

Sedimentstabilisierung und Ecosystem Engineering durch Biofilme

Moritz Thom, Forschungszentrum Küste (FZK)

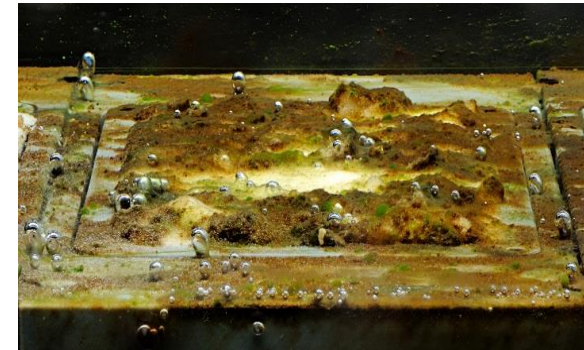
1. Grundlagen: Biofilm und Biostabilisierung
2. Physikalische Versuche zur Biostabilisierung und Methodenentwicklung
3. Forschung an künstlichen Biofilmen
4. Zusammenfassung und Ausblick

Biostabilisierung

Biologische Prozesse, die die Sedimentstabilität erhöhen oder das Potenzial der Erosion reduzieren, welche durch (Tide-) strömungen, oder Wellen hervorgerufen werden.

Biofilme...

- bestehen aus Mikroalgen, Bakterien und Pilzen und deren Ausscheidungsprodukten (Extracellular polymeric substances – EPS)
- bilden dünne Schichten (μm -mm) auf der Sedimentoberfläche und knapp darunter.
- werden auch als "Schleimschicht" oder "Belag" bezeichnet.
- sind häufig Bestandteil von kohäsiven Sedimente



Wo gibt es Biofilme?

Biofilme sind allgegenwärtig:

- Küstensedimente
- Wattenmeer
- Flüsse
- Seen



Schiermonnikoog

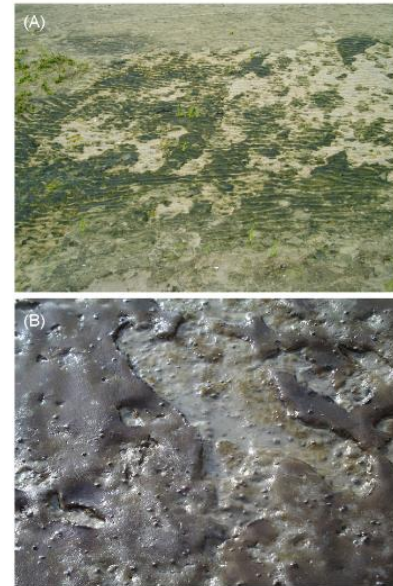


Fig. 1. (A) Cyanobacterial mat growing on the beaches of the North Sea barrier island Schiermonnikoog (Netherlands). (B) Diatom biofilm growing on muddy intertidal sediment of the Westerscheldt (Netherlands).

Stal 2008



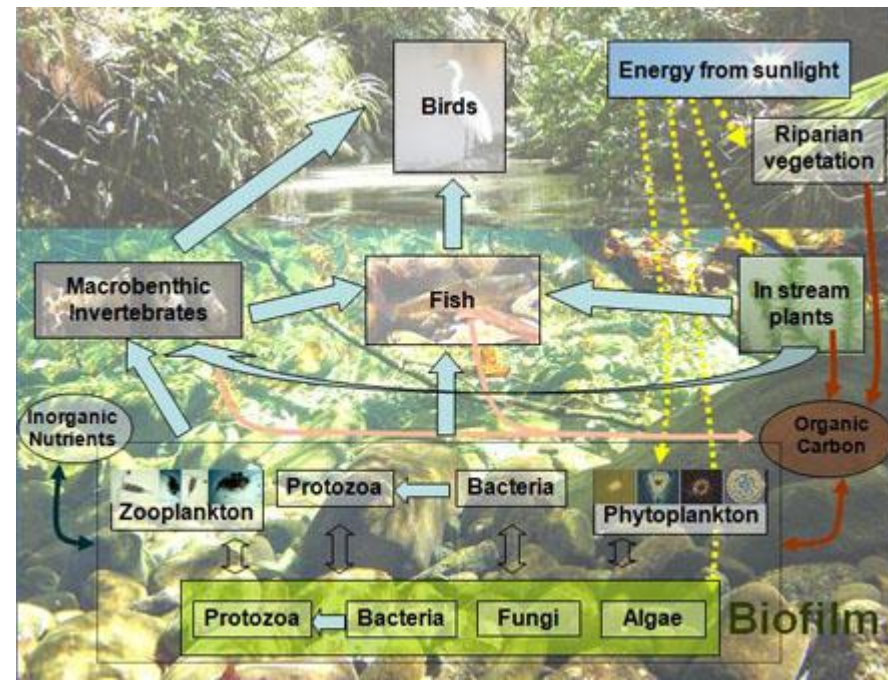
<https://microbewiki.kenyon.edu>

Bodenkundliche Pfingstexkursion, Dultz

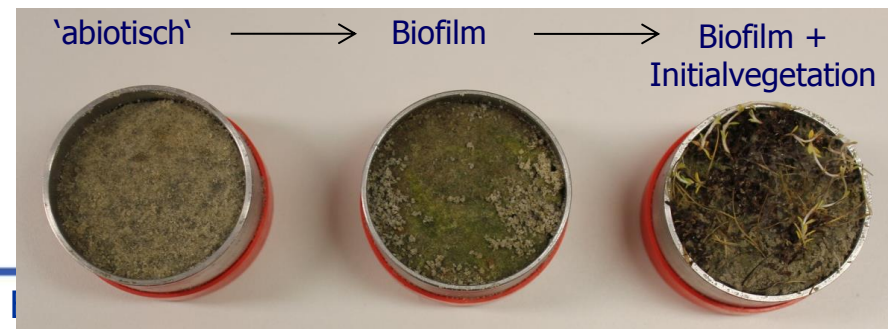
<https://www.hakaimagazine.com/features/slime-shorebirds-and-scientific-mystery/>

Sedimentstabilisierung und Ecosystem Engineering durch Biofilme
Moritz Thom

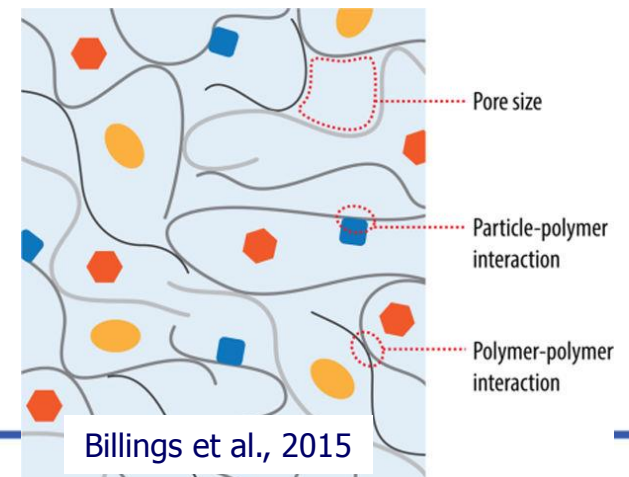
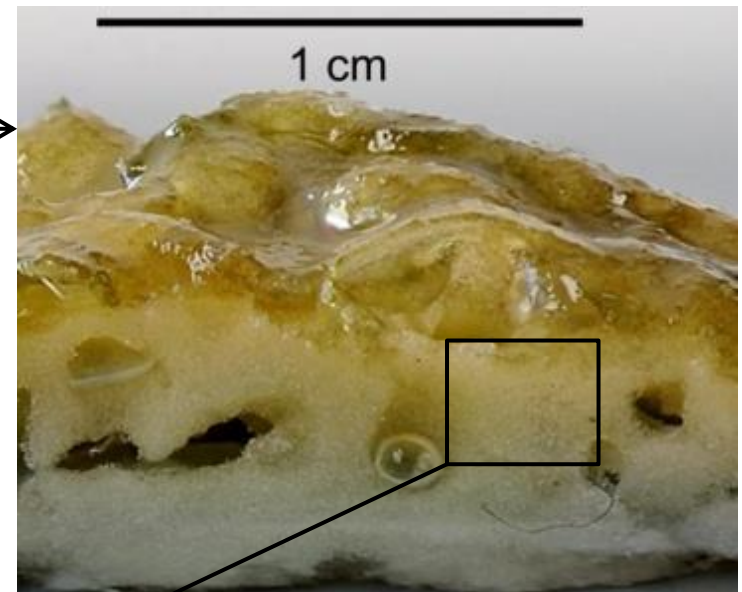
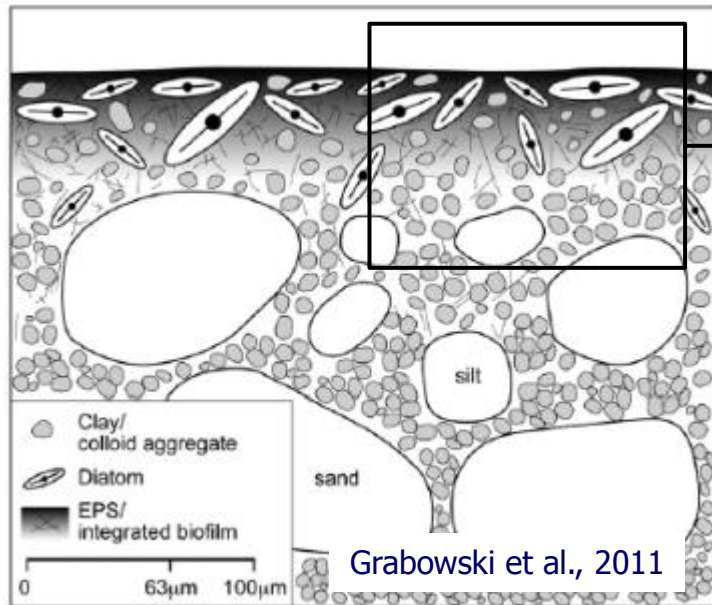
- Regulierung der Nährstoffverfügbarkeit für höhere trophische Ebenen
- Reinigung des Wassers
 - Biogeochemische Umsetzungen von CO₂, Stickstoff und Phosphor
 - Biosorption von Schadstoffen (Schwermetalle, Nanopartikel, Anthropogene Spurenstoffe)
- Verminderung der Sedimentumlagerungen zwischen Extremereignissen (Pioniervegetation)



<http://www.streambiofilm.org.nz/biofilmfoodweb.htm>

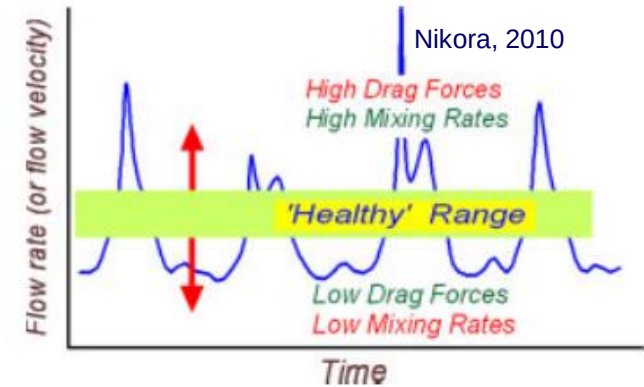


Aufbau eines Biofilms



Hydrodynamik

- Nährstoffverfügbarkeit
- Erosion
- Biofilmstruktur (kompakt vs. 'fluffy')



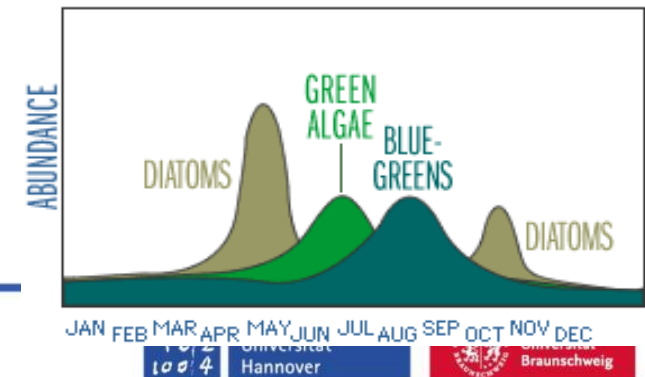
Lichtintensität

- Photosynthese
- Bildung von Gasen
- Bakterielle Biofilme



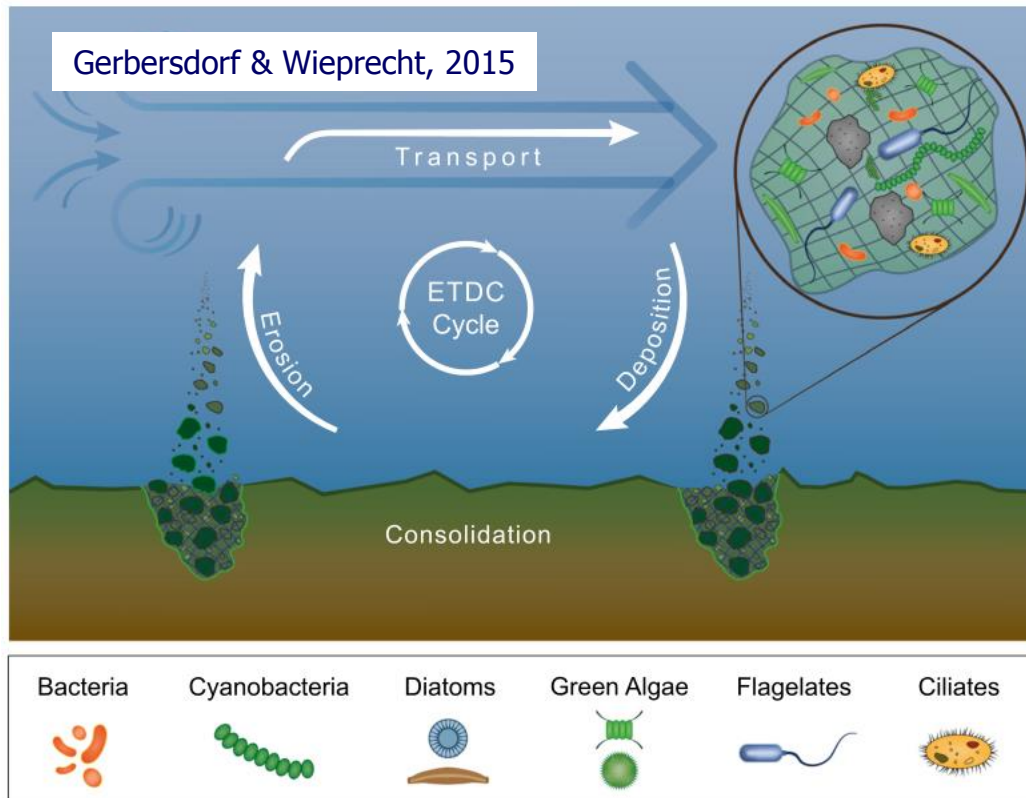
Zeit:

- Aufwuchs
- Saisonale Sukzession



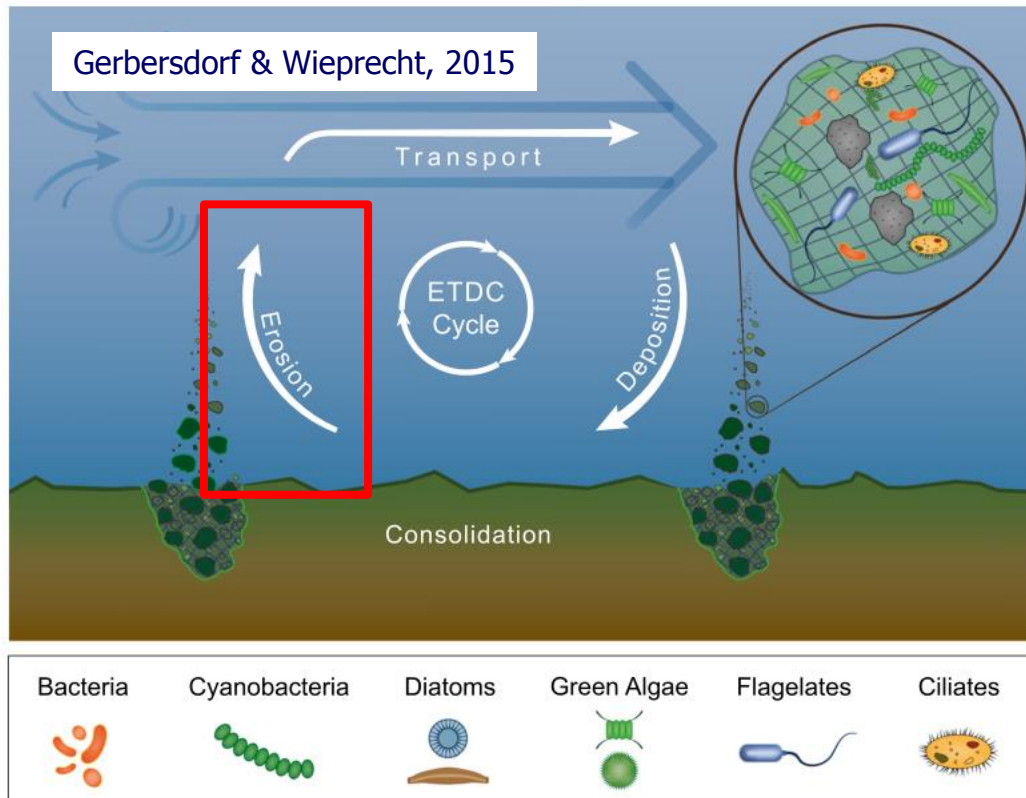
Biofilme beeinflussen...

- Erosion
- Transport
- Sedimentation



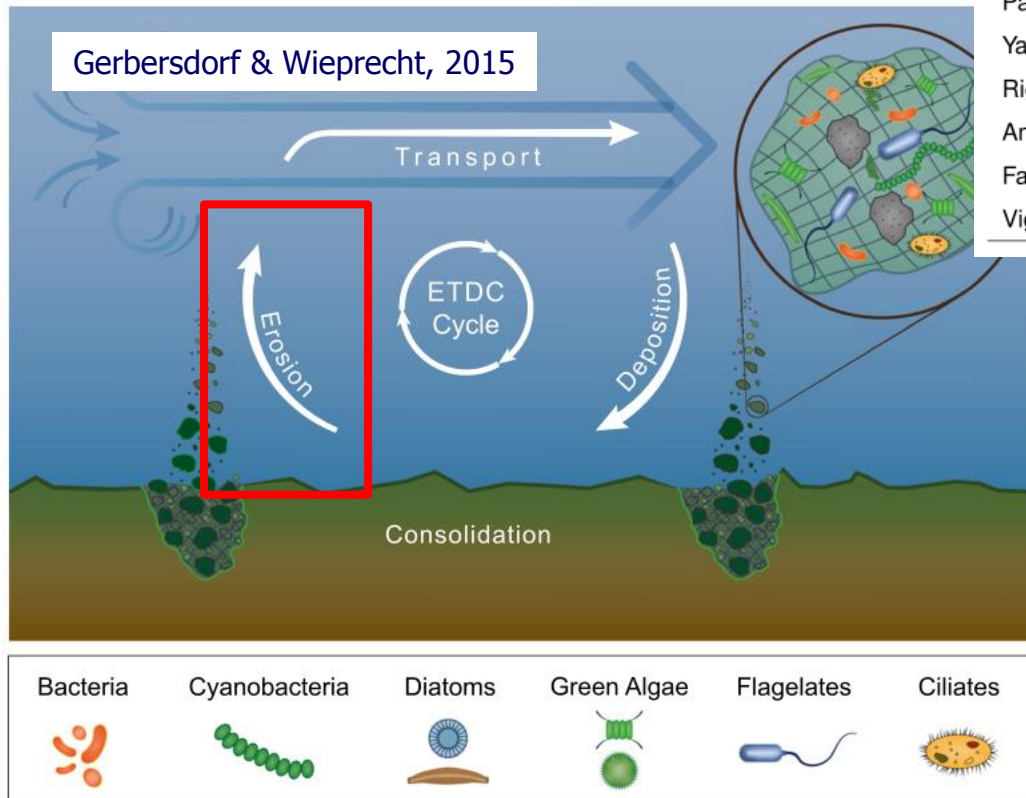
Biofilme beeinflussen...

- Erosion
- Transport
- Sedimentation



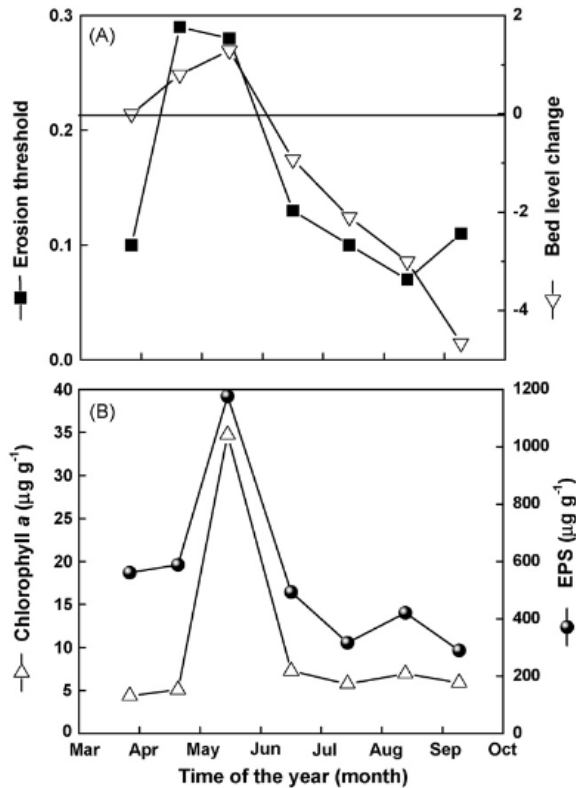
Biofilme beeinflussen...

- Erosion
- Transport
- Sedimentation

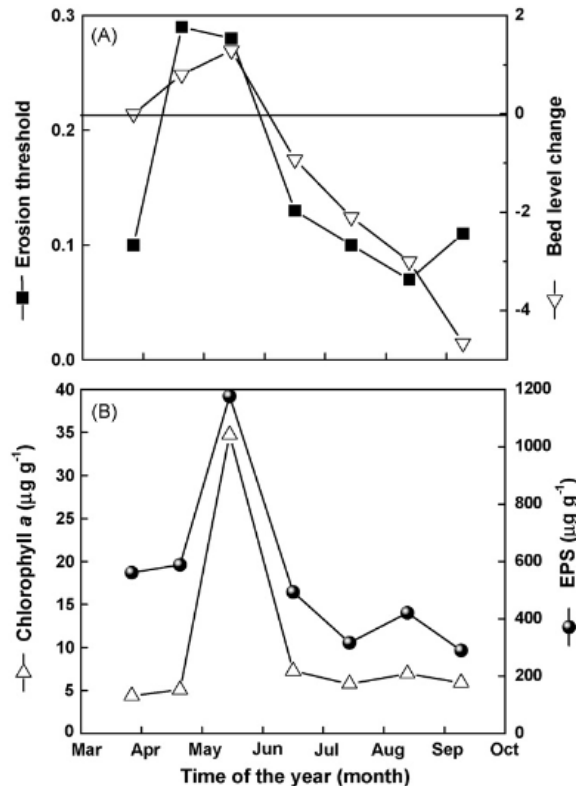


Study	BI[–]	Substratum	Environment
Neumann et al. (1970)	6	nc	subtidal
Grant and Gust (1987)	4.9, 4.5	nc	marine
Dade et al. (1990)	3	nc	media with sea salt
Madsen et al. (1993)	4	nc	subtidal
Yallop et al. (1994)	> 10.6	nc	marine
Parchure and Mehta (1985)	3	c	estuary
Yallop et al. (1994)	4	c	intertidal sandy beach
Righetti and Lucarelli (2007)	1.5	c	freshwater (lakes)
Amos et al. (2004)	3.4	c/nc	tidal flats
Fang et al. (2014)	1.7	c/nc	stabilization pond
Vignaga (2012)	2.5	nc	freshwater

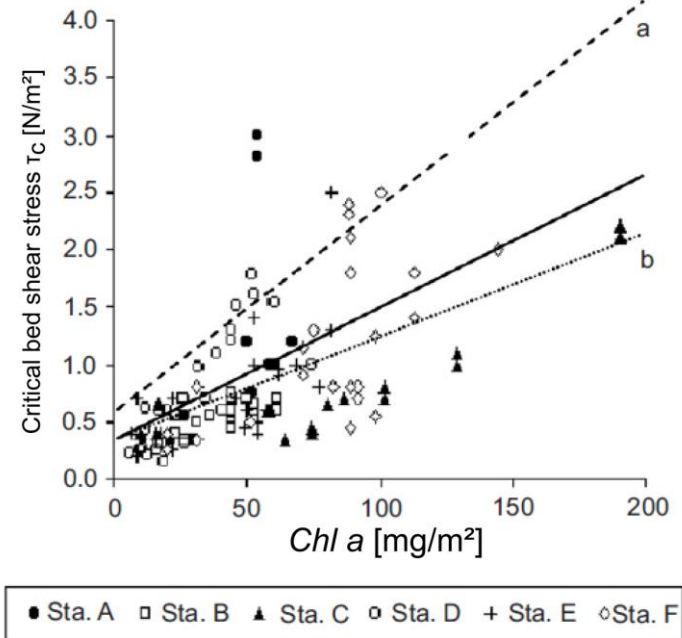
Mod. After Vignaga et al., 2012



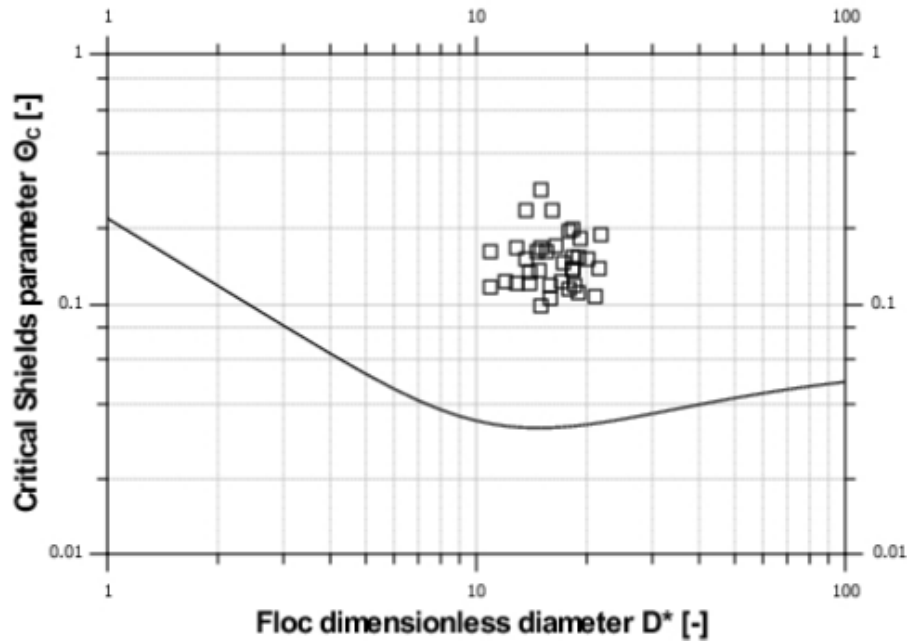
Stal et al., 2010

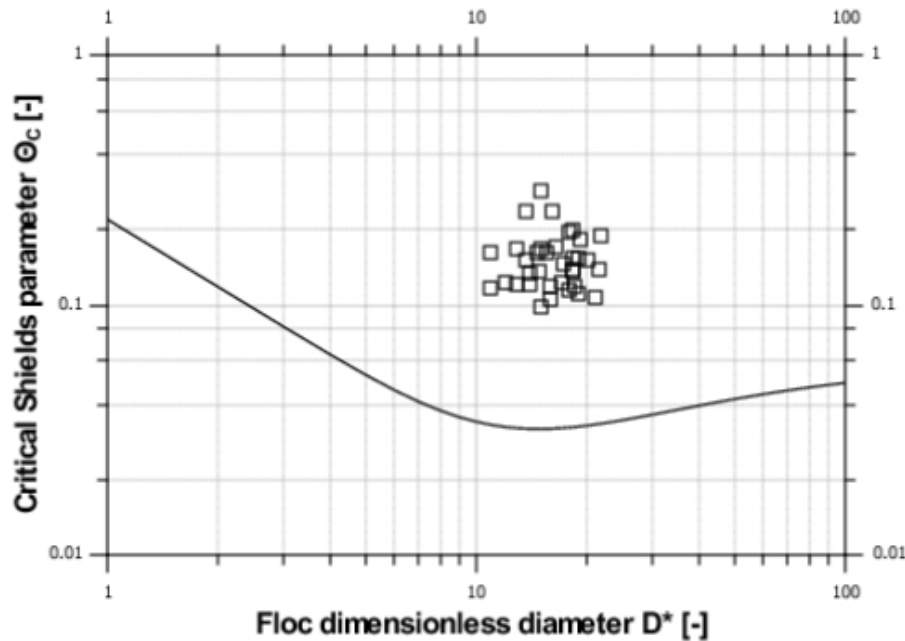


Stal et al., 2010



Le Hir et al., 2007





Righetti & Lucarelli, 2007:

$$\vartheta_C \equiv \frac{\tau_{0C}}{(\rho_B - \rho)gD} = \vartheta_{C0}(D^*) + \frac{\vartheta_{C0}(D^*)}{\alpha_3} \frac{C}{(\rho_B - \rho)gD} + \frac{\vartheta_{C0}(D^*)}{\alpha_3} \frac{A}{(\rho_B - \rho)gD}$$

DFG Projekt: „Ecosystem Engineering: Sediment entrainment and flocculation mediated by microbial produced extracellular polymeric substances (EPS)“

Ziel (u.a.):

Untersuchung des Biostabilisierungspotenzials von Flusswasser Biofilmen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen:

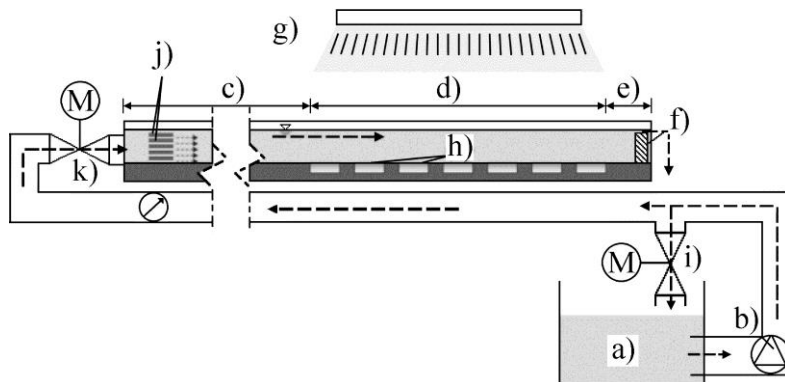
- Hydrodynamik
- Lichtintensität
- Einfluss der Jahreszeiten

Six flumes for cultivation

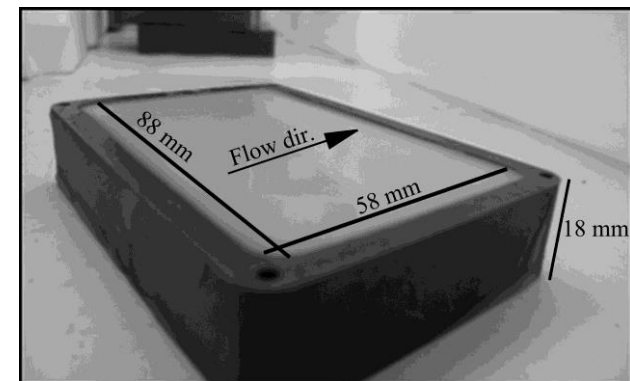


	Light intensity (LI) [$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$]	τ_{bed} [N/m^2]	Temperature [$^{\circ}\text{C}$]
Low/None	0	0.02	15
Medium	50	0.04	15
High	100	0.08	15

Name	Study objectives	Light intensity	τ_{bed}
March	Hydrodynamics	Medium	Low, Medium, High
May	Hydrodynamics	Medium	Low, Medium, High
July	Light intensity	None, Medium, High	Low
August	Light intensity	None, Medium, High	Low
November	Hydrodynamics	Medium	Low, Medium, High



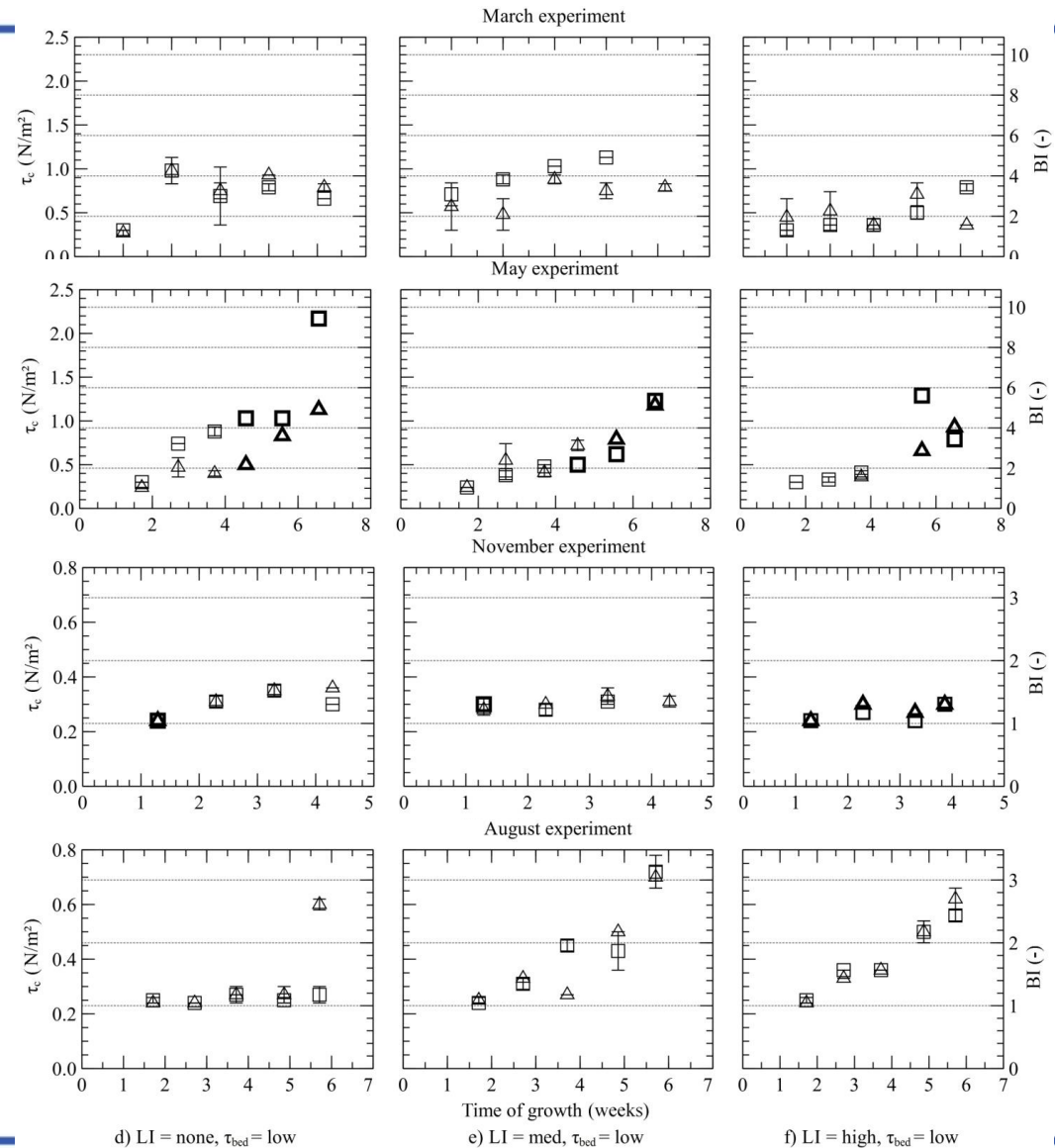
(a) outflow tank, (b) pump, (c) inlet flow section with baffles, (d) biofilm growth section, (e) outlet flow section, (f) weir, (g) fluorescent tubes, (h) sediment cartridges, (i) bypass, (j) current abatement, (k) fine tuning valve

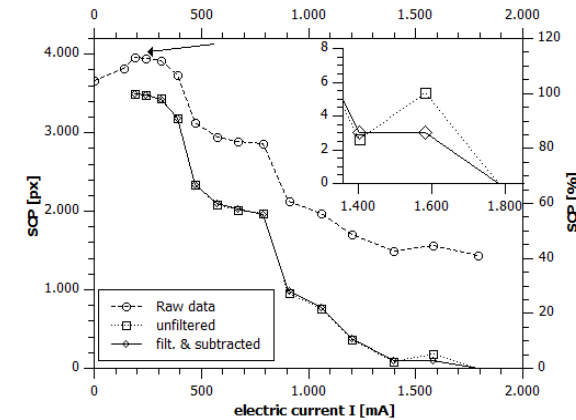
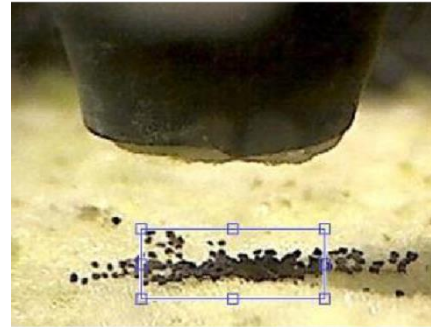
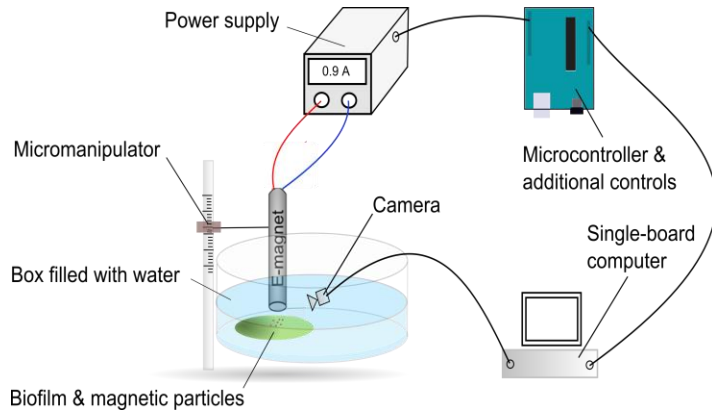


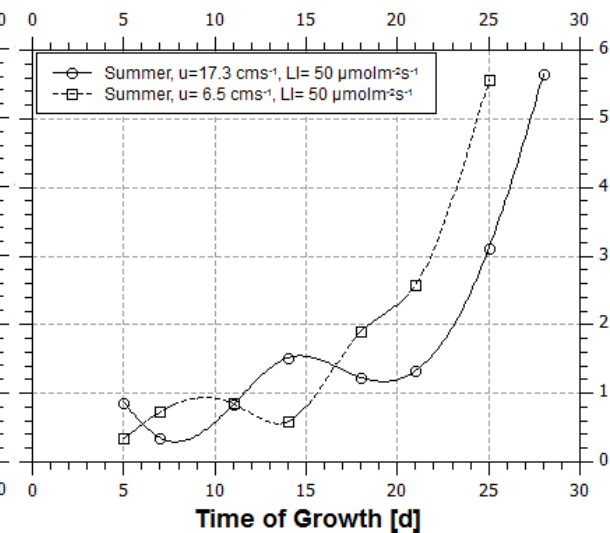
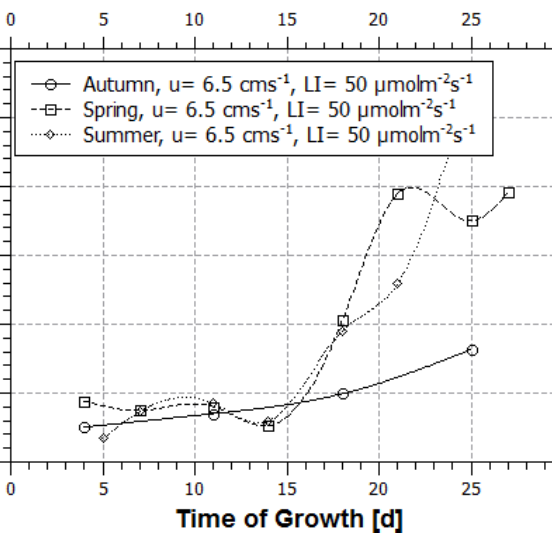
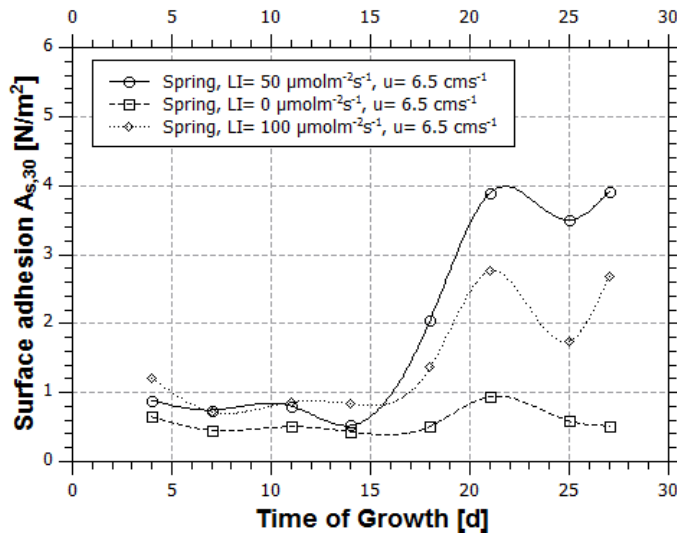
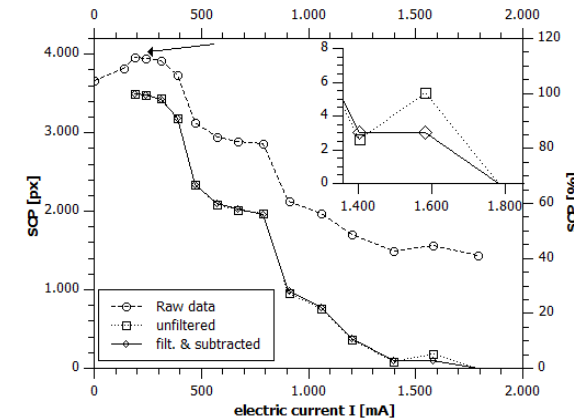
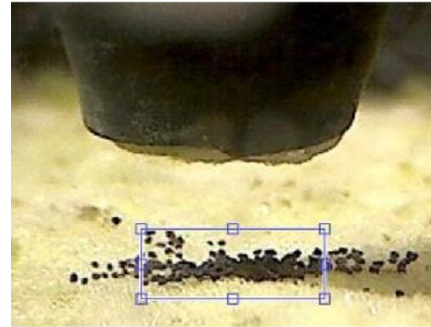
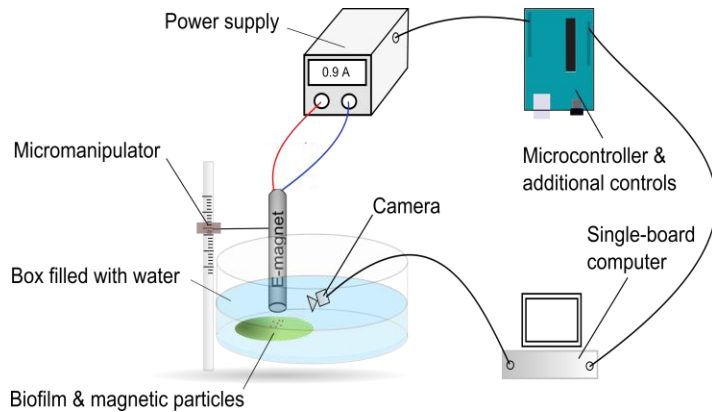
Thom et al., 2015

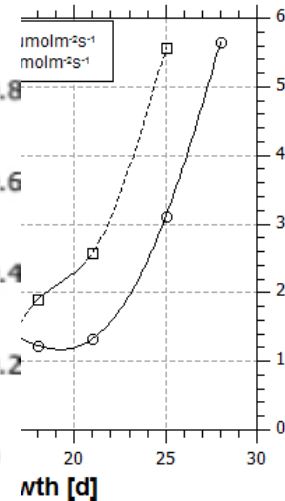
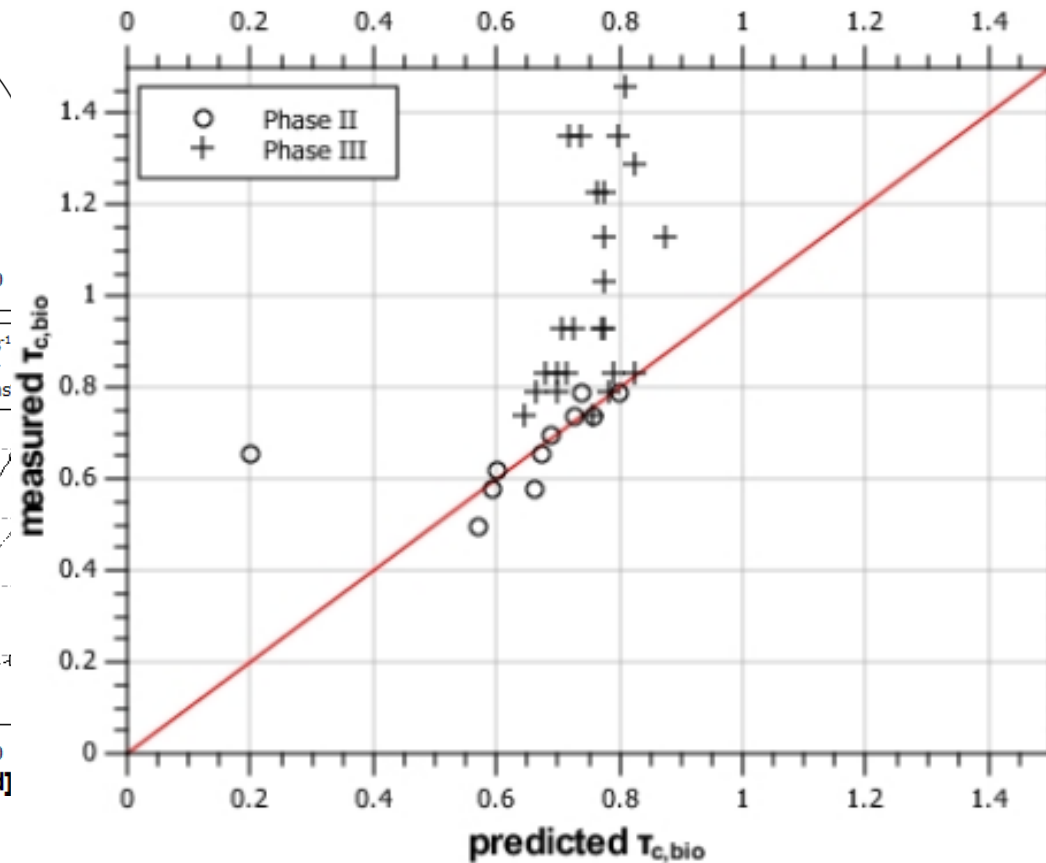
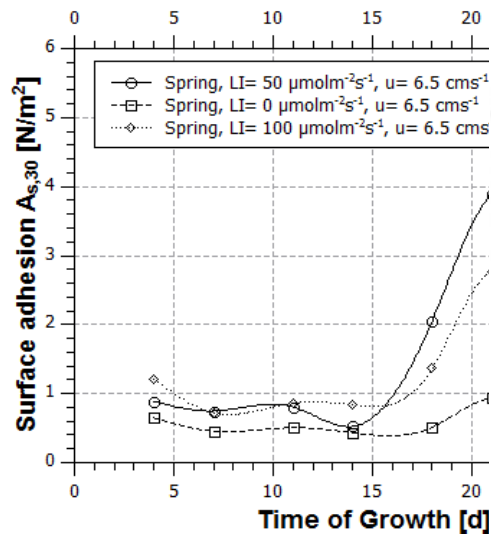
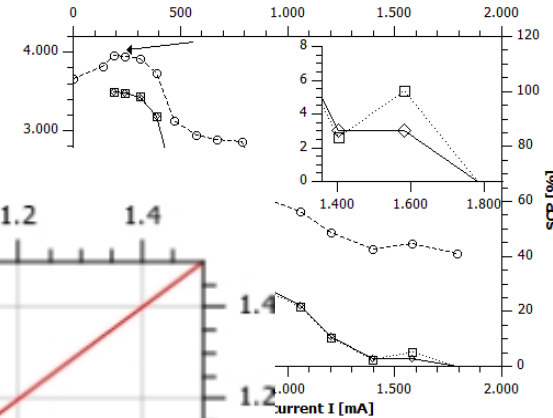
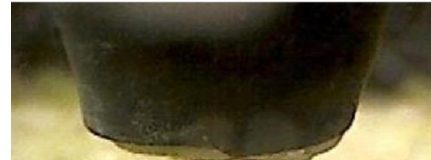
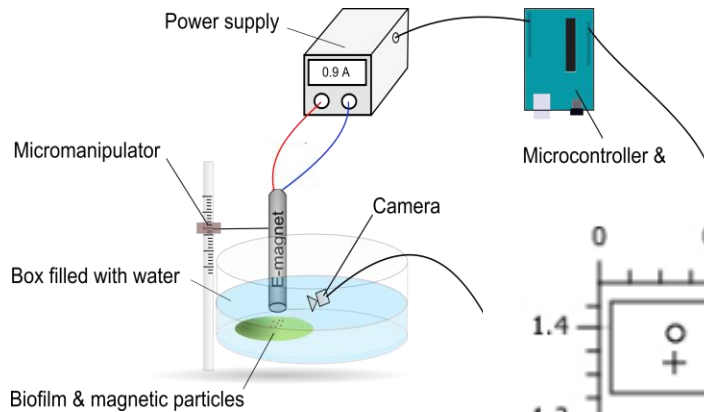
Beobachtungen:

- Erste Biostabilisierungseffekte nach ca. 2 Wochen
- Hiernach nimmt die Biostabilisierung größtenteils zu, Daten streuen allerdings
- Starker saisonaler Einfluss (höchste Stabilisierung: Frühling, Sommer, niedrigste Stabilisierung: Winter)
- Biostabilisierung bis zu 10 x, im Schnitt eher 2-4 x
- Höhere Fließgeschwindigkeiten führen zu einer Verzögerung des Biostabilisierungsprozesses
- Keine/kaum Biostabilisierung bei rein bakteriellen Biofilmen (Dunkelheit)









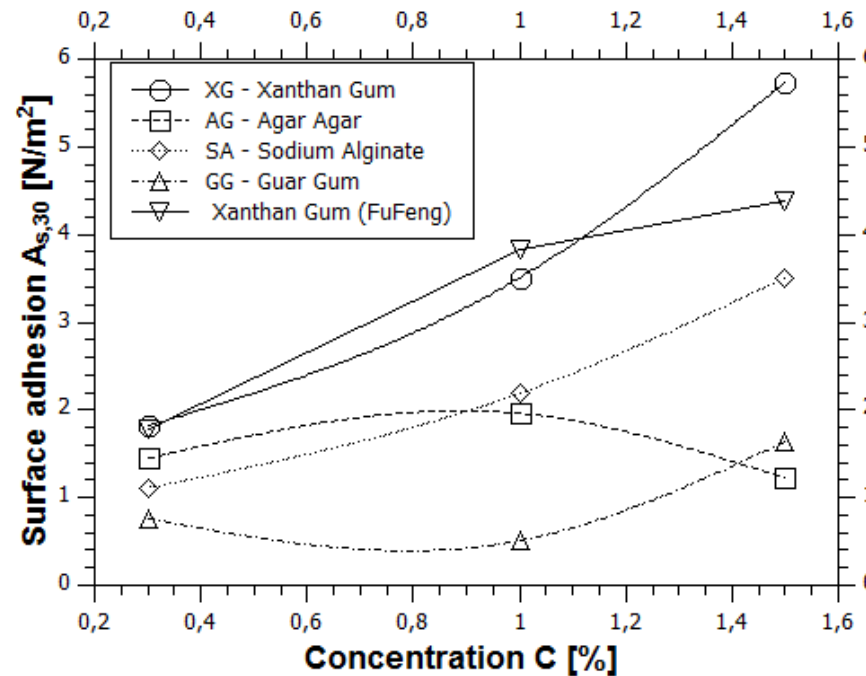


HYDRALAB+

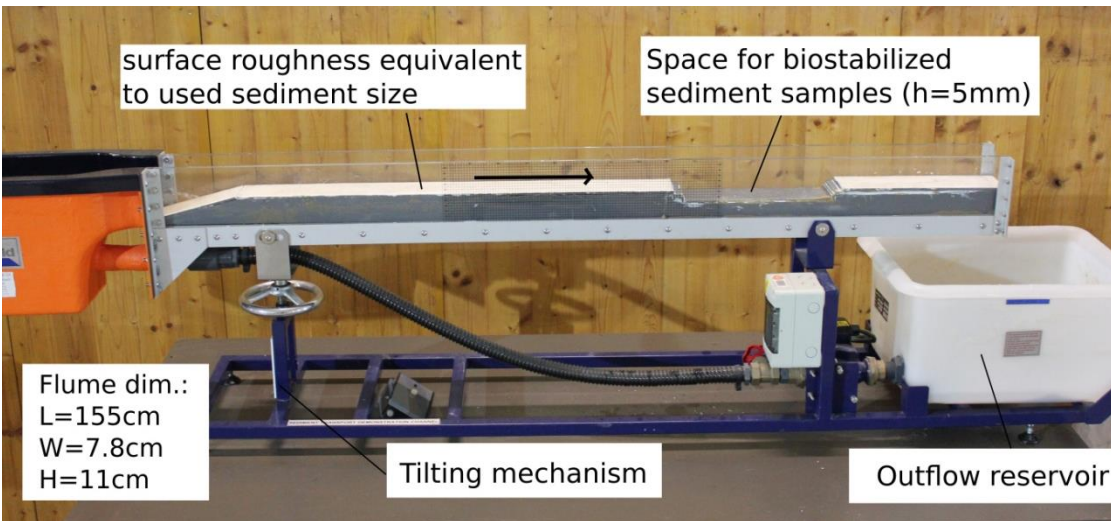
Teilprojekt RECIPE (Representing Climate Change in Physical Experiments)

Ziel (u.a.): „Scaling biology in time“:

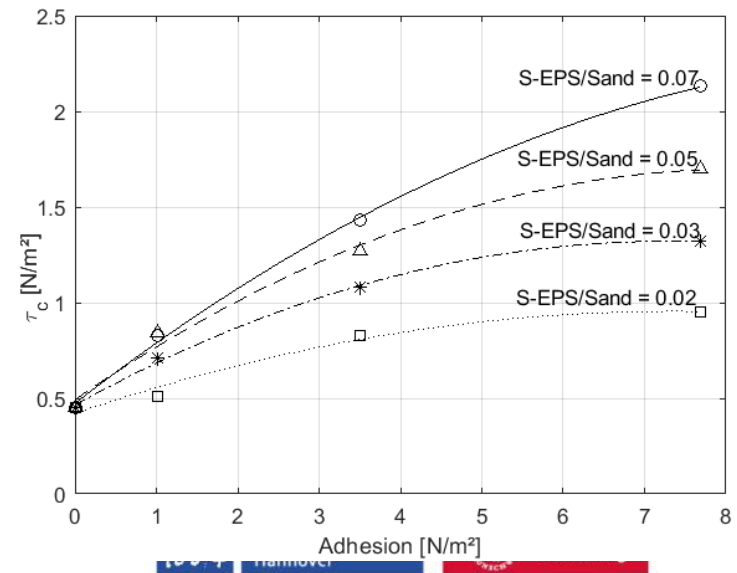
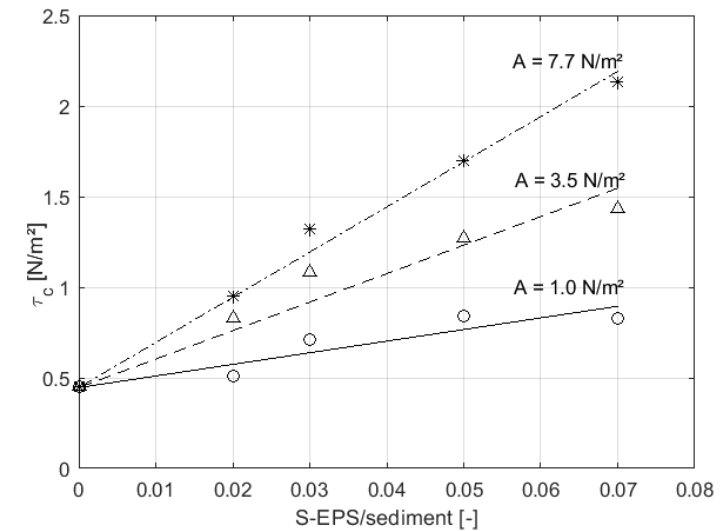
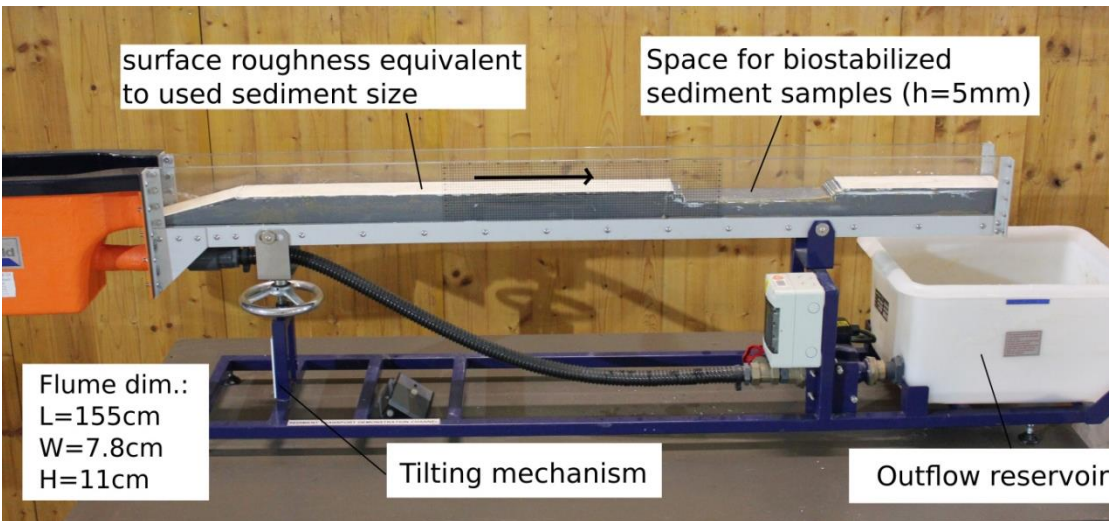
- Entwicklung von Biofilmersatzmaterialien zur Verwendung in Versuchsanstalten
- Verwendung der Ersatzmaterialien um den Einfluss des Klimawandels modellieren zu können



■ Erosionsmessungen am künstlichen Biofilm

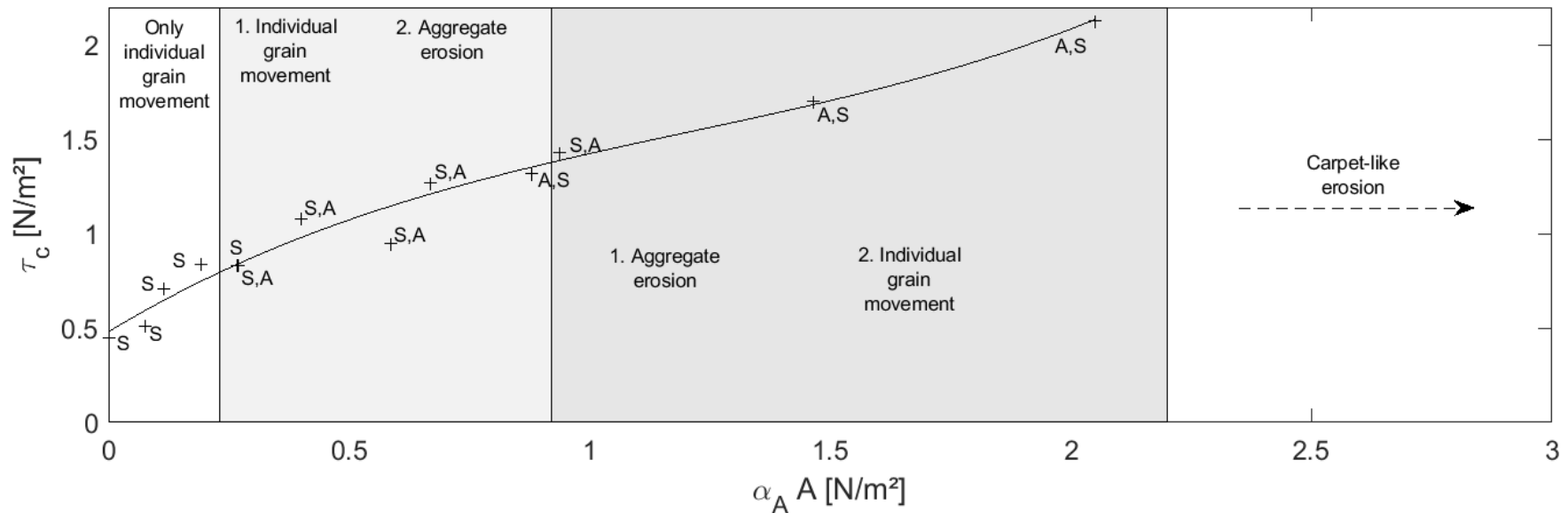
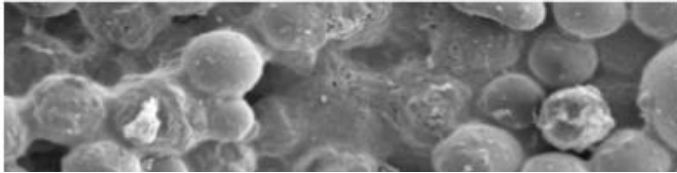


Erosionsmessungen am künstlichen Biofilm





Lubarsky et al., 2010



Biofilme haben einen signifikanten Einfluss auf bestehende Öko- und Sedimentsystem. Denn....

- Biofilme sind allgegenwärtig und führen vor allem bei feinem Sediment zu deutlich erhöhter Stabilität.
- Biofilme sind die ersten und wahrscheinlich schnellsten Sedimentstabilisierer und Ökosystem Ingenieure. Damit beeinflussen den Aufwuchs nachfolgender Vegetation.
- Das Stabilisierungspotenzial von Biofilmen hängt von den Umweltbedingungen ab unter denen sie aufgewachsen sind und wird sich im Zuge des Klimawandels verändern.
- Um den Einfluss all dieser Aspekte auf den Küstenschutz zu verstehen bedarf es neuer Methoden und Modelle, welche momentan Gegenstand der Forschung sind

Sedimentstabilisierung und Ecosystem Engineering durch Biofilme

Moritz Thom, Forschungszentrum Küste (FZK)

Homepage: www.fzk.uni-hannover.de
E-mail: thom@fzk.uni-hannover.de

APPENDIX

