

Bodenleben und Mikronährstoffe

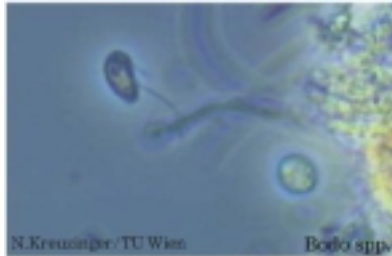
A detailed microscopic image of soil life, showing a dense population of various microorganisms. The organisms are stained in different colors, including blue, red, white, and black, against a brownish-yellow background. The image illustrates the complexity and diversity of soil microbial communities.

Kirsten Stöven

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

- Was ist Bodenleben?
- Bodenleben, Bodenfunktionen und Mikronährstoffe
- Essenzielle Nährstoffe für Bodenorganismen
- Mikronährstoffe und Enzymaktivitäten
- Mikronährstoffgehalte im Boden und Aktivität von Mikroorganismen
- Mikronährstoffbedarf und Stickstoff-Stoffwechsel
- Zusammenfassung und Fazit

„Bodenleben und Mikronährstoffe“



Lehrstuhl f. Angewandte Zoologie
TU München



www.nua.nrw.de



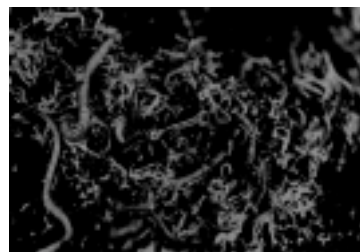
www.wsl.ch



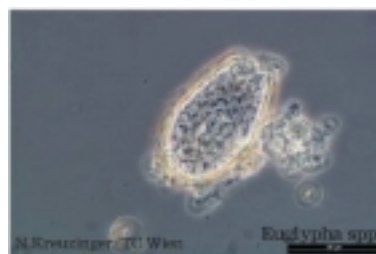
[/www.gutach.de](http://www.gutach.de)

Was ist Bodenleben?

Der Begriff Bodenleben (Bodenbiozönose, Edaphon) bezeichnet die Gesamtheit der zwischen Erdoberfläche und dem tief liegendem Gestein lebenden Organismen.



www.regenwurm.de



www.wsl.ch



www.altgarden.com

Klassifizierung des Bodenlebens nach Individuengröße und Bedeutung für die **Mikronährstoffversorgung**

Größenklasse	Individuengröße	Organismen
Megafauna	> 2 cm	Große Regenwürmer
Makrofauna	2 mm bis 2 cm	Schnecken, kleine Regenwürmer, Asseln, Doppelfüßer
Mesofauna	0,2 – 2 mm	Käfer, Milben, Fadenwürmer, Enchytraeiden, Springschwänze, Rädertiere
Mikrofauna	20 – 200 µm	Protozoen
Mikroflora	< 50 µm	Algen, Pilze, Bakterien

Wodurch wird Bodenleben beeinflusst?



Bodenleben, Bodenfunktionen und Mikronährstoffe

Abbau der Streu in organische und
anorganische (z.B. Mikronährstoffe)
Komponenten.

Essenzielle Nährstoffe für Bodenorganismen

Makronährstoffe

C, H, O, N, P, S, K, Mg, Na, Ca, Fe

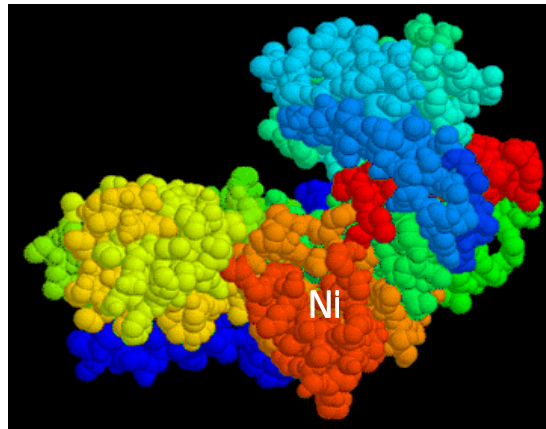
Mikronährstoffe

B, Cl, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Se, W, V, Zn

Organische Verbindungen

Vitamine, Aminosäuren, Purine, Pyrimidine

Mikronährstoffe und Enzymaktivitäten



<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/fi18/2yhx.gif>

- Mikronährstoffe sind als Baustein in rund der Hälfte der Mikroorganismen vorkommenden Enzyme vorhanden.
- Mikronährstoffe wirken stabilisierend auf die Enzymstruktur.
- Mikronährstoffe ermöglichen die Substratbindung.

Mikronährstoffe und Enzymaktivitäten

Mikronährstoff	Enzym	Aufgabe
Ni	Urease	Hydrolytische Spaltung von Harnstoff in NH_3 u. CO_2
	CO-Dehydrogenase (anaerob)	Oxidation von $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$
Mo	CO-Dehydrogenase (aerob)	
Fe	Cytochrom	Elektronentransport / Atmung
Fe, Cu	Cytochrom-Oxidase	
Mg	Bakteriochlorophyll	Mg im Porphyrinringsystem
Fe, Mn, Cu, Zn	Superoxid-Dismutase	Schutz
Va, Fe, Mo	Nitrogenase	N_2 -Fixierung
Co	Proteasen, Lipasen	Zentralatom im Vitamin B_{12}
W	Formiat-Dehydrogenase	Fermentativer Stoffwechsel
Se	Formiat-Dehydrogenase	Fermentativer Stoffwechsel

Mikronährstoffgehalte im Boden und Aktivität von Mikroorganismen

- Der Mikronährstoffbedarf des Bodenlebens ist sehr gering und wird über die natürlichen Bodenvorräte gedeckt.
- Der Mikronährstoffbedarf des Bodenlebens ist organismenspezifisch.
- Toleranz- und Toxizitätsbereiche einzelner Individuen überschneiden sich. Bakterien reagieren z.B. empfindlicher auf hohe Cu-Gehalte im Boden als Pilze.
- Bei Regenwürmern sind ab 100 mg kg^{-1} Cu Effekte erkennbar.
- Bei Collembolen sind ab 200 mg kg^{-1} Cu Effekte erkennbar.

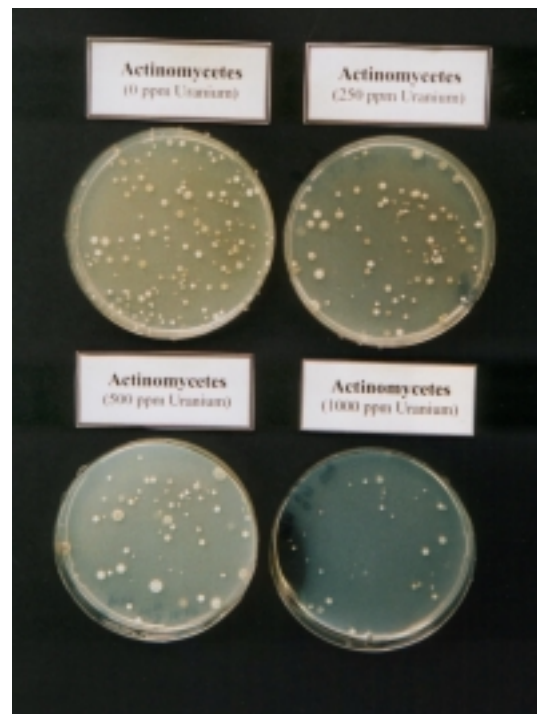
Mikronährstoffgehalte im Boden und Aktivität von Mikroorganismen

- Mikroorganismen werden durch hohe Konzentrationen an Schwermetallen geschädigt:
Hg > Cr, Mo, Co, Cd, Cu, (U) > Ni, Pb, Zn
- Die Toxizität der Schwermetalle ist sehr stark vom Element und der verfügbaren Konzentration im Boden abhängig.
- Schwermetalle beeinträchtigen Enzymaktivitäten und die Erbsubstanz.

Einfluss des Schwermetalls Uran im Boden auf die mikrobielle Besiedelung



Aerobe heterotrophe
Bakterien

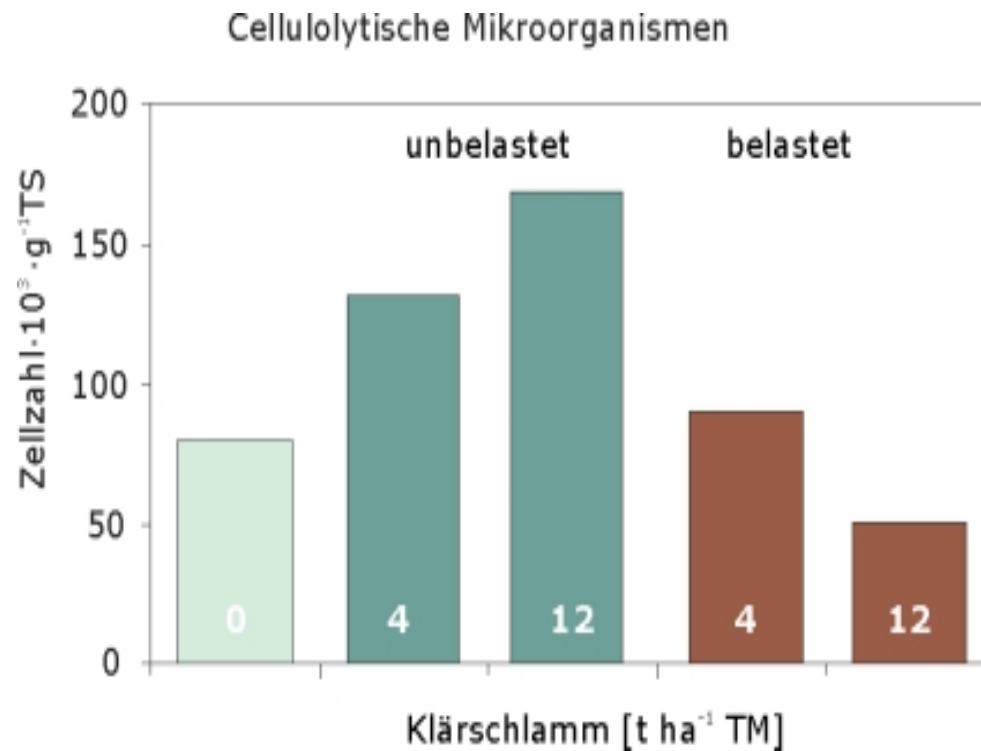


Actinomyceten



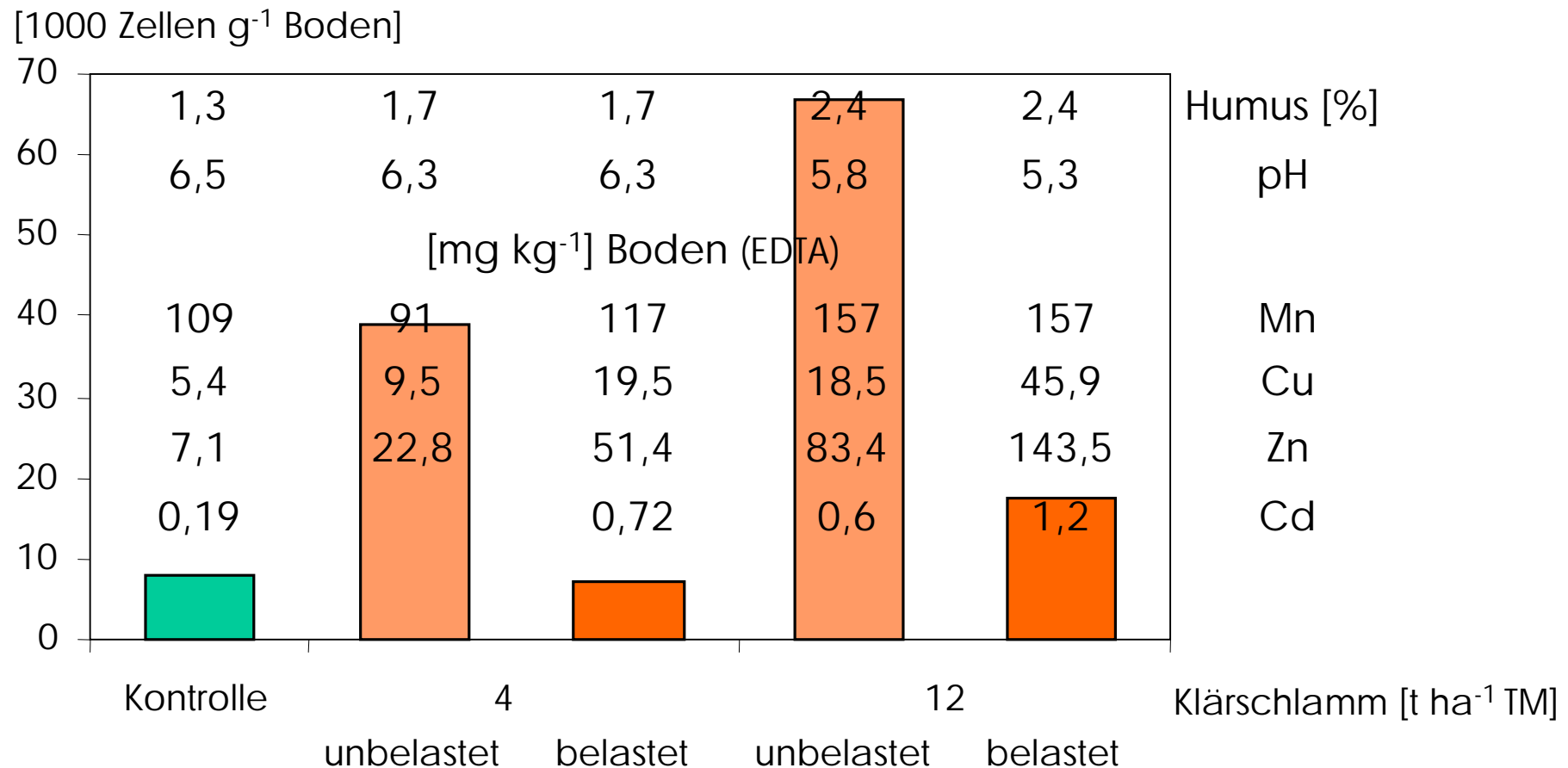
Pilze

Einfluss langjähriger Klärschlamm-Applikationen auf die Anzahl cellulolytischer Mikroorganismen



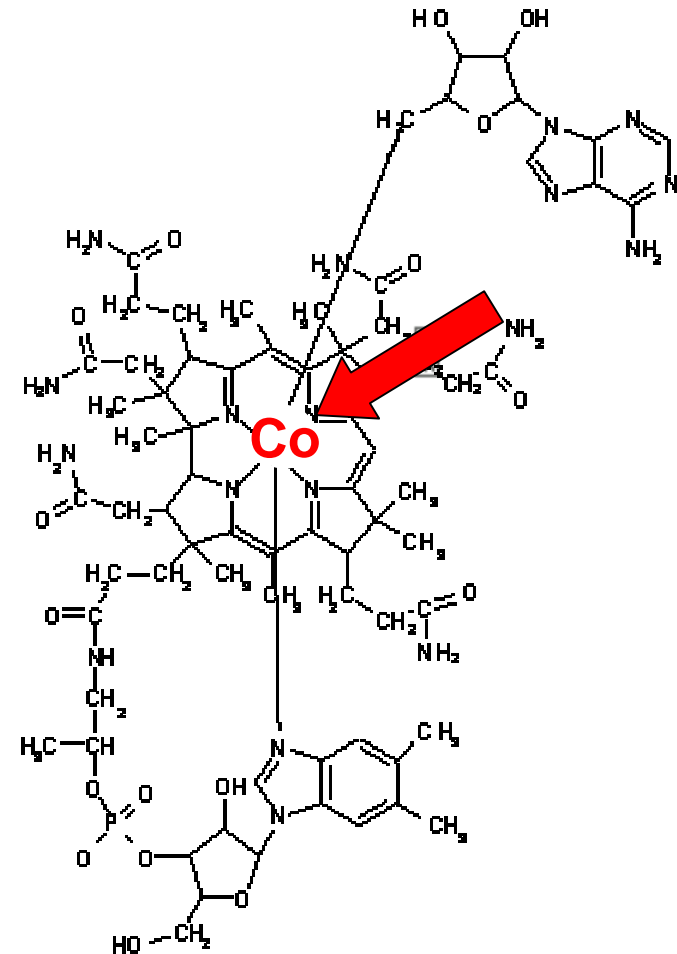
Klärschlamm-Menge t ha ⁻¹ a ⁻¹	Bodengehalte 13 Jahre nach letztmaliger Behandlung			
	Cd	Cr	Ni	Pb
	Gesamtgehalt [mg kg ⁻¹]			
0	0,17	11	6	27
4	0,24	13	7	31
12	0,51	19	10	34
4	0,65	28	10	45
12	1,48	58	19	65

Wirkung von Mikronährstoffen und Schwermetallen auf die Zellzahl von Bodenpilzen im Oberboden (FV1, 2003)

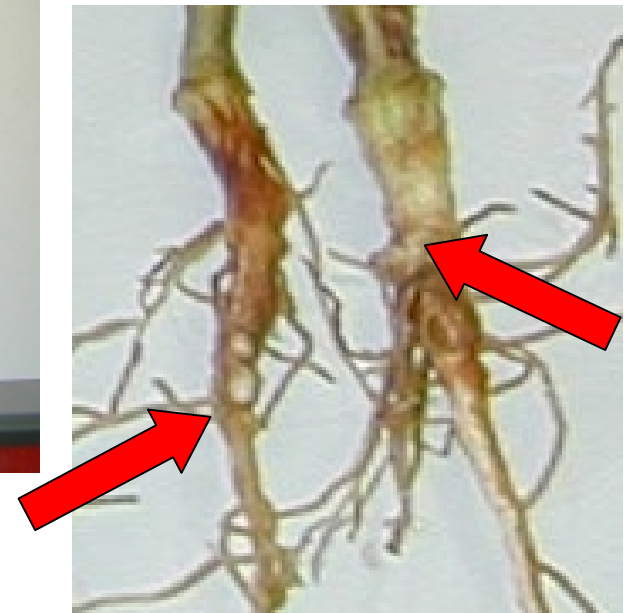


Mikronährstoffe und Stickstoff-Stoffwechsel

- Kobalt ist u.a. essenziell für die Stickstoffbindung durch Rhizobien in Leguminosen, und freilebende N-Fixierer wie Azotobacter, Azomonas, Azospirillum, Beijerinckia, Derxia.
- Die Vitamin B12 Synthese steht in direkter Beziehung zur Kobaltversorgung des Bodens.



Lupinen mit Wurzelknöllchen



Mikronährstoffe und Stickstoff-Stoffwechsel

- Die Stickstoff-Fixierung erfolgt durch den Nitrogenase-Enzymkomplex: Nitrogenase (Mo) und Nitrogenase-Reduktase (Fe, Mo).
- Das FeMo-Koenzym (FeMo-Co) oder MoFe_7S_8 -Homocitrat bindet und spaltet N_2 .
- Da Nitrogenase empfindlich auf Sauerstoff reagiert, werden Leghämoglobin (Fe) und Hydrogenase (Ni) zur O_2 -Bindung benötigt.
- Bei Mo-Mangel kann Mo in Nitrogenasen durch Vanadium/Eisen substituiert werden.

Zusammenfassung und Fazit

- Mikronährstoffe können in Abhängigkeit von der Konzentration fördernd oder hemmend auf das Bodenleben wirken.
- Das Bodenleben braucht, von sehr wenigen Ausnahmefällen abgesehen, keine Mikronährstoff-Düngung.
- Die Zufuhr von Schwermetallen beeinflusst das Artenspektrum (Biodiversität), die Reproduktion und die Individuenhäufigkeiten (Abundanzen).
- Die Zufuhr von Schwermetallen beeinträchtigt dosisabhängig Indikatoren der Leistungsfähigkeit des Bodenlebens (Enzymaktivitäten, Atmung).

Informationstag Mikronährstoffe am 25. November 2004

„Bodenleben und Mikronährstoffe“



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.