

Solarpark

Handewitt

Schleswig-Flensburg, Schleswig-Holstein

Deutschland

**Gutachten zur Ermittlung der erforderlichen Rammtiefe für
Stahlprofile als Gründungselemente**

Auftraggeber

Enerparc AG
Kirchenpauerstr. 26
D-20457 Hamburg

ConSoGeol GmbH & Co. KG

Hydrogeologie angewandte Geologie Wasserwirtschaft

St.-Martin-Straße 11

D-86551 Aichach

Tel. +49 (0)8251 / 7224 u. 819890

Fax +49 (0)8251 / 51104

E-Mail: info@consogeol.com

Bearbeiter

Robert Hurler, Claudia Neubert

Inhalt

- 1 Lage und Vorgang, geologische Situation
- 2 Methodik, Untersuchungen vor Ort, Aufschlüsse
- 3 Bewertung der angetroffenen Böden
- 4 Ausgangswerte für die Berechnungen
- 5 Hinweise
- 5.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte
- 5.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen
- 5.3 Hinweis zum Rammvorgang der Stahlprofile
- 5.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen
- 5.5 Hinweis zur Aufstellung von Trafo- oder Wechselrichterstationen
- 5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen
- 5.7 Hinweis zur Möglichkeit einer Löschwasserversorgung aus dem Grundwasser
- 5.8 Sonstige Hinweise

Anlagen

- Anlage 1 Lagepläne
- Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000
- Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000
- Anlage 1.4 Lageplan der Aufschlüsse Maßstab 1 : 7.000

- Anlage 2 Rammsondierungen
- Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen
- Anlage 2.2 Rammdiagramme
- Anlage 2.3 Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und Ausbaupläne der unmittelbar neben den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen hergestellten Schlagpegel (Maßstab der Tiefe 1 : 100; Maßstab der Breite ohne)

- Anlage 3 Bodenkennwerte der erkundeten Schichten und Klassifizierung der Eignung für gerammte Pfosten

- Anlage 4 Ergebnisse der Ermittlung der Korngrößenverteilung

- Anlage 4.1 Ergebnisse der Nasssiebungen gemäß DIN EN ISO 17892 - 4 der Bodenproben HA KV (Entnahmetiefe 0,50 – 0,80 m) (Standort HA) und HB KV (Entnahmetiefe 0,70 – 0,90 m) (Standort HB)
- Anlage 4.2 Ergebnisse der Trockensiebungen gemäß DIN EN ISO 17892 - 4 der Bodenproben HP 3 (Entnahmetiefe 1,10 – 3,00 m) (Standort HP3), HP 5 (Entnahmetiefe 0,60 – 3,00 m) (Standort HP5) und HP 6 (Entnahmetiefe 0,60 – 3,00 m) (Standort HP6)
- Anlage 5 Ergebnisse der Ermittlung des Glühverlusts nach DIN 18128 der Bodenproben HA KV (Entnahmetiefe 0,50 – 0,80 m) (Standort HA) und HB KV (Entnahmetiefe 0,70 – 0,90 m) (Standort HB)
- Anlage 6 Chemische Laboruntersuchungen
- Anlage 6.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929 der Bodenproben HACO, HBCO und HCCO (Standorte HA, HB und HC)
- Anlage 6.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929
- Anlage 7 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

1 Lage und Vorgang, geologische Situation

Die ConSoGeol GmbH & Co. KG wurde am 15.08.2023 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 05.08.2023 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW39/2023 (Entnahme von Bodenproben, Rammsondierungen und geologische Feldaufnahme).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebiets insgesamt 21 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde, 6 Kleinrammbohrungen und 3 Handschürfe zur Entnahme von Bodenproben durchgeführt (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2). Darüber hinaus wurden zum Grundwassermonitoring 6 Schlagpegel errichtet.

Das Untersuchungsgebiet wurde vor Ort durch die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen eindeutig festgelegt (Lage siehe Pläne in Anlage 1).

Das ca. 18 ha große Areal, welches in drei benachbarte Teilflächen untergliedert ist, befindet sich etwa 4,7 km südöstlich der Ortslage von Handewitt unmittelbar südlich des Handewitter Ortsteils Weding. Im Süden wird es von der Bundesstraße 200 begrenzt. Etwa 500 m westlich davon verläuft die Bundesautobahn A 7 (vergleiche Detailplan der Anlage 1.4).

Im Umweltportal Schleswig-Holstein wird rund die Hälfte des Areals als „Dauergrünlanderhaltungsgesetz (DGLG)-Kulisse“ mit Moor- und Anmoorböden ausgewiesen. Im Detaillageplan der Anlage 1.4 sind die betreffenden Geländeabschnitte mit gelben Umrissen markiert dargestellt. Diese Flächen markieren die Bereiche eines ehemaligen Hochmoores.

Bei der Geländebegehung stellte sich heraus, dass im Untersuchungsgebiet kein Hochmoor mehr vorhanden ist. Ein Hochmoor zeichnet sich durch eine Vegetation fast ausschließlich aus vielfarbigen Torfmoosen mit nur wenigen Sträuchern und Riedgräsern aus, welche meist einem uhrglasförmig gewölbten Torfkörper aufsitzen. Eine solche Vegetation wurde an keiner Stelle des Untersuchungsgebiets angetroffen. Stattdessen besteht der Bewuchs der ehemaligen Moorflächen aus dichtem Gras. Die Geländeoberfläche der ehemaligen Hochmoorabschnitte liegt etwa 0,5 – 0,8 m tiefer als die des Umlandes. Das Aussehen der Geländeoberfläche lässt darauf schließen, dass der ehemalige Torfkörper bereits vor längerer Zeit abgegraben wurde. Die Bereiche mit ehemaligem Moor werden momentan landwirtschaftlich als Grünland genutzt, währenddessen auf den Flächen außerhalb davon Getreide angebaut wird.

Die Geländeoberfläche des untersuchten Areals ist leicht gewellt, insgesamt aber flach und eben.

Hinsichtlich des Grundwasserspiegels wurde ein Flurabstand von ca. 0,8 m – 1,8 m u. GOK ermittelt. Die Höhe des Grundwasserspiegels wird streng durch zahlreiche vorhandene Entwässerungsgräben in der nahen Umgebung der untersuchten Fläche reguliert.

Geologisch gesehen liegt das Untersuchungsgebiet im Norddeutschen Tiefland am Ostrand der „Schleswig-Holsteinischen Geest“, welche sich südwestlich an das nordöstlich gelegene „Schleswig-Holsteinische Hügelland“ anschließt. Währenddessen die hügelige Landschaft des Schleswig-Holsteinischen Hügellands von Jungmoränen der Weichsel-Eiszeit geprägt wird, stellt die Landschaft der Schleswig-Holsteinischen Geest eine niedriger gelegene flache vorgelagerte Ebene aus Sandern dar, welche durch Sandschüttungen der Gletscherflüsse vor dem Gletschereis, welches zur Weichselkaltzeit das östlich gelegene Hügelland bedeckte, gebildet wurde. Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels konnten sich hier nacheiszeitlich große Moore bilden.

Gemäß Geologischer Karte liegt das Untersuchungsgebiet auf einer Sanderfläche der Weichsel-Eiszeit, welche abschnittsweise von Hochmoor bedeckt wird (vgl. Anlage 1.3). Die Sedimente der Sanderflächen bestehen in der Regel aus gazifluviatilen Sanden, mit untergeordnetem Anteil aus Kies.

Bei der ingenieurgeologischen Aufnahme vor Ort wurde folgender Bodenaufbau festgestellt:

Unter einer zwischen 0,3 – 0,9 m mächtigen Oberbodenschicht aus sehr locker gelagertem, dunkelbraunem – schwarzem, schwach – stark fein- bis mittelsandigem, meist mineralisiertem Torf (= Schicht **S1**) folgt flächendeckend eine mehrere Meter mächtige Schicht **S2** aus glazifluviatilen Sanden. Die Schicht **S2** ist im Wesentlichen aus feinsandigem Mittelsand von überwiegend grau-beiger, untergeordnet rötlich-grauer Farbe zusammengesetzt. Hin und wieder enthält diese Schicht verhärtete Lagen aus schwarzem Ortstein (z.B. am Standort H21, vergleiche Detailplan der Anlage 1.4). Ortstein bezeichnet Partien aus verkittetem, braunschwarzem Sandstein, welcher sich unter bestimmten chemischen Voraussetzungen über Zeiträume von mehreren tausend Jahren durch chemische Verlagerungsprozesse von Humus- und Eisenverbindungen aus dem Oberboden in tiefere sandige Bodenhorizonte in dem Lockersediment bilden konnte.

Zu ermitteln war die erforderliche Länge der in den Boden einzurammenden Profile. Ferner sind Einflüsse aus den festgestellten Böden auf die Stabilität der Profile hinsichtlich Korrosion und Langzeitstabilität zu prüfen.

Hierzu werden neben den gültigen Normen auch Erfahrungen unseres Unternehmens aus der bisherigen Prüfung solcher Gründungsarten angewandt. Für die Ermittlung der Rammtiefen kommen im Wesentlichen die DIN 1054, Eurocode 7 sowie die Berechnungsverfahren nach ZTV-Lsw 88, ZTV-Lsw 06 sowie ZTV-Lsw 22 zur Ermittlung der erforderlichen Pfahllängen zur Anwendung. Daneben erfolgt zur Kontrolle eine vergleichende Berechnung der so ermittelten Rammtiefen mit Objekten, bei denen in vergleichbaren Böden an gerammten Pfosten Messungen über die aufnehmbaren horizontalen und vertikalen Kräfte bzw. Momente durchgeführt wurden.

2 Methodik, Untersuchungen vor Ort, Aufschlüsse

Die Erkundungsmethodik für eine Freiflächen-PV-Anlage unterscheidet sich erheblich von der Methode für üblicherweise zu gründende Bauwerke, die eine relevante Erhöhung der Spannungen im Boden durch das Eigengewicht des Bauwerks verursachen. Da eine PV-Anlage im Verhältnis zu ihrer Flächengröße eine nur sehr geringe Zusatzmasse auf die Bodenschichten im Untergrund aufbringt, liegt der Schwerpunkt bei der Gründungsberatung auf der sicheren Einbindung der Tragpfosten in den sie umgebenden Boden und die Übertragung der an diesen Pfosten auftretenden Kräfte in den Untergrund. Dazu ist die Kenntnis der statischen Kräfte an den Pfosten sowie die Kenntnis der Bodenparameter der sie umgebenden Schichten wesentlich.

Bei der Bodenerkundung wird die Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der Bodenschichten bis etwa 4 m unter GOK detailliert festgestellt. Wird in geringerer Tiefe der Beginn eines gut konsolidierten Bodens mit hohem Eindringwiderstand festgestellt und ist durch geologische Kenntnis sichergestellt, dass diese Schicht bis unter das geplante Gründungsniveau reicht, wird die Erkundung nach Erreichen dieser Schicht beendet. Gleiches gilt sinngemäß bei Erreichen einer nicht durchrammbaren Bodenschicht (Fels oder sehr dicht gelagerter Schotter).

Wenn sichergestellt ist, dass diese Schicht bis unter das geplante Gründungsniveau durchhält, ist eine Durchörterung bei der Erkundung nicht notwendig.

Eine Durchführung von Belastungsversuchen an Versuchspfosten vor Ermittlung der Bodenparameter und vor einer darauf aufbauenden Berechnung der notwendigen Einbindetiefe ist nicht sinnvoll und für eine Gründungsberatung nicht ausreichend.

Das Untersuchungsgebiet wurde in seiner Gesamtausdehnung begangen und geologisch aufgenommen. An 21 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit H11 – H13, H21 – H25, H31 – H43) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 6 Stellen (HP1 – HP6) wurden 3 – 4 m tiefe Kleinrammbohrungen niedergebracht und Bodenproben entnommen. An drei der daraus gewonnenen Bodenproben wurde die Kornverteilung mittels Trockensiebung ermittelt (vergleiche Anlage 4.2). Ferner wurden an den Aufschlusspunkten HA, HB und HC zwischen 0,3 m – 0,9 m tiefe Handschürfe angelegt, aus denen weitere Bodenproben für die Korrosionsanalyse (vergleiche Kapitel 5.2 und Anlage 6) und die Ermittlung der Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung (vergleiche Anlage 4.1) gewonnen wurden. Darüber hinaus wurde an zwei im Sand der Schicht **S2** (s.u.) gewonnenen Bodenproben der Glühverlust (als Maß für den Anteil an organischer Substanz einer Probe) ermittelt (vergleiche Anlage 5), als auch an drei im Torf der Schicht **S1** (s.u.) entnommenen Bodenproben der TOC-Wert (gibt die Summe des gesamten organischen Kohlenstoffs in einer Probe an) analysiert (vergleiche Anlage 6). Unmittelbar neben den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen wurden 6 Schlagpegel (ebenfalls mit HP1 – HP6 bezeichnet) mit Filterstrecken innerhalb der Schicht **S2** aus Sand angelegt, um die Lage der

Grundwasseroberfläche ermitteln zu können. Die Höhen der Pegeloberkanten wurden relativ zu einem bestimmten Bezugspunkt, nämlich der Oberkante des Betonfundaments des nördlich von Aufschlusspunkt HP3 befindlichen Strommastes, mittels Nivellement ermittelt.

Die Aufschlüsse sind in der Anlage 1.4 hinsichtlich der Lage der Ansatzpunkte dargestellt. Die Lagefeststellung wurde mittels Sperrmaßen vor Ort sowie mittels GPS-gestützter Positionsermittlung durchgeführt.

Der Bodenaufbau wurde bei der ingenieurgeologischen Aufnahme des Gebiets festgestellt.

In Anlage 2 sind die Sondierergebnisse im Detail als Tabelle und Diagramme dargestellt. Die Bewertung der Versuchsergebnisse erfolgt im Kapitel 3.

Die Sondieraufschlüsse wurden bis in eine Tiefe von 0,9 m – 3,9 m durchgeführt, in der entweder ausreichend hohe Schlagzahlen erreicht wurden oder die Sonde auf ein undurchdringbares Rammhindernis stieß. Letzteres war lediglich bei einer der 21 durchgeführten Sondierungen der Fall (am Standort H21). Dort wurde harter und kompakter Ortstein angetroffen.

Die „Leichte Rammsonde“ besteht aus einem Gestänge mit einer Spitze von 5 cm² (DPL-5) Querschnittsfläche, das mit einem Fallgewicht von 10 kg aus einer Fallhöhe von 0,5 m in den zu untersuchenden Boden eingerammt wird. Die Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung wird gezählt und gibt das Maß für die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des untersuchten Bodens. Bei einer Schlagzahl > 10 ist ausreichend dichte Lagerung bzw. mindestens steife Konsistenz gegeben.

Für die Bestimmung der Bodenarten wird entweder ein Handschurf angelegt, eine Kleinrammbohrung durchgeführt oder statt der Rammspitze an geschlossenem Gestänge eine geschlitzte Stange eingerammt, die zwar keine definierte Messung des Rammwiderstandes zulässt, in deren Längsnut aber eine Bodenprobe gewonnen werden kann. Damit lassen sich die mit den begleitenden Rammsondierungen erkundeten Böden auch geologisch zuordnen. Mit diesen Tests sowie den Informationen aus der geologischen Feldbegehung liegen ausreichend Daten für eine Baugrundbeurteilung vor.

Auf der gesamten Untersuchungsfläche ist flächendeckend eine Deckschicht aus dunkelbraunem – schwarzem, schwach – stark fein- bis mittelsandigem Torf (= Schicht **S1**) vorhanden. Die Mächtigkeit des Torfes schwankt an den einzelnen Aufschlusspunkten zwischen 0,3 und 0,5 m, selten 0,9 m. Im Detailplan der Anlage 1.4 sind die angetroffenen Torfmächtigkeiten als gelbe Zahlenwerte dargestellt. Währenddessen der Torf in der Regel als sehr locker gelagerter, nicht bindiger Boden vorliegt, besitzt er in Abschnitten mit größerer Mächtigkeit und im Einflussbereich des Grundwassers eine weiche Konsistenz. Der Torf ist meist mineralisiert. In mineralisierter Form sind im Torfboden mit bloßem Auge keine Pflanzenreste mehr zu erkennen. Der mineralisierte Torf besitzt das Aussehen eines stark humosen, dunkelbraun – schwarz gefärbten Sandes. Nur

abschnittsweise, weitestgehend ausschließlich in Grundwasser-erfüllten Bereichen, weist der Torf noch stark zersetzte Holzreste auf. Im Liegenden der Schicht **S1** aus Torf folgt flächendeckend eine mehrere Meter mächtige Schicht **S2** aus glazifluviatilen Sanden (Schmelzwassersanden). Die Schicht **S2** ist im Wesentlichen aus feinsandigem Mittelsand von überwiegend grau-beiger, untergeordnet rötlich-grauer Farbe zusammengesetzt. In Oberflächennähe ist dieser Sand abschnittsweise auch schwach humos (Torf-haltig) ausgebildet. Selten enthält er einen geringen Anteil an Kies. Die Lagerungsdichte der Schicht **S2** reicht von locker – sehr dicht, durchschnittlich ist sie mitteldicht. Hin und wieder enthält diese Schicht verhärtete Lagen aus schwarzem Ortstein (z.B. am Standort H21). Ortstein bezeichnet Partien aus verkittetem, braunschwarzem Sandstein, welcher sich unter bestimmten chemischen Voraussetzungen über Zeiträume von mehreren tausend Jahren durch chemische Verlagerungsprozesse von Humus- und Eisenverbindungen aus dem Oberboden in tiefere sandige Bodenhorizonte in dem Lockersediment bilden konnte.

Noch tiefer liegende Schichten sind für die Gründung nicht von Belang.

Durch die im Umfeld des Untersuchungsgebiets vorhandenen zahlreichen Entwässerungsgräben ist der Grundwasserspiegel derzeit auf etwa > 0,8 m – 1,8 m u. GOK abgesenkt. Mit dem Auftreten von Grundwasser ist jedoch zumindest temporär bereits ab der Geländeoberkante auszugehen.

3 Bewertung der angetroffenen Böden

Die Gründung erfolgt in den im vorigen Kapitel beschriebenen Schichten **S1** (Oberboden aus Torf) und **S2** (glazifluviatile Sande).

Der Torfboden der Schicht **S1** ist aufgrund seiner besonderen bodenmechanischen Eigenschaften (geringe Haltekräfte bei vertikaler Belastung sowie geringe Wichte) für die Errichtung der Solaranlagen-Fundamente als eingeschränkt geeignet einzustufen. Torf kann zwar wegen seiner generell elastischen Struktur durchaus v.a. horizontale Kräfte aus den verwendeten Gründungselementen aufnehmen. Die Gründung wird dabei aber vergleichsweise große elastische Verformungen zeigen. Sie ist in jedem Fall so zu dimensionieren, dass der Bereich der elastischen Verformung nicht überschritten werden kann. Da die Mächtigkeit der Schicht **S1** auf dem Feld Handewitt mit durchschnittlich zwischen 0,3 und 0,9 m vergleichsweise gering ausfällt, wird nicht mit extrem hohen Rammtiefen aufgrund des gering tragfähigen Oberbodens gerechnet. In der Schicht **S1** ist das Einrammen von Stahlprofilen prinzipiell problemlos mit geringer Rammenergie möglich.

Der Boden der Schicht **S2** aus glazifluviatilen Sanden eignet sich hingegen prinzipiell gut für die Gründung von Solaranlagen auf Ramppfosten. In der Schicht **S2** ist das Einrammen von Stahlprofilen normalerweise problemlos mit mittlerer Rammenergie möglich. Nur in sehr seltenen

Fällen ist innerhalb dieser Schicht mit dem Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen in Form von hartem und kompaktem Ortstein zu rechnen, der ein Rammhindernis darstellt. Das Risiko für das Antreffen von Ortstein innerhalb der Schicht **S2** wird als sehr gering eingeschätzt.

Beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen in Form von Ortstein ist dieser zu durchbohren. Hierzu sind die Hinweise in Kap. 5.4 zu beachten.

Die erforderlichen Rammtiefen werden in der Tabelle in der Anlage 7 aufgeführt.

4 Ausgangswerte für die Berechnungen

Die für die Berechnung herangezogenen Bodenkennwerte sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Das Profil des den Berechnungen zu Grunde gelegten tragenden Konstruktionselements ist der Anlage 7 zu entnehmen.

Die Ausgangswerte für die Ermittlung der Rammtiefe sind ebenfalls in der Anlage 7 dokumentiert.

Für die Ermittlung der vertikalen Belastbarkeit werden Erddruck und dadurch ausgelöste Reibung zwischen Profil-Oberfläche und umgebendem Boden herangezogen. Bei dieser Berechnungsart geht der Spitzenwiderstand des Profils nicht in die Rechnung ein. Damit kann die Ermittlung der zulässigen vertikalen Belastung (nach unten) analog der zulässigen Belastung nach oben (ausziehende Kräfte) erfolgen. Durch den dennoch wirksamen Spitzendruck erhalten die ermittelten Werte einen Sicherheitsbeiwert, der aber nicht als Zahlenwert aufscheint.

I.d.R. ausschlaggebend für die notwendige Rammtiefe sind die horizontalen Kräfte (Wind) am oberen Ende des geramnten Profils, die auf den Boden übertragen werden müssen.

5 Hinweise

5.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte

Grundlage für die Berechnung ist ein neuwertiges verzinktes Stahlprofil mit glatter Oberfläche. Im Laufe weniger Monate wird sich dieses Profil aufgrund unvermeidlicher Oxidation der Zinkschicht mit dem Boden wesentlich besser verbinden als im Neuzustand. Die dadurch erhöhte Mantelreibung findet bei der Berechnung keine Berücksichtigung. Sie wirkt somit als zusätzlicher Sicherheitsfaktor.

Gleiches gilt für die ursprünglich durch den Rammvorgang aufgelockerte Grenzschicht des Bodens zum Profil hin. Auch diese konsolidiert durch Kornumlagerung in den ersten Monaten nach Herstellung der Gründungsprofile gegenüber dem Zustand unmittelbar nach Einrammen. Dabei legen sich ursprünglich verdrängte Bodenpartikel wieder unmittelbar an die Metalloberfläche an

und verbessern die Krafterleitung bei horizontalen Beanspruchungen ebenso wie die Mantelreibung. Auch dieser nicht quantifizierbare Vorgang findet keine rechnerische Berücksichtigung und bildet somit eine Sicherheitsreserve.

5.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen

An den Standorten HA, HB und HC (vgl. Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen Bodenproben (HACO, HBCO und HCCO) entnommen, die hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung nach DIN 50929 Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) chemisch analysiert wurden. Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 6 dargestellt und werden dort näher erläutert.

Wichtiger Hinweis: Verwenden Sie prinzipiell keine Kupferdrähte oder -seile zur Erdung oder Gründung. Kupfer in Verbindung mit verzinkten Stahlpfählen bildet ein elektro-galvanisches Element (Batterie), in dem sich das weniger edle Material (verzinkter Stahl) schnell in feuchtem Boden löst. Diese Art der elektrochemischen Korrosion wird nicht durch aggressiven Boden verursacht, sondern nur durch die Verbindung verschiedener Metalle. Das Problem wird nicht gelöst, indem Bimetall-Verbinder verwendet werden. Jede leitende Verbindung zwischen den verschiedenen Metallen, auch innerhalb oder außerhalb des Bodens, erzeugt die elektro-galvanische Korrosionssituation. Daher sind nur Erdungsleitungen mit dem gleichen Material wie die Pfähle (verzinkter Stahl) möglich.

5.3 Hinweis zum Rammvorgang der Stahlprofile

Beim Rammen treten erfahrungsgemäß nicht nur vertikal wirkende impulsartige Kräfte am Stahlprofil auf, sondern auch teilweise horizontale Ausschläge bis zu einer Größe von etwa einem Zentimeter. Diese Ausschläge, wahrscheinlich durch Durchbiegungen des Profils zwischen Boden und Schlagkopf verursacht, führen zu einer horizontalen Verdichtung des Bodens und damit zu einer Art „Rammkanal“. Wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung dieses Rammkanals hat die Zusammensetzung bzw. Korngrößenverteilung des Bodens. In schluffigen und feinsandigen Böden ist der Effekt intensiver, in gröber körnigen Böden (Kies) fällt der Rammkanal sehr schnell zusammen.

Unmittelbar nach dem Einrammen liegt bei Schluff und Feinsand daher der Boden nicht auf der gesamten Länge des Stahlprofils an, sondern nur im untersten Bereich. Damit ist die Wirksamkeit der Mantelreibung auf diese kurze untere Strecke begrenzt. V.a. der Widerstand gegen abhebende Kräfte wird aber ausschließlich über die Mantelreibung erzeugt. Kurz nach Einrammen der Gründungselemente kann dieser daher manchmal sehr gering sein.

Normalerweise fällt der Rammkanal bei Entfestigung der verdichteten Bodenbereiche rasch wieder zusammen, wodurch der Boden wieder am Profil anliegt und die Übertragung der Kräfte vom Profil auf die Umgebung wieder auf der ganzen Länge erfolgt. Für diesen Zustand gelten die berechneten Werte. Das Zusammenfallen des Rammkanals wird begünstigt durch versickernden Niederschlag, am Stahlprofil herunterlaufenden Tau, Frost-/Tauwechsel im Boden etc.

Innerhalb der Schichten S1 und S2 ist mit deutlich ausgebildeten Rammkanälen zu rechnen, die erst im Laufe von einigen Wochen vollständig zusammenfallen. Bis zum Abschluss der Montagearbeiten ist aber die ausreichende Tragfähigkeit der Rammprofile in jedem Fall gegeben.

Sollte sich der Rammkanal nur sehr langsam schließen, kann durch das Aufschütten einer kleinen Menge Feinsandes oder sandigen Bodenmaterials am Austrittspunkt des Stahlprofils aus dem Boden sowie das Einschwemmen des Materials in den Rammkanal mit Wasser der Kraftschluss Stahlprofil / Boden rasch hergestellt werden.

Falls die ausreichende Belastbarkeit der Pfosten durch Zugversuche vor Ort im Zuge der Errichtung der Anlage nachgewiesen werden soll, weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass wegen der vorstehend genannten Umstände ausschließlich vertikal geführte Versuche nicht sachgerecht sind. Im Fall der Planung solcher Versuche ist eine Abstimmung mit ConSoGeol für eine Planung und Durchführung solcher Versuche zum Erreichen interpretationsfähiger Ergebnisse unerlässlich.

In jedem Fall dürfen Profile nicht tiefer gerammt werden als die berechnete Rammtiefe. Zu tiefes Rammen und anschließendes Ziehen des Pfostens würde eine Auflockerung des Bodens am unteren Ende des Pfostens hervorrufen und das Risiko nachträglicher Setzungen des Pfostens erhöhen.

5.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen

Auf dem gesamten Feld besteht die Möglichkeit, im obersten Teufenabschnitt der Schicht **S2** auf Lagen aus Ortstein zu treffen, die ein Rammhindernis darstellen können. Die Wahrscheinlichkeit hierfür wird innerhalb des Gründungsniveaus als sehr gering (deutlich unter 5 %) eingeschätzt (vgl. Kap. 3).

Falls solche undurchdringbaren Rammhindernisse an einzelnen Pfosten angetroffen werden, kann folgendermaßen verfahren werden:

Hat der betreffende Pfosten mind. 80 % der empfohlenen Mindestrammtiefe erreicht und ist nur ein Pfosten pro Tisch betroffen, kann dieser Pfosten im Boden verbleiben und am Kopf entsprechend gekürzt werden.

In allen anderen Fällen ist der Pfosten zu ziehen, das Hindernis zu durchbohren und der Pfosten in das mit Bohrklein, Kies oder Sand verfüllte Bohrloch neu zu rammen.

Nähere Informationen zu Vorbohrungen siehe unten.

M1 **Vorbohrungen**

M1.1 **Durchmesser der Bohrlöcher**

Der Durchmesser der Bohrlöcher sollte nicht viel größer als der Querschnitt des Pfostens sein. Es ist der Querschnitt des größten zu verwendenden Pfostens zu ermitteln; das Bohrgerät sollte einen Durchmesser von nicht mehr als 5 cm (2 Zoll) größer als dieser Wert haben.

*Beispiel: Pfosten: C-Profil 170 mm * 60 mm, größter Durchmesser des Pfostens sind 180 mm (Diagonale). Der Durchmesser des Bohrlochs sollte nicht mehr als 230 mm betragen.*

M1.2 **Tiefe der Bohrlöcher**

In keinem Fall dürfen die Bohrlöcher tiefer als die berechnete Rammtiefe gebohrt werden. Versuchen Sie die Bohrlöcher genauso tief bzw. etwas weniger tief zu bohren wie die notwendige Rammtiefe. Das verringert deutlich das Risiko von Setzungen der Ramppfosten.

M1.3 **Füllen der Bohrlöcher**

Die Bohrlöcher müssen so schnell wie möglich nach dem Bohrvorgang gefüllt werden. Benutzen Sie Material mit einer Korngröße von 0/2 – 32 mm (z.B. Sand mit Kies oder jedes kompaktierbare, nicht-kohäsive, verfügbare Material). Die Kieskörner sollten einen geringen Rundungsgrad (z.B. eckig – maximal angerundet) besitzen. Das Material muss eine breit gefächerte Korngrößenverteilung haben. Die Mischung muss mindestens 10 % an Material mit einer Korngröße feiner als 0,063 mm (Schluff und Ton) enthalten. **Verwenden Sie keine feinkörnigen, weichen Materialien wie Schlamm, Lehm, weichen Boden oder humusreichen Boden.**

Ebenso kann das Bohrklein verwendet werden, sofern dessen Korngrößenverteilung mit den oben genannten geotechnischen Voraussetzungen übereinstimmt. Bohrklein von Fels oder großen Steinen kann in jedem Fall verwendet werden. Anderenfalls muss das Bohrklein entfernt werden.

Das Bohrloch auf der gesamten Länge füllen.

Stellen Sie sicher, dass das Füllmaterial bis zum unteren Ende des Bohrloches vordringt.

Das Bohrloch muss am selben Tag wie der Bohrvorgang gefüllt werden.

Vermeiden Sie es, Oberflächenwasser in die Bohrlöcher fließen zu lassen. Wenn Grundwasser in das Bohrloch eindringt, ist das kein Problem.

Verdichten Sie das Füllmaterial nicht.

Lassen Sie eine kleine Menge Material nach dem Füllvorgang am oberen Ende des Bohrlochs.

M1.4 **Rammen der Pfosten**

M1.4.1 Rammen Sie den Pfosten nach dem Bohrvorgang so schnell wie möglich in die verfüllten Bohrlöcher.

M1.4.2 Rammen Sie die Pfosten so schnell wie möglich auf die Endtiefe.

M1.4.3 Achten Sie darauf, dass das Bohrloch während des gesamten Rammvorgangs gefüllt ist. Falls nötig, füllen Sie Materialdefizite mit dem Material auf, das Sie wie oben beschrieben, nahe des Bohrlochs als Reserve aufbewahrt haben. Füllen Sie dieses Material während des Rammvorgangs nach.

Um das Risiko nachträglicher Setzungen der Pfosten auszuschließen, dürfen Vorbohrungen **in keinem Fall** tiefer als die berechnete Rammtiefe abgeteuft werden. Am besten sollte die Endteufe der Vorbohrungen sogar einige cm weniger als die berechnete Rammtiefe betragen.

5.5 Hinweis zur Aufstellung von Trafo- oder Wechselrichterstationen

Trafo- oder Wechselrichterstationen sollten prinzipiell nicht in Vernässungszonen aufgestellt werden, da hier Stauwasser an der Geländeoberfläche auftreten kann und in diesem Fall zusätzliche Vorkehrungen gegen Überflutungen getroffen werden müssten.

Für die Aufstellung von **Trafo- oder Wechselrichterstationen** auf Bodenplatten wird empfohlen, im Bereich der geplanten Aufstellflächen den Torf-haltigen Oberboden in seiner gesamten Schichtmächtigkeit abzuschleifen und durch eine Schicht aus verdichtungsfähigem Mineralkorngemisch oder Recyclat 0/16 oder 0/32 (Aufbringung mehrlagig, in ca. 0,2 m starken Lagen) auszutauschen. Die Oberkante des Austauschkörpers sollte ca. 0,2 m über GOK liegen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Das Planum ist vor der Aufstellung der Trafo- oder Wechselrichterstationen planeben abzuführen. Falls erwünscht, kann auf diesem Planum ein waagrecht abgezogenes Sandbett oder eine waagrechte Magerbetonplatte aufgebracht werden.

Wird der Unterbau für die Trafo- und Wechselrichterstationen wie oben beschrieben hergestellt, ist der Untergrund in der Lage, Belastungen von 120 kN/m² problemlos aufzunehmen.

Setzungen werden sich auf Beträge von < 0,02 m beschränken.

Für geotechnische Berechnungen können für eine Gründung innerhalb der Schicht **S2** aus Sand bei Streifenfundamenten mit Einbindetiefen zwischen 0,4 und 1,0 m Tiefe ohne weitere Prüfungen Sohlspannungen bis zu 120 kN/m² zugelassen werden.

5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Der Torf-haltige Oberboden ist zur Bebauung mit Baustraßen nur bedingt geeignet. Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, ist die Torfbedeckung daher komplett abzuschleifen und auf der darunter liegenden Schicht eine profilgerechte, ebene untere Tragschicht mit einer Querneigung von $\geq 3^\circ$ herzustellen. Es wird empfohlen, dieses Erdplanum mit einem gut zu verdichtenden Sand-Kies-

Gemisch oder Recycling-Material 0/16 oder 0/32 unter Zwischenlage eines einfachen Trennvlieses (Geotextil) zu überschütten. Die Mächtigkeit des aufgeschütteten Materials richtet sich danach, wie viel Torf zuvor entfernt wurde, die Oberkante der Überschüttung sollte nach deren Einbau ca. 0,2 m über der ursprünglichen Geländeoberkante liegen. Ihr Einbau sollte lageweise, in max. 0,2 m mächtigen Lagen erfolgen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Die Oberfläche der Baustraße sollte ein einseitig geneigtes Querprofil mit einem Gefälle von mindestens 3 ° erhalten.

Für selten bis sehr **selten genutzte** und /oder nur mit **leichteren Fahrzeugen befahrene Wege** (z.B. Betriebswege zur Pflege der Anlage nach Inbetriebnahme, Feuerwehrumfahrten etc.) reicht es aus, ohne vorheriges Abschieben von Boden ein einfaches Trennvlies auf den Boden aufzulegen und mit einem verdichtbaren Mineralkorngemisch, das für diesen Zweck auch nicht unbedingt frostunempfindlich sein muss, in einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm (Aufbringung in 2 Lagen) zu überschütten. Diese Überschüttung ist durch Abwalzen einmalig zu verdichten. Die Verdichtung des Schüttkörpers sollte auf jeden Fall statisch und nicht dynamisch erfolgen.

5.7 Hinweis zur Möglichkeit einer Löschwasserversorgung aus dem Grundwasser

Um eine Löschwasserversorgung aus einem Grundwasserbrunnen kostengünstig aufbauen zu können, muss das Grundwasser relativ nahe an der Erdoberfläche stehen. Ein Flurabstand von 4 m sollte dabei nicht überschritten werden. Außerdem muss das Grundwasser sich in gut durchlässigen Lockergesteinen befinden (z.B. Kies, Mittel- Grobsand). Nur wenn beide Bedingungen erfüllt sind, lohnt es sich einen oder mehrere Löschwasserbrunnen in Form von einfachen Bohrlöchern mit Brunnenfilterrohren oder Baggerschürfen mit gelochten Schachtringen auszubauen. Dabei sollte ein Durchmesser bei Brunnenrohren von mindestens 400 mm und bei Schachtringen mindestens 700 mm angestrebt werden. Die Verrohrung sollte mindestens 2 m in das Grundwasser hinein reichen. Die Brunnen können einen Deckel mit einem Sauganschluss für Feuerwehr-Pumpaggregate bekommen.

Der Vorteil solcher Brunnen ist, dass sie keine maschinelle Pumpausrüstungen bzw. permanent eingebaute Pumpen inkl. Energiezuführung benötigen. Die Feuerwehr kann im Brandfall an den Brunnenköpfen anschließen.

In Handewitt steht das Grundwasser relativ dicht nahe der Geländeoberkante an. Der feinkörnige Sandboden besitzt allerdings nur eine mittlere Wasserdurchlässigkeit (vergleiche rechnerisch ermittelte k_f -Werte der Bodenproben HA KV und HB KV, Anlage 4). Daher lässt sich nicht sicher prognostizieren, ob ein Brunnen eine ausreichend hohe spezifische Ergiebigkeit besitzen würde.

In Handewitt kann die Frage der Löschwassergewinnung aus einem oder mehreren Saugbrunnen zumindest geprüft werden. Dazu sollten während der Baudurchführung einige bis ins Grundwasser reichende Baggerschürfe ausgehoben, mit einem Schachtring an der Sohle gesichert und mit einer

Schmutzwasserpumpe mit mindestens 5 l/s Leistung getestet werden. Die Pumpleistung sollte dabei mindestens 5, besser 10 l/s betragen und über mindestens 2 Std. gehalten werden. Wasserstand vor Pumpbeginn, geförderte Wassermenge und Wasserstand nach 2 h Pumpbetrieb sowie nach Wiederanstieg am nächsten Tag sind zu messen und zu dokumentieren.

Sollte sich ein ausreichend hoher Wasserandrang herausstellen, kann die Errichtung eines oder mehrerer Schachtbrunnen vorgesehen werden. Solche können als Schachtringkonstruktionen mit mindestens 700 mm Durchmesser, abgesenkt durch Ausbaggern des innen liegenden Bodenmaterials, hergestellt werden. Es wird eine Tiefe von 3 - 4 m mit einer überfahrbaren Abdeckung vorgeschlagen. Die Brunnensohle soll in jedem Fall mindestens 2 m unter dem Grundwasserspiegel liegen. Die Brunnensohle sollte mit einem gut durchlässigen Geotextil mit einer Überschüttung aus Grobkies (16/32, 0,5 m dick) abgedeckt werden. Auf dem Brunnendeckel sollte eine Saugstelle für die Feuerwehr vorgesehen werden. Die Entnahme einer Wassermenge von mindestens dem 2-fachen Brunnenvolumen im Rahmen der jährlichen Wartung ist zur Sicherung der dauerhaften Ergiebigkeit des Brunnens vorzusehen.

5.8 Sonstige Hinweise

Generell sind die Böden gegen Vernässung empfindlich. Besonders im Winterhalbjahr ist dort deshalb im oberflächennahen Bereich mit weicher – breiiger Konsistenz des Bodens zu rechnen.

In Bereichen mit dichter Grasvegetation ist diese zu mähen, aber der Wurzelhorizont zu erhalten. In anderen Teilen der Anlage sollte nach deren Fertigstellung dafür gesorgt werden, dass sich baldmöglichst wieder ein zusammenhängender Grasbewuchs ausbilden kann. Dessen Wurzelhorizont bietet für die Aufnahme von Horizontalkräften eine deutliche Erhöhung der Sicherheit über die berechneten Werte hinaus. Ebenso stellt eine solche Vegetation einen guten Schutz des Bodens gegen Erosion durch abfließendes Niederschlagswasser dar.

Der relativ feinkörnige Sandboden unterhalb der Grundwasseroberfläche neigt unter gewissen Umständen zur Bodenverflüssigung, v.a. bei Vibrationen, wie sie beim Rammen der Pfosten auftreten. Bei diesem Vorgang werden die feinen Sandkörner in Verbindung mit dem umgebenden Grundwasser stark beweglich, was zu einem leichten Eindringen der Pfosten und scheinbar geringeren Haltekräften des Bodens führt. Kurze Zeit nach Ende des Rammvorgangs bzw. Beendigung der Vibrationen rekonsolidiert der Sand allerdings wieder und erreicht die ursprüngliche Festigkeit. Zusätzliche Maßnahmen für die Stabilisierung der Pfosten sind daher nicht erforderlich.

Aichach, den 16.10.2023

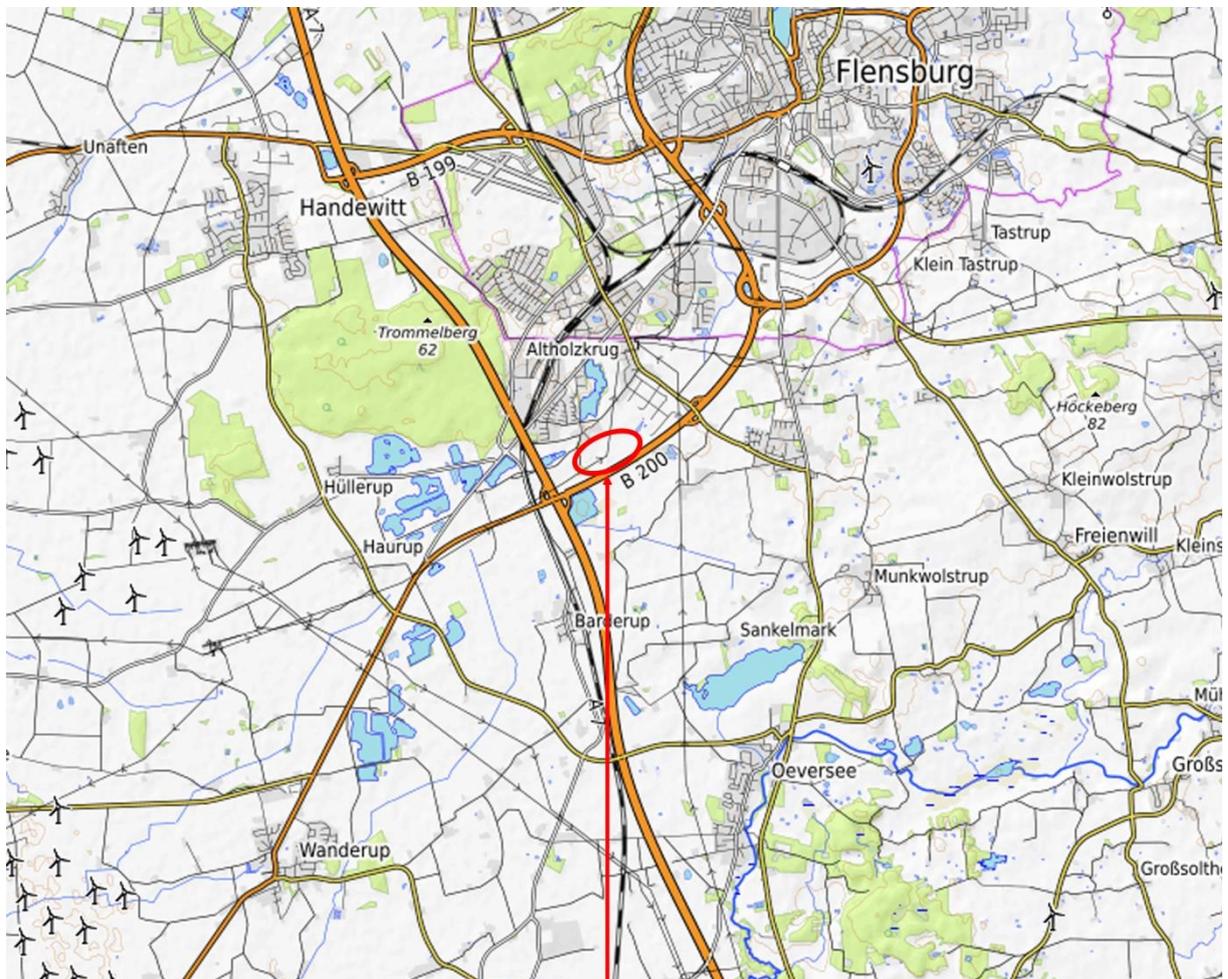


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

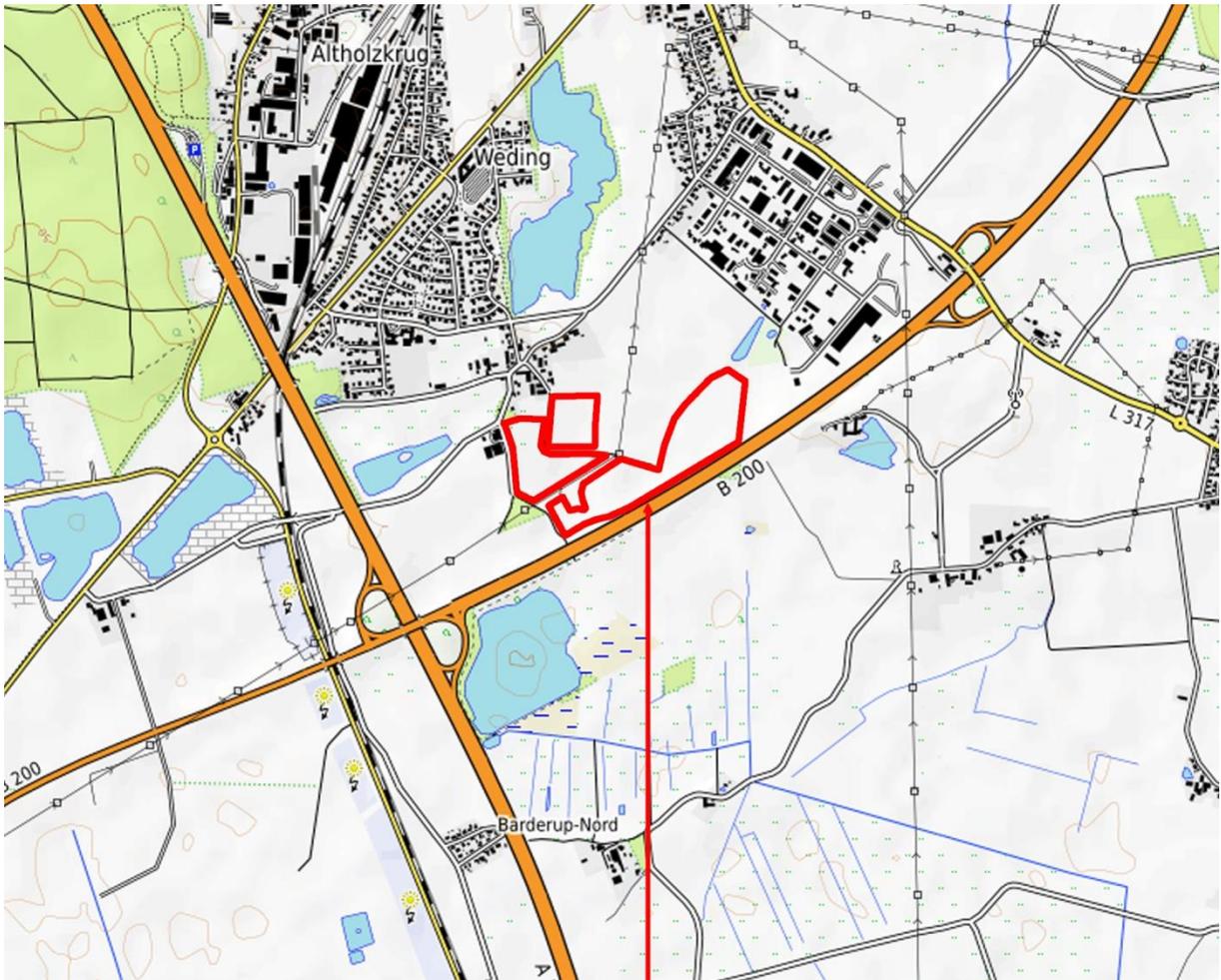
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000 (GÜK200),
Blatt CC 1518 (Flensburg) © Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (1993).

Legende Geologische Karte

KÄNOZOIKUM – KÆNOZOIKUM
 QUARTÄR – KVARTÆR

Holozän – Holocæn		Niedermoortorf <i>Lavmosetørv</i>	Bruchwald-, Schilf- und Seggentorf, meist stark zersetzt <i>Skovkærtørv, tagrørtørv, startørv, overvejende humøst</i>
		Hochmoortorf <i>Højmosetørv</i>	Sphagnum-Torf, schwach (Weißtorf) bis stark (Schwarztorf) zersetzt <i>Sphagnum-tørv, svag til stærkt humøst</i>
		Hochmoortorf / <i>Højmosetørv</i> über Niedermoortorf / <i>over lavmosetørv</i>	
		Dünen, überwiegend holozän <i>Klitter, overvejende holocæne</i>	Feinsand, z.T. mittelsandig <i>Finsand, delvis mellemsandet</i>

Pleistozän – Pleistocæn

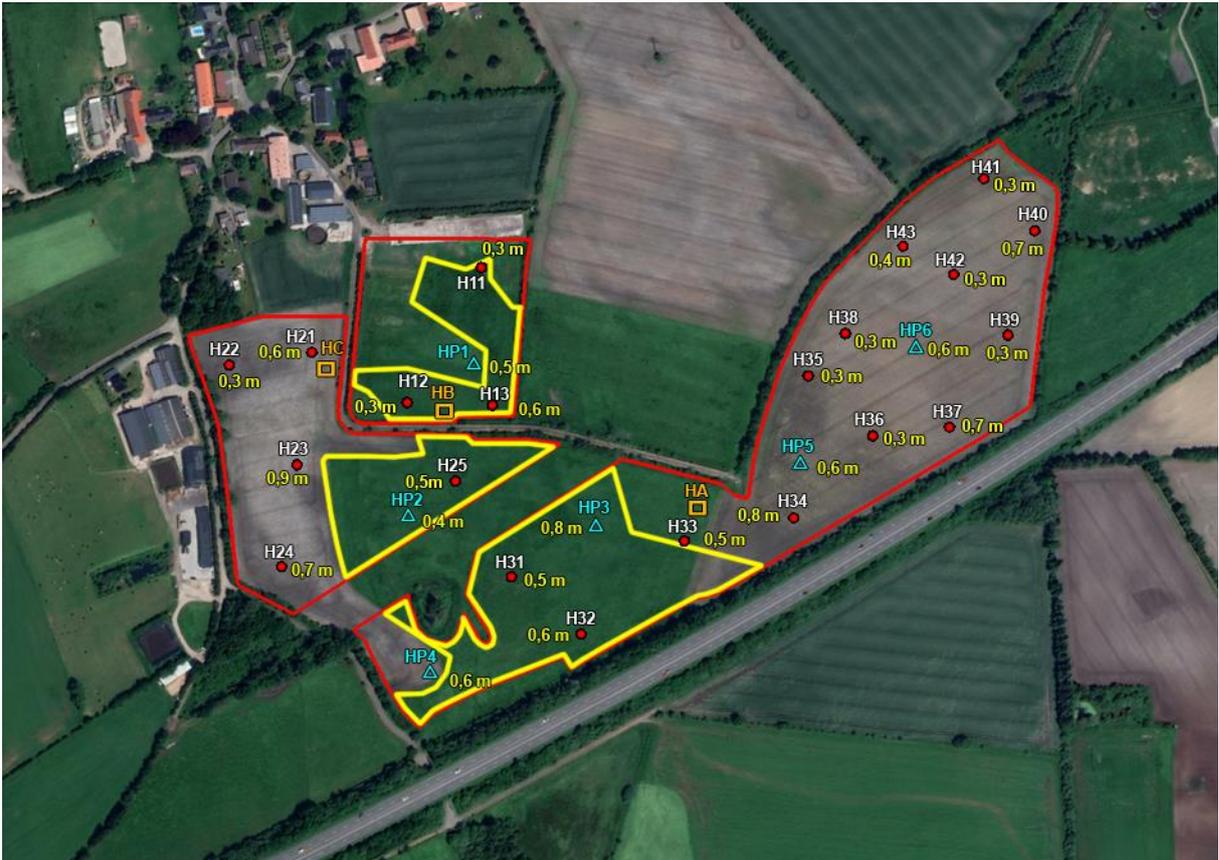
Weichsel-Eiszeit – Weichsel-Istid		Flugsand in flächenhafter Verbreitung, holozän, z.T. pleistozän <i>Flyvesand, udbredelse som daeksand, holocæne, delvis pleistocæne</i>	Feinsand, mittelsandig <i>Finsand, mellemsandet</i>
		glazifluviatile Ablagerungen (Sander im morphologischen Sinne) <i>glacifluviatile allejringer (sandur i morfologisk betydning)</i>	Sand, untergeordnet Kies <i>Sand, med underordnet grus</i>
		weichselzeitliche Sanderbildungen / <i>Sandur dannelser af Weichsel alder</i> über weichselzeitlicher Grundmoräne / <i>over bundmoræne af Weichsel alder</i>	
		über sandigen Beckenablagerungen der Weichseleiszeit	
		über weichselzeitlichem Beckenschluff / <i>over issøsilt af Weichsel alder</i>	
		über Grundmoräne des Warthestadiums / <i>over bundmoræne fra Warthe stadium</i>	
		über saalezeitlicher Grundmoräne / <i>over bundmoræne af Saale alder</i>	
		Sanderbildungen <i>Sandur dannelser</i>	Kies, sandig <i>Grus, sandet</i>
		glazifluviatile Ablagerungen (Sander im morphologischen Sinne) <i>glacifluviatile allejringer (sandur i morfologisk betydning)</i>	Sand, untergeordnet Kies <i>Sand med underordnet grus</i>
		glazifluviatile Ablagerungen (Sander) / <i>glacifluviatile allejringer (sandur)</i> über Grundmoräne des Warthestadiums / <i>over bundmoræne fra Warthe stadium</i>	
		über Grundmoräne des Drenthestadiums / <i>over bundmoræne fra Drenthe stadium</i>	
		über saalezeitlicher Grundmoräne / <i>over bundmoræne af Saale alder</i>	
		Sanderbildungen <i>Sandur dannelser</i>	Kies, sandig <i>Grus, sandet</i>
		glazifluviatile Ablagerungen <i>glacifluviatile allejringer</i>	Sand, untergeordnet Kies <i>Sand, med underordnet grus</i>
		Grundmoräne (Geschiebelehm, Geschiebemergel) <i>Bundmoræne (moræneler)</i>	Schluff, tonig, sandig, kiesig <i>Silt, leret, sandet, gruset</i>

Warthe Stadium

Zeichen / Tegn

	geologische Grenze / <i>geologisk grænse</i>
	geologische Grenze, unsicher / <i>geologisk grænse usikker</i>
	Eisrandlagen, überwiegend Endmoränen / <i>Israndslinier, overvejende endemoræner</i>
	Stauchzonen, Schuppenzonen / <i>Stauchzoner, opstrydningszoner</i>
	Deiche, mit Jahreszahl des Deichschlusses / <i>Diger, med årstal for opførelse</i> ○ <i>Wurten / Husbakker</i>
	Basis Holozän in Meter unter dem Meeresspiegel / <i>Basis Holocæn i meter under havniveau</i>
	Begrenzung der Salzstöcke im Untergrund, maximale Ausdehnung <i>Begrænsning af salthorster i undergrunden, maksimal udbredelse</i>
	künstliche Aufschüttung, Aufspülung / <i>kunstig hældning, opskylning</i>

Anlage 1.4 Lageplan der Aufschlüsse Maßstab 1 : 7.000



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

Gelb markierte Geländebereiche = Dauergrünlanderhaltungsgesetz (DGLG)-Kulisse (Moorböden und Anmoorböden) Quelle: https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste?lang=de&topic=thland&bgLayer=sqx_geodatenzentrum_de_de_basema_pde_web_raster_grau_DE_EPSG_25832_ADV&layers=3ec1835d920ccca1ebf64df5bea4e7c3&layers_opacity=7af4a9220dea6b0baeabb3e620cd3813&E=-525709.86&N=6065624.53&zoom=11&layers_visibility=170895d3c536f88df6e2038d4eb3e288&catalogNodes=26 (Stand 16.10.2023)

H11 – H13, H21 – H25, H31 – H43 (rote Punkte) Ansatzpunkte der Sondierungen

HP1 – HP6 (hellblaue Dreiecke) Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen

An den Standorten HP1 – HP6 wurden unmittelbar neben den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen Schlagpegel niedergebracht, mittels derer der Grundwasserstand gemessen werden kann.

Gelbe Meterangabe = Mächtigkeit der Torfüberdeckung am Standort der jeweiligen Sondierung oder Kleinrammbohrung

An den Standorten HA, HB, HC (orange Vierecke) wurden Bodenproben aus Handschürfen für die chemische Analyse der Stahlkorrosion und für die Korngrößenanalyse entnommen.

Koordinaten der Mitte Feld Süd: 54°44'18.94"N, 9°24'7.18"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	H11	H12	H13	H21	H22	H23	H24	H25	H31	H32	H33
0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
0,2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	3
0,3	1	2	2	2	2	4	3	2	2	3	3
0,4	4	5	3	4	8	4	4	2	3	3	3
0,5	5	5	3	5	13	3	5	3	2	4	4
0,6	7	5	2	6	15	2	4	10	8	3	5
0,7	6	4	4	13	17	1	3	9	9	5	6
0,8	8	6	8	39	17	2	5	10	10	7	7
0,9	8	6	8	55	19	1	9	8	9	10	8
1,0	8	6	11		22	5	12	10	9	9	9
1,1	6	7	13		25	6	12	11	8	11	10
1,2	4	7	14		27	6	13	11	9	10	9
1,3	3	7	13		28	8	13	11	9	9	8
1,4	4	10	12		29	9	12	11	9	9	9
1,5	7	10	13		28	10	10	10	9	12	14
1,6	10	12	13		25	10	9	11	8	14	8
1,7	12	12	12		24	11	7	11	9	14	9
1,8	14	12	12		23	10	8	11	10	15	9
1,9	17	12	12		27	10	8	10	9	15	9
2,0	17	10	14		24	9	9	11	10	15	8
2,1	18	13	13		24	11	10	10	11	17	8
2,2	17	13	10		26	10	10	11	10	16	9
2,3	15	12	13		29	10	12	10	9	14	7
2,4	15	11	12		28	11	14	12	12	15	7
2,5	18	12	12		29	11	14	10	13	17	9
2,6	21	10	10		27	11	14	10	12	15	8
2,7	21	10	11		27	10	15	8	12	15	10
2,8	20	11	10		27	10	12	8	11	17	10
2,9	20	11	10		25	9	12	7	12	18	10
3,0	19	12	9		28	11	13	9	11	17	8
3,1	21	16	12		29	13	14	11	12	19	9
3,2	23	12	13		29	13	15	10	11	18	8
3,3	25	13	14		28	14	18	10	14	18	8
3,4	23	15	14		27	13	17	10	16	18	8
3,5	23	14	15		26	13	14	12	19	15	7
3,6	24	15	16		25	16	10	11	21	14	9
3,7	23	13	17		24	17	12	10	24	14	10
3,8	21	17	15		27	17	12	9	19	13	10
3,9	22	16	11		24	19	21	10	20	13	8
4,0											

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite.

Tiefe m	H34	H35	H36	H37	H38	H39	H40	H41	H42	H43
0,1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
0,2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2
0,3	4	2	4	2	3	2	4	2	2	2
0,4	4	4	6	4	4	5	4	5	6	3
0,5	4	5	6	3	5	14	4	5	11	5
0,6	3	4	7	3	5	21	3	5	17	5
0,7	3	6	8	4	3	21	3	5	38	5
0,8	4	7	6	7	4	20	6	5	29	6
0,9	7	8	7	10	4	19	10	6	23	6
1,0	6	7	7	11	4	17	13	8	18	6
1,1	6	8	9	11	6	16	15	8	14	8
1,2	9	7	8	10	6	13	15	10	13	8
1,3	10	8	8	10	7	13	18	11	12	12
1,4	9	13	7	9	8	14	16	14	11	16
1,5	10	12	8	7	10	14	18	15	10	17
1,6	12	14	7	7	10	14	15	15	10	17
1,7	14	15	7	7	10	12	14	14	11	16
1,8	16	15	7	8	12	13	14	14	10	18
1,9	18	17	7	6	13	13	14	15	11	19
2,0	20	16	7	6	13	15	14	14	13	18
2,1	19	15	8	7	14	18	13	14	15	19
2,2	15	14	5	6	13	19	10	14	19	13
2,3	17	15	6	8	12	20	10	14	19	10
2,4	15	15	6	10	12	24	11	14	20	10
2,5	15	15	6	9	12	28	12	13	19	9
2,6	15	14	7	9	13	28	10	13	21	9
2,7	15	16	8	9	12	24	10	13	18	8
2,8	17	16	8	8	12	23	8	14	15	12
2,9	16	15	7	6	12	12	9	12	9	8
3,0	14	15	6	7	11	9	8	12	7	5
3,1	14	14	6	7	11	9	9	13	9	5
3,2	18	14	7	8	14	8	8	11	6	4
3,3	23	14	7	7	11	8	8	12	8	4
3,4	27	14	9	7	12	9	8	12	8	5
3,5	26	15	9	8	11	9	9	13	8	7
3,6	26	14	11	7	12	10	9	13	6	5
3,7	27	12	12	8	12	8	9	14	25	4
3,8	28	10	10	8	12	8	10	11	33	4
3,9	27	10	11	11	11	8	10	11	12	4
4,0										

Anlage 2.2 Rammdiagramme

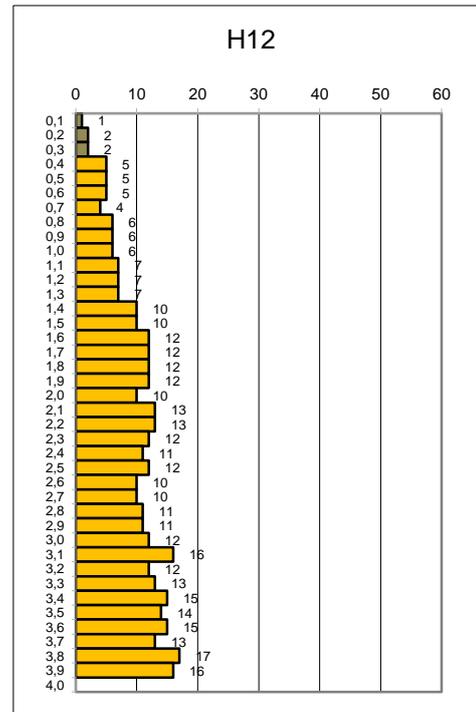
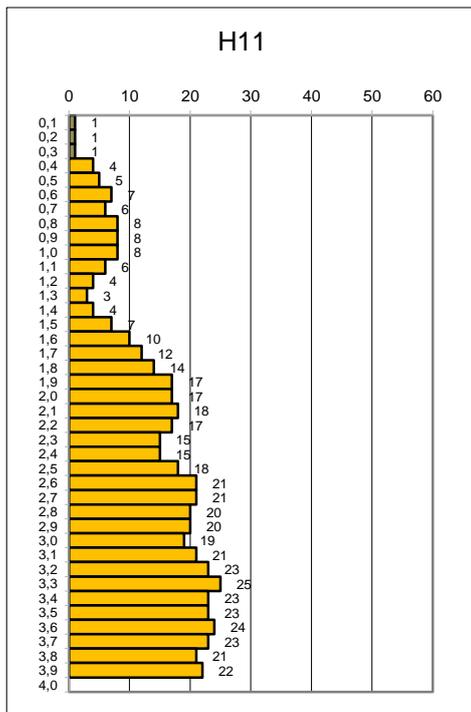
Sonde DPL-5

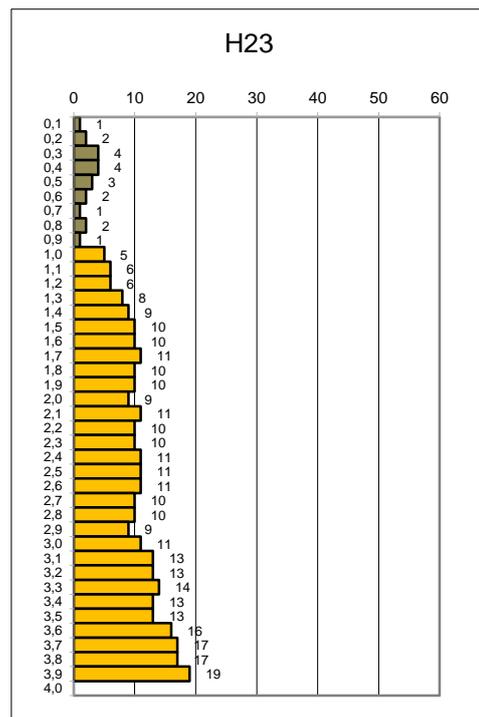
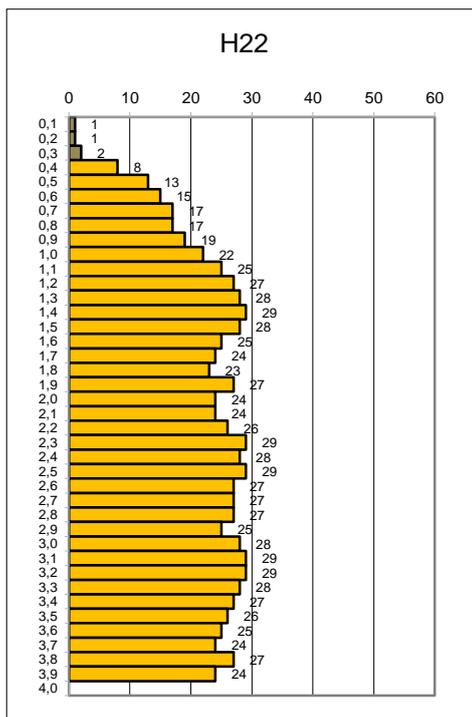
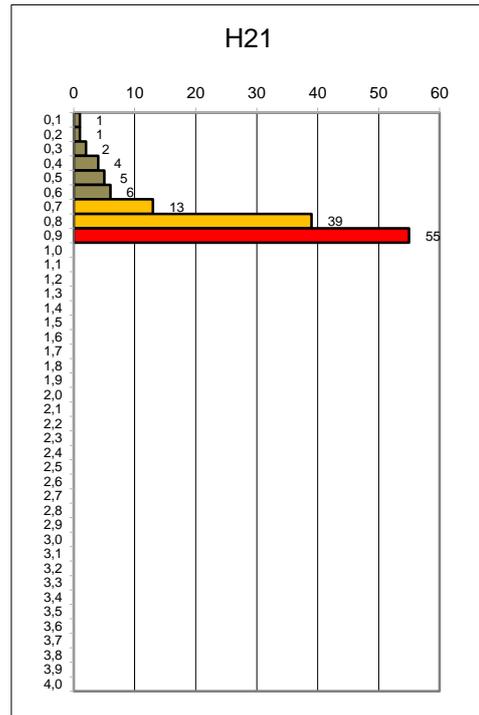
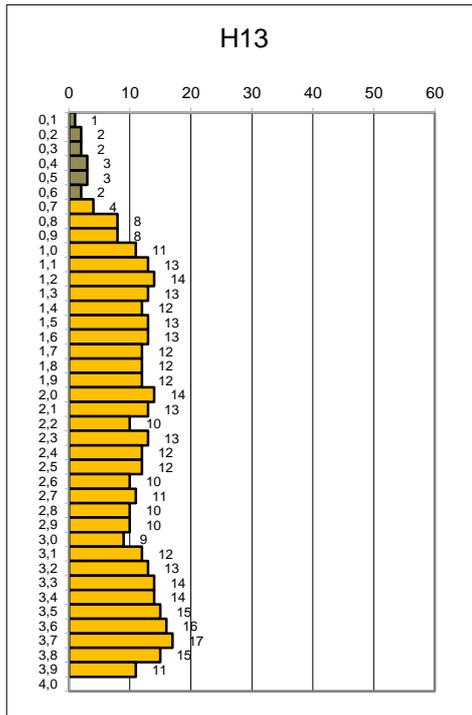
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

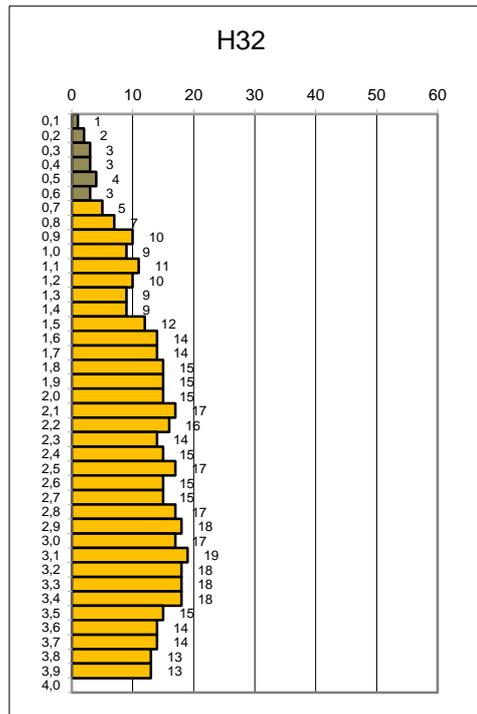
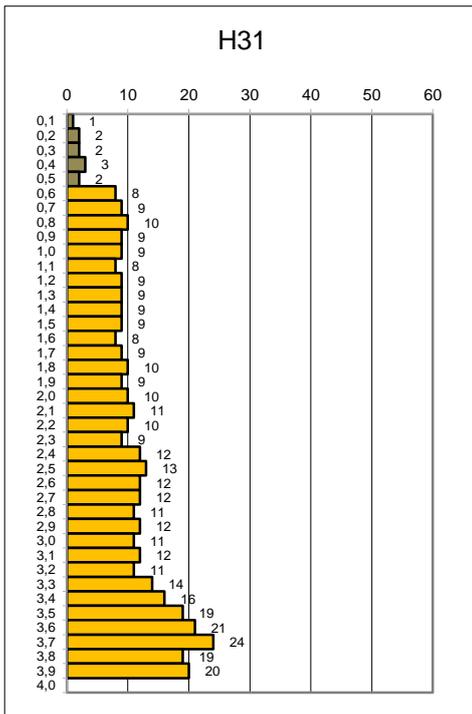
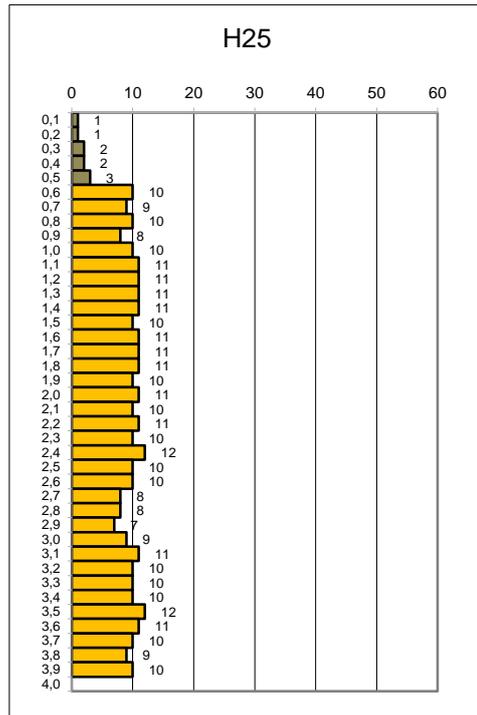
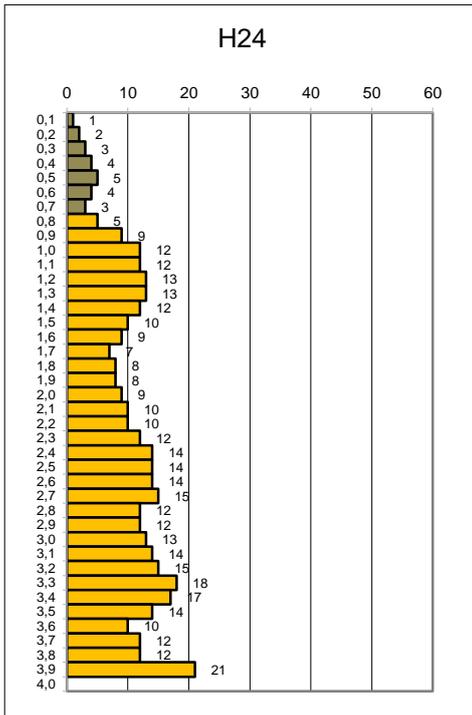
- Fall A Die Sondierung wurde deutlich tiefer als die spätere Gründung geführt. Das heißt, dass kein Rammhindernis für den Pfosten an dieser Stelle zu erwarten ist. Die notwendige Gründungstiefe wird für diesen Boden berechnet.
- Fall B Die Sondierung endet plötzlich mit einem hohen Rammwiderstand in geringerer Tiefe als der spätere Pfosten.
Das heißt, dass ein Rammhindernis an dieser Stelle liegt, das auch für den Pfosten undurchdringbar ist.
- Fall C Die Sondierung endet mit sukzessiv ansteigendem Widerstand in geringerer Tiefe als der spätere Pfosten.
Das heißt, dass der Boden nach unten rasch härter wird. Dünnwandige Blechprofile können etwa so tief gerammt werden wie die Rammsondierung geführt wurde, schlanke dickwandige Profile können evtl. einige Dezimeter tiefer gerammt werden und entwickeln dann hohe Haltekräfte.

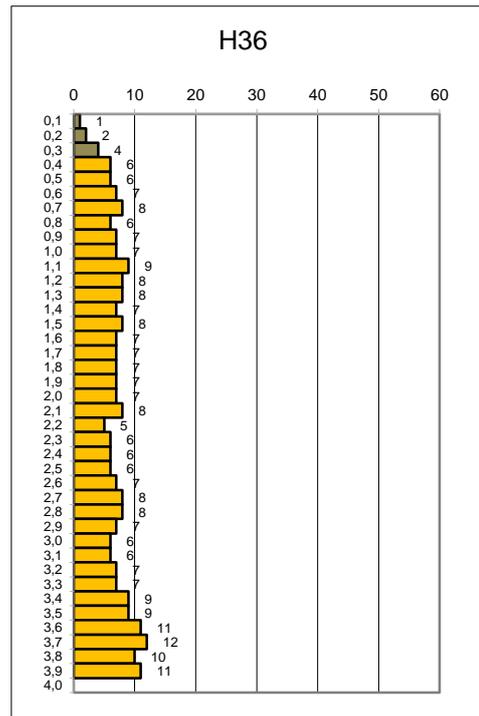
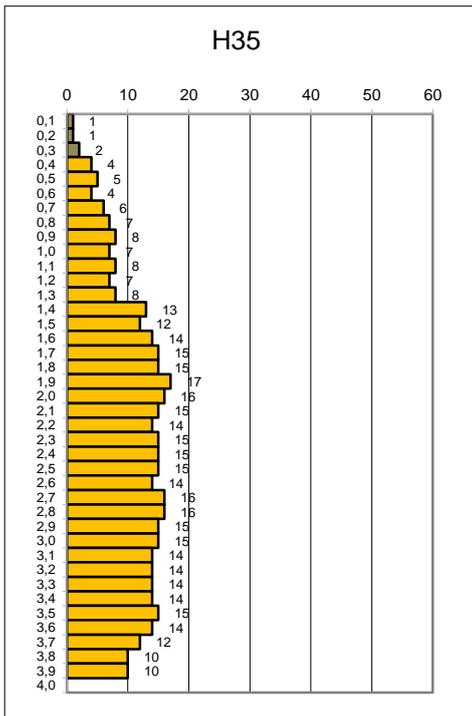
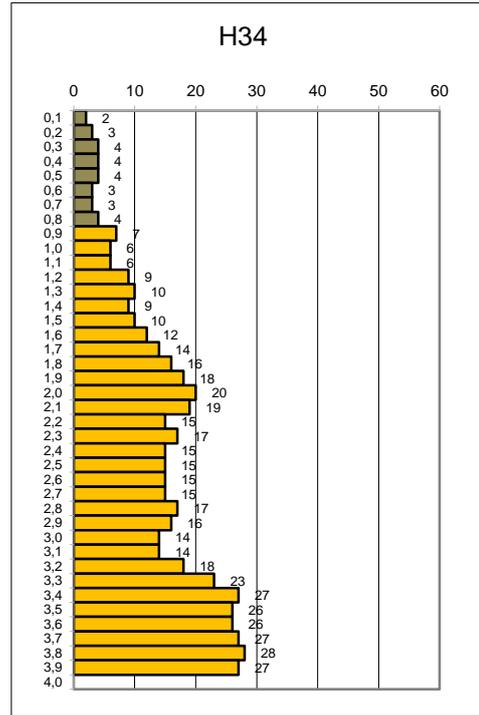
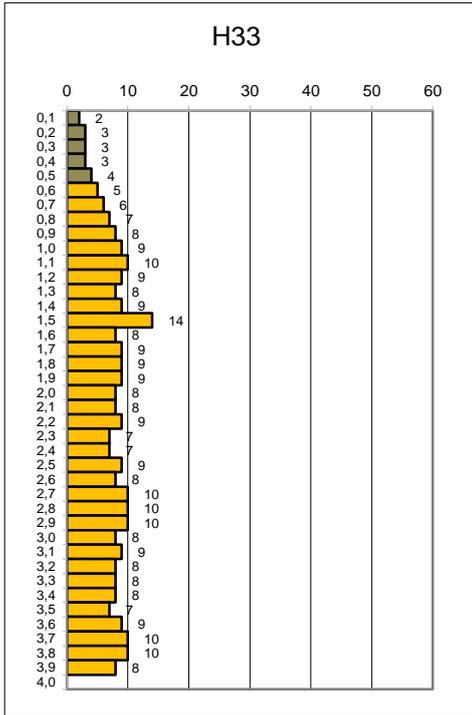
Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

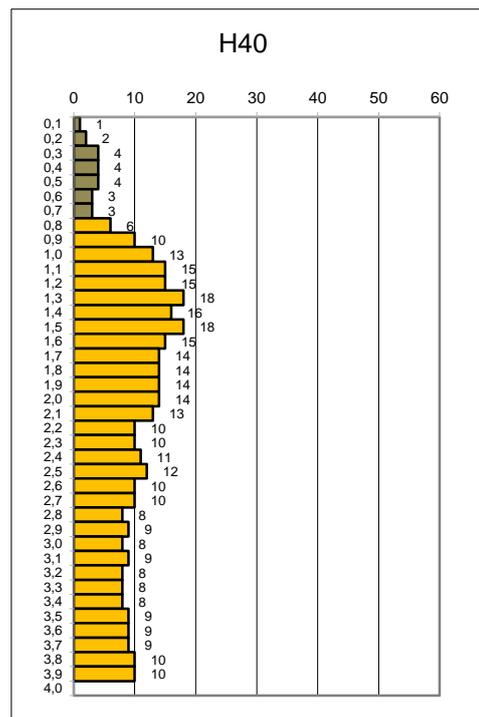
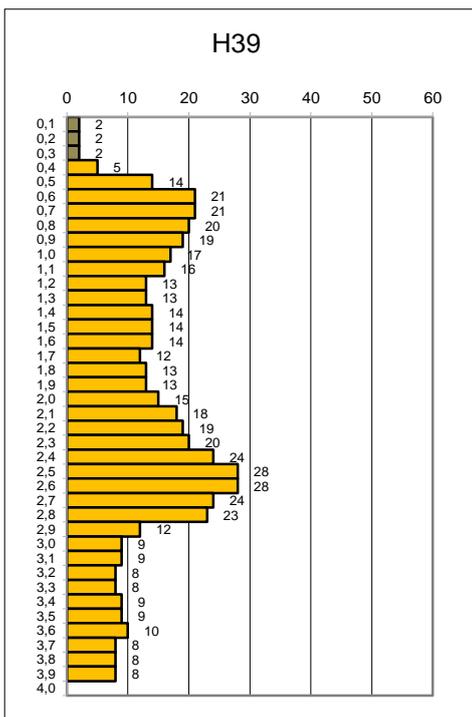
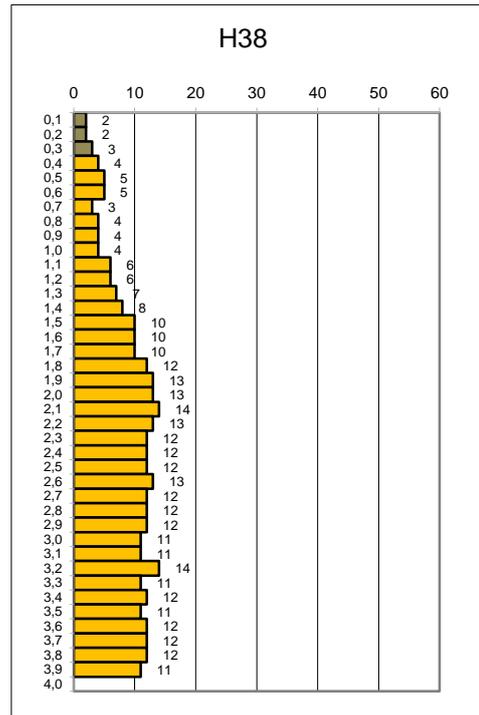
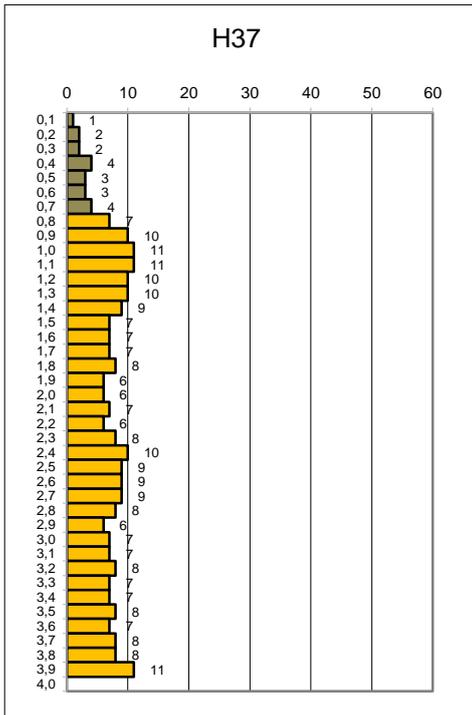
- Schicht **S1** Torf
 Schicht **S2** Glazifluviatile Sande (Schmelzwassersande)
 Rammhindernis (Ortstein)

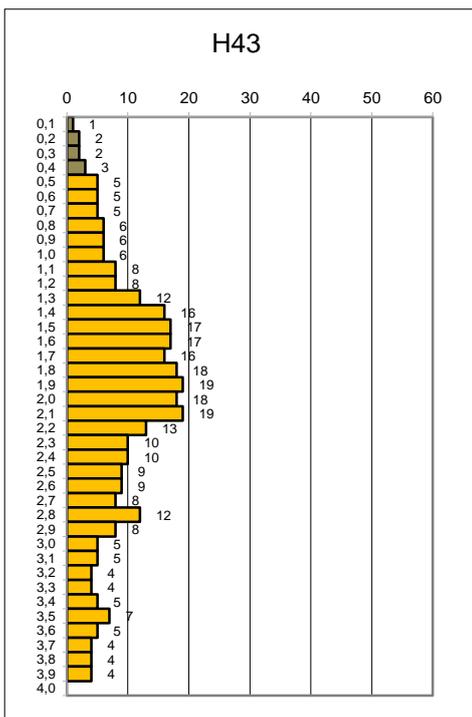
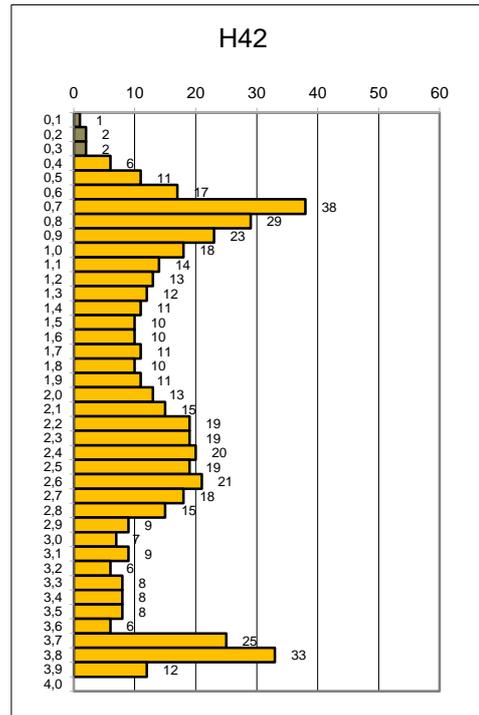
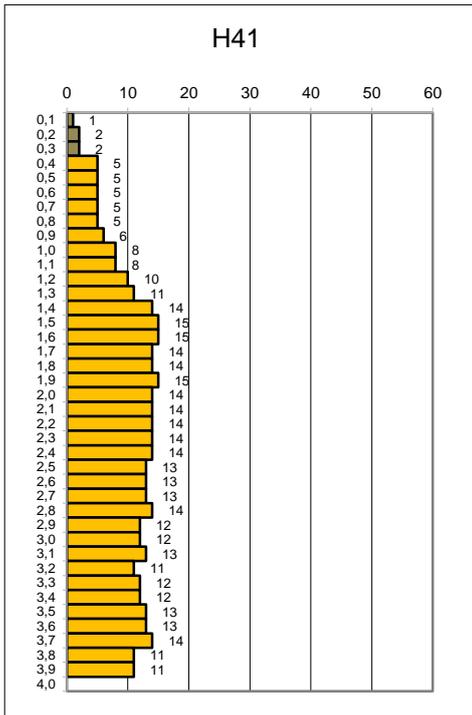






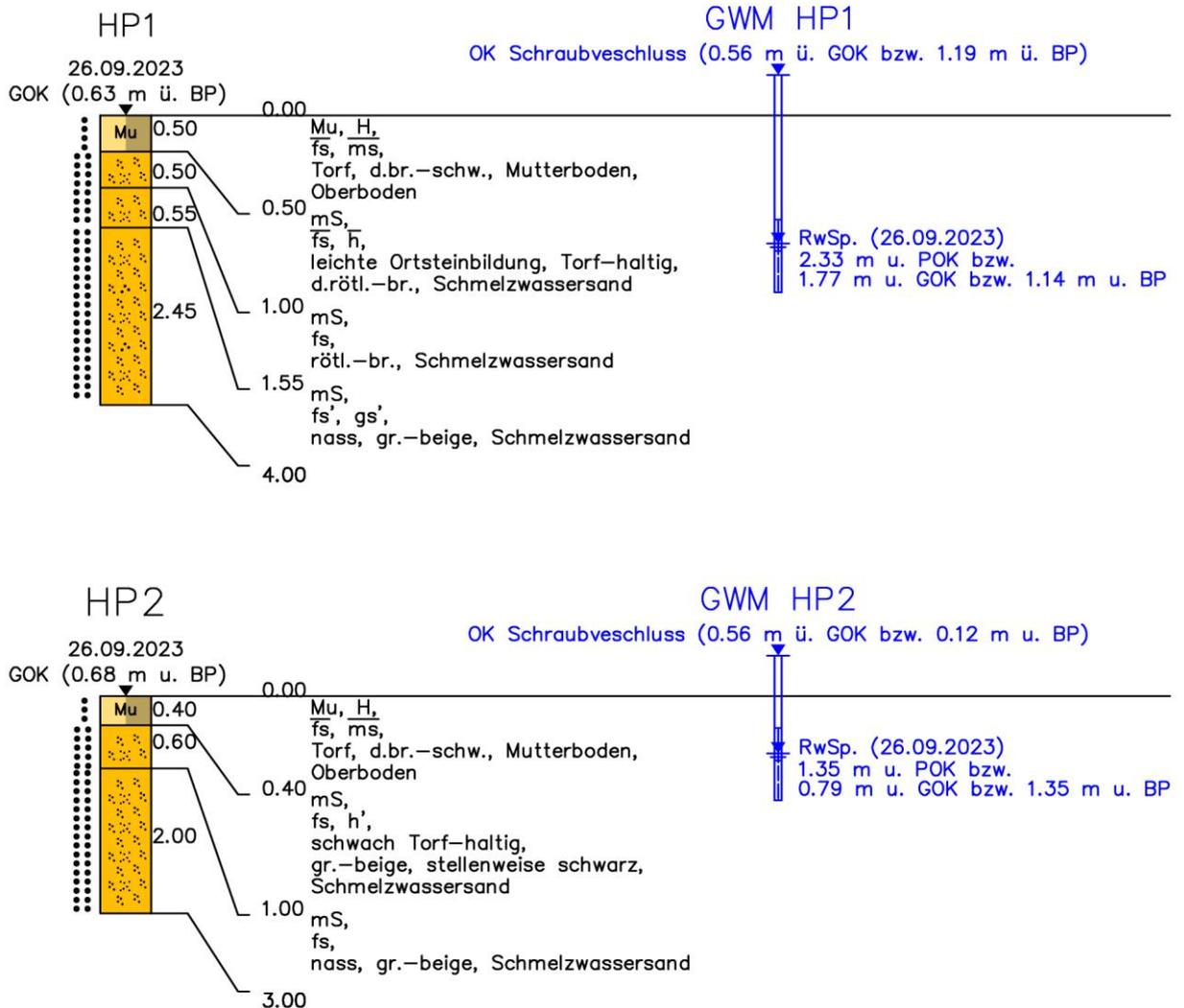






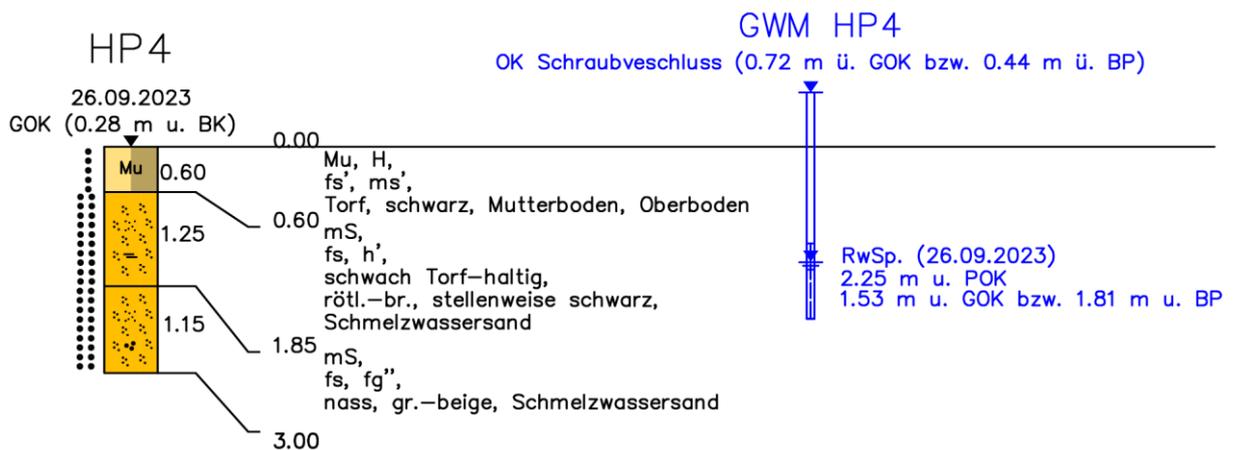
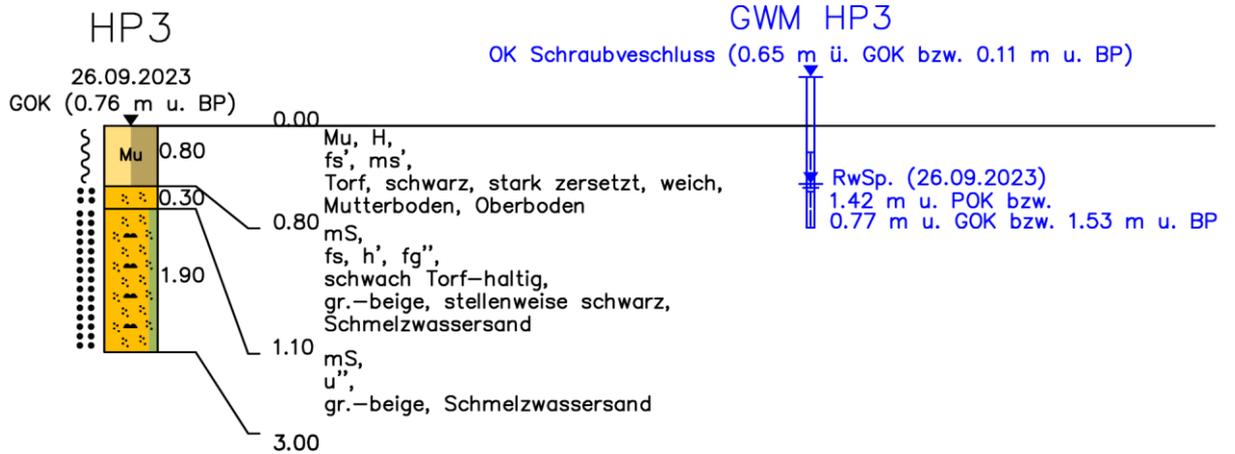
Anlage 2.3 Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und Ausbaupläne der unmittelbar neben den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen hergestellten Schlagpegel (Maßstab der Tiefe 1 : 100; Maßstab der Breite ohne)

HP1 und HP2:



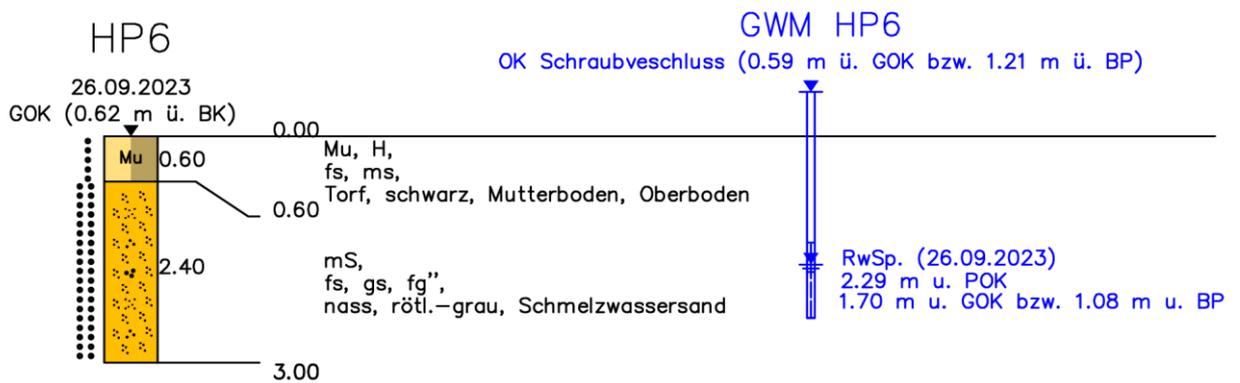
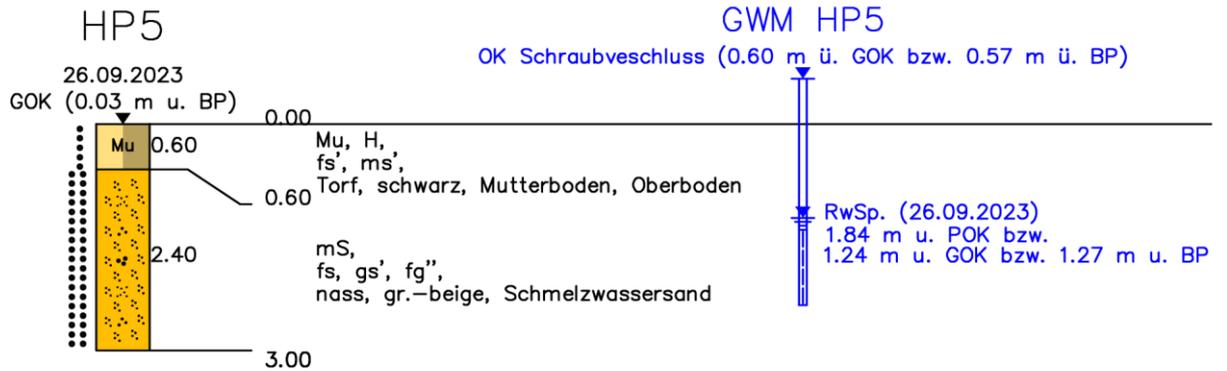
BP = Bezugspunkt (Oberkante des Betonfundaments des nördlich von Aufschlusspunkt HP3 befindlichen Strommastes).

HP3 und HP4:



BP = Bezugspunkt (Oberkante des Betonfundaments des nördlich von Aufschlusspunkt HP3 befindlichen Strommastes).

HP5 und HP6:



BP = Bezugspunkt (Oberkante des Betonfundaments des nördlich von Aufschlusspunkt HP3 befindlichen Strommastes).

Anlage 3 Bodenkennwerte der erkundeten Schichten und Klassifizierung der Eignung für gerammte Pfosten

Schicht **S1**: Oberboden

(Torf, schwach fein- bis mittelsandig – stark fein- bis mittelsandig)

Farbe: dunkelbraun - schwarz

Mächtigkeit: zwischen ca. 0,3 – 0,9 m

Lagerung: sehr locker

Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ' cal. kN/m ³	Reibungs- winkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
11,0	1,0	15,0	2,0	0,5	0,4	0,004

Der Boden entspricht der Bodenklasse 1 (nach DIN 18300-2012).

Schicht **S2**: Glazifluviale Sande

(Mittelsand, feinsandig, selten schwach kiesig, in Oberflächennähe abschnittsweise schwach humos (Torf-haltig))

Hin und wieder mit verhärteten Lagen aus schwarzem Ortstein (z.B. am Standort H21).

Im Liegenden der Schicht **S1**.

Farben: überwiegend grau-beige, untergeordnet rötlich-grau

Mächtigkeit: > 3 m

Lagerung: durchschnittlich mitteldicht

Die u.g. Bodenkennwerte gelten für mitteldicht gelagerten Boden.

Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ' cal. kN/m ³	Reibungs- winkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
18,0	10,0	32,5	0,5	25	20	0,025

Der Boden entspricht der Bodenklasse 3 (nach DIN 18300-2012).

Bodenart	Bindiger Boden (Ton und Schluff)	Rolliger Boden (Sand und Kies)	Grob-körniger Boden (Kies und Steine)	Mischboden mit unterschiedlichen Korngrößen	Organogene Böden oder Böden mit organischen Beimengungen	Fels (stark verwittert)	Fels (kompakt)	Boden künstlich aufgefüllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	n.v.	Schicht S2 aus glazi-fluviatilen Sanden	n.v.	n.v.	Schicht S1 aus Torf	n.v.	n.v.	n.v.
Rammpbarkeit		gut – sehr gut			leicht			
Ramm-hindernisse vorhanden		evtl. in seltenen Fällen Ortstein			nein			
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich		unwahrscheinlich			nein			
Boden korrosiv gegen verzinkten Stahl					ja, siehe Anlage 6			
Grundwasser		Zum Untersuchungszeitpunkt zwischen ca. 0,8 – 1,8 m u. GOK, temporär ab GOK.			Zum Untersuchungszeitpunkt zwischen ca. 0,8 – 1,8 m u. GOK, temporär ab GOK.			
Hangneigung					bis 1°			
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten		Hor. mittel - hoch, Vert. mittel – hoch			Hor. sehr gering, vert. sehr gering			
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.					Bei Trockenheit: R: mäßig K: gut Bei Nässe: R: problematisch K: mäßig Bei Nässe nur mit Kettenfahrzeugen befahrbar.			
Bewuchs					größtenteils Wiese, untergeordnet Ackerland			

n.v. nicht vorhanden o.B. vorhanden, aber für die Gründung ohne Bedeutung

Anlage 4 Ergebnisse der Ermittlung der Korngrößenverteilung

Anlage 4.1 Ergebnisse der Nasssiebungen gemäß DIN EN ISO 17892 - 4 der Bodenproben HA KV (Entnahmetiefe 0,50 – 0,80 m) (Standort HA) und HB KV (Entnahmetiefe 0,70 – 0,90 m) (Standort HB)



Erdstoff-Labor

Möster Straße 8
06849 Dessau- Roßlau

Tel. 0340 / 858 30 87
Fax 0340 / 858 30 86
info(at)erdstoff-labor.de

Bodenmechanische Untersuchungen

Auftraggeber: ConSoGeol GmbH & Co. KG
St.- Martin- Straße 11
86551 Aichach

Untersuchungsumfang: Korngrößenverteilung (Nasssiebung) - DIN EN ISO 17892-4
Glühverlust DIN 18128

Bearbeiter: I. Siegemund

Probenübersicht und Anlagen

Probeneingang: 13.09.2023
Probengefäß: Kunststoffüte(n)
Vorhaben lt. Auftrag: Enerparc Handewitt
AZ.: 23663 - 9

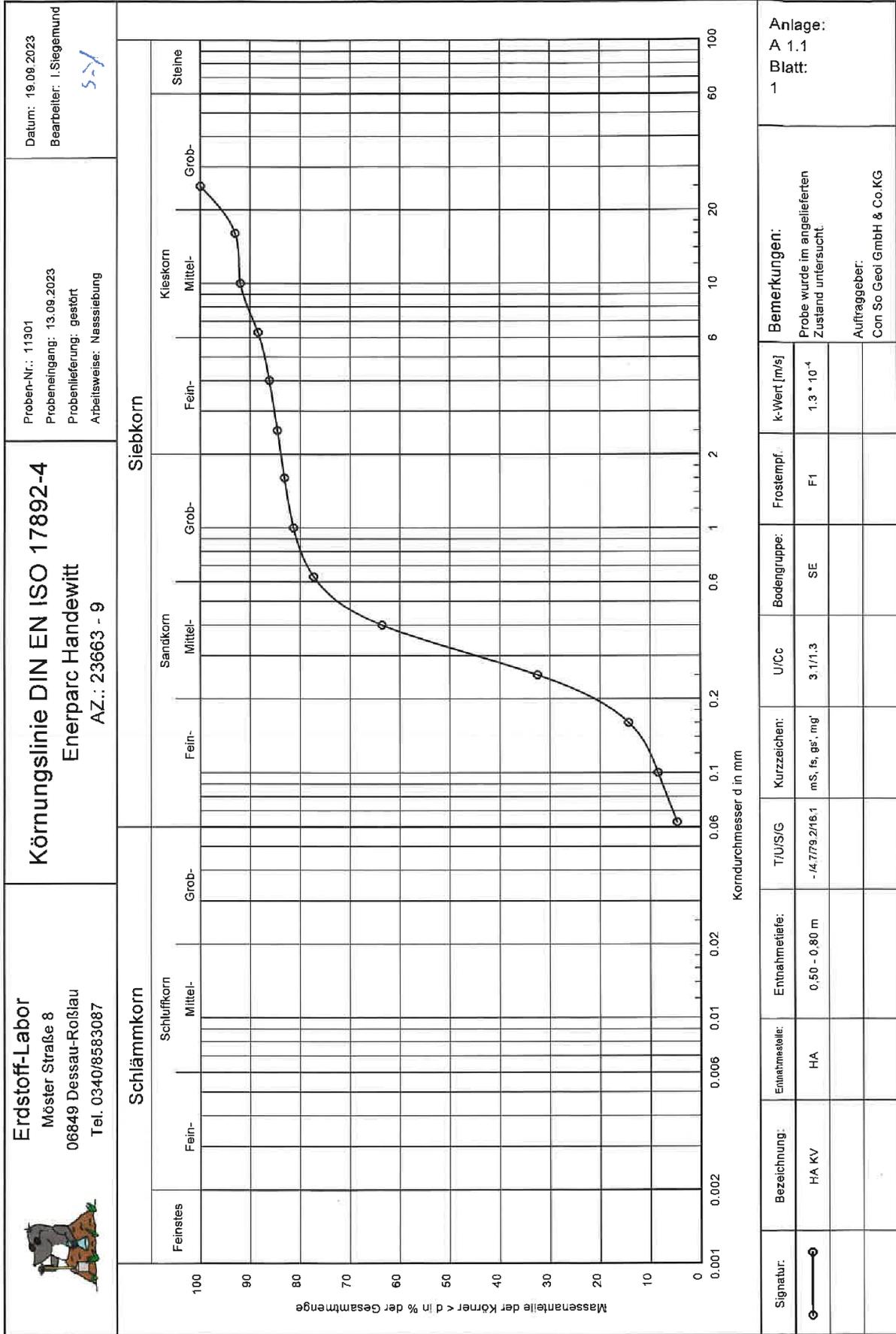
Probe-Nr. Erdstofflabor	Bezeichnung lt. Auftrag	Tiefe lt. Auftrag	Kornverteilung Anlage	Glühverlust An- lage
11301	HA KV	0,50-0,80m	A 1.1	A 2.1
11302	HB KV	0,70-0,90m	A 1.2	A 2.1

Probe(n) wurde(n) im angelieferten Zustand untersucht.
Aufgrund der Beschaffenheit der Proben, war eine kombinierte Korngrößenverteilung nicht ermittelbar.

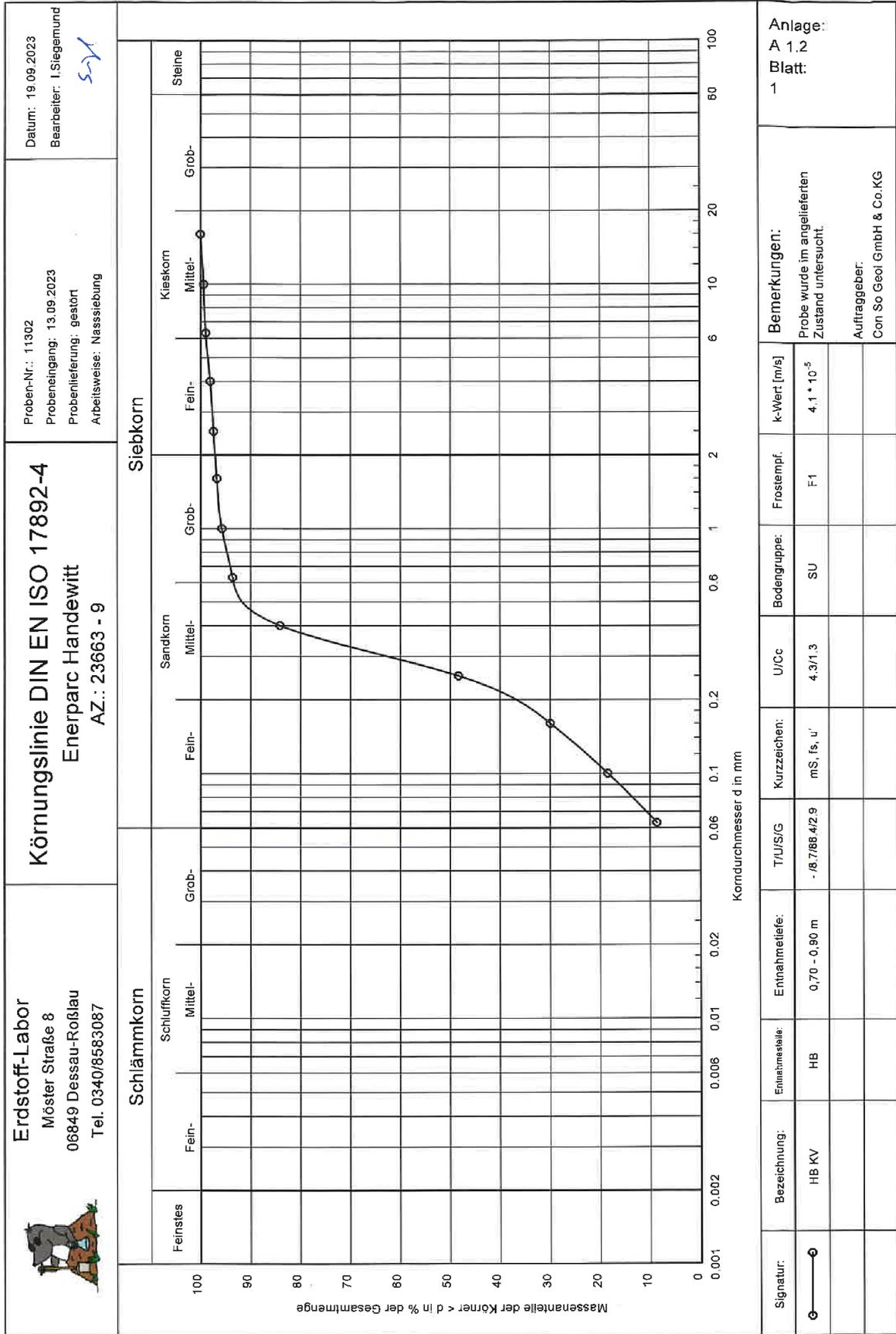
Untersuchungsbericht: 6 Seiten (1 Deckblatt, 5 Seiten Anlagen)

Dessau, 20.09.2023

Dipl.-Ing. Jörg Brugger

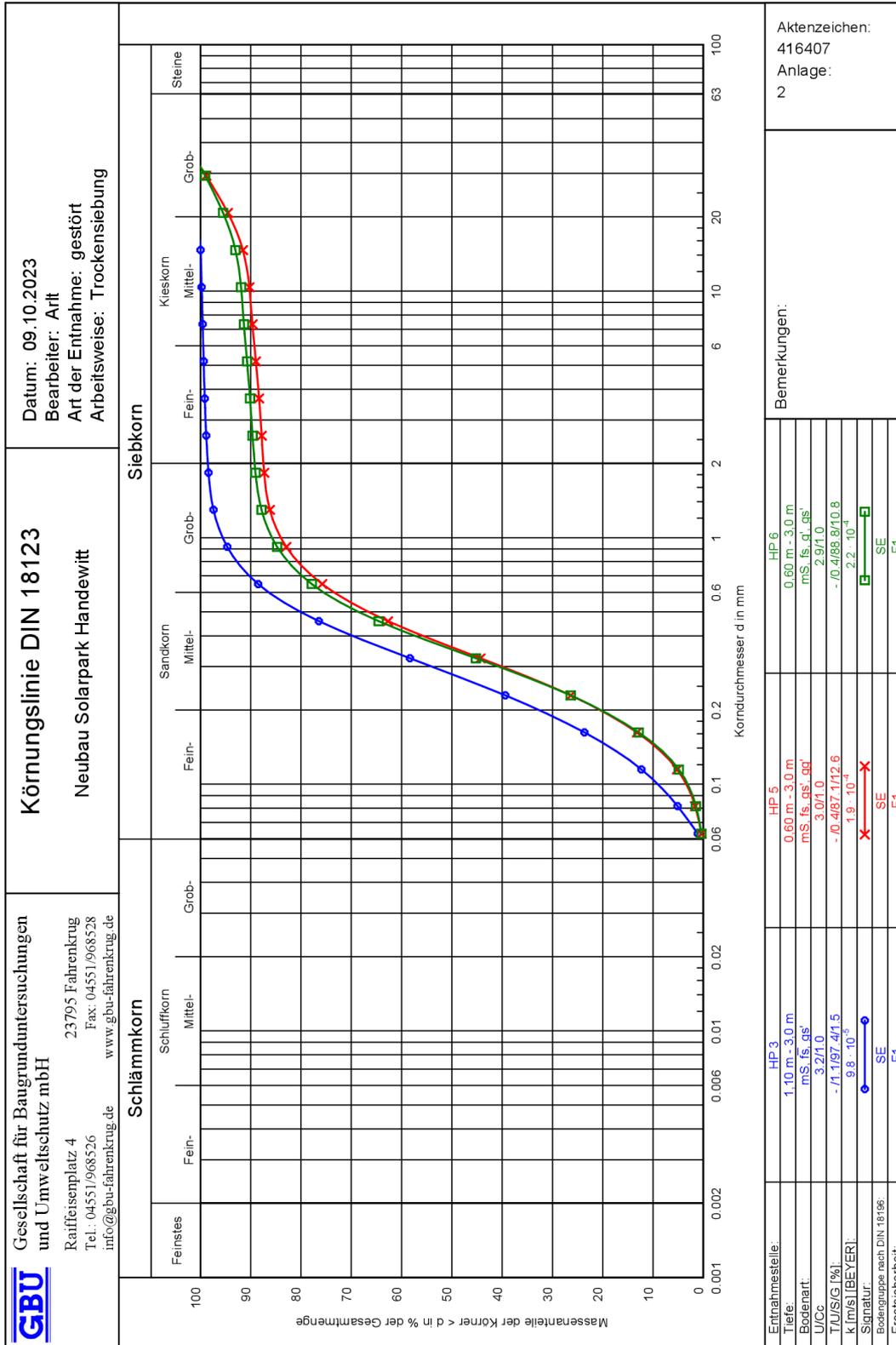


Erdstoff-Labor Möster Straße 8 06849 Dessau-Roßlau Tel. 0340/8583087		Anlage: A 1.1 Blatt: 2 S-1																																																																								
Körnungslinie DIN EN ISO 17892-4 Enerparc Handewitt AZ.: 23663 - 9		Proben-Nr.: 11301 Probeneingang: 13.09.2023 Probenlieferung: gestört Arbeitsweise: Nasssiebung																																																																								
Bearbeiter: J Siegemund Datum: 19.09.2023																																																																										
<p> Bezeichnung: HA KV Entnahmestelle: HA Entnahmetiefe: 0,50 - 0,80 m T/U/S/G - / 4.7 / 79.2 / 16.1 Kurzzeichen: mS, fs, gs', mg' U/Cc 3.1/1.3 Bodengruppe: SE Frostempf. F1 k-Wert [m/s] 1.283E-4 d10/d30/d60 [mm]: 0.119 / 0.240 / 0.376 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 878.90 </p> <p>Siebanalyse</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Korngröße [mm]</th> <th>Rückstand [g]</th> <th>Rückstand [%]</th> <th>Siebdurchgänge [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>16.0</td><td>61.20</td><td>6.96</td><td>93.04</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>9.50</td><td>1.08</td><td>91.95</td></tr> <tr><td>6.3</td><td>30.80</td><td>3.50</td><td>88.45</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>19.70</td><td>2.24</td><td>86.21</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>14.20</td><td>1.62</td><td>84.59</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>12.30</td><td>1.40</td><td>83.19</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>16.20</td><td>1.84</td><td>81.35</td></tr> <tr><td>0.63</td><td>35.50</td><td>4.04</td><td>77.31</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>120.30</td><td>13.69</td><td>63.62</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>273.40</td><td>31.11</td><td>32.51</td></tr> <tr><td>0.16</td><td>159.60</td><td>18.16</td><td>14.35</td></tr> <tr><td>0.1</td><td>51.70</td><td>5.88</td><td>8.47</td></tr> <tr><td>0.063</td><td>33.30</td><td>3.79</td><td>4.68</td></tr> <tr><td>Schale</td><td>41.10</td><td>4.68</td><td>-</td></tr> <tr><td>Summe</td><td>878.80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Siebverlust</td><td>0.10</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	25.0	0.00	0.00	100.00	16.0	61.20	6.96	93.04	10.0	9.50	1.08	91.95	6.3	30.80	3.50	88.45	4.0	19.70	2.24	86.21	2.5	14.20	1.62	84.59	1.6	12.30	1.40	83.19	1.0	16.20	1.84	81.35	0.63	35.50	4.04	77.31	0.4	120.30	13.69	63.62	0.25	273.40	31.11	32.51	0.16	159.60	18.16	14.35	0.1	51.70	5.88	8.47	0.063	33.30	3.79	4.68	Schale	41.10	4.68	-	Summe	878.80			Siebverlust	0.10		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																							
25.0	0.00	0.00	100.00																																																																							
16.0	61.20	6.96	93.04																																																																							
10.0	9.50	1.08	91.95																																																																							
6.3	30.80	3.50	88.45																																																																							
4.0	19.70	2.24	86.21																																																																							
2.5	14.20	1.62	84.59																																																																							
1.6	12.30	1.40	83.19																																																																							
1.0	16.20	1.84	81.35																																																																							
0.63	35.50	4.04	77.31																																																																							
0.4	120.30	13.69	63.62																																																																							
0.25	273.40	31.11	32.51																																																																							
0.16	159.60	18.16	14.35																																																																							
0.1	51.70	5.88	8.47																																																																							
0.063	33.30	3.79	4.68																																																																							
Schale	41.10	4.68	-																																																																							
Summe	878.80																																																																									
Siebverlust	0.10																																																																									



Erdstoff-Labor Möster Straße 8 06849 Dessau-Roßlau Tel. 0340/8583087		Anlage: A 1.2 Blatt: 2 S-X																																																																				
Körnungslinie DIN EN ISO 17892-4 Enerparc Handewitt AZ.: 23663 - 9	Proben-Nr.: 11302 Probeneingang: 13.09.2023 Probenlieferung: gestört Arbeitsweise: Nasssiebung																																																																					
Bearbeiter: I Siegemund	Datum: 19.09.2023																																																																					
<p> Bezeichnung: HB KV Entnahmestelle: HB Entnahmetiefe: 0,70 - 0,90 m T/U/S/G - / 8.7 / 88.4 / 2.9 Kurzzeichen: mS, fs, u' U/Cc 4.3/1.3 Bodengruppe: SU Frostempf. F1 k-Wert [m/s] 4.067E-5 d10/d30/d60 [mm]: 0.067 / 0.160 / 0.291 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 706.00 </p> <p>Siebanalyse</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Korngröße [mm]</th> <th>Rückstand [g]</th> <th>Rückstand [%]</th> <th>Siebdurchgänge [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>4.30</td><td>0.61</td><td>99.39</td></tr> <tr><td>6.3</td><td>2.90</td><td>0.41</td><td>98.98</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>6.40</td><td>0.91</td><td>98.07</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>4.60</td><td>0.65</td><td>97.42</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>4.60</td><td>0.65</td><td>96.77</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>7.10</td><td>1.01</td><td>95.76</td></tr> <tr><td>0.63</td><td>15.40</td><td>2.18</td><td>93.58</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>66.60</td><td>9.43</td><td>84.15</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>252.40</td><td>35.76</td><td>48.39</td></tr> <tr><td>0.16</td><td>129.80</td><td>18.39</td><td>30.00</td></tr> <tr><td>0.1</td><td>81.30</td><td>11.52</td><td>18.49</td></tr> <tr><td>0.063</td><td>69.30</td><td>9.82</td><td>8.67</td></tr> <tr><td>Schale</td><td>61.20</td><td>8.67</td><td>-</td></tr> <tr><td>Summe</td><td>705.90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Siebverlust</td><td>0.10</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	16.0	0.00	0.00	100.00	10.0	4.30	0.61	99.39	6.3	2.90	0.41	98.98	4.0	6.40	0.91	98.07	2.5	4.60	0.65	97.42	1.6	4.60	0.65	96.77	1.0	7.10	1.01	95.76	0.63	15.40	2.18	93.58	0.4	66.60	9.43	84.15	0.25	252.40	35.76	48.39	0.16	129.80	18.39	30.00	0.1	81.30	11.52	18.49	0.063	69.30	9.82	8.67	Schale	61.20	8.67	-	Summe	705.90			Siebverlust	0.10		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																			
16.0	0.00	0.00	100.00																																																																			
10.0	4.30	0.61	99.39																																																																			
6.3	2.90	0.41	98.98																																																																			
4.0	6.40	0.91	98.07																																																																			
2.5	4.60	0.65	97.42																																																																			
1.6	4.60	0.65	96.77																																																																			
1.0	7.10	1.01	95.76																																																																			
0.63	15.40	2.18	93.58																																																																			
0.4	66.60	9.43	84.15																																																																			
0.25	252.40	35.76	48.39																																																																			
0.16	129.80	18.39	30.00																																																																			
0.1	81.30	11.52	18.49																																																																			
0.063	69.30	9.82	8.67																																																																			
Schale	61.20	8.67	-																																																																			
Summe	705.90																																																																					
Siebverlust	0.10																																																																					

Anlage 4.2 Ergebnisse der Trockensiebungen gemäß DIN EN ISO 17892 - 4 der
 Bodenproben HP 3 (Entnahmetiefe 1,10 – 3,00 m) (Standort HP3), HP 5
 (Entnahmetiefe 0,60 – 3,00 m) (Standort HP5) und HP 6 (Entnahmetiefe 0,60 –
 3,00 m) (Standort HP6)



Anlage 5 Ergebnisse der Ermittlung des Glühverlusts nach DIN 18128 der Bodenproben HA KV (Entnahmetiefe 0,50 – 0,80 m) (Standort HA) und HB KV (Entnahmetiefe 0,70 – 0,90 m) (Standort HB)

	Erdstoff-Labor Möster Straße 8 06849 Dessau-Roßlau Tel. 0340/8583087	Anlage: A 2.1 Auftraggeber: ConSoGeol GmbH & Co. KG Probenbezeichnung: siehe Tabelle Probeneingang: 13.09.2023 Probengefäß: Kunststoffüte Entnahmetiefe: siehe Tabelle Art der Entnahme: gestört
Glühverlust nach DIN 18128 (GL)		
Enerparc Handewitt		
Bearbeiter: I. Siegemund Datum: 20.09.2023		

Probe-Nummer Labor	11301	
Bezeichnung / Tiefe lt. Auftrag:	HA 0,50 - 0,80 m	
Ungelühte Probe + Behälter [g]	41,018	42,761
Gegelühte Probe + Behälter [g]	40,828	42,527
Behälter (Glühtiegel) [g]	27,957	28,486
Massenverlust durch Glühen [g]	0,190	0,234
Trockenmasse vor dem Glühen [g]	13,061	14,275
Glühverlust, Teilversuche [%]	1,45	1,64
Glühverlust, gemittelt [%]	1,55	

Probe-Nummer Labor	11302	
Bezeichnung / Tiefe lt. Auftrag:	HB 0,70 - 0,90 m	
Ungelühte Probe + Behälter [g]	44,081	43,004
Gegelühte Probe + Behälter [g]	43,610	42,554
Behälter (Glühtiegel) [g]	28,577	26,834
Massenverlust durch Glühen [g]	0,471	0,450
Trockenmasse vor dem Glühen [g]	15,504	16,170
Glühverlust, Teilversuche [%]	3,04	2,78
Glühverlust, gemittelt [%]	2,91	

Anlage 6 Chemische Laboruntersuchungen

Anlage 6.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929 der Bodenproben HACO, HBCO und HCCO (Standorte HA, HB und HC)

HACO:



Quality of Life

WESSLING GmbH
Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
München
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82, 81739 München

ConSoGeol GmbH & Co. KG
Frau Barroy Catherine
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermauerbach

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: L. Schinhardt
Durchwahl: +49 89 82596931
E-Mail: Lena.Schinhardt@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-007779-1

Datum: 10.10.2023

Auftrag Nr.: CMU-02733-23

Auftrag: Enerparc Handewitt Az23663-9

i.A.

Michael Mista
Sachverständiger Umwelt
Diplom-Chemiker



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Anna Weßling,
Sven Polenz
HRB 1953 AG Steinfurt



WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

Probeninformation

Probe Nr.	23-125329-01
Bezeichnung	HACO
Probenart	Boden
Probenahme	27.08.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	R. Hurler
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	12.09.2023
Untersuchungsbeginn	13.09.2023
Untersuchungsende	10.10.2023

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Trockenrückstand	58,7	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Stahlaggressivität

Organische Summenparameter

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	23	Gew%	TS	DIN EN 15936 (2012-11)	^A OP

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	26.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,3		EL 4.1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,366	mmol/l	EL 4.1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	19,05	°C	EL 4.1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	2,0	mg/l	EL 4.1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	3,4	mg/l	EL 4.1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	21.700	µg/l	Salzsausz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterium gem. DIN 4030-2, DIN 50929-3

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	11	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-125329-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	33	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	41,3	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlammung)	4,8		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	2,5	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	36	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	10,03	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	0,9	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Norm
 DIN EN 15933 mod. (2012-11)

 DIN 4030-2 mod. (2008-06)

 DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

Modifikation
 Bestimmung in 10:1 Aufschlammung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz

 Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung aus dem salzsauren Auszug nach DVGW GW 9: 2011-09, Anhang B, Modul 4

Legende



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz,
 HRB 1953 AG Steinfurt



Quality of Life

WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	TS	Trockensubstanz
EL 4:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	SalzsAus	SalzsAusz	L-TS	Luftrockensubstanz
TS <5	Trockensubstanz der <5mm Fraktion	OS <5	Originalsubstanz der <5mm Fraktion	AL	Altenberge
OP	Oppin	*	Kooperationspartner	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)
n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)		



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14162-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ¹ gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt

HBCO:



Quality of Life

WESSLING GmbH
Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
München
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82, 81739 München

ConSoGeol GmbH & Co. KG
Frau Barroy Catherine
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermauerbach

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: L. Schinhärl
Durchwahl: +49 89 82996931
E-Mail: Lena.Schinhaerl@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-007780-1

Datum: 10.10.2023

Auftrag Nr.: CMU-02733-23

Auftrag: Enerparc Handewitt Az23663-9

i.A. 

Michael Mista
Sachverständiger Umwelt
Diplom-Chemiker



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Anna Weßling,
Sven Polenz
HRB 1953 AG Steinfurt



WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

Probeninformation

Probe Nr.	23-125329-02
Bezeichnung	HBCO
Probenart	Boden
Probenahme	27.08.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	R.Hurler
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	12.09.2023
Untersuchungsbeginn	13.09.2023
Untersuchungsende	10.10.2023

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Trockenrückstand	59,4	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Stahlaggressivität

Organische Summenparameter

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	22	Gew%	TS	DIN EN 15936 (2012-11)	^A OP

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	26.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Kundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Wessling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt



WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	6,47		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,228	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	19,92	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	1,1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	5,5	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	19.500	µg/l	SalzsAusz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterium gem. DIN 4030-2, DIN 50929-3

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	7,8	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-125329-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlämbbare Bestandteile	45	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	40,6	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	5,8		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,5	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	18	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	8,77	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	1,0	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Norm
 DIN EN 15933 mod. (2012-11)
 DIN 4030-2 mod. (2008-06)
 DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

Modifikation
 Bestimmung in 10:1 Aufschlämmung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz
 Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung aus dem salzsauren Auszug nach DVGW GW 9: 2011-09, Anhang B, Modul 4

Legende



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt



Quality of Life

WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	TS	Trockensubstanz
EL 4:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	SalzsAus	SalzsAusz	L-TS	Luftrockensubstanz
TS <5	Trockensubstanz der <5mm Fraktion	OS <5	Originalsubstanz der <5mm Fraktion	AL	Altenberge
OP	Oppin	*	Kooperationspartner	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)
n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)		



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14162-01-00

Durch die DAkks nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt

HCCO:



Quality of Life

WESSLING GmbH
Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
München
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82, 81739 München

ConSoGeol GmbH & Co. KG
Frau Barroy Catherine
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermuerbach

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: L. Schinhardt
Durchwahl: +49 89 82996931
E-Mail: Lena.Schinhardt@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-007781-1

Datum: 10.10.2023

Auftrag Nr.: CMU-02733-23

Auftrag: Enerparc Handewitt Az23663-9

i.A. 

Michael Mista
Sachverständiger Umwelt
Diplom-Chemiker



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Anna Weßling,
Sven Polenz
HRB 1953 AG Steinfurt



Quality of Life

WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wessling.de

Probeninformation

Probe Nr.	23-125329-03
Bezeichnung	HCCO
Probenart	Boden
Probenahme	27.08.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	R.Hurler
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	12.09.2023
Untersuchungsbeginn	13.09.2023
Untersuchungsende	10.10.2023

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Trockenrückstand	88,6	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Stahlaggressivität

Organische Summenparameter

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	1,5	Gew%	TS	DIN EN 15936 (2012-11)	^A OP

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	26.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.09.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14162-01-00

Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Weßling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	5,31		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	<0,2	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	20,15	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	1,4	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	9.440	µg/l	Salzsausz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterium gem. DIN 4030-2, DIN 50929-3

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	2,7	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-125329-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	8,2	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	11,4	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlammung)	5,7		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	<0,9	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	5	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	3,09	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. 1/2BG	0,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Norm

DIN EN 15933 mod. (2012-11)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

Modifikation

Bestimmung in 10:1 Aufschlammung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz

Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung aus dem salzsauren Auszug nach DVGW GW 9: 2011-09, Anhang B, Modul 4

Legende



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14162-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Wessling,
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt



WESSLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
www.wessling.de

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	TS	Trockensubstanz
EL 4:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	SalzsAusz	SalzsAusz	L-TS	Luftrockensubstanz
TS <5	Trockensubstanz der <5mm Fraktion	OS <5	Originalsubstanz der <5mm Fraktion	AL	Altenberge
OP	Oppin	*	Kooperationspartner	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)
n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)		



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Kundenanfrage (D-PL-14162-01-00) aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Anna Wessling
 Sven Polenz
 HRB 1953 AG Steinfurt

Anlage 6.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

HACO:

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Boden

nach **DIN 50929 Teil 3:** Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

23-125329-01

HACO

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlammbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	33,0	Z ₁ = -12
		ja	
(3) Wassergehalt	Ma%	41,3	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		4,8	Z ₄ = -1
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	2,5	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	36	Z ₆ = -10
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	11	Z ₇ = -6
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,9	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	10,0	Z ₈ = -3

Örtliche Gegebenheiten:		Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	181 Ω*m	Z ₂ = 0
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser		Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)		Z ₁₂ = -2
(13) Bodenhomogenität - Bettung homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0 inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6		Z ₁₃ = 0
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte		Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

-34

Bewertungszahlsumme B₁=

-36

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

III

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

hoch

(B₀= **-34**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

hoch

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

mittel

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-36**)

Aichach

16.10.2023

C. Neubert

Ort

Datum

Sachbearbeiter

HBCO:

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Boden

nach **DIN 50929 Teil 3**: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

23-125329-02

HBCO

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	45,0	Z ₁ = -12
		ja	
(3) Wassergehalt	Ma%	40,6	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		5,8	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	1,5	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	18	Z ₆ = -6
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	7,8	Z ₇ = -3
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	1	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	8,8	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 106 Ω*m	Z ₂ = 0
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ = -2
(13) Bodenhomogenität - Bettung homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0 inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6	Z ₁₃ = 0
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

-25

Bewertungszahlsumme B₁=

-27

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

III

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

hoch

(B₀= **-25**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

hoch

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

mittel

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-27**)

Aichach
Ort

16.10.2023
Datum

C. Neubert
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

HCCO:

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Boden

nach **DIN 50929 Teil 3**: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

23-125329-03

HCCO

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	8,2	Z ₁ = 4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	11,4	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		5,7	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg		Z ₅ = 0
	mmol/kg	<0,9	
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	5	Z ₆ = -2
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	2,7	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,2	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	3,1	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 404 Ω*m	Z ₂ = 2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ = -2
(13) Bodenhomogenität - Bettung homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0 inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6	Z ₁₃ = 0
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

2

Bewertungszahlsumme B₁=

0

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

I a

 einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **sehr niedrig** (B₀= **2**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **sehr gering** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **sehr gering** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **0**)

Aichach
Ort

16.10.2023
Datum

C. Neubert
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrosiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenproben HACO und HBCO (Standorte HA und HB, Labornummern 23-125329-01 und -02) wird die Korrosionsbelastung als **hoch** eingestuft (beide Bodenklasse III, $B_0 = -34$ (Probe HACO) bzw. -25 (Probe HBCO)). Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Rammpfosten relevante Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt bei den Bodenproben HACO und HBCO die Einstufung **mittel**, bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt sich die Einstufung hoch.

Für die Bodenprobe HCCO (Standort HC, Labornummer 23-125329-03) wird die Korrosionsbelastung als **sehr niedrig** eingestuft (Bodenklasse I a, $B_0 = 2$). Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Rammpfosten relevante Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt bei der Bodenprobe HCCO die Einstufung **sehr gering**, bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt sich ebenfalls die Einstufung sehr gering.

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von verzinkten Stahlprofilen ist nur die Oberflächenkorrosion relevant, die im Falle der Bodenprobe HCCO als sehr gering, bei den Bodenproben HACO und HBCO als mittel eingestuft wird.

Ob ein besonderer Korrosionsschutz der Pfosten erforderlich ist oder nicht, muss endgültig vom Hersteller des Stahlgestells festgelegt werden. Gleiches gilt für die Art der Schutzmaßnahmen. Es wird dringend empfohlen, die oben ermittelten Werte mit dem Gestellhersteller zu erörtern.

Generell gilt bei verzinkten Stahlprofilen, dass lediglich im Fall der flächenhaften Verletzung der Zinkschicht bis auf den unterlagernden Stahl mit der Ausbildung von elektrochemisch wirksamen Lokalelementen und damit mit relativ rascher Korrosion zu rechnen ist. Bei nur kleinen Kratzern bis ca. 5 mm Breite ist jedoch noch keine Korrosion am Stahl zu erwarten, da unter diesen Umständen die sog. „Opferanodenwirkung“ zwischen dem Stahl und der Zinkschicht in Gang gesetzt wird und der Stahl dadurch von tiefer gehender Korrosion verschont bleibt.

Hinweis: Vermeiden Sie metallische Verbindungen (innerhalb und außerhalb des Bodens) zwischen dem verzinkten Stahl und anderen Metallen im Boden. Dies ist besonders für Kupferteile wichtig! Jeder derartige Kontakt erhöht die Korrosivität gegenüber dem verzinkten Stahl auf ein vielfach höheres Niveau als sonst. Eine solche Verbindung zu einem edleren Metall wird ein elektro-chemisches Element (Batterie) bilden und das weniger edle Metall (Zink und Stahl) wird bis zur Auflösung korrodieren.

Anlage 7 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

Kann durchgeführt werden sobald die Auflagerlasten des Gestellbauers vorliegen.

Für die Berechnung der Rammtiefe ist es erforderlich, nicht nur die Bodenkennwerte und Bodenverhältnisse zu kennen. Zusätzlich ist es notwendig, die Form und Größe des gewählten Rammpfostens und die Kräfte zu kennen, die auf diesen Pfosten einwirken. Die Ermittlung dieser Kräfte erfolgt durch den Statiker des Gestellherstellers.

Erst wenn die Werte:

- Maximal zu erwartende Druckkraft
- Maximal zu erwartende Zugkraft
- Maximal zu erwartende Horizontalkraft
- Maximal zu erwartendes Kippmoment

für jeden Pfosten bzw. Pfostentyp der geplanten PV-Anlage vorgelegt werden, kann die für diese Pfosten notwendige Rammtiefe von uns berechnet werden.

Die Ermittlung der Rammtiefen erfolgt in bestimmten Fällen in Form von Zusatzberichten.

Haftungsausschluss!

Sofern die Rammtiefenermittlung, auch auf Basis des vorstehenden Gutachtens, nicht durch ConSoGeol GmbH & Co. KG, sondern durch Dritte erfolgt, übernimmt ConSoGeol GmbH & Co. KG für diese Rammtiefenfestlegung keine Verantwortung.