

Versauerungspotential des Kleis auf dem Elsflether Sand

Januar 2020

Auftraggeber:

Grundbaulabor Bremen
Ingenieurgesellschaft f. Geotechnik mbH
Kleiner Ort 2
28357 Bremen

Dr. Pirwitz Umweltberatung



Büro Oyten

Clüverdamm 54 * 28 876 Oyten
Tel.: 04207 - 33 41 * Fax 04207 - 33 42

Büro Bremen

Hastedter Heerstraße 76 * 28 207 Bremen
Tel.: 0421 - 43 41 556 * Fax: 0421 - 43 41 557



0.1	Inhaltsverzeichnis	Seite
1.	Vorgang und Aufgabenstellung	1
2.	Durchgeführte Untersuchungen	1
3.	Befund und Bewertung	2

0.2 Anlagenverzeichnis

**Anlage 1.1: Lageplan der Sondierungen zu Flächen sulfatsaurer Böden
Tiefe 0-2,0 m nach NIBIS Kartenserver**

**Anlage 1.2: Lageplan der Sondierungen zu Flächen sulfatsaurer Böden
Tiefe > 2,0 m nach NIBIS Kartenserver**

**Anlage 2: Lage der Rammkernsondierungen und des Verdachtsbereiches
„Sulfatsaure Böde“ Tiefe > 2,0 m**

Anlage 3: Bohrprofile und Angabe des analysierten Tiefenabschnittes

Anlage 4: Ergebnisse Salzsäuretest

Anlage 5: Analysenbericht Eurofins



1. Vorgang und Aufgabenstellung

Auf dem Elsflether Sand sind großflächige Renaturierungsmaßnahmen in Planung. Es ist vorgesehen, durch großflächigen Bodenabtrag naturnahe Wasserflächen zu schaffen. Der Bodenaushub soll nach ersten Planungen als Deichbaumaterial auf dem Elsflether Sand eingesetzt werden.

Im Zuge dieser Planungen wurde bereits ein Raster aus 89 Rammkernsondierungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse durch die Grundbaulabor Bremen über den Planbereich gelegt (Bohrraster s. Anlage 2)

Die Dr. Pirwitz Umweltberatung wurde vom Grundbaulabor Bremen beauftragt an 5 stichpunktartig ausgewählten Proben zu prüfen, ob bei Erdarbeiten im Plangebiet mit sulfatsaurem Bodenaushub zu rechnen ist.

Nach Ausweisungen von Gebieten mit „Sulfatsauren Böden in Niedersächsischen Küstengebieten“ der LBEG (NIBIS Kartenserver) ist nur auf einer kleineren Teilfläche im Zentralbereich und am Nordrand des Plangebietes und nur in einer Tiefe von > 2,0 m mit sulfatsauren Böden zu rechnen (s. Anlagen 1.1 und 1.2). Für die weiteren Planungen der Renaturierungsmaßnahmen sollte eine stichpunktartige Bodenuntersuchung entsprechend den Vorgaben der „Geofakten 24“ des LBEG 2010 vorgenommen werden.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Die Sondierarbeiten auf dem Elsflether Sand wurden vom Grundbaulabor Bremen durchgeführt. Die chemischen Untersuchungen zur Ermittlung des Versauerungspotentials erfolgte durch das Labor eurofins, Oldenburg.

Aus dem Bohrgut der 89 Rammkernsondierungen wurden 5 Einzelproben aus dem Tiefenabschnitt zwischen 1,0 und 2,0 m für die Bestimmung des Versauerungspotentials ausgewählt. Dieser Tiefenabschnitt liegt unterhalb des bereits oxidierten, braungefärbten oberen Bodenhorizontes, in dem die Sulfatfreisetzung meist schon abgeklungen ist (s. Bohrprofile der Anlage 3). Zudem war zu vermuten, dass bei den zukünftige Aushubarbeiten nur untergeordnet Böden aus größerer Tiefe anfallen werden.



Die 5 ausgewählten Proben wurden aus Horizonten entnommen, die wegen hoher Organikanteile oder humosen Über- oder Unterlagerungen, geringer Kalkgehalte und deutlicher H₂S-Entwicklung im Salzsäuretest mit erhöhter Wahrscheinlichkeit zur Versauerung neigen (s. Anlage 4). Die auf ihr Versauerungspotential hin untersuchten Proben konzentrieren sich auf den nördlichen Teil des Betrachtungsgebietes, da hier vom LBEG Bereiche mit sulfatsauren Böden im Tiefenbereich > 2,0 m ausgewiesen sind.

Bodenversauerungen können sich auf sehr lokale Bodenhorizonte konzentrieren. Durch Untersuchungen des Versauerungspotentials in benachbarten Bohrungen waren flächigere Erkenntnisse zur Versauerungsproblematik zu erwarten.

Die Ergebnisse der durch „eurofins“ gemäß Handlungsempfehlung Geofakten 24 und 25 durchgeführten Laboranalytik sind im Laborbericht in Anlage 5 wiedergegeben.

3. Befund und Bewertung

Von den 5 aus dem Tiefenbereich < 2,0 m entnommenen Kleiprobe liegen in 4 Proben die Säureneutralisationskapazitäten unterhalb des Säurebildungspotentials (s. Analysen der Anlage 5). Die Netto-Säureneutralisationskapazität (**SNK_N**) liegt damit im negativen Bereich. Im Bodenaushub kann somit bei Luftzutritt mehr schwefelige Säure gebildet werden, als durch den Kalkgehalt neutralisiert werden kann. Die SNK_n ist jedoch gering. In diesen analysierten Kleihorizonten ist jedoch mit einem **Versauerungspotential** zu rechnen, das bei der Verbringung des Bodenmaterials zu berücksichtigen ist.

Nur in der Probe aus der Sondierung BS 42, Tiefe 0,88-1,5 m wurde ein SNK_N mit positivem Vorzeichen ermittelt. Der Bohransatzpunkt liegt zwar morphologisch deutlich höher als der der 4 übrigen Beprobungspunkte. Der beprobte Bodenhorizont der BS 42 liegt aber wie die übrigen Probeentnahmen in der wassergesättigten Zone und lässt durch die schwarze Verfärbung wie die übrigen Proben eine geringe Oxidation dieses oberflächennahen Bodenhorizontes erkennen.

Der Wert für chromreduzierenden Schwefel (CRS) liegt in den 4 Proben mit negativem SNK_N über 1 g/kg TS, was gem. Handlungsempfehlung zusätzlich auf das Vorliegen von potentiell sulfatsauren Böden hinweist.



Zumindest für die Bodenschichten aus $> 1,0$ m Tiefe ist ein Bodenmanagement vorzunehmen, dass den Luftsauerstoffzutritt zu den bisher im anaeroben Untergrund stabilen Schwefelverbindungen minimiert und damit die Gefahr der Oxidation zu Sulfat mit entsprechender Bodenversauerung mindert. Wuchsschädigungen des Bodens durch die pH-Wertverschiebung in den Bereich $< \text{pH } 4$ und Freisetzung von Metallen aus dem Bodenkörper in aquatische Ökosysteme sind zu verhindern.

Eine Verwertung des Bodenaushubs als Deichbaumaterial erscheint nach derzeitigem Kenntnisstand als günstige Variante, da die kompakte Lagerung des wassergeringleitenden Kleibodens nur sehr geringe Oxidationsraten der sulfidischen Verbindungen erwarten lässt. Durch die Verwertung des Kleimaterials auf Flächen mit gleichen chemischen Bodenverhältnissen ist keine Verschlechterung der Bodenverhältnisse zu erwarten, da Sulfat angereicherte eisenhaltige Sickerwässer bei der Versickerung in den anaeroben Untergrund wieder sulfidisch gebunden werden.

Sollte in den oberflächennahen Schichten des Deichkörpers eine zu starke Versauerung mit negativen ökologischen Begleiterscheinungen auftreten, kann eine Aufkalkung des Oberbodens des Deichkörpers zur pH-Wert-Neutralisierung vorgenommen werden. Vorschläge für den Umgang mit ausgehobenen potentiell sulfatsauren Sedimenten sind in der Publikation Geofakten 25 des LBEG zusammengestellt und bei den Baumaßnahmen zu beachten.

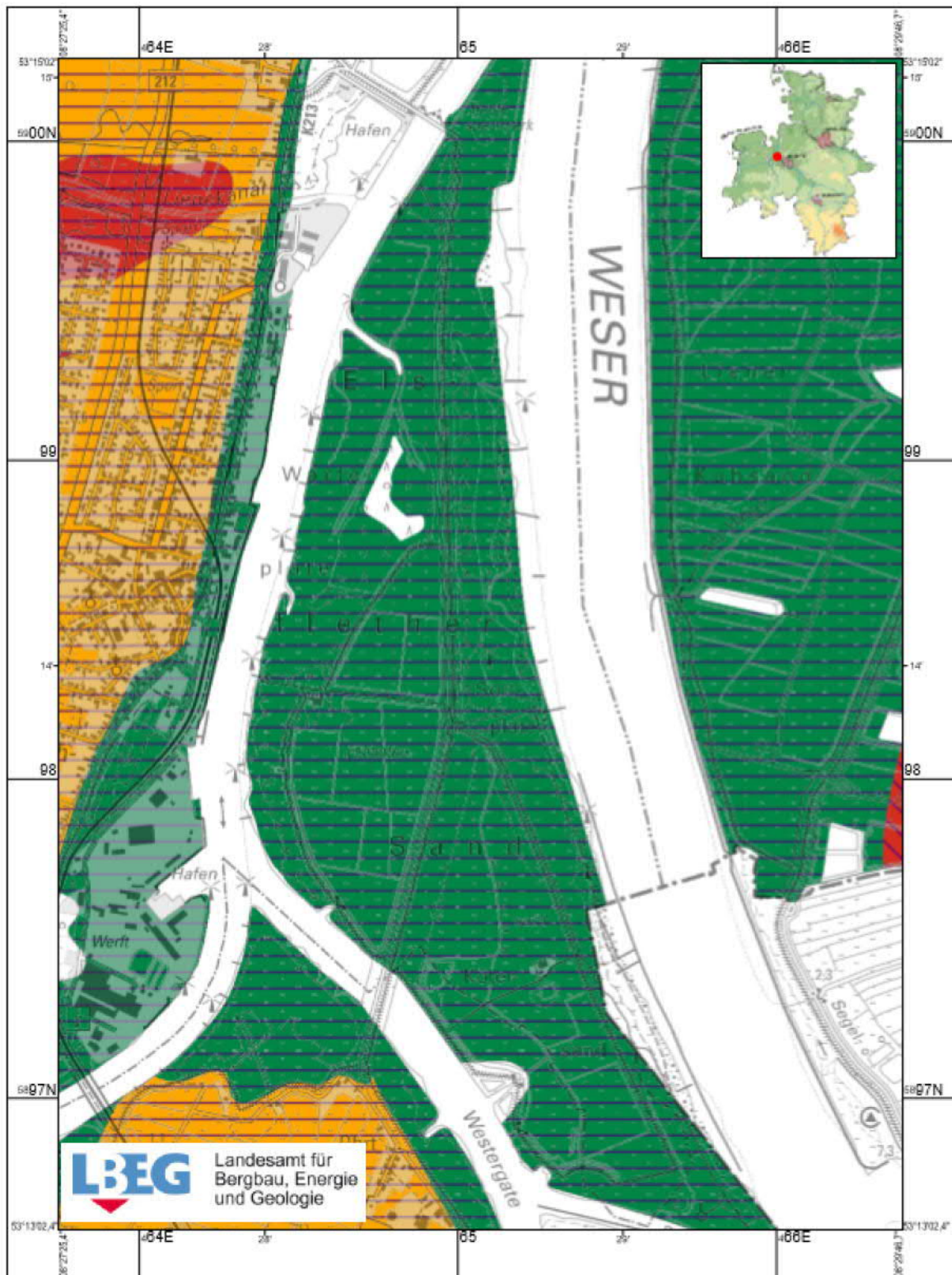
Das Aushubmaterial darf nicht im freien Bodenverkehr im Geltungsbereich der LAGA umgelagert werden. Schon aufgrund der erhöhten TOC-Werte ist ein Bodeneinbau in oder auf der durchwurzelbaren Bodenzone im Geltungsbereich des BBodSchG und dessen Verordnung vorzunehmen.

Es ist ein Bodenmanagementplan für die Erdarbeiten aufzustellen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Bremen, den 27.01.2020

Dr. Pirwitz Umweltberatung

Dipl. Geol. Dr. Kasimir Pirwitz



Legende: Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten (von 0 m bis 2 m Tiefe)

 schwefelarmes, verbreitet kalkhaltiges Material

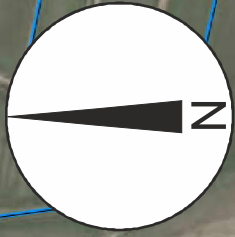
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014.



Legende: Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten (unterhalb von 2 m Tiefe)

- kalkhaltiges Material über potenziell sulfat saurem Material
- schwefelarmes, verbreitet kalkhaltiges Material



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014.



kalkhaltiges Material über
potenziell sulfat saurem Material



Legende:

-  Bohrpunkte *Grundbaulabor Bremen*
-  Bohrpunkte mit Analytik

Kartengrundlage: Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557



Projekt:

Renaturierung Elsflether Sand

Titel:

Lageplan Sondierungen

Auftraggeber:

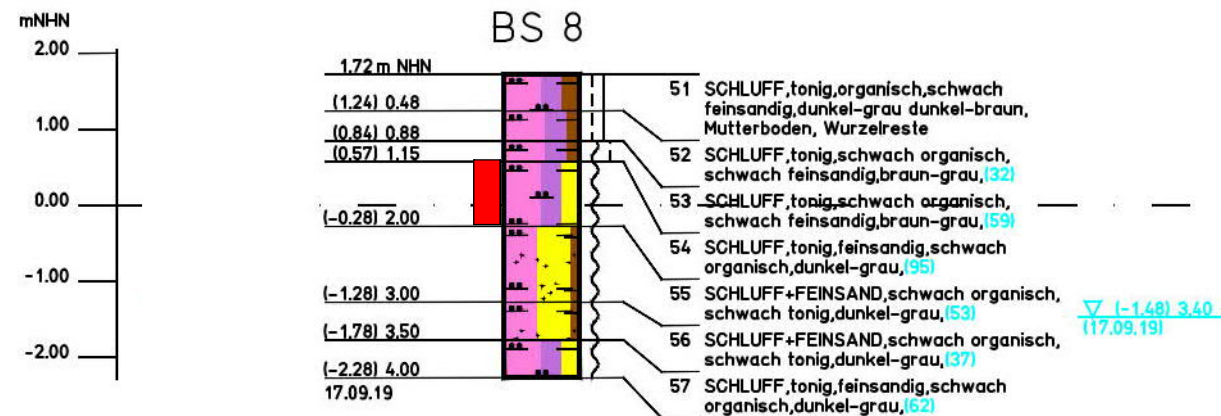
Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Bearbeiter:
PIR/Th

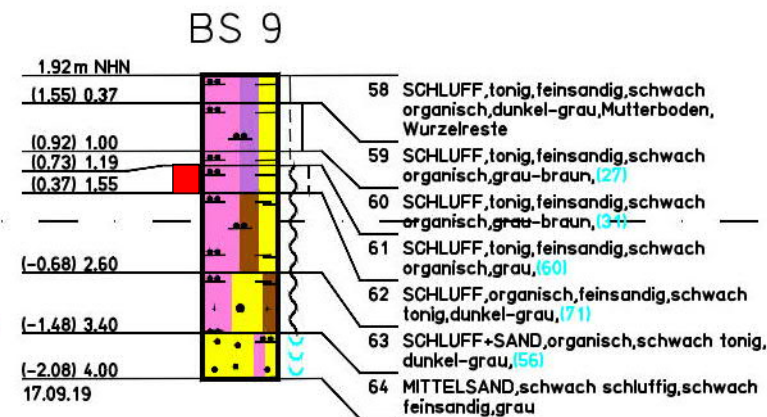
Datum:
27.01.2020

Maßstab:
ohne

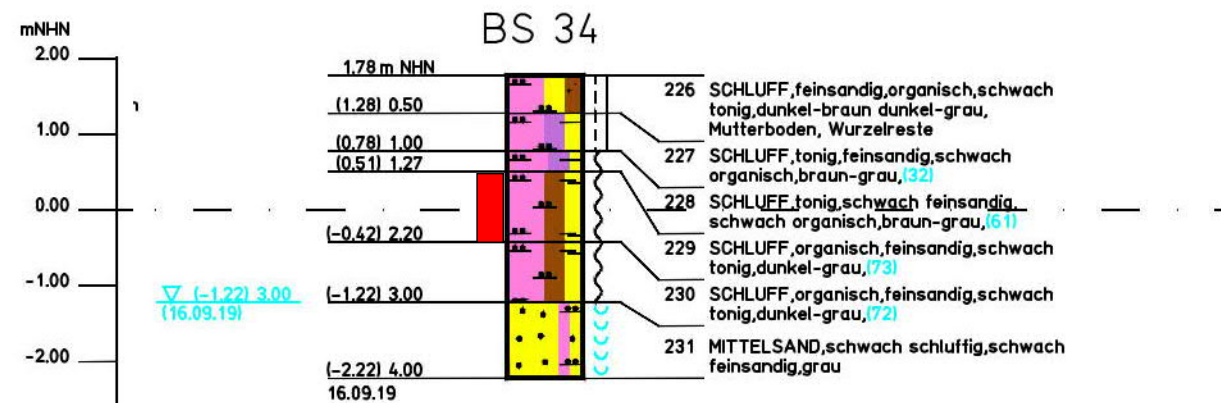
Anlage:
2.



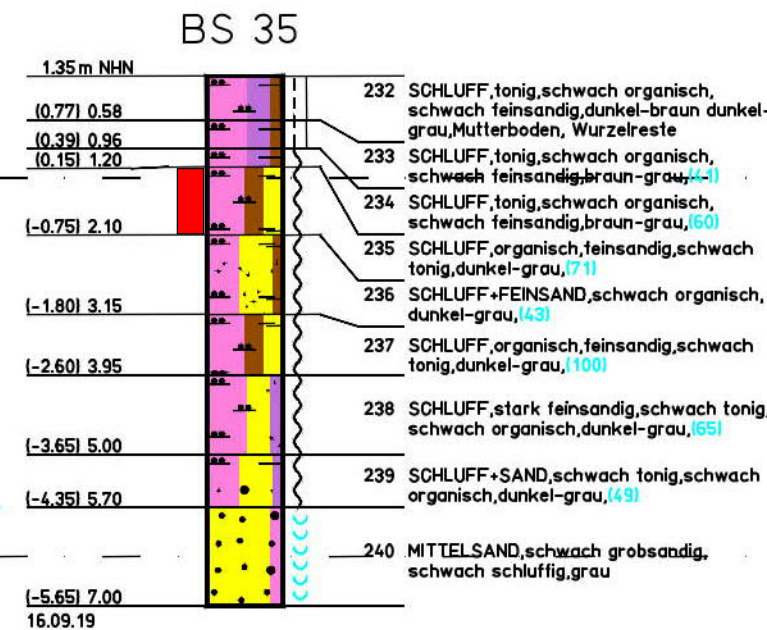
Kalkgehalt 1-5%
H₂S- Geruch
SNKN -6,15 mmol/kg



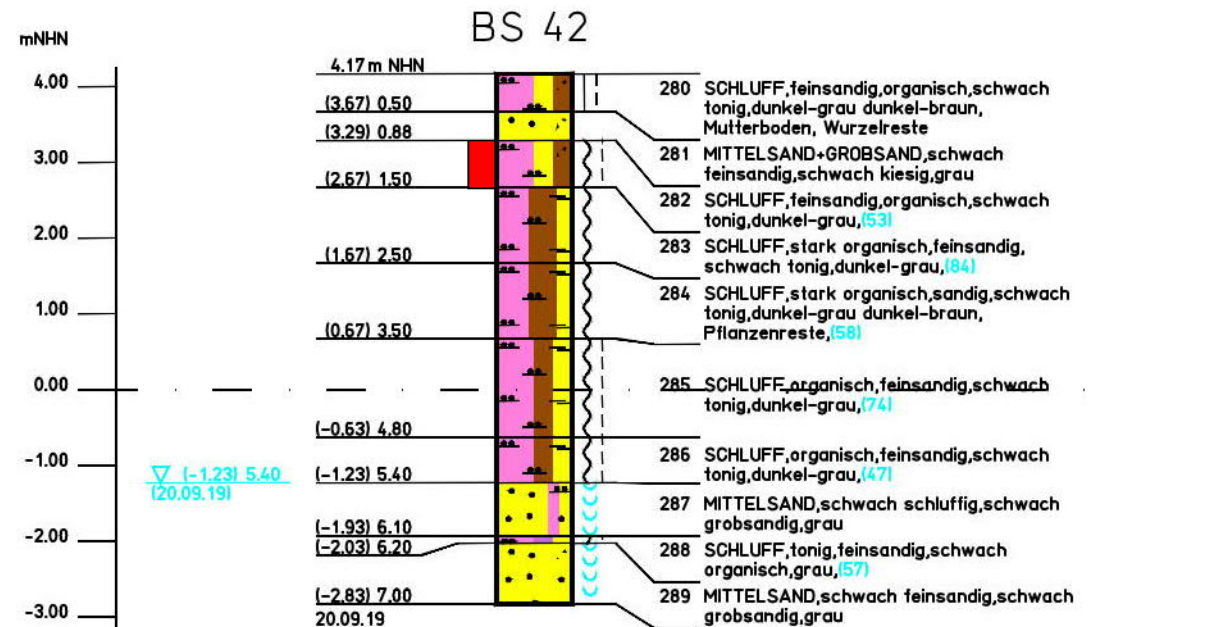
Kalkgehalt <1%
kein H₂S- Geruch
SNKN -27,5 mmol/kg



Kalkgehalt 1-5%
kein H₂S- Geruch
SNKN -95,0 mmol/kg



Kalkgehalt 1-5%
H₂S- Geruch
SNKN -15,0 mmol/kg



Kalkgehalt 1-5%
H₂S- Geruch
SNKN 338 mmol/kg

Kartengrundlage: Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557



Projekt:
Renaturierung Elsfl ether Sand

Titel:
Bohrprofile

Auftraggeber:
Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Bearbeiter: PIR/Th	Datum: 27.01.2020	Maßstab: 1 : 100	Anlage: 3.
-----------------------	----------------------	---------------------	---------------



Kalkgehaltsbestimmung nach
DIN EN ISO 14688-1

Kalkgehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 14688-1

Objektnr.:	1912564
Bauherr:	NLWKN Brake-Oldenburg
Bauvorhaben:	Renaturierung Elsfl ether Sand

BS- Nr.	Tiefe [m]	Farbe	Brausen			H ₂ S- Geruch
			< 1 %	1 - 5 %	> 5 %	
1	0,00 - 0,44	dunkelgrau-dunkelbraun		X		
1	0,44 - 0,90	grau-braun		X		
1	0,90 - 1,28	grau-braun		X		
1	1,28 - 2,10	dunkelgrau		X		X
2	1,05 - 1,35	grau-braun		X		
2	1,35 - 2,50	dunkelgrau		X		X
3	0,47 - 1,00	braun-grau		X		
3	1,25 - 2,10	dunkelgrau		X		
4	0,98 - 1,35	grau-braun		X		
4	1,35 - 2,0	dunkelgrau		X		
4	2,00 - 2,50	dunkelgrau		X		
5	1,12 - 1,80	grau		X		
5	1,80 - 2,90	dunkelgrau		X		
6	1,30 - 2,30	dunkelgrau		X		
7	1,27 - 2,10	dunkelgrau		X		X
8	1,15 - 2,00	dunkelgrau		X		X
9	1,19 - 1,55	grau	X			
9	1,55 - 2,60	dunkelgrau		X		
10	1,40 - 2,20	dunkelgrau		X		X
11	1,13 - 2,00	dunkelgrau		X		X
12	1,33 - 2,00	dunkelgrau		X		
13	0,80 - 1,15	braun-grau		X		
13	1,15 - 1,90	dunkel-grau-braun		X		
14	1,00 - 2,30	dunkel-grau		X		
15	1,65 - 2,80	dunkelgrau		X		X
16	1,15 - 1,75	dunkelgrau	X			
18	1,55 - 2,80	dunkelgrau		X		
19	1,80 - 3,00	dunkelgrau		X		
21	1,15 - 1,90	dunkelgrau		X		X
23	1,90 - 3,00	dunkelgrau		X		X

BS- Nr.	Tiefe [m]	Farbe	Brausen			H ₂ S- Geruch
			< 1 %	1 - 5 %	> 5 %	
24	1,90 - 2,40	dunkelgrau		X		X
25	1,23 - 2,10	dunkelgrau		X		
27	1,60 - 2,80	dunkelgrau		X		
29	0,92 - 2,00	dunkelgrau		X		X
30	1,25 - 2,00	dunkelgrau			X	X
31	1,45 - 2,30	dunkelgrau		X		
32	1,24 - 2,10	dunkelgrau			x	X
33	1,25 - 2,00	dunkelgrau			X	X
34	1,27 - 2,00	dunkelgrau		X		
35	1,20 - 2,10	dunkelgrau		X		X
36	1,25 - 2,00	dunkelgrau			X	X
37	1,10 - 2,00	dunkelgrau		X		
38	1,20 - 2,40	dunkelgrau		X		X
39	1,30 - 2,10	dunkelgrau		X		
40	1,90 - 2,85	grau	X			
41	1,40 - 2,50	dunkelgrau			X	X
42	0,88 - 1,50	dunkelgrau		X		X
43	1,30 - 2,00	dunkelgrau		X		
44	1,26 - 2,00	dunkelgrau		X		X
45	1,60 - 2,00	grau		X		
45	2,00 - 2,80	dunkelgrau		X		X
46	1,10 - 2,00	dunkelgrau		X		X
47	1,80 - 2,90	dunkelgrau		X		X
48	1,00 - 1,27	grau		X		
48	1,27 - 1,80	grau		X		
48	1,80 - 2,60	grau		X		X
48	2,60 - 2,80	dunkelgrau	X			X
49	1,20 - 2,20	dunkelgrau		X		X
50	1,70 - 2,80	grau	X			
51	0,60 - 1,25	dunkelgrau	X			
51	1,25 - 1,55	dunkelgrau	X			
52	1,30 - 2,35	dunkelgrau			X	X
54	1,45 - 2,70	dunkelgrau		X		X
55	1,07 - 1,35	dunkelgrau		X		X
56	1,19 - 2,30	dunkelgrau		X		X
57	1,35 - 2,45	dunkelgrau		X		X
58	1,80 - 2,90	dunkelgrau		X		

BS- Nr.	Tiefe [m]	Farbe	Brausen			H ₂ S- Geruch
			< 1 %	1 - 5 %	> 5 %	
59	1,40 - 2,30	dunkelgrau		X		X
60	1,18 - 2,20	dunkelgrau		X		X
61	1,38 - 2,20	dunkelgrau		X		X
62	1,80 - 3,00	dunkelgrau		X		
63	1,43 - 2,00	dunkelgrau		X		
64	1,32 - 2,00	dunkelgrau		X		X
65	1,14 - 2,00	dunkelgrau			X	X
66	1,90 - 2,50	dunkelgrau		X		
67	1,20 - 1,90	dunkelgrau		X		X
67	1,90 - 3,00	dunkelgrau		X		X
68	1,30 - 2,40	dunkelgrau		X		X
70	1,18 - 2,00	dunkelgrau		X		X
71	1,20 - 2,50	dunkelgrau			X	X
72	1,37 - 2,00	grau		X		
73	1,20 - 2,15	dunkelgrau			X	X
74	1,25 - 2,15	dunkelgrau		X		X
75	1,30 - 2,00	grau		X		
77	1,20 - 1,40	grau		X		X
77	1,40 - 2,30	dunkelgrau		X		X
78	1,45 - 2,00	dunkelgrau		X		
79	1,25 - 2,40	dunkelgrau			X	X
80	1,30 - 2,10	dunkelgrau		X		X
81	1,34 - 1,95	dunkelgrau		X		X
82	1,80 - 2,90	dunkelgrau		X		X
83	1,25 - 2,00	dunkelgrau		X		X
84	1,25 - 2,30	dunkelgrau		X		X
85	1,35 - 2,00	dunkelgrau		X		X
86	1,30 - 2,10	dunkelgrau		X		X
86	2,10 - 2,90	dunkelgrau		X		X
87	1,25 - 2,00	dunkelgrau		X		X
88	1,20 - 2,00	dunkelgrau		X		X
89	1,10 - 2,10	dunkelgrau		X		X



Laborberichte

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Stedinger Strasse 45a - D-26135 - Oldenburg

Dr. Pirwitz Umweltberatung
Hastedter Heerstraße 76
28207 Bremen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 31941621
Prüfberichtsnummer: AR-20-DX-000323-01

Auftragsbezeichnung: Elsflether Sand Projekt:12564

Anzahl Proben: 5
Probenart: Boden
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 28.11.2019
Prüfzeitraum: 28.11.2019 - 21.01.2020

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Mathias Simon
Prüfleitung
Tel. +49 441 218 300

Digital signiert, 21.01.2020
Mathias Simon
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		Probe 8	Probe 9	Probe 34	Probe 35	Probe 42
				BG	Einheit	(1,15-2,0)	(1,19-1,55)	(1,27-2,0)	(1,2-2,1)	(0,88-1,50)
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz				Probennummer		319172423	319172424	319172425	319172426	319172427

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	319172423	319172424	319172425	319172426	319172427
Trockenmasse	AN/u	LG004	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	54,8	64,2	63,7	62,3	70,2

Anorganische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	319172423	319172424	319172425	319172426	319172427
CRS - chromreduzierender Schwefel	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten	0,05	g/kg TS	2,18	2,42	3,42	3,35	0,75
SBP CRS - Säurebildungspotential durch reduzierende anorganische Schwefelverbindungen	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten	3,00	mmol/kg TS	136	151	213	209	46,7
SNKT - Säureneutralisationskapazität	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten	0,20	mmol/kg TS	130	124	118	194	386
SBP Fe - Säurebildungspotential	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten	0,10	mmol/kg TS	< 0,10	0,22	< 0,10	< 0,10	0,19
SBP Mn - Säurebildungspotential	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten	0,10	mmol/kg TS	0,15	0,28	< 0,10	< 0,10	0,97
SNKN - Netto-Säureneutralisationskapazität	FR/f	JE02	Handlungsempf. zur Bewertung des Versauerungspoten		mmol/kg TS	-6,15	-27,5	-95,0	-15,0	338

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.