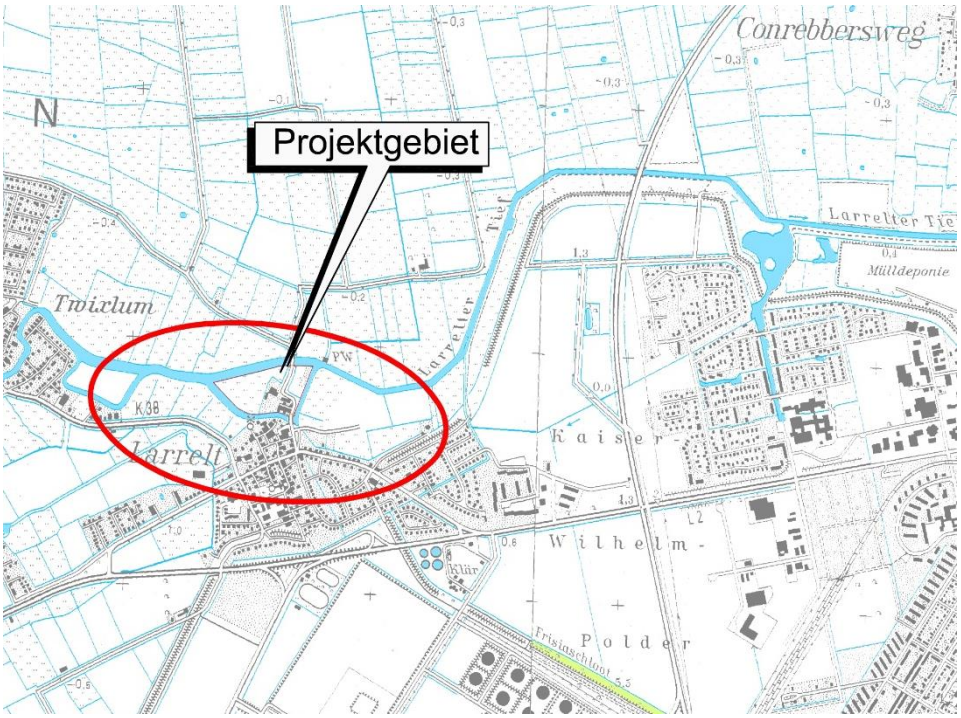
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Ingenieurbüro IDV GbR
Küsteningenieurwesen · Wasserwirtschaft · Hydrogeologie · Umwelttechnik · Altlasten

Japaninsel Emden

- Dokumentation der Untersuchungen zur Bodenbeschaffenheit unter besonderer Berücksichtigung möglicher sulfatsaurer Eigenschaften-



26. September 2022

Auftraggeber: Emder Bau und Boden GmbH

Japaninsel Emden

-Dokumentation der Untersuchungen zur Bodenbeschaffenheit unter besonderer Berücksichtigung möglicher sulfatsaurer Eigenschaften-

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung 2
2 Örtliche Verhältnisse 2
3 Problemstellung und Methodik 3
4 Erkundung und Probenahme 6
5 Ergebnisse und Auswertung 7
5.1 Bohrergebnisse 7
5.2 Analysenergebnisse 8
6 Zusammenfassung 10
7 Schrifttum 12
8 Anhang 13

Ingenieurbüro IDV GbR
Dr.-Ing. Jann M. de Vries
Dipl.-Geol. Uwe de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Krummhörn-Greetsiel
T. 04926 912 006
F. 04926 912 008
u.devries@idv-net.de

1 Veranlassung

Die Emder Bau und Boden GmbH plant die Erschließung des B-Plangebietes der Japaninsel in Emden -Larrelt. Die Projektfläche wurde durch die Baugrund-Ammerland GmbH in zwei Kampagnen durch insgesamt 9 Kleinrammbohrungen bis 4 m bzw. 6 m u GOK erkundet (Baugrund Ammerland 2021 und 2022). Nach BA 2021 und 2022 wurde der im Projektgebiet anstehende Kleiboden bis 6 m u GOK nicht durchteuft. In einzelnen Bohrungen wurde ab 4 m u GOK Torf angetroffen. Der Kleiboden enthält lagenweise hohe organische Anteile und steht wechsellagernd mit Torfschichten, so dass die prinzipiellen Bildungsbedingungen für einen möglichen sulfatsauren Boden vorliegen. Erste bodenchemische Analysen durch BA (2021) und BA (2022) geben Hinweise auf das kleinräumige Vorkommen von potenziell sulfatsauren Böden.

Zur Vorbereitung einer möglichen Entnahme der Kleischichten im Rahmen der Erschließung sind weitere Kenntnisse über die Fläche und die Tiefe zur Fragestellung möglicher sulfatsaurer Eigenschaften der Böden notwendig.

Mit der Durchführung der Untersuchungen der anstehenden Böden hinsichtlich möglicher sulfatsaurer Eigenschaften wurde das Ingenieurbüro IDV GbR, Greetsiel, beauftragt.

2 Örtliche Verhältnisse

Die Lage der zu erkundenden Fläche ist im Anhang 1 in einem Übersichtsplan dargestellt. Die Projektfläche befindet sich im Nordwesten der Stadt Emden im Stadtteil Larrelt an der Japanstraße. Sie wird vollständig vom Larrelter Tief umflossen.
Die Projektfläche weist eine Größe von rd. 4 ha auf.

Die Geologische Karte 1:50.000 weist keine einheitliche Genese der anstehenden Böden aus. Im nördlichen Bereich sind tonige Böden überwiegend brackischer Genese, die partienweise auch als Wattablagerung entstanden sind, auskartiert. Im südlichen Bereich werden diese tonigen Böden von schluffigen Mischwattablagerungen überlagert. In der Bodenübersichtskarte des LBEG (1:50.000) ist die Fläche überwiegend als mittlere Kalkmarsch dargestellt. Ein geringer Teil im nordöstlichen Abschnitt ist als mittlere Kleimarsch eingetragen.

In der Karte der „Sulfatsauren Böden in niedersächsischen Küstengebieten“ des Geodatenzentrums Hannover (NIBIS-Kartenserver) ist der Boden der Fläche als kalkhaltiges toniges Material, z.T. mit erhöhten Schwefelgehalten ausgewiesen. Bei Hinweisen sind weitere Erkundungen zu potenziell sulfatsauren Eigenschaften empfohlen.

3 Problemstellung und Methodik

Die im Projektbereich vorliegenden Klei- und Torfböden können hohe Gehalte von reduzierten anorganischen Schwefelverbindungen enthalten, die sich unter sauerstofffreien Bedingungen z.B. in Böden unterhalb des Grundwasserspiegels akkumulieren und in Form von Eisensulfiden (z.B. Pyrit) festgelegt sind. Voraussetzung für die Anreicherung der Eisensulfide im reduzierenden Milieu ist die Verfügbarkeit von Sulfat, metabolisierbarer organischer Substanz und reduzierbaren Eisen (III)-Verbindungen (vgl. u.a. SCHÄFER ET AL. (2010)).
Durch den Zutritt von Luftsauerstoff z.B. durch Bodenaushub, erfolgt in diesen Böden die Oxidation des Pyrits unter Freisetzung von Schwefelsäure. Als Folge der Schwefelsäurebildung sinkt der pH-Wert bis auf Werte unterhalb der für die Schwermetallmobilisierung kritischen Marke von pH 4. Die geogen im Boden enthaltenen Schwermetalle können bei einem pH-Wert unterhalb von 4 mobilisiert werden und ggf. mit dem Sickerwasser ausgetragen und verlagert werden. Im Unterschied zu den anaeroben, wassergesättigten **potenziell sulfatsauren Böden** läuft die Sulfidoxidation unter aeroben Bedingungen z.B. durch Belüftung in Folge der künstlichen Entwässerung bereits ab und führt zu **aktuell sulfatsauren Böden** (vgl. SCHÄFER ET AL. (2018).

Zur Bewertung von Bodenaushub steht die TR-Boden (2004) der LAGA M 20 zur Verfügung, die entsprechende Verwertungsmöglichkeiten, abgestuft nach sog. Einbauklassen vorsieht. Die Zuordnung eines vorliegenden Bodens zu einer Einbauklasse erfolgt anhand der Analysenergebnisse der Festphase und im Eluat (DEV S 4). Die Einbauklasse 0 entspricht dem uneingeschränkt offenen Einbau (Z 0), die Einbauklasse 1 dem eingeschränkt offenen Einbau (Z 1) und die Einbauklasse 2 dem eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Z 2). Ist der Z 2 Wert überschritten, im Feststoff oder im Eluat ist ein offener Einbau gem. LAGA in der Regel nicht mehr möglich.
Bei den sulfatsauren Böden ist die Festphase in der Regel, wenn keine zusätzliche anthropogene Verschmutzung vorliegt, unbedenklich und dem Z 0-Wert zuzuordnen. Durch die Pyritoxidation und die entstehende Schwefelsäure ist die Sulfatkonzentration im Eluat häufig deutlich erhöht, und kann den Z 2-Wert der LAGA überschreiten. In Folge des sinkenden pH-Wertes, der gleichfalls häufig den Z 2-Wert überschreitet, können die Schwermetalle mobilisiert werden und es können im Eluat Schwermetallkonzentrationen erreicht werden, die zu einer Zuordnung zum Z 2-Wert führen oder den Z 2-Wert überschreiten.
Die Absenkung des pH-Wertes und als dessen Folge die erhöhten Schwermetallkonzentrationen im Eluat, können bei sulfatsauren Böden zur abfallrechtlichen Bewertung oberhalb des Z 2-Wertes der LAGA führen.
Zur Identifizierung eines sulfatsauren Bodens ist deshalb die Bestimmung des pH-Wertes und der Sulfatkonzentration sowie untergeordnet des Chloridgehaltes und der elektrischen

Leitfähigkeit im Eluat von Bedeutung. Zu berücksichtigen ist bei der Analyse eine gewisse Zeitverzögerung, die zwischen der Entnahme eines Bodens und der Ausbildung der sulfatsauren Eigenschaften entstehen kann, so dass im Eluat die aktuell sulfatsauren Böden sicher erkannt werden können. Davon zu unterscheiden sind die potenziell sulfatsauren Böden. Der Ablauf der chemischen Reaktion benötigt eine gewisse Zeitspanne, die erst mit der Belüftung des Bodens (Entnahme) beginnt. So kann eine Bodenprobe in der ersten Analyse sofort nach Entnahme vollkommen unauffällig sein (Z 0) und nach Ablauf der Pyritoxidation aufgrund auffälliger pH-, Sulfat- und Schwermetallwerte im Eluat dem Z 2-Wert oder höher zuzuordnen sein.
Zur Identifizierung von potenziell sulfatsauren Böden wird zur Ermittlung der Versauerungstendenzen an den Feststoffproben das Säurebildungspotential (SBP_{CRS}), die Säureneutralisierungskapazität (SNK_T) sowie die Nettosäureneutralisierungskapazität (SNK_N) bestimmt (vgl. SCHÄFER ET AL (2010)).

Die im Projektgebiet anstehenden Böden sind als Kalk- bzw. Kleimarsch ausgebildet. Die Bodenarten sind, u.a. aufgrund der humosen Anteile, ggf. z.B. bei mangelnder Kalkversorgung als gefährdet einzustufen und können in Teilbereichen sulfatsaure Eigenschaften aufweisen. Die Vorarbeiten durch BA (2021 und 2022) geben ebenfalls erste Hinweise auf das mögliche Vorkommen pot. sulfatsaurer Böden.
Die Verteilung der sulfatsauren Böden variiert kleinräumig. Abgeleitete Aussagen über größere Flächen aus punktuell vorliegenden Informationen, sind nur mit Einschränkungen möglich. SCHÄFER ET AL. (2010b) empfehlen in den Geofakten 25 für Flächen von rd. 4 ha 10 Bohrungen. Für Linienbauwerke wird ein Bohrabstand von 50 m vorgeschlagen. Bei der vorliegenden Projektflächengröße von rd. 4 ha und einer Länge der Erschließungsstraße von rd. 400 m ergeben sich damit 18 Bohrungen. Mit zwei zusätzlichen Bohrungen zur engeren Überprüfung und Eingrenzung eines positiven Befundes der Vorerkundung ergibt sich die Endzahl von 20 Bohrungen bis 3 m u GOK. Die Endteufe leitet sich aus der bautechnisch für die Erschließung notwendigen maximalen Eingriffstiefe ab, die mit max. 3 m u GOK angegeben wird.
Die geplante Erschließungsstraße wurde in einem Raster von rd. 50 m abgebohrt. Die weitere Projektfläche wurde hektarweise aufgeteilt und entsprechend je Hektar mit mind. 2 Bohrpunkten versehen. Bedingt durch die Randlage einzelner Hektarflächen und entsprechender Zuschnitte ergab sich dadurch die Lage der 20 Bohrpunkte in Anhang 2.
Nach Vorlage der ersten Bohrergebnisse und der ermittelten pH-Werte im Boden aus den Vorversuchen[1] (Feldmethode), die im schwach sauren bis schwach basischen Bereich lagen, wurde die Anzahl der Bohrungen beibehalten. (vgl. Anhang 2).

[1] Abfüllen von rd. 10 g luftgetrocknetem und homogenisiertem Boden in einen Messbecher und Zugabe von 25 ml Wasser. Anschließend wird die Probe rd. 15 min von Hand oder auf einem automatischen Schüttler geschüttelt. Nach dem Umrühren der Suspension wird die pH-Elektrode eingeführt und der pH-Wert gemessen (vgl. ROWELL (1997)).

Proben aus Bereichen die hinsichtlich der Genese auf anmoorig, brackisch und lagunär beeinflusste Bereiche zurückgeführt werden können, weisen aufgrund der marinen oder anmoorigen Einflüsse natürlicherweise im Eluat erhöhte Chlorid- und Sulfatgehalte sowie in deren Folge erhöhte elektrische Leitfähigkeiten auf, die oberhalb des LAGA Z 0-Wertes liegen können. Diese sind in der Regel dem geogenen Hintergrund zuzuordnen und stehen einer Verwertung der Böden im Bereich vergleichbarer Hintergrundwerte nicht entgegen. Bei Gebieten mit erhöhten geogenen Hintergrundgehalten sind höhere Zuordnungswerte im Feststoff zulässig, sofern keine weiteren Grundsätze des Bodenschutzrechts entgegenstehen. So darf z.B. keine Besorgnis der erheblichen Freisetzung oder des zusätzlichen Eintrages von Schadstoffen bestehen. Entsprechend können auch im Eluat parameterabhängig höhere Zuordnungswerte gewählt werden, wenn diese den regionalen geogenen Hintergrundwerten entsprechen und das Bodenmaterial im gleichen Gebiet verwertet wird.

Für die Beurteilung, ob sich die Eigenschaften eines vorliegenden Bodens im Bereich der geogenen Hintergrundschwankung bewegen oder ob durch die sulfatsauren Eigenschaften eine Schwermetallmobilisierung zu befürchten ist, ist daher die genaue Lage der Fläche aus der der Boden entnommen werden soll und die geplante Entnahmetiefe von Bedeutung, so dass sichergestellt ist, das die Entnahme von Bodenproben aus dem zu entnehmenden und damit dem zu bewertenden Boden entstammt.

4 Erkundung und Probenahme

Die Erkundung der oberflächennahen geologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Maßnahmen erfolgte durch die gem. SCHÄFER ET AL. (2010b) abgeleitete Anzahl von 20 Kleinrammbohrungen (s.o.) am 15.08. und 16.08.2022. Die Ausführung der Bohrungen erfolgte durch die Fa. Ulpts Geotechnik. Die fachgutachterliche Begleitung sowie Probenahme erfolgten durch den Unterzeichner.

Die Lage der Bohrungen ist gemeinsam mit einem Raster von je einem ha im Anhang 2 eingetragen.

Das erbohrte Schichtinventar wurde vor Ort bodenkundlich angesprochen und im Rahmen der vorgegebenen geplanten Entnahmetiefen beprobt. Die Bestimmung des Kalkgehaltes erfolgte qualitativ anhand der Feldmethode mit 10%iger Salzsäure. Die Bestimmung der pH-Werte im Boden erfolgte in Vorversuchen (Feldmethode) an allen Proben.

Die Ergebnisse der Schichtansprachen sind als Bohrprofile im Anhang 3 zusammengestellt.

Im Weiteren wurden 18 Einzelproben von 6 Bohrungen aus allen Tiefenstufen unterhalb der Grasnarbe gem. der Feldbefunde und der ermittelten Boden pH-Werte, auf den im Anhang 4 aufgeführten Umfang im Eluat auf die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat sowie im Feststoff auf das Säurebildungspotential und die Säureneutralisierungskapazität untersucht.

Die ausgewählten 18 Proben wurden dem Chemischen Untersuchungsamt Emden (CUA) zur Bestimmung der aufgeführten Parameter übergeben. Die Befunde des CUA Emden sind im Anhang 5 enthalten.

5 Ergebnisse und Auswertung

5.1 Bohrergebnisse

Die Ergebnisse der Bodenansprachen sowie die entnommenen Bodenproben sind im Anhang 3 in Form von Bohrprofilen enthalten.

Die durchgeführten Bohrungen weisen den Boden unterhalb einer meist schwach durchwurzelten 0,3 m mächtigen schluffigen Mutterbodenschicht bis zur Endteufe in 3 m u GOK als tonigen Schluff aus, der häufig schwache feinsandige Anteile aufweist. Die erbohrten Kleischichten sind im oberen Bereich von 0,3 m u GOK bis zwischen 0,9 m u GOK und 2,0 m u GOK schwach bis stark eisenfleckig. Der Kalkgehalt ist relativ inhomogen verteilt. Die erbohrten Schichten sind überwiegend kalkführend, wobei die qualitative Beschreibung des Kalkgehaltes von sehr schwach bis stark kalkführend reicht. Untergeordnet wurden kalkfreie Schichten angetroffen. So kann z.B. in B 1 der Bereich von 0,3 m bis 2,0 m u GOK als kalkfrei und der unterlagernde Tiefenbereich von 2,0 m bis 3,0 m als stark kalkig beschrieben werden. In B 2 ist wiederum der Tiefenbereich von 0,3 m bis 1,8 m als mittel kalkig und der unterlagernde Bereich von 1,8 m bis 3,0 m u GOK als kalkfrei zu bezeichnen. Eindeutige Trends der räumlichen Verteilung sind weder in der horizontalen noch in der vertikalen Verteilung des Kalkgehaltes zu erkennen.

Die tieferen Schichtglieder weisen überwiegend schwache bis starke Anteile von Pflanzenresten (Torf) aus, die häufig mit einem deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff verbunden sind.

Petrografisch zeigt sich für die erbohrten Horizonte innerhalb des Projektgebietes ein relativ homogen verteilter Aufbau d.h., die Korngrößen der erbohrten Böden variieren nur in einem kleinen Bereich.

Stauwasser wurde in allen Bohrungen in Tiefen zwischen 1,40 m u GOK und 2,40 m u GOK angetroffen. Ausnahme ist die Bohrung B 6 zu der kein Wasserzutritt zum Bohrloch festzustellen war. Hier ist anzumerken, dass die Wasserstände zum Zeitpunkt der Probenahme jahreszeitlich bedingt extrem niedrig waren. Die Befunde der Bodenansprachen deuten auf einen Wasserspiegel des Stauwasserhorizontes der im Jahresverlauf überwiegend im Bereich zwischen 0,4 m u GOK und 1,20 m u GOK liegt.

Die Konsistenz der angetroffenen schluffigen und tonigen Kleiböden kann im Tiefenbereich unterhalb des Mutterbodens als weich bis steif beschrieben werden.

Der durchwurzelte Bodenhorizont bis 0,3 m u GOK ist durchlüftet und für die Fragestellung potenzieller sulfatsaurer Böden nicht mehr relevant. Die entnommenen Proben für die Feststoffanalytik entstammen daher dem zu bewertenden Tiefenbereich zwischen 0,3 m u GOK und 3,0 m u GOK (vgl. Anhang 3 und 4).

5.2 Analysenergebnisse

Die Ergebnisse der Vorversuche an allen 80 entnommenen Proben sowie die Analysenergebnisse der Laboruntersuchungen an den 18 ausgewählten Proben sind im Anhang 4 enthalten.

Die in Vorversuchen in allen 80 Proben ermittelten Boden pH-Werte (Feldmethode) liegen mit Werten zwischen 4,5 und 7,5 im sauren bis schwach basischen Bereich und sind dem geogenen Hintergrund für marin und brackische Böden mit anmooriger Prägung zuzuordnen. Weitere Hinweise auf mögliche sulfatsaure Eigenschaften der entnommenen Proben (vgl. Anhang 3) liegen hier nicht vor. Alle Proben bleiben oberhalb des für die Schwermetallmobilisierung kritischen Wertes von pH 4.

Die Analyse der ausgewählten 18 Proben weist im Eluat pH-Werte auf, die mit Werten von pH 6,6 (B 5/0,95 m -1,9m) bis 7,9 (B 8/0,3 m – 1,0m) vereinzelt im schwach sauren Bereich und überwiegend im schwach basischen Bereich liegen. Die ermittelten Werte der elektrischen Leitfähigkeit liegen mit Werten zwischen 59 µS/cm und 2590 µS/cm überwiegend oberhalb der Z 0-Werte der LAGA. Die Sulfatkonzentrationen liegen mit Konzentrationen von 4,6 mg/l bis 1.300 mg/l überwiegend im Bereich des Z 2-Wertes bzw. oberhalb des Z 2-Wertes. Die Chloridgehalte weisen demgegenüber eine geringe Streuung auf relativ niedrigem Niveau auf, so dass die erhöhten Leitfähigkeiten auf die Sulfatkonzentrationen zurückgeführt werden können.

Die relativ hohen Sulfatkonzentrationen bei gleichzeitig niedrigen Chloridkonzentrationen können als geochemische Signale für den Ablauf der Reaktion z.B. von Pyrit mit dem Luftsauerstoff gewertet werden. Die Reaktion zeigt sich jedoch nicht bzw. sehr gedämpft in den pH-Werten (Vorversuche und Eluat). Die ermittelten pH-Werte verbleiben auf vergleichsweise hohem Niveau. Zusätzlich ist zu vermuten, dass der Sulfataustrag teilweise auf organogene Bestandteile zurück zu führen ist, wofür die relativ geringen Trockenmassen bei relativ hohen Sulfatgehalten im Eluat als Hinweis dienen können.
Die ermittelten Säurebildungspotentiale (SBP) überschreiten die Säureneutralisierungskapazitäten (SNK) in 2 Proben auf relativ niedrigem Niveau, so dass für diese Proben eine negative Nettosäureneutralisierungskapazität (SNK_N) von -127 mmol/kg bzw. -140 mmol/kg angegeben werden muss. Die Proben weisen entsprechend potenziell sulfatsaure Eigenschaften auf (vgl. Anhang 4). In 16 Proben übersteigt die ermittelte Säureneutralisierungskapazität das Säurebildungsvermögen. Der deutlich überwiegende Teil der Proben ist demnach nicht potenziell sulfatsauer.
Die Bohrung B 5, die zur Überprüfung der durch BA (2022) in der Bohrung KRB 6 ermittelten sulfatsauren Eigenschaften dient, weist im Tiefenbereich 0,95 m -1,9 m eine hohe Sulfatkonzentration von 1.300 mg/l sowie einen relativ niedrigen Boden-pH von 4,5 auf, die auf den

Ablauf der Versauerungsreaktion hinweisen. Die Probe weist auch ein signifikantes Säurebildungspotential von 506 mmol/kg auf, das jedoch durch eine Neutralisierungskapazität von 937 mmol/kg überkompensiert wird. Die Probe ist daher als nicht pot. sulfatsauer zu bewerten.
Die Proben mit pot. Sulfatsauren Eigenschaften sind B 1 / 1,0m -2,0 m und B 3 / 2,0 -3,0 m. In diesen Proben reicht die Säureneutralisierungskapazität nicht aus um die pot. entstehende Säure zu puffern, was sich in der Kalkfreiheit der Proben zeigt. Auch die Proben B 2 / 1,8 m – 3,0 m und B 4 /2,0 bis 3,0 m sind als kalkfrei angesprochen (vgl. Anhang 3). Aus der Kombination der geologischen und chemischen Befunde ergibt sich damit ein Bereich um die Bohrung B 1, in der der Tiefenbereich von 1,0 m bis 2,0 m u GOK als pot. sulfatsauer gefährdet einzustufen ist (vgl. Anhang 2). In einem weiteren Bereich um die Bohrungen B 2, B 3 und B 4 ist für den Tiefenbereich zwischen 2,0 m und 3,0 m mit sulfatsauren Böden zu rechnen. Die weiteren Bohrungen sind als kalkführend angesprochen, so dass hier ein entsprechend ausreichendes Säurepuffervermögen zu erwarten ist.
Insgesamt bestätigt sich das oft sehr kleinräumige Auftreten von pot. sulfatsauren Eigenschaften.

Die an den Proben ermittelten Werte der elektrischen Leitfähigkeit, der Chlorid- und der Sulfatkonzentration zeigen vereinzelt geochemische Signale für die Reaktion z.B. von Pyrit mit dem Luftsauerstoff. Die entstehenden Säureionen können jedoch überwiegend z.B. durch Kalk gepuffert werden. Die Werte liegen ansonsten im Bereich des geogenen Hintergrundes für brackische und anmoorige Böden.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der geplanten Erschließung von landwirtschaftlichen Flächen für die Wohnbebauung ist die Kenntnis über mögliche sulfatsaure Eigenschaften des Bodenmaterials notwendig.
Die betroffene Fläche wurden entsprechend der geplanten Maßnahme oberflächennah durch 20 Bohrungen und Probenahmen bis max. 3,0 m u GOK sowie weitergehende Untersuchungen zur Prüfung möglicher sulfatsaurer Eigenschaften erkundet.

Die durchgeführten Bohrungen weisen auf der Projektfläche schluffige und tonige Kleiböden aus, die deutliche organogene Bestandteile sowie Torfanteile enthalten.

In allen 80 Proben liegen die nach der Feldmethode ermittelten pH-Werte im sauren bis basischen Bereich aber oberhalb der für die Schwermetallmobilisierung kritischen Marke von pH 4.
In 16 von 18 ausgewählten Proben ist die Säureneutralisierungskapazität größer als das Säurebildungspotential. Die untersuchten Proben zeigen im Eluat pH-Werte und Sulfatkonzentrationen, die dem geogenen Hintergrund zuzuordnen sind. Die Proben zeigen keine Hinweise auf aktuelle oder potenzielle sulfatsaure Eigenschaften.

Auf Grund der nachgewiesenen Sulfatkonzentrationen sind die Proben überwiegend dem Z 2-Wert zuzuordnen und überschreiten in einem Fall den Z 2-Wert der LAGA.

In 2 der 18 untersuchten Proben aus dem Tiefenbereich zwischen 0,3 m und 3 m u GOK ist das Säurebildungspotential größer als die Säureneutralisierungskapazität. Die ermittelten potenziell sulfatsauren Eigenschaften und die damit verbundenen niedrigen pH-Werte, lassen die Unterschreitung des pH-Wertes von 4 im Sickerwasser und in der Folge einen möglichen Austrag von Schwermetallen in angrenzende Schutzgüter erwarten. Eine Verwertung der betroffenen Böden auf der Fläche ist nicht bzw. nur mit technischen Sicherungsmaßnahmen möglich. Die räumliche Verteilung der potenziell sulfatsauren Flächen weist Teilflächen im Bereich der geplanten Erschließungsstrasse im nördlichen Bereich als potenziell sulfatsauer aus.

Generell lässt sich feststellen, dass kleinräumig in einzelnen Schichten hohe Säurebildungspotentiale vorhanden sein können, die bei gleichzeitig höheren Neutralisierungskapazitäten unproblematisch sind. Die hohen Neutralisierungskapazitäten beruhen überwiegend auf vorhandenen Kalkgehalten, so dass bei fehlendem Kalkgehalt die Gefahr einer Bodenversauerung besteht. Es wird empfohlen auf der gesamten Projektfläche den Bodenaushub fachgutachterlich zu begleiten.

SCHÄFER ET AL (2010) nennen in den **Geofakten 25** die Möglichkeit der semiterrestrischen Ablagerung als einen möglichen Umgang mit potenziell sulfatsauren Böden. Dabei wird das

Material in künstlichen (abflusslosen) Poldern abgelagert, in denen sich durch eine umgebende gering durchlässige Verwallung ein erhöhter Stauwasserstand einstellt, der im unteren Bereich der Ablagerung zu Ausbildung von reduzierenden Bedingungen führt. Die notwendigen Erdarbeiten sind durch die Einarbeitung von Kalk zur Säurepufferung zu begleiten.

Für die Durchführung der Maßnahme ist eine Ausnahmegenehmigung nach §28 / 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) der zuständigen Bodenschutzbehörde notwendig.

Eine weitere Möglichkeit des Umgangs mit potenziell sulfatsauren Böden ist die Separierung des anfallenden pot. sulfatsauren Bodenaushubs und nach erfolgter Durchführung der zugehörigen Deklarationsanalytik die Andienung an einen zertifizierten Entsorgungsbetrieb.

Im weiteren Projektfortschritt wird zur Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse vorgeschlagen, in den weiteren Planungen insbesondere Möglichkeiten zur Minimierung des anfallenden Bodenaushubes zu prüfen.

Greetsiel, den 26.09.2022

Uwe de Vries

(Dipl.-Geol. Uwe de Vries)

7 Schrifttum

BA (2021) : Erschließungsgebiet Japanstraße in Emden, Geotechnischer Untersuchungsbericht, Baugrund Ammerland GmbH, 14.01.2021

BA (2022) : Japaninsel Emden, Geotechnischer Untersuchungsbericht, Baugrund Ammerland GmbH, 23.05.2022

LAGA (2004) : Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen Teil II: Technische Regeln für die Verwertung ,1.2 Bodenmaterial (TR-Boden). In: *TR Boden* (2004)

LAWA (2004) : Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Dezember 2004

ROWELL, DAVID.L (1997): Bodenkunde – Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen, Springer (1997)

SCHÄFER, W.GEHRT, E.,BLANKENBURG,J. & GRÖGER,J. (2010): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten, LBEG Hannover, **Geofakten 24**, März 2010

HEUMANN,S., GEHRT, E. & GRÖGER-TRAMPE,J. (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten, Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten, LBEG Hannover, **Geofakten 24**, Oktober 2018

SCHÄFER, W.PLUQUET,E. .WEUSTINK,A.,BLANKENBURG,J. & GRÖGER,J. (2010b): Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten, LBEG Hannover, **Geofakten 25**, November 2010

8 Anhang

1 Übersichtslageplan

2 Bohr- und Probenahmeplan der Beprobung der Projektfläche vom 15.08. und 16.08.2022

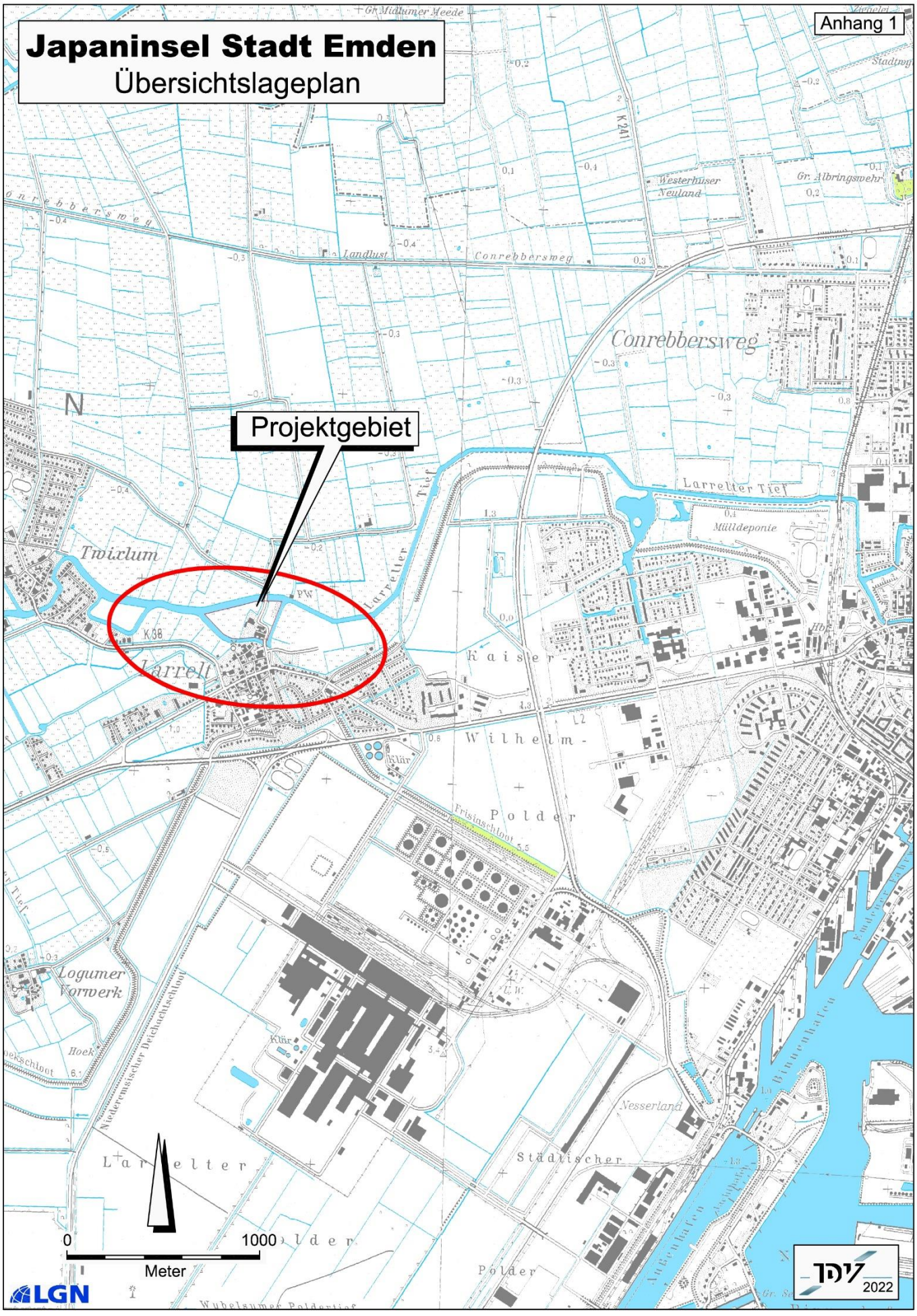
3 Darstellung der Bohrungen in Form von Bohrprofilen

4 Tabellarische Darstellung der Mess- und Analysenergebnisse

5 Originalbefunde des CUA Emden

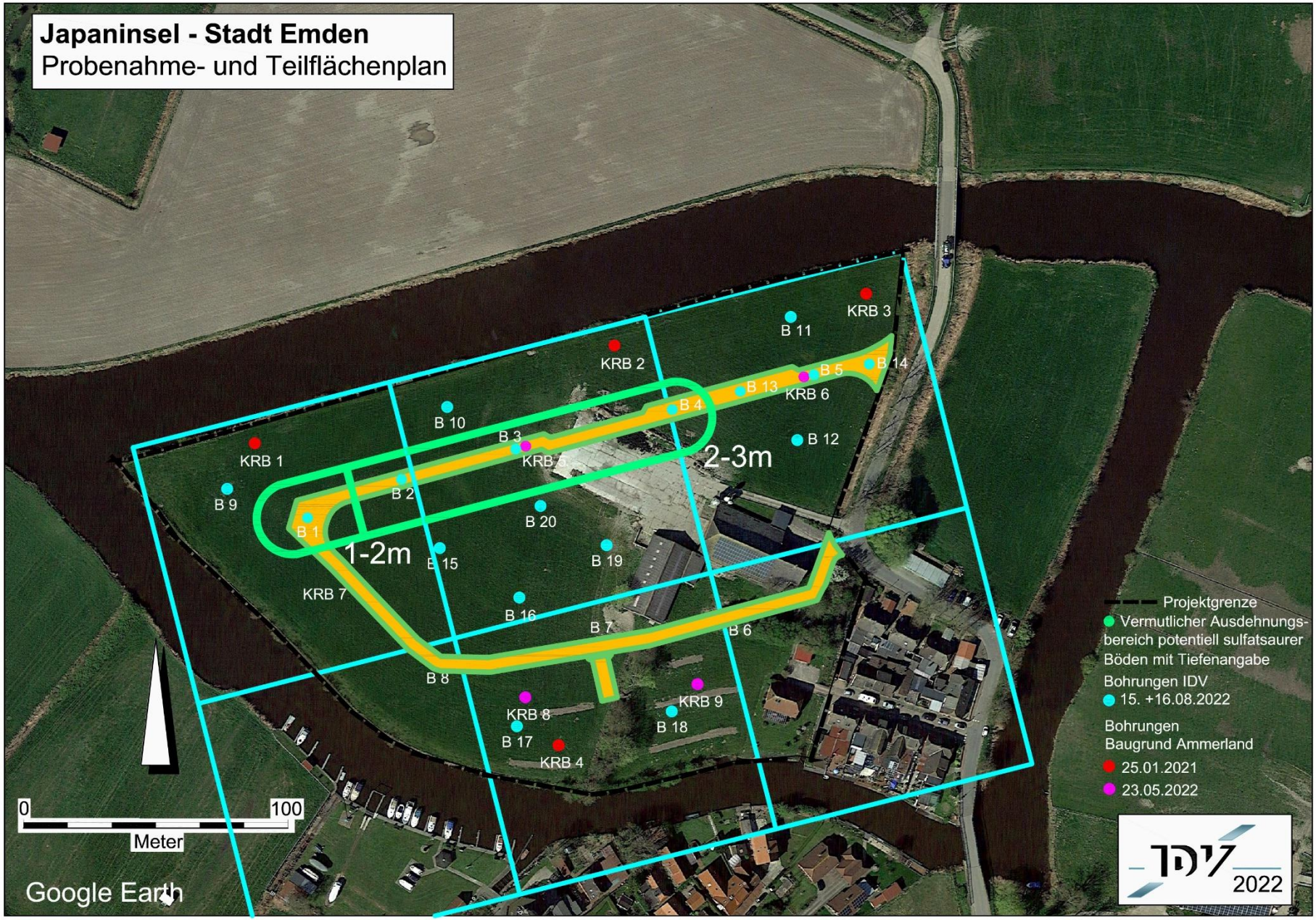
Anhang 1:

Übersichtslageplan


Japaninsel Stadt Emden
Übersichtslageplan
Anhang 1
Projektgebiet
Conrebbersweg
Twixlum
Larrelt
Larrelter Tief
Kaiser-Wilhelm-Polder
Logumer Vorwerk
Nesserland
Städtischer Polder
Larrelter Polder
Mülldeponie
Westerhuser Neuland
Gr. Albringswehr
Landlust
Frisiaschloot
Niederemsischer Deichachtschloot
Binnenhafen
Außenhafen
0
1000
Meter
LGN
IDV 2022

Anhang 2:

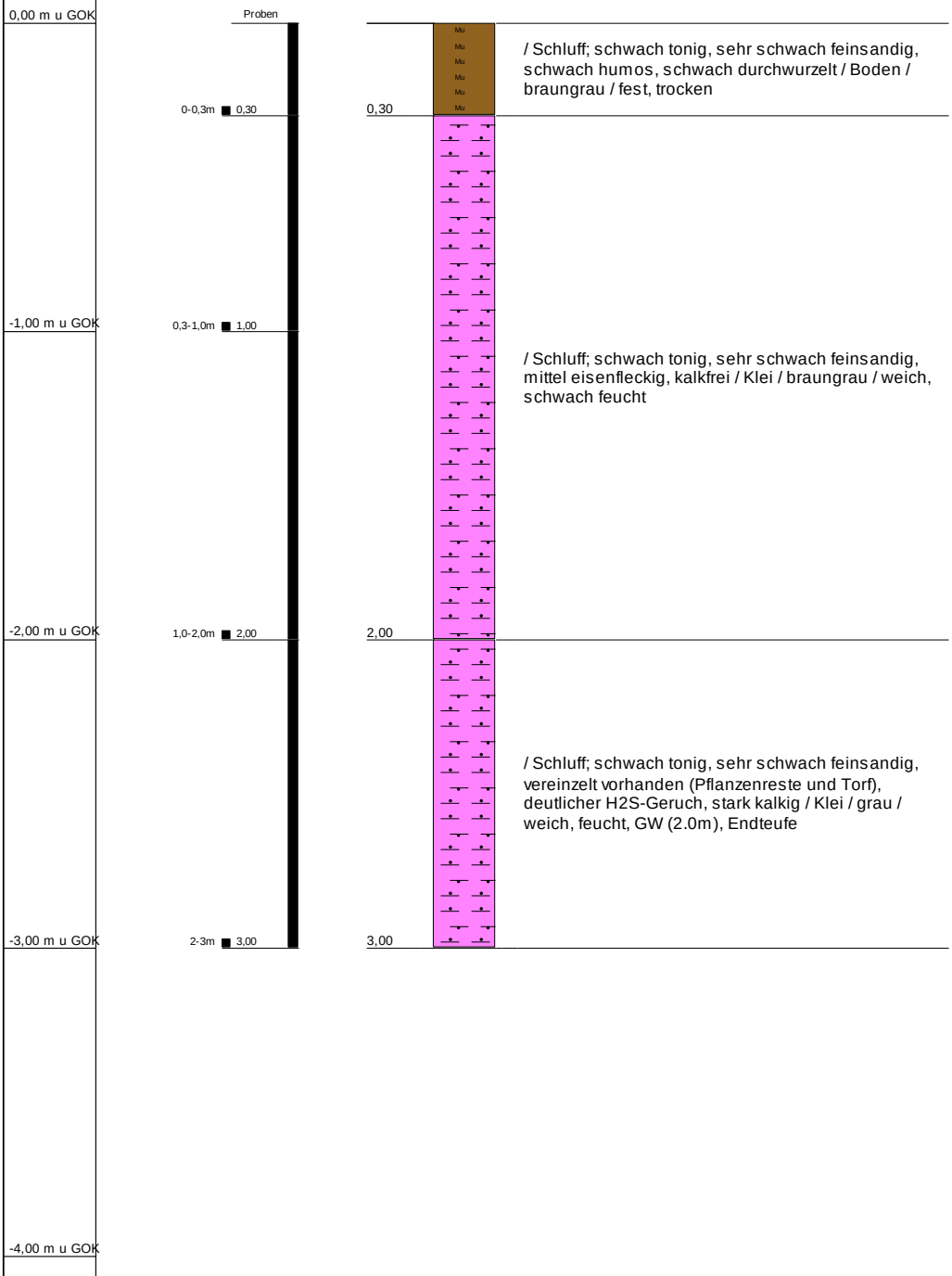
Bohr- und Probenahmeplan der Beprobung der Projektfläche vom 15.08. und 16.08.2022


Japaninsel - Stadt Emden
Probenahme- und Teilflächenplan
KRB 1
KRB 2
KRB 3
KRB 4
KRB 5
KRB 6
KRB 7
KRB 8
KRB 9
B 1
B 2
B 3
B 4
B 5
B 6
B 7
B 8
B 9
B 10
B 11
B 12
B 13
B 14
B 15
B 16
B 17
B 18
B 19
B 20
1-2m
2-3m
0
100
Meter
Google Earth
Projektgrenze
Vermutlicher Ausdehnungs-bereich potentiell sulfatsaurer Böden mit Tiefenangabe
Bohrungen IDV
15. +16.08.2022
Bohrungen
Baugrund Ammerland
25.01.2021
23.05.2022
IDV
2022

Anhang :3

Darstellung der Bohrungen in Form von Bohrprofilen

Japaninsel / B 1

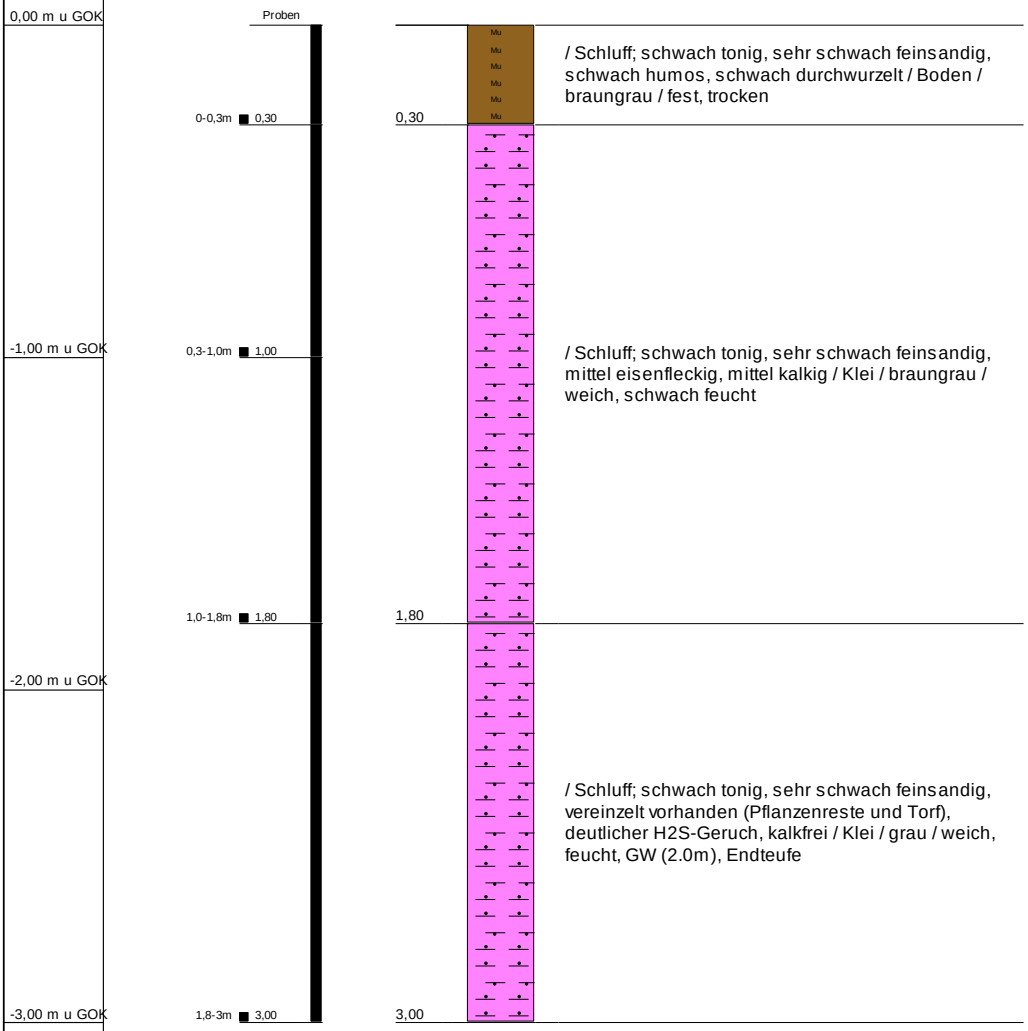


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 1	RW: 376721,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914895,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 2

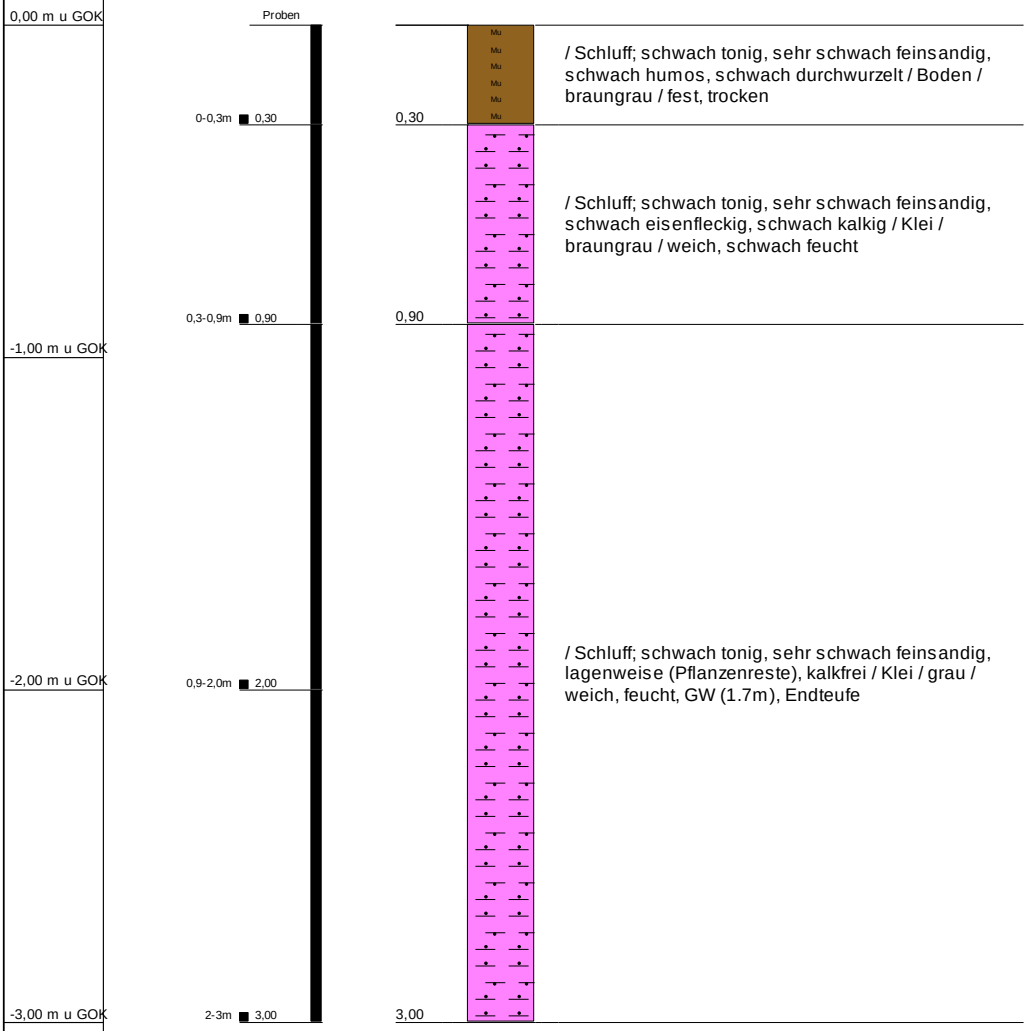


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 2	RW: 376756,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914906,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 3

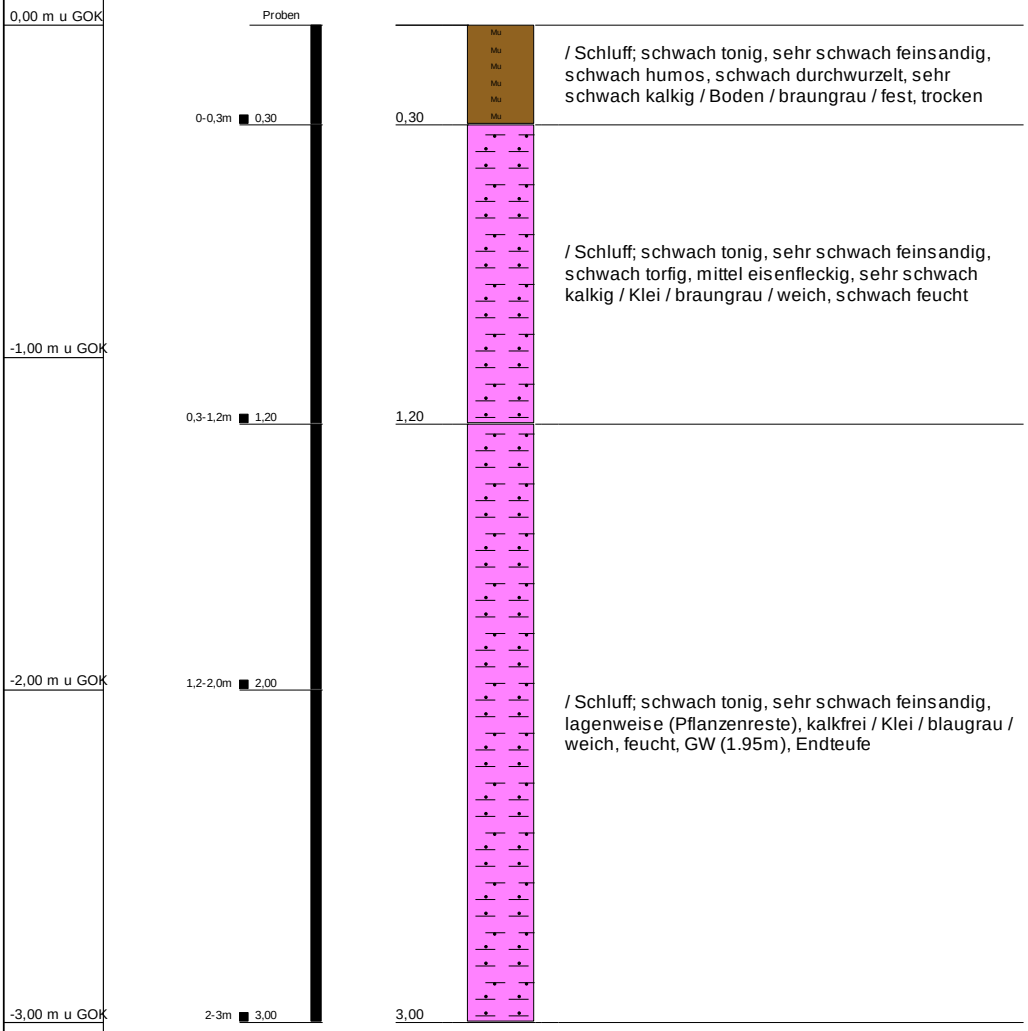


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 3	RW: 376814,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914908,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 4

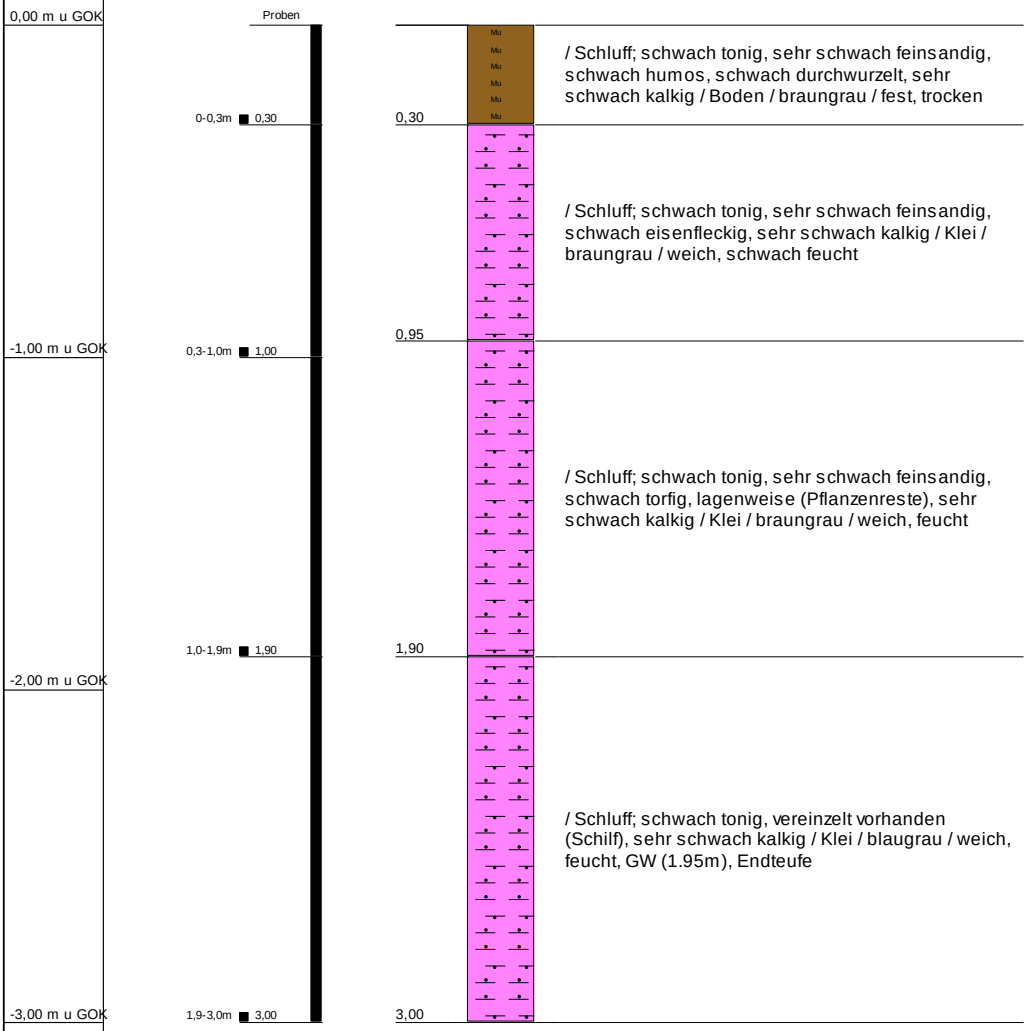


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 4	RW: 376857,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914923,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 5

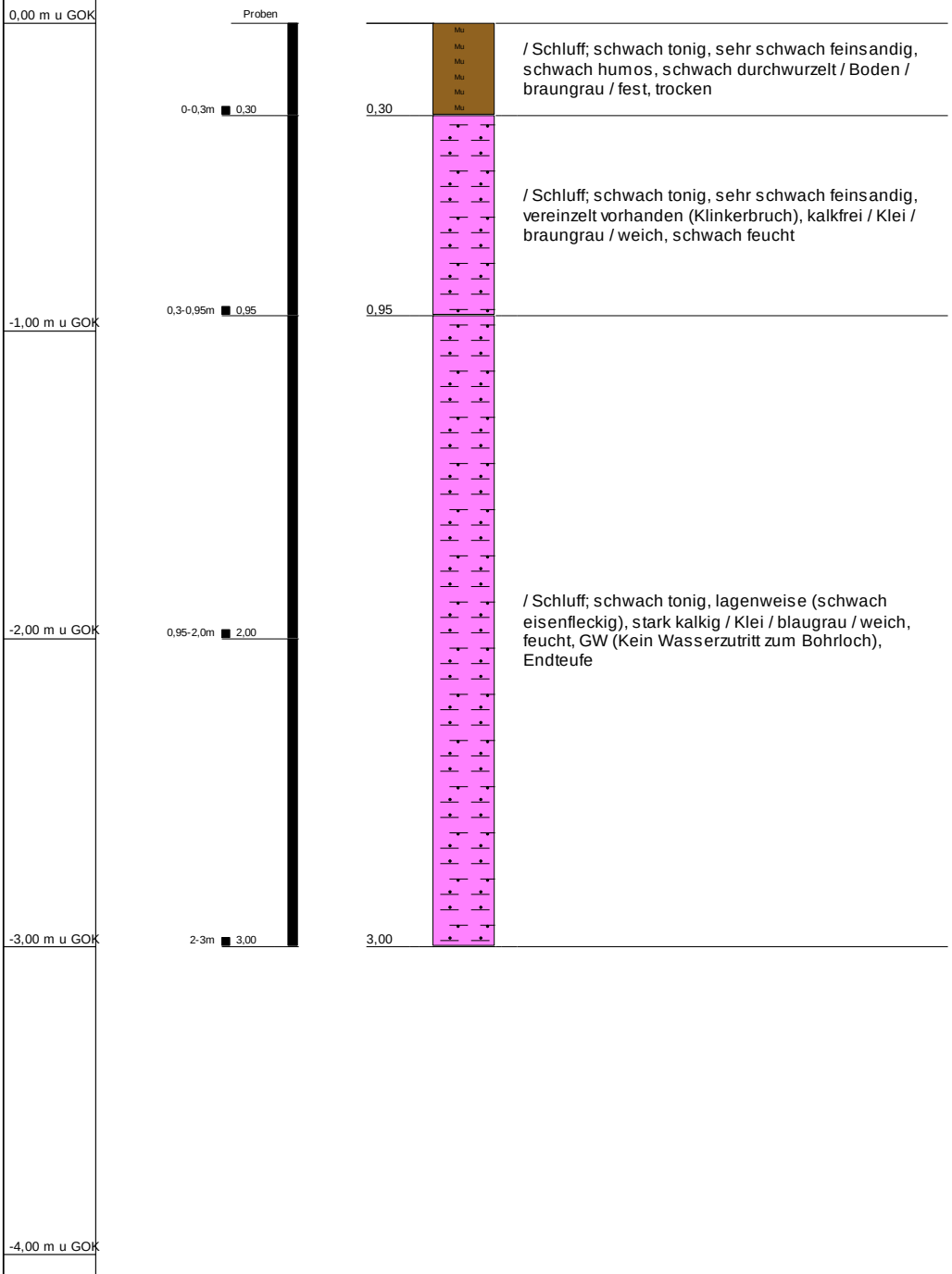


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 5	RW: 376915,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914906,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 6

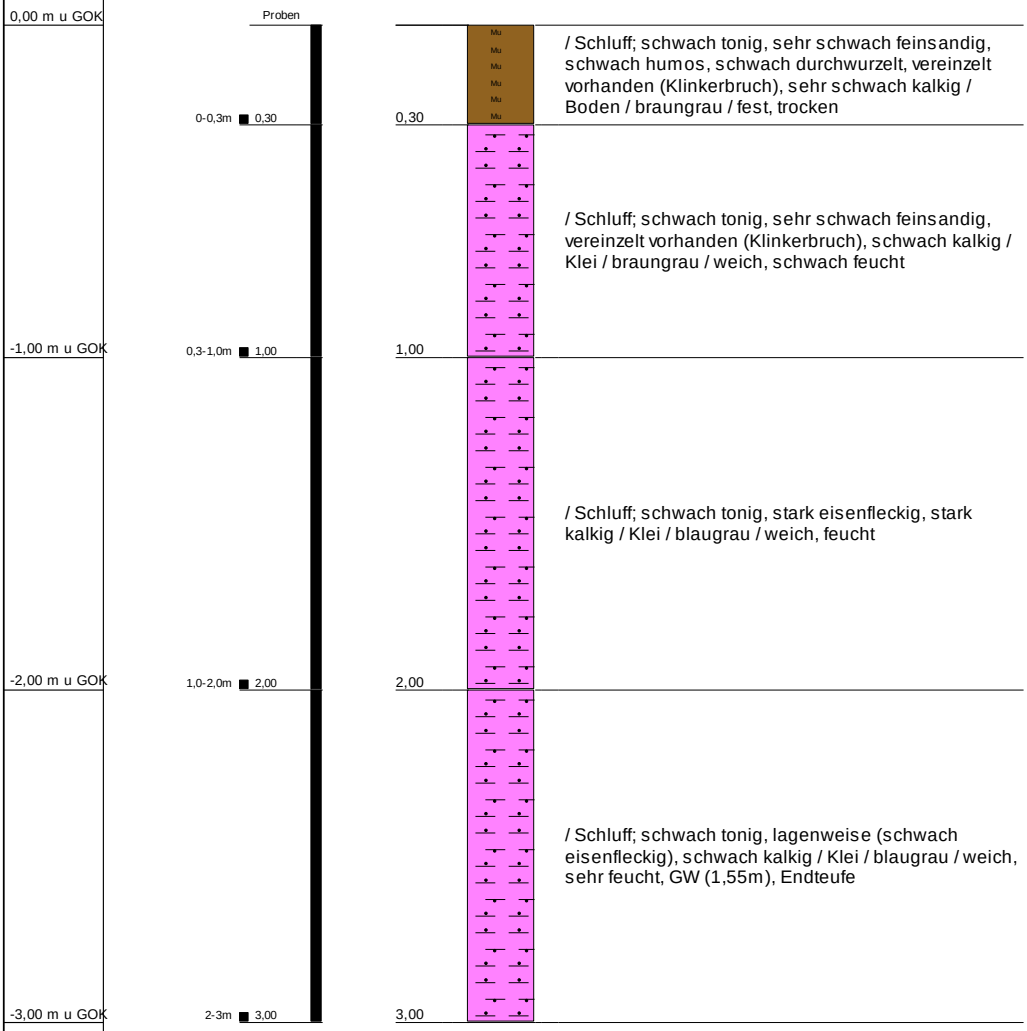


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 6	RW: 376874,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914821,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 7

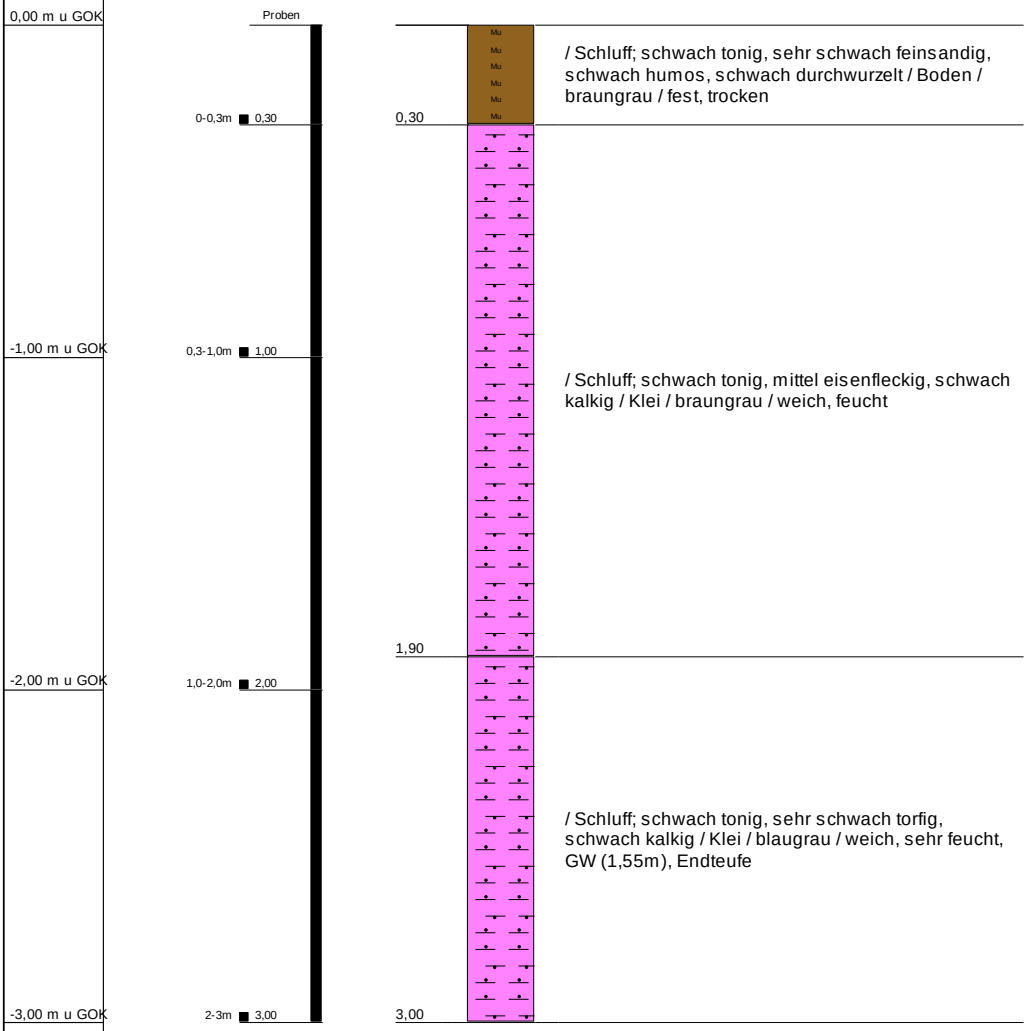


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 7	RW: 376830,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914818,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 8

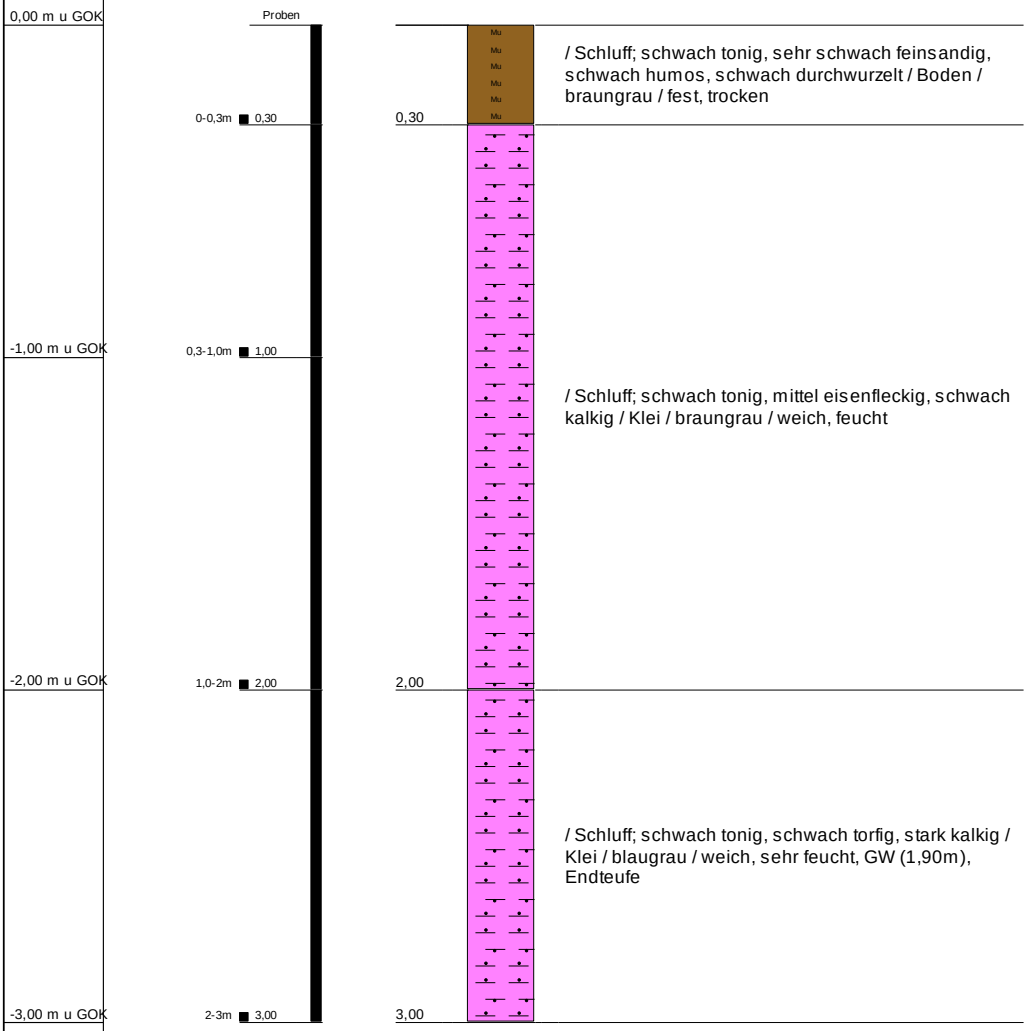


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 8	RW: 376745,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914845,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 9

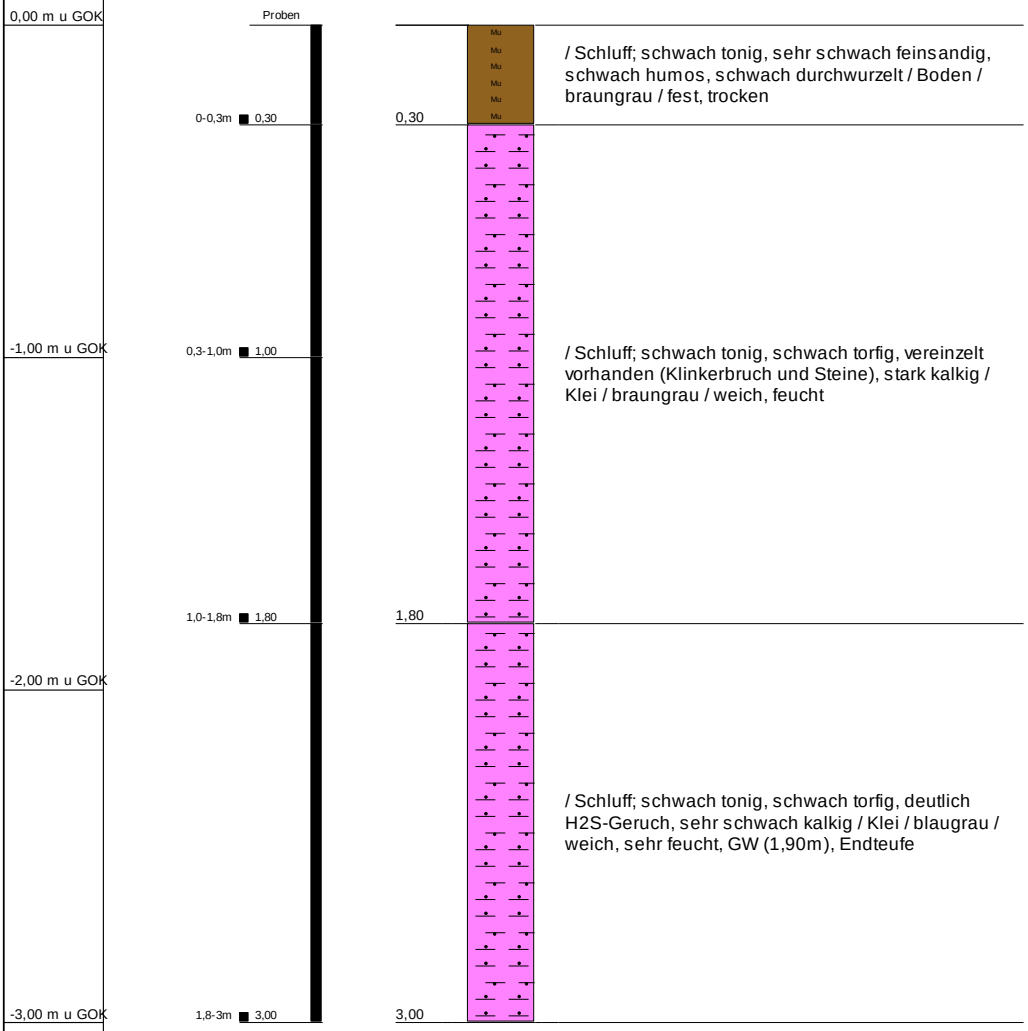


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 9	RW: 376690,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914887,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 10

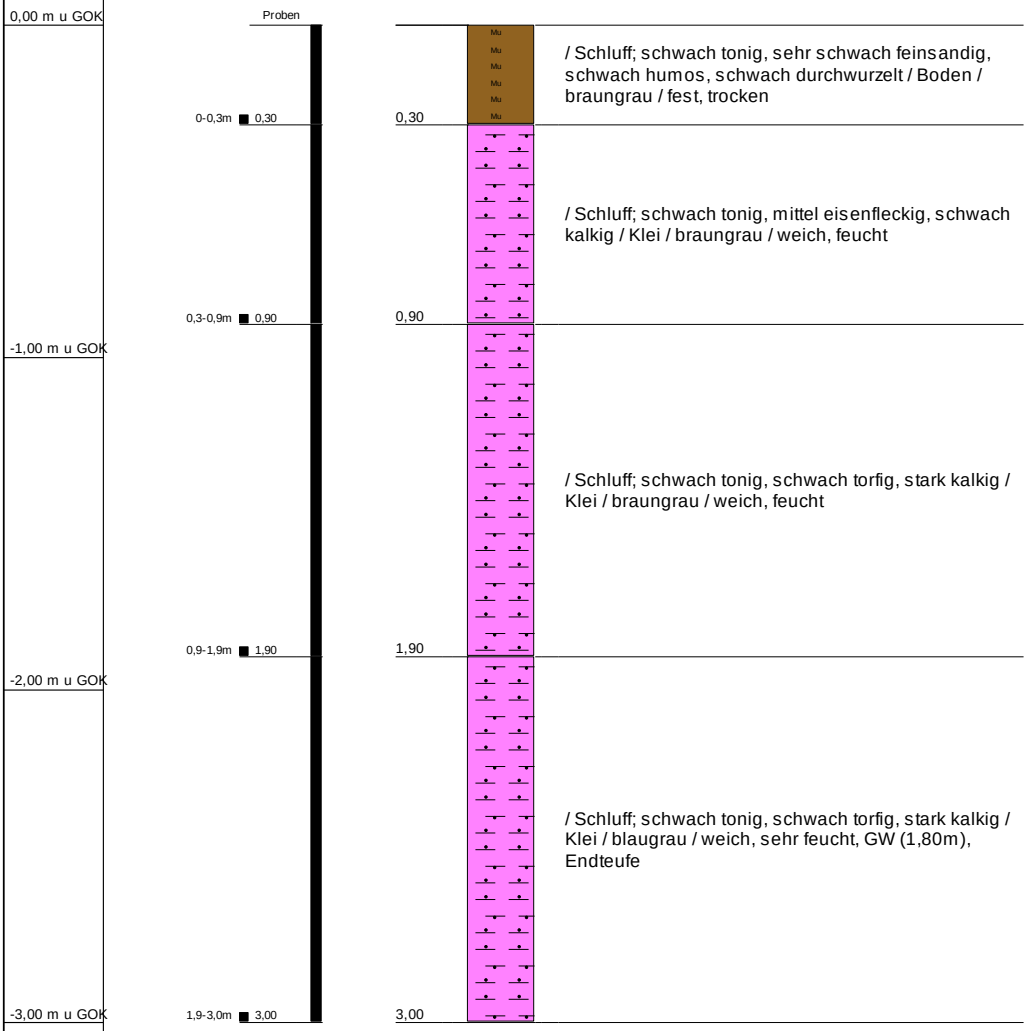


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 10	RW: 376785,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914919,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 11

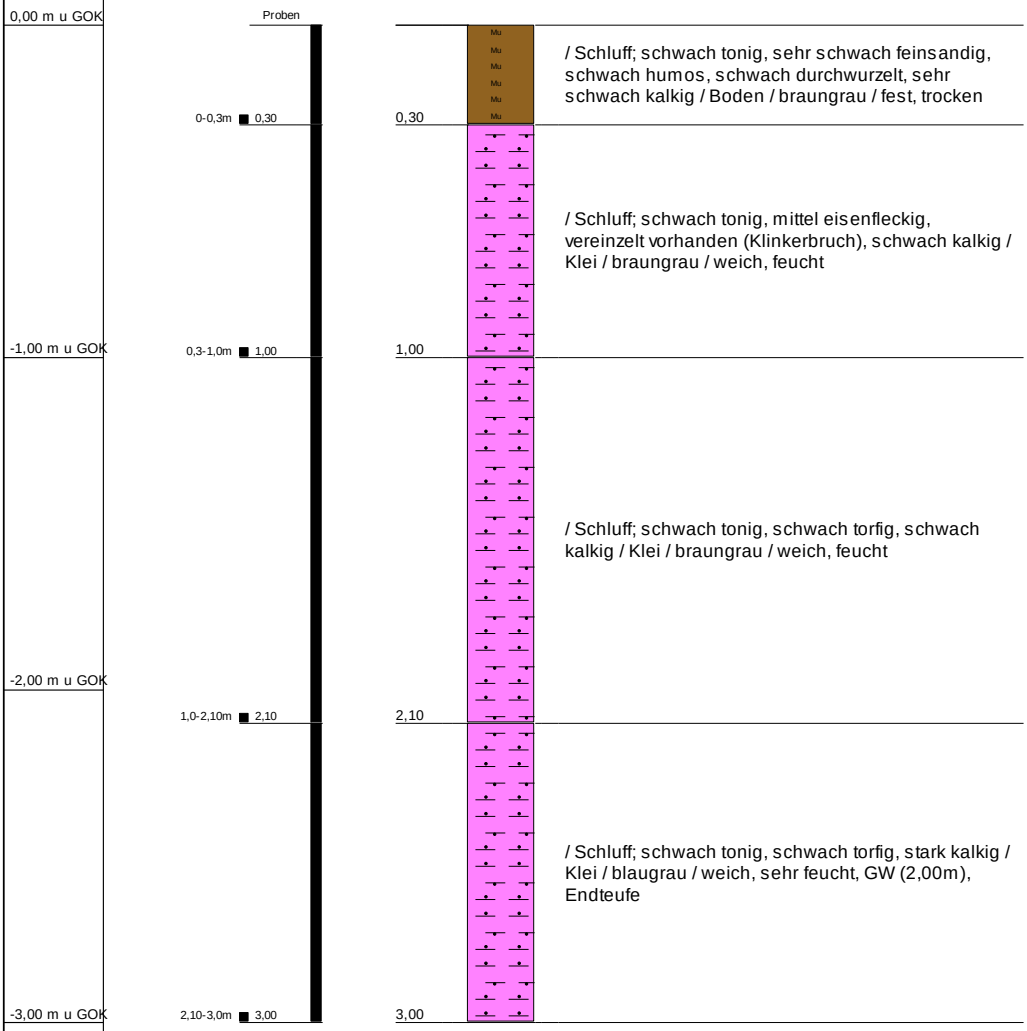


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 11	RW: 376922,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914937,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 12

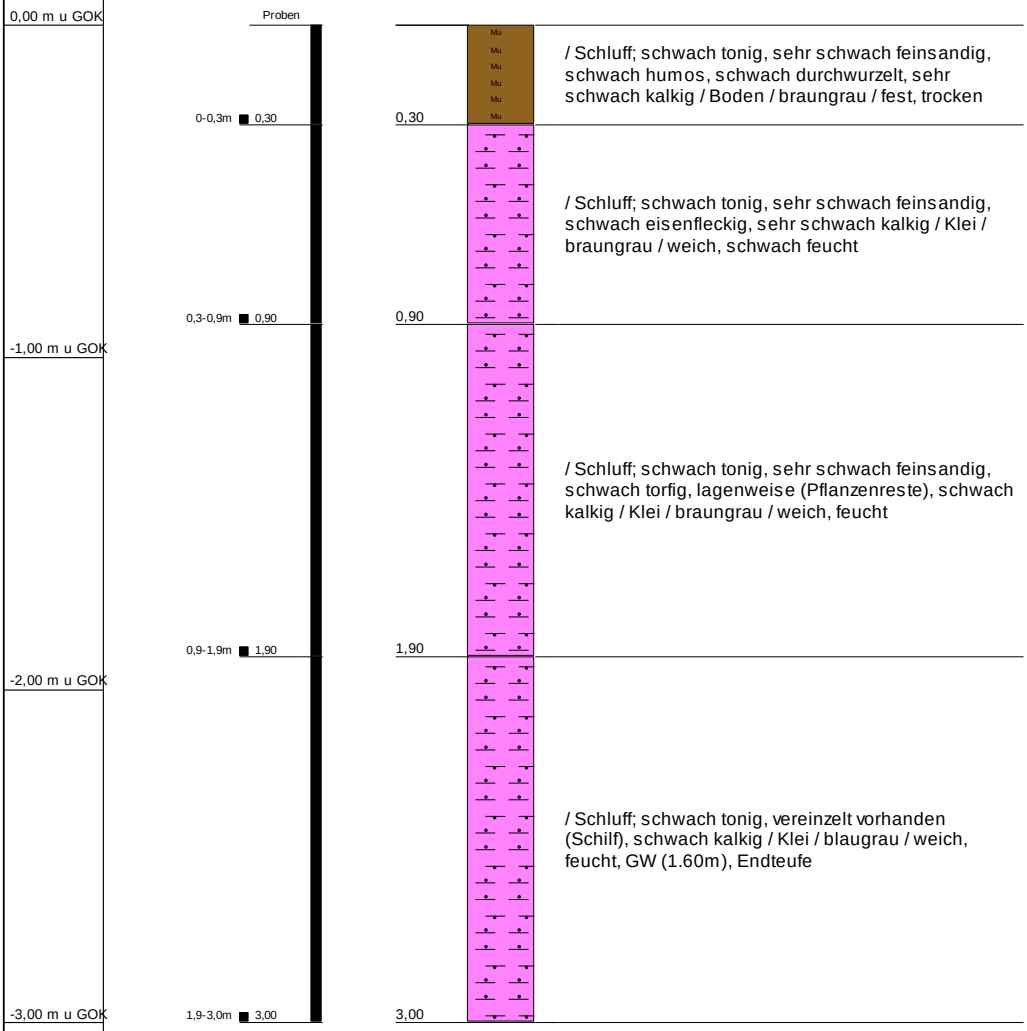


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 12	RW: 376916,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914891,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 16.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 13

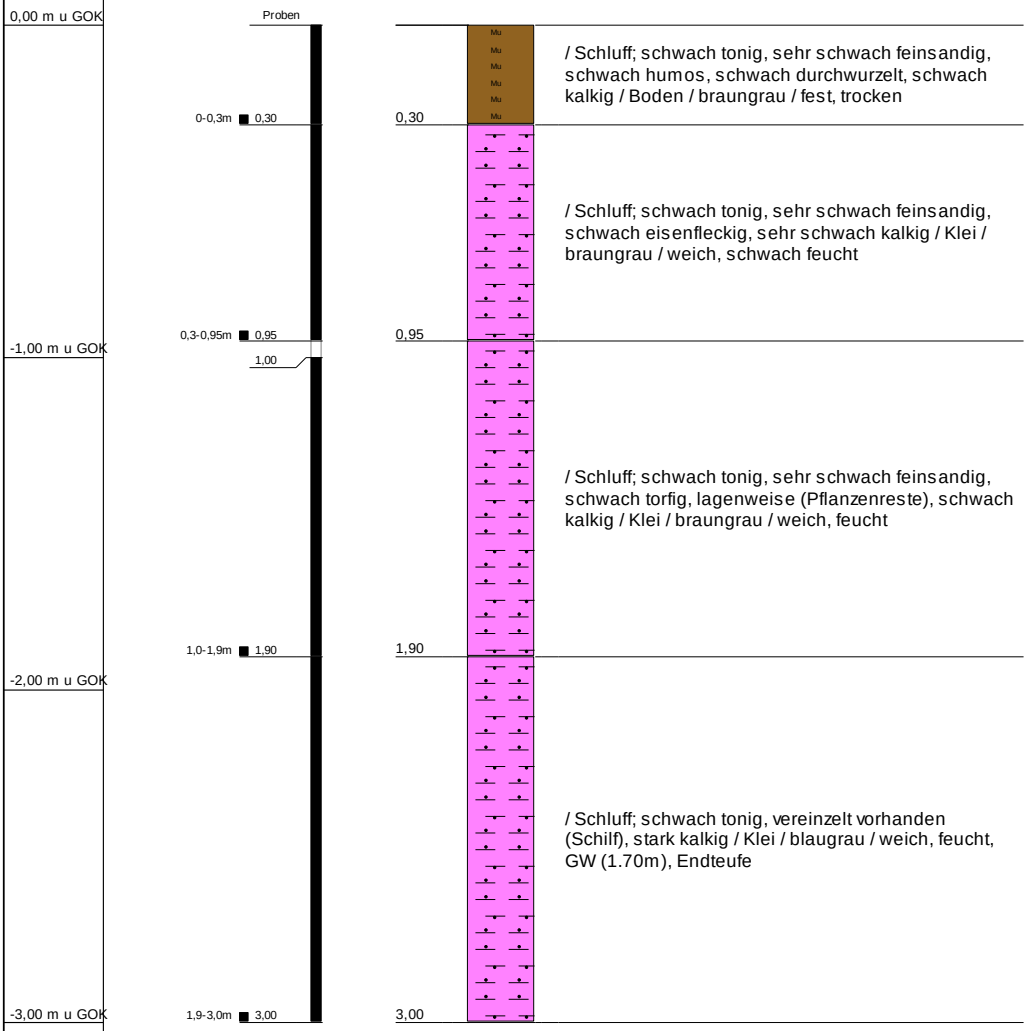


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 13	RW: 376883,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914923,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 14

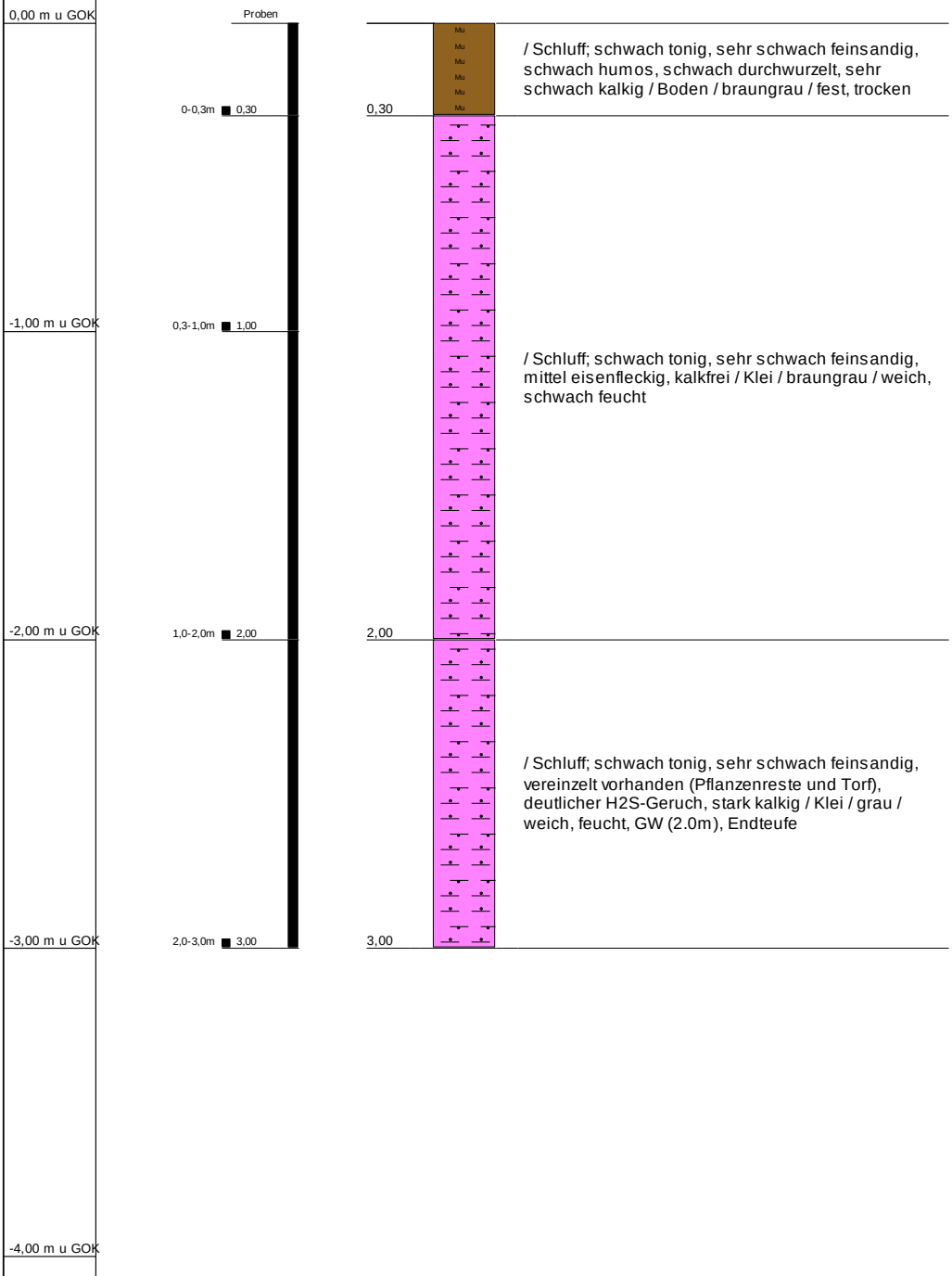


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 14	RW: 376930,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914907,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 15

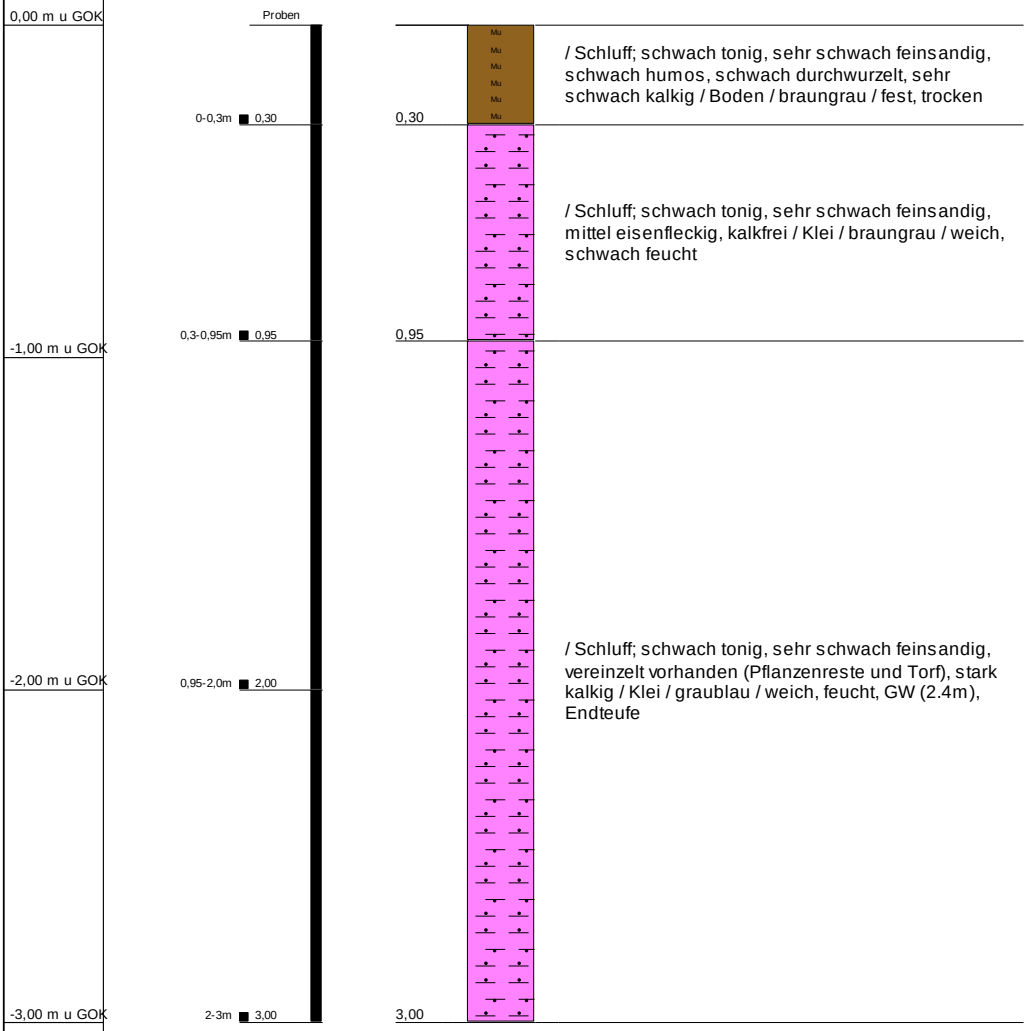


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 15	RW: 376762,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914865,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 16

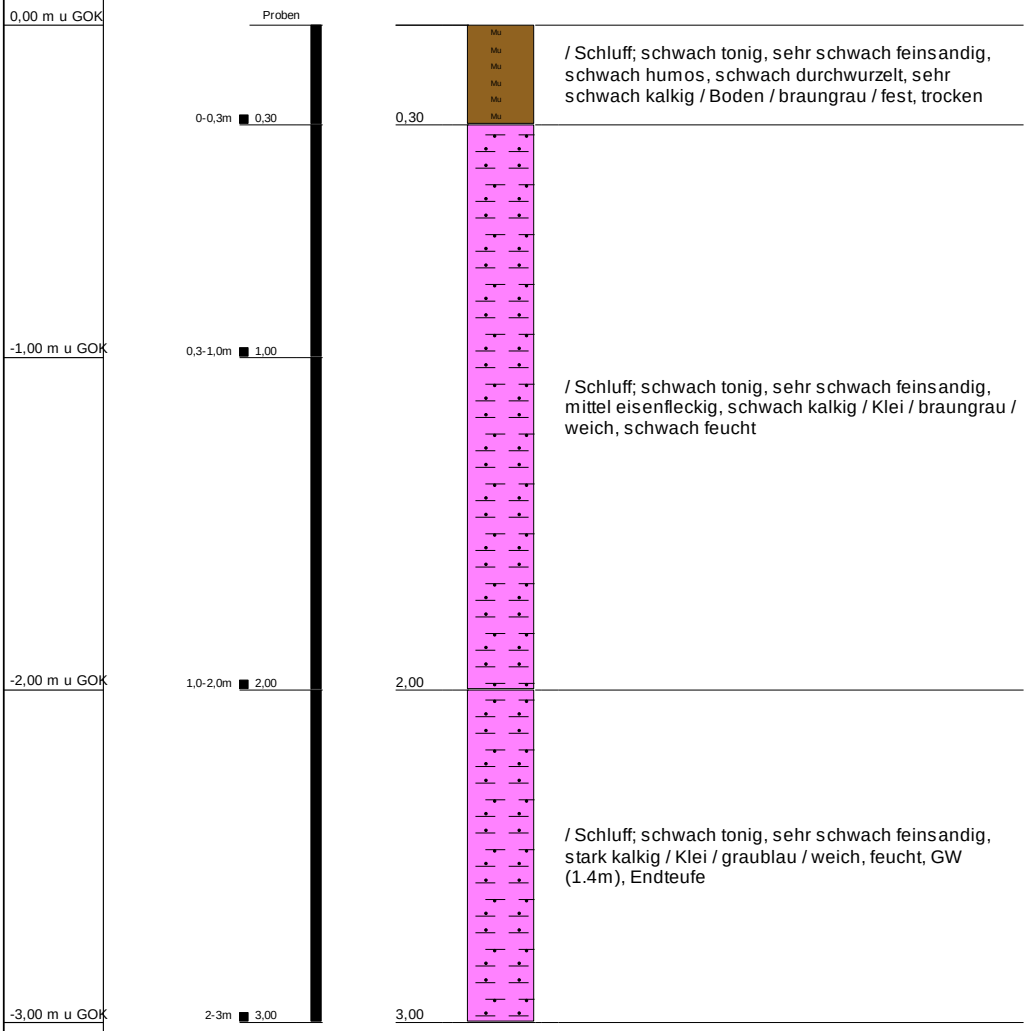


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 16	RW: 376794,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914849,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 17

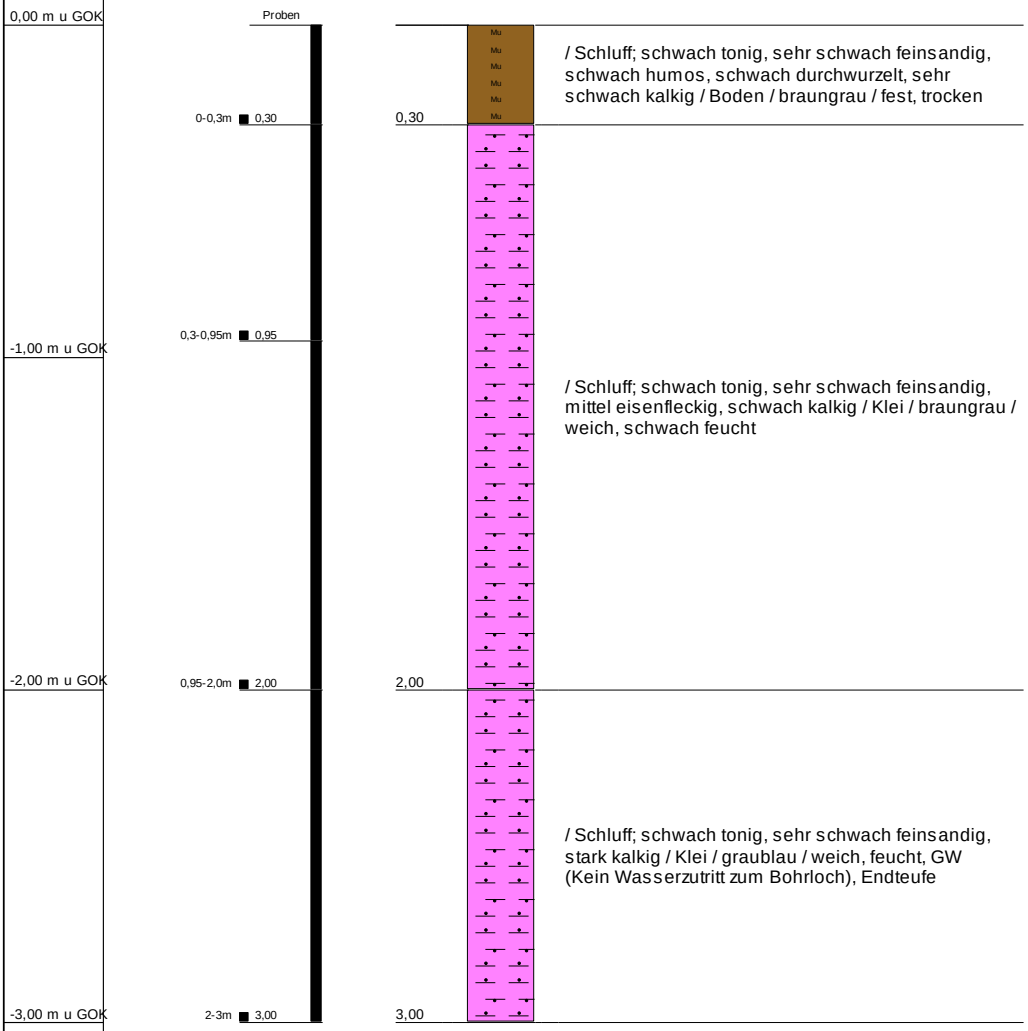


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 17	RW: 376794,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914800,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 18

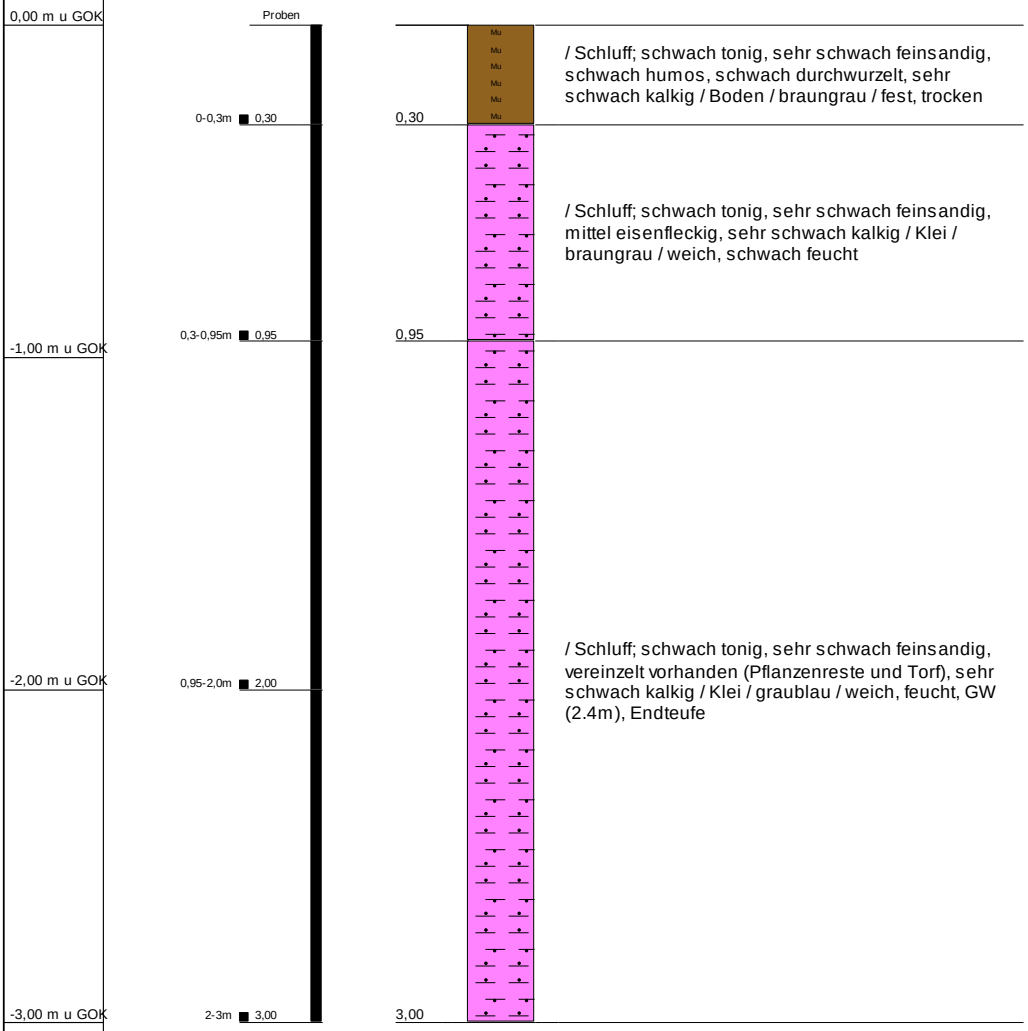


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 18	RW: 376864,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914794,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 19

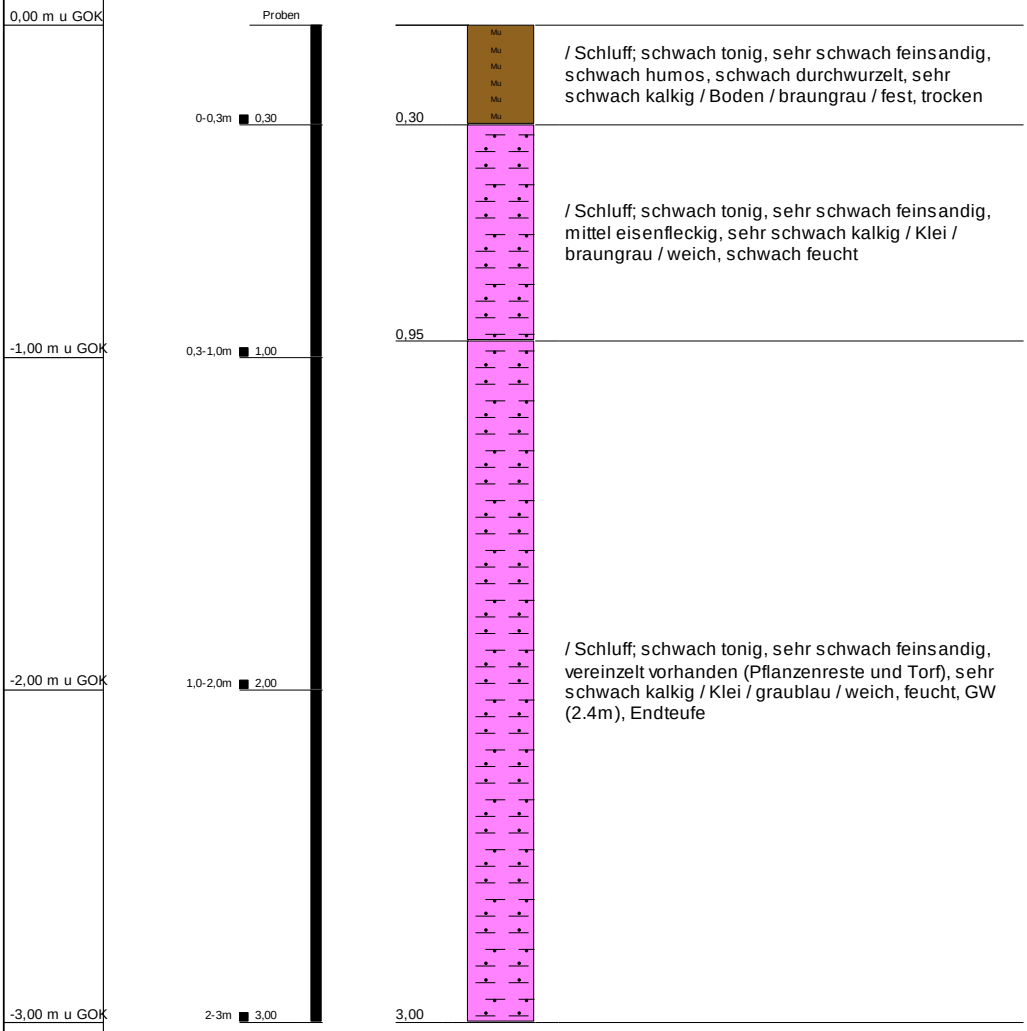


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 19	RW: 376837,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914851,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Japaninsel / B 20



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrg.	Japaninsel / B 20	RW: 376818,00
Projekt	Japaninsel Emden	HW: 5914869,00
Auftraggeber	EBB	UTM Zone: 32
Bohrfirma	Ulpts Geotechnik	Datum: 15.08.2022
Autor	U.de Vries	Maßstab : 1:20

IDV GbR
Dr.-Ing. J.M. de Vries · Dipl.-Geol. U. de Vries
Schatthauser Weg 8
26736 Greetsiel

Anhang 4:

Tabellarische Darstellung der Mess- und Analysenergebnisse

Analysenergebnisse Japaninsel, Emden Larrelt

(Eluat und ausgewählte Feststoffuntersuchungen zum sulfatsauren Charakter)

		Feststoffuntersuchung		Eluat gem. DEV S 4				Feststoffuntersuchung			
Buch-Nr.	Probe	Boden (Festphase)						Säure-neutralisierungs-kapazität	Säurebildungs-potential	Nettosäure-neutalisierungs-kapazität	Einstufung
		pH-Wert Voruntersuchung	Trockenmasse %	pH-Wert ohne	Leitfähigkeit µS/cm	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	SNK_T mmol/kg	SBP_{CRS} mmol/kg	SNK_N mmol/kg	
-	B 1 / 0 - 0,30m	6,0		-	-	-	-	-	-	-	
21340	B 1 / 0,3 - 1,0m	6,8	79,3	7,4	59	<2,0	4,6	153	<3	153	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21341	B 1 / 1,0 - 2,0m	5,0	52,2	6,9	829	12	330	341	468	-127	SNKN < 0 = potenziell sulfatsauer
21342	B 1 / 2,0 - 3,0m	7,0	50,4	7,4	791	50	160	1560	503	1057	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
-	B 2 / 0 - 0,30m	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 2 / 0,3 - 1,0m	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 2 / 1,0 - 1,8m	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 2 / 1,8 - 3,0m	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 3 / 0 - 0,30m	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21343	B 3 / 0,3 - 0,9m	6,1	75	7,2	1790	4,4	810	332	<3	332	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21344	B 3 / 0,9 - 2,0m	6,5	62,5	7,6	587	34	110	256	16	240	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21345	B 3 / 2,0 - 3,0m	6,6	50,6	7,6	955	88	160	588	728	-140	SNKN < 0 = potenziell sulfatsauer
-	B 4 / 0 - 0,30m	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 4 / 0,3 - 1,2m	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 4 / 1,2 - 2,0m	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 4 / 2,0 - 3,0m	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 5 / 0 - 0,30m	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21346	B 5 / 0,3 - 0,95m	6,2	75,2	7,5	151	3,1	23	119	16	103	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21347	B 5 / 0,95 - 1,9m	4,5	49	6,6	2590	27	1300	937	506	431	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21348	B 5 / 1,9 - 3,0m	7,2	51,5	7,6	908	78	150	1840	208	1632	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
-	B 6 / 0 - 0,30m	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21349	B 6 / 0,3 - 0,95m	6,3	75,6	7,4	97	2,3	5,9	426	6	420	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21350	B 6 / 0,95 - 2,0m	7,2	55,3	7,6	566	9,1	120	1140	23	1117	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21351	B 6 / 2,0 - 3,0m	7,5	54,4	7,6	678	32	100	1310	260	1050	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
-	B 7 / 0 - 0,30m	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21352	B 7 / 0,3 - 1,0m	6,4	77,9	7,3	150	4	6	264	22	242	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21353	B 7 / 1,0 - 2,0m	7,5	61,8	7,8	223	5,7	10	1520	<3	1520	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21354	B 7 / 2,0 - 3,0m	7,4	53,2	7,9	1030	24	240	886	390	496	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
-	B 8 / 0 - 0,30m	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21355	B 8 / 0,3 - 1,0m	6,7	85,9	7,9	80	<2	3,3	170	<3	170	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21356	B 8 / 1,0- 2,0m	7,3	66	7,7	255	2,4	25	809	5	804	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
21357	B 8 / 2,0 - 3,0m	6,6	52	7,6	668	25	130	1600	480	1120	SNKN > 0 = nicht potenziell sulfatsauer
-	B 9 / 0 - 0,30m	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 9 / 0,3 - 1,0m	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 9 / 1,0 - 2,0m	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 9 / 2,0 - 3,0m	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 10 / 0 - 0,30m	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 10 / 0,3 - 1,0m	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 10 / 1,0 - 1,8m	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 10 / 1,8 - 3,0m	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 11 / 0 - 0,30m	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 11 / 0,3 - 0,9m	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 11 / 0,9 - 1,9m	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 11 / 1,9 - 3,0m	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 12 / 0 - 0,30m	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 12 / 0,3 - 1,0m	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 12 / 1,0 - 2,1m	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 12 / 2,1 - 3,0m	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 13 / 0 - 0,30m	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 13 / 0,3 - 0,9m	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 13 / 0,9 - 1,9m	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 13 / 1,9 - 3,0m	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 14 / 0 - 0,30m	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 14 / 0,3 - 0,95m	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 14 / 1,0 - 1,9m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 14 / 1,9 - 3,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 15 / 0 - 0,30m	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 15 / 0,3 - 1,0m	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 15 / 1,0 - 2,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 15 / 2,0 - 3,0m	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 16 / 0 - 0,30m	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 16 / 0,3 - 0,95m	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 16 / 0,95 - 2,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 16 / 2,0 - 3,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 17 / 0 - 0,30m	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 17 / 0,3 - 1,0m	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 17 / 1,0 - 2,0m	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 17 / 2,0 - 3,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 18 / 0 - 0,30m	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 18 / 0,3 - 0,95m	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 18 / 0,95 - 2,0m	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 18 / 2,0 - 3,0m	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 19 / 0 - 0,30m	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 19 / 0,3 - 0,95m	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 19 / 0,95 - 2,0m	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 19 / 2,0 - 3,0m	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 20 / 0 - 0,30m	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 20 / 0,3 - 1,0m	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 20 / 1,0 - 2,0m	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B 20 / 2,0 - 3,0m	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anhang 5:

Originalbefunde des CUA Emden

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH • Zum Nordkai 16 • 26725 Emden

Ingenieurbüro IDV GbR
Dr.-Ing. Uwe de Vries
Dipl.-Geol. Uwe de Vries
Schatthauser Weg 8

26736 KRUMMHÖRN-GREETSIEL

07. September 2022

PRÜFBERICHT 010922812

Auftragsnr. Auftraggeber:	-
Projektbezeichnung:	Japan Insel
Probenahme:	durch Auftraggeber am 01.09.2022
Probentransport:	durch Auftraggeber
Probeneingang:	01.09.2022
Prüfzeitraum:	01.09. – 07.09.2022
Probennummer:	21340 – 21357 / 22
Probenmaterial:	Boden
Verpackung:	PP-Dose
Bemerkungen:	-
Sonstiges:	Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Regelungen zur Unterauftrag- und Fremdvergabe auf Seite 2. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die CUA Emden GmbH. Eventuell ausgewiesene Summen einzelner Parameter werden automatisch berechnet. Die Bildung der Summen erfolgt rein numerisch. Die angegebenen Stellen widerspiegeln keine Signifikanz. Die Bestimmungsgrenzen können matrix- / einwaagebedingt variieren.
Analysenbefunde:	Seite 3 – 7
Messverfahren:	Seite 2
Qualitätskontrolle:	

Name: M. Ed. Greta Brose
Grund: geprüft und freigegeben
Datum: 07.09.2022 16:25:42 (UTC+02:00:00)

M. Ed. Greta Brose
(Projektleiterin)

Name: Dr. A. Denhof
Grund: geprüft und freigegeben
Datum: 07.09.2022 16:32:20 (UTC+02:00:00)

Dr. Andreas Denhof
(Laborleiter)

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring

Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com

Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090

Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Messverfahren:	Säureneutralisierungskapazität Säurebildungspotenzial	LAGA-Richtlinie EW 98 p gem. Handlungsempfehlung zur Bewertung von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen GDfB, Stand 03.11.2009
	Netto-Säureneutralisierungskapazität	gem. Handlungsempfehlung zur Bewertung von Aushubmaterial durch reduzierte anorganische Schwefelverbindungen GDfB, Stand 03.11.2009
	Trockenmasse	DIN EN 14346 2007-03
	Eluat	DIN 38414-4 (S4): 1984-10
	pH-Wert (W,E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring

Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com

Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090

Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Labornummer	21340	21341	21342	21343
Probenbezeichnung	**B 1**	**B 1**	**B 1**	**B 3**
Tiefe	0,3 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 0,9 m
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]
Trockenmasse [%]	79,3	52,2	50,4	75,0
Säureneutralisierungskapazität SNK_T	153	341	1.560	332
Säurebildungspotential SBP	< 3	468	503	< 3
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität SNK_N	153	-127	1.057	332

Labornummer	21340	21341	21342	21343
Probenbezeichnung	**B 1**	**B 1**	**B 1**	**B 3**
Tiefe	0,3 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 0,9 m
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]
pH-Wert (20°C)	7,4	6,9	7,4	7,2
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	59	829	791	1.790
Chlorid	< 2,0	12	50	4,4
Sulfat	4,6	330	160	810

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring
Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com
Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090
Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Labornummer	21344	21345	21346	21347
Probenbezeichnung	**B 3**	**B 3**	**B 5**	**B 5**
Tiefe	0,9 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 0,95 m	0,95 – 1,9 m
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]
Trockenmasse [%]	62,5	50,6	75,2	49,0
Säureneutralisierungskapazität SNK_T	256	588	119	937
Säurebildungspotential SBP	16	728	16	506
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität SNK_N	240	- 140	103	431

Labornummer	21344	21345	21346	21347
Probenbezeichnung	**B 3**	**B 3**	**B 5**	**B 5**
Tiefe	0,9 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 0,95 m	0,95 – 1,9 m
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]
pH-Wert (20°C)	7,6	7,6	7,5	6,6
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	587	955	151	2.590
Chlorid	34	88	3,1	27
Sulfat	110	160	23	1.300

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring
Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com
Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090
Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Labornummer	21348	21349	21350	21351
Probenbezeichnung	**B 5**	**B 6**	**B 6**	**B 6**
Tiefe	1,9 – 3 m	0,3 – 0,95 m	0,95 – 2 m	2 – 3 m
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]
Trockenmasse [%]	51,5	75,6	55,3	54,4
Säureneutralisierungskapazität SNK_T	1.840	426	1.140	1.310
Säurebildungspotential SBP	208	6	23	260
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität SNK_N	1.632	420	1.117	1.050

Labornummer	21348	21349	21350	21351
Probenbezeichnung	**B 5**	**B 6**	**B 6**	**B 6**
Tiefe	1,9 – 3 m	0,3 – 0,95 m	0,95 – 2 m	2 – 3 m
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]
pH-Wert (20°C)	7,6	7,4	7,6	7,6
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	908	97	566	678
Chlorid	78	2,3	9,1	32
Sulfat	150	5,9	120	100

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring
Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com
Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090
Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Labornummer	21352	21353	21354	21355
Probenbezeichnung	**B 7**	**B 7**	**B 7**	**B 8**
Tiefe	0,3 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 1 m
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]
Trockenmasse [%]	77,9	61,8	53,2	85,9
Säureneutralisierungskapazität SNK_T	264	1.520	886	170
Säurebildungspotential SBP	22	< 3	390	< 3
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität SNK_N	242	1.520	496	170

Labornummer	21352	21353	21354	21355
Probenbezeichnung	**B 7**	**B 7**	**B 7**	**B 8**
Tiefe	0,3 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	0,3 – 1 m
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]
pH-Wert (20°C)	7,3	7,8	7,9	7,9
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	150	223	1.030	80
Chlorid	4,0	5,7	24	< 2,0
Sulfat	6,0	10	240	3,3

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring
Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com
Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090
Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749

Labornummer	21356	21357		
Probenbezeichnung	**B 8**	**B 8**		
Tiefe	1 – 2 m	2 – 3 m		
Dimension	[mmol/kg TS]	[mmol/kg TS]		
Trockenmasse [%]	66,0	52,0		
Säureneutralisierungskapazität SNK_T	809	1.600		
Säurebildungspotential SBP	5	480		
Netto-Säureneutralisierungs-kapazität SNK_N	804	1.120		

Labornummer	21356	21357		
Probenbezeichnung	**B 8**	**B 8**		
Tiefe	1 – 2 m	2 – 3 m		
Dimension	ELUAT [mg/L]	ELUAT [mg/L]		
pH-Wert (20°C)	7,7	7,6		
el. Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	255	668		
Chlorid	2,4	25		
Sulfat	25	130		

CUA Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
Zum Nordkai 16 | 26725 Emden
Geschäftsführer Dr. Joachim Döring
Telefon 0 49 21 87 - 23 50
Telefax 0 49 21 87 - 23 56
cua@cua-emden.com
Sparkasse Emden
BIC BRLA DE 21EMD
IBAN DE35284500000021003090
Ust-IdNr. DE274636155
St.-Nr. 58/200/11267
Handelsregister Aurich HR B Nr. 201749