formigenes



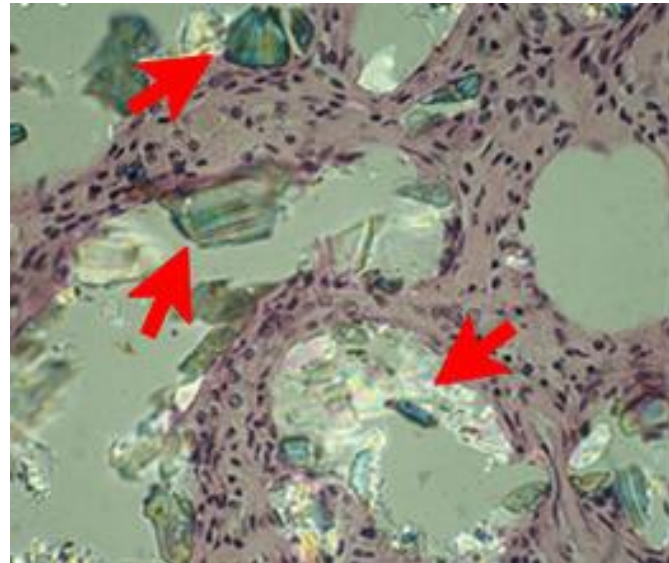
Oxalibacter lebt ausschließlich vom Oxalat-Abbau



Halogeton glomeratus 30% Oxalat Trockengewicht



Nierenstein (auch Gicht und rheum. Arthritis)



Oxalatkristalle im Nierenparenchym



Tote Schafe nach Halogeton-Intoxikation (12 Std.)

Beispiele seltener Mikroben-Arten: extrem seltene Holz-Bakterien im Meer

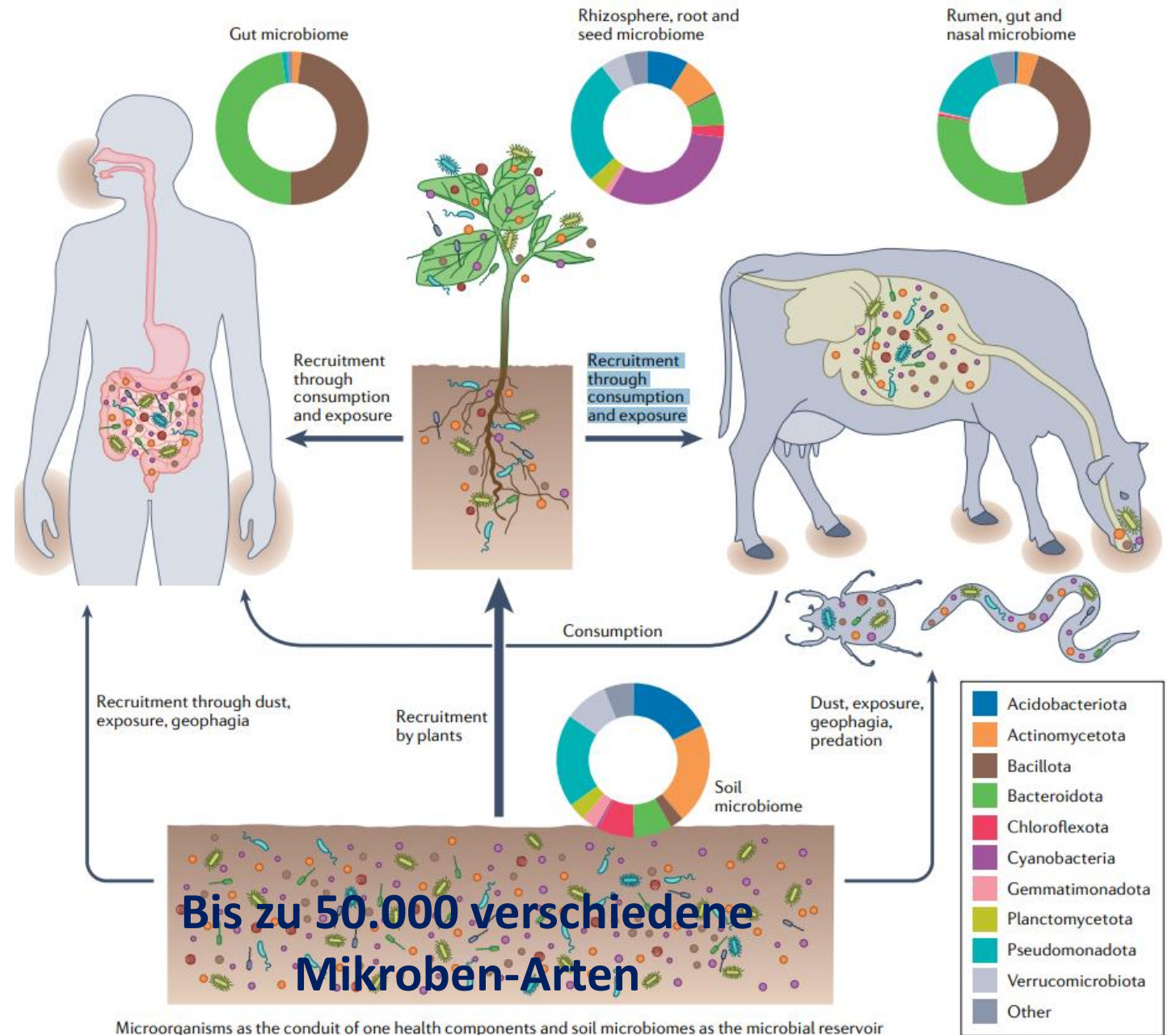


„Holz in Aquarien mit zunehmend verdünntem Küstenmeerwasser beimpft - wir konnten zeigen, dass Bakterien, die nur 0,00000002 % der Zellen in der Umgebung ausmachten (oder 1 Zelle in 10 l Meerwasser), immer noch in der Lage waren zu wachsen und Schlüsselrollen im Ökosystem zu spielen ... Die bisher beschriebene seltene Biosphäre stellt nur den aufgetauchten Teil eines Eisbergs dar, der in einem Meer von ultraseltenen Mikroben schwimmt, die eine unterschätzte Quelle verborgener Vielfalt darstellen.“

Böden als Quelle der mikrobiellen Diversität

Gesunde Böden enthalten ungefähr dieselbe Anzahl MO pro Gramm wie der Stuhl, aber mit 10-fach höhere Diversität

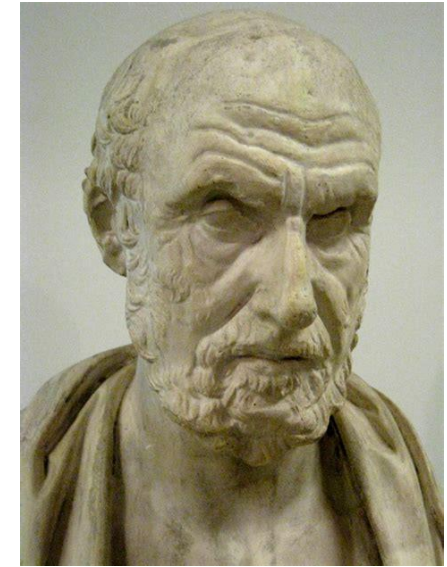
Die ursprünglichen, natürlichen Darm-Mikrobiome der Menschen waren hinsichtlich der Diversität den Böden ähnlicher, sind aber durch den modernen Lebensstil zunehmend verarmt – vor 1910 war die Ernährungsvielfalt etwa dreimal so hoch wie heute



„Alle Krankheiten beginnen im Darm“

„Eure Nahrung sei eure Medizin und eure Medizin sei eure Nahrung“

Hippokrates (460 – 370 v. Chr.)



„Je größer die Vielfalt der Darmbakterien war, desto besser entwickelte sich auch die Mikroglia ... Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, wie wichtig für die geistige Gesundheit eine ausgewogene Ernährung ist.“

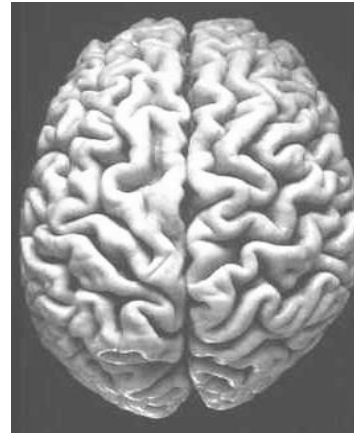
Prof. Marco Prinz, Neuropathologe Universität Freiburg



Agrarökologie und Medizin sind über die Mikrobiomforschung eng vernetzt!

Die Darm Gehirn Beziehung

„Gut-Brain-Axis“



immunologische
neuronale und
endokrine
Signalwege



Depressionen

(z.B. Fastfood, „Ernährungs-Psychiatrie“)

Angststörungen

(z.B. nach Antibiotika)

Chronic Fatigue Syndrom

(Diagnose im Stuhl)

Asthma

(Helicobacter pylori)

ADHS

(Myelinisierungsstörungen)

Autismus

(70% Verdauungsprobleme, Enterocolitis, Clostridien)

M. Alzheimer

(Amyloid, BDNF)

M. Parkinson

(alpha Synuclein, Pestizide)

Multiple Sklerose

Glia, GDL-L-Fucose Bakt.

Psychoneuroimmunologie

Mikrobiom-Komposition durch Immunsystem

HHN-Stress-Achse

Vegetatives Nervensystem

Nervöse Durchfälle und Erbrechen

„Mir wird schlecht, wenn ich nur dran denke!“

Reizdarm-Syndrom

(Häufige Komorbidität mit psych. Auffälligkeiten)

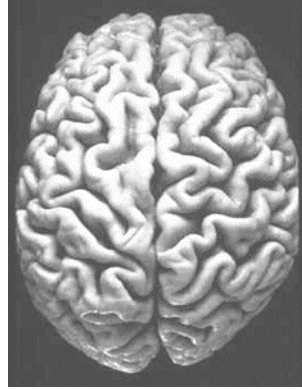
Krämpfe, Koliken

Klassische Psychosomatische Erkrankungen

(Gastritis, Magengeschwüre, Chron. entzündl. Darmerkrankungen u.v.m.)

Mikrobiom (Ur-Leben) und Intelligenz

- metabolische und kognitive
Potentialität



Exometabolom

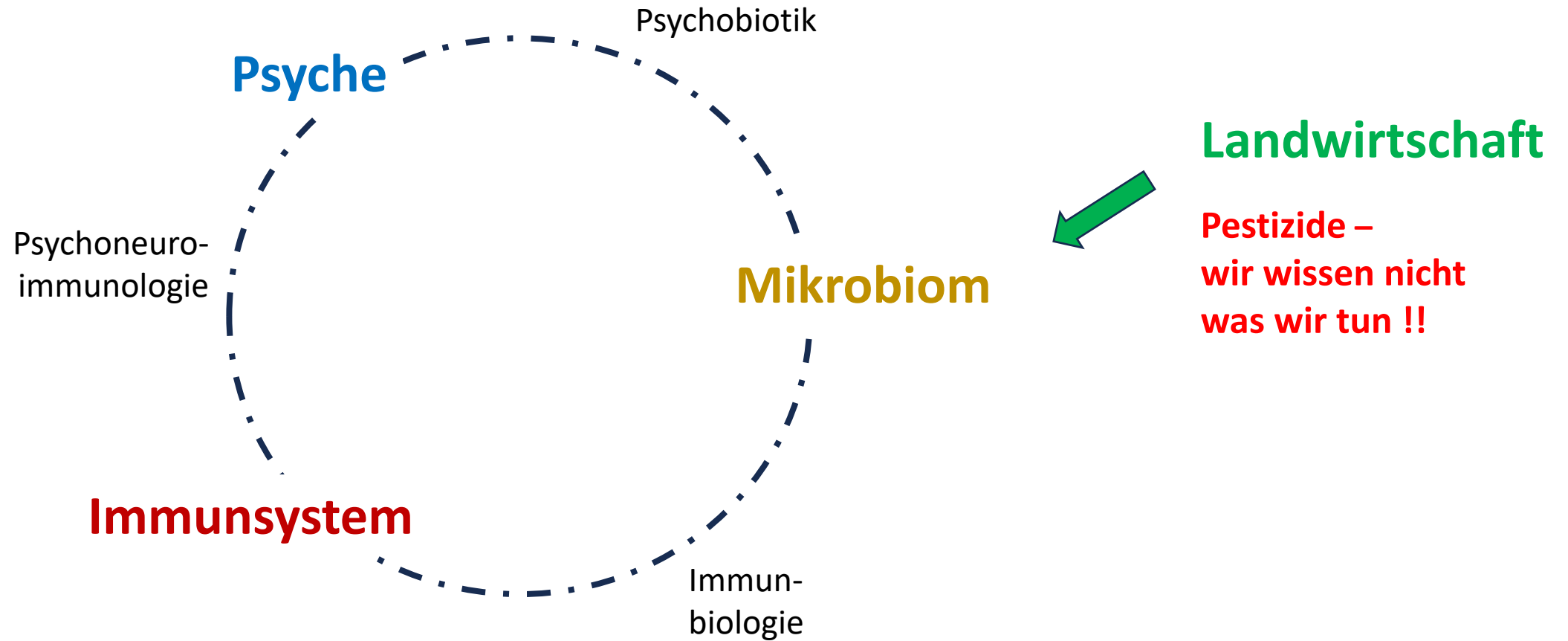
30-50% aller
Metaboliten im Blut
sind mikrobieller
Herkunft



Mikrobielle
Metaboliten

„Die evolutionäre Erklärung für diese regulatorische Kontrolle der kognitiven Funktion ihres Wirts durch Mikroben ist rätselhaft. Die Billionen von Mikroben im Darm regulieren bzw. setzen ein riesiges Repertoire an Molekülen frei, die mit funktionell verschiedenen Klassen von Rezeptoren des Wirts interagieren können.“ (Agirman 2022)

Gestaltkreis: Mikrobiom – Immunsystem – Nervensystem



Durch Pestizide verursachte Pathologien

Rückstände von Pestiziden oder deren Metaboliten in Lebensmitteln, Trink- und Grundwasser festgestellt (Chaza et al., 2017)

Gentoxische und epigenetische und mikrobielle Wirkungen (Giambo 2021)

Stoffwechselerkrankungen (Jin et al., 2018a, Foley et al., 2018)

Immuntoxizität (Di Prisco et al., 2013, Liu et al., 2017a, Daisley et al, 2017, Leung-Gurung et al., 2018, Oliveira et al., 2018)

Neurotoxizität (Liu et al., 2016) Alzheimer (Aloizou 2020, Tang 2020), ALS (Finhler et al. 2023), Parkinson (Xu et al. 2020)

endokrine Störungen und Fortpflanzungsstörungen (Jin et al., 2012, Jin et al., 2013b, Hocine et al., 2017, Samtani et al., 2018)

Krebserkrankungen (Zhao et al., 2011, VoPham et al., 2017).

Quellen:

Giambò, F.†, Teodoro, M.†, Costa, C. et al.: Toxicology and Microbiota: How Do Pesticides Influence Gut Microbiota? A Review International Journal of Environmental Research and Public Health 2021 Jun; 18(11): 5510

*Richardson JR, Roy A, Shalat SL, von Stein RT, Hossain MM, Buckley B, Gearing M, Levey AI, German DC. Elevated serum pesticide levels and risk for Alzheimer disease. JAMA Neurol. 2014 Mar;71(3):284-90. doi: 10.1001/jamaneurol.2013.6030. PMID: 24473795; PMCID: PMC4132934.

Forster, M., Schümann, C. (Hrsg.): Das Gift und Wir. Frankfurt 2020

<https://www.beyondpesticides.org/resources/pesticide-induced-diseases-database/brain-and-nervous-system-disorders>

**Die Krise der Immunsysteme (IS)
durch Dezimierung v.a. der seltenen Arten (Antibiotika, Pestizide u.a.)**

Krebs - IS zu schwach

Allergien - IS inadäquat, überschießend

Autoimmunerkrankungen - IS greift den eigenen Organismus an

*Die Sicherheit von Pestiziden kann durch die aktuellen Test-Methoden
nicht gewährleistet werden*

*„Die wichtigsten Fragen,
die noch zu klären sind:
Was hält das
Gleichgewicht in einem
Meta-Organismus
aufrecht?“*

Th. Bosch 2022

Lebendiges Netzwerk Mikrobiom



Das Ganze ist das Wahre

Georg W. F. Hegel

Emergenz?
Homöostase?
Einzigartige Signatur?
Attraktor?
Komposition?
Dichteregulativ?
(Konzertierung, Orchestrierung?)

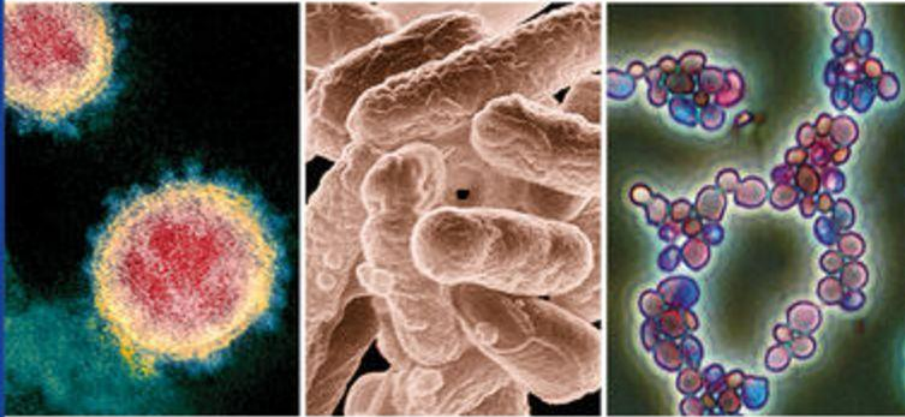
→ ***Das Leben neu denken***

Thomas Hardtmuth

drthomashardtmuth@posteo.de

Mikrobiom und Mensch

Die Bedeutung der Mikroorganismen und Viren
in Medizin, Evolution und Ökologie



Wege zu einer systemischen Perspektive

**2. erweiterte und überarbeitete
Auflage erscheint demnächst**



Vielen Dank