

Flüssigboden im Einsatz bei herausfordernden Baugrund

Technische Möglichkeiten beim Bauen mit Flüssigboden im Torf

Eike Sophie Winkler
eike.winkler@fluessigbodennord.de

Motivation für die Instandsetzung des Regenrückhaltebeckens

Im Zuge einer Kanalsanierungsplanung wurde entschieden, das gesamte Niederschlagswasser des Ortsteils künftig in ein bestehendes Regenrückhaltebecken zu leiten

Das Becken war in dem bestehenden Zustand nicht als Puffer geeignet



Quelle google maps

Profilsprache aus abgeteufte Kleinrammbohrungen



Legende Bodenarten und Konsistenzen, Auszug aus DIN 4023

steif	Mu (Mutterboden)	S (Sand)	H (Torf)
mass	A (Auffüllung)	fs (Feinsand)	F (Mudde)
	G (Kies)	ms (Mittelsand)	HF (Torfmudde)
	FG (Feinkies)	gs (Grobsand)	Kle (Klei)
	mG (Mittelkies)	U (Schluff)	Lg (Geschiebelehm)
	gG (Grobkies)	T (Ton)	Mg (Geschiebemergel)

Legende Lageplan
 BS 1
 dargestellte Sondierung





BODENPROFILE gem. DIN 4023
 Auftraggeber:
 Gemeinde Kühren

Auftragsnummer:
 0674-24-001
 Anlage:
 1.1

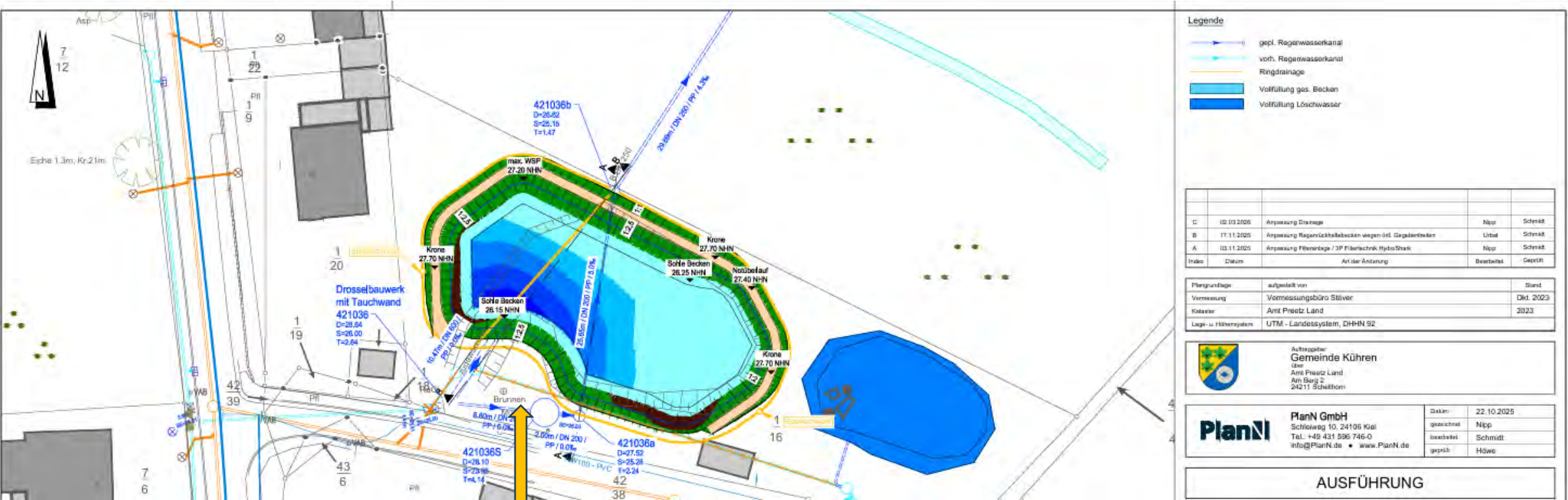
Randbedingungen Baugrund

In zwei der fünf KRB wurden Torfschichten mit einer Mächtigkeit von bis zu 2m angetroffen. Der übrige Boden bestand überwiegend aus Feinsanden mit wechselnden Mittelsand- und Schluffanteilen.

Die Grundwasserstände lagen bei 0,40 m und 1,80 m uGOK, also zwischen 25,51 mNHN und 26,41 mNHN.

Die im Labor ermittelten Wassergehalte der Torfe liegen bei ca. 400- 700%.

- Das Gutachten stuft den Torf als setzungsverursachend bis stark setzungsverursachend und standsicherheitsgefährdend ein, mit Steifemoduln von lediglich 0,3 bis 0,8 MN/ m²
- Aufgrund der teilweise hohen Schluffgehalte ist bei dynamischen Einwirkungen und bei Wassersättigung von thixotropen Eigenschaften auszugehen.
- Eine Verdichtung der Gründungssohle mit schwerem Gerät war also unmöglich.
- Die geplante Beckensohle liegt bei 26,15 bis 26,25 mNHN und damit unterhalb des höchsten gemessenen Wasserstandes.
- Das technische Bauwerk liegt im Grundwasserschutzgebiet Zone I



Die Aufgabenstellung

- Anforderungen an eine tragfähige Gründungssohle für Schachtbauwerke und Leitungssysteme erfüllen
- eine ausreichende Dichtigkeit schaffen, sodass drückendes Grundwasser nicht in das Becken eindringt
- für den Einsatz in Trinkwasserschutzzonen zulässiges Material einbauen
- den anstehenden Torf vor Ort verwerten, damit dieser nicht entsorgt werden muss

Flüssigboden?!

Die Ausgangslage



Ausführungsschritte

Herausforderungen:

- Unterschiede in den Eigenschaften des anstehenden Aushubs
- Bauzeitraum
- Wasser

Bodenbeschreibung	Sand	Torf
Bodenansprache:	S, u	Torf
Fremdbestandteile:	keine	keine
Überkorn (M.-% > 16 mm):	0,0	–
Ausgangs-Wassergehalt [%]:	24,6	606
Datum der Herstellung:	17.10.2025	
Wassergehalt Suspension [%]:	79,0	



Ausführungsschritte



Storage time	Lieferschein		Mischda		Feuchte %	Wasser L	Silo 1 kg	Silo 2 kg	Mischgut kg
	Nr	uer Sek	Menge cbm						
			73						
23.10.2025 08:17	744	506	1		50	129	55,0961	36,23398	1185,547
23.10.2025 08:22	745	66	1		45	199	60,77791	35,41081	1153,863
23.10.2025 08:25	746	71	1		45	198	65,67439	35,8082	1142,144
23.10.2025 08:27	747	90	1		48	157	65,87782	35,6095	1184,353
23.10.2025 08:29	748	73	1		46,5	178	65,37635	35,40135	1174,805
23.10.2025 08:31	749	82	1		46,5	178	65,07357	35,79874	1144,531
23.10.2025 08:33	750	64	1		45,5	191	65,66966	35,60478	1152,669
23.10.2025 08:35	751	80	1		45,5	191	64,58629	35,29727	1134,874
23.10.2025 08:37	752	108	1		45	198	65,26281	35,29253	1143,446
23.10.2025 08:48	753	81	1		45	198	65,25807	35,79401	1136,176
23.10.2025 08:50	754	64	1		45	199	66,35564	35,9454	1158,203
23.10.2025 08:51	755	71	1		45	198	65,45204	35,68047	1141,927
23.10.2025 08:53	756	57	1		45	198	65,55139	35,68047	1137,695
23.10.2025 08:55	757	134	1		45	199	64,85122	35,27834	1150,065
23.10.2025 08:57	758	54	1		45	198	65,0783	35,17899	1142,036
23.10.2025 08:58	759	50	1		45	198	65,1398	35,77509	1151,476
23.10.2025 09:05	760	386	1		45	198	64,65252	35,47704	1135,091
23.10.2025 09:06	761	63	1		45	199	65,74535	35,15534	1139,54
23.10.2025 09:08	762	72	1		45	198	65,44257	35,07018	1145,833
23.10.2025 09:10	763	74	1		45	199	64,84648	35,26888	1144,206
23.10.2025 09:11	764	62	1		45	198	64,7424	35,47231	1138,129
23.10.2025 09:13	765	70	1		45	198	64,96476	35,56693	1142,795
23.10.2025 09:15	766	69	1		45	199	65,54192	35,3635	1140,625
23.10.2025 09:20	767	282	1		45	198	65,64128	35,76563	1103,407
23.10.2025 09:25	768	265	1		45,5	191	65,28646	35,5622	1134,983
23.10.2025 09:27	769	65	1		45,5	191	65,3385	35,68993	1137,044
23.10.2025 09:28	770	62	1		45,5	191	64,41124	35,35877	1155,49
23.10.2025 09:32	771	185	1		45,5	192	64,4349	35,35877	1156,25
23.10.2025 09:34	772	91	1		45,5	191	64,33082	34,85729	1152,669
23.10.2025 09:38	773	201	1		45,5	191	64,83229	35,45338	1134,115
23.10.2025 09:40	774	65	1		45,5	192	64,6336	34,95191	1144,314
23.10.2025 10:39	775	114	1		45,5	191	66,27048	35,61424	1154,188
23.10.2025 10:41	776	81	1		45,5	191	65,08776	35,7467	1143,121
23.10.2025 10:43	777	70	1		45,5	192	65,36215	35,60478	1156,141
23.10.2025 10:44	778	90	1		45,5	191	64,8796	35,60004	1146,159

Ausführungsschritte



Ausfu



DACH-



Ergebnis

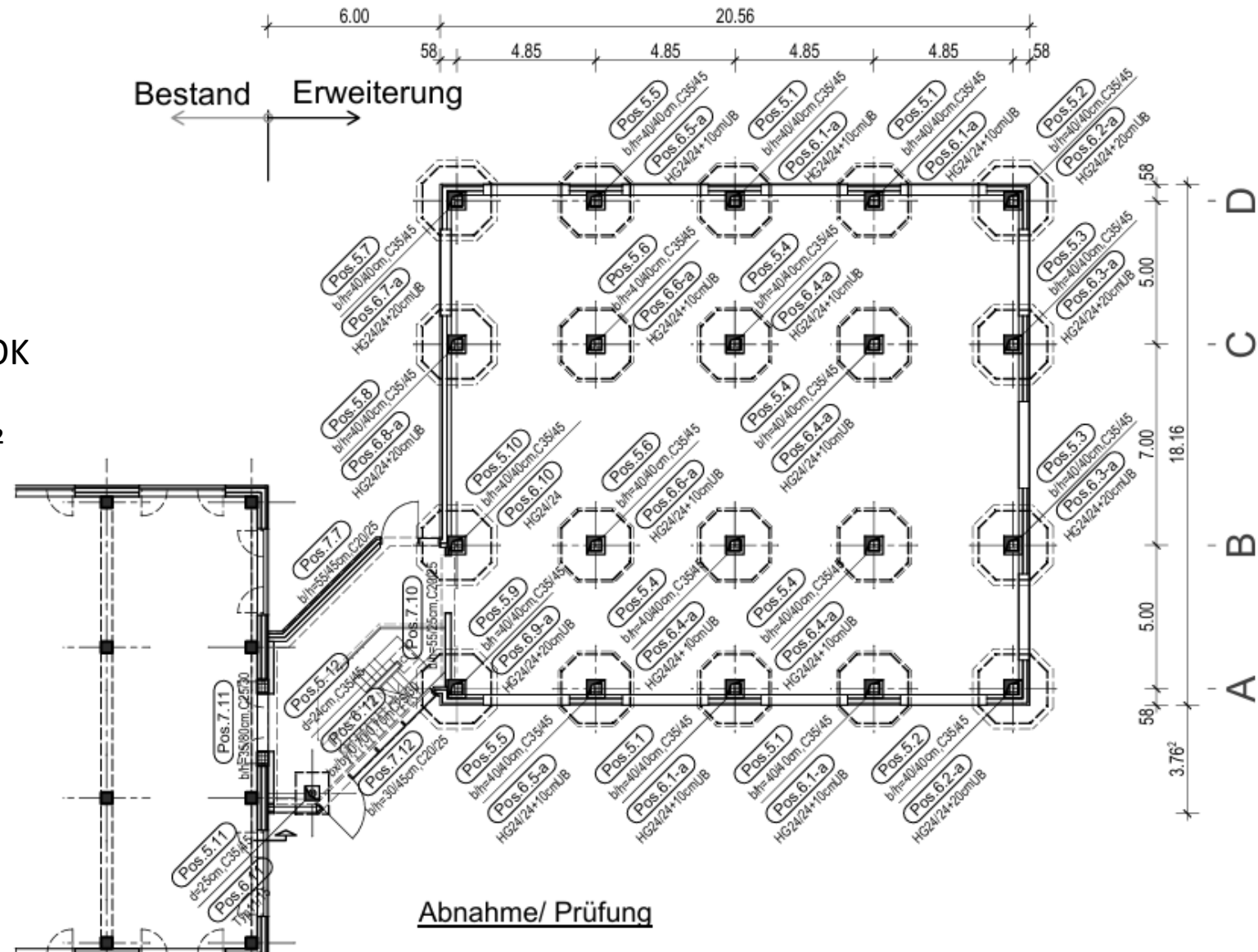
- Der anfallende Torf sowie der anstehende Sand konnten zu großen Teilen wiederverwendet werden
- Bodenmaterial musste daher nur in geringem Umfang angeliefert bzw. zur Verwertung oder Beseitigung abgefahren werden (Entsorgungs- und Transportaufwand deutlich reduziert)
- Da Flüssigboden selbstverdichtend ist, ließ sich die Konstruktionsebene auch unterhalb der Grundwasserlinie herstellen.
- Das wäre mit einem konventionellen Bodenaustausch und lagenweiser Verdichtung kaum wirtschaftlich darstellbar gewesen.
- Nach dem Aushärten bildet das Material eine nahezu wasserdichte Schicht (k_f Wert $2,1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$).
- Nach den Laboruntersuchungen weist der Flüssigboden eine geringere Wasserdurchlässigkeit auf als die darüberliegende mineralische Dichtung (diese musste aufgrund fehlender Regelungen für den Einsatz von Flüssigboden in der DWA eingebaut werden).
- Die dichteste Schicht des Systems liegt hier also unterhalb der eigentlichen Dichtung.

Sobald für den Einsatz von Flüssigboden für eine solche Aufgabenstellung eine belastbare regelwerkliche Grundlage vorliegt, ließe sich ein solcher Aufbau künftig möglicherweise vereinfachen.

Projektbeispiel 2_Herstellen einer tragenden Fundamentplatte

ursprünglicher Fundamentplan

Punktfundamente 0,4 m bis 1,44 u GOK
auf einem Planum
mit einem EV2 Wert von $> 80 \text{ MN/m}^2$



Projektbeispiel 2_Herstellen einer tragfähigen Bodenplatte

Auszug aus den Ergebnissen eines tragfähigen Baugrundgutachtens/ eines Gründungsberichtes

- vollständiger Aushub der aufgeführten organischen Oberböden/teilweise organischen Auffüllungen
- SE/SU locker-mitteldichte Lagerung muss verdichtet werden
- Erschütterungsnachweis muss gesondert gemacht werden
- Befahren der Oberflächen mit Maschinen muss ausgeschlossen sein
- Untergrund mit geeigneten Geräten im Trockenen nachverdichten
- lagenweise auffüllen mit verdichtungsfähigem Kies-Sand-Gemisch $D_{Pr} \geq 100 \%$ und **EV2 > 80 MN/m²**
- Baugrubensohlbesichtigung und Verdichtungsnachweise mit einem Proctorversuch inkl. Dichtemessung
- ...

Bodenplatte

- bis 30.4. Auskoffern der nördlichen Baugrubenhälfte auf -1,94
- 4.5. Aufbereiten des Bodens und Verfüllen der nördlichen Baugrubenhälfte auf -1,44
- 5.5. Auskoffern der südlichen Baugrubenhälfte auf -1,94
- 6.5. Aufbereiten des Bodens und Verfüllen der südlichen Baugrubenhälfte auf -1,44
- 7.5. Herstellen der Vertiefungen für die Fundamente B2, B4, C2, C4 auf -1,64



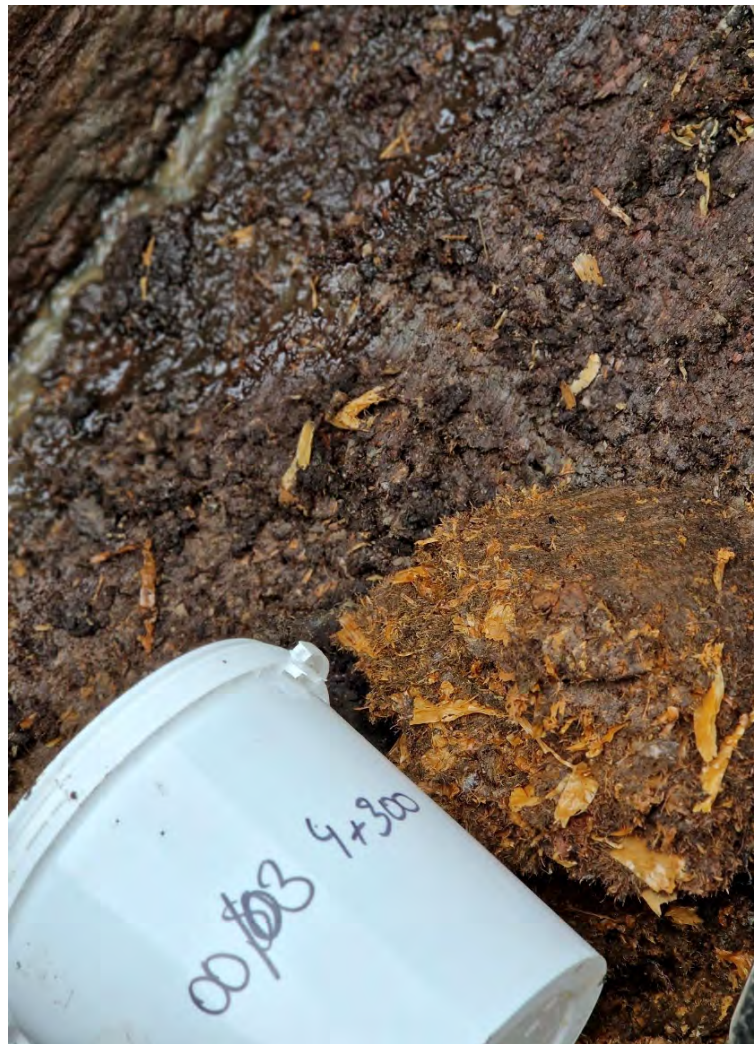


Am 11.04.2026 wurde die Verdichtung des Flüssigbodens auftragsgemäß durch 8 dynamische Plattendruckversuche überprüft. Dabei wurden Evd-Werte von 54,9 bis 124,3 MN/m² erreicht.

Projektbeispiel 3_Flüssigboden für den Leitungsgraben einer Starkstromtrasse



Herausforderung:
Bettung eines Höchstleistungs-
stromkabels auf setzungs-
empfindlichem Baugrund
($E_{vd} = 2,6 \text{ MN/m}^2$) mit
einer Toleranz von 2 cm



Ausgangssituation:

- Die Baumaßnahme Kabeltrasse SuedLink Baulos 1 verläuft durch die Schleswig-holsteinische Marsch.
- Der Baugrund ist geprägt durch für Schwemmland typischen Kleie und Torf
- Konsistenzen sind zwischen weich/ breiig bis steif/ fest
- Es herrschen schwankenden Grund- und Tidenwassereinflüsse
- Je nach Entstehungsalter und Überdeckung ist der Torf im Baugebiet gering- stark zersetzt.
- Außerdem teilweise trocken oder um bis zu 600% wassergesättigt.

Herausforderung 1:
Der Torf neigt unter Neubelastung zu deutlich Sofort- und
Primärverformungen und Sekundärverformungen.

Lösung:
Lastverteilungsplatte in
Bereichen
setzungsempfindlicher
Sohlen als Widerlager



Herausforderung 2:

Der Torf weist eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit auf, welche für die Kabelleitungstrasse entscheidend wichtig ist.

Lösung:

Verfüllung der Bettungszone mit Flüssigboden in Bereichen mit anstehenden trockenen Torfen



Projektbeispiel 3_Flüssigboden für den Leitungsgraben einer Starkstromtrasse



Abb. 2.3: Thermische Leitfähigkeit λ [W/mK] von vier Böden als Funktion des Wassergehalts bei einem Sand (Su2), einem Lehm (Ls4), einem Schluff (Ut2) und einem Torf (H8), Ergebnisse von Markert et al. (2016)

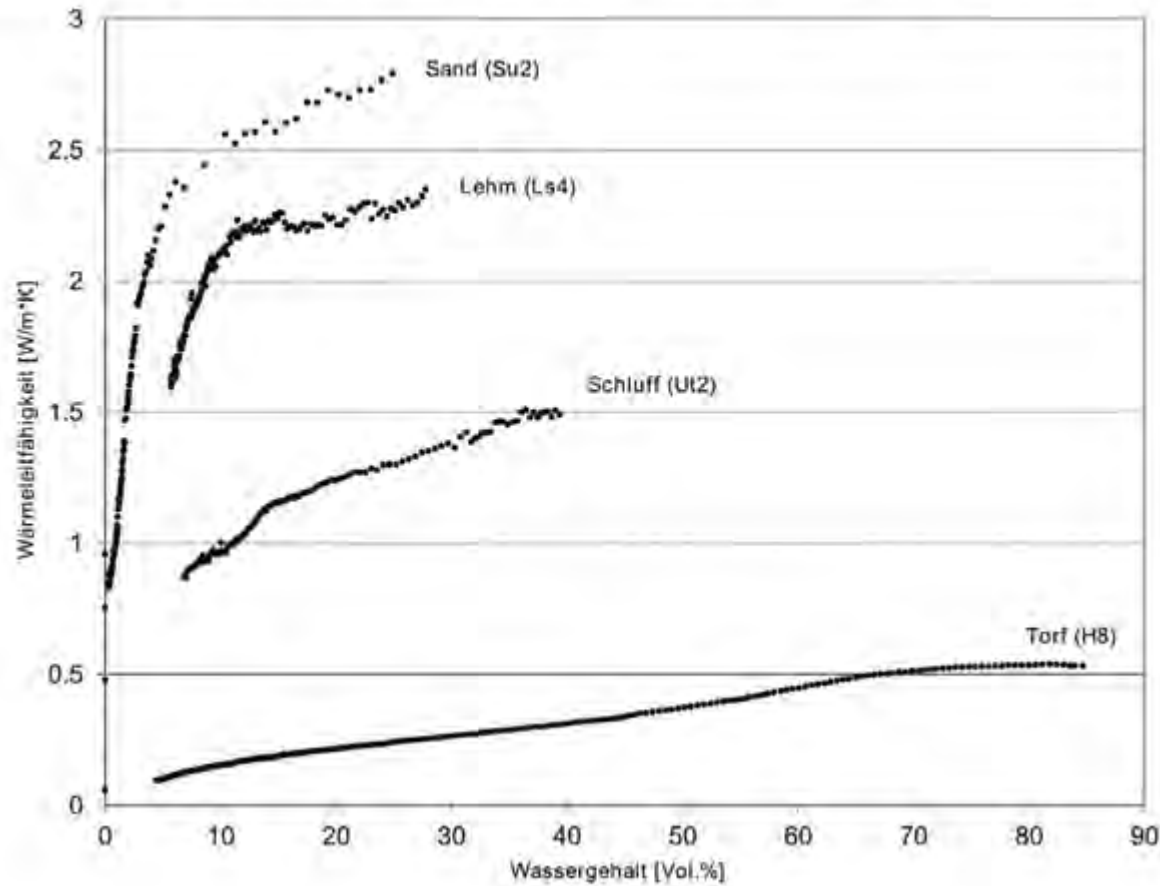
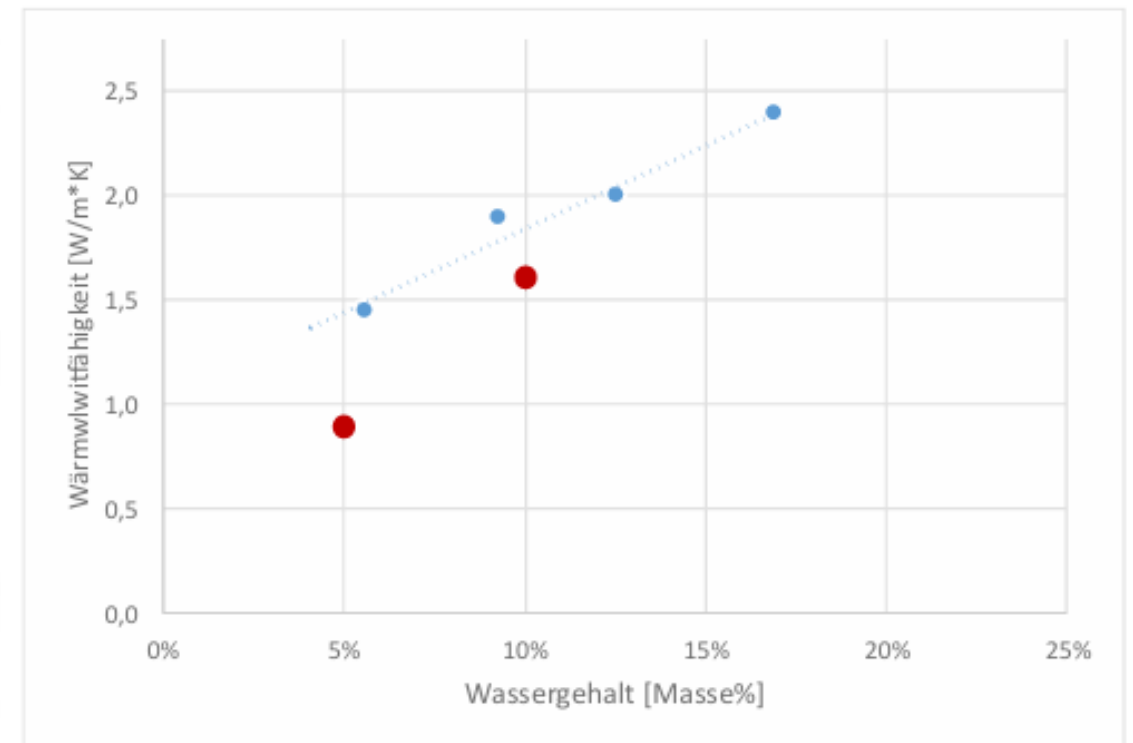


Abb. 2.3 aus BNA, 2016

Wärmeleitfähigkeiten Flüssigboden BL 1



Ergebnis

- Der anstehenden Torfe müssen nicht „tiefer als nötig“ ausgehoben werden
- Entsorgungs- und Transportaufwand deutlich reduziert
- Da Flüssigboden selbstverdichtend ist, lässt sich die Lastverteilungsverteilung auch unterhalb der Grundwasserlinie herstellen.
- Die Tragfähigkeit der Sohle konnte von $< 5 \text{ MN/ m}^2$ nach einem Tag Aushärtung auf mind. 30 MN/ m^2 erhöht werden
- Die Lagesicherheit (der Kabelleitungen) ist damit sichergestellt
- Die höheren Wärmeleitfähigkeiten im Flüssigboden „federn“ die geringen Wärmeleitfähigkeiten im anstehenden Boden ab.

Herzlichen Dank fürs Zuhören und Mitreden!

Wir hoffen, wir sehen uns!

-

Euer Team Flüssigboden Nord

Eike Sophie Winkler
eike.winkler@fluessigbodennord.de
016094461717

