

Solarpark

Strallen

Landkreis Weilheim-Schongau, Bayern

Deutschland

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

Auftraggeber

Energiegenossenschaft Oberland eG

Ludwigstraße 63

D-82380 Peißenberg

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, Bibiane Lekane

Inhalt

- 1 Lage und Vorgang, geologische Situation
- 2 Methodik, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort
- 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 Hinweise wegen Stauwasser
- 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 : 25.000
- Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 3.500
- Anlage 2 Rammsondierungen
- Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen
- Anlage 2.2 Rammdiagramme
- Anlage 3 Bodenkenwerte der erkundeten Schichten und Klassifizierung der Eignung für gerammte Pfosten
- Anlage 4 Fotodokumentation
- Anlage 5 Chemische Laboruntersuchungen
- Anlage 5.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben ST02 Co, ST05 Co, und ST06 Co
- Anlage 5.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929
- Anlage 5.3 Analyse hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030
- Anlage 6 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

1 Lage und Vorgang, geologische Situation

Die ConSoGeol GmbH & Co. KG wurde am 13.03.2023 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 13.03.2023 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 19/2023 (geologische Feldaufnahme, Entnahme von Bodenproben und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebiets insgesamt 8 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2) und 4 Probenahmen mit der Schlitzsonde, sowie 3 Probenahmen aus Handschürfen durchgeführt.

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

Die geplante PV-Anlage liegt etwa 3 km nord-westlich von Peißenberg am südlichen Rand der Forster Straße und ca. 8 km nord-östlich der Ortslage Peiting.

Zum Untersuchungszeitpunkt handelt es sich beim Planungsareal um eine Wiese mit Gras und Wildblumen. Die Untersuchungsfläche weist eine allgemeine Neigung von ca. 3° nach N-NE auf (siehe Anlage 1.4). Nah an der Landstraße (am Punkt ST07) ist die Fläche leicht nach Süd-Westen geneigt.

In der Mitte sowie im Süden des Feldes sind Drainagerohre (siehe Anlage 4) an der Oberfläche zu sehen. Im Norden und im Osten der Untersuchungsfläche befinden sich ebenfalls zwei weitere Drainagen auf dem Gelände, die in West-Ost- und Nord-Süd-Richtung verlaufen. Diese sind jedoch schwer zu erkennen, da sie teilweise mit Gras zugewachsen sind. Die Drainagen und die Drainagerohre dienen zur Entwässerung des Feldes. Die Fläche wird im Westen von dem dort verlaufenden „Sinkgraben“ begrenzt. Im südlichen Bereich des Feldes war im Frühjahr 2023 flächig Stauwasser auf der Geländeoberfläche anzutreffen.

Geologisch befindet sich das Untersuchungsgebiet auf dem Ammer-Loisach-Hügelland, das zum Voralpinen Moor- und Hügelland gehört. Das Ammer-Loisach-Hügelland grenzt im Norden an das Fürstenfeldbrucker Hügelland und an die Münchener Ebene, im Westen an die Lech-Vorberge und im Süden an die Schwäbisch-Oberbayerischen Voralpen. Das Ammer-Loisach-Hügelland ist eine glaziale Moränenlandschaft. Hier haben würmeiszeitliche End- und Grundmoränen des Lech-Ammer-Gletschers und seiner Schmelzwasserströme eine kräftig reliefierte Landschaft geschaffen. Ein besonders markantes Kennzeichen des Raums sind außerdem die großflächigen Mooregebiete.

Die geologische Situation um das Untersuchungsgebiet wird daher bestimmt durch die Lage im ehemals glazial beeinflussten Bereich. Es stehen die Sedimente der Würm-Eiszeit (Schottermoräne) an. Diese stammen aus dem Pleistozän. Zusammengesetzt sind sie aus Kies 23251L-2

und Steinen, teilweise sind sie mit geologisch sehr jungen Talfüllungen überdeckt (vgl. geologische Karte der Anlage 1.3). Im Untersuchungsgebiet sind die Kiese der Schottermoräne teilweise von einer mächtigen Talfüllung und teilweise von Niedermoortorf und Anmoor überdeckt, wie aus den eigenen geologischen Feldaufnahmen hervorging.

Bei den Feldarbeiten wurde ab der Oberfläche im Westen ein brauner und schwach humoser Boden angetroffen (=Schicht **S2-a**), dieser besteht überwiegend aus Schluff und ist etwa 0,3 bis 0,5 m mächtig. Die zentralen und östlichen Teile des Feldes weisen auf der Oberfläche einen anmoorigen Boden (Schicht **S1**) auf, dessen Mächtigkeit zwischen 0,3 bis 0,8 m variiert. Im Liegenden der Schicht **S1** oder **S2-a** ist eine Talfüllung aus tonigem Lehm bis Ton (Schicht **S2-b**) anzutreffen. Die Mächtigkeit der Schicht **S2-b** beträgt 1,2 - > 3,3 m. Darunter folgen Sedimente der Schottermoräne (Schicht **S3**).

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 und 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, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort

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 8 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit ST01 – ST08) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 4 Stellen (ST02, ST04, ST05 und ST06) wurden Bodenproben mittels Schlitzsonde entnommen. An drei Stellen (ST02, ST05 und ST06) wurden aus Handschürfen Bodenproben entnommen, die hinsichtlich der Stahlaggressivität, sowie Betonaggressivität chemisch analysiert wurden (vergleiche Kapitel 5.2 und Anlage 5). Die Bodenproben der Stellen ST05 und ST06 wurden auch hinsichtlich der TOC-Werte (Gesamter organischer Kohlenstoff) analysiert.

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 zwischen 1,7 und 4,0 m durchgeführt, in der ausreichend hohe Schlagzahlen erreicht wurden oder die Sondierungen auf ein undurchdringbares Rammhindernis stießen und daher abgebrochen werden mussten.

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 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.

Die Aufschlüsse zeigen, dass das Untersuchungsgebiet in 2 Teilbereiche zu untergliedern ist:

- In dem **blau markierten Bereich** (siehe Anlage 1.4) ist ein anmooriger Boden vorhanden.
- Im **nicht markierten Bereich** (siehe Anlage 1.4) besteht der Oberboden aus humosem Lehm.

Anhand der geologischen Feldaufnahme und der Ergebnisse aus den Rammsondierungen sowie den Probenahmen lässt sich der Untergrund des Untersuchungsgebiets wie folgt beschreiben:

Ab der Oberfläche wurde ein anmooriger Boden (Schicht **S1**) von schwarzer Farbe und weicher Konsistenz in dem blau markierten Bereich angetroffen. **S1** besteht aus humosem Lehm und die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt 0,3 - 0,8 m. Hier sind zum Teil Steine bis zu 8 cm Durchmesser zu finden. Zum Zeitpunkt der Untersuchung war der anmoorige Boden nahezu mit Wasser gesättigt. Im Liegenden der Schicht **S1** folgt der lehmige Boden (Schicht **S2-b**), dessen Beschreibung unten zu entnehmen ist.

Im nicht markierten Bereich zeigen die Aufschlüsse relativ einheitliche Verhältnisse im Untersuchungsgebiet. Hier wurde eine braune – gelbbraune, schwach humose Talfüllung aus schluffigem Lehm (Schicht **S2-a**) angetroffen. Diese Schicht besteht aus stark sandigem – sandigem, schwach tonigem, schwach feinkiesigem Schluff und besitzt eine weiche Konsistenz. Hier sind zum Teil, wie beim anmoorigen Boden, Steine bis zu 8 cm Durchmesser zu finden. Die Mächtigkeit der Schicht **S2-a** variiert zwischen 0,3 und 0,5 m.

Im Liegenden der Schicht **S1** oder **S2-a** steht eine Talfüllung aus tonigem Lehm bis Ton (Schicht **S2-b**) an. Diese Schicht ist von brauner – gelbbrauner, beiger und dunkelbrauner Farbe und setzt sich aus schluffigem, sandigem bis schwach sandigem, schwach kiesigem Ton zusammen. Mit zunehmender Tiefe besteht der Boden hauptsächlich aus schwach kiesigem Ton. Die Mächtigkeit der Schicht **S2-b** beträgt 1,2 - > 3,3 m. Die Schicht **S2-b** ist in den obersten Zentimetern weich bis steif und geht mit zunehmender Tiefe in eine halbfeste bis feste Konsistenz über.

Darunter folgen Kiese der Schottermoräne (Schicht **S3**) in sehr dichter Lagerung. Die Schicht **S3** besteht aus Kies, wechselnd steinig bis blockig in einer sandigen bis schluffigen Matrix. Er ließ sich mit der Leichten Rammsonde nur max. 20 cm tief durchhörern. Auf dem gesamten Feld liegt die Schicht **S3** mind. 1,7 m tief unter der Geländeoberkante und kann beim Antreffen als Rammhindernis fungieren. Zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen und zur Durchführung von Vorbohrungen siehe Hinweis in Kap. 5.4.

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

Es wurde oberflächennahes Grundwasser angetroffen. Zum Untersuchungszeitpunkt war der Boden nass an der Oberfläche und verhielt sich an mehreren Stellen wie ein "Schwamm". Außerdem ist mit leichtem Druck in den Boden Wasser aus dem Boden ausgetreten. Jedoch scheint hier das Wasser durch Drainagen und Drainagerohren beeinträchtigt zu werden. Diese sollten möglichst beibehalten werden. Zudem sind staunasse Flächen im südlichen Teil des Felds zu erkennen.

3 Bewertung der angetroffenen Böden

Die angetroffenen Böden eignen sich prinzipiell für die Gründung von Solaranlagen auf Rammpfosten, auch wenn in seltenen Fällen Vorbohrungen notwendig sind.

Blau markierter Bereich (siehe Anlage 1.4):

In den zentralen und östlichen Teilen des Feldes (siehe Anlage 1.4) erfolgt die Gründung überwiegend innerhalb der Schichten **S1** (anmooriger Boden) und **S2-b** (toniger Lehm bis Ton).

Schicht **S1**: Diese Schicht aus Anmoorboden hat keine signifikante Tragfähigkeit für vertikal wirkende Lasten. Aufgrund seiner flächendeckenden Präsenz im blauen Bereich werden hier deutlich größere Rammtiefen im Vergleich zum anderen Teil des Feldes erwartet. Aufgrund seiner allgemein elastischen Struktur kann das Anmoor durchaus horizontale Lasten aus den verwendeten Gründungselementen aufnehmen. Daher wird das Fundament vergleichsweise große elastische Verformungen aufweisen, hauptsächlich in horizontaler Richtung.

Stellenweise treten auch innerhalb der Schicht **S1** Steine auf, die jedoch verdrängt werden könnten. Ein Antreffen von Rammhindernissen ist hier unwahrscheinlich.

In dem anmoorigen Boden (Schicht **S1**) ist das Einrammen relativ problemlos mit nur geringer Rammenergie möglich.

Die Schicht **S2-b** lässt sich mit mittlerer bis hoher Rammenergie durchhörtern.

Nicht markierter Bereich (siehe Anlage 1.4):

Die Gründung erfolgt hier innerhalb der Schichten **S2-a** (schluffiger Lehm) und **S2-b** (toniger Lehm bis Ton). Ein Teil der Pfosten wird auch bis in die darunterliegende Schicht **S3** aus Schottermoräne hinabreichen.

In der Schicht **S2-a** ist das Einrammen von Stahlprofilen mit geringer Rammenergie möglich.

Die Schicht **S2-b** lässt sich mit mittlerer bis hoher Rammenergie durchhörtern.

Die Schicht **S3** aus Schottermoräne lässt sich mit Rammfundamenten voraussichtlich nicht ohne Zusatzarbeiten (z. B. Vorbohren) durchhörtern. Zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen und zur Durchführung von Vorbohrungen siehe Hinweis in Kap. 5.4.

Insgesamt zeigen die Rammsondierungen hinreichend hohe Eindringwiderstände und lassen damit eine genügend hohe Lagerungsdichte bzw. Konsistenz für die Einleitung der Kräfte aus den Rammpfosten der Solartische erkennen.

Hinweis: Da das Grundwasser in Oberflächennähe angetroffen wurde, wird empfohlen, die Werte unter Wasser für die Bestimmung der erforderlichen Rammtiefe zu verwenden.

Die notwendigen Rammtiefen können der Tabelle in Anlage 6 entnommen werden.

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 6 zu entnehmen.

Die Ausgangswerte für die Ermittlung der Rammtiefe sind ebenfalls in der Anlage 6 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 gerammten 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 Krafteinleitung 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 ST02, ST05 und ST06 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben ST02 Co, ST05 Co und ST06 Co entnommen, die hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung nach DIN 50929 Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) sowie Betonaggressivität nach DIN 4030 chemisch analysiert wurden. Außerdem wurden die Bodenproben ST05 Co und ST06 Co hinsichtlich des TOC-Wertes (Gesamter organischer Kohlenstoff) nach DIN ISO 10694 analysiert.

Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 5 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.

Innerhalb der Schichten S1, S2-a und S2-b 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.

Das Zusammenfallen des Rammkanals wird begünstigt durch versickernden Niederschlag, am Stahlprofil herunterlaufenden Tau, Frost-/Tauwechsel im Boden etc.

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

Falls nicht durchstoßbare Rammhindernisse, z. B. in Form der Schottermoräne, 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 und

- entweder das Hindernis zu durchbohren und der Pfosten in das mit Bohrklein, Kies oder Sand verfüllte Bohrloch neu zu rammen
- oder das Hindernis auszugraben und der Pfosten in die wieder verfüllte und bestmöglich verdichtete Aushubgrube zu rammen. Sollte dies bei mehreren Pfosten pro Tisch auftreten, muss die Verfüllung in jedem Fall lagenweise verdichtet werden.

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). 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

Anmoorige Bereiche sowie Staunässe-Bereiche sollten möglichst von der Gründung von Trafo- oder Wechselrichterstationen ausgeschlossen werden.

Ist dies nicht möglich, sollte für den blauen Bereich eine Bodenplatte ausgeführt werden, um punktuelle Belastungen des Bodens zu vermeiden.

Für die Aufstellung von **Trafo- oder Wechselrichterstationen** auf Bodenplatten wird empfohlen, im Bereich der geplanten Aufstellflächen ca. 0,3 m des Oberbodens abzuschleifen und nach Zwischenlage eines einfachen Geotextils durch eine Schicht aus verdichtungsfähigem Mineral- korngemisch 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 der ursprünglichen GOK liegen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Das Planum ist vor der Aufstellung der Trafo- oder Wechselrichterstationen planeben abzuziehen. 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 70 kN/m² problemlos aufzunehmen.

Für geotechnische Berechnungen können bei Streifenfundamenten mit Einbindetiefen zwischen 0,5 und 1,0 m Tiefe ohne weitere Prüfungen Sohlspannungen bis zu 70 kN/m² zugelassen werden.

Setzungen werden sich auf Beträge von < 0,06 m beschränken.

5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Der anmoorige Boden ist nur bedingt für die Herstellung von Baustraßen geeignet.

Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, sind zunächst max. 0,3 m an Oberboden abzuschleifen und auf der darunterliegenden 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) in Kombination mit einem Geogitter zu überschütten. Die Mächtigkeit dieser Überschüttung sollte insgesamt ca. 0,5 m erreichen, ihr Einbau sollte 2-lagig 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 des Bodens entlang der Trasse der geplanten Baustraße 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 0,3 m zu überschütten. Diese Überschüttung ist durch Abwalzen einmalig zu verdichten.

5.7 Hinweise wegen Stauwasser

Der anmoorige Boden kann Wasser nur in begrenztem Maße aufnehmen. Außerdem ist der Boden im nicht markierten Bereich stark kohäsiv. Daher kann sich auf der Fläche vor allem nach starken Regenfällen oder bei der Schneeschmelze in flachen Mulden großflächig stagnierendes Wasser bilden. Alle vorhandenen Entwässerungseinrichtungen sollten daher intakt bleiben und auf jeden Fall freigehalten werden.

5.8 Sonstige Hinweise

Es sollte nach Fertigstellung der Anlage dafür gesorgt werden, dass sich auf der gesamten Fläche 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.

Aichach, den 12.06.2023

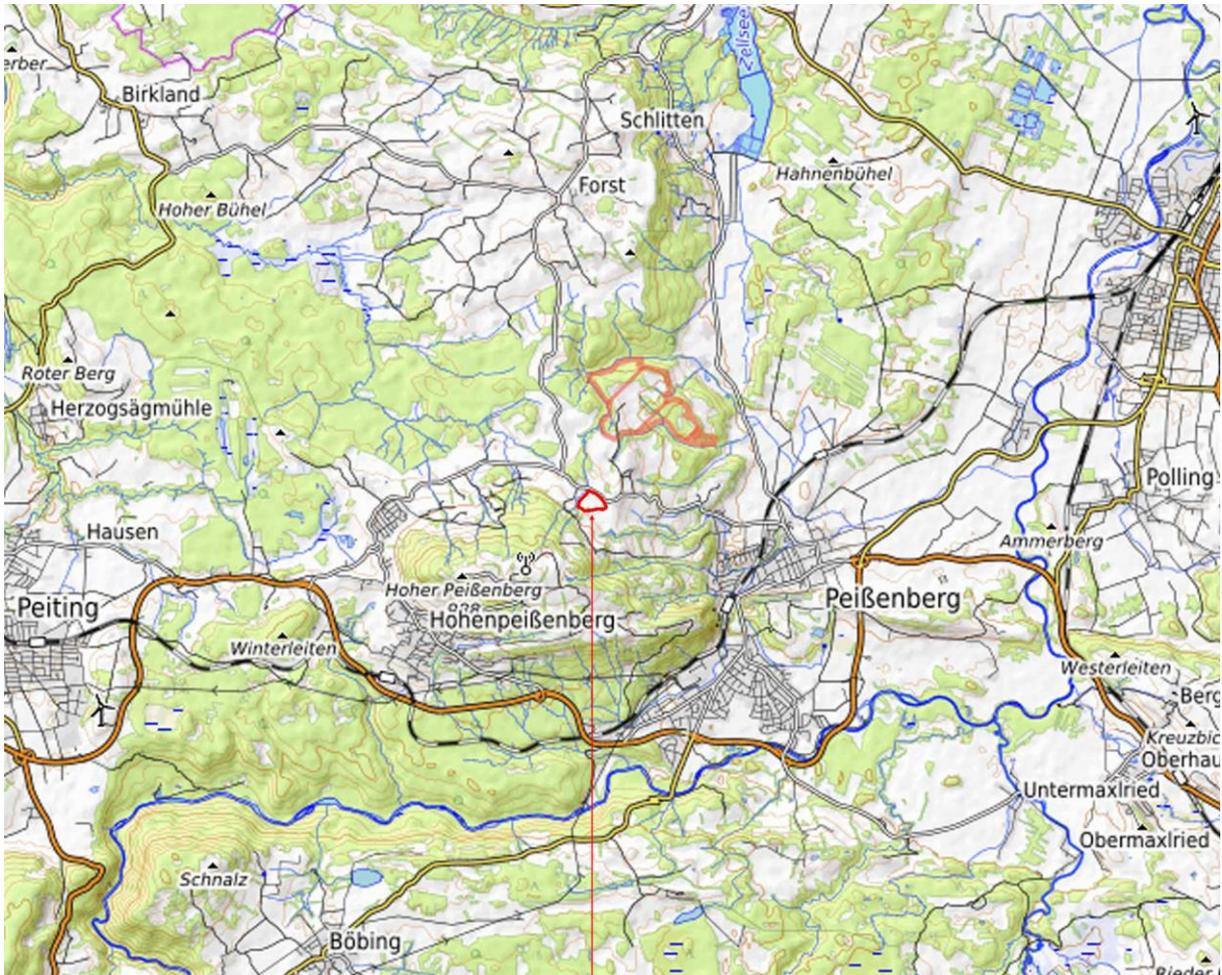


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

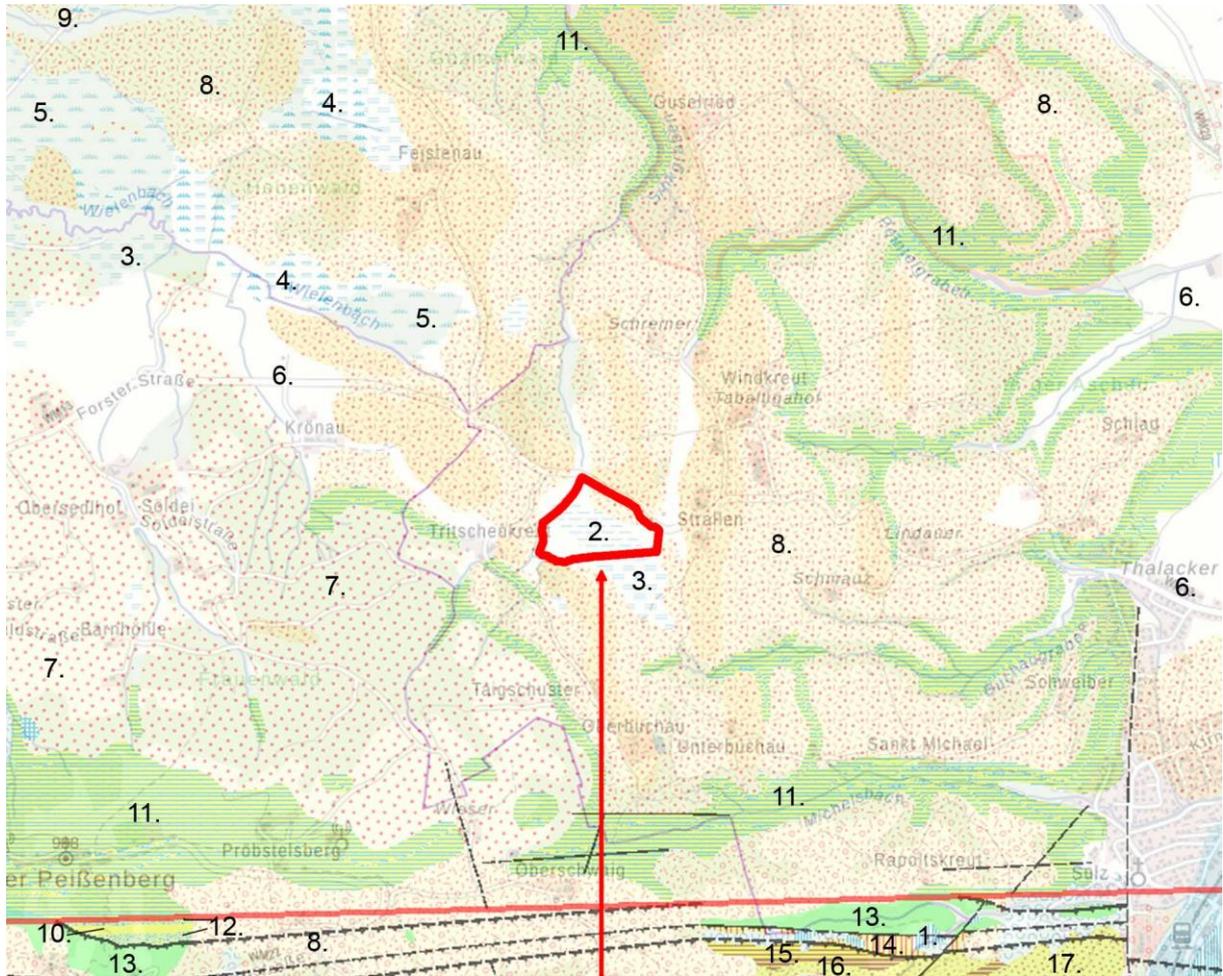
Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: © Bayerisches Landesamt für Umwelt, <https://www.lfu.bayern.de>

Legende Geologische Karte

Verfügbarkeit dGK25

Verfügbarkeit dGK25



Geologisches Linienelement

Geologisches Linienelement

- Deckengrenze, nachgewiesen
- - Deckengrenze, vermutet
- - Störung, nachgewiesen
- - Störung, vermutet
- Überschiebung, Aufschiebung, nachgewiesen
- - Überschiebung, Aufschiebung, vermutet

Geologische Haupteinheit

Geologische Haupteinheit

1. Künstliche Ablagerung
2. Anmoor, holozän
3. Niedermoortorf, holozän
4. Übergangsmoortorf, holozän
5. Hochmoortorf, holozän
6. Talfüllung, polygenetisch, pleistozän bis holozän
7. Moräne (Till), würmzeitlich
8. Geschiebemergel (Till, matrixgetüzt), würmzeitlich
9. Schottermoräne (Till, korngestützt), würmzeitlich
10. Obere Süßwassermolasse
11. Obere Süßwassermolasse, Mergel-Sandstein-Wechselfolge
12. Obere Süßwassermolasse, Konglomerat
13. Obere Meeresmolasse
14. Obere Bunte Molasse
15. Haupt-Cyrenen-Schichten
16. Haupt-Cyrenen-Schichten, Sandstein
17. Promberg-Schichten, Sandstein

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 3.500



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

ST01 – ST08 = Ansatzpunkte der Sondierungen

Blauer Bereich: Bereich, wo Anmoor gefunden wurde

An den Standorten der Sondierungen ST02, ST04, ST05 und ST06 wurden Bodenproben mittels Schlitzsonde entnommen.

An den Punkten ST02, ST05 und ST06 wurden Bodenproben für die chemische Analyse aus Handschürfen entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 47°48'36.23"N 11° 2'9.00"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08
0,1	1	0	0	0	1	1	0	1
0,2	1	2	2	0	2	1	1	2
0,3	1	5	3	3	5	3	6	2
0,4	4	4	6	5	9	3	4	3
0,5	3	3	5	5	10	5	3	2
0,6	2	1	5	7	6	6	4	2
0,7	6	2	7	5	8	8	5	4
0,8	8	4	8	5	8	8	6	2
0,9	6	5	13	5	10	11	6	5
1,0	9	5	14	7	13	24	7	4
1,1	11	12	8	10	16	25	8	14
1,2	12	19	9	11	13	20	14	7
1,3	12	21	10	14	17	27	22	7
1,4	10	20	15	18	20	28	22	21
1,5	13	31	25	23	23	37	20	22
1,6	15	27	35	15	16	37	23	30
1,7	17	42	19	10	16	41	13	44
1,8	20	50	15	12	4		15	46
1,9	20	48	17	14	15		17	
2,0	23		21	20	15		22	
2,1	24		23	24	22		28	
2,2	25		24	29	23		26	
2,3	25		26	49	24		25	
2,4	28		36	100	24		28	
2,5	29		33		24		31	
2,6	25		27		25		54	
2,7	23		41		30		56	
2,8	25		47		30			
2,9	27		49		34			
3,0	23							
3,1	22							
3,2	25							
3,3	25							
3,4	28							
3,5	34							
3,6	28							
3,7	27							
3,8	33							
3,9	32							
4,0	26							

* Blaue Punkte: Boden komplett nass

Anlage 2.2 Rammdiagramme

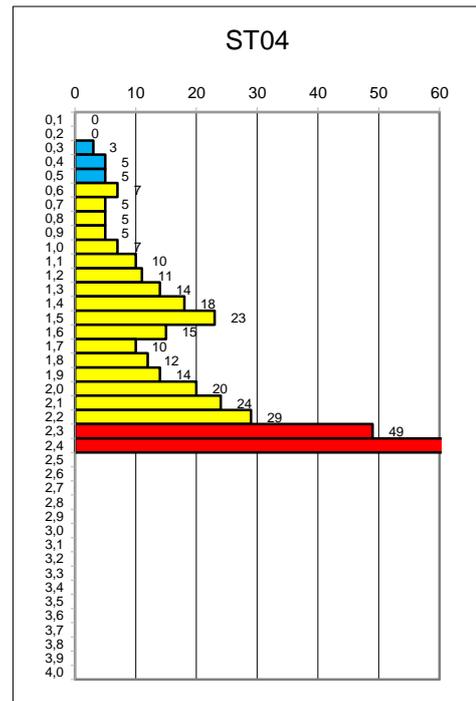
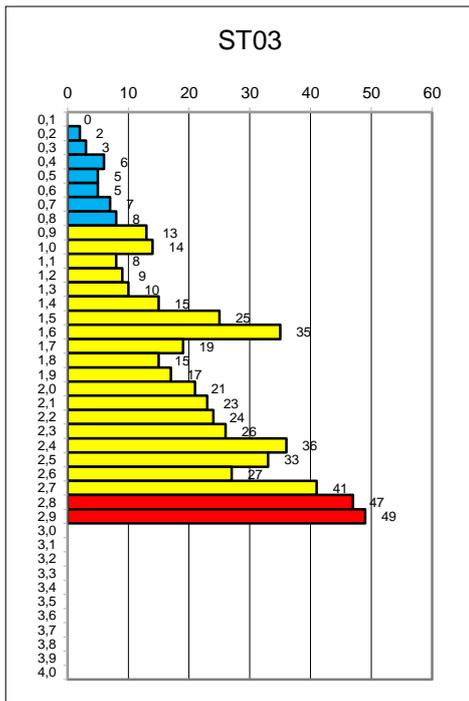
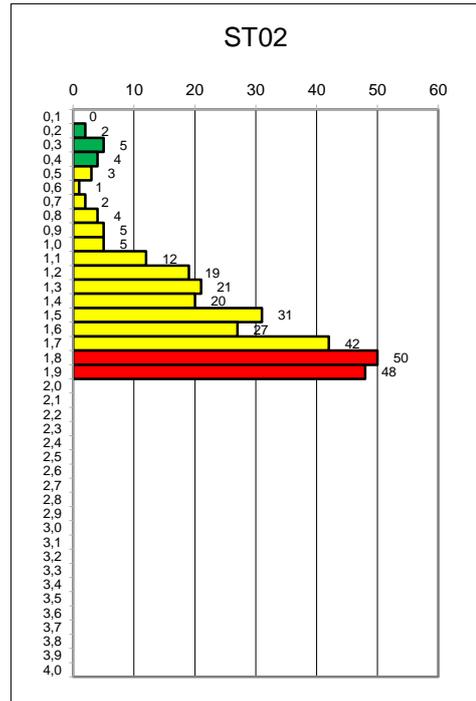
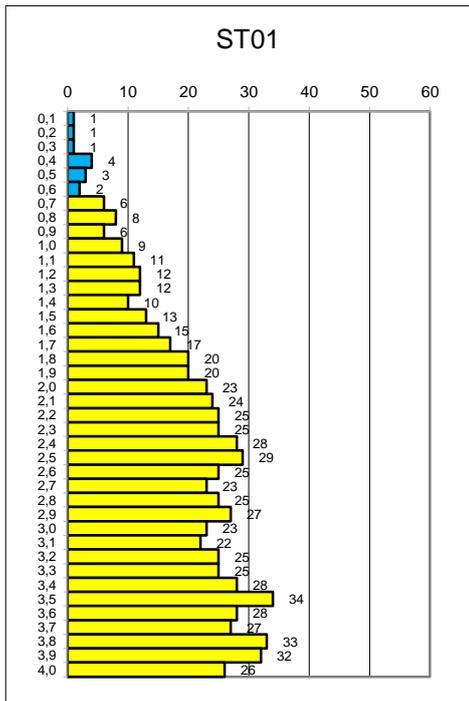
Sonde DPL-5

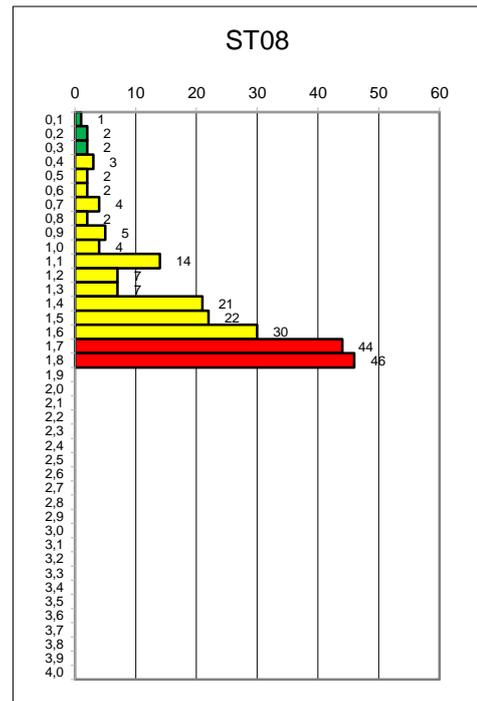
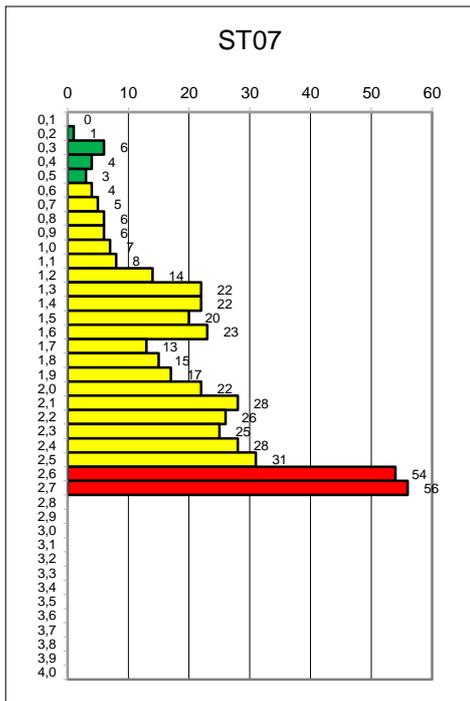
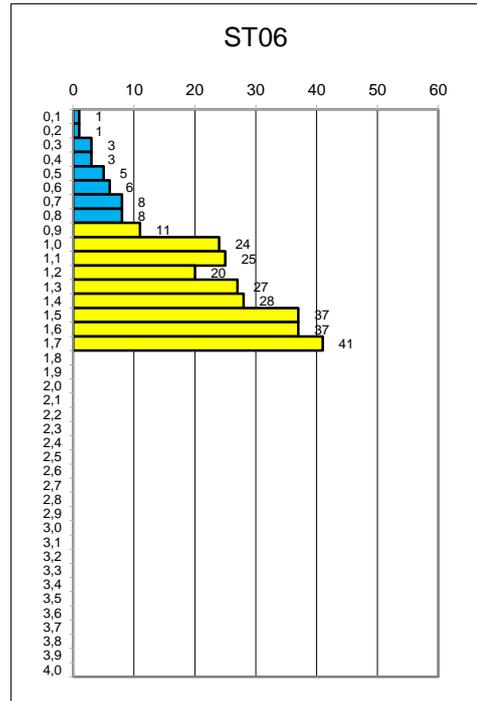
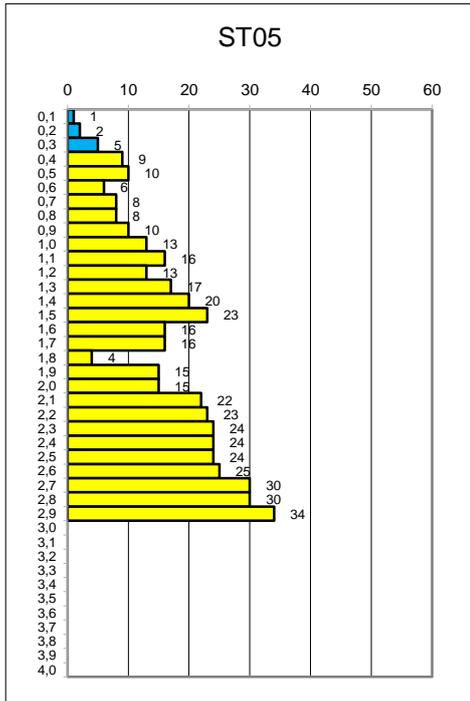
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

- 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	Anmooriger Boden	blau
Schicht S2-a	Talfüllung, schluffiger Lehm	Grün
Schicht S2-b	Talfüllung, toniger Lehm bis Ton	Gelb
Schicht S3	Schottermoräne	Rot





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

Schicht **S1**: Anmooriger Boden

Humoser Lehm, z.T. steinig

Farbe: schwarz

Mächtigkeit: 0,3 bis 0,8 m

Konsistenz: weich

Wichte γ cal.	Wichte unter Auftrieb γ' cal	Reibungswinkel φ cal.	Kohäsion c' cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m ³		°	kN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²
11,0	1,0	15,0	2,0	0,5	0,4	0,005

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

Schicht **S2-a**: Talfüllung, schluffiger Lehm

(Schluff, stark sandig – sandig, schwach tonig, schwach feinkiesig)

z.T. steinig

schwach humos

Farbe: braun – gelbbraun

Mächtigkeit: 0,3 bis 0,5 m

Konsistenz: weich

Wichte γ cal.	Wichte unter Auftrieb γ' cal	Reibungswinkel φ cal.	Kohäsion c' cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m ³		°	kN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²
18,0	8,0	22,5	2,0	8	4	0,007

Der Boden entspricht der Bodenklasse 4 (nach DIN 18300-2012).

Schicht **S2-b**: Talfüllung, toniger Lehm bis Ton
 (Ton, schluffig, sandig – schwach sandig, schwach kiesig)

Mit zunehmender Tiefe: schwach kiesiger Ton

Unterhalb der Schicht **S1** oder **S2-a**

Farbe: braun – gelbbraun, beige, dunkelbraun

Mächtigkeit: 1,2 - > 3,3 m

Konsistenz: weich – steif in den obersten Zentimetern, dann halbfest - fest

	Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ' cal	Reibungswinkel 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
Weich -steif	19,5	9,5	27,5	5	15	10	0,012
Halbfest - fest	21,0	11,0	27,5	7	25	20	0,022

Der Boden entspricht der Bodenklasse 4 (nach DIN 18300-2012). In feuchten Zustand auch
 Bodenklasse 2 möglich.

Schicht **S3**: Schottermoräne

(Kies, wechselnd steinig bis blockig in einer sandigen bis schluffigen Matrix)

Unterhalb der Schicht **S2-b**

sehr dicht gelagert

Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ' cal	Reibungswinkel 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
22,0	14,0	> 35,0	3	> 50	> 40	> 0,035

Der Boden entspricht der Bodenklasse 5 - 6 (nach DIN 18300-2012).

Bodenart	Bindiger Boden (Ton und Schluff)	Orga- nischer Boden	Rolliger Boden (Sand und Kies)	Grob- körniger Boden (Kies und Steine)	Misch- boden mit unterschie- dlichen Korn- größen	Fels (stark verwittert)	Fels (kom- pakt)	Boden künstlich aufgefüllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	Schichten S2-a , und S2-b	Schicht S1 Nur im blauen Bereich	Siehe spalte 7	n.v.	n.v.	Schicht S3	n.v.	n.v.
Rammpbarkeit	S2-a: gut S2-b: Mittel - schwer	Leicht				Schwer		
Ramm- hindernisse vorhanden	Möglich	Nein				Ja		
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich	Unwahrscheinlich	Nein				Sehr warschein- lich		
Boden korrosiv gegen verzinkten Stahl	Siehe Anlage 5	Siehe Anlage 5						
Grundwasser	Ab der Geländeoberfläche	Ab der Gelände- oberfläche						
Hangneigung	max. 3°	max. 3°						
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten	S2-a: Hor: gering Vert: gering S2-b Hor: mittel - hoch Vert: mittel	Hor.: sehr gering Vert.: sehr gering				Hor: hoch Vert: hoch		
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.	Bei Nässe: schlecht Bei Trockenheit: R: mittel K: gut	Bei Nässe: schlecht Bei Trockenheit: R: mittel K: gut						
Bewuchs	Wiese mit Gras und Wildblumen							

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

Anlage 4 Fotodokumentation



Abbildung 1: Blick auf den Sinkgraben



Abbildung 2: Drainagerohr in der Mitte des Feldes

Anlage 5 Chemische Laboruntersuchungen

Anlage 5.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben ST02 Co, ST05 Co, und ST06 Co

ST02 Co

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



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: Wasser
Ansprechpartner: K. Schrott
Durchwahl: +49 89 829969 54
E-Mail: Katharina.Schrott@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-004434-1

Datum: 12.06.2023

Auftrag Nr.: CMU-01379-23

Auftrag: Energiegenossenschaft Oberland Strallen Az23251L-2

Katharina Schrott
Sachverständige Umwelt und Wasser
M. Sc. Umweltplanung und Ingenieurökologie

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

Probeninformation

Probe Nr.	23-069413-01
Bezeichnung	ST02 Co
Probenart	Boden
Probenahme	09.05.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	J.Obermüller
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	16.05.2023
Untersuchungsbeginn	17.05.2023
Untersuchungsende	12.06.2023

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	30.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	24.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	5.580	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-05)	AL

Im 25:1 Eluat

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	5,75		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)	18,61	°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	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	7.760	µg/l	Salzsauszug	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	360	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	550	mg/kg	L-TS	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	Berechnung aus Cl gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	2,0	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-069413-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	59	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	20,0	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	5,9		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	<1	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	2,99	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	0,1	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



Quality of Life

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

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN 15933 mod. (2012-11)

Modifikation

Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung in 10:1 Aufschlämmung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz

Legende

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	SalzHEx	SalzHExtr
EL 25:1	EL 25:1	EL 4:1	EL 4:1	SalzsAu	SalzsAusz
L-TS <2	L-TS <2	L-TS	Luftrockensubstanz	sz	
OS <5	OS <5	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)	TS <5	TS <5
n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)	AL	WESSLING GmbH Altenberge	*	Kooperationspartner

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

ST05 Co

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



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: Wasser
Ansprechpartner: K. Schrott
Durchwahl: +49 89 829969 54
E-Mail: Katharina.Schrott@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-004435-1

Datum: 12.06.2023

Auftrag Nr.: CMU-01379-23

Auftrag: Energiegenossenschaft Oberland Strallen Az23251L-2

Katharina Schrott
Sachverständige Umwelt und Wasser
M. Sc. Umweltplanung und Ingenieurökologie



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 ^h gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Anna Weßling,
Sven Polenz
HRB 1953 AG Steinfurt

Probeninformation

Probe Nr.	23-069413-02
Bezeichnung	ST05 Co
Probenart	Boden
Probenahme	09.05.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	J. Obermüller
Probengefäß	PE-Beutel
Eingangsdatum	16.05.2023
Untersuchungsbeginn	17.05.2023
Untersuchungsende	12.06.2023

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Trockenrückstand	50,7	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Stahlaggressivität

Organische Summenparameter

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	7,2	Gew%	TS	DIN EN 15936 (2012-11) ^A	OP

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	30.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	24.05.2023			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 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	19.600	µg/l	SalzHE str	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	8,09		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,66	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	21,61	°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)	1,9	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	15.300	µg/l	SalzAus sz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	110	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	1.900	mg/kg	L-TS	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	Berechnung aus Cl gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	12	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	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 * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

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

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-069413-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	57	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105° C)	49,3	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,5		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	13	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n. a.	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	9,33	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	0,4	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

23-069413-02

Kommentare der Ergebnisse:

Bk 7,0 (F min) Potentiometrie 50929-3 - R, Basekapazität, pH 7,0: n. a.: Die Probe ist nicht analysierbar. Der pH-Wert der Probe liegt entweder über (Basekapazität) oder unter (Säurekapazität) dem angestrebten Titrationsendpunkt.
 Bk 7,0 (F min) Potentiometrie 50929-3 - R, Volumen Natriumhydroxid (NaOH): Der pH-Wert ist >7,0.

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN 15933 mod. (2012-11)

Modifikation

Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung in 10:1 Aufschlämmung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz

Legende

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	TS	Trockensubstanz
SalzHEX	SalzHEXtr	EL 25:1	EL 25:1	EL 4:1	EL 4:1
SalzSAU	SalzSAUtr	L-TS	L-TS <2	L-TS	Lufttrockensubstanz
TS <5	TS <5	OS <5	OS <5	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)
n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)	AL	WESSLING GmbH Altenberge
OP	WESSLING GmbH Oppin	*	Kooperationspartner		



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

ST06 Co

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



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: Wasser
Ansprechpartner: K. Schrott
Durchwahl: +49 89 829969 54
E-Mail: Katharina.Schrott@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU23-004436-1

Datum: 12.06.2023

Auftrag Nr.: CMU-01379-23

Auftrag: Energiegenossenschaft Oberland Strallen Az23251L-2

Katharina Schrott
Sachverständige Umwelt und Wasser
M. Sc. Umweltplanung und Ingenieurökologie



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 ^h gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

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

Probeninformation

Probe Nr.	23-069413-03
Bezeichnung	ST06 Co
Probenart	Boden
Probenahme	10.05.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	J. Obermüller
Probengefäß	PE-Beutel
Eingangsdatum	16.05.2023
Untersuchungsbeginn	17.05.2023
Untersuchungsende	12.06.2023

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Trockenrückstand	35,1	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Stahlaggressivität

Organische Summenparameter

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	16	Gew%	TS	DIN EN 15936 (2012-11) ^A	OP

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	31.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	<1	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	30.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	24.05.2023			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 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	41.300	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,38		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,806	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	18,7	°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)	4,3	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	10.400	µg/l	SalzAu sz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	469	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	4.100	mg/kg	L-TS	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	Berechnung aus Cl gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	15	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	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 * 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

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-069413-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	79	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105° C)	64,9	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,0		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	9,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4.3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	4	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	9,16	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	1,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN 15933 mod. (2012-11)

Modifikation

Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
 Bestimmung in 10:1 Aufschlämmung aus < 5mm Fraktion der Originalsubstanz

Legende

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	TS	Trockensubstanz
SalzHEX	SalzHEXtr	EL 25:1	EL 25:1	EL 4:1	EL 4:1
SalzSAu	SalzSAusz	L-TS	L-TS <2	L-TS	Lufttrockensubstanz
sZ		<2			
TS <5	TS <5	OS <5	OS <5	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)
n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)	AL	WESSLING GmbH Altenberge
OP	WESSLING GmbH Oppin	*	Kooperationspartner		



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

Anlage 5.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

ST02 Co

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:

23-069413-01

ST02 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	59,0	Z ₁ = -2
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	20,0	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		5,9	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	<1	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	5	Z ₆ = -2
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	2	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,1	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	3,0	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	Z ₂ = 0
98,8 Ω*m	
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ =
(13) Bodenhomogenität - Bettung	Z ₁₃ = 0
homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0	
inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6	
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

-6

Bewertungszahlsumme B₁=

-6

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

II

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

mittel

(B₀= **-6**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

mittel

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-6**)

Die o.g. Auswertung bezieht sich vor allem auf die chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

ConSoGeol

Aichach

12.06.2023

C.Barroy

Ort

Datum

Sachbearbeiter

GmbH & Co. KG

ST05 Co

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:

23-069413-02

ST05 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	57,0 ja	Z ₁ = -12
(3) Wassergehalt	Ma%	49,3	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		7,5	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	13,0	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	12	Z ₇ = -6
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,4	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	9,3	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 35,5 Ω*m	Z ₂ = -2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ = 0
(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=

-24
-24

Bewertungszahlsumme B₁=

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **III** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **hoch** (B₀= **-24**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **hoch** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **mittel** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **-24**)

Die o.g. Auswertung bezieht sich vor allem auf die chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

Aichach
Ort

12.06.2023
Datum

C.Barroy
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

ST06 Co

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:

23-069413-03

ST06 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	79,0 ja	Z ₁ = -12
(3) Wassergehalt	Ma%	64,9	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		7,0	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	9,2	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	4	Z ₆ = -2
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	15	Z ₇ = -6
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	1,2	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	9,2	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 37,4 Ω*m	Z ₂ = -2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -1
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ =
(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=

-26
-26

Bewertungszahlsumme B₁=

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **III** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **hoch** (B₀= **-26**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **hoch** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **mittel** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **-26**)

Die o.g. Auswertung bezieht sich vor allem auf die chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

Aichach
Ort

12.06.2023
Datum

C.Barroy
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrossiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenprobe ST02 Co (Standort ST02, Labornummer 23-069413-01) wird die Korrosionsbelastung als **mittel** eingestuft (Bodenklasse II, $B_0 = -6$).

Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Rammpfosten relevante Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt die Einstufung **gering**, bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt sich die Einstufung mittel.

Für die Bodenprobe ST05°Co und ST06°Co (Standorte ST05 und ST06, Labornummer 23-069413-02 und -03) wird die Korrosionsbelastung als **hoch** eingestuft (Bodenklasse III, $B_0 = -24$ bzw. -26).

Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Rammpfosten relevante Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt die Einstufung **mittel**, bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt sich die Einstufung hoch.

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von verzinkten Stahlprofilen ist die Oberflächenkorrosion relevant, die bei ST02 Co gering ist, jedoch bei ST05°Co und ST06°Co im mittleren Bereich liegt. Wegen der anmoorigen Eigenschaften wäre es eventuell sinnvoll, besondere Vorkehrungen gegen korrosive Bedingungen in Betracht zu ziehen, um eine Beschädigung der Stahlprofile zu verhindern. Die genauen Maße der Oberflächenbeschichtung sind mit dem Gerüsthersteller zu besprechen!

Lediglich im Fall der flächenhaften Verletzung der Zinkschicht bis auf den unterlagernden Stahl ist mit der Ausbildung von elektrochemisch wirksamen Lokalelementen und damit mit relativ rascher Korrosion zu rechnen. 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.

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.

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 5.3 Analyse hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030

ST02 Co

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: Energiegenossenschaft Oberland		Auftrags-Nr.: CMU-01379-23	
Bauvorhaben: Strallen 23251L-2		Probe-Nr.: 23-069413-01	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: ST02 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 09.05.2023	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Wiese			
Ort, Datum:		Probennehmer: J. Obermüller	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	360 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	550 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	2 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als schwach betonangreifend.			
Aichach	12.06.2023		
Ort	Datum	C. Barroy Sachbearbeiter GmbH & Co. KG	

ST05 Co

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: Energiegenossenschaft Oberland		Auftrags-Nr.: CMU-01379-23	
Bauvorhaben: Strallen 23251L-2		Probe-Nr.: 23-069413-02	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: ST05 Co		Entnahmetiefe:	
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum: 09.05.2023	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Wiese			
Ort, Datum:		Probennehmer: J. Obermüller	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	110 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	1900 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	12 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als nicht betonangreifend.			
Aichach	12.06.2023		
Ort	Datum	C.Barroy Sachbearbeiter GmbH & Co. KG	

ST06 Co

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: Energiegenossenschaft Oberland		Auftrags-Nr.: CMU-01379-23	
Bauvorhaben: Strallen 23251L-2		Probe-Nr.: 23-069413-03	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: ST06 Co		Entnahmetiefe:	
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum: 10.05.2023	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Wiese			
Ort, Datum:		Probennehmer: J. Obermüller	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	469 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	4100 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	15 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als schwach betonangreifend.			
Aichach	12.06.2023		
Ort	Datum	GmbH & Co. KG	
		C. Barroy Sachbearbeiter	

Anlage 6 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 Bestimmung der Rammtiefe wird in bestimmten Fällen in Form von Ergänzungsberichten geliefert.

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.