



Boden (be-)lebt

Vom Kippsubstrat zum Kippenboden

Weltbodentag 2018 –

Festveranstaltung zur Präsentation des Boden des Jahres

Prof. Dr. Willi Xylander

Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

Berlin, 05.12.2018

Gliederung

1. Ein paar Fakten zur Bödenökologie
2. Ansätze zur Erforschung von Kippenböden
3. Sukzession von Bodentiergemeinschaften
4. Treiber der Entwicklung und Abhängigkeiten
5. Verifikationen und Überraschungen

SENCKENBERG

Zerfallsprodukten des Untergrundgesteins

Durch Wasser und Frost, sowie biologische Prozesse wird das Untergrundgestein abgebaut und bildet die anorganische Textur des Bodens.

Humus

Das teilzersetzte organische Material aus Pflanzenabfällen wie Falllaub, abgestorbenen Pflanzen, Totholz, aber auch Aas und den Ausscheidungen von Tieren wird als Humus bezeichnet.

Boden besteht aus

Bodenorganismen

Bakterien, Algen, Einzeller, Pilzzellen und -hyphen und Tiere sowie die unterirdischen Anteile der Pflanzen sind die lebenden Bestandteile des Bodens.

Luft und Wasser

Die Bodenfeuchte (gespeist durch Niederschlag und Grundwasser) und der Sauerstoffgehalt in den Porenräumen sind für die Funktionalität des Bodens von großer Bedeutung.

Aus: Xylander et al. (2015)

Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung:

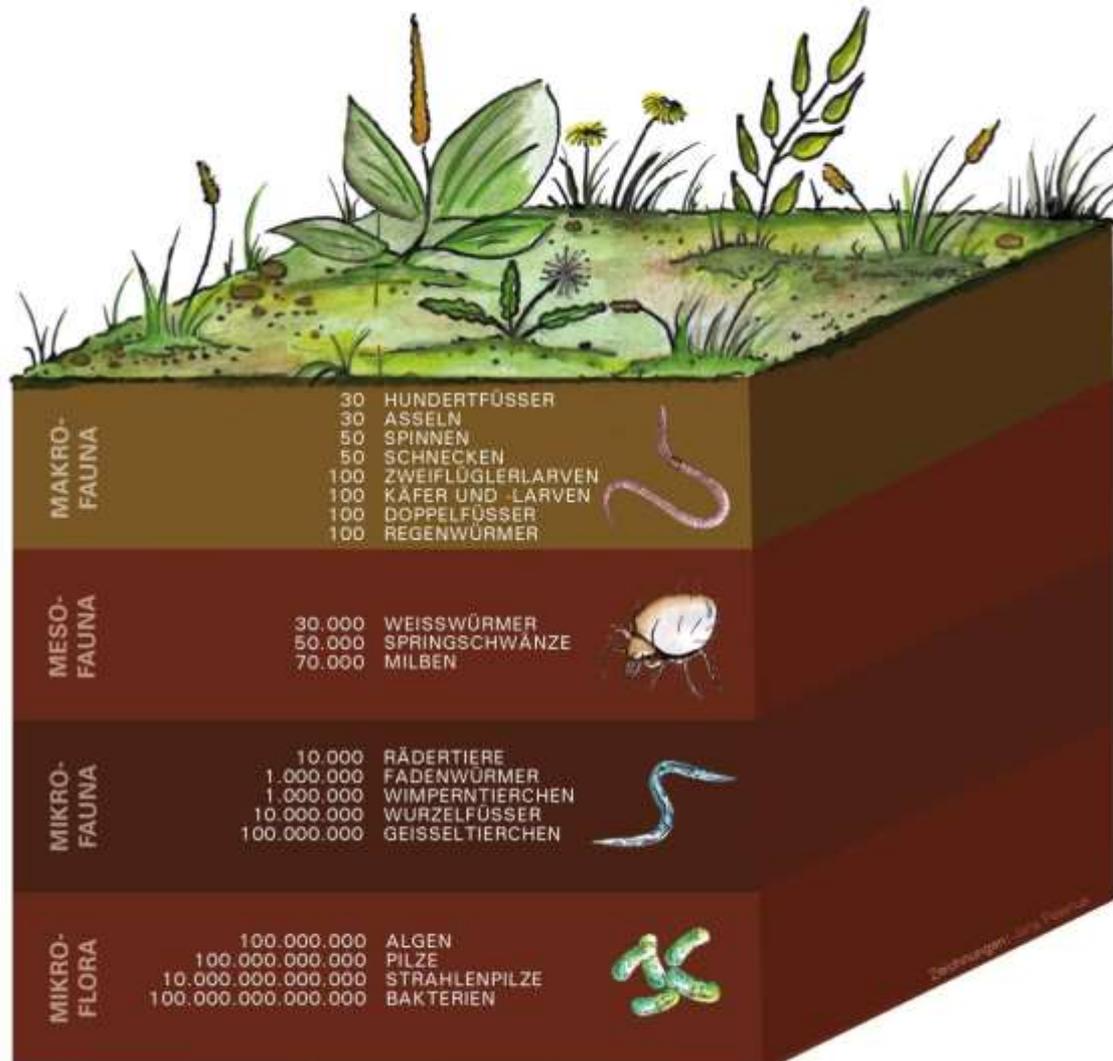
„Boden ist das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluss der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Laufe der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen mit eigener morphologischer Organisation.“

Boden ist „in der Lage, höheren Pflanzen als Standort zu dienen“ und somit „eine Lebensgrundlage für Tiere und Menschen zu bilden.

Als Raum-Zeit-Struktur ist der Boden ein vierdimensionales System.“

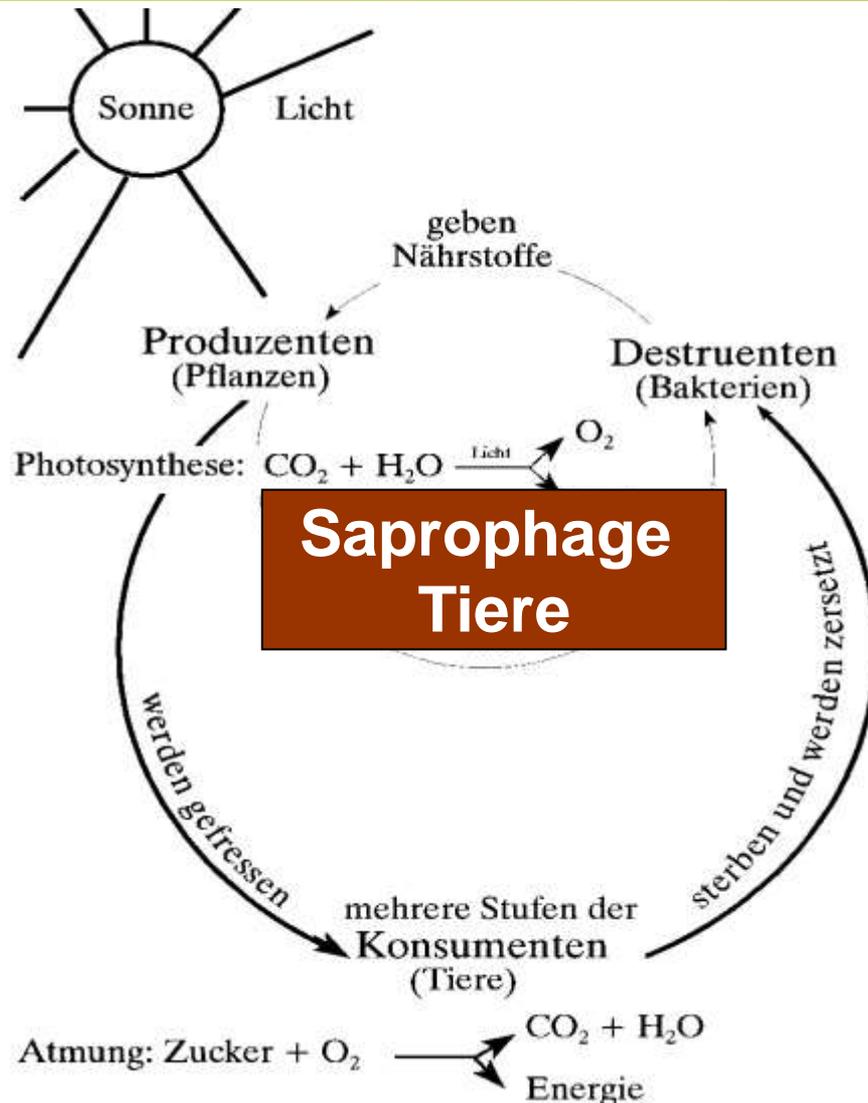
SENCKENBERG

Der Boden
beherbergt eine
unglaubliche Zahl
von Organismen



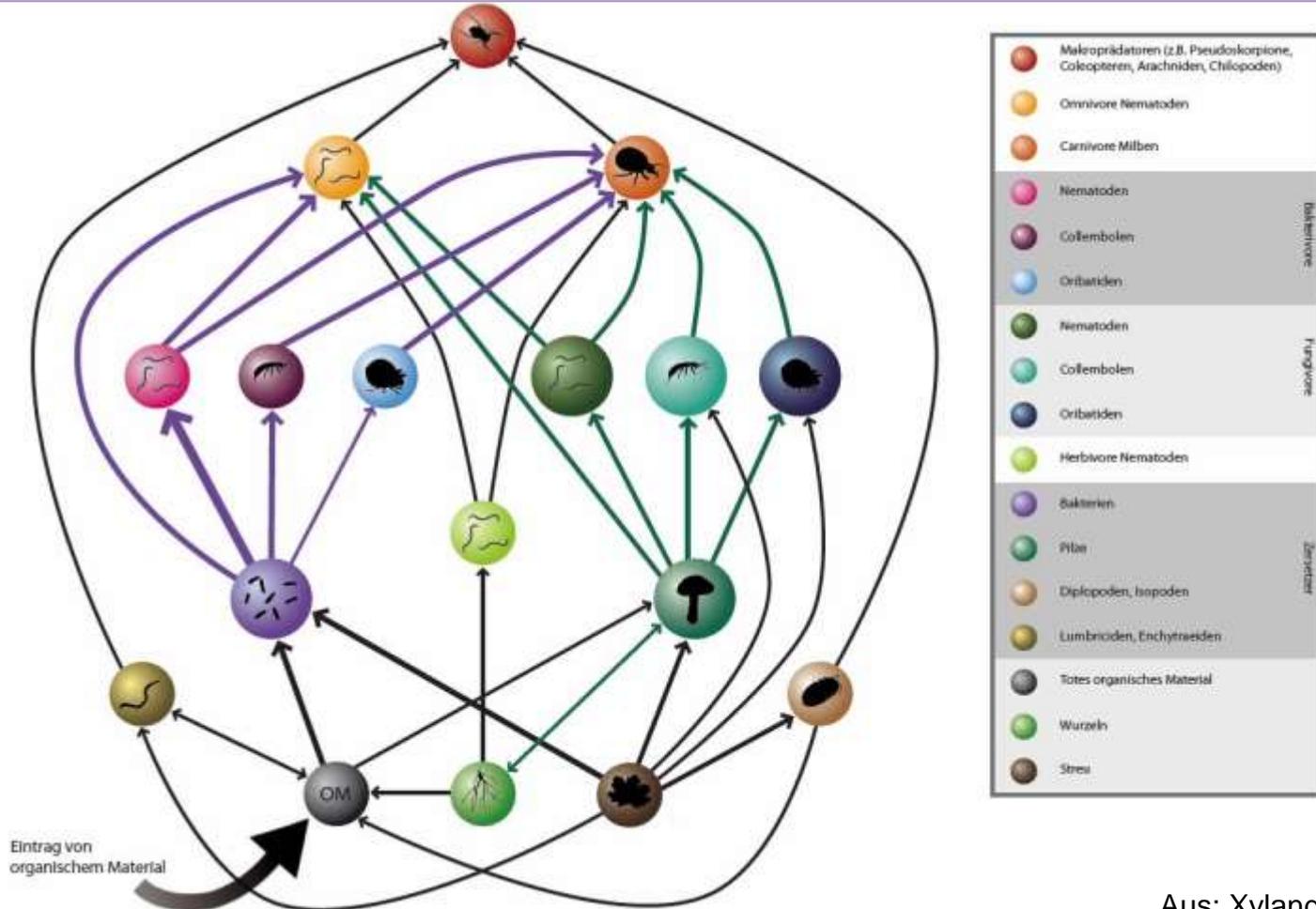
Aus: Zumkowski-Xylander et al. 2017

SENCKENBERG



Saprophage Tiere sind ein essentieller Bestandteil der terrestrischen Dekompositionsvorgänge

Nahrungsnetze im Boden



Aus: Xylander et al. 2015

SENCKENBERG



SENCKENBERG

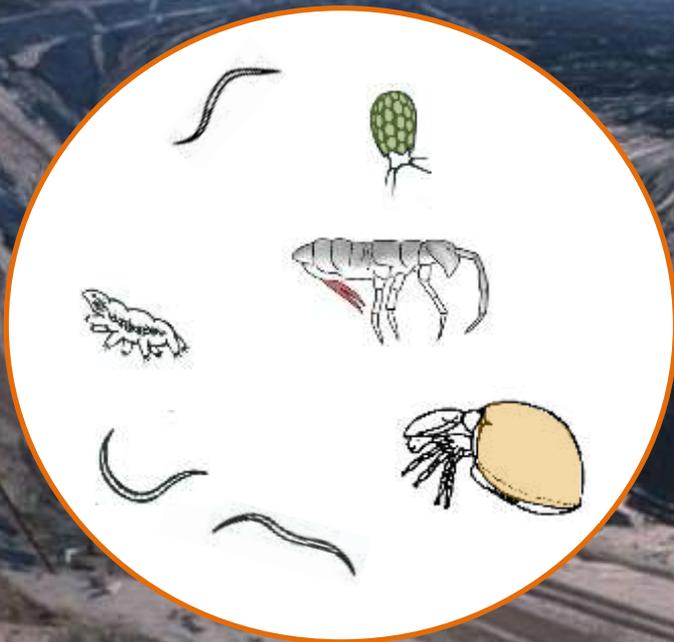
Ein Kippsubstrat ist
im biologisch steril



Ein Kippsubstrat ist
im biologisch steril

Aber bereits nach wenigen Wochen
finden wir Algen, Pilze und kleine
Bodentiere

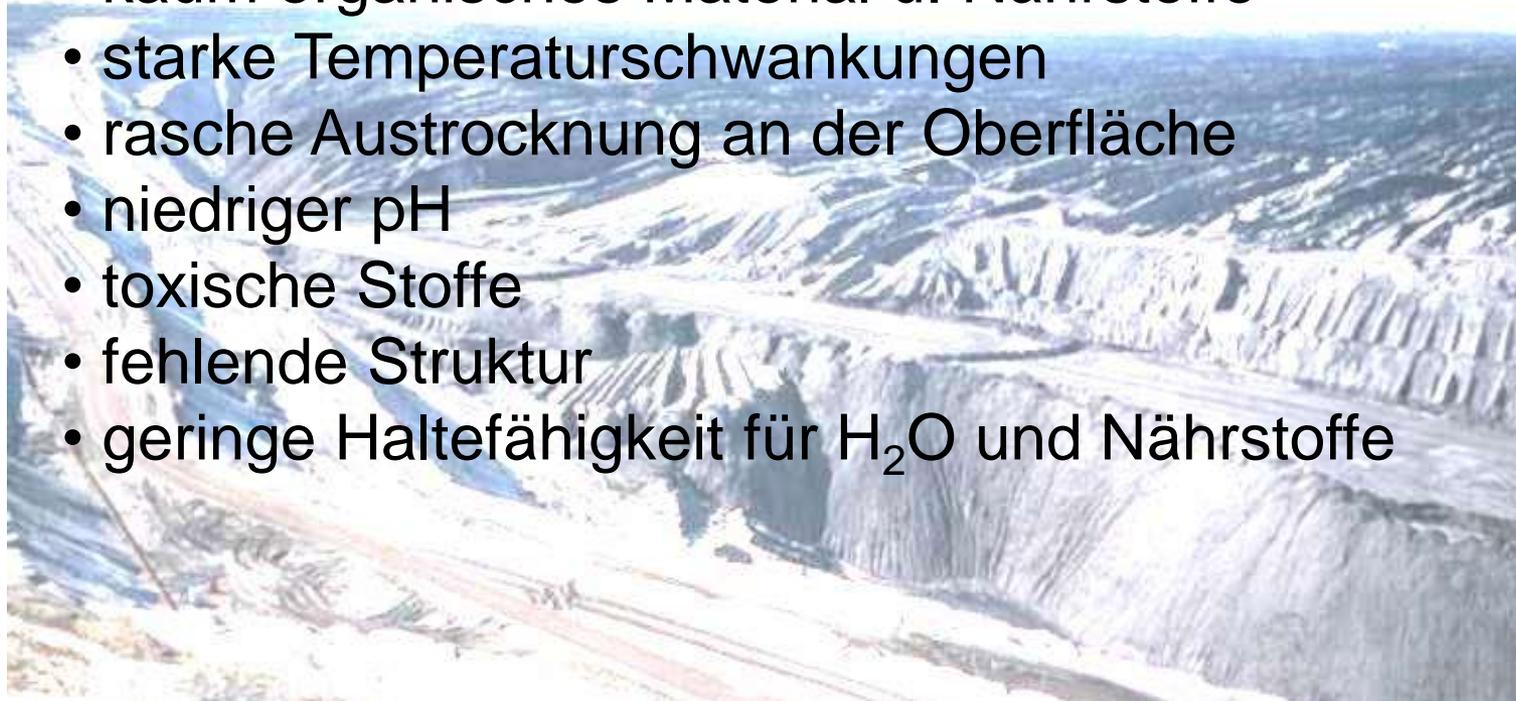
Die Entwicklung dieser Gemein-
schaften untersucht das Museum
in Görlitz seit über 50 Jahren



Lebensbedingungen in einem Kippsubstrat

extrem:

- kaum organisches Material u. Nährstoffe
- starke Temperaturschwankungen
- rasche Austrocknung an der Oberfläche
- niedriger pH
- toxische Stoffe
- fehlende Struktur
- geringe Haltefähigkeit für H₂O und Nährstoffe



SENCKENBERG

Dafür benutzen wir 3 Ansätze:

1. Dauerbeobachtungsflächen
2. Chronosequenzen
3. Künstliche Substrate



Dafür benutzen wir 3 Ansätze:

1. Dauerbeobachtungsflächen (TB Berzdorf)

Vorteile:

Standort mit gleichem Start und gleicher Genese

Gleiche Faktoren wirken über die Zeit

Wirkliche Zeitreihe, Vergleichbarkeit der

Biodiversitätsentwicklung, LTER-Standorte

Nachteile:

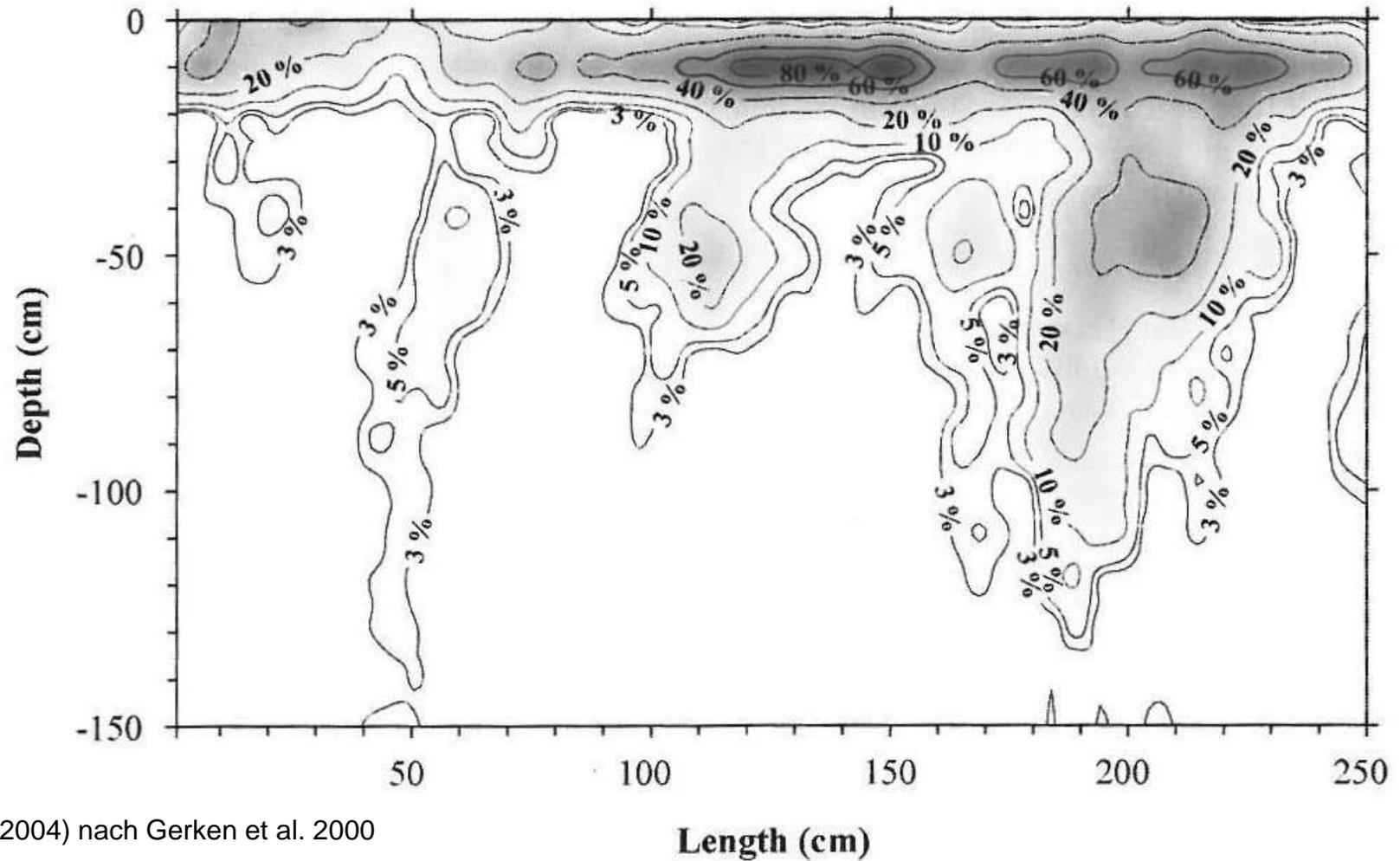
Lange Untersuchungsdauer

Kleinräumige Inhomogenität nicht kalkulierbar

2. Chronosequenzen

3. Künstliche Substrate

SENCKENBERG



Aus: Hüttl (2004) nach Gerken et al. 2000

Fig. 3 Spatial heterogeneity of dumps soils: Results of an iodide-tracer study at Bärenbrück (distribution in %) (Gerke et al. 2000)

Dafür benutzen wir 3 Ansätze:

1. Dauerbeobachtungsflächen

2. Chronosequenzen

Ähnliche Standorte (Vegetation, Substrat),
unterschiedliches Alter

Vorteil:

Vergleichende Untersuchungen in überschaubaren
Zeiträumen

Nachteile:

Startbedingungen und Genese der Standorte nicht
gleich

3. Künstliche Substrate

Dafür benutzen wir 3 Ansätze:

1. Dauerbeobachtungsflächen
2. Chronosequenzen
- 3. Künstliche Substrate (Hühnerwasser)**

Vorteile:

Homogene(re) Substrate

Standort mit gleichem Start und gleicher Genese

Gleiche Faktoren wirken über die Zeit

Wirkliche Zeitreihe, Vergleichbarkeit der

Biodiversitätsentwicklung

Nachteil:

Extrem teuer

Künstliche Substrate



**Hühnerwasser
Mai 2006**

Foto: Prof. M. Wanner, BTU

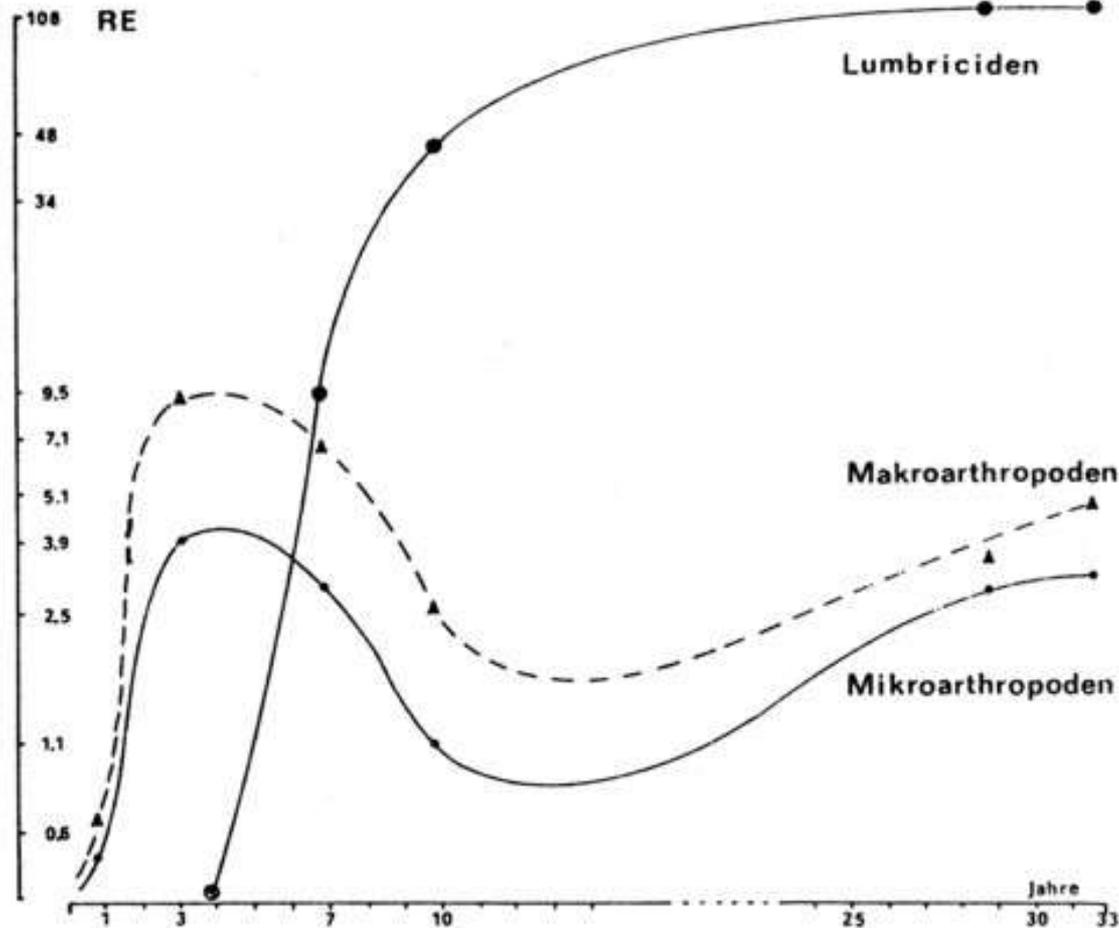
Dauerbeobachtungsfläche TB Berzdorf



DBF Langteichhalde



Einwanderung und Bedeutung verschiedener Bodentiere



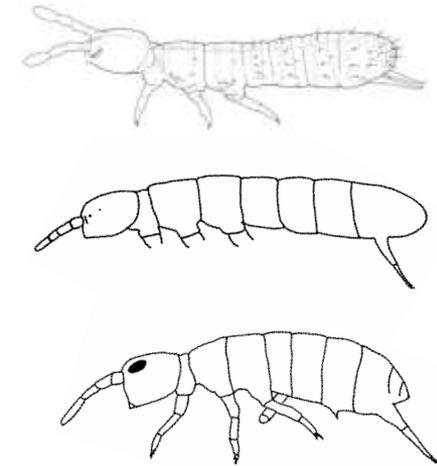
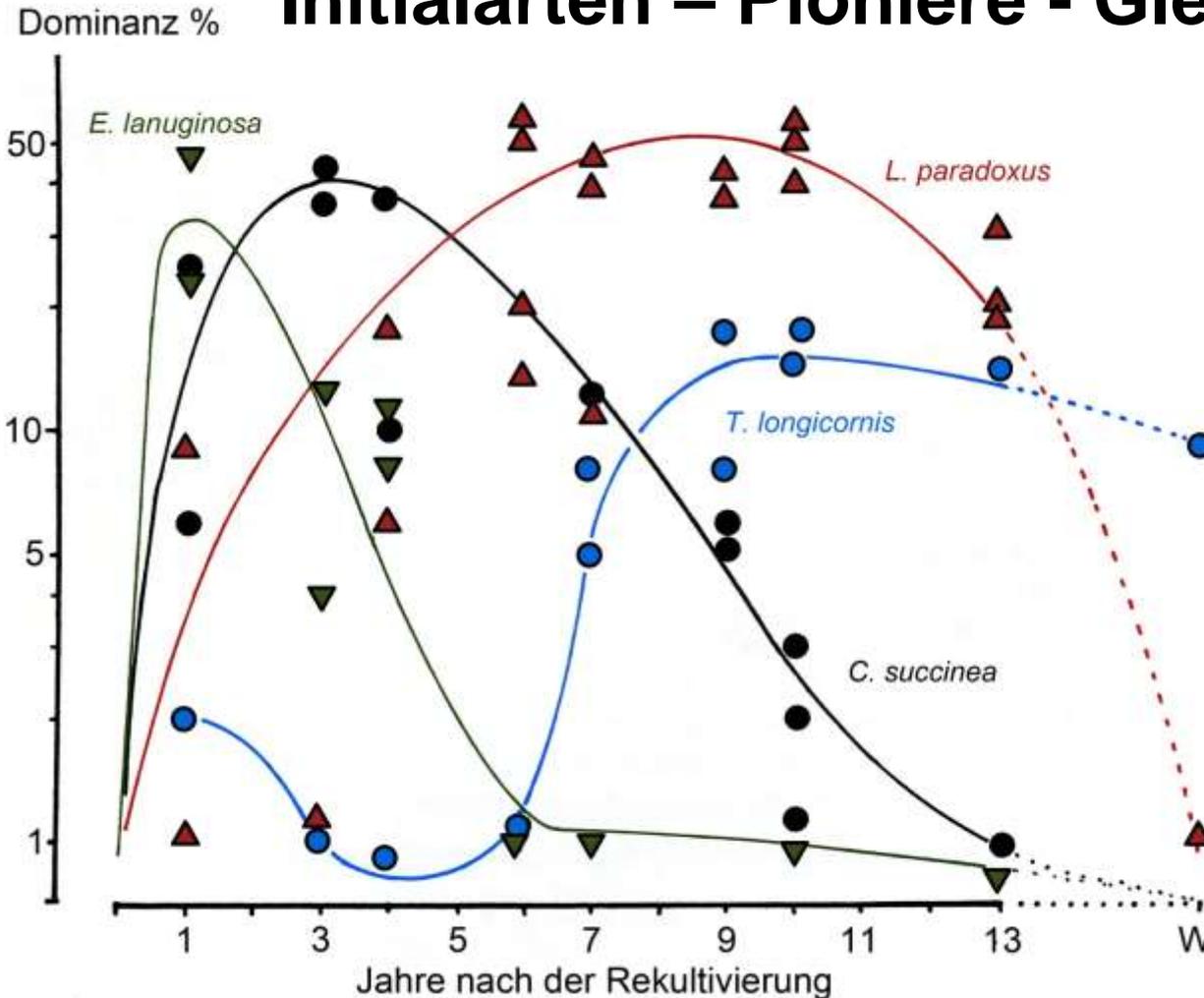
Aus: Dunger (1996)

Einwanderungsstrategien

Tiere kommen in diese Böden
durch

- Luftplankton
- Einfliegen
- Einwandern (Hinlaufen)
- Hinkriechen
- Phoresie

Initialarten – Pioniere - Gleichgewichtsarten



Dominanzentwicklung in aufgeforsteten Halden und einem naturnahen Auenwald: der Initialart *Entomobrya lanuginosa*, den Pionierarten *Ceratophysella succinea* und *Lepidocyrtus paradoxus* sowie der Gleichgewichtsart *Tomocerus longicornis*

Nach Dunger (1991)

Sukzession in Collembolen-Gemeinschaften

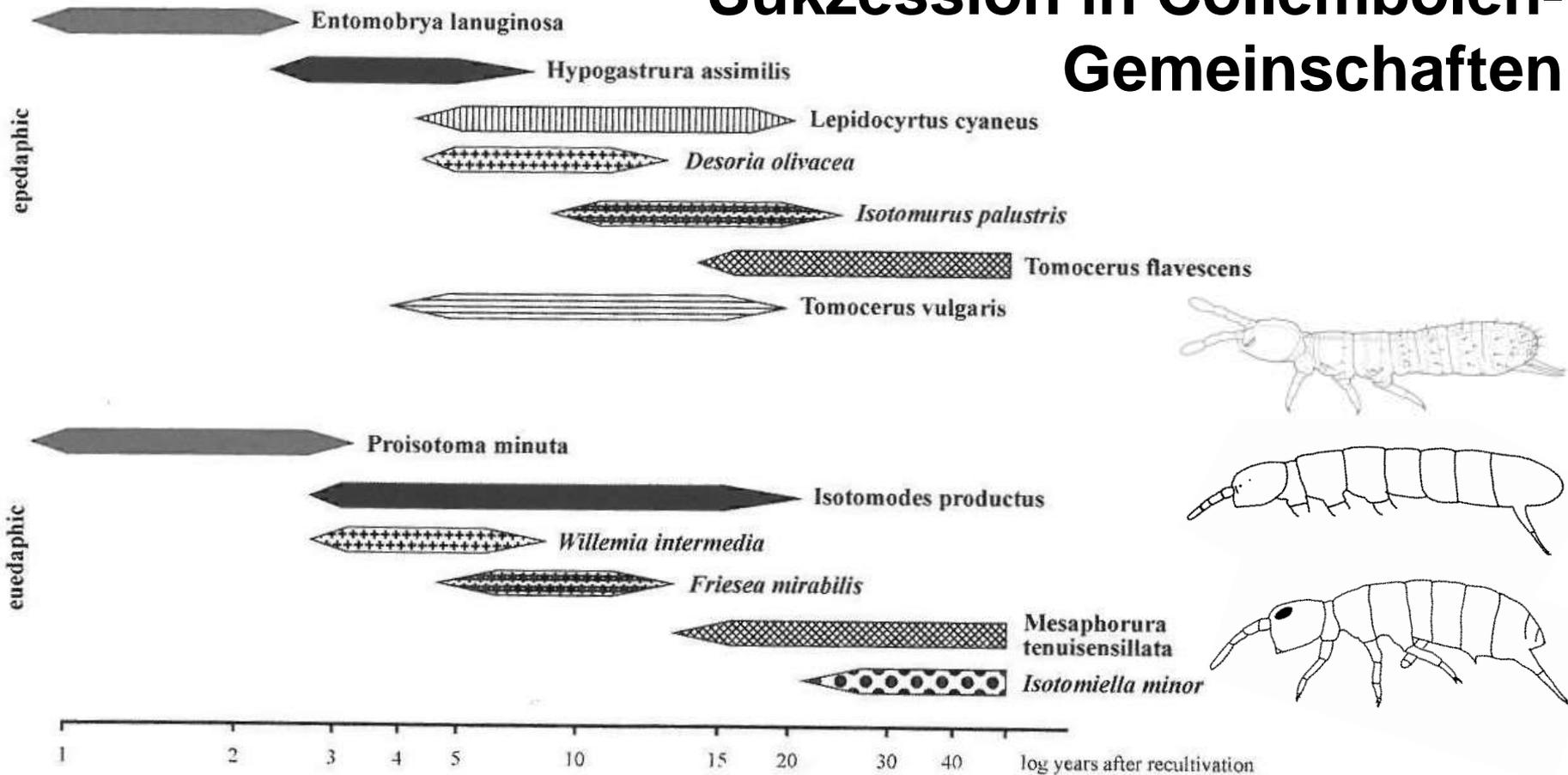
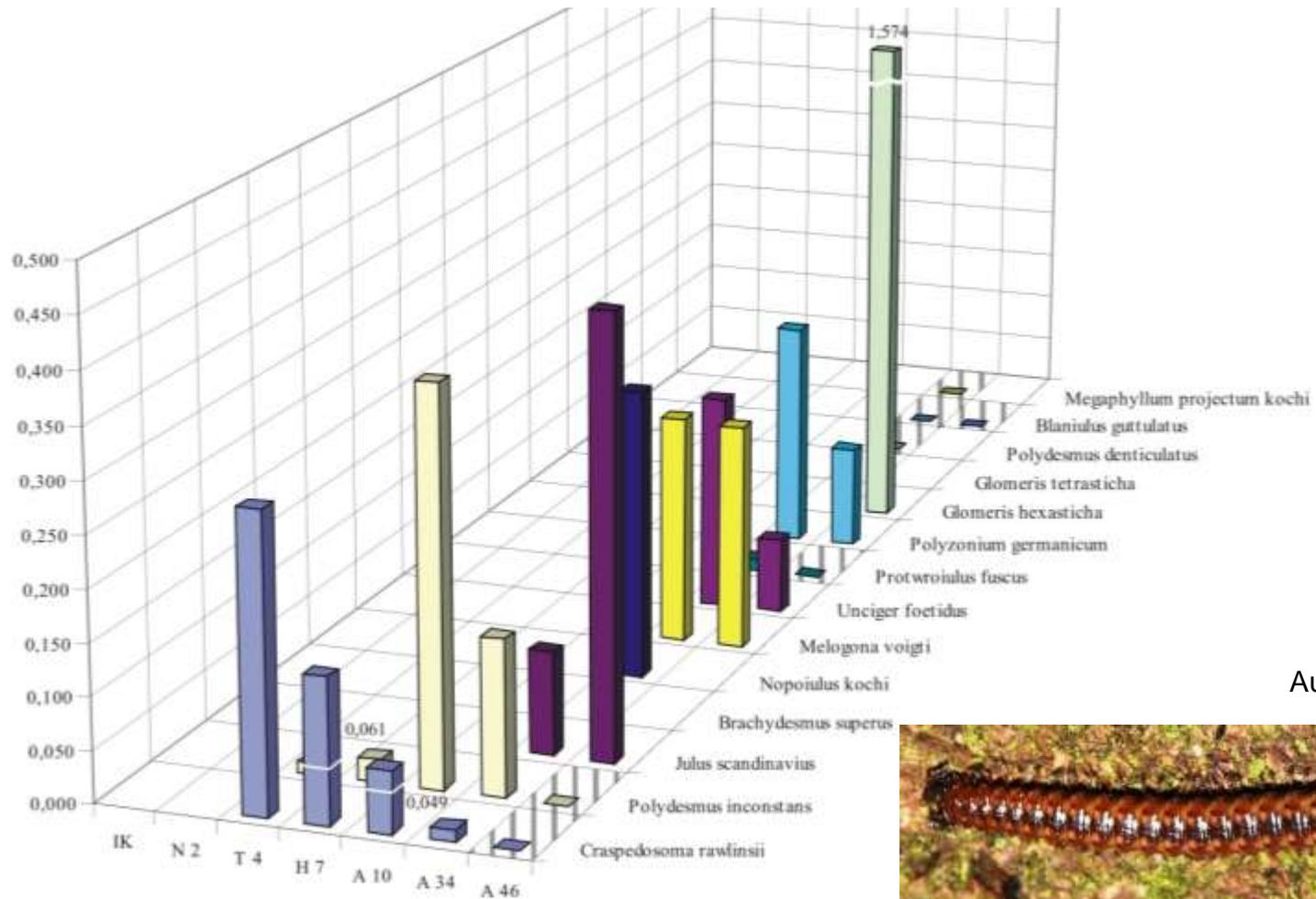


Fig. 11 Succession of societies of epedaphic and euedaphic Collembola at deciduous mine sites of the Berzdorf mining district. Latin typed: subsocieties

Nach: Dunger (2004)

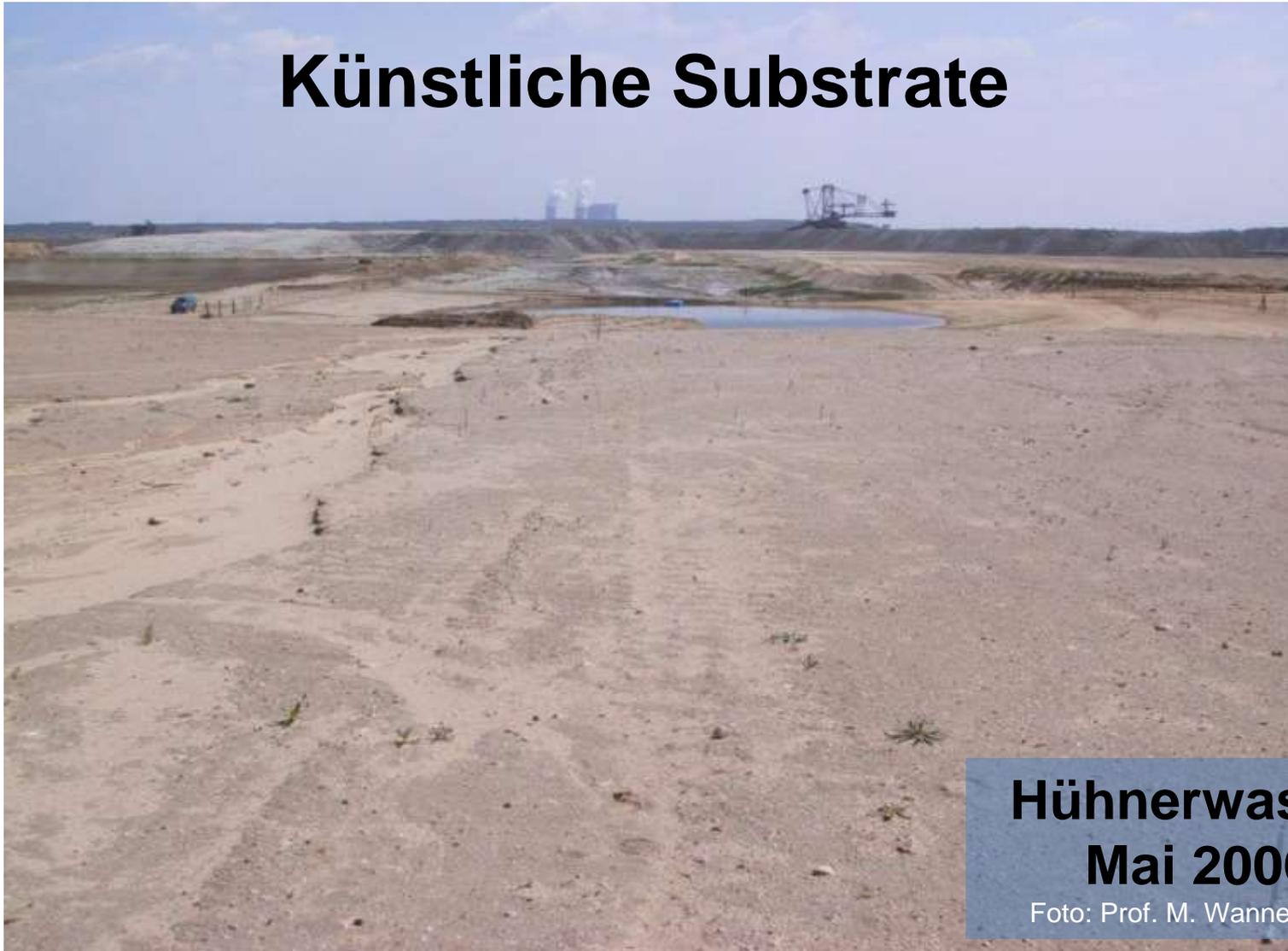
Initialarten – Pioniere - Gleichgewichtsarten



Aus: Voigtländer



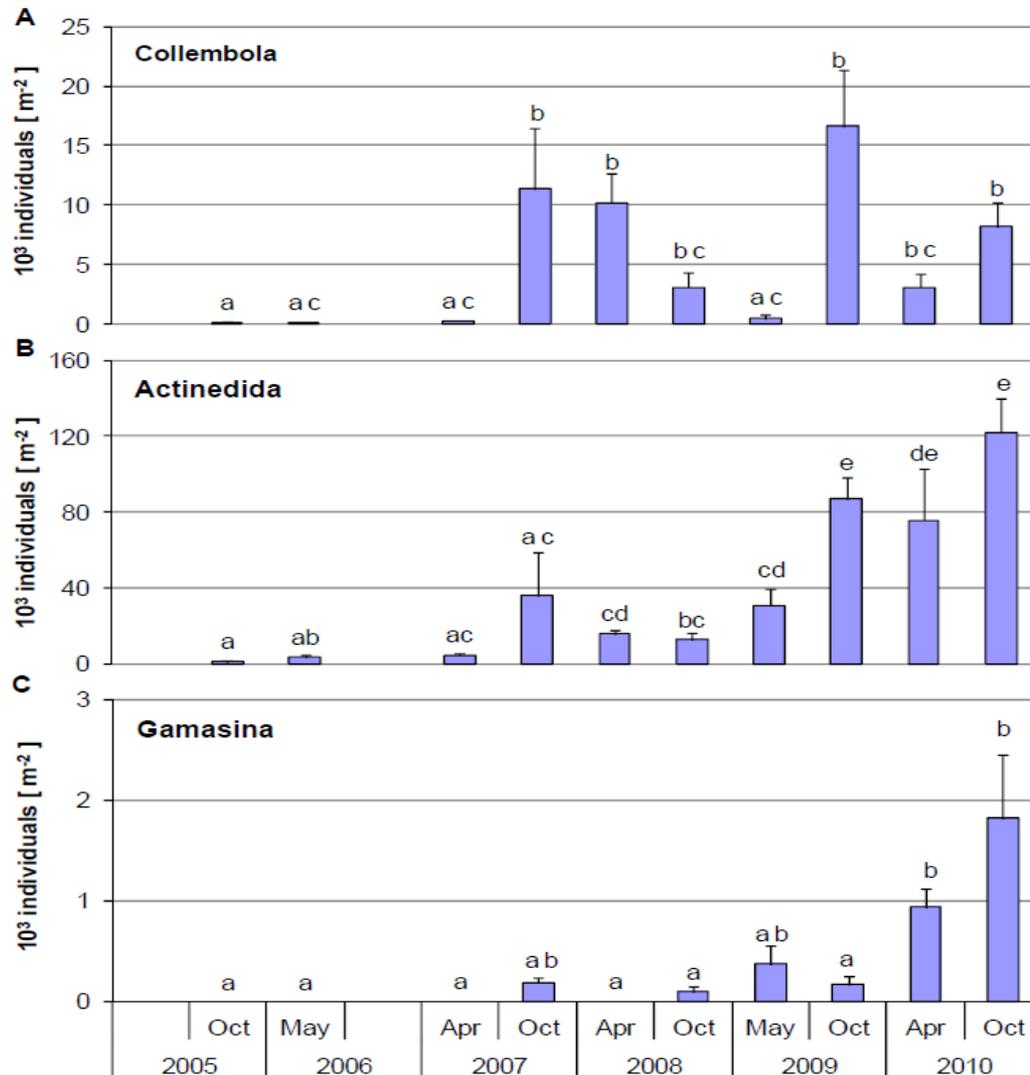
Künstliche Substrate



**Hühnerwasser
Mai 2006**

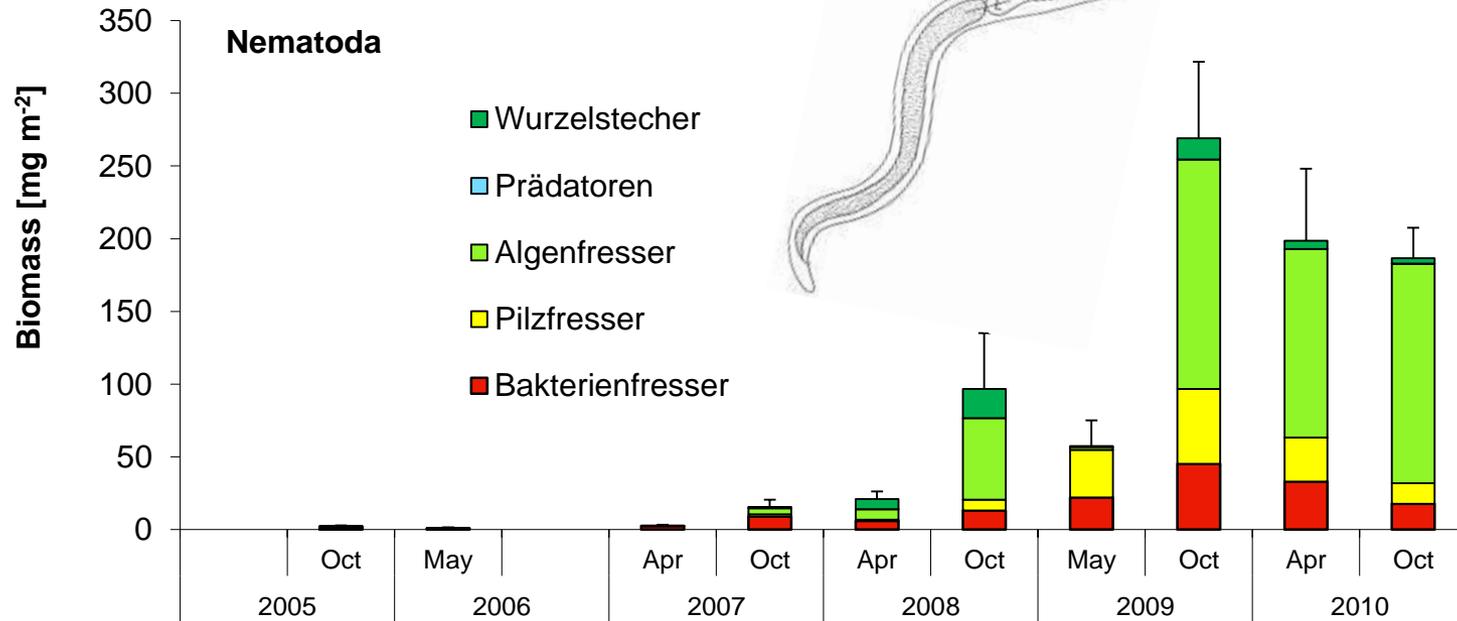
Foto: Prof. M. Wanner, BTU

SENCKENBERG



Entwicklung wichtiger Vertreter der Mesofauna (Hühnerwasser)

Entwicklung der Ernährungstypen Nematoda



SENCKENBERG



Zu Beginn

Kaum Nährstoffe, kein organisches Material
Stark wechselndes Mikroklima
(Bodentemperatur, -feuchte)
keine höheren Pflanzen, aber Algen,
Bakterien
Wenige Bodentiere (Arten/Indiv.)
Detritus-, Bakterien- und Algenfresser
Nahrungsressource: Angewehtes, Einzeller

Hühnerwasser
Mai 2006

Foto: Prof. M. Wanner, BTU

SENCKENBERG



Hühnerwasser
April 2008

Foto: Dr. R. Lehmitz, SMNG

SENCKENBERG



3-(4) a

Kaum höhere Pflanzen, kaum Detritus oder Wurzelräume als hotspots

Aber: Bodenkrusten aus Algen, Flechten und Bakterien

Dort Hotspots für kleinere Bodentiere: Algen- und Bakterienfresser, wenige Räuber, Actenidida

Hühnerwasser
April 2008

Foto: Dr. R. Lehmitz, SMNG

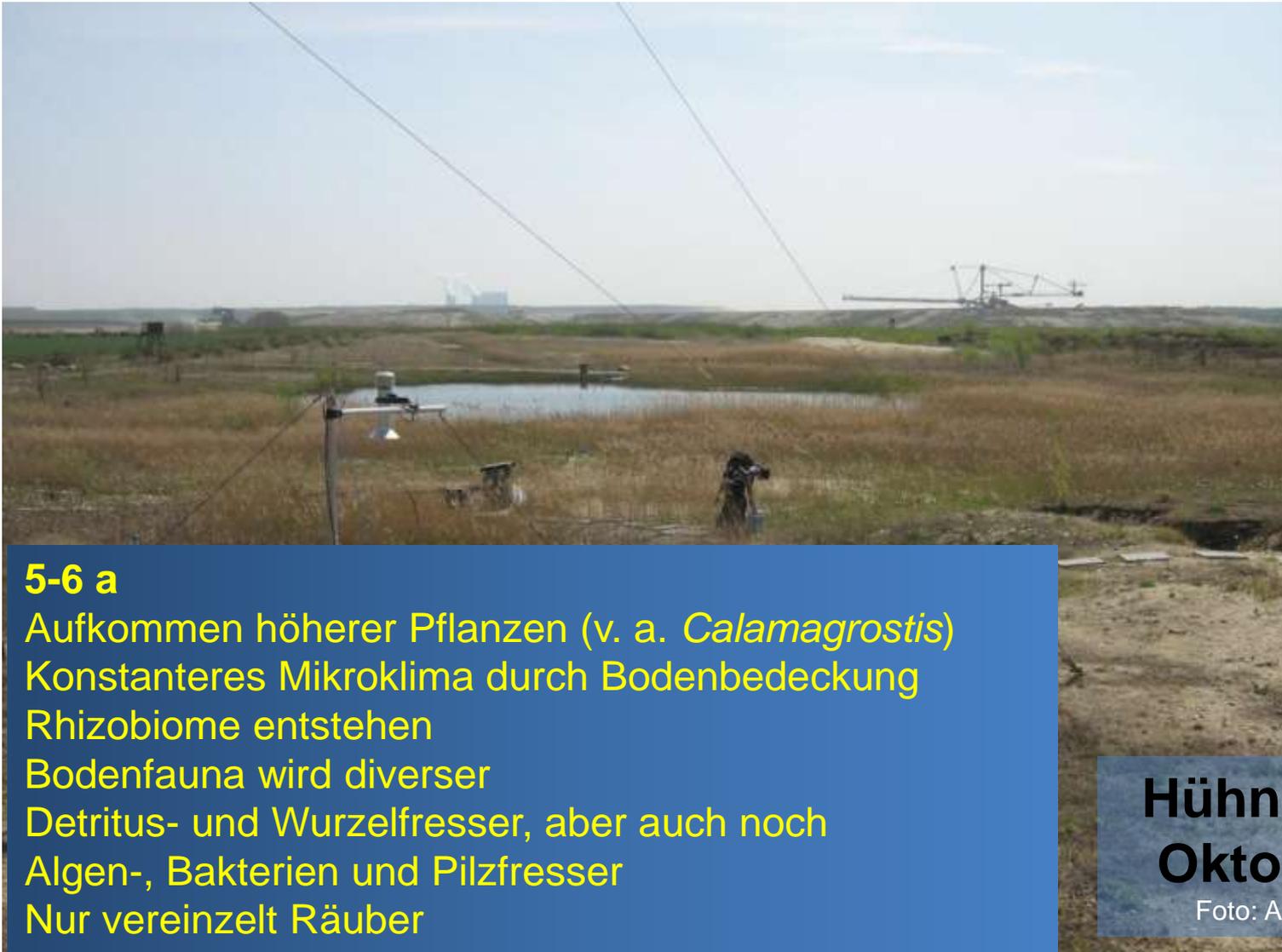
SENCKENBERG



**Hühnerwasser
Oktober 2010**

Foto: A. König, SMNG

SENCKENBERG



5-6 a

Aufkommen höherer Pflanzen (v. a. *Calamagrostis*)
Konstanteres Mikroklima durch Bodenbedeckung
Rhizobiome entstehen
Bodenfauna wird diverser
Detritus- und Wurzelfresser, aber auch noch
Algen-, Bakterien und Pilzfresser
Nur vereinzelt Räuber

Hühnerwasser
Oktober 2010

Foto: A. König, SMNG

SENCKENBERG



**Hühnerwasser
Oktober 2012**

Foto: A. König, SMNG

SENCKENBERG



Mehr als 6 a

Komplexe Interaktion zwischen abiotischen Prozessen (Verwitterung, Kompaktierung, Detritusablagerung) und biotischen Prozessen (Dekomposition, Räuber-Beute-Beziehungen) beschleunigen die Bodenbildung und Biodiversitätsentwicklung
s. Elmer et al. (2013)

Hühnerwasser
Oktober 2012

Foto: A. König, SMNG

SENCKENBERG



**Hühnerwasser
Oktober 2013**

Foto: A. König, SMNG

SENCKENBERG



**Hühnerwasser
Oktober 2015**

Foto: A. König, SMNG

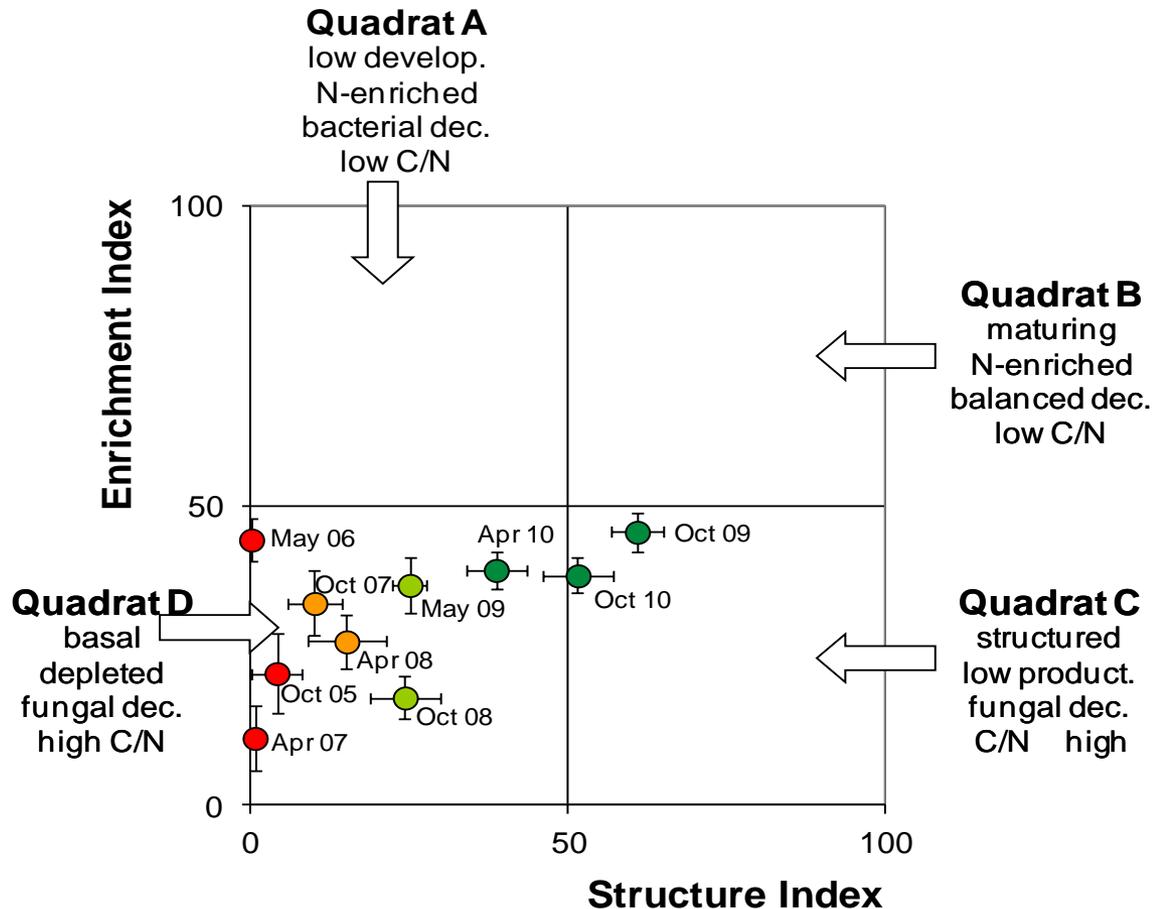
SENCKENBERG



**Hühnerwasser
Oktober 2017**

Foto: A. König, SMNG

Das Kippsubstrat entwickelt sich von einem nährstoffarmen, basalen System zu einem zunehmend strukturierten Nahrungsnetz



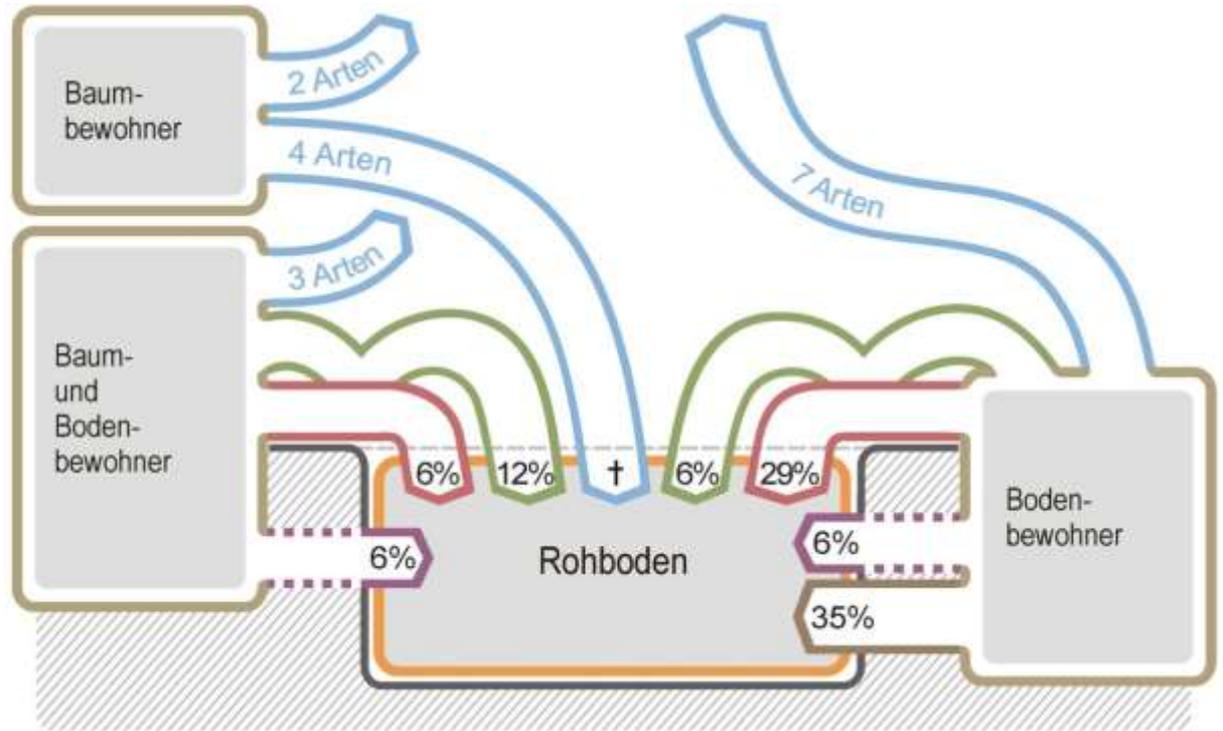
Quelle: Hohberg et al. (2011)

Einwanderungsstrategien

Tiere kommen in diese Böden
durch

- **Luftplankton**
- Einfliegen
- Einwandern (Hinlaufen)
- Hinkriechen
- Phoresie

SENCKENBERG



lokaler Artenpool: **67 Arten**

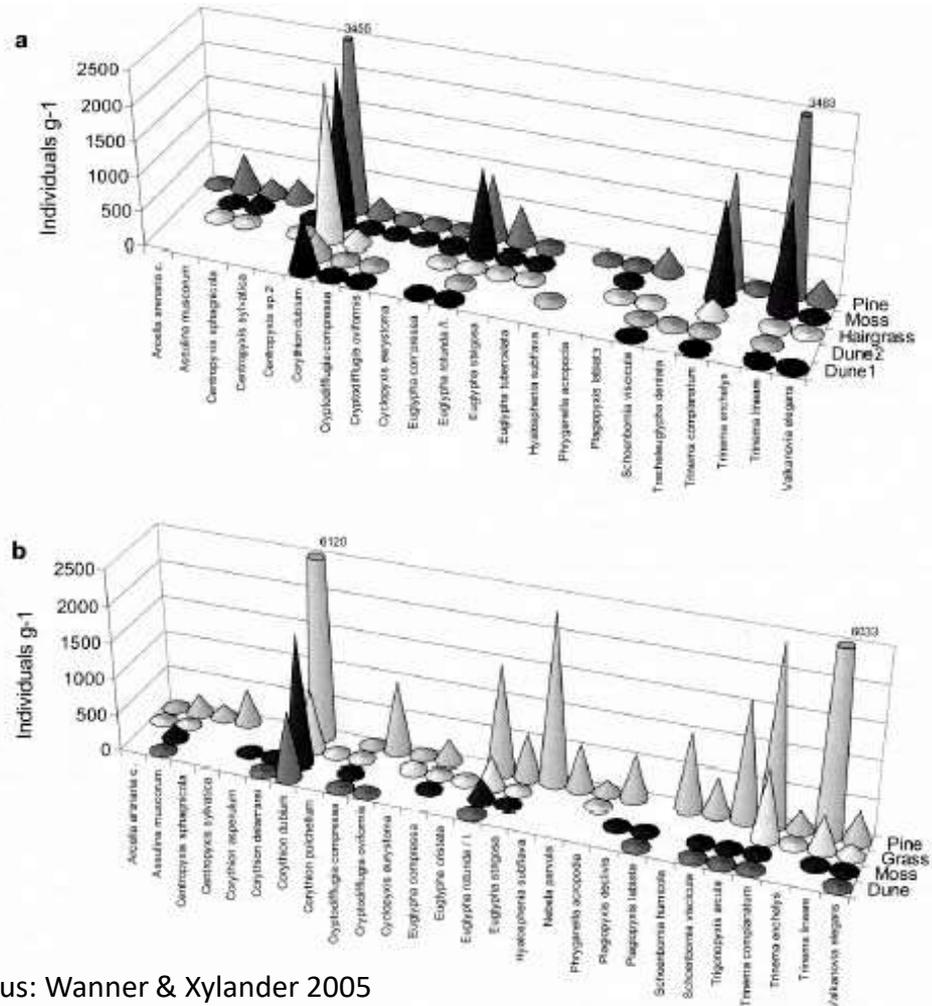
davon eingewandert: **38 Arten**
 davon potentiell überlebensfähig: **34 Arten** \triangleq 100%

- Windverdriftung
- Kombination aus Windverdriftung und epigäischer Wanderung
- epigäische Wanderung
- endogäische Wanderung
- Einwanderungsweg unklar

Quelle: Lehmitz (2012)

Sukzession ist nur eine Erklärung

In Protozoengemeinschaften kommt es nicht zur Verdrängung von Arten bei Einwanderung, sondern zu Akkumulation: neue Arten kommen hinzu, ohne dass vorhandene verschwinden.



Aus: Wanner & Xylander 2005

Fig. 2. Testate amoebae (*Individuals g⁻¹ substrate*) from a inland dune A soils and b inland dune B soils (0–5 cm) of different plant successional stages. Colonisation occurred in an additive way without consistent replacement of species. Individual density of the respective immigrants increased steadily without recognisable interactions. To facilitate comparisons between graphs, species were arranged alphabetically.

Vielen Dank meinen Kollegen vom Senckenberg-Museum





Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Modell & Foto: Espen Horn, Kopenhagen

Zitate

Dunger, W. (1991): Zur Primärsukzession humiphager Tiergruppen auf Bergbauflächen. Zool. Jahrb. Syst. 118: 423-447.

Dunger, W. (2004): Possibilities of biological soil-quality assesement in reclaimed land. Peckiana 3: 47-67.

Elmer, M. W. Gerwin, W. Schaaf, M.K. Zaplata, K. hohberg, Rossen Nenov, O. Bens & R.F. Hüttl (2013): Dynamics of initial ecosystem development at the artificial catchment Chicken Creek, Lusatia, Germany. Environ Earth Sci. DOI 10.1007/s12665-013-2330-2

Hohberg, K., M. Elmer, D.J. Russell, A. Christian, H.-J. Schulz, R. Lehmitz & M. Wanner (2011): First five years of soil food-web development in „Chicken Creek“ catchment. Ecosystem Development 3: 145-153.

Hüttl, R.F. (2004): Ecological development potential of post-mining landscapes. Peckiana 3: 77-86.

Wanner, M. & W.E.R. Xylander (2005 f): Biodiversity development of terrestrial testate amoebae – is there any succession at all? Biology and Fertility of Soils 41: 428-438.

Xylander, W.E.R, R. Lehmitz, K. Hohberg, B. Lang & D.J. Russell (2015): Boden – Ein unterschätzter Lebensraum und seine Bedeutung. BIUZ 45: 388-395.

Zumkowski-Xylander, H., M. Pilz, A. Paczos, A. Christian & W. Xylander (2017): Die dünne Haut der Erde – Unsere Böden. Ausstellungsführer zur Wanderausstellung des Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz. S. 1-84.