

GASBILDUNG DURCH BAGGERGUT: EINFLUSS DER ABIOTISCHEN SEDIMENT-EIGENSCHAFTEN

Julia Gebert

Delft University of Technology

Alexander Gröngröft

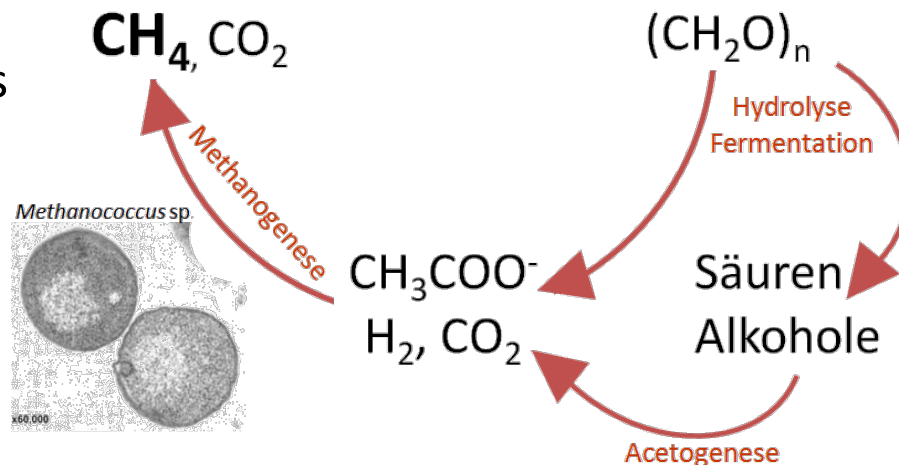
Christian Knoblauch

Universität Hamburg



Hintergrund

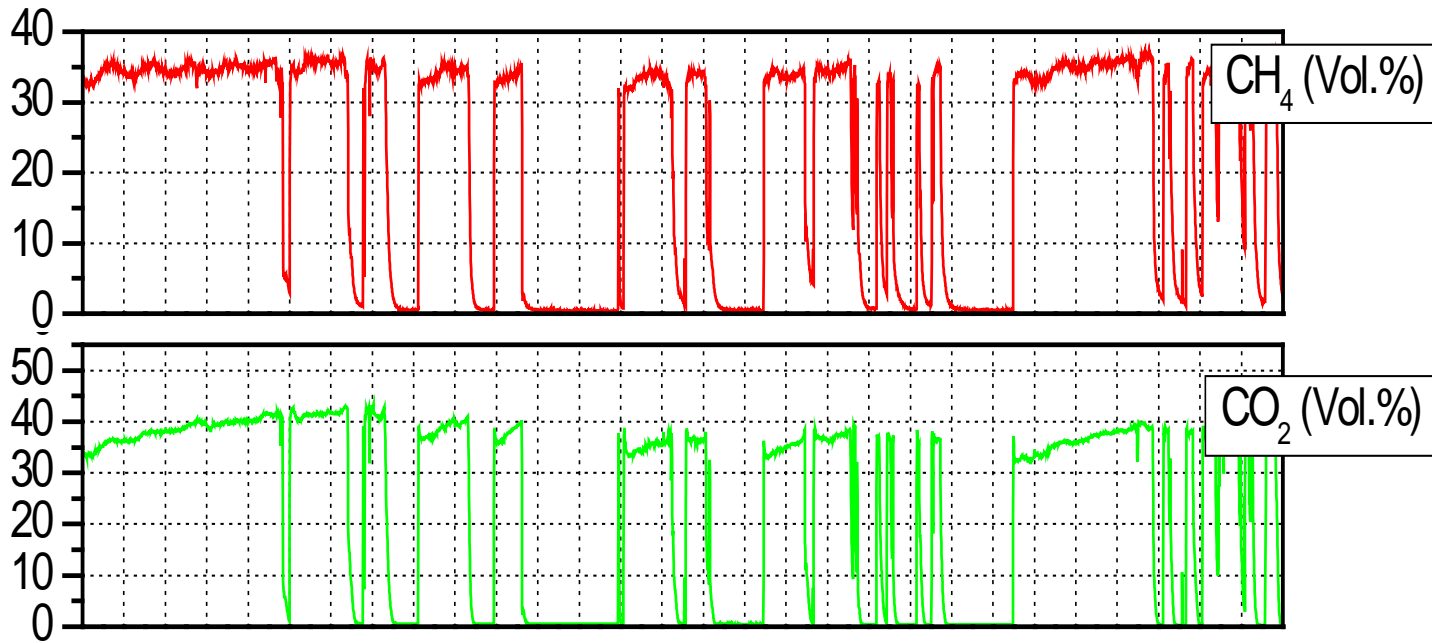
- Anaerober mikrobieller Umsatz organischer Substanz in Sedimenten führt zur Bildung von Gas
- **Effekte im Wasser:** Verminderung von Dichte, Viskosität, Festigkeit, Verzögerung Konsolidierung (→ Verteuerung von Baggermaßnahmen), Erhöhung der Erosionsanfälligkeit, Störung der Echolotung
- **Effekte an Land:** Fassung + Behandlung von Deponiegas erforderlich, Setzung, Entweichen explosiver Gemische
- Freisetzung Treibhausgas Methan





Konsolidiertes Sediment mit durch Gasblasen bedingten Aushöhlungen

Deponiegas aus Baggergut

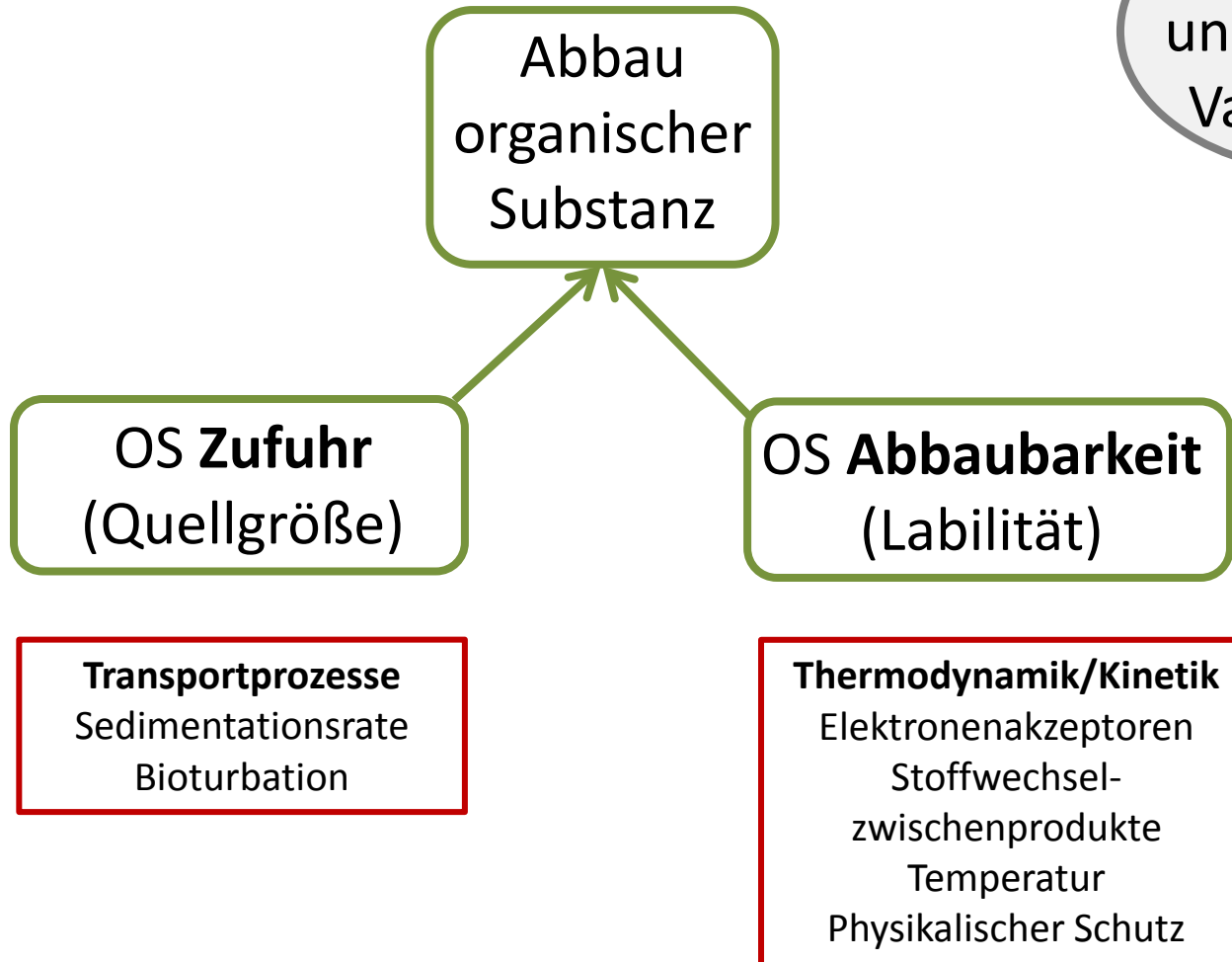


Behandlungs-
bedürftige
Konzentrationen
und Flüsse



Steuerungsfaktoren

Räumliche
und zeitliche
Variabilität

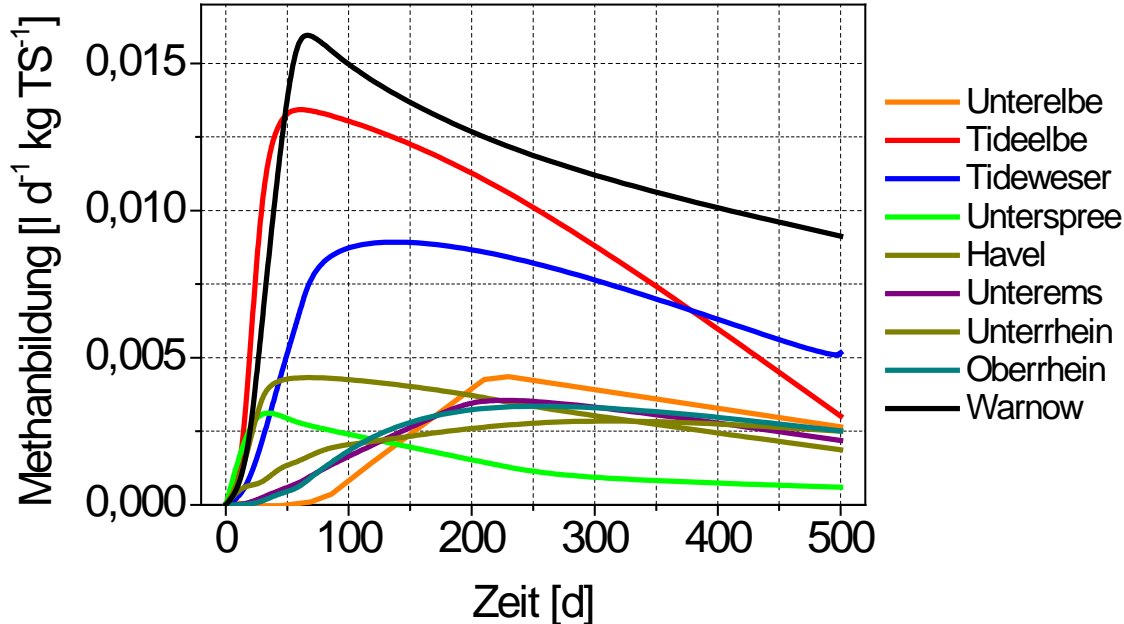


Ziele

- 1) Mit welcher Größenordnung der Bildung von Deponiegas muss in Baggergutmonodeponien gerechnet werden? (Konkret: Deponie Feldhofe)
 - Planung von Gasbehandlungsmaßnahmen
- 2) Welche Parameter steuern den Abbau organischer Substanz in Baggergut/Sedimenten?
 - Verbessertes Sedimentmanagement und Vorhersage der Auswirkungen vom Umgang mit Sedimenten im Wasser
 - Verbesserte Planungsgrundlage für die Verwertung an Land

Frühere Untersuchungen an frischem Sediment

Sediment (BfG-Bericht 1375)



Methanbildung Funktion des Gehaltes leicht mineralisierbarer organischer Substanz
→ zu finden in der leichten Dichtefraktion < 1.4 g cm⁻³ (kein physikalischer Schutz)

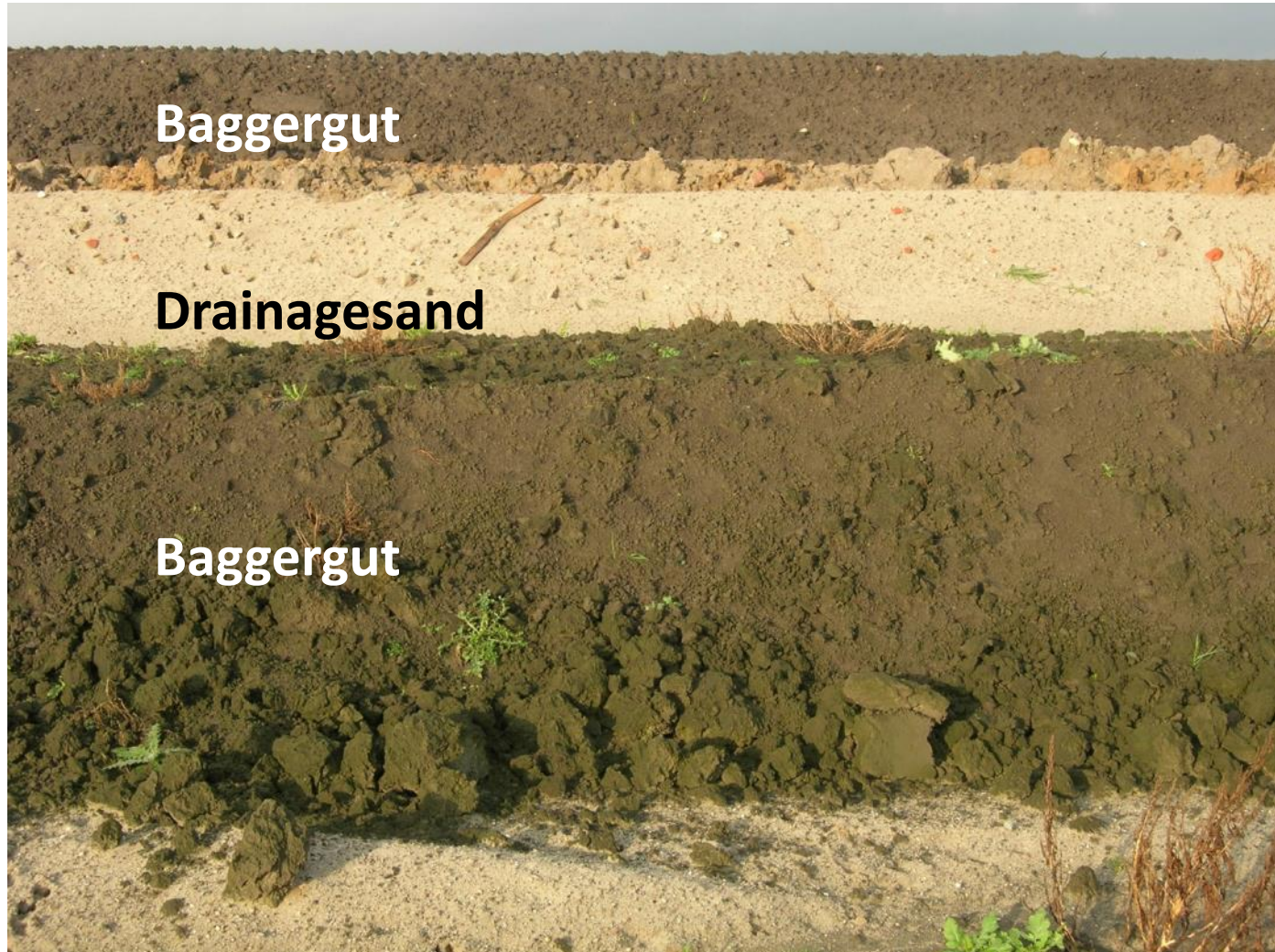
Anteil leicht mineralisierbarer organischer Substanz und damit Gasbildung ließ sich aus **TN** abschätzen

Situation in älterem, behandeltem und deponiertem Material?

Deponie Feldhove



Ablagerung als Schlick-Sand-Sandwich

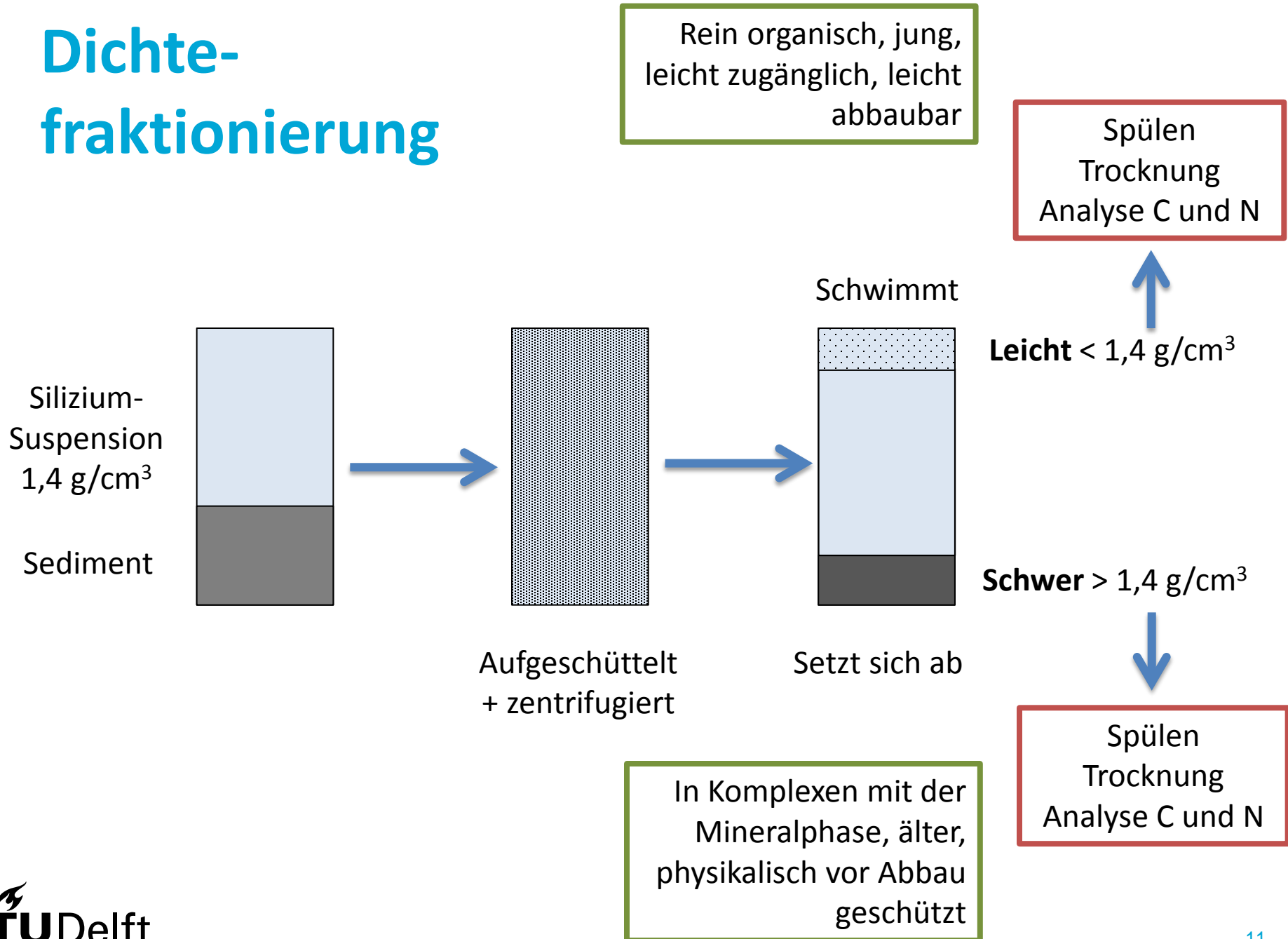


Probenahme & Methode

- Mischprobe aus Baggergutlagen bekannten Alters, direkt von der Bohrschnecke entnommen
- Gasdichte Flaschen
- Anaerobisierung mit N_2
- **Kein Inokulum**
- 36 °C, 757 Tage
- Analyse Flaschengasraum bzgl. CH_4 , CO_2 und Druck
- Standardfeststoffanalysen
- Dichtefraktionierung



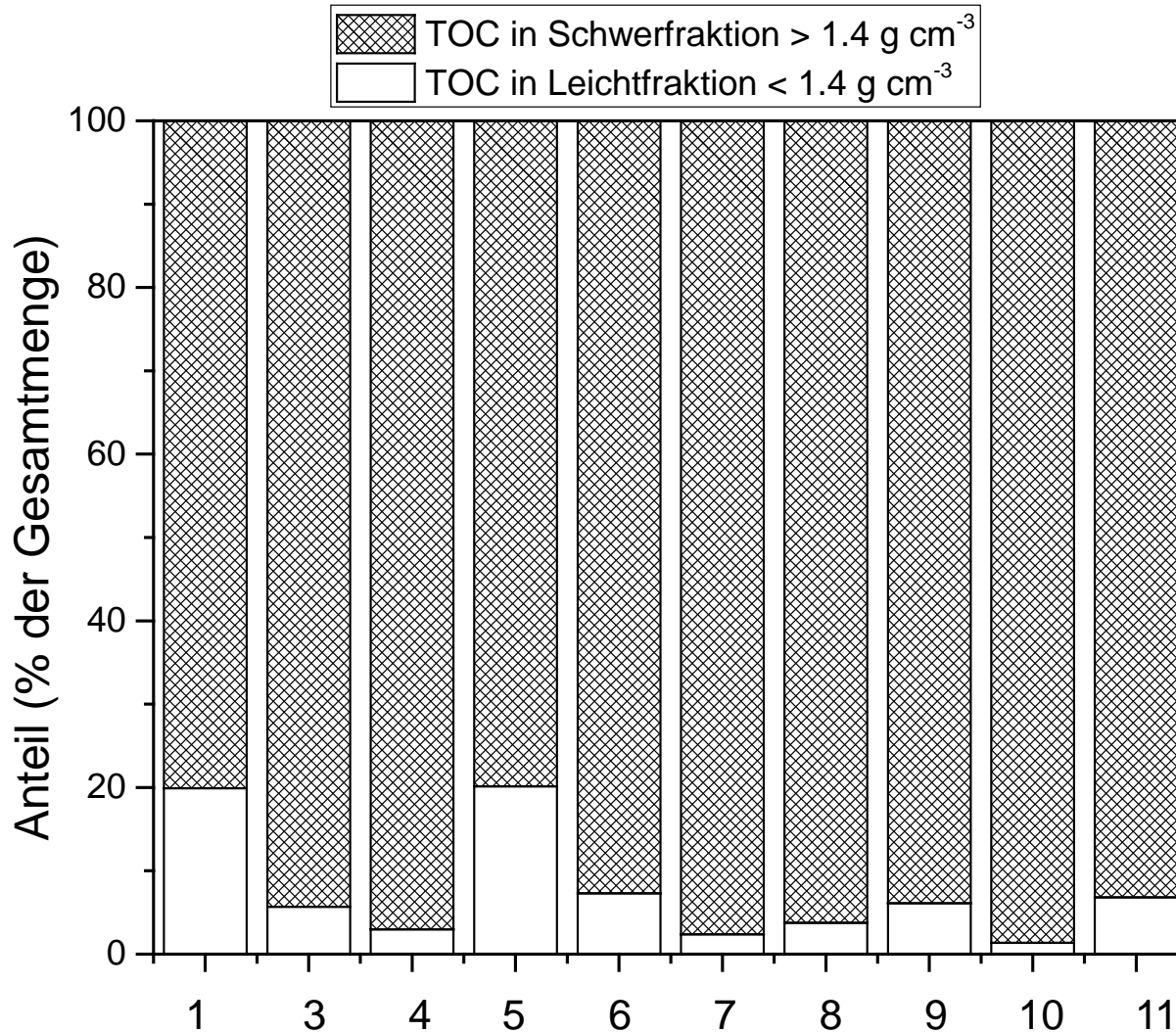
Dichte- fraktionierung



Eigenschaften Baggergut: sehr heterogen!

Nr.	Tiefe (m)	Sand (%)	Schluff (%)	Ton (%)	TOC (%)	TN (%)	TOC/TN (%/%)	WC (% TG)	pH	AT ₄ (mg O ₂ g _{DW} ⁻¹)
1	1.4-2.8	31.5	60.5	8.0	3.51	0.37	9.5	50.4	7.4	1.1
2	4.3-4.6	56.1	27.1	16.8	2.11	0.21	10.1	32.7	7.3	0.2
3	5.4-6.8	46.5	42.8	10.7	2.66	0.28	9.5	41.0	7.5	0.9
4	7.1-7.9	50.2	30.4	19.4	2.49	0.22	11.3	29.7	7.3	0.6
5	7.9-8.8	48.2	24.5	27.3	2.95	0.26	11.4	36.3	7.2	1.0
6	9.2-10.4	37.1	37.2	25.8	3.92	0.39	10.1	50.4	7.4	1.6
7	10.8-11.3	30.5	49.9	19.6	3.83	0.40	9.6	51.8	7.5	1.3
8	11.6-12.6	37.9	35.9	26.2	3.44	0.35	9.8	45.7	7.5	1.1
9	12.9-14.5	78.2	13.3	8.6	1.35	0.13	10.4	23.2	7.8	0.4
10	15.0-15.9	83.3	9.9	6.8	1.42	0.12	11.8	13.4	7.9	0.1
11	17.1-17.8	63.6	18.1	18.4	3.09	0.25	12.4	30.7	7.5	0.8

Verteilung von TOC auf Dichtefractionen

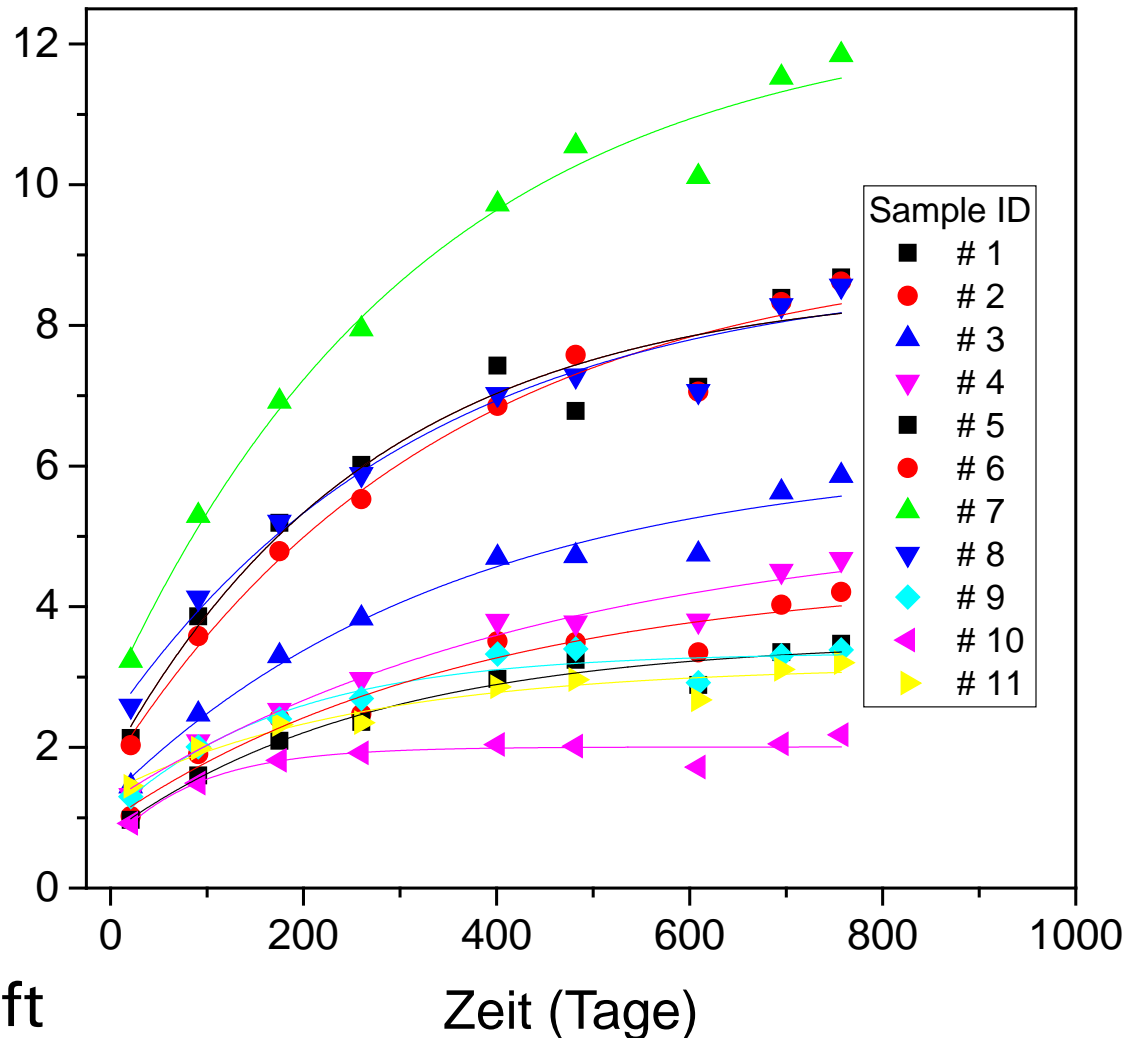


Überwiegender Anteil in **schwer zugänglicher Fraktion** (noch mehr bei TN)

Anteil leichter TOC variiert stark

Gasbildung über die Zeit

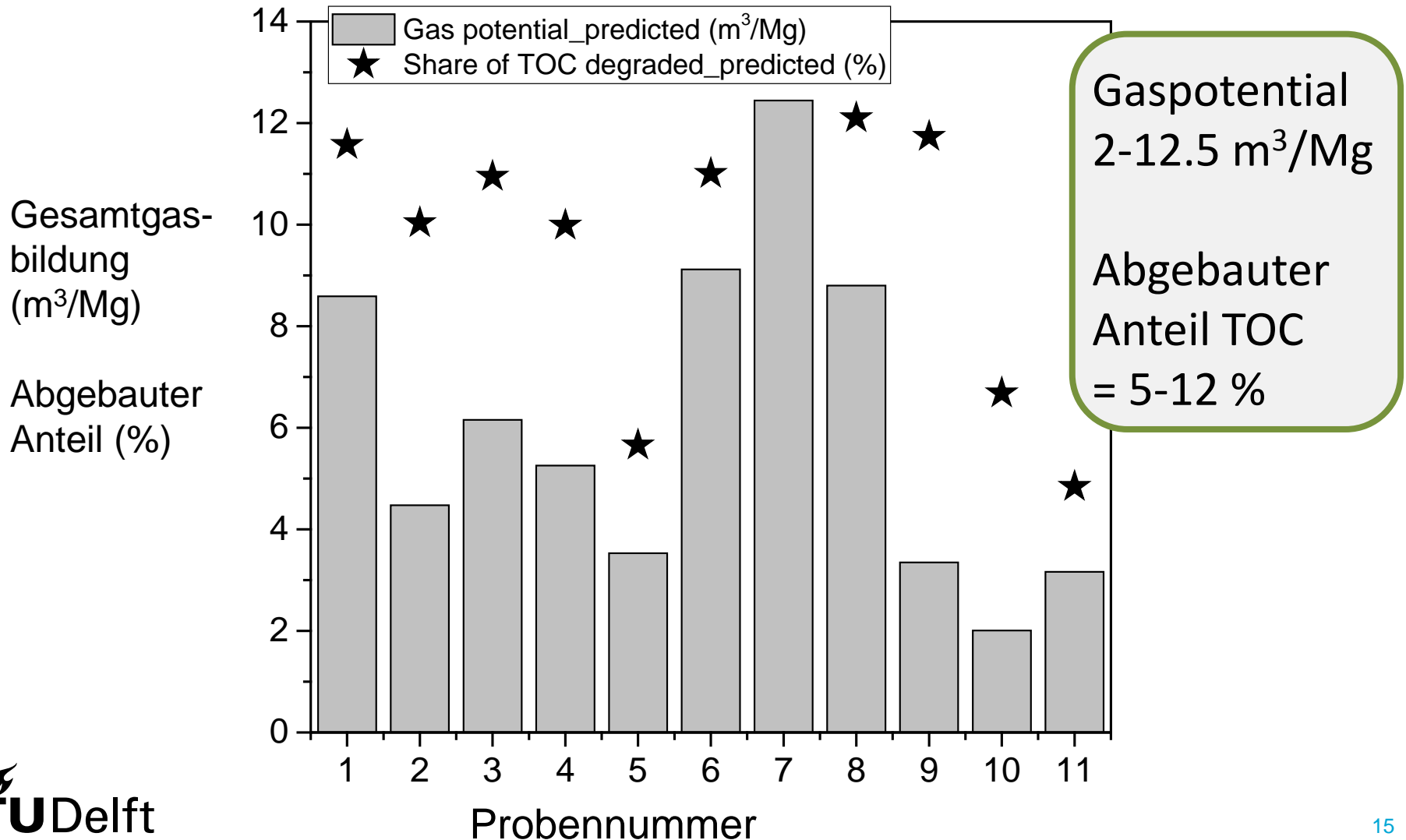
Gesamtgasbildung (m^3/Mg)



Gasbildung nimmt über die Zeit nichtlinear ab

Finaler Wert variiert um den Faktor 6 zwischen Proben

Gesamtgasbildung und abgebauter Anteil



Rolle der Baggerguteigenschaften



Korrelationsanalysen Signifikanzniveau $p < 0,01$

	Ton (%)	Schluff (%)	fU (%)	mU (%)	gU (%)	Sand (%)	pH	Cges (%)	Canorg (%)	Corg (%)	N (%)	C/N	WG TG (%)	WG FG (%)	$\mu\text{g CH}_4\text{-C gTG-1}$	$\mu\text{g CO}_2\text{-C gTG-1}$	$\mu\text{g C gTG-1}$	C abgebaut %	l/kg	Age	AT4
Ton (%)	1,00	0,09	-0,09	0,19	0,20	-0,53	-0,68	0,48	-0,22	0,63	0,51	0,09	0,44	0,47	0,16	0,23	0,22	-0,26	0,22	-0,04	0,56
Schluff (%)	0,09	1,00	0,94	0,96	0,95	-0,90	-0,31	0,84	0,82	0,73	0,85	-0,75	0,89	0,88	0,80	0,84	0,86	0,59	0,86	-0,67	0,69
fU (%)	-0,09	0,94	1,00	0,86	0,81	-0,76	-0,24	0,71	0,73	0,61	0,71	-0,64	0,75	0,73	0,68	0,70	0,72	0,49	0,72	-0,63	0,56
mU (%)	0,19	0,96	0,86	1,00	0,90	-0,91	-0,38	0,86	0,77	0,77	0,86	-0,66	0,89	0,88	0,80	0,82	0,84	0,52	0,84	-0,64	0,73
gU (%)	0,20	0,95	0,81	0,90	1,00	-0,90	-0,28	0,84	0,87	0,71	0,85	-0,85	0,92	0,91	0,83	0,90	0,91	0,69	0,91	-0,64	0,71
Sand (%)	-0,53	-0,90	-0,76	-0,91	-0,90	1,00	0,57	-0,93	-0,61	-0,90	-0,95	0,60	-0,96	-0,96	-0,76	-0,82	-0,83	-0,39	-0,83	0,59	-0,84
pH	-0,68	-0,31	-0,24	-0,38	-0,28	0,57	1,00	-0,40	0,12	-0,51	-0,41	-0,01	-0,41	-0,46	-0,07	-0,05	-0,07	0,35	-0,07	0,55	-0,36
Cges (%)	0,48	0,84	0,71	0,86	0,84	-0,93	-0,40	1,00	0,63	0,97	1,00	-0,50	0,96	0,95	0,82	0,84	0,87	0,35	0,87	-0,35	0,90
Canorg (%)	-0,22	0,82	0,73	0,77	0,87	-0,61	0,12	0,63	1,00	0,43	0,62	-0,90	0,74	0,71	0,79	0,78	0,81	0,84	0,81	-0,50	0,52
Corg (%)	0,63	0,73	0,61	0,77	0,71	-0,90	-0,51	0,97	0,43	1,00	0,97	-0,31	0,90	0,89	0,72	0,74	0,76	0,16	0,76	-0,26	0,89
N (%)	0,51	0,85	0,71	0,86	0,85	-0,95	-0,41	1,00	0,62	0,97	1,00	-0,53	0,97	0,95	0,83	0,86	0,88	0,38	0,88	-0,37	0,90
C/N	0,09	-0,75	-0,64	-0,66	-0,85	0,60	-0,01	-0,50	-0,90	-0,31	-0,53	1,00	-0,68	-0,67	-0,67	-0,73	-0,74	-0,86	-0,74	0,61	-0,46
WG TG (%)	0,44	0,89	0,75	0,89	0,92	-0,96	-0,41	0,96	0,74	0,90	0,97	-0,68	1,00	1,00	0,84	0,86	0,89	0,49	0,89	-0,49	0,89
WG FG (%)	0,47	0,88	0,73	0,88	0,91	-0,96	-0,46	0,95	0,71	0,89	0,95	-0,67	1,00	1,00	0,80	0,83	0,86	0,46	0,86	-0,52	0,89
$\mu\text{g CH}_4\text{-C gTG-1}$	0,16	0,80	0,68	0,80	0,83	-0,76	-0,07	0,82	0,79	0,72	0,83	-0,67	0,84	0,80	1,00	0,86	0,94	0,69	0,94	-0,30	0,77
$\mu\text{g CO}_2\text{-C gTG-1}$	0,23	0,84	0,70	0,82	0,90	-0,87	-0,05	0,84	0,78	0,74	0,86	-0,73	0,86	0,83	0,86	1,00	0,98	0,74	0,98	-0,30	0,71
$\mu\text{g C gTG-1}$	0,22	0,86	0,72	0,84	0,91	-0,83	-0,07	0,87	0,81	0,76	0,88	-0,74	0,89	0,86	0,94	0,98	1,00	0,75	1,00	-0,32	0,76
Anteil C abgebaut %	-0,26	0,59	0,49	0,52	0,69	-0,39	0,35	0,35	0,84	0,16	0,38	-0,86	0,49	0,46	0,69	0,74	0,75	1,00	0,75	-0,28	0,32
l/kg	0,22	0,86	0,72	0,84	0,91	-0,83	-0,07	0,87	0,81	0,76	0,88	-0,74	0,89	0,86	0,94	0,98	1,00	0,75	1,00	-0,32	0,76
Age	-0,04	-0,67	-0,63	-0,64	-0,64	0,59	0,55	-0,35	-0,50	-0,26	-0,37	0,61	-0,49	-0,52	-0,30	-0,30	-0,32	-0,28	-0,32	1,00	-0,25
AT4	0,56	0,69	0,56	0,73	0,71	-0,84	-0,35	0,90	0,52	0,89	0,90	-0,45	0,89	0,89	0,77	0,71	0,76	0,32	0,76	-0,25	1,00

Gaspotential
korreliert stark
mit Schluffgehalt
 $r = 0.91$

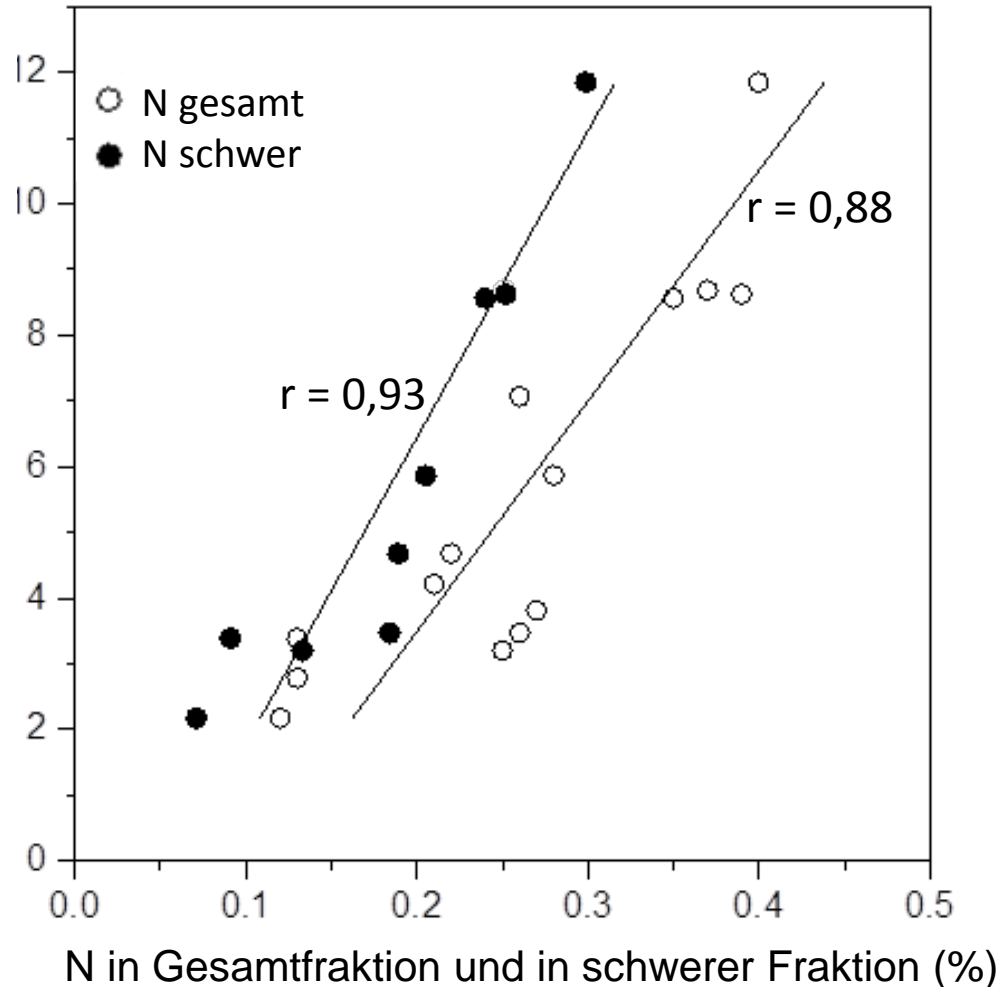
TN korreliert stark
mit Schluffgehalt
 $r = 0.85$

Gaspotential
korreliert stärker
mit TN als mit
TOC

Anteil abgebauter
TOC stark korreliert
negativ mit TOC/TN
 $r = -0.86$

Gasbildung und N in Dichtefractionen

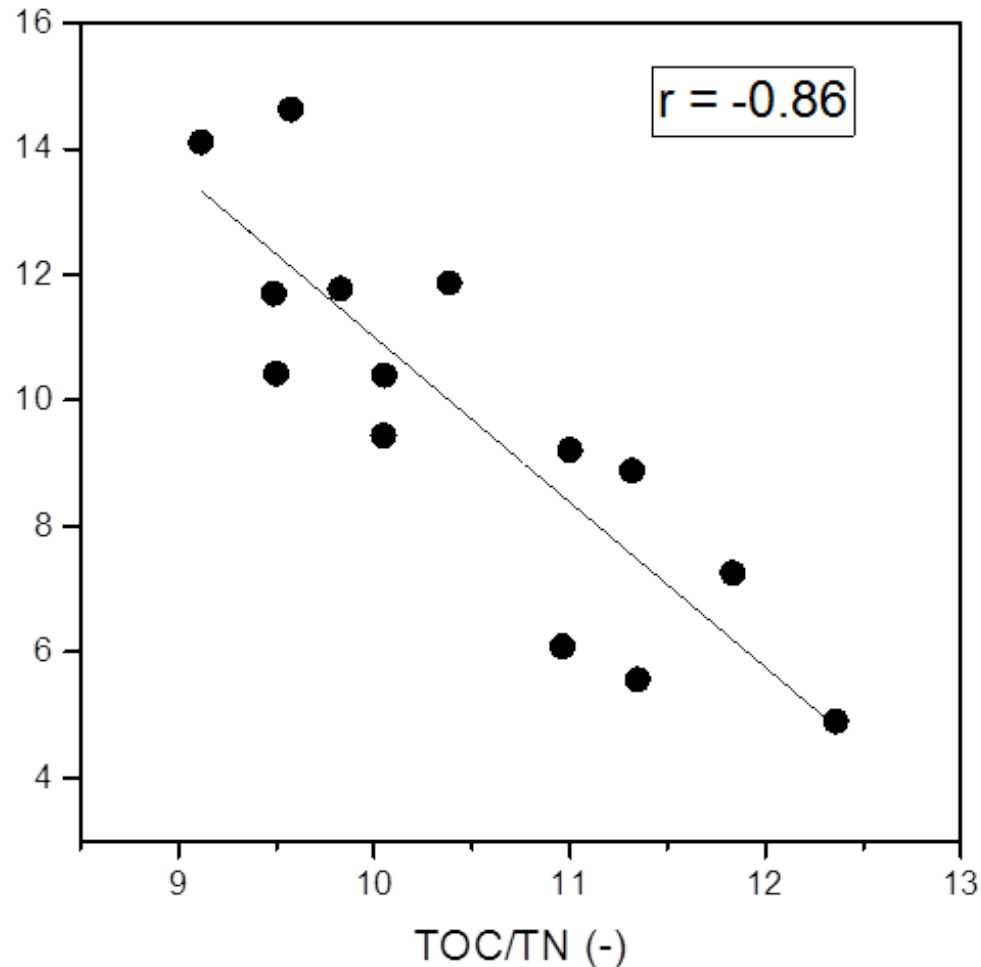
Gesamtgasbildung (m^3/Mg)



Korrelation
zwischen
Gasbildung und
schwerem N
stärker als für
Gesamtfraction

Abbaubarer Anteil und TOC/TN

TOC abgebaut (%)



Je höher die
Konzentration an N
pro Einheit C, desto
höher der abbaubare
Anteil

$C/N_{BG} > C/N_{Biota}$

Schlussfolgerungen

- 1) Verfügbarer N ist wesentlicher, die Gasbildung und den abbaubaren Anteil beeinflussender Parameter
 - Prozess scheint durch den N-Gradienten zwischen Baggergut und Biota gesteuert
- 2) In vorbehandelten oder älteren Sedimenten und unter abgeschlossenen Bedingungen (größere Tiefe, subaquat. Depot, Deponie) liegt der größte Anteil des verfügbaren C und N in der schweren Fraktion (organo-mineralische Komplexe) vor
- 3) Eingangsdaten für die Dimensionierung von Gasbehandlungssystemen auf Deponien vorhanden



$$L_0 = 1.8 * 10^7 \text{ m}^3$$

Veränderung der organischen Substanz

Schwebstoff
Fluid Mud



Frisches
Sediment



Konsolidiertes
Sediment



Behandeltes
Baggergut



Labiler Pool

TOC und TN
dominiert durch
Leichtfraktion

TOC und TN
dominiert durch
Schwerfraktion

Stabiler Pool

Ausblick: Projekt BIOMUD



- 1) Zusammenhang zwischen den physikochemischen Eigenschaften der organischen Substanz und ihrer Abbaubarkeit
- 2) Auswirkung der Labilität organischer Substanz auf Flockenbildung, Sedimentation und Konsolidierung von Schwebstoff und Sediment
→ Im Hamburger Hafen für das Projekt "Nautische Tiefe"

Vortrag Nino Ohle: Das Projekt "Nautische Tiefe" im Hafen Hamburg

Poster Florian Zander: Turnover of Organic Matter in Ports and Waterways: Project BIOMUD



