

Erkennung, Verteilung und Bedeutung von Biologischen Bodenkrusten

Thomas Fischer
BTU Cottbus

Fragestellung

Wie tragen biologische Bodenkrusten zur Entstehung von Mustern in Landschaften bei?

Welche **Muster** bilden sich aus? Welche **Prozesse** sind beteiligt?



Ökologische Funktionen

Wie tragen biologische Bodenkrusten zur Entstehung von Mustern in Landschaften bei?

Welche **Muster** bilden sich aus? Welche **Prozesse** sind beteiligt?

Konkurrenz um Sonnenlicht: Bedrohung der biologischen Bodenkrusten durch Beschattung oder Streufall

Vorteil: Anders als höhere Pflanzen erfolgt bei den poikilohydrischen Krustenorganismen eine Revitalisierung nach längeren Trockenphasen

Hypothese: Biologische Bodenkrusten können sich etablieren, indem sie Wasser, das ihren Konkurrenten nutzt, fortleiten und Wasser das für ihre Konkurrenten nutzlos ist, verwerten

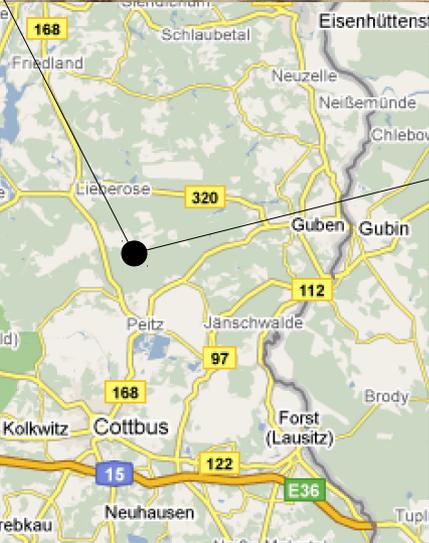
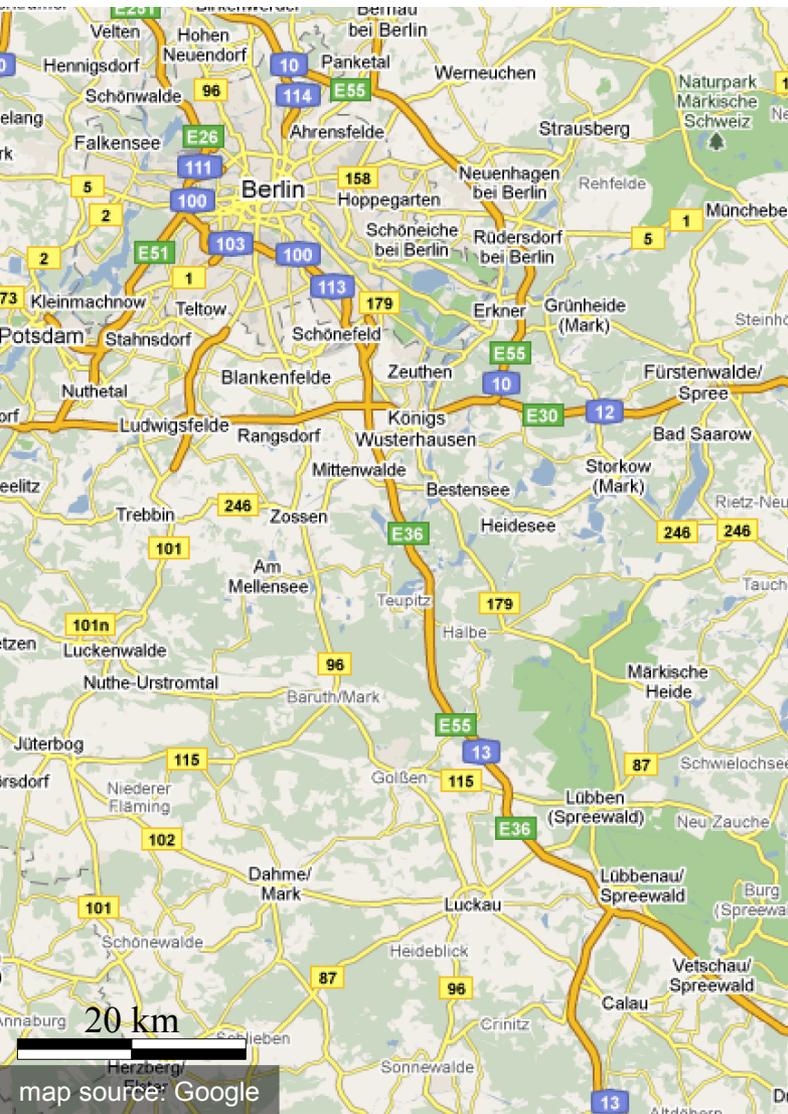
Übersicht

- Definition
 - Beispielsgebiet Düne Lieberose
 - Artenzusammensetzung
 - Struktur
 - Hydrologische Eigenschaften
 - Benetzungshemmung
 - Infiltration
 - Wasserkapazität
 - Tau
 - Ökophysiologie
 - C-Umsatz
- Assimilate
-
- Beispielsgebiet Lausitz
 - Pedogenese
 - Dünenprozess
 - Bodenkrusten in der Landschaft
 - Beispielsgebiet Hühnerwasser
 - Schlussfolgerungen

Biologische Bodenkrusten: resultieren aus einer engen Assoziation zwischen Bodenpartikeln und Thallophyten (Cyanobakterien, Algen, Flechten, Moosen) sowie Mikropilzen in unterschiedlicher Beteiligung, welche in den oberen Millimetern des Bodens oder unmittelbar auf der Bodenoberfläche vorkommen [1]



[1] BELNAP, J., BÜDEL, B. and LANGE, O.L. 2001. Biological soil crusts: Characteristics and distribution. *Ecological Studies*, 150: 3-30.
Foto: M. Veste



mobile Sanddüne
 carbonatfreier Sand
 Jahresniederschlag (2006-2008): 577 mm
 Jahres-PET (2006-2008): 768 mm

Lieberose

Dominiert durch die Grünalgen

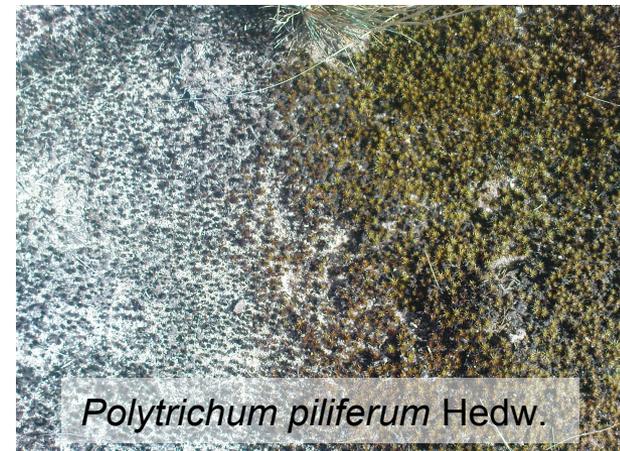
- *Zygonium ericetorum*
- *Klebsormidium crenulatum*

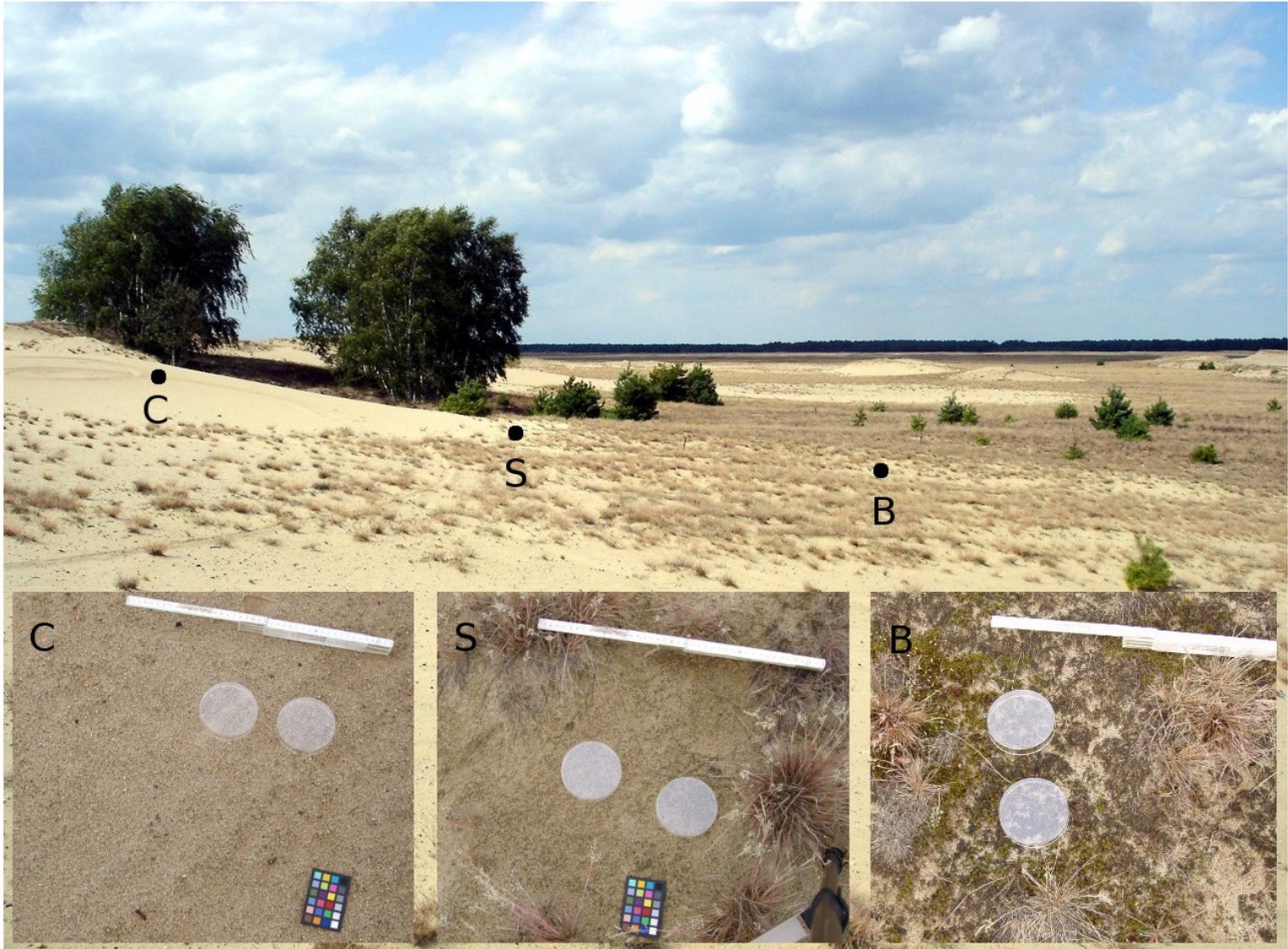
und das Moos

- *Polytrichum piliferum*

Horstiger Wuchs von

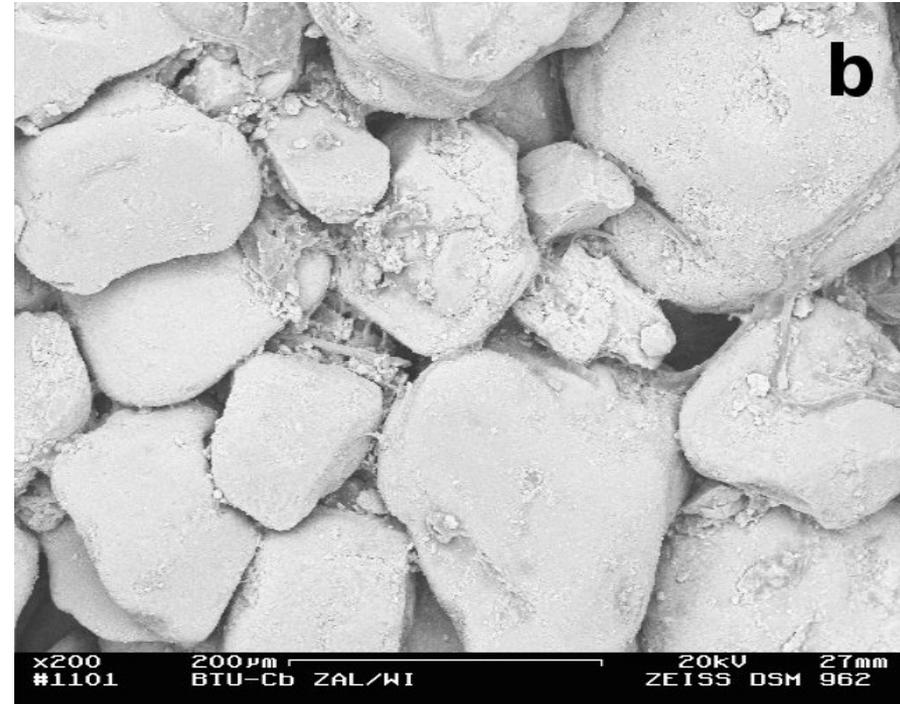
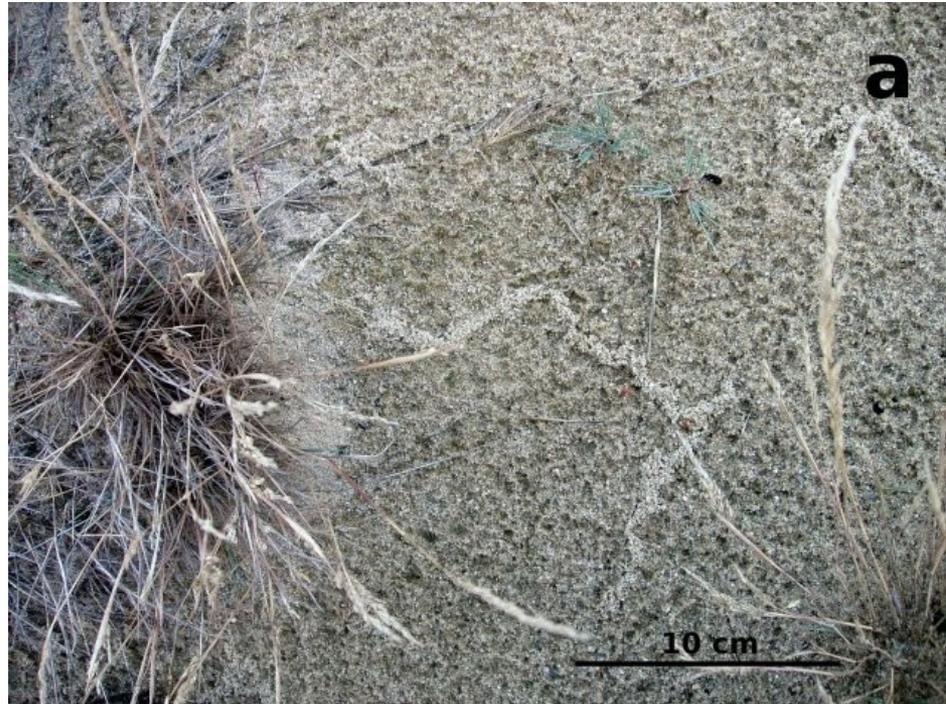
- *Corynephorus canescens*
(Silbergras)





Quelle: Fischer, T., Yair, A., Veste, M. (2012) Microstructure and hydraulic properties of biological soil crusts on sand dunes: a comparison between arid and temperate climates. Biogeosciences Discuss., 9:12711-12734

Struktur: Kruste 1 (C - crest)



Sandkörner werden durch wenige Algenfilamente und durch extrazelluläre organische Substanz in den Porenszwickeln physikalisch stabilisiert.

Krustendicke: 2-3 mm

Struktur: Kruste 2 (S - slope)



Algenfilamente füllen die Matrixporen teilweise aus,
Sandpartikel werden vernetzt

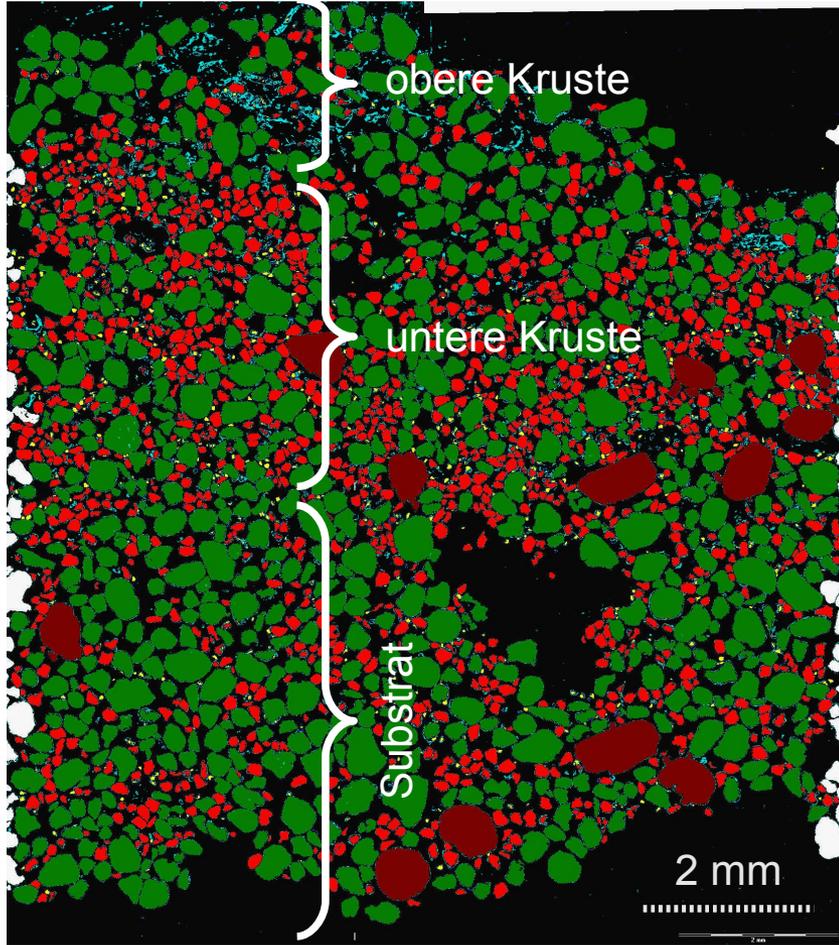
Krustendicke: 2-4 mm

Struktur: Kruste 3 (B - base)

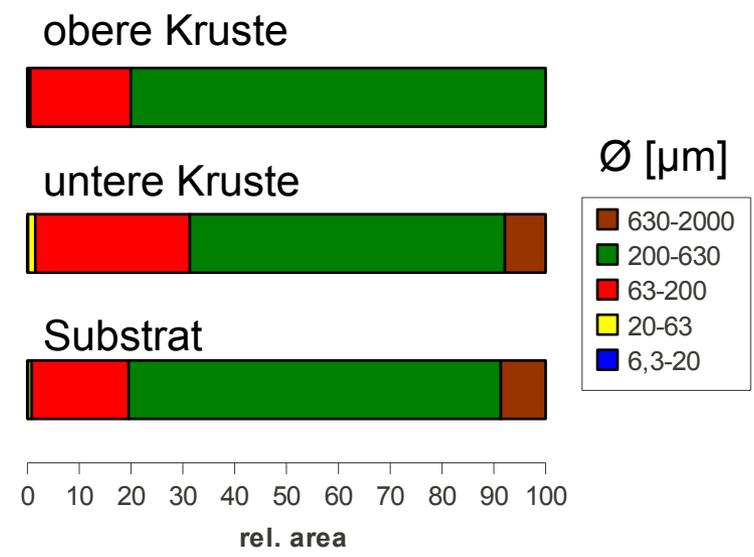


Intensives Wachstum filamentöser und coccaler Algen, Pilzhyphen, Moose. Die Matrixporen sind vollständig mit Biomasse ausgefüllt

Krustendicke: 4-6 mm



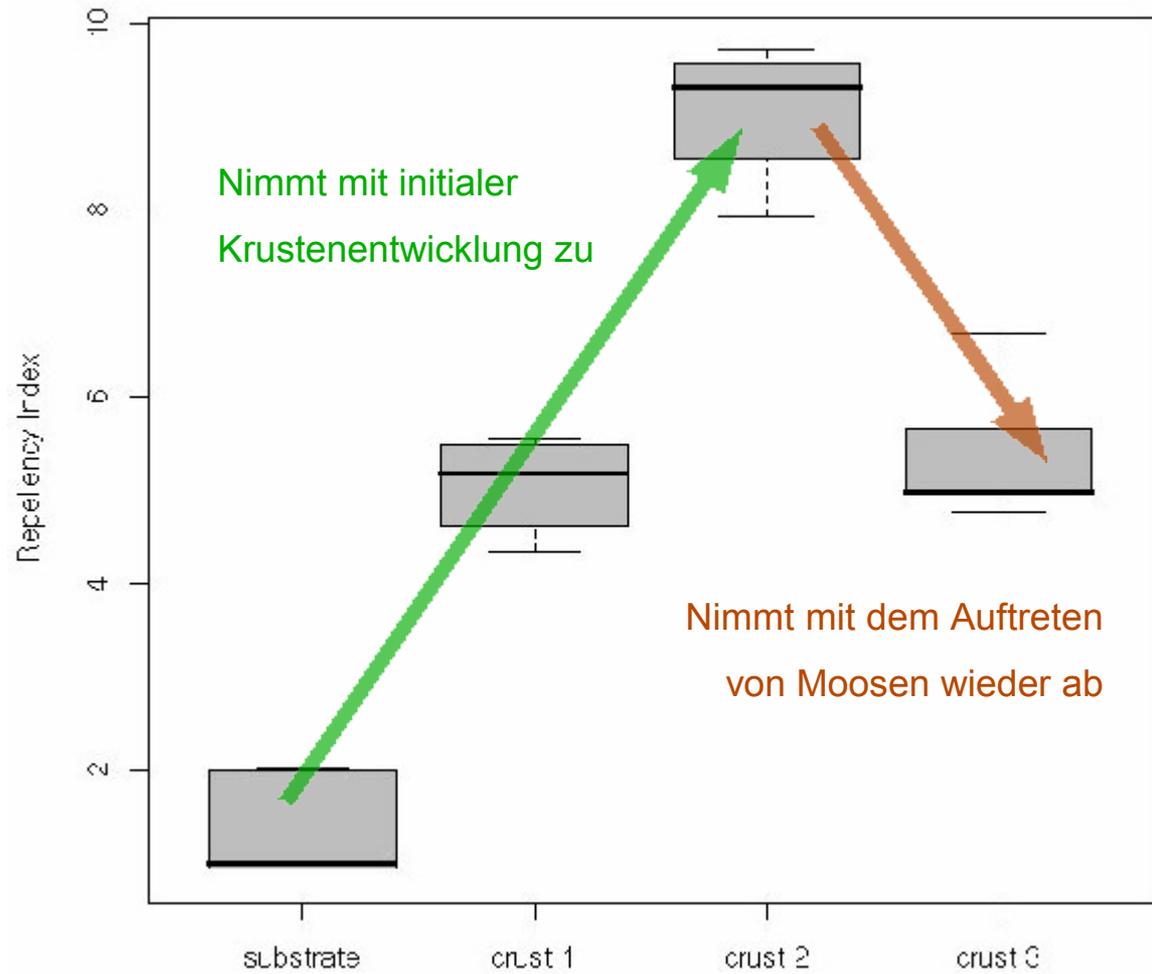
Textur im Mikroprofil



BSC Profil, Lieberose, Dünenfuß

Quelle: Fischer, T., Yair, A., Veste, M. (2012) Microstructure and hydraulic properties of biological soil crusts on sand dunes: a comparison between arid and temperate climates. Biogeosciences Discuss., 9:12711-12734

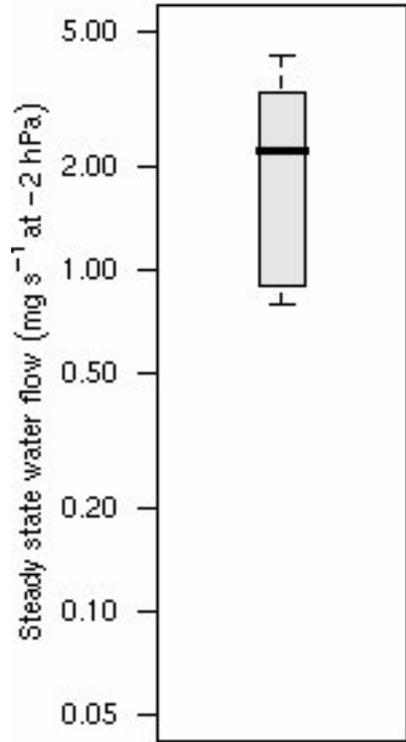
Benetzungshemmung



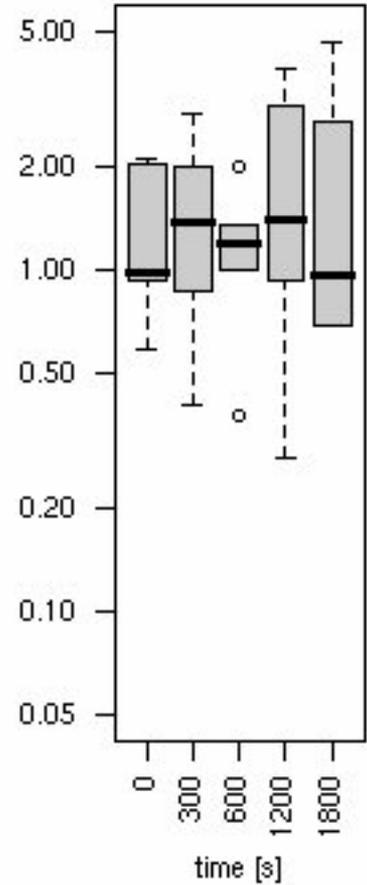
Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena 80(1):47-52
 Foto: R. Spröte

Infiltration

Substrate (a)



Crust 1 (b)

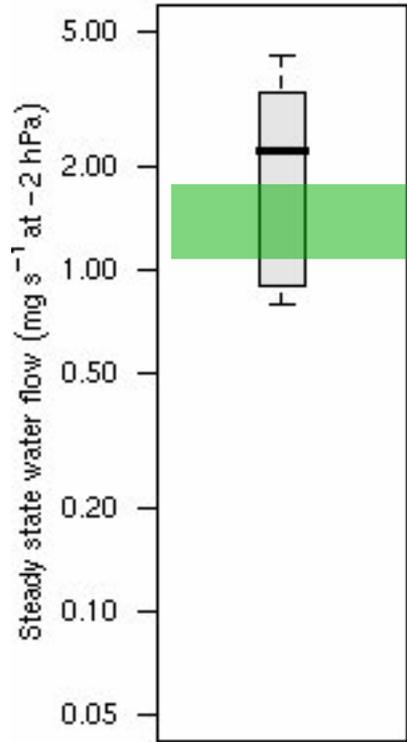


konstante Infiltration

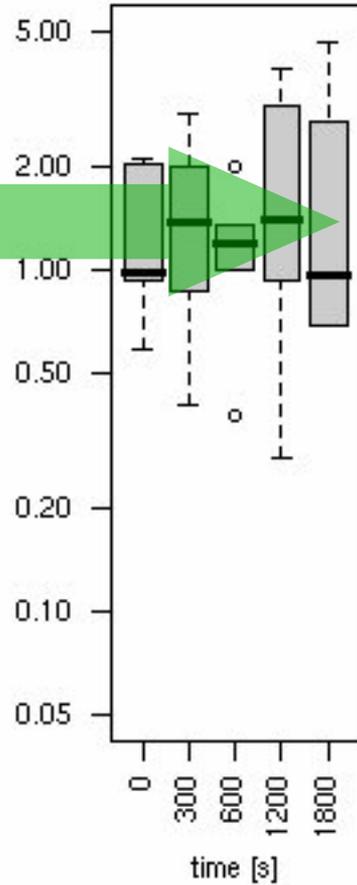
Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena 80(1):47-52

Infiltration

Substrate (a)



Crust 1 (b)

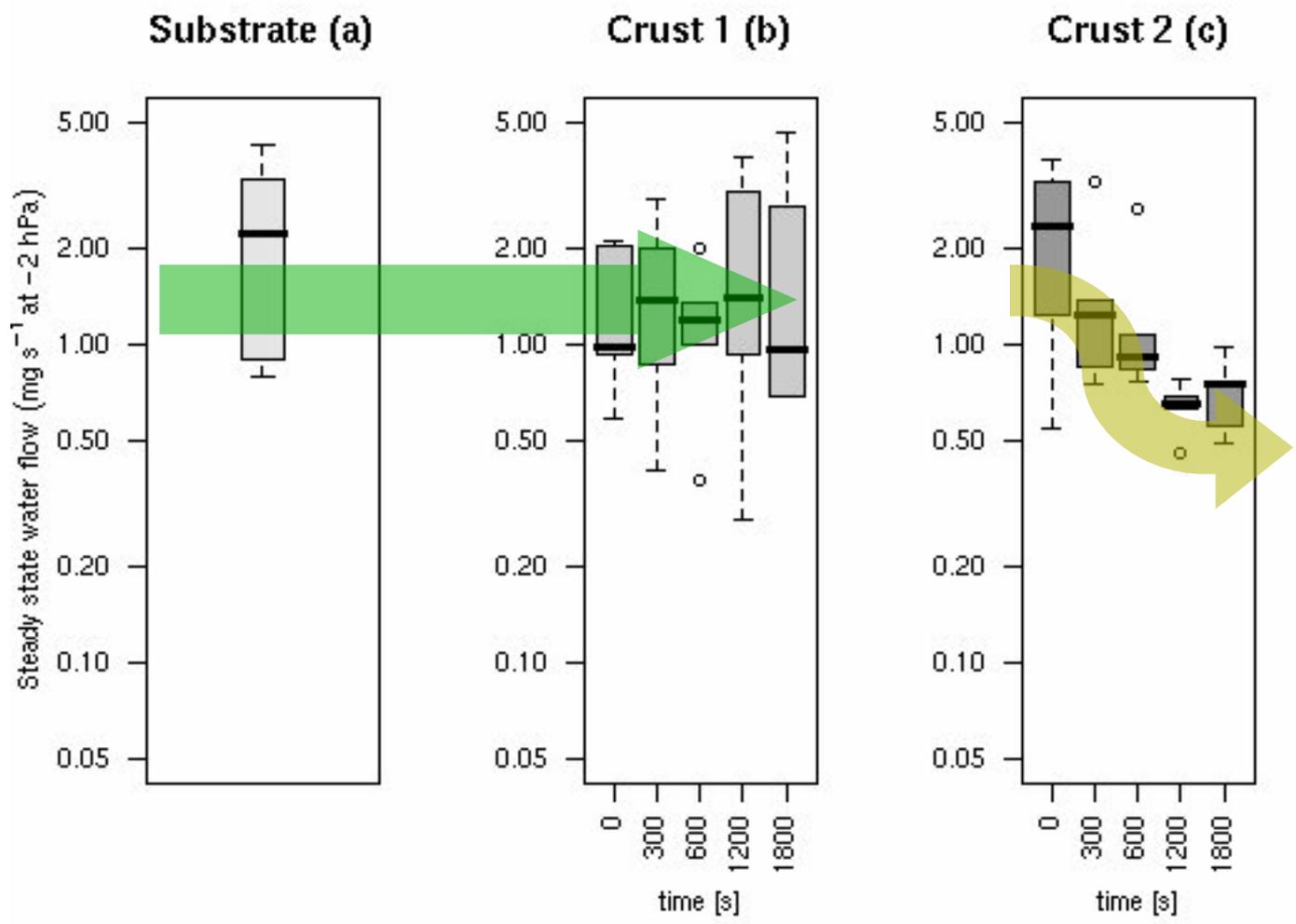


konstante Infiltration

Matrixporen von mikrobiellem Wachstum
(noch) unbeeinflusst

Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena 80(1):47-52

Infiltration



Infiltration nimmt innerhalb von 20 min ab

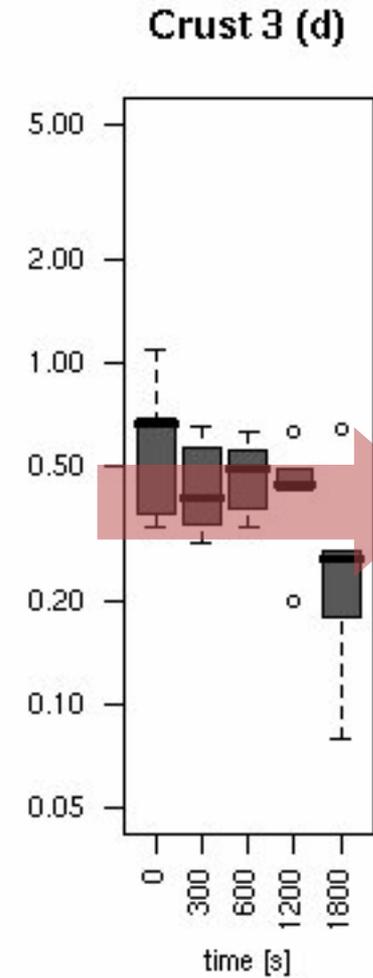
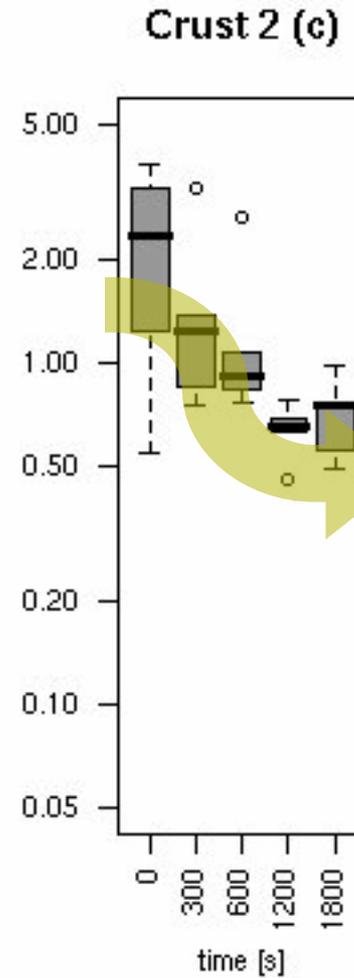
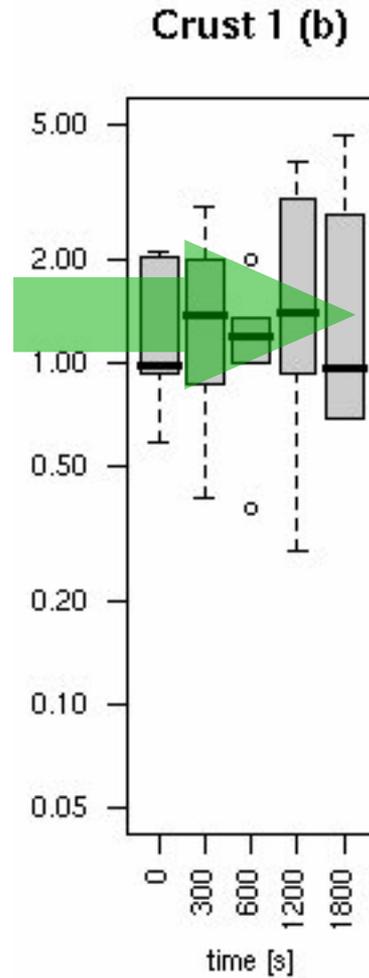
Quellung mikrobieller Polysaccharide verstopft die Matrixporen

Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena 80(1):47-52

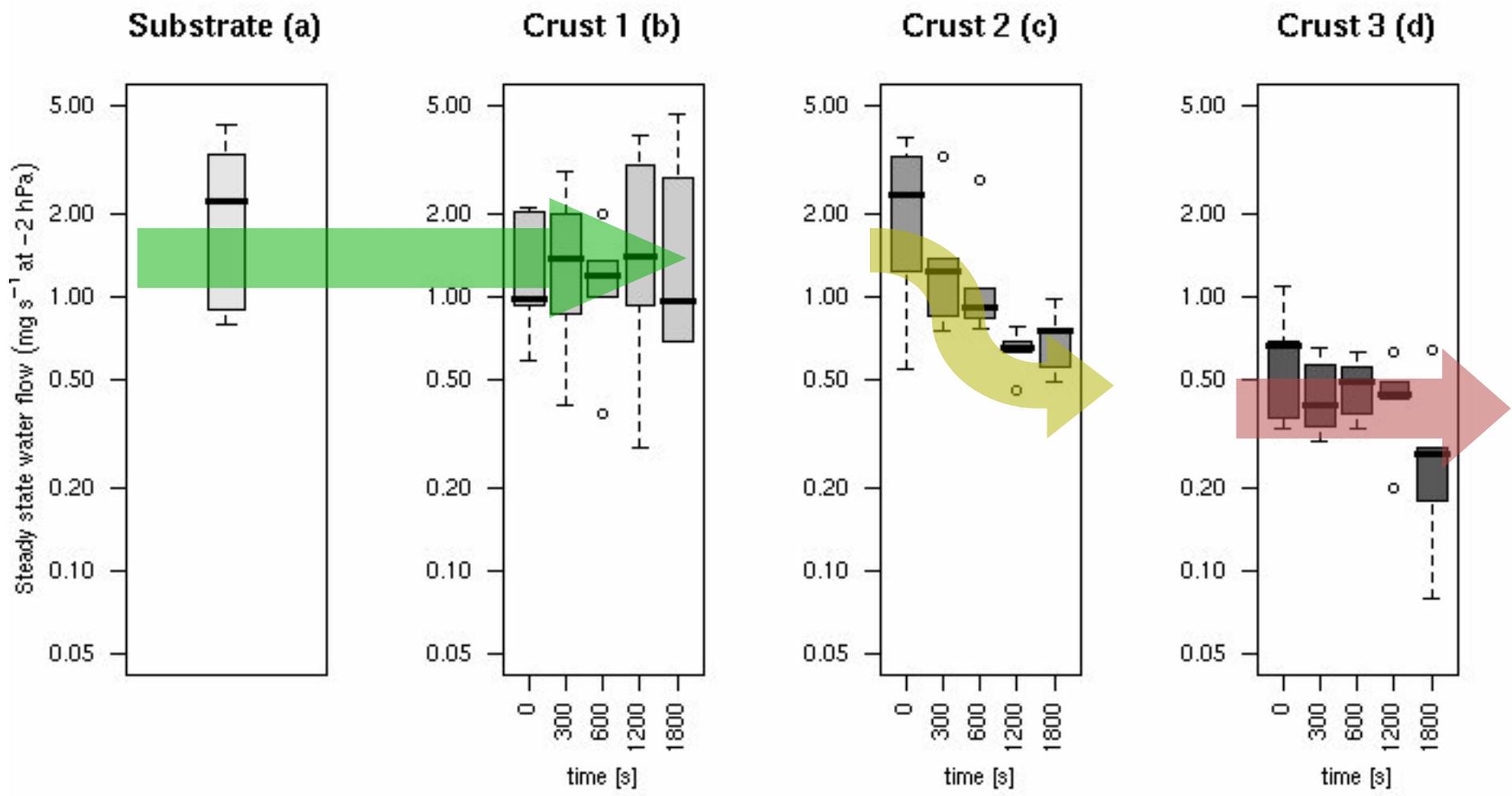
Infiltration

Infiltration bleibt auf niedrigem Niveau

Poren sind mit mikrobieller Biomasse gefüllt, Quellung der Polysaccharide hat keinen Einfluss (mehr)

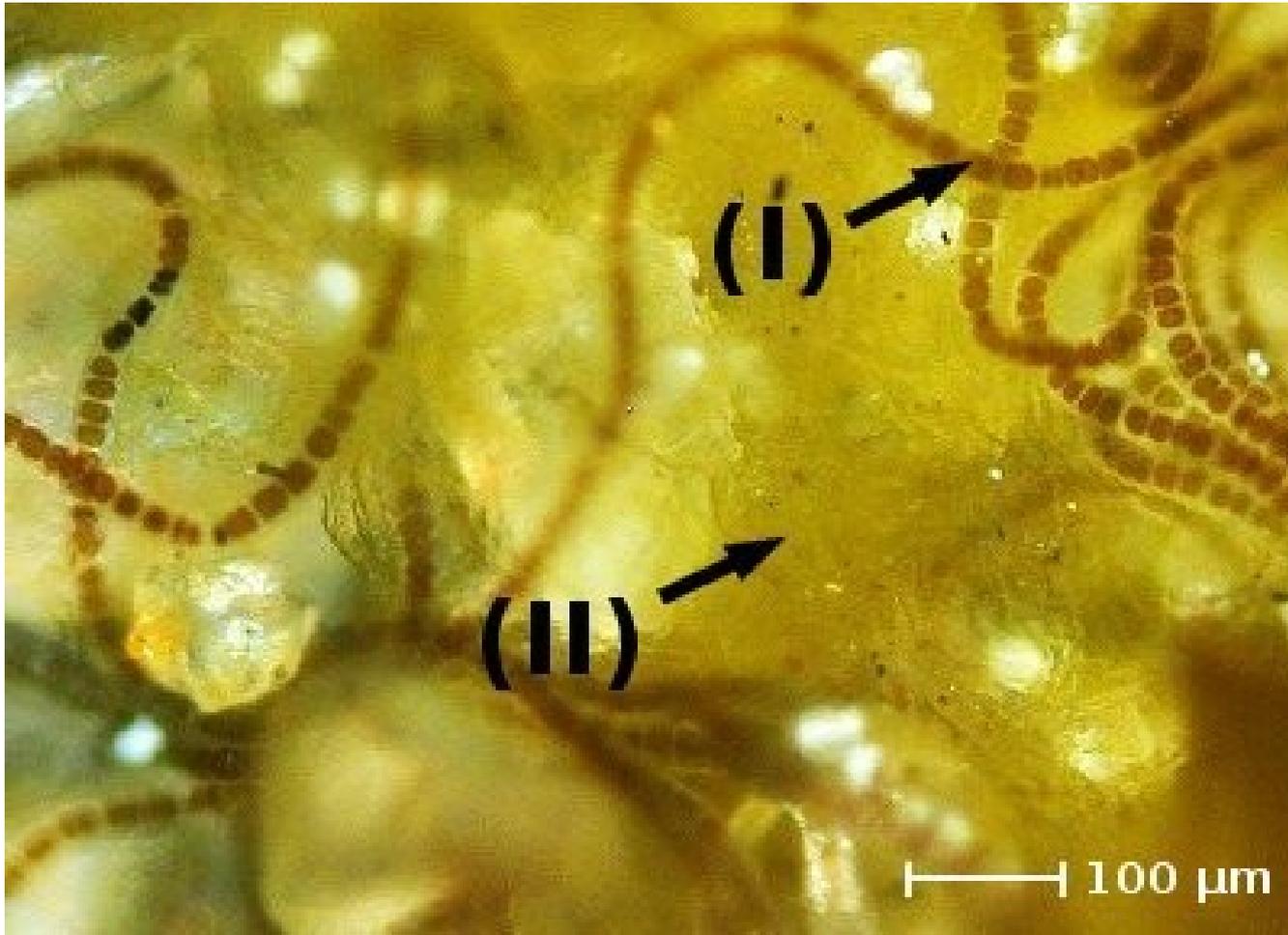


Infiltration



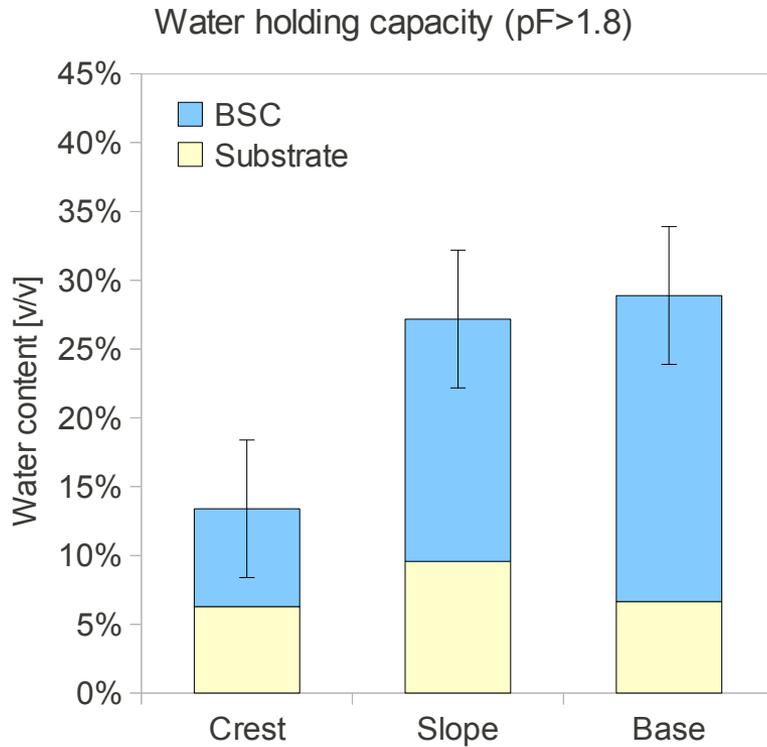
Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. Catena 80(1):47-52

Quellung von Polysacchariden



Quelle: Fischer, T., Veste, M., Wiehe, W., Lange, P. (2010) Water repellency and pore clogging at early successional stages of microbiotic crusts on inland dunes, Brandenburg, NE Germany. *Catena* 80(1):47-52

Wasserkapazität



Quellen:
 Fischer, T., Yair, A., Veste, M. (2012) Microstructure and hydraulic properties of biological soil crusts on sand dunes: a comparison between arid and temperate climates. *Biogeosciences Discuss.*, 9:12711-12734
 Fischer, T., Veste, M., Bens, O., Hüttli, R.F. (2012) Dew formation on the surface of biological soil crusts in central European sand ecosystems. *Biogeosciences Discuss.*, 9:8075-8092

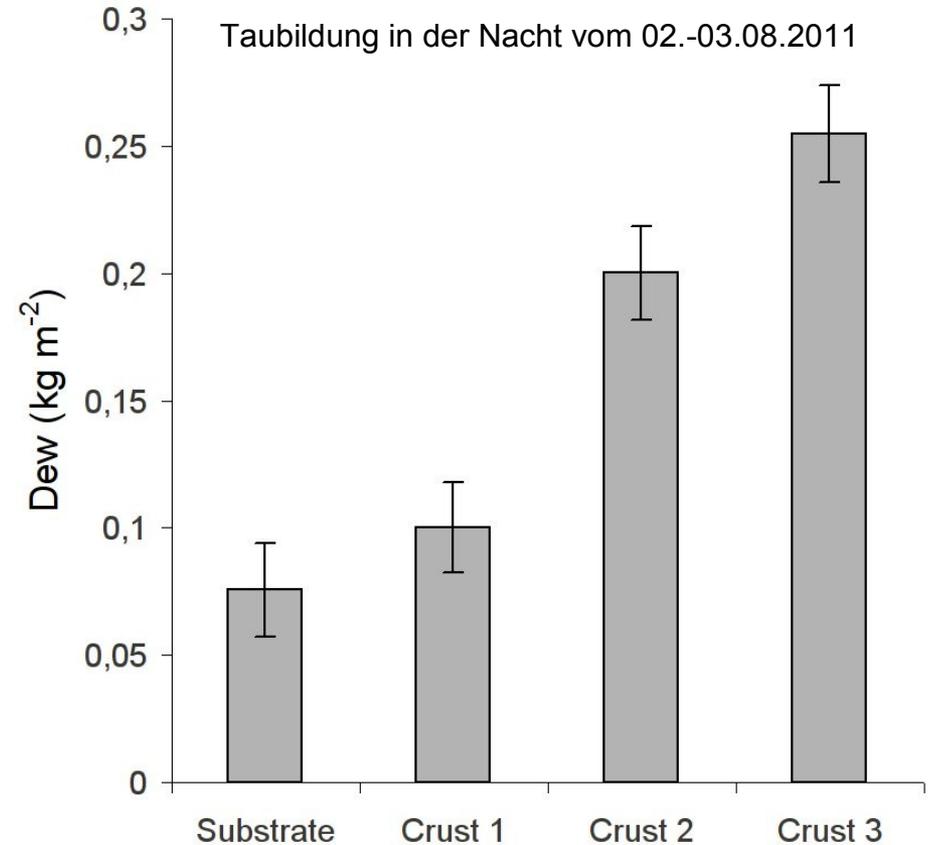
Taubildung

Biologische Bodenkrusten

leiten für höhere Vegetation nutzbares Wasser ab

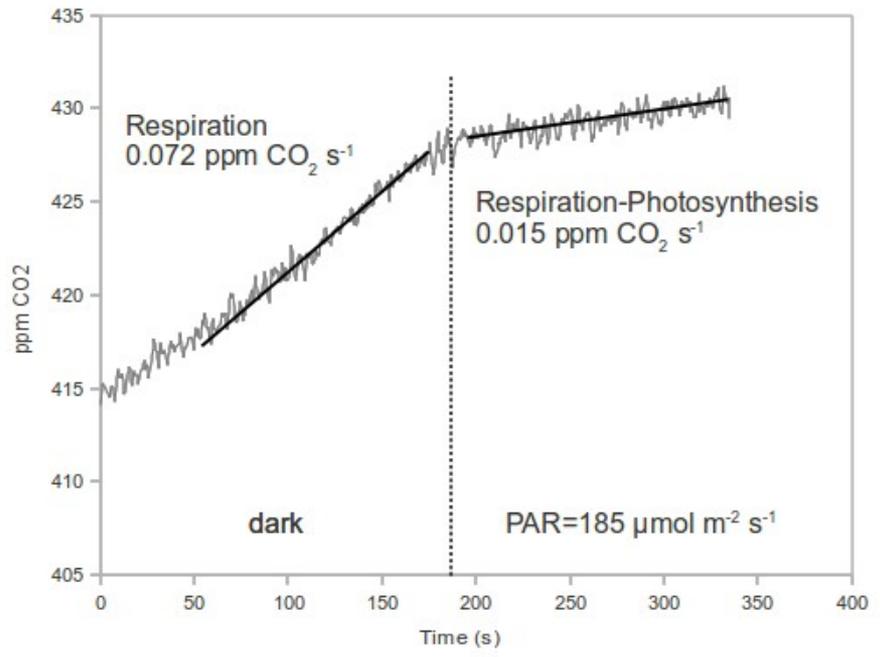
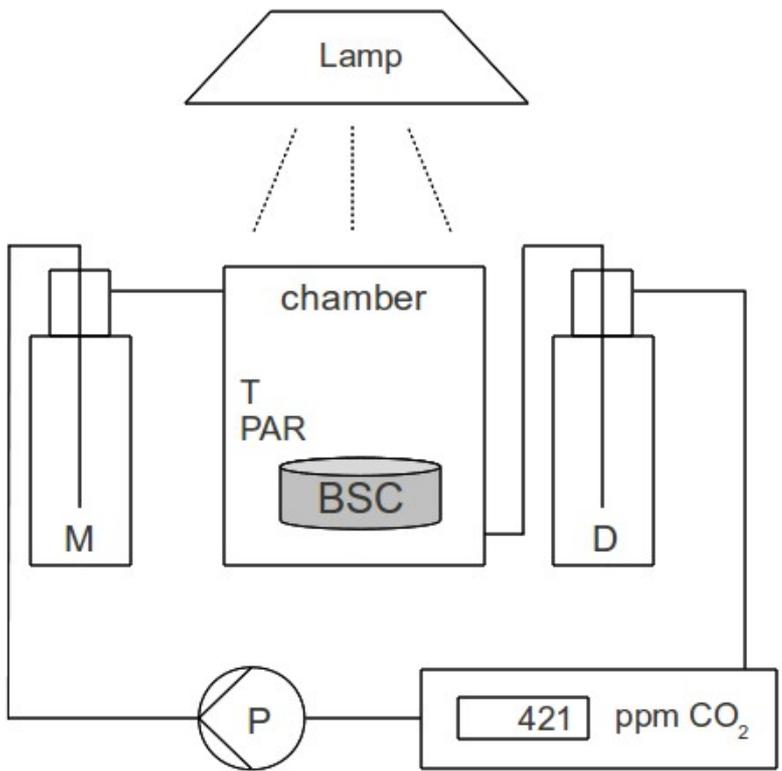
und nutzen für höhere Vegetation nicht nutzbares Wasser: **Tau**

Die höhere Wasserkapazität bewirkt eine langsamere Wassersättigung der Kruste. Der Sättigungsdefizit wird länger aufrecht erhalten, was in einem stärkeren Wasserdampf-Fluss zur Oberfläche hin resultiert [1]



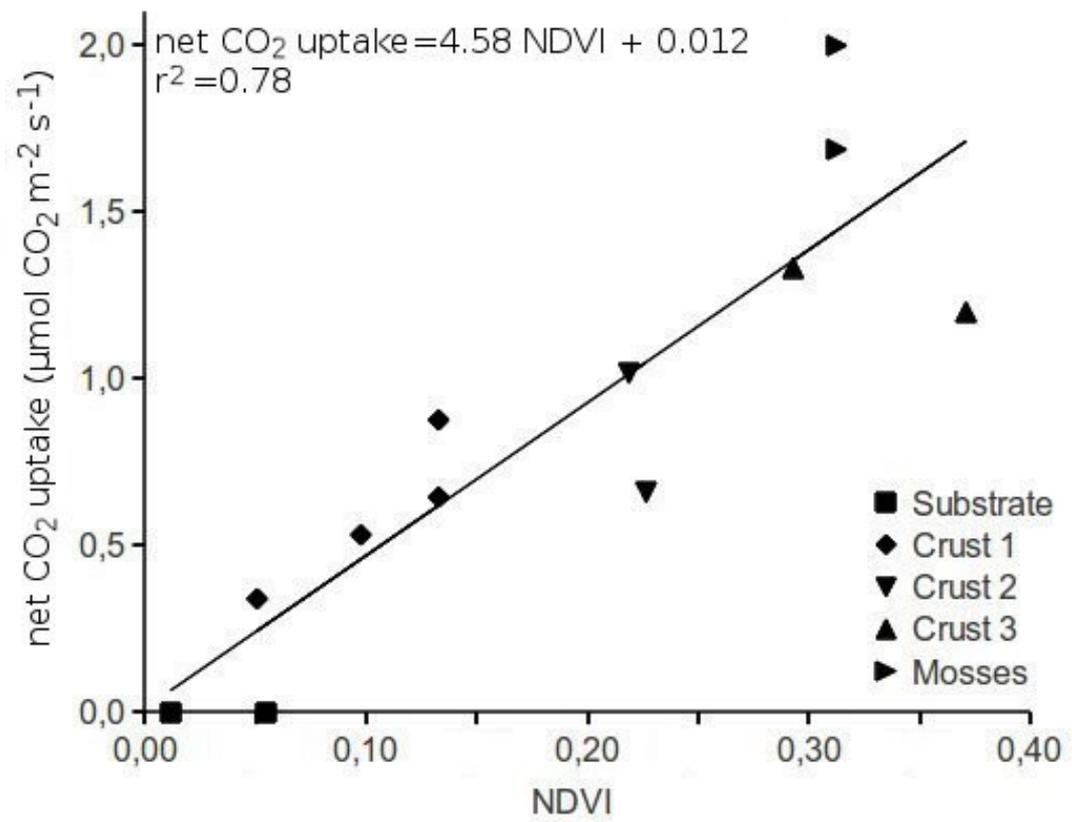
[1] Fischer, T., Veste, M., Bens, O., Hüttl, R.F. (2012) Dew formation on the surface of biological soil crusts in central European sand ecosystems. Biogeosciences Discuss., 9:8075-8092

Photosynthese

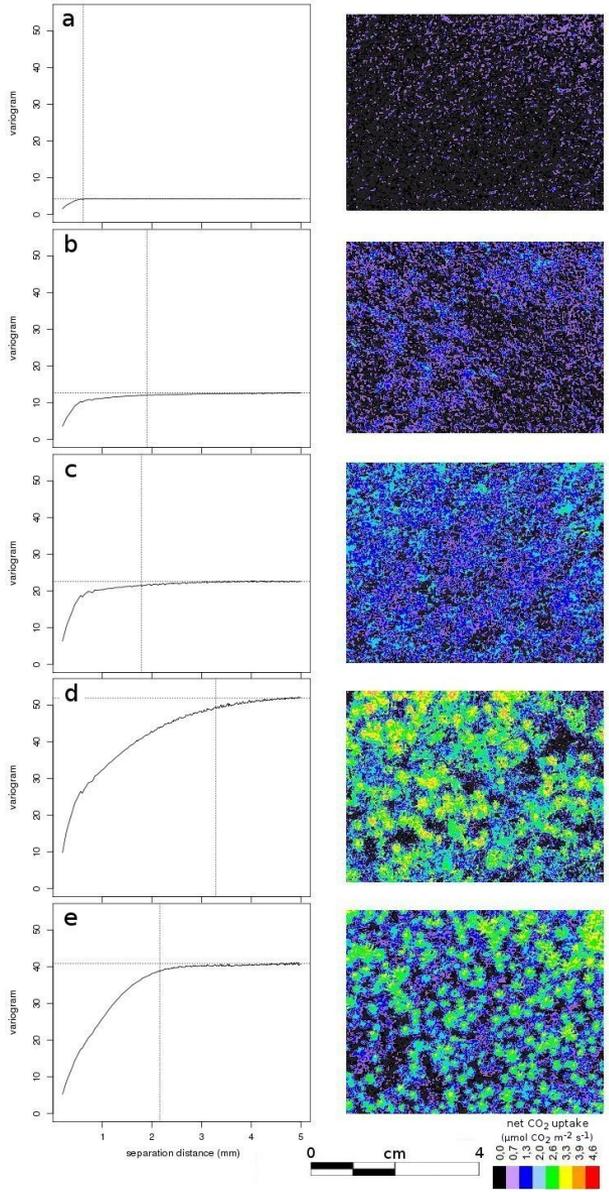


Quelle: Fischer, T., Veste, M., Eisele, A., Bens, O., Spyra, W., Hüttli, R.F. (2012) Small Scale Spatial Heterogeneity of Normalized Difference Vegetation Indices (NDVI) and Hot Spots of Photosynthesis in Biological Soil Crusts. Flora 207:159-167

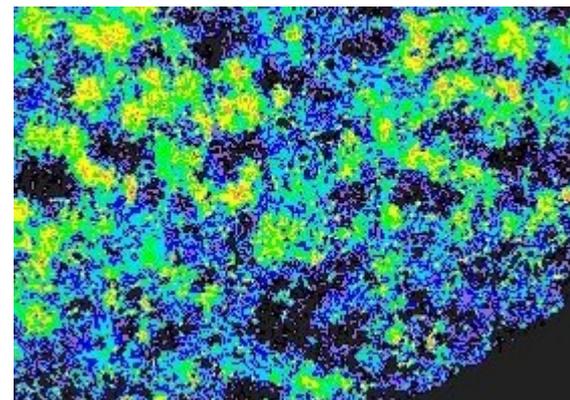
Photosynthesebilder wurden mit Hilfe der **NDVI vs. Photosynthese Korrelationsfunktion** erstellt



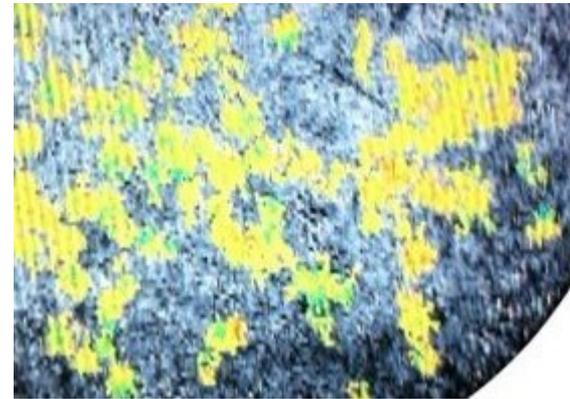
Quelle: Fischer, T., Veste, M., Eisele, A., Bens, O., Spyra, W., Hüttl, R.F. (2012) Small Scale Spatial Heterogeneity of Normalized Difference Vegetation Indices (NDVI) and Hot Spots of Photosynthesis in Biological Soil Crusts. Flora 207:159-167



NDVI



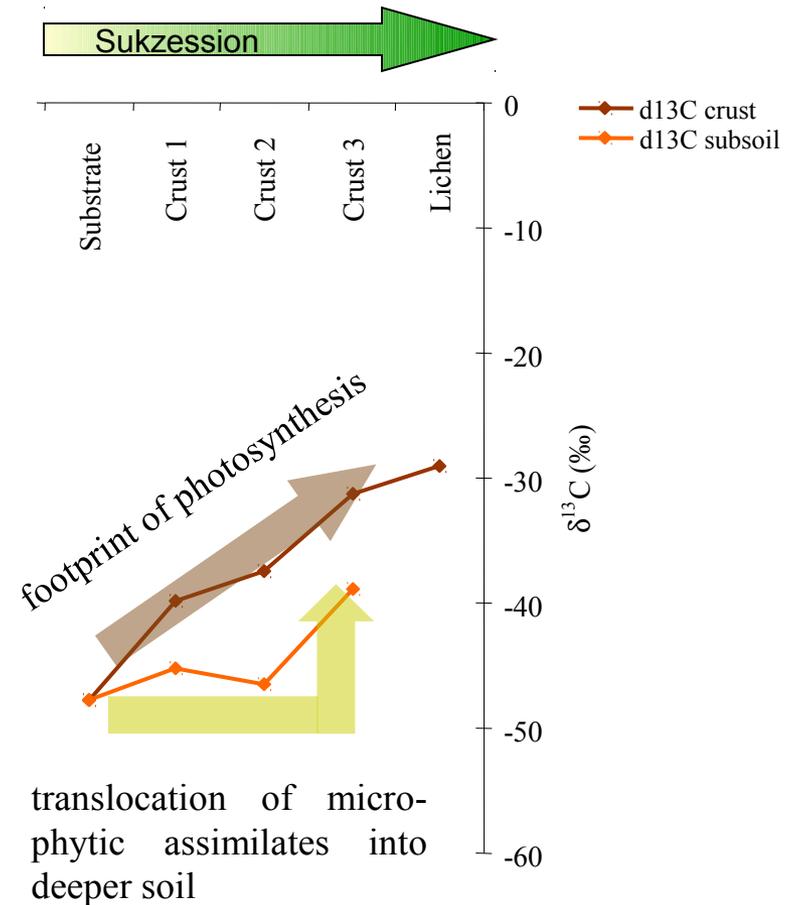
Chlorophyllfluoreszenz

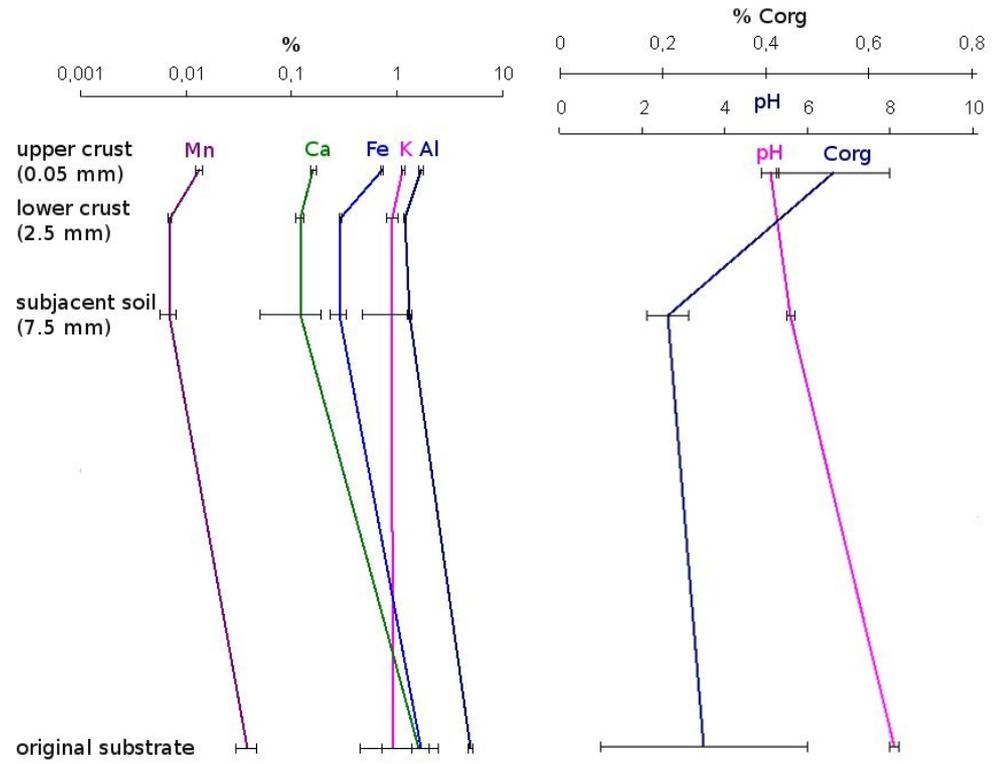
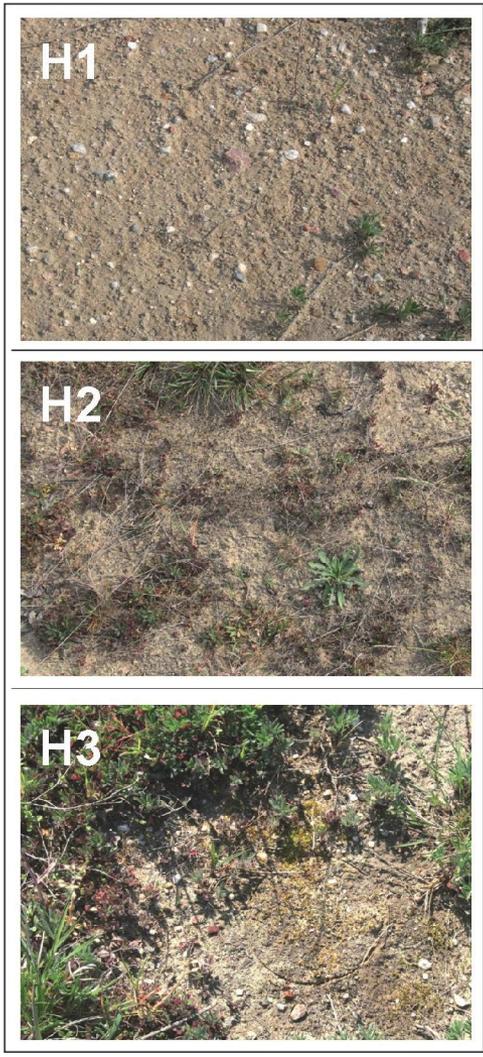


Ökophysiologie: $\delta^{13}\text{C}$

$\delta^{13}\text{C}$ nimmt an der Oberfläche mit Sukzession **kontinuierlich** zu

Assimilatverlagerung in das Ausgangssubstrat erst bei Kruste 3





„Mikroprofil“ nach 3 Jahren feststellbar.

Prozesse: Humusakkumulation, Carbonatverwitterung, Leaching von Sesquioxiden (Podsolierung?), äolische Deposition

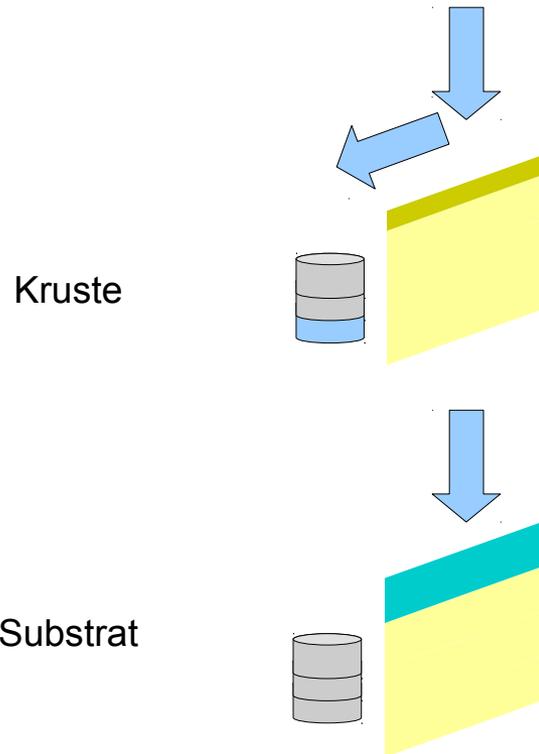
Quellen: Spröte, R., Fischer, T., Veste, M., Raab, T., Wiehe, W., Lange, P., Bens, O., Hüttl, R.F. (2010) Biological topsoil crusts at early successional stages on recultivated post-mining sites in Brandenburg, NE Germany. *Geomorphologie: relief, processes, environment* 4:359-370
 Fischer, T., Veste, M., Schaaf, W., Bens, O., Dümig, A., Kögel-Knabner, I., Wiehe, W., Hüttl, R.F. (2010) Initial pedogenesis in a topsoil crust 3 years after construction of an artificial water catchment in Brandenburg, NE Germany. *Biogeochemistry* 101:165-176

Pedogenese ↔ Dünenprozess



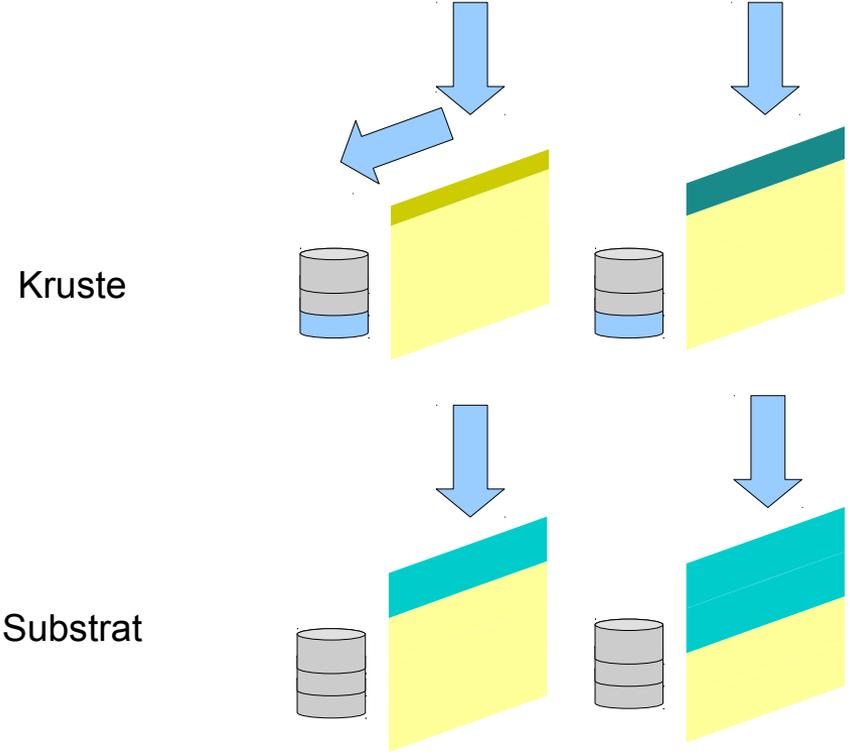
Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

- **Benetzungshemmung**



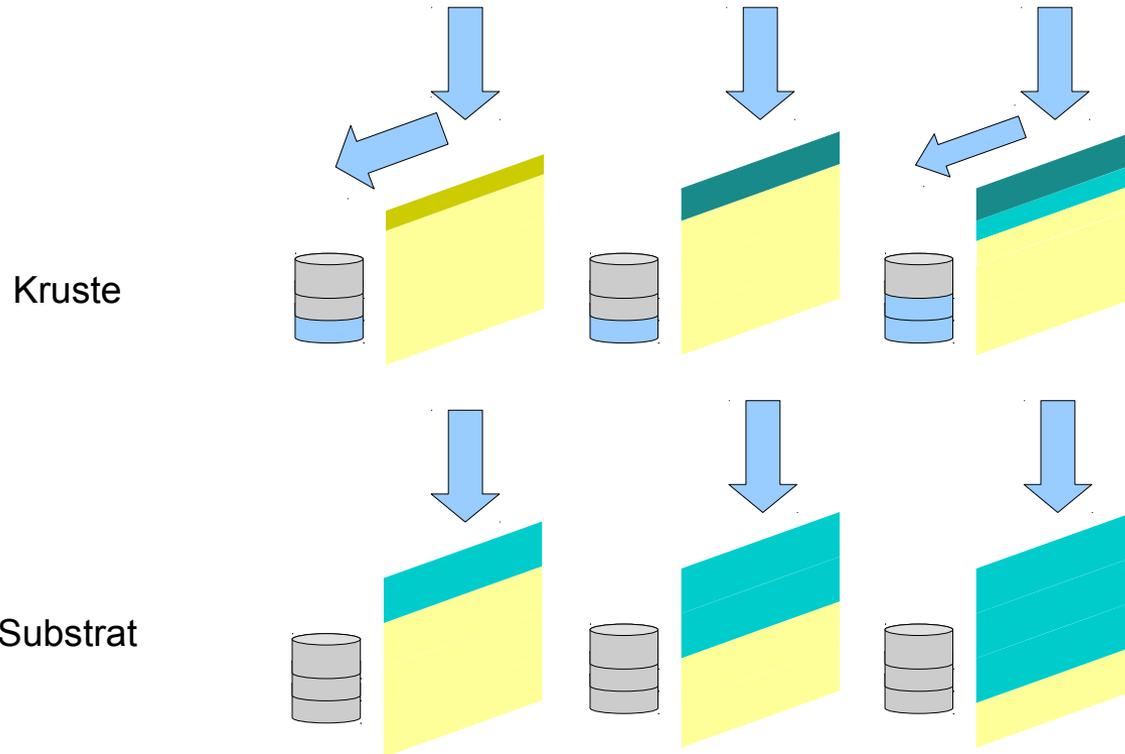
Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

- Benetzungshemmung,
- **hohe Wasserkapazität**



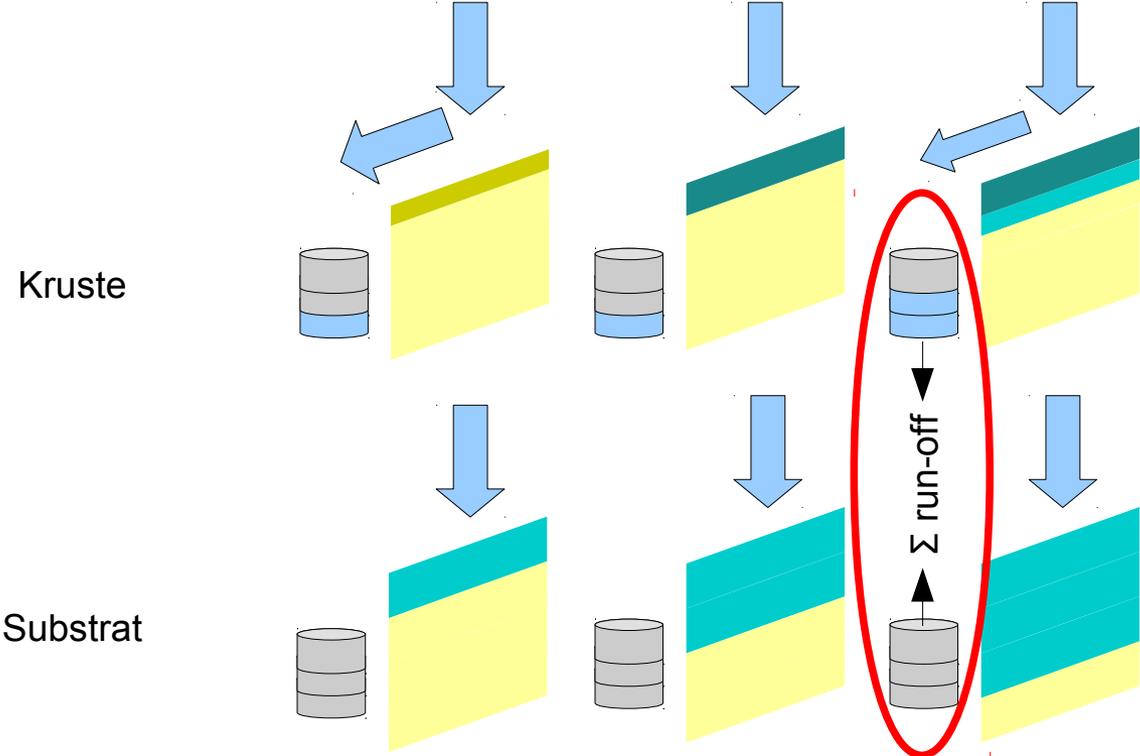
Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

- Benetzungshemmung,
- hohe Wasserkapazität,
- **geringere Infiltration**



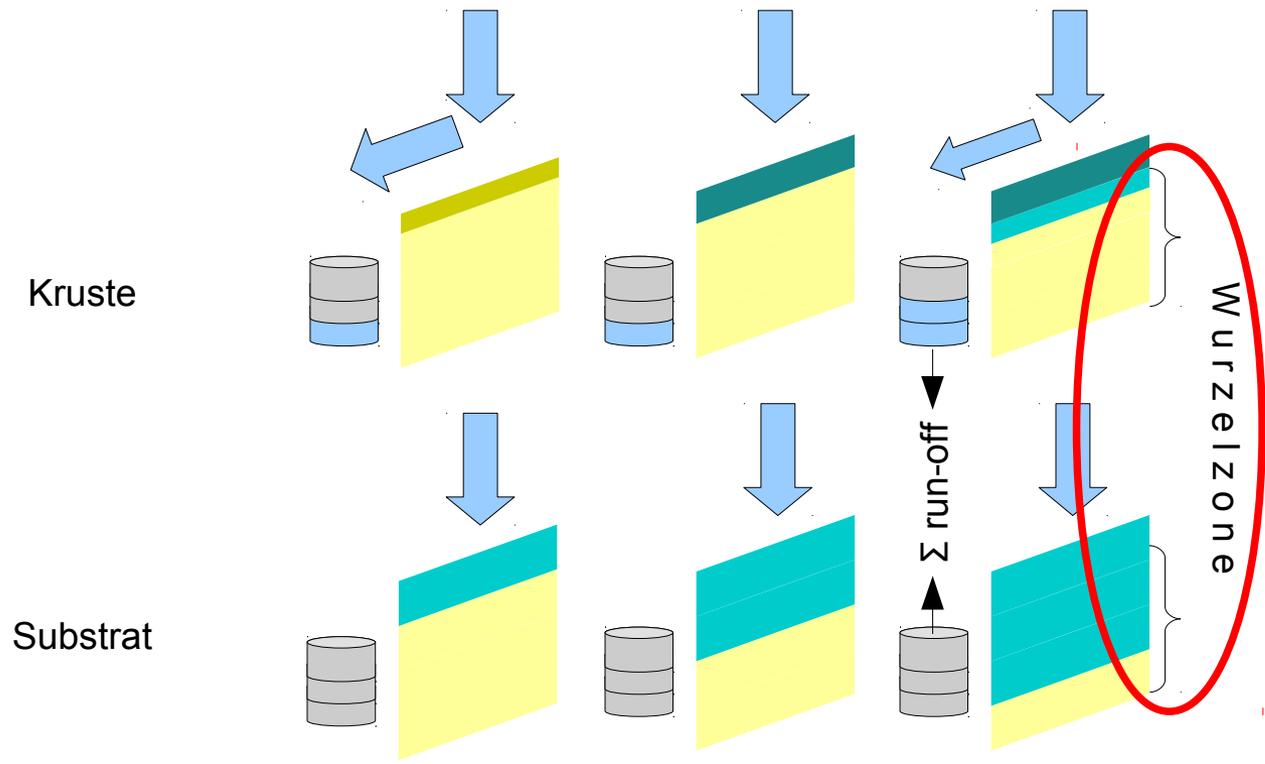
Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

- Benetzungshemmung,
- hohe Wasserkapazität,
- geringere Infiltration



Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

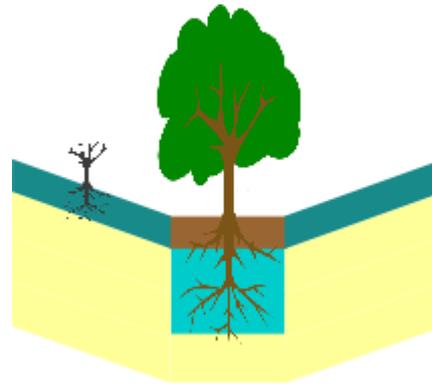
- Benetzungshemmung,
- hohe Wasserkapazität,
- geringere Infiltration



Reduzierte Wasserverfügbarkeit im durchwurzelbaren Boden und erhöhter Abfluß wegen:

- Benetzungshemmung,
- hohe Wasserkapazität,
- geringere Infiltration

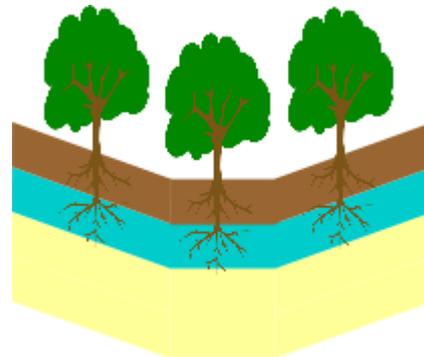
Kruste



Biologische Bodenkrusten

leiten für höhere Vegetation nutzbares Wasser ab

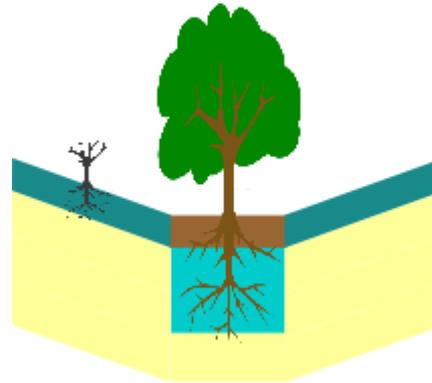
Substrat



tragen zur Entwicklung von Vegetationsmustern in Landschaften bei (kontrahierte Vegetation)

- Benetzungshemmung,
- hohe Wasserkapazität,
- geringere Infiltration
- **Taubildung**

Kruste

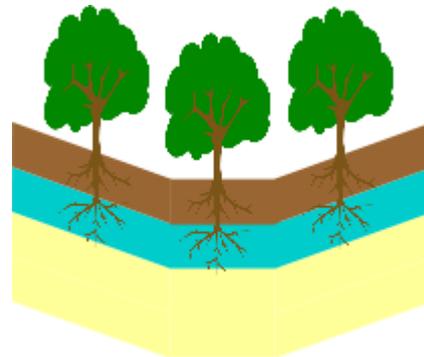


Biologische Bodenkrusten

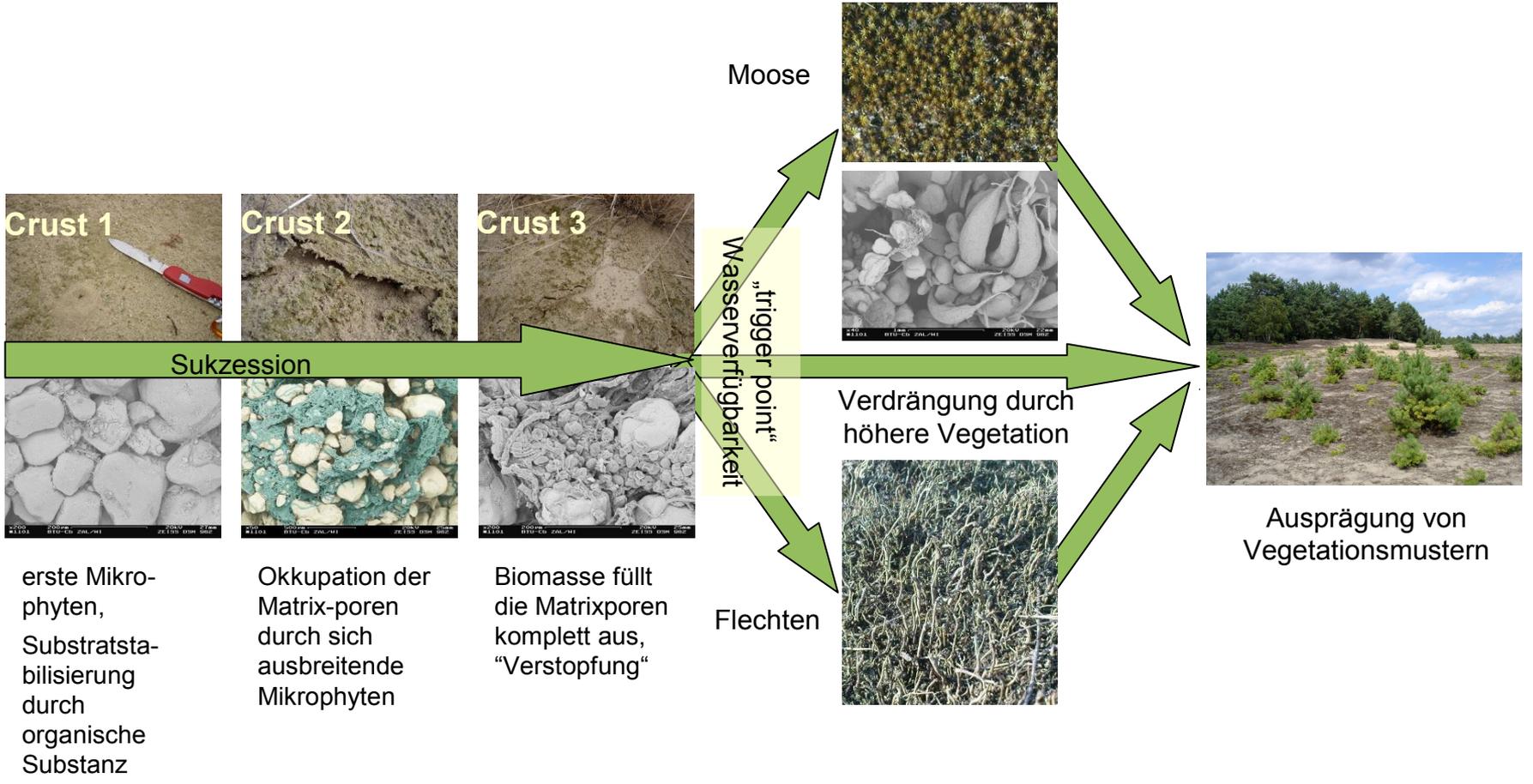
leiten für höhere Vegetation nutzbares Wasser ab

nutzen für höhere Vegetation nicht nutzbares Wasser: Tau

Substrat



tragen zur Entwicklung von Vegetationsmustern in Landschaften bei (kontrahierte Vegetation)





Stimmt die eingangs formulierte Arbeitshypothese auch in Hühnerwasser?

Hypothese: Biologische Bodenkrusten können sich etablieren, indem sie Wasser, das ihren Konkurrenten nutzt, fortleiten und Wasser das für ihre Konkurrenten nutzlos ist, verwerten



12.06.08



07.10.08



13.11.08



21.05.10



17.07.09

Bodenbedeckung

a – mineralisches Substrat/physikalische Kruste

b, c – biologische Bodenkrusten/Algen

d – Moose, höhere Vegetation

e – höhere Vegetation herrscht vor, Moose

1988 was DAS Jahr der Algenkrusten in Hühnerwasser

Ausreichende Wasserverfügbarkeit (bindiges Substrat, hoher GW-Spiegel) verhalf der höheren Vegetation, sich zu etablieren

Eine „Trockenlegung“ höherer Vegetation war nicht möglich



21.08.08



07.10.08



30.08.10

Entwicklung von Oberflächenstrukturen

a) Fließrinnen bilden sich auf dem sandigen Substrat

b) patch-förmige Stabilisierung der Oberfläche außerhalb der (aktiven) Fließrinnen

c) Höhere Vegetation breitet sich flächig aus, auch in den Fließrinnen



Entwicklung von Oberflächenstrukturen

- Der Wechsel von der Algenkruste (2008-2009) zur Mooskruste markiert auch einen hydrologischen Wechsel:
- Die versiegelnde, abflußfördernde Wirkung der Algenkruste weicht einer
- wasserspeichernden und gut infiltrierenden Mooskruste
- Die Mooskruste ist damit Vorgänger (und Wegbereiter?) der höheren Vegetation.



Biologische Bodenkrusten

- stellen Pioniergesellschaften während der initialen Ökosystemgenese dar
- stabilisieren die Oberfläche, verringern Erosion
- tragen zur Wasserumverteilung im Ökosystem bei, nutzen Mechanismen zur Wasserumverteilung zur Selbststabilisierung
- sind spezialisiert auf trockene Bedingungen: Hühnerwasser war zu feucht für eine dauerhafte Etablierung von Krustengesellschaften

Danke!