

Solarpark

Fendt

Peißenberg

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, Friedrich Göbl

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 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 Karten
- Anlage 1.3.1 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000
- Anlage 1.3.2 Geologische Karte Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.500
- Anlage 2 Rammsondierungen
- Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen
- Anlage 2.2 Rammdiagramme
- Anlage 3 Bodenkennwerte 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 F01 Co, und F08 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 2 Probenahmen mit der Schlitzsonde, sowie 2 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 Photovoltaik-Anlage liegt etwa 4,5 km nördlich von Peißenberg, im Weiler Fendt, unmittelbar westlich der „Peißenberger Straße“. Derzeit wird die Grünfläche als Weide für Kühe genutzt. Diese Nutzung soll auch nach dem Bau der PV-Anlage erhalten bleiben und durch Erhöhung der Modultische ein Beweiden unter den Modulen möglich sein. Die Fläche weist zur Zeit der Feldarbeit dichten Grasbewuchs und vereinzelt Baumbestand auf. Sie ist abschüssig, vor allem in östliche bzw. südliche Richtung und weist Neigungen von 5° auf. Die Fläche wird von dem von Westen nach Osten verlaufenden „südlichen Schallengraben“ sowie von Drainagerohren, die in dieselbe Richtung verlaufen, jedoch teilweise defekt sind, entwässert. Dennoch war vor allem am Ostende des Feldes im Bereich der Straße flächig Stauwasser auf der Geländeoberfläche anzutreffen.

Die geologische Situation um das Untersuchungsgebiet wird bestimmt durch die Lage im ehemals glazial beeinflussten Bereich. Es stehen die Sedimente der Würm-Eiszeit an. Diese stammen aus dem Jungpleistozän. Hier stehen vor allem fluviatile, würmzeitliche Ablagerungen an, die sogenannten Niederterrassenschotter. Zusammengesetzt sind sie aus Kies und Sand, teilweise sind sie mit Löß bzw. Lößlehm überdeckt (vgl. geologische Karte der Anlage 1.3.1). Im Falle der genauen Lage des Untersuchungsgebietes sind die Kiese der Niederterrassenschotter aber von einer mächtigen Tallehmschicht überdeckt, wie aus den eigenen geologischen Feldaufnahmen hervorging. In der detaillierteren geologischen Karte (vgl. geologische Karte der Anlage 1.3.2) stehen damit übereinstimmend Talfüllungen an.

Bei den Feldarbeiten wurde ab der Oberfläche ein dunkelbrauner, humoser Oberboden angetroffen (= Schicht **S0**), dieser besteht aus schluffigem Ton und ist etwa 0,3 m mächtig. Der östliche Teil des Feldes weist durch höhere Bodenfeuchtigkeit auf Grund der Hangfußlage einen mächtigeren, etwa 0,5 m starken humoseren Bereich auf. Darunter folgt Tallehm, bestehend aus schluffigem Ton, teils schwach kiesig (= Schicht **S1**). Dieser hat eine braune Farbe und eine überwiegend steife, teils auch halbfeste Konsistenz.

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 Gründungberatung nicht ausreichend.

Das Untersuchungsgebiet wurde in seiner Gesamtausdehnung begangen und geologisch aufgenommen. An 8 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlusstellen mit F01 – F08) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 2 Stellen (F01 und F08) wurden Bodenproben mittels Schlitzsonde sowie aus Handschürfen entnommen, wovon Proben hinsichtlich der Stahl- und Betonaggressivität chemisch analysiert wurden (vergleiche Kapitel 5.2 und Anlage 5).

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 1,2 und 3,9 m durchgeführt, in der ausreichend hohe Schlagzahlen erreicht wurden.

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.

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

Bei den Feldarbeiten wurde ab der Oberfläche ein dunkelbrauner, humoser Oberboden angetroffen (= Schicht **S0**), dieser besteht aus schluffigem Ton und ist etwa 0,3 m mächtig. Der östliche Teil des Feldes weist durch höhere Bodenfeuchtigkeit auf Grund der Hangfußlage einen mächtigeren, etwa 0,5 m starken humoseren Bereich auf. Darunter folgt Tallehm, bestehend aus schluffigem Ton, teils schwach kiesig (= Schicht **S1**). Dieser hat eine braune Farbe und eine überwiegend steife, teils auch halbfeste Konsistenz.

Es kann prinzipiell nicht ausgeschlossen werden, dass innerhalb der Schicht **S1** größere Steine oder Blöcke (Findlinge) angetroffen werden. Diese können 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 im Gründungsbereich kein Grundwasser angetroffen, jedoch starkes Auftreten von Stauwasser, vor allem am Ostende des Feldes.

3 Bewertung der angetroffenen Böden

Die angetroffenen Böden eignen sich prinzipiell gut für die Gründung von Solaranlagen auf Rammpfosten.

Die Gründung erfolgt innerhalb der Schichten **S0** (Oberboden) und **S1** (Tallehm).

Die Schicht **S0** lässt sich mit geringer Rammenergie durchhörtern. Jedoch besitzt diese Schicht nur geringe Haltekräfte gegenüber vertikalen Kräften.

Die Schicht **S1** benötigt mittlere Rammenergie zur Durchörterung und besitzt mittlere Haltekräfte gegenüber Vertikalkräften.

Es besteht die Möglichkeit beim Rammen innerhalb der Schicht **S1** größere Steine oder Blöcke anzutreffen. Diese können als Rammhindernis fungieren. 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.

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 Kraftereinleitung 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 F01 und F08 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben F01 Co und F08 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.

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 S0 und S1 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

Es kann prinzipiell nicht ausgeschlossen werden, dass innerhalb der Schicht **S1** größere Steine oder Blöcke angetroffen werden, welche ein undurchdringbares Rammhindernis darstellen können. Die Wahrscheinlichkeit dafür wird als gering (< 10 % der Fälle) eingeschätzt.

Falls nicht durchstoßbare Rammhindernisse, z. B. in Form größerer Steine, 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

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 80 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 60 kN/m² zugelassen werden.

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

5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, sind zunächst max. 0,3 m an Oberboden abzuschleiben 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 Abschleiben 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 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 26.05.2023

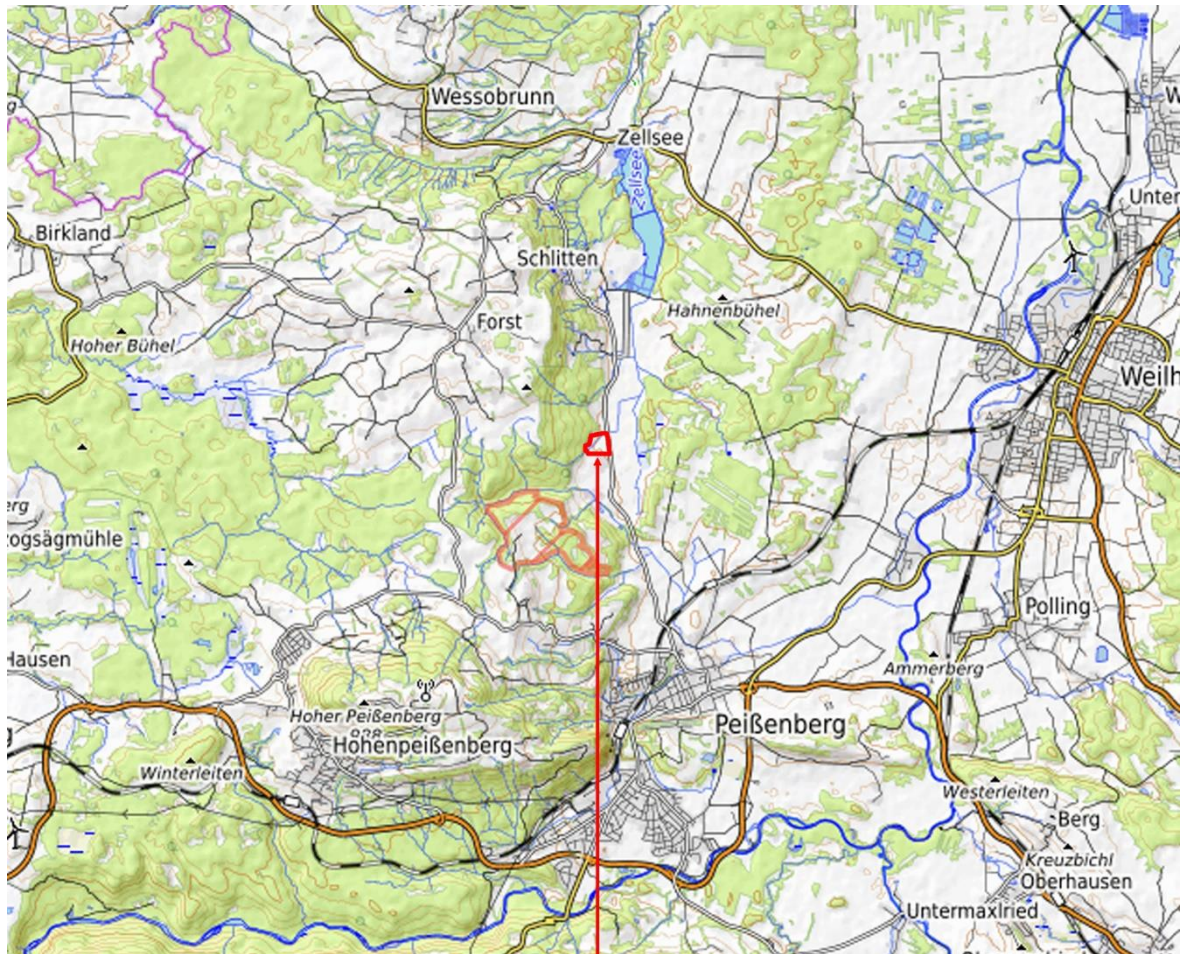


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

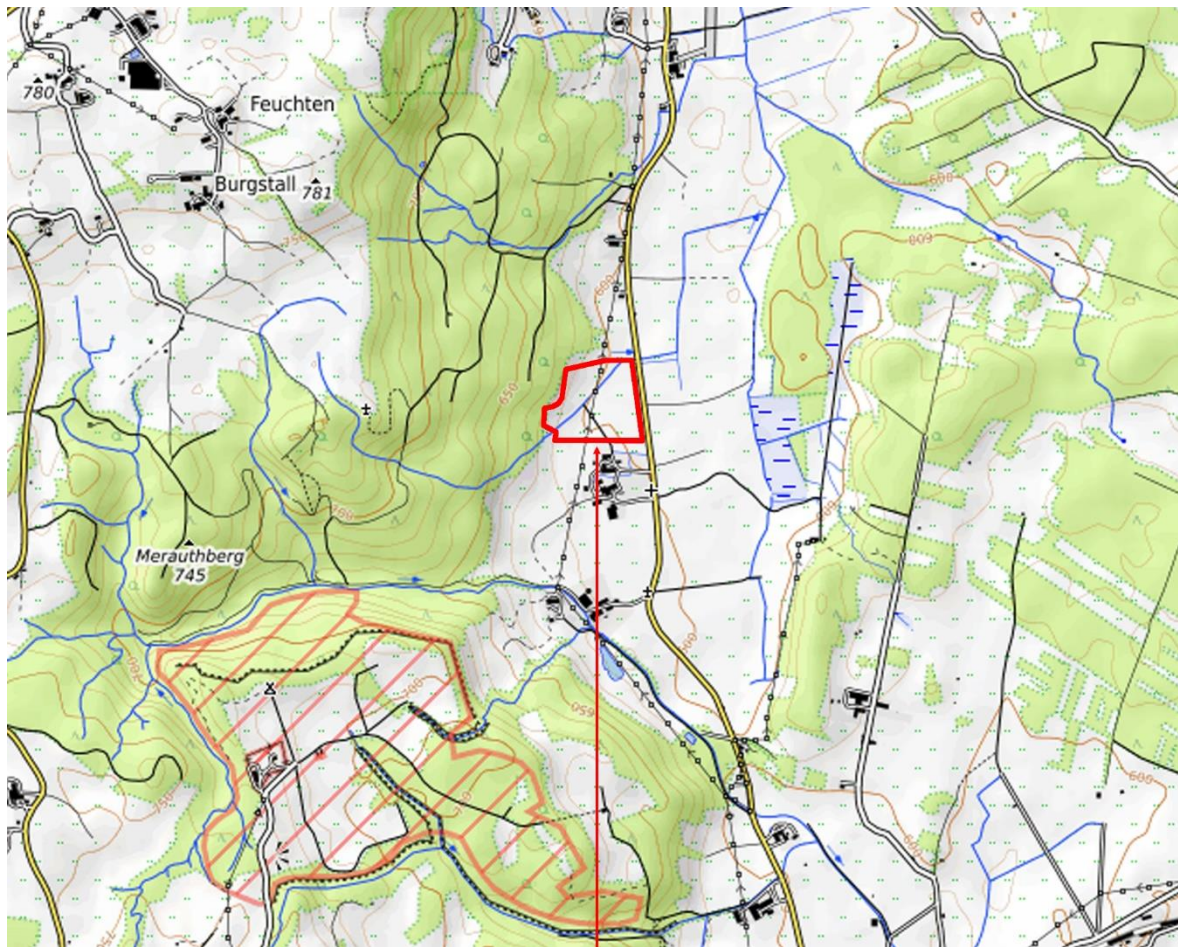
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000

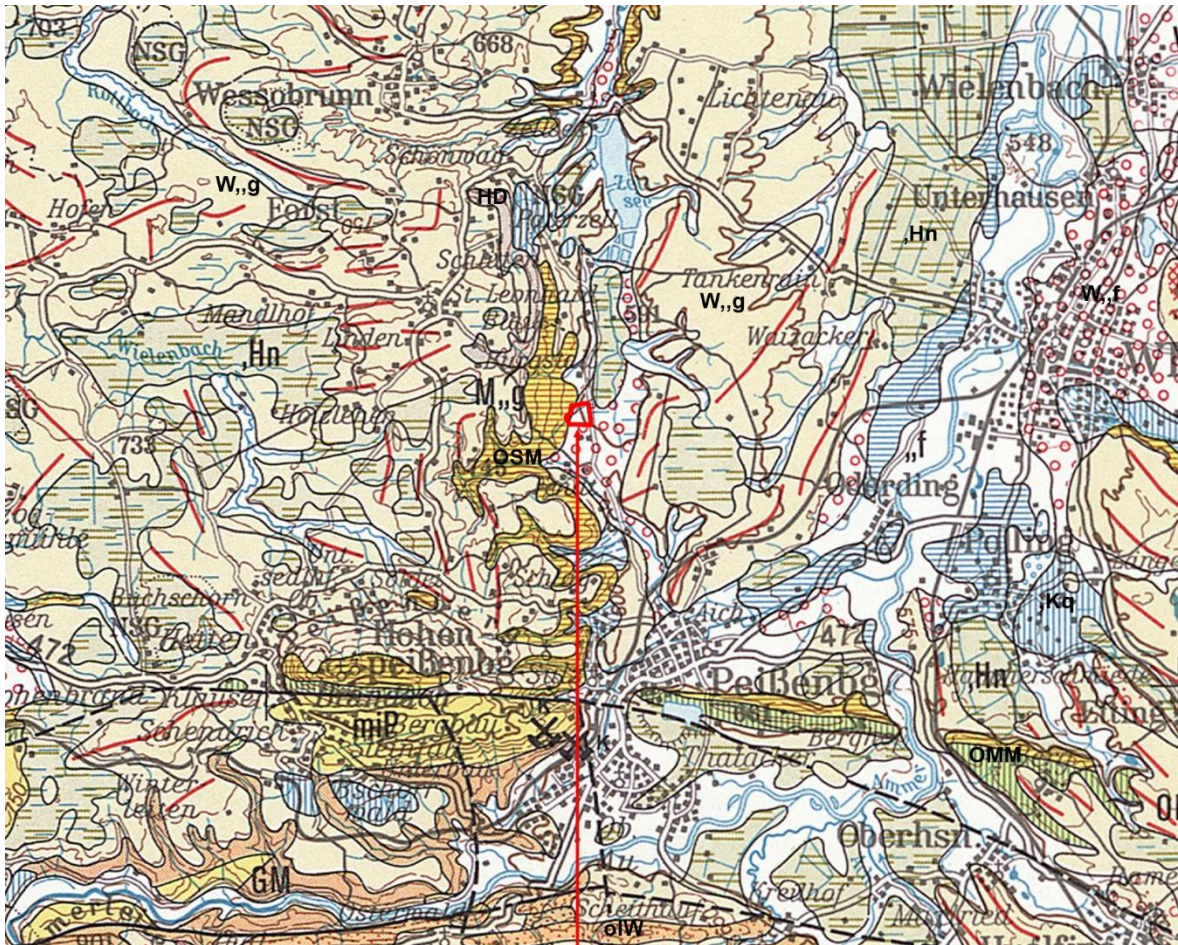


Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karten

Anlage 1.3.1 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

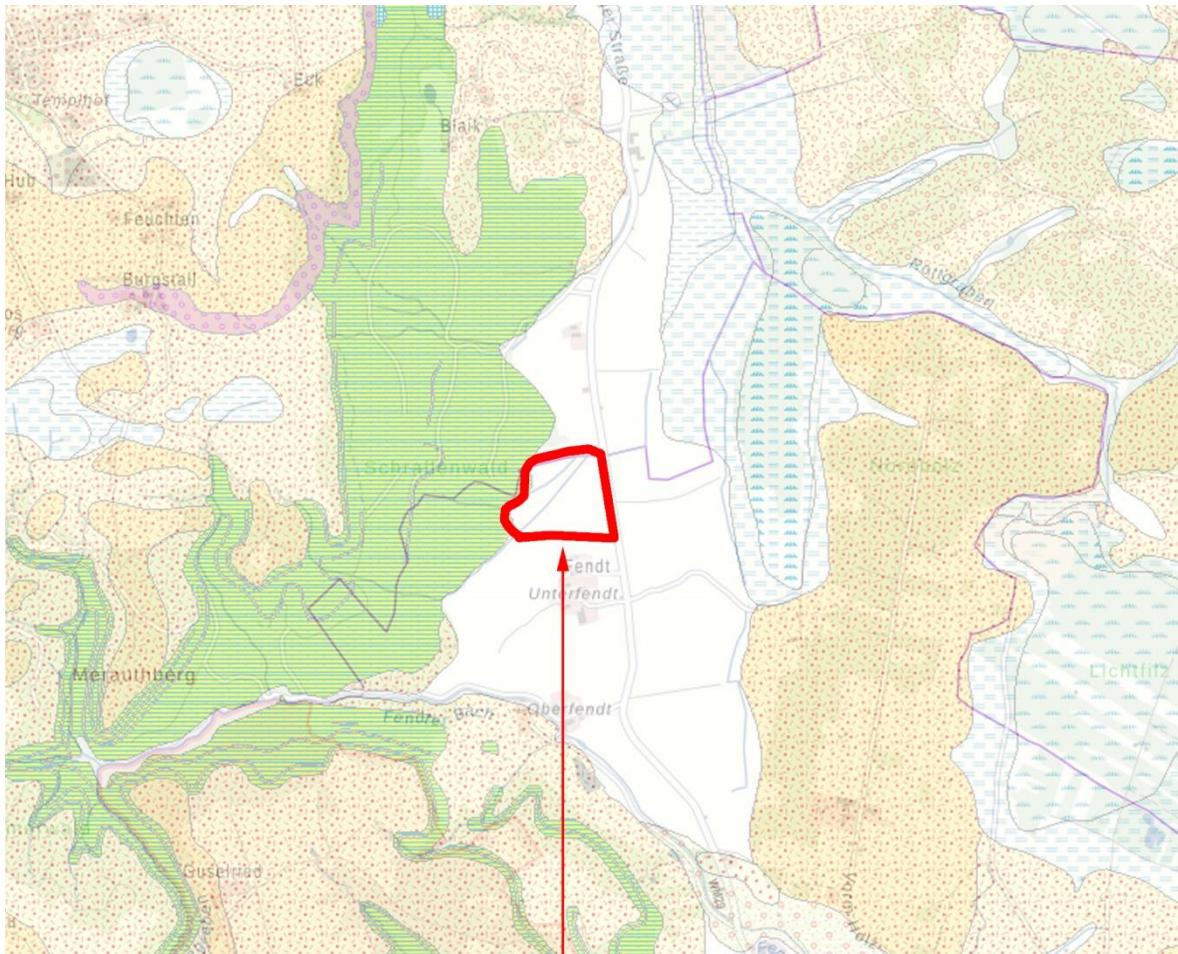
Kartendaten: Geologische Übersichtskarte Maßstab 1:200.000, Blatt CC 8726 Schongau (Allgäu)

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (1983)

Legende Geologische Karte

		KÄNOZOIKUM		
		QUARTÄR		
Holozän Pleistozän Würm-Eiszeit Mindel-Eiszeit		Talfüllung	Kies und Auelehm	
		Schwemmkegel		
		Niedermoor (und Moor, ungliedert)	Bruchwald-, Schilf- und Seggentorf, meist stark zersetzt	
		Alm- und Kalktuff (Quellkalk)	poröser Sinterkalkstein und grusig-lockere Kalkabsätze an Quellen und in Bächen	
		See-Ablagerungen, pleistozän, z.T. holozän	Seeton, z.T. Sand	
		fluviale Ablagerungen, wärmzeitlich (Niederterrassenschotter)	Kies und Sand, z.T. mit Löß und Lößlehm bedeckt	
		glaziäre Ablagerungen (Moräne)	Kies und Sand, z.T. schluffig	
		Wallform Schmelzwasserrinne		
		glaziäre Ablagerungen (Moräne)	Kies, Sand und Schluff, z.T. verfestigt	
			TERTIÄR	
		Molasse		
Untere Süßwassermolasse		Obere Süßwassermolasse, Karpat und jünger, limnisch-fluviatil	a) Sand (Flinzsand), Sandstein und Mergelstein, b) Konglomerate [- >500 m]	
		Obere Meeresmolasse, Eggenburg – Ottnang (Burdigal – Helvet), marin-brackisch	Sandstein und Mergelstein, Konglomerate [- 500 m]	
		Eger (Chatt – Aquitan), a) marin (Promberger Schichten), b) brackisch (Cyrenen-Schichten)	a) Ton- und Sand-Mergelstein, Sandstein [- 300 m], b) Mergelstein, Sandstein, Kohle-Flöze [- 300 m]	
		„Granitische Molasse“, Eger (Chatt – Aquitan), limnisch-fluviatil	Sandstein, Mergelstein, Konglomerat, azies“, Kohle-Flözchen [-1500 m]	
		Weißach-Schichten, Unteres Eger (Chatt), limnisch-fluviatil	Feinsandstein und Mergelstein („Buntfazies“), Konglomerate [600 – 1300 m]	
			TRIAS	
			Ostalpine Zone	
	Hauptdolomit, Nor, marin-lagunär	Dolomitstein, gelbbraun anwitternd, gebankt, brecciöse Lagen [<100 – 2200 m], a) bituminöse Lagen		
		Zeichen		
	tektonische Grenzen, allgemein	nachgewiesen		
		vermutet		

Anlage 1.3.2 Geologische Karte Maßstab 1 : 25.000

























Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten:

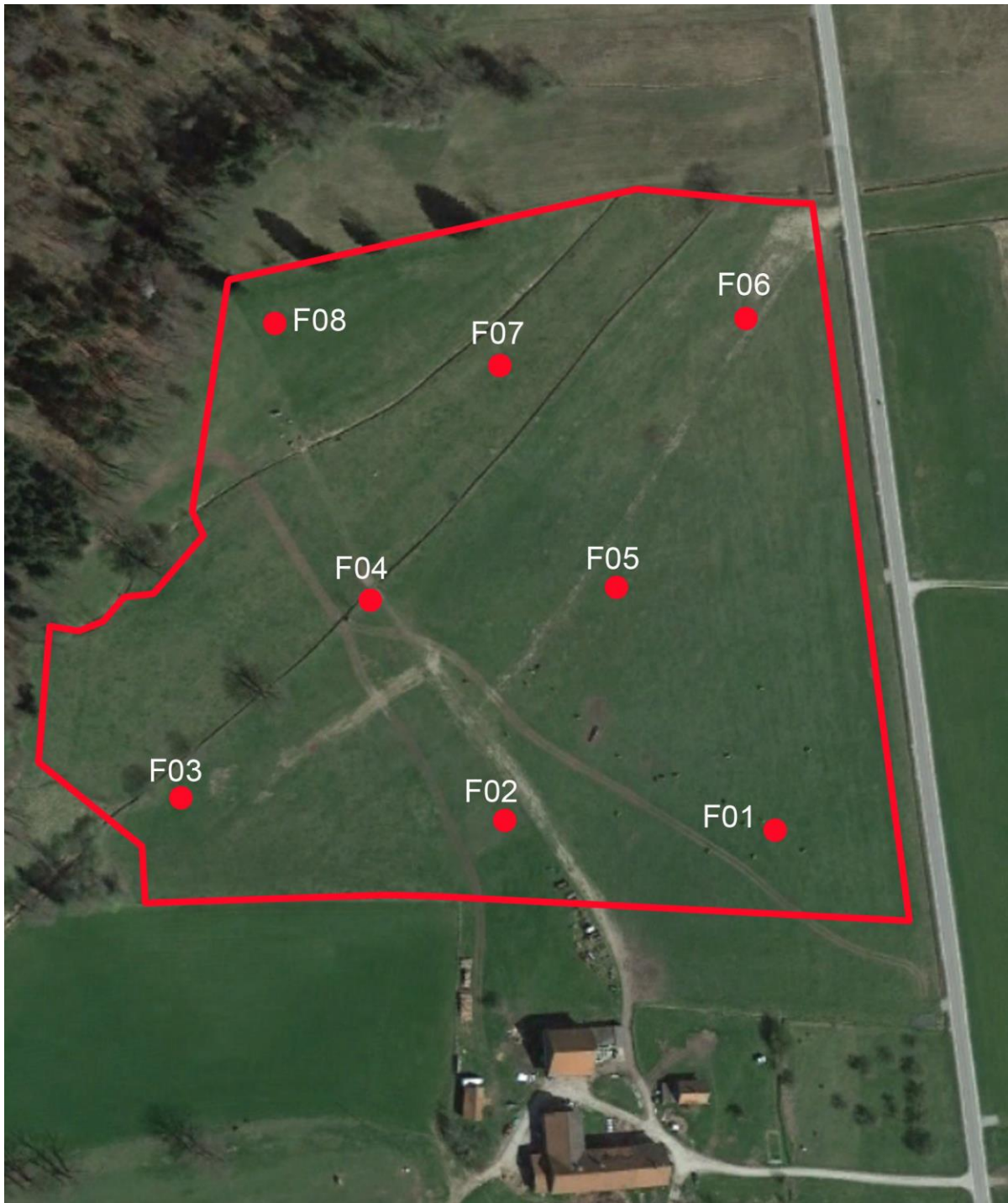
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de&dn=ifu_domain-geologie

Legende Geologische Karte

Geologische Haupteinheit

-  Künstlich verändertes Gelände
-  Anmoor, holozän
-  Niedermoortorf, holozän
-  Übergangsmoortorf, holozän
-  Hochmoortorf, holozän
-  Sinterkalkstein (Kalktuff), holozän
-  Jüngste Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 3)
-  Jüngere Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 2)
-  Flussschotter, alt- bis mittelholozän (Ältere bis mittlere Postglazialterrasse)
-  Talfüllung, polygenetisch, pleistozän bis holozän
-  Schmelzwasserschotter, spätwürmzeitlich (Spätglazialterrasse 1°1)
-  Schmelzwasserschotter, hochwürmzeitlich (Niederterrasse 3)
-  Kamesablagerung, würmzeitlich
-  Moräne (Till), würmzeitlich
-  Geschiebemergel (Till, matrixgestützt), würmzeitlich
-  Schottermoräne (Till, korngestützt), würmzeitlich
-  End- oder Seitenmoräne, feinkörnig (Till, matrixgestützt), würmzeitlich
-  End- oder Seitenmoräne, kiesig (Till, korngestützt), würmzeitlich
-  Schmelzwasserschotter, mindelzeitlich (Jüngerer Deckenschotter)
-  Obere Süßwassermolasse, Feinsediment-Sand-Wechselfolge
-  Obere Süßwassermolasse, Mergel-Sandstein-Wechselfolge
-  Obere Süßwassermolasse, Konglomerat

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.500



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

F01 – F08 = Ansatzpunkte der Sondierungen

An den Standorten der Sondierungen F01 und F08 wurden Schlitzsondierungen sowie Handschürfe, aus denen die Bodenproben für die chemische Analyse entnommen wurden, abgeteuft.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 47°49'59.14"N, 11° 3'21.12"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08
0,1	1	4	1	1	1	1	1	1
0,2	2	7	1	2	3	2	2	1
0,3	3	11	3	7	5	8	4	3
0,4	4	15	5	4	9	12	5	5
0,5	5	22	7	4	11	10	6	9
0,6	6	21	14	4	13	18	7	11
0,7	8	25	13	5	14	14	8	15
0,8	9	23	14	6	14	15	9	16
0,9	9	21	16	8	15	13	9	20
1,0	13	31	18	13	18	20	11	27
1,1	14	31	21	15	20	19	10	50
1,2	12	32	24	5	21	22	8	50
1,3	12	33	27	19	24	23	8	
1,4	12		30	19	25	24	9	
1,5	10		36	18	25	22	7	
1,6	12		16	19	25	31	14	
1,7	10		17	19	26	20	7	
1,8	11		18	19	26	15	5	
1,9	13		19	19	30	13	16	
2,0	17		19	24	32	15	20	
2,1	21		20	28	36	15	22	
2,2	21		21	30		15	27	
2,3	23		21	30		17	27	
2,4	22		20	32		15	32	
2,5	17		18			15	30	
2,6	17		16			17	30	
2,7	20		15			20		
2,8	24		18			17		
2,9	31		17			13		
3,0	52		20			11		
3,1	45		22			13		
3,2			23			13		
3,3			26			13		
3,4			26			15		
3,5			34			16		
3,6			38			17		
3,7			40			19		
3,8						20		
3,9						19		
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.

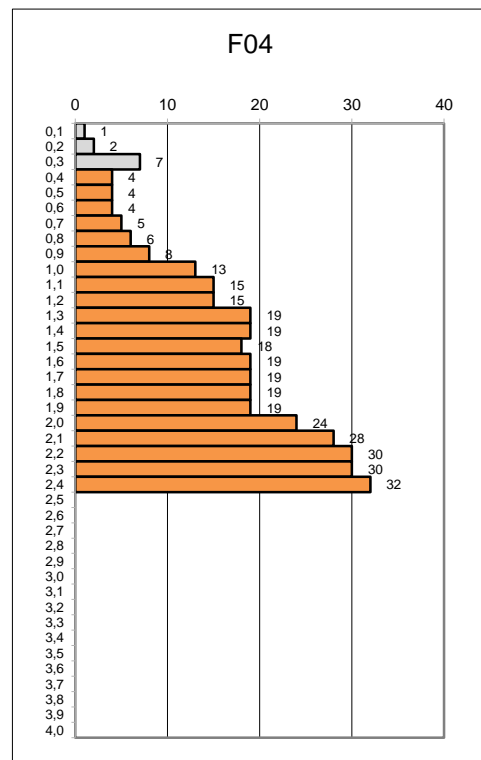
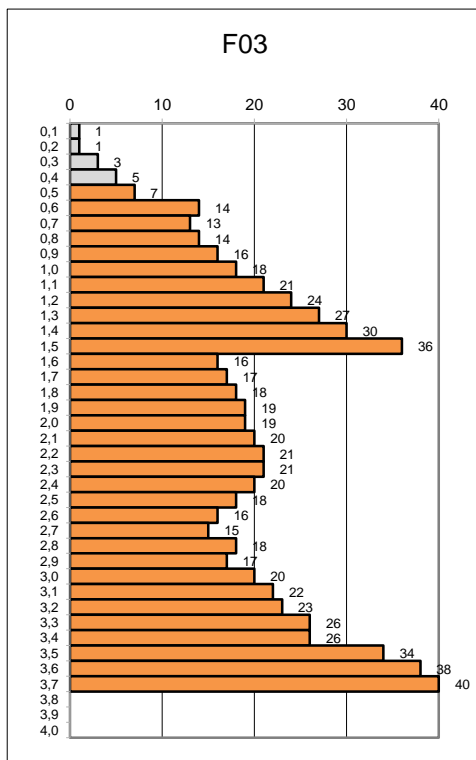
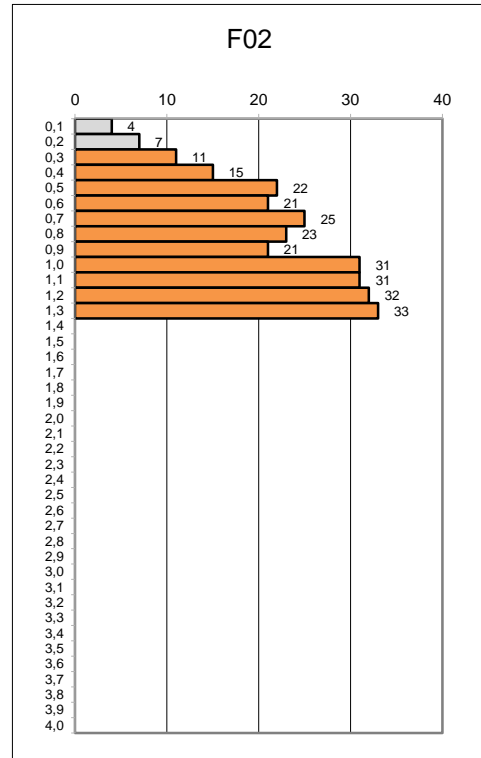
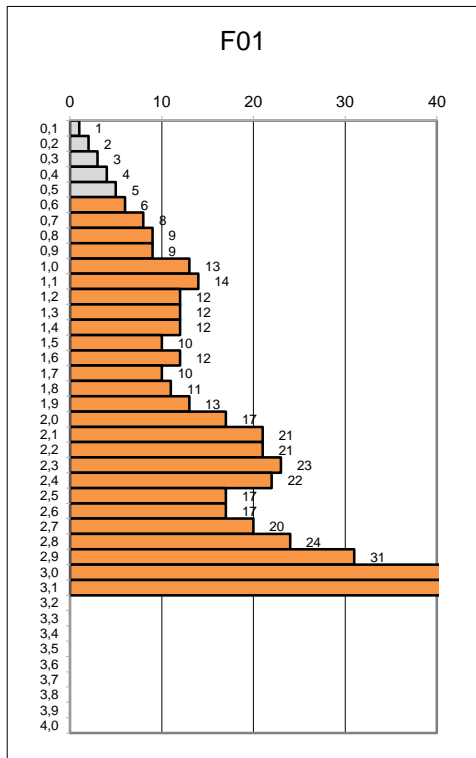
Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

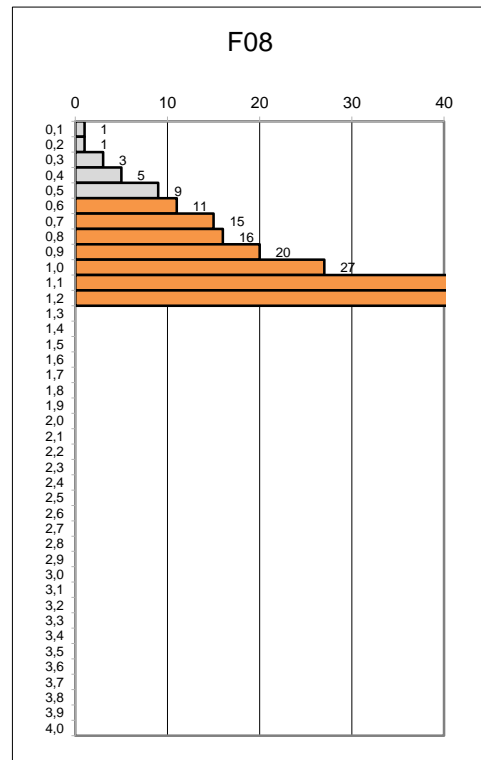
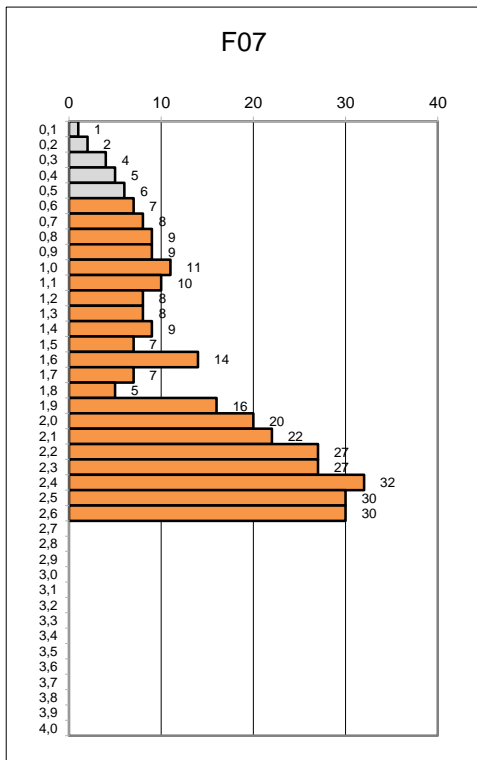
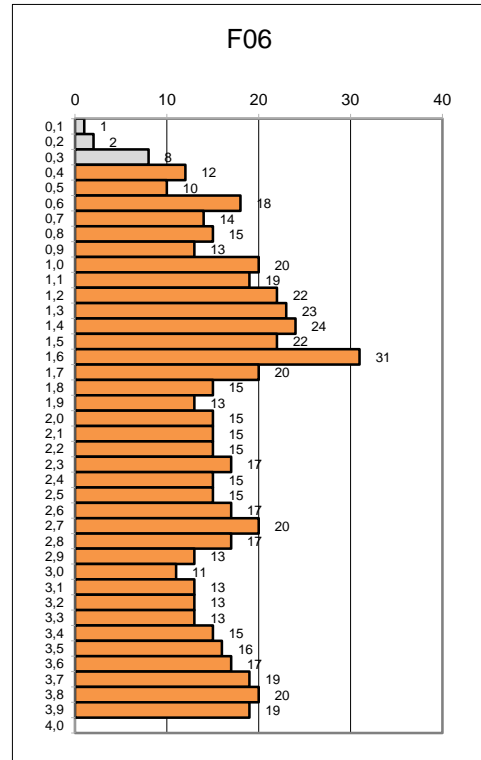
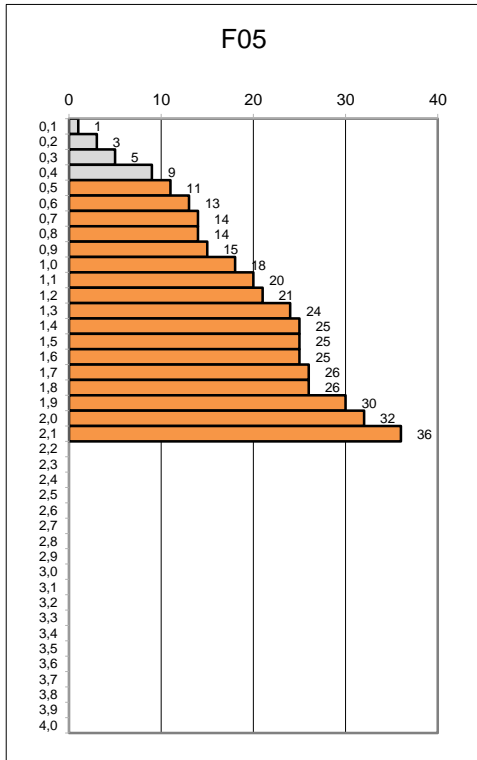
Schicht **S0** Oberboden

grau

Schicht **S1** Tallehm

orange





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

Schicht **S0**: Oberboden
(Ton, schluffig)
humos und dunkelbraun
Mächtigkeit: bis 0,5 m
Konsistenz: weich

Auf Grund der geringen Mächtigkeit werden keine Bodenkennwerte vergeben und es ist lediglich die Mächtigkeit des Oberbodens relevant für die Rammtiefenberechnung.

Schicht **S1**: Tallehm
(Ton, schwach kiesig, schluffig)
Unterhalb der Schicht **S0**
Farbe: braun
Konsistenz: steif, teilweise halbfest

Wichte 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
19,5	22,5	7	20	25	0,025

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

Bodenart	Bindiger Boden (Ton und Schluff)	Rolliger Boden (Sand und Kies)	Grob- körniger Boden (Kies und Steine)	Mischboden mit unter- schiedlichen Korngrößen	Fels (stark verwittert)	Fels (kom- pakt)	Boden künst- lich aufge- füllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	Schicht S0 und Schicht S1	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Rammpbarkeit	S0: Gut S1: Mittel - Gut						
Ramm- hindernisse vorhanden	Möglich innerhalb der Schicht S1						
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich	In max. 10 % der Fälle						
Boden korrosiv gegen verzinkten Stahl	Schicht S0: Siehe Anlage 5						
Grundwasser	Nicht angetroffen						
Hangneigung	ca. 5°						
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten	S1: Hor: gering Vert: gering S2: Hor: mittel Vert: mittel						
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.	Bei Nässe: Nicht befahrbar Bei Trockenheit: R: mittel K: gut						
Bewuchs	Gras						

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

Anlage 4 Fotodokumentation



Abbildung 1: Blick nach Westen und auf den Entwässerungsgraben



Abbildung 2: Blick Richtung Norden



Abbildung 3: Blick Richtung Osten



Abbildung 4: Blick Richtung Nordosten

Anlage 5 Chemische Laboruntersuchungen

Anlage 5.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben F01 Co, und F08 Co

F01 Co



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.: CMU23-004769-1

Datum: 20.06.2023

Auftrag Nr.: CMU-01376-23

Auftrag: Energiegenossenschaft Oberland Fendt Az23251F-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.



Quality of Life

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

Probeninformation

Probe Nr.	23-069407-01
Bezeichnung	F01 Co
Probenart	Boden
Probenahme	11.05.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	F.Göbl
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	15.05.2023
Untersuchungsbeginn	15.05.2023
Untersuchungsende	20.06.2023

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißeextrakt	25.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	23.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Fraktion > 5mm	59	g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	30.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	19.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißeextrakt

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	10.700	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	23-069407-01	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



Quality of Life

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

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	6,36		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)	18,8	°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

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	14.900	µg/l	Salzsausz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	358	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	1.100	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

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	2,9	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-069407-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	84	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	35,4	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlammung)	6,4		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	<1,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	3	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	7,17	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	0,2	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 Wießing,
 Sven Polenz,
 HRB 1953 AG Steinfurt



Quality of Life

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

Norm	Modifikation
DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	
DIN 4030-2 mod. (2008-06)	Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
DIN EN 15933 mod. (2012-11)	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	tr	
L-TS <2	L-TS <2	L-TS	Luftrockensubstanz	SalzsAu	SalzsAusz
OS <5	OS <5	n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)	sZ	
n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)	AL	WESSLING GmbH Altenberge	TS <5	TS <5
				n. b.	nicht bestimmbar
				*	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

F08 Co



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.: CMU23-004770-1

Datum: 20.06.2023

Auftrag Nr.: CMU-01376-23

Auftrag: Energiegenossenschaft Oberland Fendt Az23251F-2

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

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.	23-069407-02
Bezeichnung	F08 Co
Probenart	Boden
Probenahme	11.05.2023
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probennehmer	F.Göbl
Probengefäß	PE-Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	15.05.2023
Untersuchungsbeginn	15.05.2023
Untersuchungsende	20.06.2023

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	ja			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	25.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	23.05.2023			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	23-069407-02	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	19.05.2023			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	10.800	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	23-069407-02	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



Quality of Life

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

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,24		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,448	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	20,98	°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

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	19.300	µg/l	SalzsAusz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	191	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	1.100	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

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	3,8	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	23-069407-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	61	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	30,9	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlammung)	6,7		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	2,6	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	2,5	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	8,71	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



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	n. b.	nicht bestimmbar
				*	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

Anlage 5.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

F01 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:

23-069407-01

F01 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	84,0	Z ₁ = -4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	35,4	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		6,4	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	<1,2	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	3	Z ₆ = -2
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	2,9	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	7,2	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 43,8 Ω*m	Z ₂ = -2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = 0
(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=

-11
-11

Bewertungszahlsumme B₁=

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **III** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **hoch** (B₀= **-11**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **hoch** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **mittel** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **-11**)

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

Aichach
Ort

20.06.2023
Datum

C:Barroy
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

F08 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:

23-069407-02

F08 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	61,0	Z ₁ = -2
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	30,9	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		6,7	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	2,6	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	2,5	Z ₆ = -2
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	3,8	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	8,7	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 20,2 Ω*m	Z ₂ = -2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = 0
(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=

-9

Bewertungszahlsumme B₁=

-9

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **II** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **mittel** (B₀= **-9**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **mittel** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **gering** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **-9**)

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

Aichach
Ort

20.06.2023
Datum

C:Barroy
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrossiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenprobe F01°Co (Standort F01, Labornummer 23-069407-01) wird die Korrosionsbelastung als **hoch** eingestuft (Bodenklasse III, $B_0 = -11$).

Für die Bodenprobe F08°Co (Standort F08, Labornummer 23-069407-02) wird die Korrosionsbelastung als **mittel** eingestuft (Bodenklasse II, $B_0 = -9$).

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

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von verzinkten Stahlprofilen ist die Oberflächenkorrosion relevant, die in allen oben genannten Fällen mittel bis gering ist.

Damit sind normalerweise keine besonderen Vorkehrungen gegen korrosive Bedingungen erforderlich. Es wäre jedoch ratsam mit dem Stahlhersteller diese Werte 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

F01 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-01376-23	
Bauvorhaben: Fendt 23251F-2		Probe-Nr.: 23-069407-01	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: F01 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 11.05.2023	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Weide			
Ort, Datum:		Probennehmer: F. Göbl	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	358 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	1100 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	2,9 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 Ort	20.06.2023 Datum	C.Barroy Sachbearbeiter	

F08 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-01376-23
Bauvorhaben:	Fendt 23251F-2	Probe-Nr.:	23-069407-02
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen:	F08 Co	Entnahmetiefe:	
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum:	11.05.2023
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Weide			
Ort, Datum:		Probennehmer: F. Göbl	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	191 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	1100 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	3,8 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	20.06.2023	C:Barroy	 GmbH & Co. KG
Ort	Datum	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.