

Energieversorgung Sylt GmbH
Friesische Straße 53
25980 Sylt / OT Westerland



Dipl.-Ing.
Peter Neumann
Baugrunduntersuchung
GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 0 43 51 7136-0
Fax 0 43 51 7136-71

 Gründungsmitglied
des BD bohr

16.04.2020
ki

Bauvorhaben Nr. 044/20

Neubau von Schlammbehandlungsanlagen im Zentralklärwirk auf Sylt, Westerland
Baugrunduntersuchung - Gründungsbeurteilung

1. Vorgang

Die Energieversorgung Sylt GmbH (EVS) plant den Neubau von Schlammbehandlungsanlagen in ihrem Zentralklärwirk in Westerland / Sylt. Vorgesehen ist im einzelnen die Errichtung eines Entwässerungsgebäudes, eines Maschinenhauses, zweier Faulbehälter, einer Gasfackel und eines Gasspeichers.

Für die Gründung der einzelnen Bauteile wurden uns seitens der EVS mehrere Schnitte übergeben. Hieraus ist ersichtlich, daß die Bauwerke ursprünglich sowohl auf Stahlbetonsohlplatten als auch auf Streifenfundamenten gegründet werden sollten. Mittlerweile ist geplant, die beiden Faulbehälter und das Maschinenhaus sowie das Entwässerungsgebäude auf Pfählen tief zu gründen. Der Gasspeicher soll auf einer Stahlbetonsohlplatte (d = 0,3 m) flach gegründet werden.

Die Lage der geplanten Bauwerke kann dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan entnommen werden.

Durch das Büro Born Ermel Ingenieure wurden uns für die geplante Bebauung zwei Gründungsbeurteilungen des Ingenieurbüros GMTU, Eckernförde, übergeben, deren Ergebnisse für die nachfolgende Gründungsbeurteilung genutzt werden (s. /4/ und /5/).

Die Fa. Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG wurde vom Bauherrn beauftragt, den Baugrund im Bereich der Bauflächen zu untersuchen und zur Gründung der geplanten Gebäude eine gutachterliche Stellungnahme zu erarbeiten. Zur Bearbeitung standen uns unter anderem folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Neubau einer Überschussschlammeindickung, Oberflächenlageplan, Maßstab 1 : 200; 28.10.2019
- /2/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Zentralkläwerk Westerland Sylt – Erneuerung Schlammbehandlung, Entwässerungsgebäude, Schnitte 1-1, 2-2, 3-3, Maßstab 1 : 100; 10.07.2019
- /3/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Zentralkläwerk Westerland Sylt – Erneuerung Schlammbehandlung, Faulbehälter und Maschinengebäude, Grundriss Ebene +2,04 m +6,54 m, Schnitte 1, 2, 3, Maßstab 1 : 100; 21.06.2019
- /4/ GMTU, Eckernförde: Baugeologisches Gutachten zur Gründung einer Erweiterung der Kläranlage Sylt, 25.07.2019
- /5/ GMTU, Eckernförde: 1. Nachtrag zum Baugeologischen Gutachten zur Gründung einer Erweiterung der Kläranlage Sylt, 04.10.2019
- /6/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Neubau einer Überschussschlammeindickung, Projekt-Nr. 3333006, Position: Faultürme – Vorschlag: Pfahlgründung der Faultürme
- /7/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Neubau einer Überschussschlammeindickung, Projekt-Nr. 3333006, Position: Maschinengebäude – Vorschlag: Gründungsrost + Pfahlgründung des Maschinengebäude
- /8/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Neubau einer Überschussschlammeindickung, Projekt-Nr. 3333006, Vorschlag zur Gründung [des Entwässerungsgebäudes]
- /9/ Born I Ermel I Ingenieure, Achim: Neubau einer Überschussschlammeindickung, Projekt-Nr. 3333006, Position: Gasspeicher - Abschätzung der Gründungslasten des Gasspeichers

2. Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Zwischen dem 26.02. und 27.02.2020 wurden durch die Fa. Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG zehn Kleinbohrungen (BS 1 – BS 10) bis in eine Tiefe von jeweils 8,0 m unter jeweiliger Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Parallel zu den Kleinbohrungen BS 2, BS 6 und BS 8 wurden drei leichte Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ermittlung der Lagerungsdichte rolliger Böden bis maximal 3,0 m u. jeweiliger GOK abgeteuft. Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf die Oberkante eines als Höhenbezugspunkt (HBP) gewählten Schachtdeckels (Höhe $HBP = NHN + 2,56 \text{ m}$) bezogen eingemessen. Demnach liegen die Ansatzpunkte der Kleinbohrungen zwischen $NN + 1,84 \text{ m}$ und $NHN + 2,81 \text{ m}$.

Die Lage der Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse sowie die Lage des HBP sind im Lageplan in der Anlage 1 verzeichnet, die Ergebnisse sind in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen in den Anlagen 2.1 - 2.3 aufgetragen worden.

Darüber hinaus wurden gemäß den in /4/ und /5/ gemachten Angaben im Jahr 2019 vom Büro GMTU mehrere Baugrunduntersuchungen durchgeführt, deren wesentliche Ergebnisse in Kap. 2.2.3 zusammengefaßt dargestellt werden.

2.2 Baugrundaufbau

2.2.1 Auswertung der Ergebnisse der Kleinbohrungen

Aus den aufgetragenen Bohrprofilen in den Anlagen 2.1 bis 2.3 ist ersichtlich, daß in allen Aufschlüssen oberflächlich – im Aufschluß BS 5 unterhalb einer Versiegelung aus 10 cm starkem Betonpflaster - bis in Tiefen zwischen 0,5 m und 2,4 m Aufschüttungen anstehen, bei denen es sich sowohl um bindige als auch um rollige Böden handelt. Innerhalb der Aufschüttungen wurden teilweise Ziegel-, Glas- und Schwarzdeckenreste erkundet. Im

Aufschluß BS 8 waren darüber hinaus Torfbänder innerhalb aufgeschütteter Sande enthalten.

Unterhalb der Aufschüttungen folgen in allen Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe überwiegend gewachsene Mittel- und Grobsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten Beimengungen der übrigen Siebkornfraktionen. Hiervon abweichend wurden in den Aufschlüssen BS 1, BS 2, BS 4, BS 6, BS 7 und BS 10 oberflächennah tonige, teilweise von Pflanzenresten durchzogene Schluffe in Mächtigkeiten zwischen 0,2 m und 0,7 m durchteuft.

Im Baugrundlabor wurden 76 gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 durch den Baugrundsachverständigen bestimmt und beurteilt. An ausgesuchten Bodenproben wurden bodenmechanische Versuche in unserem firmeninternen Labor durchgeführt, deren Ergebnisse in Kap. 2.3 dargestellt und interpretiert werden.

2.2.2 Auswertung der Ergebnisse der leichten Rammsondierungen

Aus den Rammdiagrammen in den Anlagen 2.1 und 2.2 ist ersichtlich, daß innerhalb der aufgeschütteten, überwiegend oberhalb des Grundwasserspiegels angetroffenen Sande Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe von zumeist $N_{10} = 4 - 23$ registriert wurden, was auf eine mind. lockere bis mitteldichte, überwiegend mitteldichte und teilweise dichte Lagerung dieser rolligen Böden hinweist.

Die erkundeten gewachsenen, unter Auftrieb stehenden Sande können bei Schlagzahlen von $N_{10} = 4 - 17$ als überwiegend wenigstens mitteldicht, teilweise auch dicht gelagert angesprochen werden.

2.2.3 Ergebnisse bisheriger Gründungsbegutachtungen

In den in /4/ und in /5/ enthaltenen Begutachtungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 2,5 m u.GOK gering tragfähige Böden in Form von rolligen und bindigen Aufschüttungen, holozänen Schluffen („Schlickwatt“) und von Torflagen durchzogenen Sanden erbohrt. Hierunter folgen in allen Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe von maximal 15,0 m u.GOK Sande, bei denen es sich überwiegend um eiszeitliche Schmelzwassersande handelt und die basierend auf den Ergebnissen zweier schwerer Rammsondierungen ab ca. 3 m u.GOK mitteldicht gelagert sind.

2.3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

2.3.1 Kornverteilungsanalysen

Mit Hilfe von zwei Schlämmanalysen und einer kombinierten Sieb- / Schlämmanalyse ist die Kornverteilung der erbohrten Schluffe bzw. stark bindigen Sande ermittelt worden.

Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile von 13,2 – 26,5 %, Schluffanteile von 25,4 – 46,9 % sowie Siebkornanteile von 26,6 – 61,4 % ergeben. Kornanalytisch handelt es sich bei diesen Sedimenten demzufolge sowohl um tonige Schluffe als auch um schluffige bis stark schluffige Sande.

Die Untersuchungsergebnisse sind als Körnungslinien auf den Anlagen 3.1 und 3.2 aufgetragen.

Darüber hinaus wurden drei Siebanalysen an rolligen, wasserführenden Sanden vorgenommen, die während der Gründungsarbeiten entwässert werden müssen und deren Durchlässigkeitsbeiwerte zur Bemessung der Absenkanlagen relevant sind.

Aus den in den Anlagen 3.4 und 3.5 enthaltenen Körnungslinien ist ersichtlich, daß es sich bei den rolligen Böden um Mittel- bis Grobsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten

Beimengungen der übrigen Siebkornfraktionen handelt. Die Schlämmkorngehalte variieren zwischen 4,0 und 6,5 %. Nach *Beyer* durchgeführte Bestimmungen der Durchlässigkeitsbeiwerte haben für die Sande Ergebnisse zwischen $k_f = 1,6 \cdot 10^{-4}$ und $k_f = 6,3 \cdot 10^{-5}$ m/s ergeben. Gemäß DIN 18130 handelt es sich somit um „stark durchlässige“ bzw. „durchlässige“ rollige Böden.

2.3.2 Wassergehalte

An den in Kap. 2.3.1 beschriebenen Bodenproben wurden die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 im Erdbaulabor ermittelt. Die Ergebnisse sowie die unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Einzelheiten können der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 1 Wassergehalte und Konsistenzen der untersuchten Böden

Sondierung / Probe	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Konsistenz
BS 2	0,7	Schluff	30,1	steif – weich
BS 5	2,4	Sand mit Schluffbändern	42,3	--
BS 6	1,8	Schluff	24,2	steif

2.3.3 Glühverluste

An zwei von Torfen bzw. humosen Beimengungen durchzogenen rolligen bzw. bindigen Bodenproben wurden im Erdbaulabor Glühverlustbestimmungen nach DIN 18128 durchgeführt. Die Untersuchungen haben Glühverluste von $v_{gl} = 4,2$ % und 4,3 % ergeben, d. h., daß diese Böden gemäß DIN EN ISO 14 688-2 als „schwach organisch“ eingestuft werden können.

Einzelheiten der Versuche sind den Anlagen 5.1 und 5.2 zu entnehmen.

2.4 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Unter Berücksichtigung der Baugrundansprache im Labor, der Ergebnisse der leichten Rammsondierungen und der bodenmechanischen Versuche sowie anhand von Erfahrungswerten, die aus vergleichbaren Baugrundverhältnissen vorliegen, werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennwerte kurz tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 2 Bodenmechanische Kennwerte des für die Gründung relevanten Baugrundes

Bodenart	Steifemodul E [MN/m ²]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]
Aufschüttung, bindig,	Für bautechnische Zwecke nicht geeignet			18,0 / 8,0
Aufschüttung, rollig, vz. humos + Bauschuttreste	< 25,0	< 32,5	---	18,0 / 10,0
Sand, vz. Torfbänder mitteldicht	20,0	31,5	---	18,0 / 10,0
Sand, Kiessand* mitteldicht	50,0	35,0	---	19,0 / 11,0
Schluff, steif – weich, Pflanzenreste	5,0	22,5	5,0	18,0 / 8,0
Schluff, steif, Pflanzenreste	8,0	23,0	6,0	18,0 / 8,0
Schluff, steif	15,0	23,5	8,0	19,0 / 9,0

*) rolliger Austauschboden

2.5 Wasserstand / Grundwasserqualität

Im Anschluß an die Sondierarbeiten wurden Grundwasserstände zwischen 0,85 m und 2,20 m u. jeweiliger GOK festgestellt. Dies entspricht absoluten Höhen zwischen + 0,58 mNHN (BS 10) und + 1,25 mNHN (BS 6).

In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen und dem gezeitenabhängigen Wasserstand der Nordsee ist mit Schwankungen des Grundwasserspiegels von mehreren Dezimetern nach oben bzw. unten zu rechnen.

Als Bemessungsgrundwasserstand wird eine Höhe von + 2,00 mNHN angenommen.

Nähere Angaben zur Hochwassergefahr konnten durch unser Büro auf der Internetseite des „Zentralen Betriebs der Informationssysteme“ (ZeBIS) des Landes Schleswig-Holstein aktuell nicht abgefragt werden, da dort für längere Zeit technische Wartungsarbeiten vorgenommen werden. Bei Bedarf können wir diese Angaben nachreichen.

Aus der Kleinbohrung BS 8 wurde mittels Rammpegel eine gepumpte Grundwasserprobe entnommen und dem chemischen Labor GBA, Pinneberg, zur Analyse auf Betonaggressivität nach DIN 4030 übergeben. Aus dem in Anlage 6 enthaltenen Laborprotokoll geht hervor, daß das Grundwasser als „nicht Beton angreifend“ eingestuft werden kann.

3. Gründungsbeurteilung

3.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die jeweiligen Unterkanten der Sohlplatten der einzelnen Bauteile sind basierend auf den in /2/ und /3/ angegebenen Höhen in die entsprechenden Sondierprofile auf den Anlagen 2.1 – 2.3 eingezeichnet worden.

Gemäß den Vorgaben unseres Auftraggebers wird seitens des Unterzeichners die Tiefgründung der Bauwerksteile „Maschinenhaus und Faulbehälter 1 + 2“ sowie „Entwässerungsgebäude“ auf Pfählen sowie eine Flachgründung des Gasspeichers auf einer Stahlbetonsohlplatte begutachtet.

Um das Risiko möglicher Schäden an vorhandenen baulichen Anlagen (bspw. Verkehrswege, Leitungen, Hochbauten) auf ein Minimum zu reduzieren, wird seitens des

Unterzeichners nachdrücklich empfohlen, die erforderlichen Pfähle als Bohr- und nicht als Rammpfähle herzustellen. Um darüber hinaus aus logistischen und finanziellen Gründen das Auftreten von Aushubböden zu vermeiden, wird im nachfolgenden Kapitel 3.2 die Gründung der entsprechenden Bauwerke auf Vollverdrängungsbohrpfählen untersucht.

3.2 Tiefgründung des Maschinenhauses und der Faulbehälter 1 + 2 sowie des Entwässerungsgebäudes auf Pfählen

Wie in Kap. 3.1 beschrieben, werden nachfolgend Angaben zur Gründung des Maschinenhauses, der Faulbehälter 1 und 2 sowie des Entwässerungsgebäudes auf Vollverdrängungsbohrpfählen, System „Fundex“ (44/56 cm) gemacht.

Der Ortbetonvollverdrängungsbohrpfahl wird mit Hilfe eines wiedergewonnenen Bohrrohres erschütterungsfrei und mit geringer Lärmbelastigung abgeteuft. Durch die Verwendung einer wasserdichten Pfahlfußplatte wird der anstehende Boden während des Abteufvorgangs verdrängt. Nach dem Erreichen der Solltiefe werden die Pfahlfußbewehrung und der Pfahlbeton eingebracht. Die Pfahlfußplatte bzw. die Pfahlfußspitze verbleibt im Boden und das Bohrrohr wird wieder gezogen. Während des Bohrvorganges wird der Bohrwiderstand mit Hilfe eines Manometers gemessen.

Gemäß den in /6/, /7/ und /8/ enthaltenen vorläufigen Angaben werden die nachfolgend aufgelisteten Pfahlmengen die minimalen bzw. maximalen Pfahllasten abtragen

Faulbehälter 1 + 2:	je 28 Pfähle, Pfahllasten im GZT zwischen 955 kN und 1.125 kN
Maschinengebäude:	23 Pfähle, Pfahllasten im GZT zwischen 355 kN und 1.010 kN.
Entwässerungsgebäude:	27 Pfähle, Pfahlbemessungslasten (F_d) zwischen 565 kN und 2.980 kN

Der tragfähige Baugrund beginnt, basierend auf den Ergebnissen der hier vorliegenden Untersuchung und den in /4/ und /5/ enthaltenen Angaben zum Baugrund mit den wenigstens mitteldicht gelagerten gewachsenen Sanden ab ca. 2,5 m u.GOK.

Zur genaueren Bestimmung der Lagerungsdichte der Sande sollten 3 – 4 Spitzendrucksondierungen (CPT-E) ausgeführt werden. Die in der nachfolgenden Tabelle 3 mittels GGU-Programm „Axpil“ ermittelten zulässigen charakteristischen Drucklasten für unterschiedliche Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund sind somit zunächst orientierenden Charakters (Berechnungen s. Anlage 7).

Tabelle 3 Tragfähigkeit von Vollverdrängungsbohrpfählen

Pfahlschaftdurchmesser [cm]	Pfahlfußdurchmesser [cm]	zulässige charak. Pfahllast (Druck) [kN]	Pfahllänge [lotrecht, m u.GOK]
44	56	1.003	7,0
44	56	1.053	8,0
44	56	1.102	9,0
44	56	1.152	10,0
44	56	1.202	11,0
44	56	1.251	12,0
44	56	1.301	13,0
44	56	1.351	14,0

Die Setzungen unter einem auf Pfählen gegründeten Bauwerk sind relativ gering und werden erfahrungsgemäß einen Wert von $s = 1,0$ cm nicht überschreiten. Diese Setzungen können, da sie relativ gleichmäßig auftreten werden, den Bauwerken zugemutet werden, ohne daß Schäden zu erwarten sind.

Bei Überschreitung der o.g. zulässigen charak. Drucklasten an einzelnen Lastpunkten sind bei Bedarf mehrere Pfähle nebeneinander anzuordnen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, alle geplanten Bauwerke im Anschluß an einen Bodenaustausch flach zu gründen. Bei Bedarf kann durch unser Büro hierzu eine Stellungnahme erarbeitet werden-.

3.3 Gründung des Gasspeichers

Gemäß den in /9/ enthaltenen Angaben ist geplant, den Gasspeicher (DN ca. 10 m, Höhe ca. 9,3 m zzgl. Abgaskamin) auf dem Niveau der aktuellen GOK auf einer Sohlplatte ($d = 30 \text{ cm}$) zu gründen, wobei im Betrieb eine mittlere Bodenpressung von ca. 6 kN/m^2 auftritt. Aus dem in Anlage 2.1 aufgetragenen Sondierprofil der im Bereich des geplanten Gasspeichers abgeteufte Kleinbohrung BS 4 ist ersichtlich, daß oberflächlich bindige Aufschüttungen anstehen, die ab 0,6 m u.GOK von rolligen Aufschüttungen bis in eine Tiefe von 1,4 m u.GOK unterlagert werden. Hierunter folgt eine 20 cm dünne Lage steifplastischer holozäner Schluffe, die von Mittel- und Grobsanden unterlagert werden.

Trotz der extrem geringen o.g. Bodenpressung wird seitens des Unterzeichners empfohlen, die bindigen Aufschüttungen komplett auszukoffern und im Anschluß an eine oberflächliche Nachverdichtung der darunter anstehenden rolligen Aufschüttungen bis zur Gründungssohle Kiesersatzboden einzubringen.

In Anlehnung an den EC 7 durchgeführte Grundbruchberechnungen haben ergeben, daß für eine Gründung des Gasspeichers auf einer Sohlplatte ($d = 30 \text{ cm}$) bei Ausnutzung der in /9/ genannten mittleren charakteristischen Bodenpressung von $\sigma_k = 6 \text{ kN/m}^2$ Setzungen von $s < 1 \text{ mm}$ auftreten werden.

Einzelheiten zu den Berechnungen können der Anlage 8 entnommen werden.

Für die Bemessung der Sohlplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann mit einer Bettungsziffer von $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

4. Technische Hinweise

4.1 Hinweise zur Pfahlherstellung

In der Planung ist zu berücksichtigen, daß die Pfähle in der Pfahlfußebene einen Mindestabstand von $3 \times \text{Pfahlschaftdurchmesser}$ haben müssen. Dieser Abstand kann

dadurch erzielt werden, daß die Pfähle in einer Neigung hergestellt werden, wobei diese maximal ca. 4 : 1 betragen sollte.

Bei der Herstellung von ggf. unterschiedlich langen Pfählen ist darauf zu achten, daß die tieferen Pfähle vor den flacheren ausgeführt werden. In der Pfahlfußebene ist eine Abtreppung von 30° zur Horizontalen einzuhalten.

Die Arbeiten für das Herstellen der Pfähle müssen von einer mit einem schweren Gerät (mind. 60 t) befahrbaren Bohrebene ausgeführt werden.

4.2 Aufnahme von Horizontallasten

Horizontallasten können grundsätzlich durch Schrägpfähle, Erdwiderstand vor den Pfahlkopffundamenten und Bettung der Pfähle in den Baugrund abgetragen werden.

Bei Ansatz des Erdwiderstandes zur Aufnahme von Horizontallasten muss ein Abtrag des Bodens vor den Fundamenten ausgeschlossen werden.

Für den Nachweis der Bettung der Pfähle kann die Bettungsziffer gemäß DIN 4014 mit $k_s = E/d$ angesetzt werden, wobei E der Steifemodul nach Tabelle 2 und d der Pfahlschaftdurchmesser ist.

4.3 Fundamentherstellung

Die Fundamente der einzelnen Bauteile, welche die Lasten in die Pfähle abzuleiten haben, müssen als statisch freitragendes Grundbalkenrost nachgewiesen werden. Die Sohlen müssen ebenfalls freitragend ausgebildet werden.

Die Sohlplatte des flach zu gründenden Gasspeichers ist gemäß den statischen Vorgaben zu bewehren. Zur Gewährung der Frostsicherheit sind unter den Gebäudeaußenwänden Frostschrüzen ($t \geq 0,80$ m) herzustellen. Die Frostschrüzen sollten eine konstruktive

Bewehrung (2 Ø 12 B500A oben und unten) erhalten und kraftschlüssig mit der Sohle verbunden werden.

4.4 Baugrubendurchführung

Unter Berücksichtigung des erkundeten Baugrundaufbaus, der Grundwasserstände, der geplanten Gründungstiefen der einzelnen Bauteile und des im Bereich des Gasspeichers erforderlichen Bodenaustausches sind zusätzliche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, und zwar müssen Vakuumabsenkungen mit Hilfe von Spüllanzen, OTO-Filtern und / oder eingefrästen, verkiesten Horizontalbrunnen durchgeführt werden, um die Sande zu entwässern. Das Grundwasser muß bis wenigstens 0,5 m unterhalb des jeweils tiefsten Aushubbereichs abgesenkt werden. Zur überschlägigen Berechnung der anfallenden Wassermengen können die in Kap. 2.3.1 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte herangezogen werden.

Die endgültig erforderlichen Maßnahmen sind zu Beginn der Erdarbeiten auf der Grundlage von Schürfgruben durch den Unterzeichner festzulegen.

Bei der Herstellung der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten. Danach sind nicht verbaute Baugruben und Gräben mit senkrechten Wänden nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder abgestützt werden. Die Neigung der Böschung darf bei Mutterböden, Sanden und bindigen Weichschichten 45° nicht überschreiten. Innerhalb wenigstens steifplastischer bindiger Böden sind Böschungsneigungen von 60° nicht zu überschreiten.

4.5 Bodenaustausch

Wie im Abschnitt 3 erwähnt, ist unterhalb des flach zu gründenden Gasspeichers Bodenaushub bindiger Aufschüttungen erforderlich. Der einzubringende Kiessand muß in Lagen von maximal 40 cm im Trockenen eingebracht und auf eine Proctordichte von 100 %

bzw. eine mitteldichte Lagerung gebracht werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch etwa 4 - 5 Übergänge pro Lage mit einem mittleren Verdichtungsgerät erreicht werden.

Der Kiessand ist so einzubauen, daß von den Außenkanten des geplanten Gasspeichers Lastabtragungen unter 45° im verdichteten Kiessand möglich sind. Der verbleibende Bereich zwischen dieser theoretischen Lastabtragungslinie und der Böschung sollte ebenfalls mit Kiessand, der verdichtet werden muß, aufgefüllt werden.

4.6 Trockenhaltung der Bauwerke

Da die Behälter (Faulbehälter 1 + 2 sowie Gasspeicher) in wasserundurchlässigem Beton ausgeführt werden sollen, sind keine weiteren Maßnahmen zur Trockenhaltung dieser Bauwerke erforderlich.

Zur Trockenhaltung des Maschinenhauses und des Entwässerungsgebäudes ist unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundverhältnisse gem. DIN 18533 der Lastfall W2-1-E (Drückendes Wasser mit mäßiger Einwirkung) anzusetzen. Alternativ ist es möglich, die Sohlen wasserdruckhaltend gemäß DAfStb-Richtlinie „wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton („wu“-Richtlinie) abzudichten.

4.7 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Zur orientierenden Bewertung möglicher entsorgungsrechtlich relevanter Altlasten innerhalb der teilweise auszukoffernden rolligen und bindigen Aufschüttungen wurden durch unser Büro zwei Bodenmischproben zusammengestellt und dem chemischen Labor GBA, Pinneberg, zur Analyse gemäß den Vorgaben der LAGA, TR Boden, sowie der Deponieverordnung übergeben. Da es weder farbliche noch geruchliche Auffälligkeiten innerhalb der Aufschüttungen gab, die eine gesonderte Beprobung bestimmter Areale notwendig gemacht hätten, wurden folgende Proben zusammengestellt:

Mischprobe M1: alle Aufschüttungen aus den Aufschlüssen BS 1 – BS 5

Beprobungstiefe mind. 0,5 m u.GOK (BS 2) und max. 1,7 m u.GOK (BS 1)

Mischprobe M2: alle Aufschüttungen aus den Aufschlüssen BS 6 – BS 10

Beprobungstiefe mind. 0,8 m u.GOK (BS 6) und max. 2,4 m u.GOK (BS 8, BS 9)

Der nachfolgenden Tabelle 7 sind die chemischen Untersuchungsergebnisse zu entnehmen (Laborprotokolle s. Anlage 9).

Tabelle 7 Untersuchungsergebnisse der chemischen Analyse von Bodenproben

Probenbez.	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	LAGA (Boden)	Kontaminanten
M 1	0,0 – 1,7 m	Aufschüttung, rollig und bindig. z.T. humos, z.T. Bauschuttreste + Müllkomponenten (Glas- / Plastikreste)	Z 1.2	Sulfat (50 mg/l)
M 2	0,0 - 2,4 m	Aufschüttung, rollig und bindig. z.T. humos, z.T. Bauschutt- und Schwarzdeckenreste	Z 2 (Z 1)	PAK (4,38 mg/kg TM)

Der in der Mischprobe M 1 festgestellte Sulfatgehalt kann auf mögliche innerhalb der Aufschüttungen enthaltenen organischen Reste zurückzuführen sein.

Der in der Mischprobe M 2 ermittelte PAK-Gehalt kann auf die teilweise erkundeten Schwarzdeckenreste zurückzuführen sein, bei denen es sich ggf. um Teerbrocken handelt. Darüber hinaus können fein verteilt und mit dem bloßen Auge nicht erkennbar Verbrennungsrückstände innerhalb der Aufschüttungen vorhanden sein.

Es wird seitens des Unterzeichners empfohlen, Mischproben aus ggf. entstehenden Haufwerken gemäß den Vorgaben der LAGA, PN 98 zu entnehmen, um auf Basis der daraus resultierenden Analyseergebnisse die erforderlichen Entsorgungs- / Verwertungswege benennen zu können.

5. Zusammenfassung

Anhand von insgesamt zehn Kleinbohrungen, drei leichten Rammsondierungen, mehreren bodenmechanischen Versuchen und basierend auf den Ergebnissen vorliegender Baugrundbeurteilungen wurde die Gründung für die Erweiterung des Zentralkläwerks der Energieversorgung Sylt GmbH in Westerland / Sylt beurteilt.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die gemäß den Plänen des Bauherrn vorgesehene Flachgründung des Gasspeichers auf einer Sohlplatte sowie die Tiefgründung der übrigen Bauteile auf Pfählen möglich ist. Zur genaueren Bestimmung der Lagerungsdichte der Sande sollten 3 – 4 Spitzendrucksondierungen (CPT-E) ausgeführt werden, um die genauen Pfahllängen anzugeben.

Grundsätzlich ist es auch möglich, alle geplanten Bauwerke im Anschluß an einen Bodenaustausch flach zu gründen. Bei Bedarf kann durch unser Büro hierzu eine Stellungnahme erarbeitet werden-.

Die erkundeten Aufschüttungen sind orientierend gem. der LAGA Verordnung "Technische Regeln Boden" und der „Deponie-Verordnung“ untersucht worden, wobei sich Zuordnungswerte von Z 1.2 bzw. Z 2 (Z1) ergeben haben. Einzelheiten sind den Abschnitten 3 und 4 des Gutachtens zu entnehmen. Die technischen Hinweise in Abschnitt 4 sind zu beachten.

Die Einbringung der Pfähle ist durch den Unterzeichner zu überwachen, damit die Pfahllängen und die Pfahltragfähigkeiten auf den anstehenden Baugrund abgestimmt werden können.

Die Baugrubensohlen der einzelnen Bauteile, insbesondere unterhalb des flach zu gründenden Gasspeichers, sind durch einen Mitarbeiter der Fa. Neumann abnehmen zu lassen, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Verdichtung des einzubringenden Kiessandpolsters ist mittels leichter Rammsondierungen (DPL-5) / dynamischer Plattendruckversuche zu überprüfen.



Für die Beantwortung evtl. noch auftretender Fragen stehen wir weiterhin gern zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG



ppa. Wolfgang Tiedemann

Sachbearbeiter



Stefan Kindt, Dipl.-Geol.



Bauvorhaben: Westerland/Sylt, Zentralklärwerk

Aktenzeichen: 044/20

Bezeichnung: Lageplan

Auftraggeber: Energieversorgung Sylt GmbH

Datum: 27.02.2020

Maßstab: 1 : 400

gezeichnet: Claudia Thießen

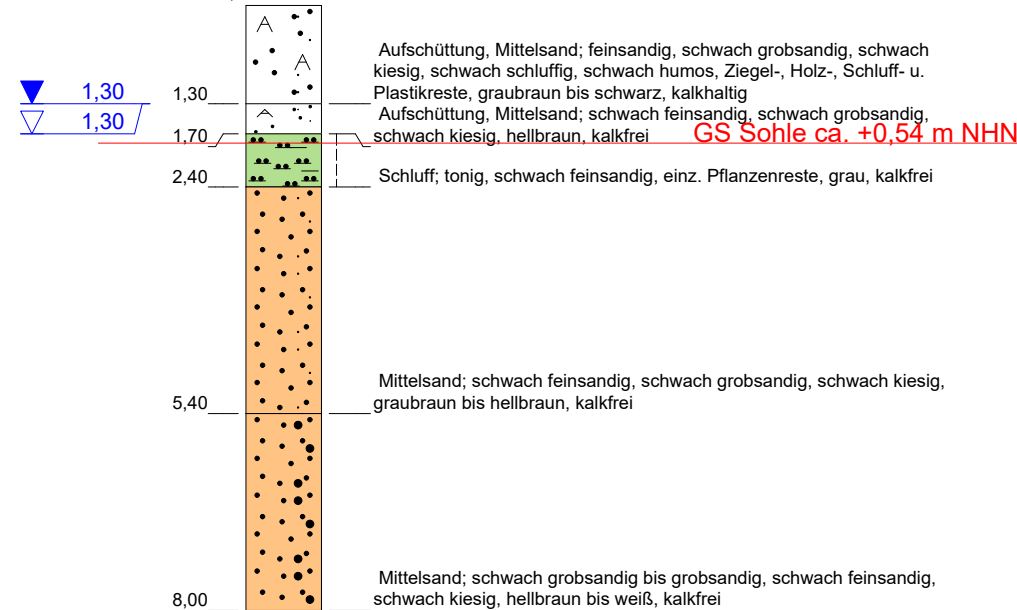
Anlage 1

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Faulbehälter 1

BS 1

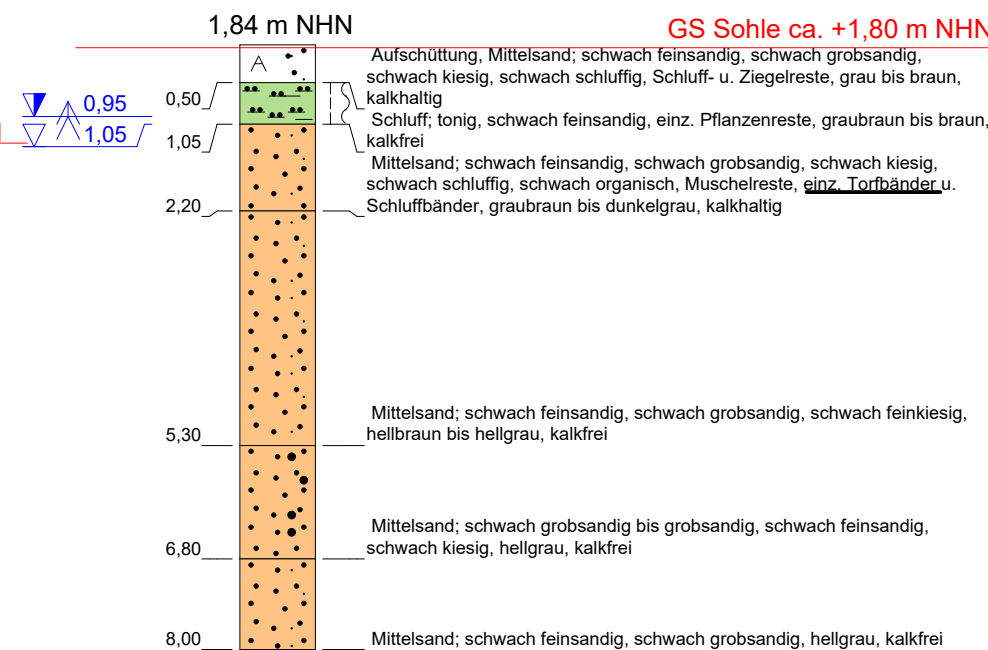
2,36 m NHN



Maschinenhaus

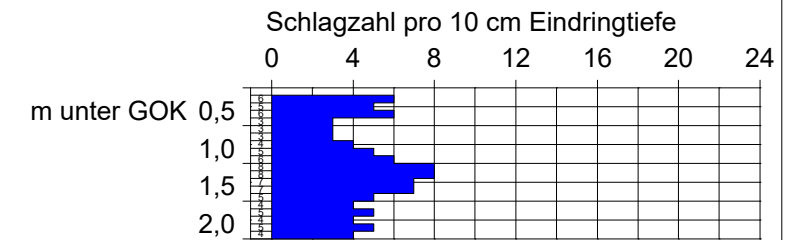
BS 2

1,84 m NHN



DPL 2

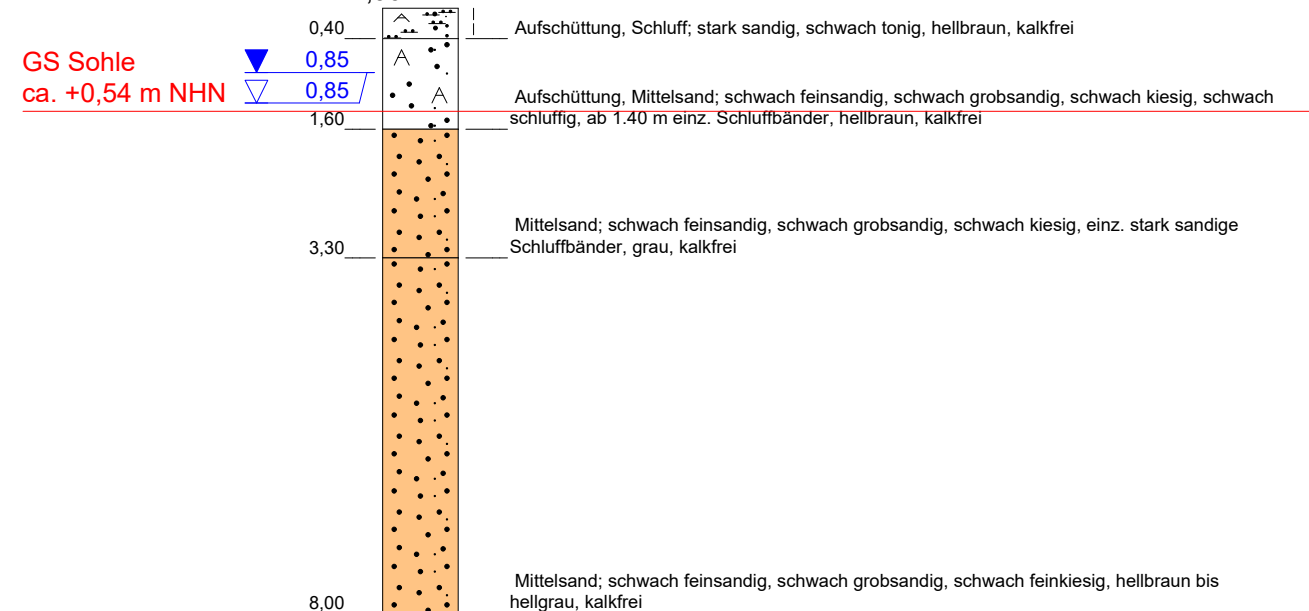
1,84 m NHN



Faulbehälter 2

BS 3

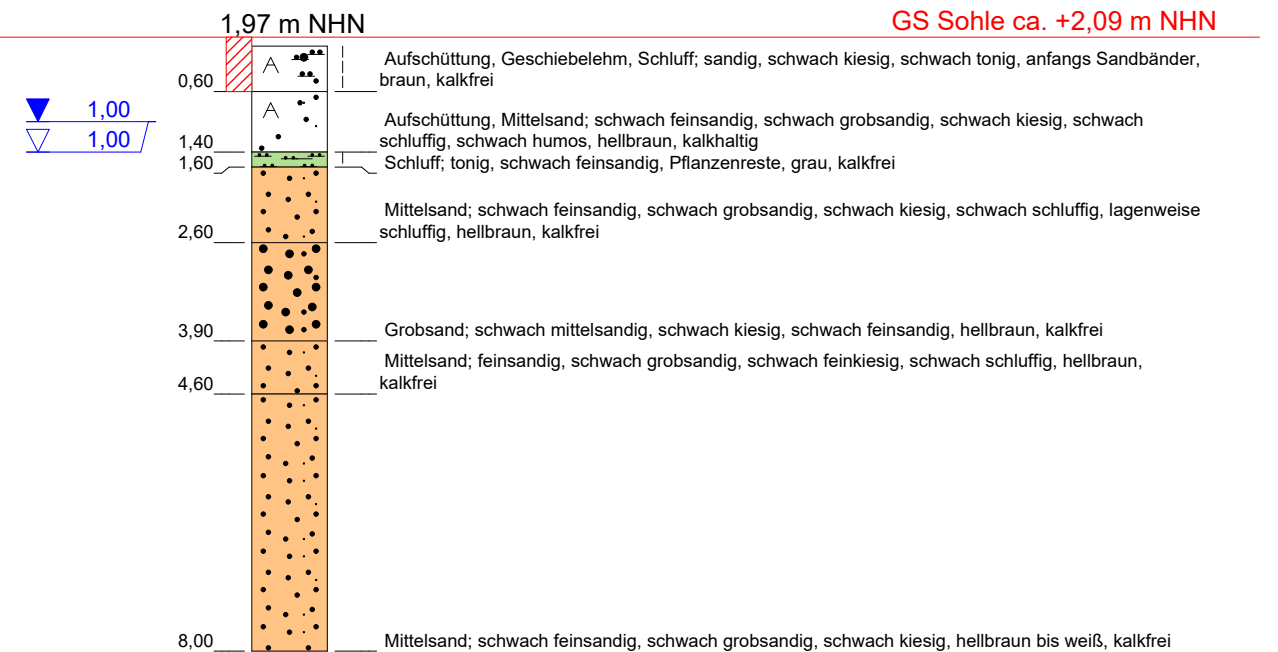
1,90 m NHN



Gasspeicher

BS 4

1,97 m NHN



Bodenaustausch

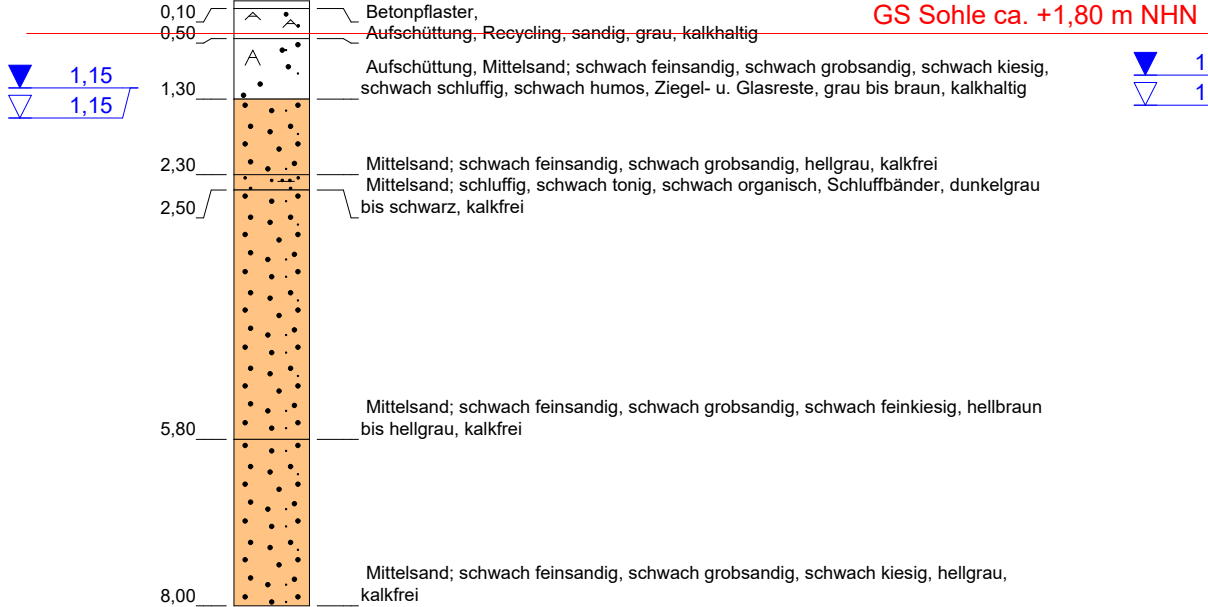
Bauvorhaben: Westerland/Sylt, Zentralkläwerk	
Aktenzeichen: 044/20	
Bezeichnung: Sondierprofile / DPL-Diagramm	
Auftraggeber: Energieversorgung Sylt GmbH	
Datum: 26.02.+27.02.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.1

**Dipl.-Ing. P. Neumann**
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Maschinenhaus

BS 5

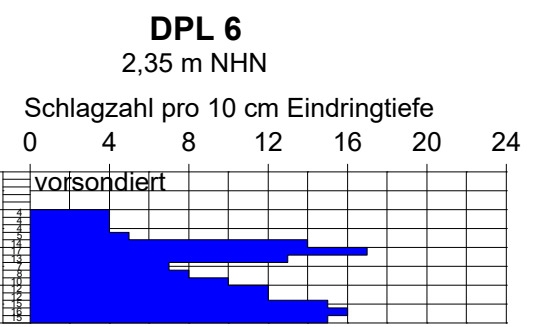
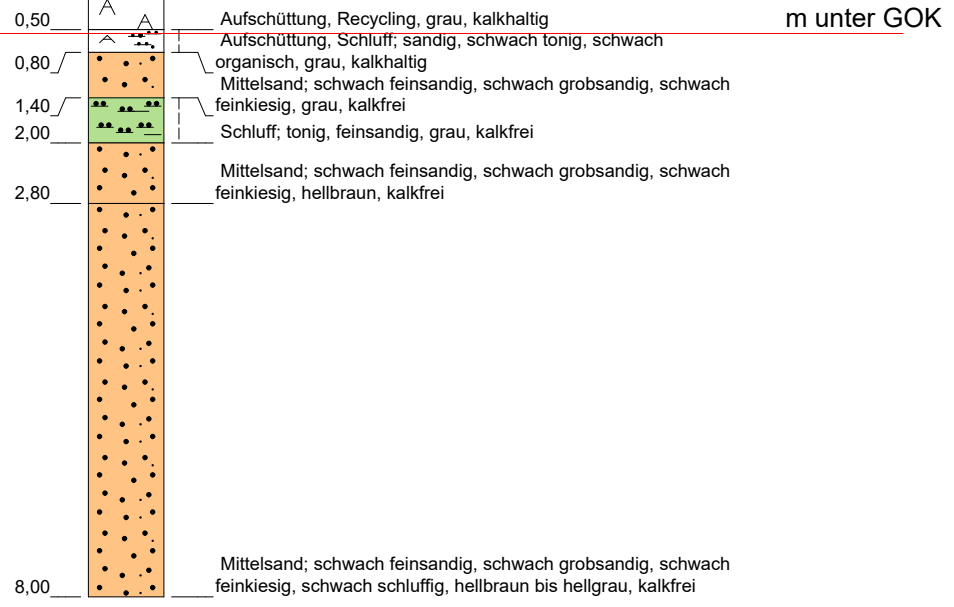
2,23 m NHN



Maschinenhaus

BS 6

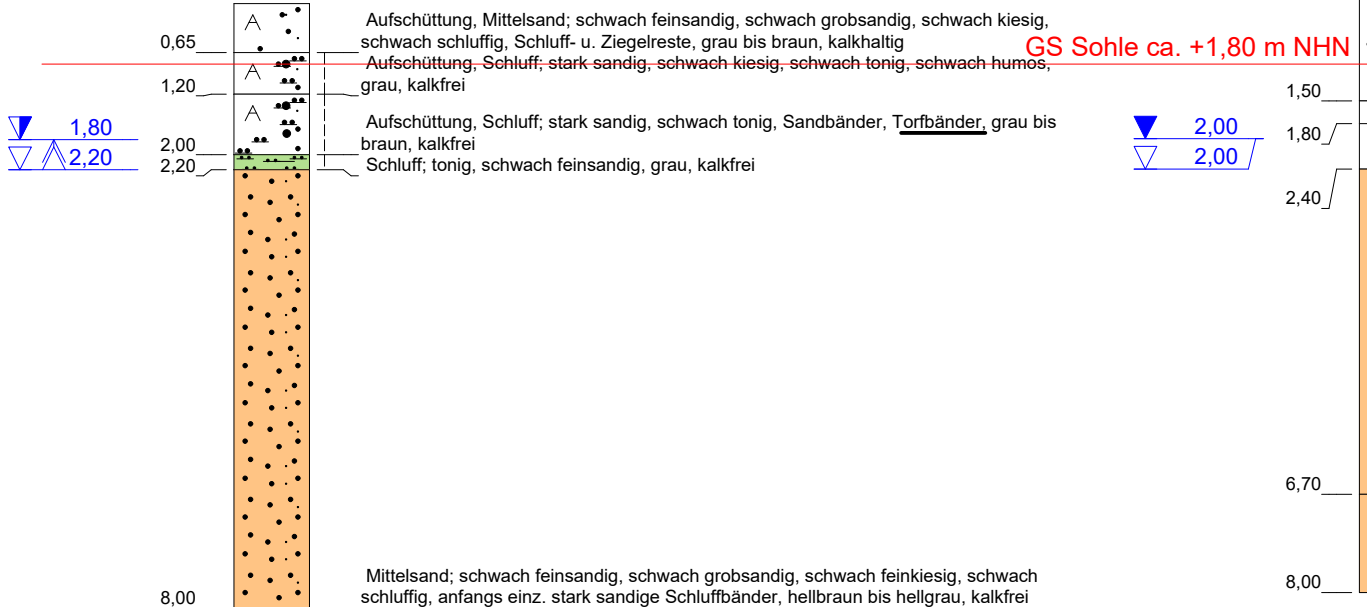
2,35 m NHN



Entwässerung

BS 7

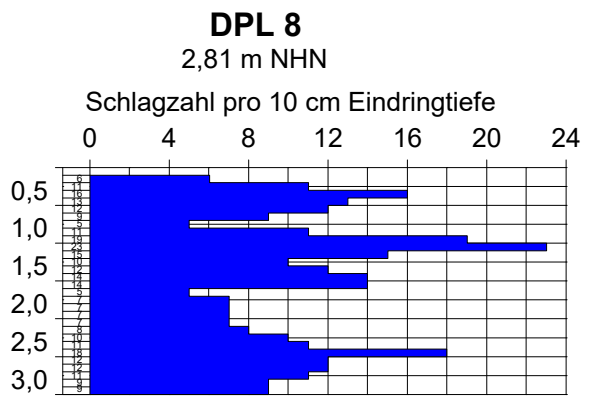
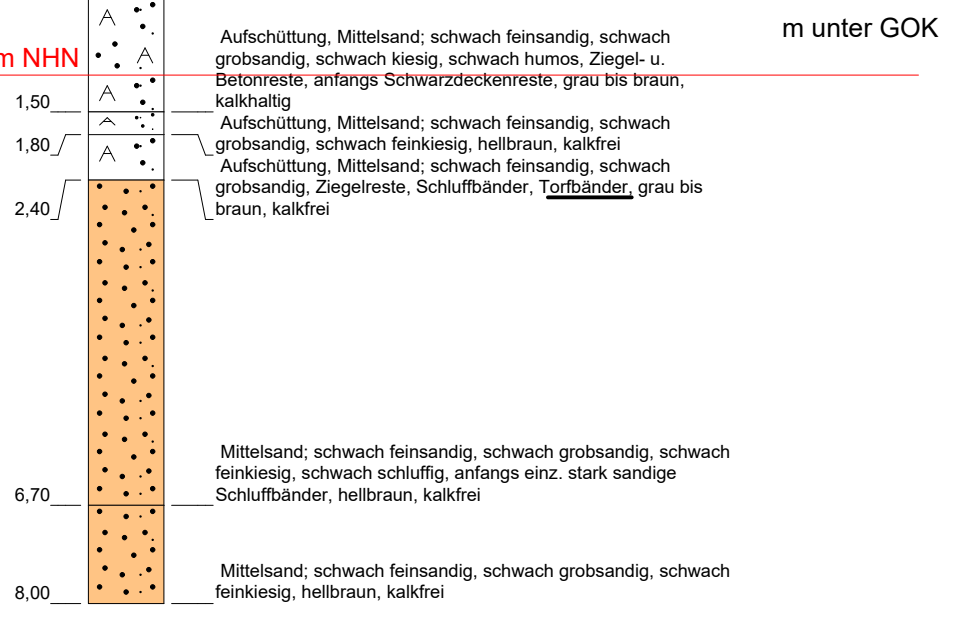
2,60 m NHN



Entwässerung

BS 8

2,81 m NHN



Bauvorhaben: Westerland/Sylt, Zentralkläwerk	
Aktenzeichen: 044/20	
Bezeichnung: Sondierprofile / DPL-Diagramme	
Auftraggeber: Energieversorgung Sylt GmbH	
Datum: 26.02.+27.02.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.2

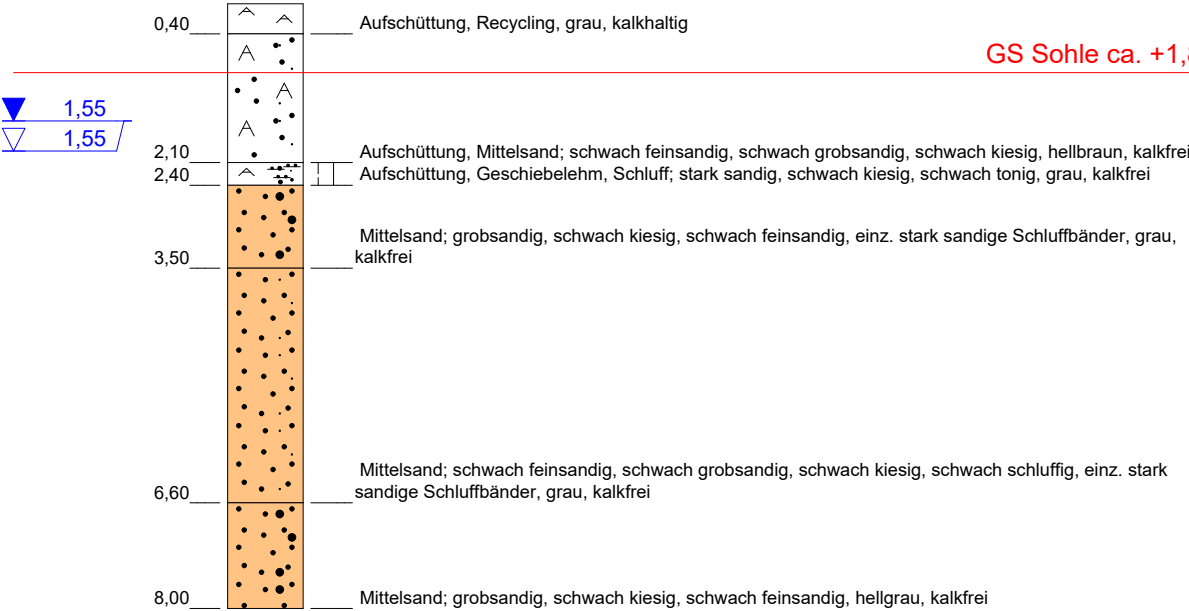


Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Entwässerung

BS 9

2,71 m NHN

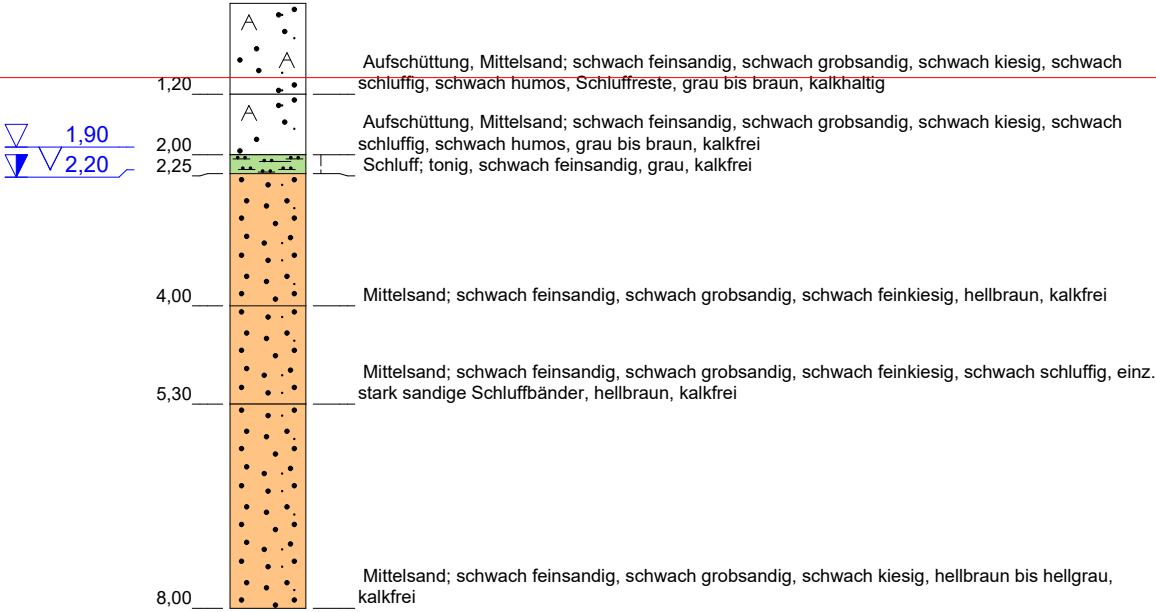


GS Sohle ca. +1,80 m NHN

Entwässerung

BS 10

2,78 m NHN



Bauvorhaben: Westerland/Sylt, Zentralkläwerk

Aktenzeichen: 044/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: Energieversorgung Sylt GmbH

Datum: 26.02.+27.02.2020

Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel

Anlage 2.3



Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

NEUMANN

Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Bemerkungen:

BS 2/2 w = 30,07 %
BS 6/4 w = 24,24 %

Bearbeiter: arp

Datum: 12.03.2020

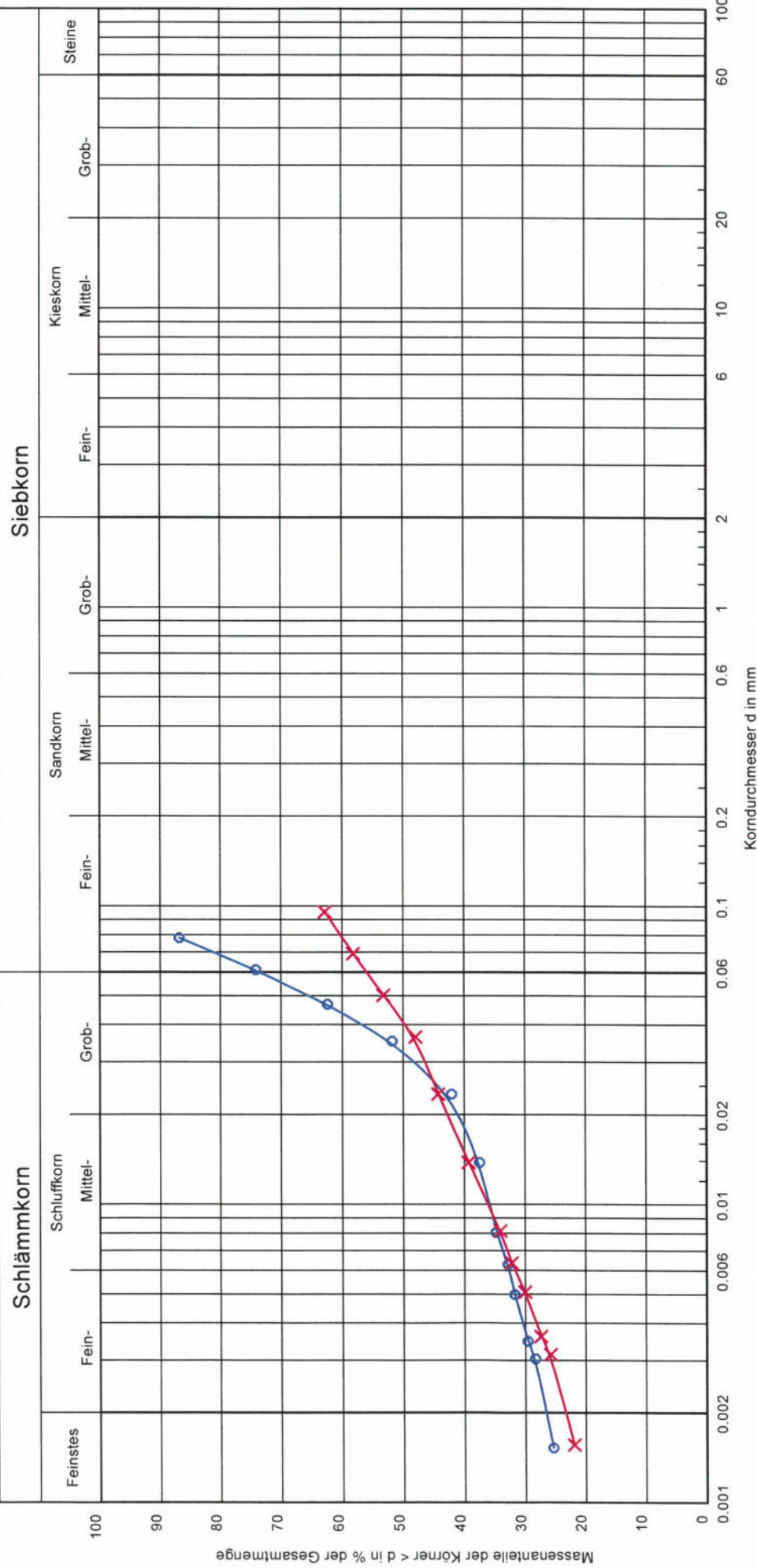
Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de



Bezeichnung:			Prüfungsnummer: 044/20	Report: 044/20
Bodenart:			Probe entnommen am: 02/20	Anlage: 3.1
Tiefe:			Art der Entnahme: gestörte Probe	
Entnahmestelle:			Arbeitsweise: Schlämmanalyse	
T/U/S/G [%]:	26.5/46.9/26.6/ -			

Bemerkungen:

BS 5/4 w = 42,29 %

Bearbeiter: arp

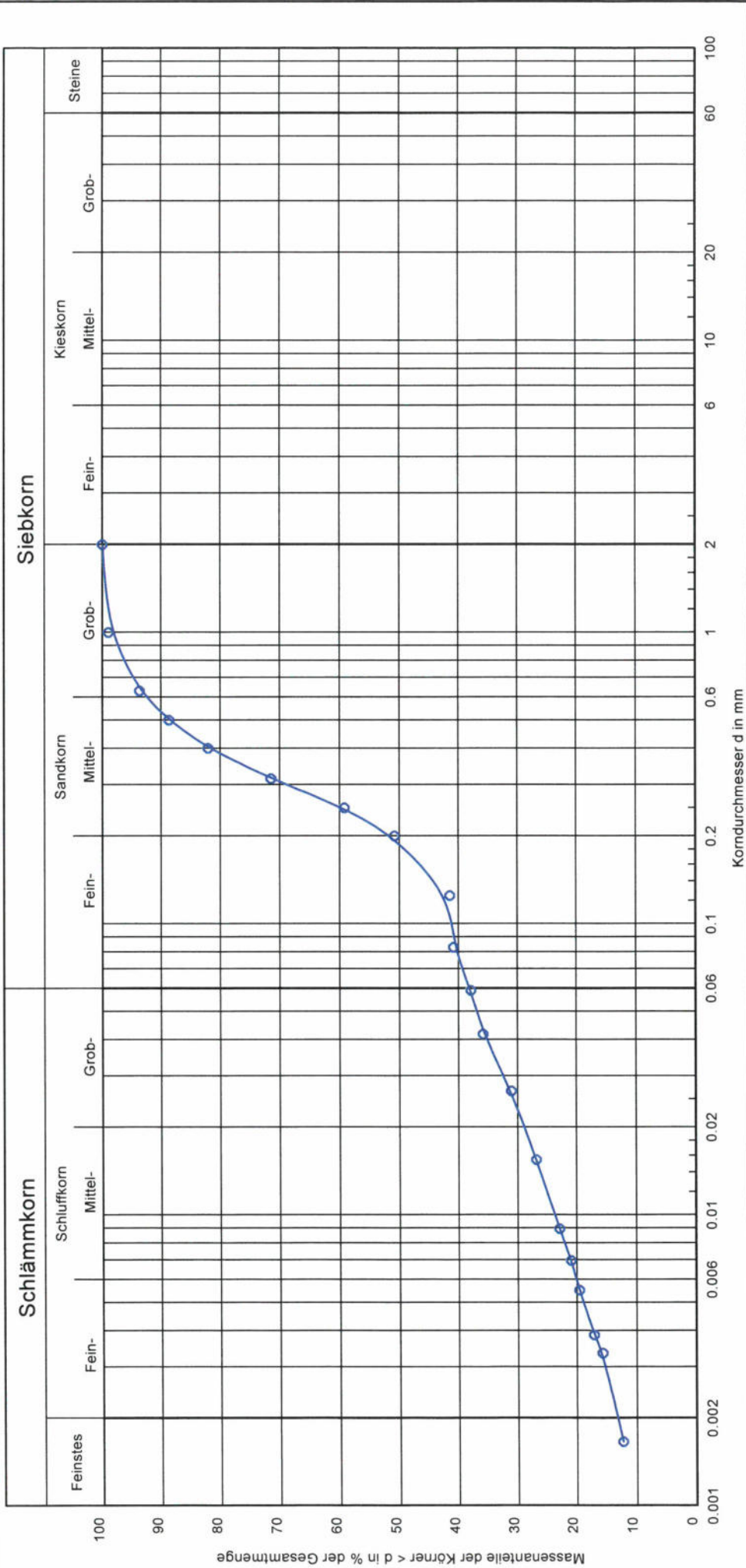
Datum: 12.03.2020

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de



Bezeichnung:	Prüfungsnummer: 044/20	Bericht: 044/20
Bodenart:	Probe entnommen am: 02/20	Anlage: 32
Tiefe:	Art der Entnahme: gestörte Probe	
Entnahmestelle:	Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse	
T/U/S/G [%]:		

Bemerkungen:

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk

Bearbeiter: arp

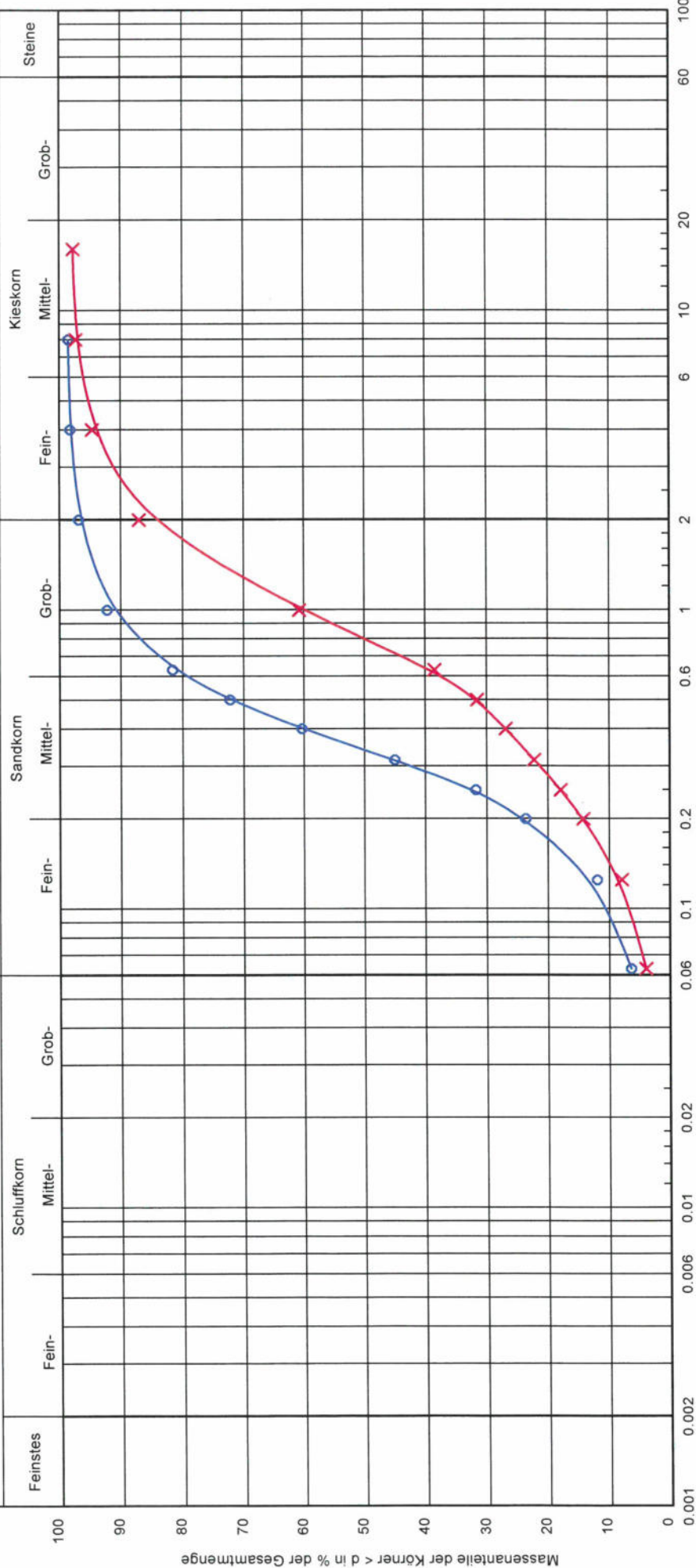
Datum: 01.04.2020



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

U/Cc:

Entnahmestelle:

k nach Beyer:

T/U/S/G [%]:

mS, fs, gs, u'

3.00 m

4.3/1.5

BS 1/5

8.0 · 10⁻⁵

- /6.5/89.8/3.7

gS, ms, fs', fg'

3.00 m

7.1/1.5

BS 9/5

1.6 · 10⁻⁴

- /4.0/80.0/16.0

Prüfungsnummer: 044/20

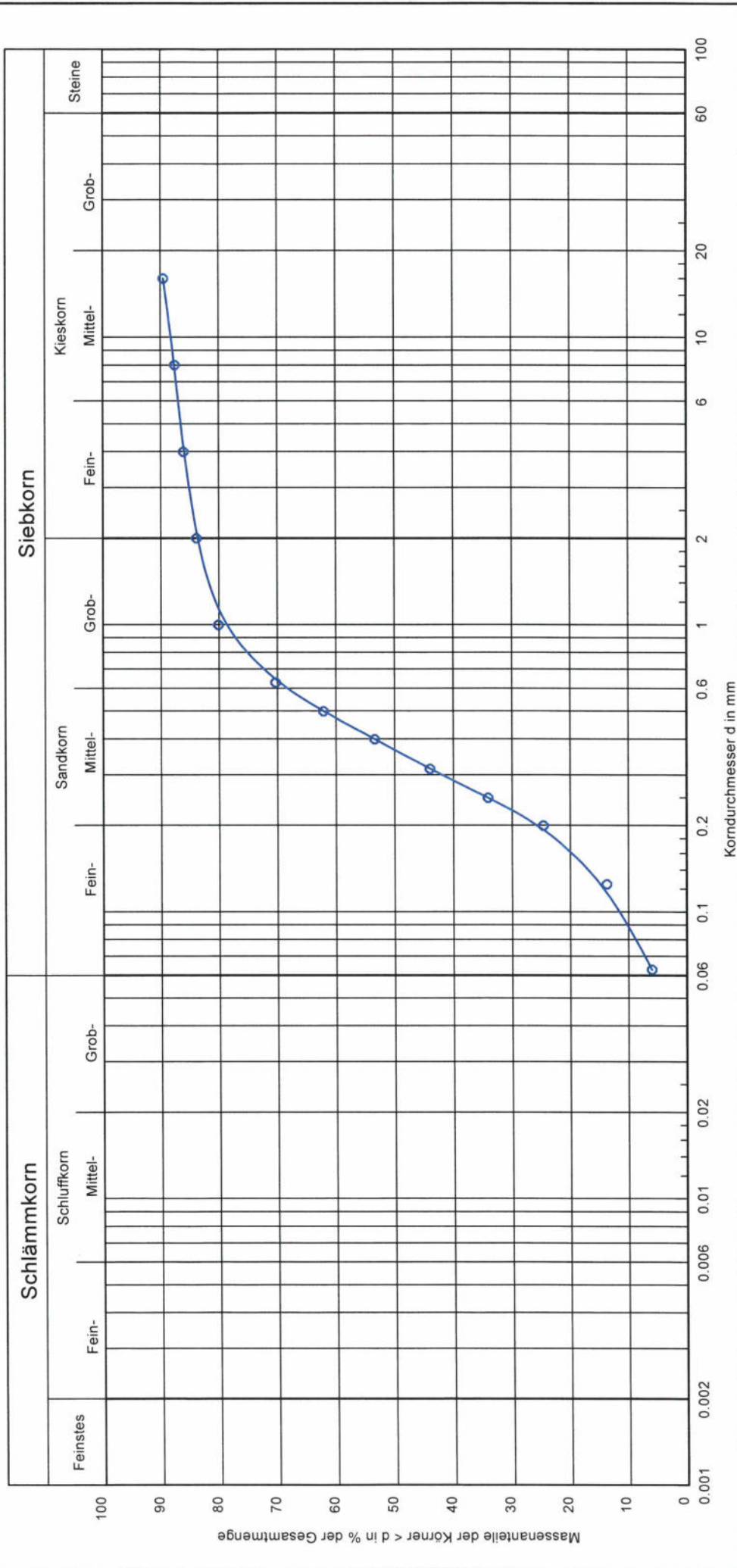
Probe entnommen am: 02/20

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht:
044/20
Anlage:

3.3



Bezeichnung:	Prüfungsnummer: 044/20
Bodenart:	Probe entnommen am: 02/20
Tiefe:	Art der Entnahme: gestörte Probe
U/Cc:	Arbeitsweise: Nasssiebanalyse
Entnahmestelle:	
k nach Beyer:	
T _U /I _U /G [%]:	



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6 24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 044/20

Anlage: 4

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk

Bearbeiter: arp

Datum: 12.03.2020

Prüfungsnummer: 044/20

Entnahmestelle: BS 2, BS 5, BS 6

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Schluff

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 02/20

Bodenart:	U	U	U
Probenbezeichnung:	BS 2/2 0,70 m	BS 5/4 2,40 m	BS 6/4 1,80 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	231.46	169.75	204.11
Trockene Probe + Behälter [g]:	193.96	139.71	177.31
Behälter [g]:	69.24	68.68	66.77
Porenwasser [g]:	37.50	30.04	26.80
Trockene Probe [g]:	124.72	71.03	110.54
Wassergehalt [%]:	30.07	42.29	24.24



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6 24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 044/20

Anlage:

5.1

Glühverlust nach DIN 18 128

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk

Bearbeiter: arp

Datum: 12.03.2020

Prüfungsnummer: 044/20

Entnahmestelle: BS 2/3

Tiefe: 1,70 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Sand & Torf

Probe entnommen am: 02/20

Probenbezeichnung	16	14	13
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	50.61	52.64	53.36
Geglühte Probe + Behälter [g]	49.92	51.81	52.66
Behälter [g]	32.07	33.86	37.56
Massenverlust [g]	0.69	0.83	0.70
Trockenmasse vor Glühen [g]	18.54	18.78	15.80
Glühverlust [%]	3.72	4.42	4.43
Mittelwert [%]	4.19		



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6 24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 044/20

Anlage:

5.2

Glühverlust nach DIN 18 128

Westerland/Sylt, Zentralkläwerk

Bearbeiter: arp

Datum: 12.03.2020

Prüfungsnummer: 044/20

Entnahmestelle: BS 5/4

Tiefe: 2,40 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Schluff

Probe entnommen am: 02/20

Probenbezeichnung	2	11	9
Ungelühte Probe + Behälter [g]	46.01	47.40	46.80
Gegelühte Probe + Behälter [g]	45.24	46.52	45.96
Behälter [g]	27.97	26.34	27.53
Massenverlust [g]	0.77	0.88	0.84
Trockenmasse vor Glühen [g]	18.04	21.06	19.27
Glühverlust [%]	4.27	4.18	4.36
Mittelwert [%]	4.27		

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Herr Kindt

Marienthaler Straße 6
24340 Eckernförde

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert



Prüfbericht-Nr.: 2020P506364 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	03.03.2020
Projekt	Westerland BV 044/20
Material	Grund- / Stauwasser
Kennzeichnung	BS8 27.02.20
Auftrag	044/20
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,25 l
Auftragsnummer	20503779
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	03.03.2020 - 09.03.2020
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 09.03.2020



i. A. Gesine Blinde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 2 zu Prüfbericht-Nr.: 2020P506364 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2020P506364 / 1
Westerland BV 044/20

Auftrag		20503779
Probe-Nr.		001
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		BS8 27.02.20
Probemenge		ca. 1,25 l
Probeneingang		03.03.2020
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert		7,1
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	170
Gesamthärte	°dH	51
Härtehydrogencarbonat	°dH	63
Nichtcarbonathärte	°dH	0,0
Magnesium	mg/L	38
Ammonium	mg/L	12
Sulfat	mg/L	28
Chlorid	mg/L	42
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

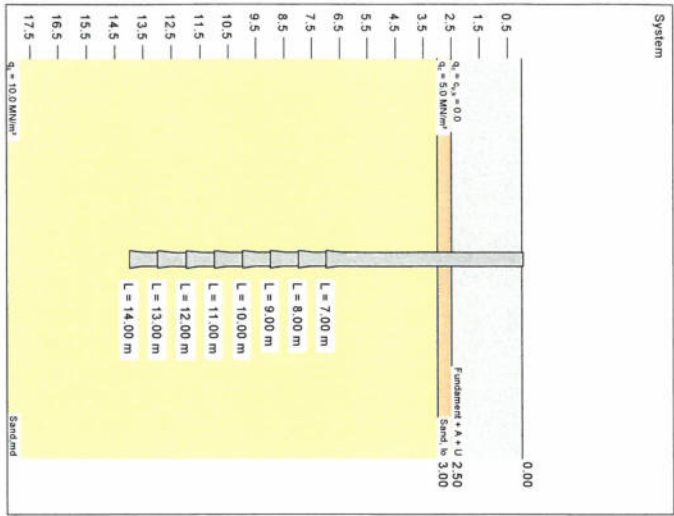
Boden	q_e [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{k,0.2}$ [MN/m ²]	$q_{k,0.5}$ [MN/m ²]	$q_{k,1.0}$ [MN/m ²]	$q_{k,\infty}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	Fundament + A + U
5.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0333	Sand, lo
10.0	0.0	0.0	2.300	2.983	6.600	0.0717	Sand, md



D = 0.44 m

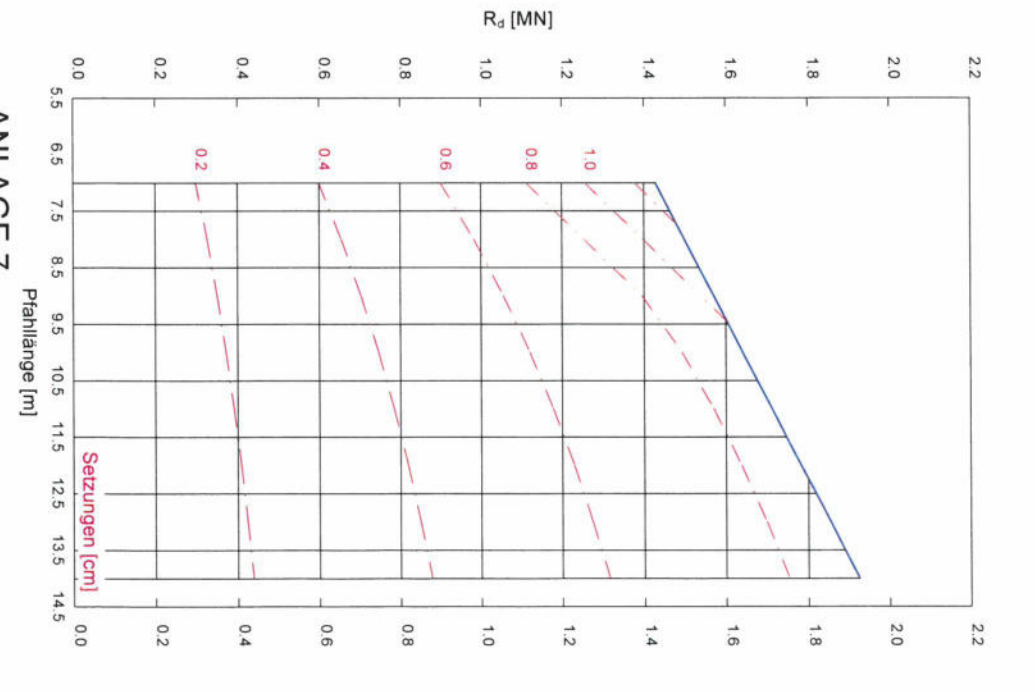
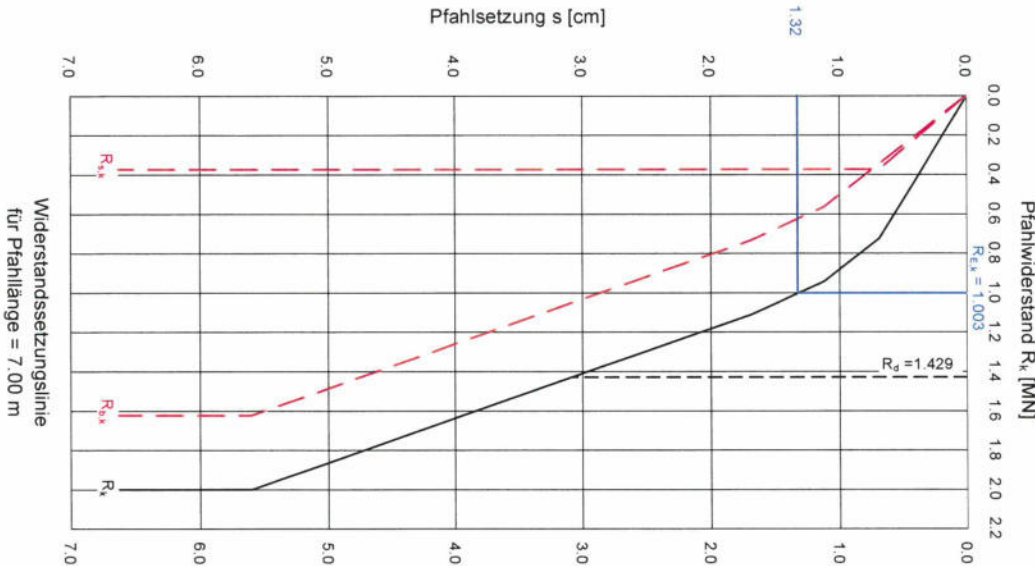
Berechnungsgrundlagen
 BV 04/20 Syt, Westerland, Zentralklarwerk
 Norm: EC 7
 Fundexphäsi
 Verhältniswert (min, max) = 1.00
 Interpolation Mantelreibung:
 bei $q_e < 7.5 \text{ MN/m}^2$ aktiviert
 bei $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$ deaktiviert
 Pfahldurchmesser = 0.440 m

Pfahldurchmesser = 0.560 m
 Fußhöhe / Durchmesser = 1.000
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_g = 1.35$
 $\gamma_g = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma(c_0) = 0.500 \cdot \gamma_g + (1 - 0.500) \cdot \gamma_g$
 $\gamma(c_0) = 1.425$
 γ_p



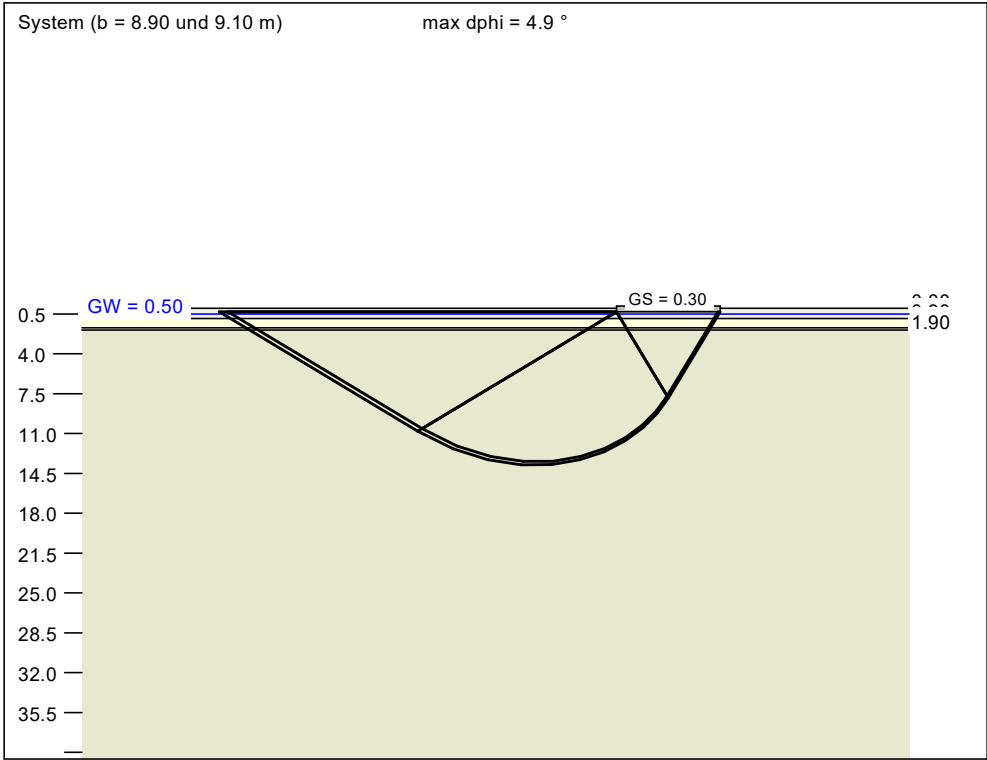
D [m]	$D_{r,k}$ [m]	Länge [m]	R_k [MN]	R_d [MN]	$R_{k,x}$ [MN]	s [cm]
0.440	0.560	7.00	2.001	1.429	1.003	1.323
0.440	0.560	8.00	2.100	1.500	1.053	1.158
0.440	0.560	9.00	2.199	1.571	1.102	1.045
0.440	0.560	10.00	2.298	1.642	1.152	0.947
0.440	0.560	11.00	2.398	1.713	1.202	0.873
0.440	0.560	12.00	2.497	1.783	1.251	0.871
0.440	0.560	13.00	2.596	1.854	1.301	0.873
0.440	0.560	14.00	2.695	1.925	1.351	0.878

$$R_{k,x} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma(c_0)) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.995 \quad [\gamma(c_0) = 1.425]$$



ANLAGE 7

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Kiessand, md
	18.0	10.0	32.5	0.0	25.0	0.00	Aufschüttung, rollig
	18.0	8.0	23.0	6.0	8.0	0.00	holozäner Schluff, steif
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md

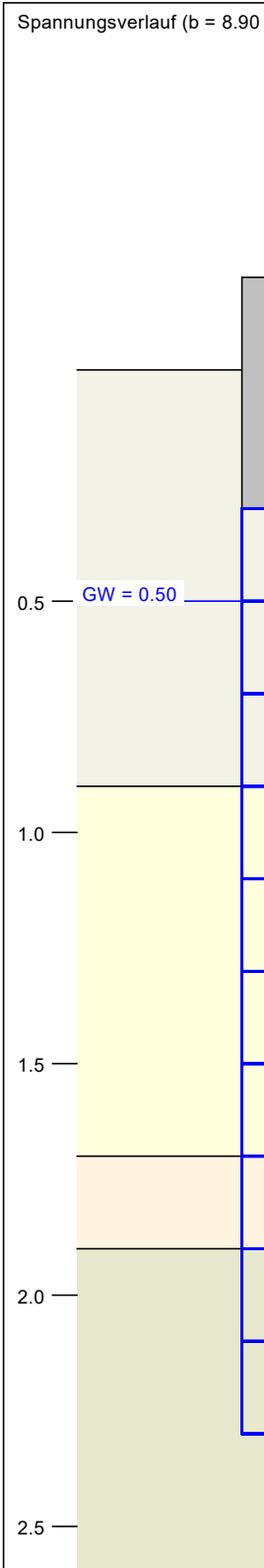


a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
8.90	8.90	6.0	475.3	0.04	27.9 *	0.07	11.03	5.70	2.30	13.44	15.6
9.00	9.00	6.0	486.0	0.04	27.9 *	0.07	11.03	5.70	2.30	13.59	15.6
9.10	9.10	6.0	496.9	0.04	27.9 *	0.07	11.03	5.70	2.30	13.74	15.5

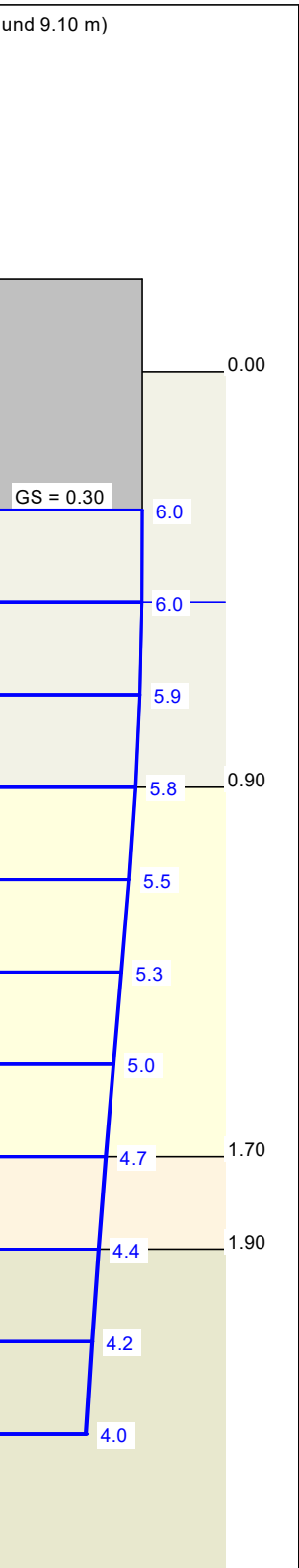
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



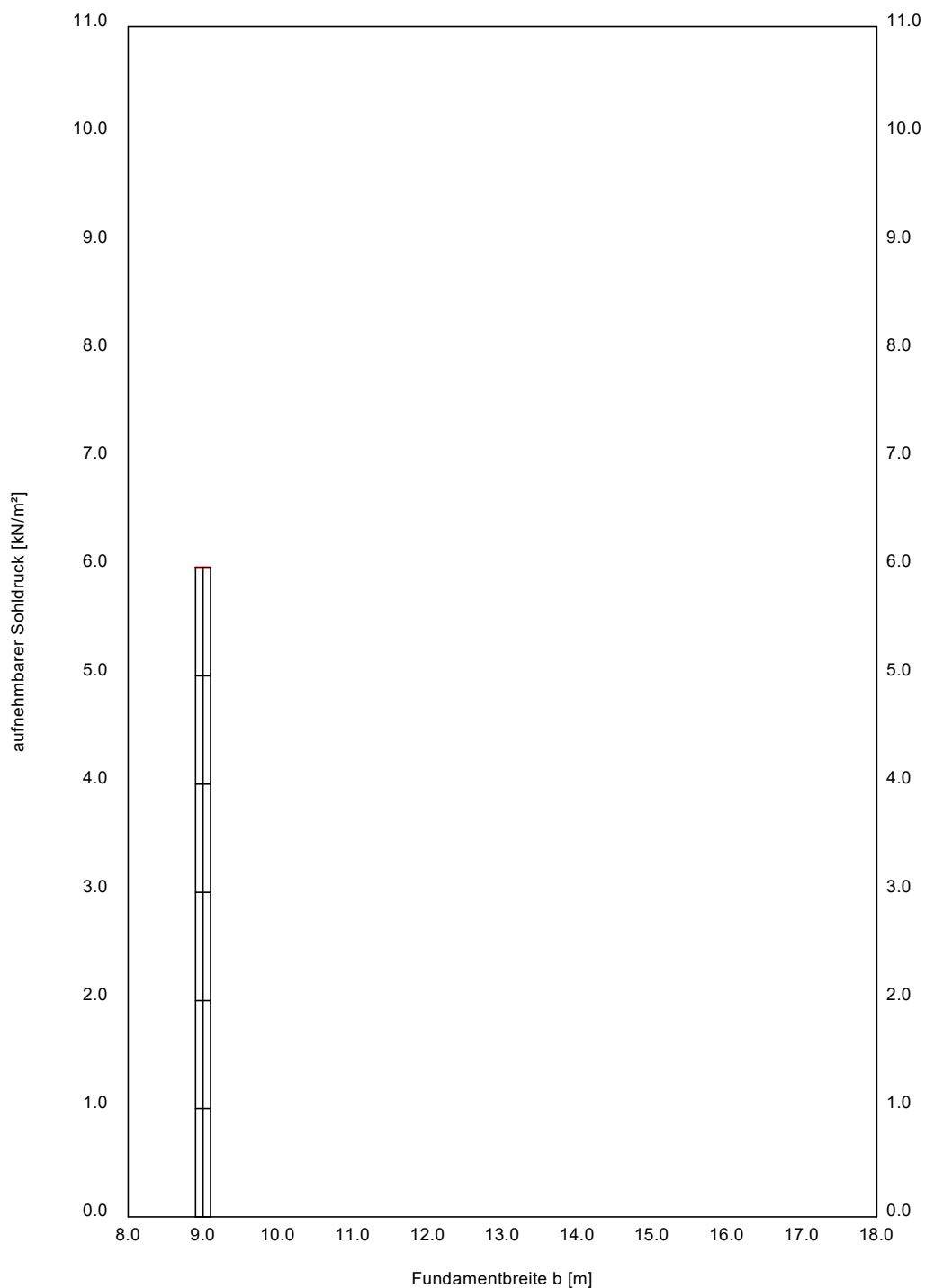
Gasspeicher



Berechnungsgrundlagen:
BV 044/20 Sylt, Westerland, Zentralkläwerk
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament ($a/b = 1.00$)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
zul sigma auf 6.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0.30 m
Grundwasser = 0.50 m
Grenztiefe mit festem Wert von 2.00 m u. GS

— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Herr Kindt

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert



Marienthaler Straße 6

24340 Eckernförde

Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	25.03.2020
Projekt	BV Sylt, Zentralkläranlage (ki)
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	044/20
Verpackung	PE-Dose
Probenmenge	ca. 1,4-1,6 kg
Auftragsnummer	20505301
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	25.03.2020 - 07.04.2020
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 07.04.2020



i. A. Gesine Blinde

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDE3300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADE33XXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1
BV Sylt, Zentralkläwerk (ki)
Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)

Auftrag		20505301	20505301
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		M1	M2
Probemenge		ca. 1,4-1,6 kg	ca. 1,4-1,6 kg
Probeneingang		25.03.2020	25.03.2020
Zuordnung gemäß		Sand	Sand
Trockenrückstand	Masse-%	87,5 ---	90,8 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,78 Z0	4,38 Z2 (Z1)
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,16 Z0	0,32 Z1
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0,0291 Z0	0,0732 Z1
Aufschluss mit Königswasser		--- ---	--- ---
Arsen	mg/kg TM	2,7 Z0	2,2 Z0
Blei	mg/kg TM	27 Z0	12 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,14 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	6,3 Z0	9,2 Z0
Kupfer	mg/kg TM	20 Z0	21 Z1
Nickel	mg/kg TM	4,5 Z0	6,7 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,16 Z1	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	63 Z1	54 Z0
TOC	Masse-% TM	0,90 Z1 (Z0)	0,48 Z0
Eluat		--- ---	--- ---
pH-Wert		8,1 Z0	8,3 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	187 Z0	130 Z0
Chlorid	mg/L	1,5 Z0	2,0 Z0
Sulfat	mg/L	50 Z1.2	26 Z1.2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	1,8 Z0	2,7 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	3,9 Z0	4,7 Z0
Nickel	µg/L	1,1 Z0	1,1 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0
Glühverlust	Masse-% TM	2,6 ---	0,4 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	0,021 ---	0,021 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1
BV Sylt, Zentralkläwerk (ki)

Auftrag		20505301	20505301
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		M1	M2
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	0,0291 ---	0,0774 ---
DOC	mg/L	4,1 ---	5,6 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,23 ---	0,30 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	113 ---	<100 ---
Barium	mg/L	0,0080 ---	0,0055 ---
Molybdän	mg/L	0,0024 ---	0,0055 ---
Antimon	mg/L	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	225 ---	299 ---

Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1
BV Sylt, Zentralkläwerk (ki)
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Glühverlust	0,10	Masse-% TM	DIN EN 15169: 2007-05 ^a 5
Lipophile Stoffe	0,010	Masse-%	LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
PCB Summe 7 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
DOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 1997-08 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

Prüfbericht-Nr.: 2020P509203 / 1
BV Sylt, Zentralkläwerk (ki)
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Cyanid l. freis. (CFA)	0,010	mg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Fluorid	0,15	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	100	mg/L	DIN 38409-2: 1987-03 ^a 5
Barium	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Molybdän	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Antimon	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Selen	0,0020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Säureneutralisationskapazität		mmol/kg TM	LAGA EW 98p: 2017-09 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg