

Solarpark

Wiernsheim

Enzkreis, Baden-Württemberg

Deutschland

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

Auftraggeber

WPD onshore GmbH & Co. KG

Flößerstraße 60/3

D-74321 Bietigheim-Bissingen

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, Ralf Flötzer

Inhalt

- 1 Lage und Vorgang, geologische Situation
- 2 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 Karte Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.700
- 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 Chemische Laboruntersuchungen
- Anlage 4.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben COWH01 und COWH06
- Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929
- Anlage 5 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

1 Lage und Vorgang, geologische Situation

Die ConSoGeol GmbH&Co.KG wurde am 04.08.2021 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 27.05.2021 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 33/2021 (Geologische Feldaufnahme) und KW 34/2021 (Entnahme von Bodenproben und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebiets insgesamt 12 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2), 3 Sondierungen mit der Schlitzsonde und 2 Handschürfe zur Entnahme von Bodenproben durchgeführt.

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

Die geplante Photovoltaikanlage liegt ca. 900 m nördlich von Iptingen, einem Ortsteil von Wiernsheim. Sie liegt in einem kleinen Seitental des Kreuzbaches, welcher in Enzweihingen in die Enz mündet. Das Gelände ist nach Süden/Südosten geneigt. Im oberen Bereich beträgt die Neigung ca. 3-5°, nimmt zur Mitte hin auf ca. 8° zu und flacht im unteren Bereich auf ca. 2° ab. Zum Zeitpunkt der Feldarbeit wurde das Gelände landwirtschaftlich genutzt zum Getreide- und Gemüseanbau.

Geologisch gesehen ist das Gebiet Teil des Südwestdeutschen Schichtstufenlandes und liegt in den Oberen Gäuen. Der Untergrund besteht laut geologischer Karte (Anlage 1.3) aus den Gesteinen des oberen und mittleren Muschelkalks. Diese bestehen vor Allem aus Kalksteinen. Untergeordnet treten auch Tonmergelsteine und Dolomitsteine auf. Das Festgestein wird im Westen von Löss und im Süden von quartären Flusssedimenten überlagert.

Bei den Feldarbeiten wurde ein brauner bis hellbrauner Hanglehm (=Schicht **S1**) aus schluffigem, Ton angetroffen. Vereinzelt enthält er auch Kalksteinkiesel. Darunter befinden sich der Kalkstein des Muschelkalk (= Schicht **S3**). Dieser ist meist von grauer bis dunkelgrauer Farbe und nicht rammbar. Dazwischen befindet sich in vielen Fällen eine Schicht **S2**. Dieser Verwitterungshorizont besteht aus einem schluffigen Kies-Ton-Gemisch und ist von weißlich brauner Farbe.

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 sowie ZTV-Lsw 06 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 geramten Pfosten Messungen über die aufnehmbaren horizontalen und vertikalen Kräfte bzw. Momente durchgeführt wurden.

2 Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort

Das Untersuchungsgebiet wurde in seiner Gesamtausdehnung begangen und geologisch aufgenommen. An 12 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit WH01 – WH10) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. an den Positionen WH04 und WH05 wurden jeweils 2 Sondierungen in geringer Entfernung zueinander durchgeführt. An 3 Stellen (WH01, WH06 und WH09) wurden Bodenproben mittels der Schlitzsonde entnommen. An den Stellen WH01 und WH06 wurden zudem Handschürfe angelegt, aus denen weitere Bodenproben aus ca. 0,3 m Tiefe entnommen wurden, die hinsichtlich der Stahlaggressivität chemisch analysiert wurden (vergleiche Kapitel 5.2 und Anlage 4).

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 0,3 und 2,7 m durchgeführt, in der entweder ausreichend hohe Schlagzahlen erreicht oder undurchdringbare Rammhindernisse angetroffen 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:

Die oberste Schicht **S1** besteht aus einem braunen bis hellbraunen Hanglehm. Dieser besteht aus schluffigem Ton und enthält vereinzelt Kalkkiesel. Die Größe der Kiesel reicht dabei von einigen Millimetern bis ca. 10 cm. Der Hanglehm ist von steifer Konsistenz. Die Mächtigkeit variiert stark innerhalb des Feldes. Während sie im nördlichen Teil zwischen 0,1 und 0,4 m liegt, beträgt die Mächtigkeit der Schicht **S1** im südlichen Teil 1,3 – 1,9 m. Unterhalb des Hanglehms befindet sich der Verwitterungshorizont des Kalksteins (= Schicht **S2**). Dieser besteht aus einem weißlich braunem Ton-Kies-Gemisch mit schluffigen Anteilen. Wobei die Kiesel dunkelgraue Bruchstücke des darunter liegenden Kalksteins sind. Die Schicht **S2** ist von halbfester Konsistenz. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 0,1 und 0,8 m. Teilweise wurde auch die Felsoberkante direkt unterhalb des Hanglehms angetroffen. Der Fels im Untergrund des Feldes besteht aus grauem bis dunkelgrauem Kalkstein des Muschelkalk (= Schicht **S3**). Dieser wurde in einer Tiefe zwischen 0,3 m (Norden des Feldes) und 2,7 m (Süden des Feldes) angetroffen. Der Kalkstein ist nicht ohne Vorarbeiten rammpbar.

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

Im Rahmen der Feldarbeiten wurde kein Grundwasser angetroffen,

3 Bewertung der angetroffenen Böden

Die angetroffenen Böden eignen sich prinzipiell gut für die Gründung von Solaranlagen auf Rammpfosten. Jedoch sind auf Grund der häufig in geringer Tiefe vorhandenen Felsoberkante in vielen Fällen Vorbohrungen nötig.

Die Gründung erfolgt im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten **S1** (Hanglehm), **S2** (Verwitterungshorizont) und **S3** (Muschelkalk).

Die Schicht **S1** kann mit geringer Rammenergie durchörtert werden.

Die Schicht **S2** ist nur teilweise in nennenswerter Mächtigkeit vorhanden und benötigt meist mittlere Rammenergie zur Durchörterung.

Die Schicht **S3** (Fels) liegt in den meisten Teilen des Feldes im Gründungsniveau und fungiert als undurchdringbares Rammhindernis. Sie besitzt zwar sehr hohe Haltekräfte kann jedoch nicht ohne Vorbohren durchörtert werden. 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 5 entnommen werden. Bei der Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen sollte zwischen einer Rammtiefe beim Antreffen von Fels und einer Rammtiefe ohne Antreffen von Fels unterschieden 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 5 zu entnehmen.

Die Ausgangswerte für die Ermittlung der Rammtiefe sind ebenfalls in der Anlage 5 dokumentiert.

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

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

5 Hinweise

5.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte

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

Gleiches gilt für die ursprünglich durch den Rammvorgang aufgelockerte Grenzschicht des Bodens zum Profil hin. Auch diese konsolidiert durch Kornumlagerung in den ersten Monaten nach Herstellung der Gründungsprofile gegenüber dem Zustand unmittelbar nach Einrammen. Dabei legen sich ursprünglich verdrängte Bodenpartikel wieder unmittelbar an die Metalloberfläche an und verbessern die Kräfteinleitung 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 WH01 und WH06 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben COWH01 und COWH06 entnommen, die hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung nach DIN 50929 Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) chemisch analysiert wurden.

Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 4 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 Schicht 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 GmbH&Co. KG für eine Planung und Durchführung solcher Versuche zum Erreichen interpretationsfähiger Ergebnisse unerlässlich.

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

5.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen

Auf dem gesamten Feld ist mit dem Antreffen der Felsoberkante der Schicht S3 (Muschelkalk) zu rechnen. Im Süden liegt diese teilweise unterhalb des Gründungsniveaus im Norden jedoch sehr oberflächennah.

Falls nicht durchstoßbare Rammhindernisse, z. B. in Form der Felsoberkante, 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

- das Hindernis auszugraben (Im Fall größerer Steine)
- oder das Hindernis zu durchbohren und der Pfosten in das mit Bohrklein, Kies oder Sand verfüllte Bohrloch neu zu rammen. Nähere Informationen zu Vorbohrungen siehe unten.

M1 Vorbohrungen

M1.1 Durchmesser der Bohrlöcher

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

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

M1.2 Tiefe der Bohrlöcher

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

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.

Dieser Unterbau muss mit einer Drainage versehen werden, über die eine Entwässerung versickernden Niederschlagswassers in Richtung des natürlichen Gefälles erfolgen kann.

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 abzuschleppen 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 Abschleppen 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 09.09.2021

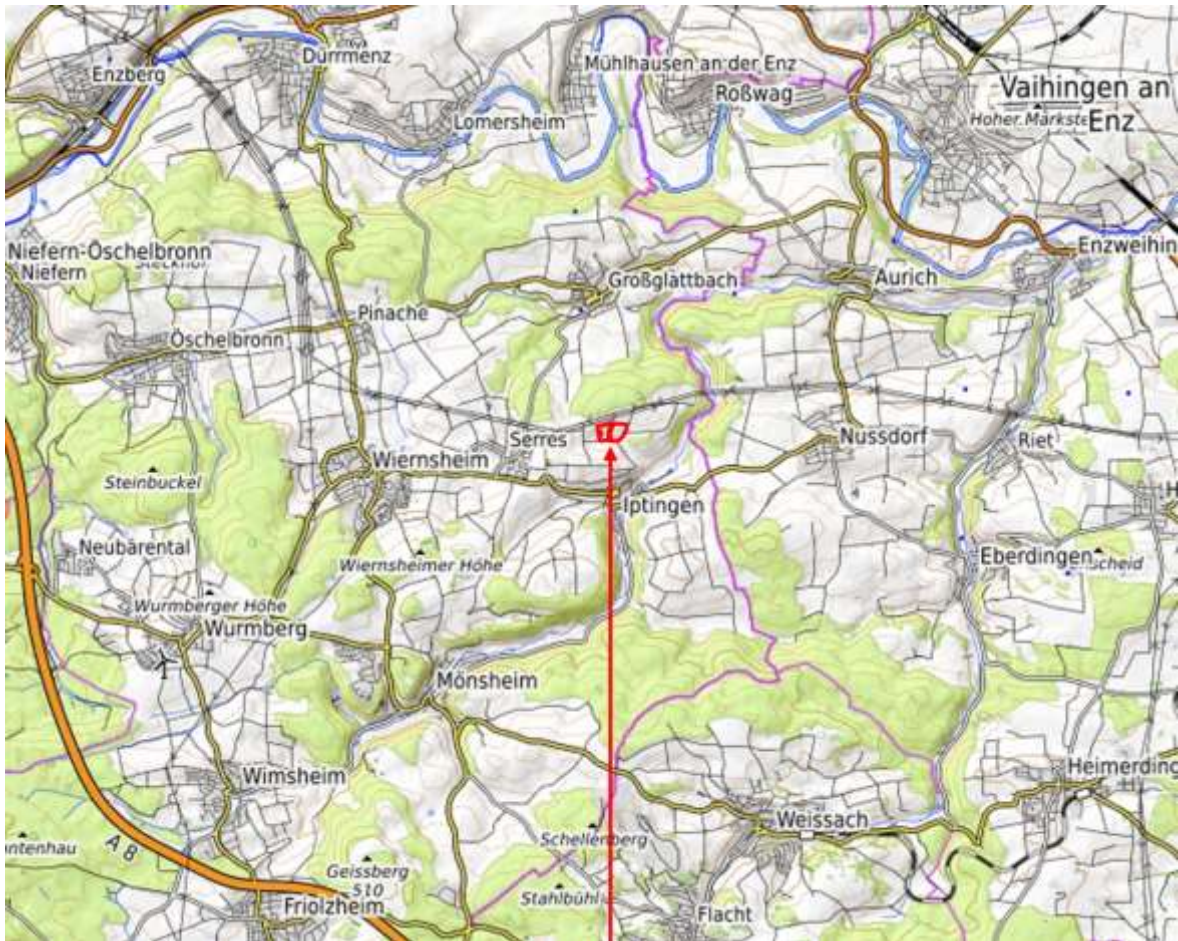


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

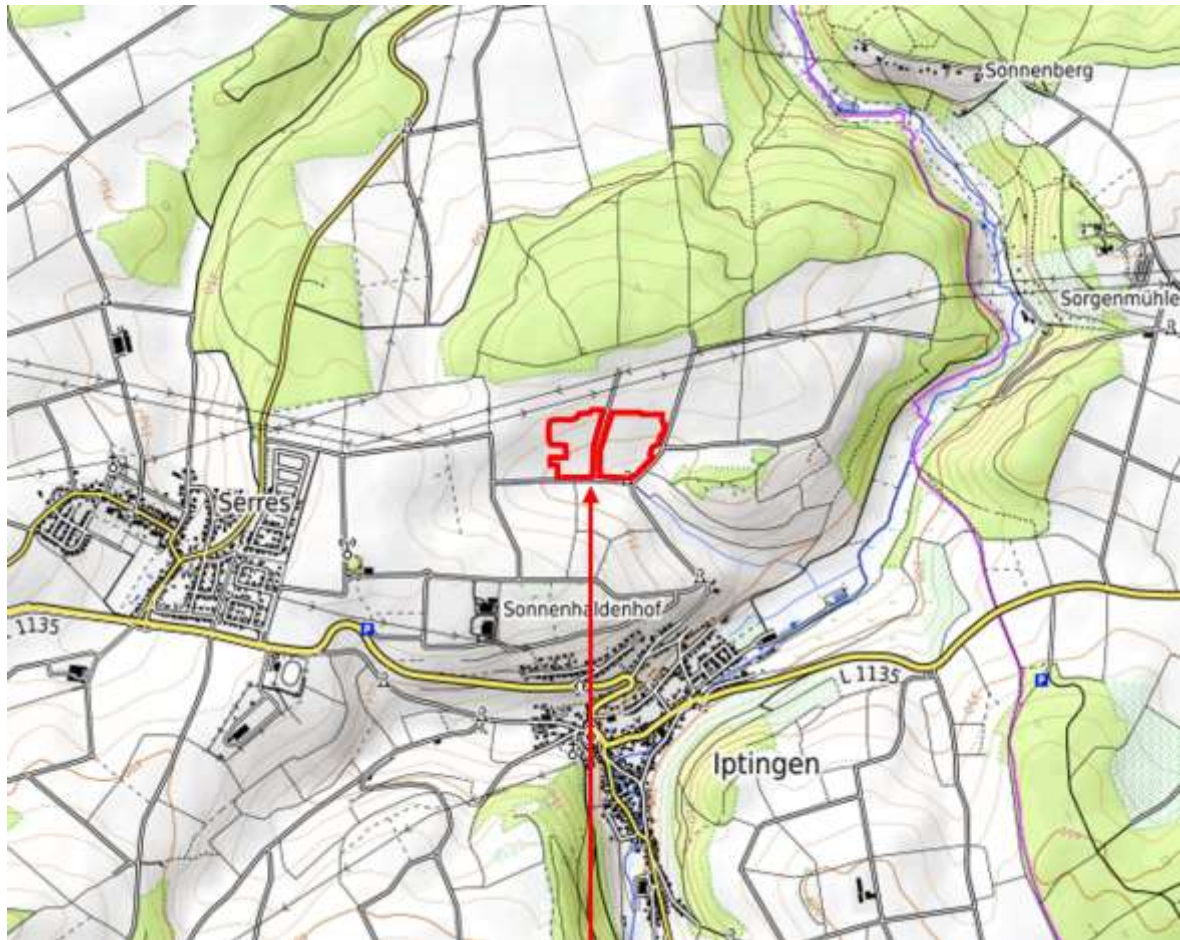
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

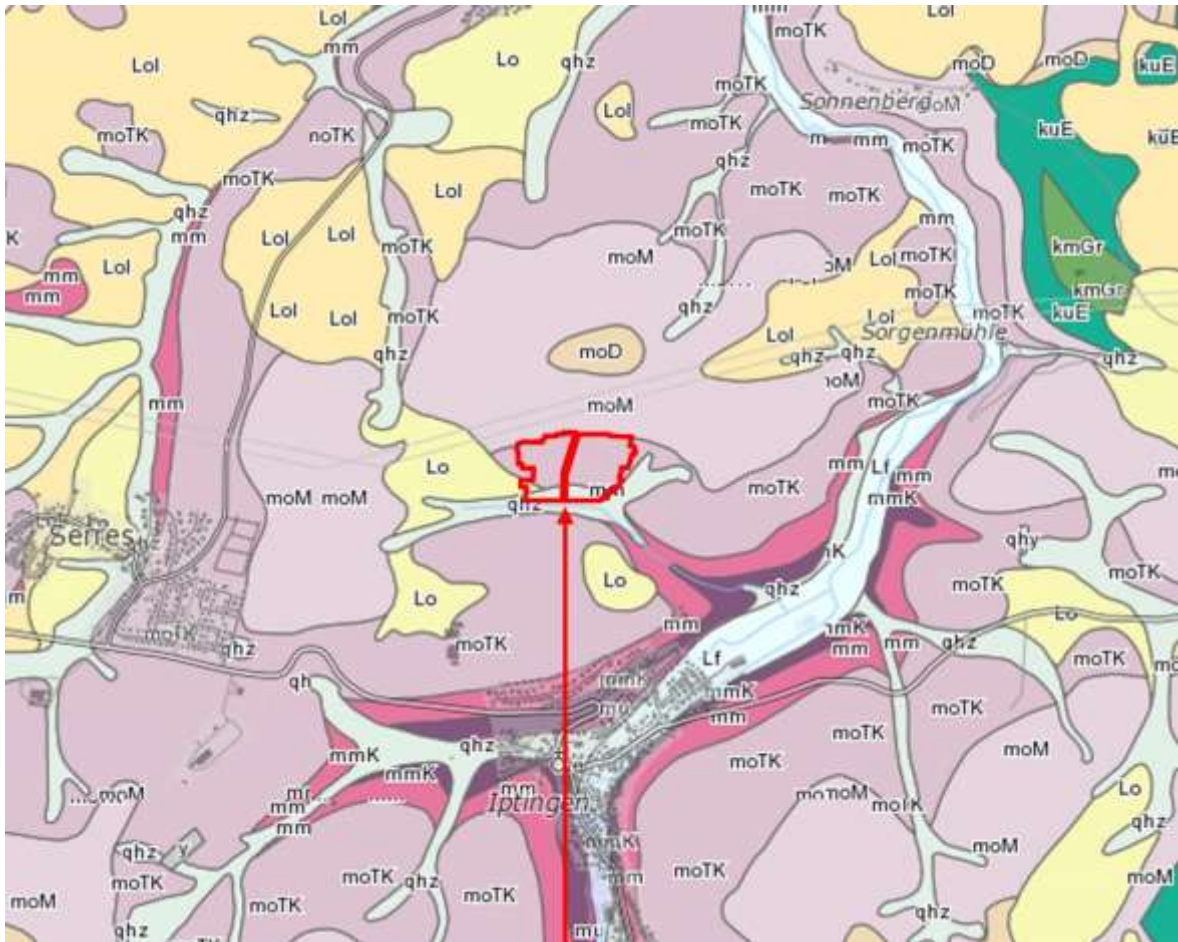
Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



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: © <https://maps.lgrb-bw.de/>

Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Legende Geologische Karte

	<i>Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)</i>
	<i>Anthropogen verändertes Gelände (y)</i>
	<i>Lösslehm (Lol)</i>
	<i>Löss (Lo)</i>
	<i>Holozäne Abschwemmmassen (qhz)</i>
	<i>Auenlehm (Lf)</i>
	<i>Grabfeld-Formation (Gipskeuper) (kmGr)</i>
	<i>Erfurt-Formation (Lettenkeuper) (kuE)</i>
	<i>Trigonodusdolomit (moD)</i>
	<i>Meißner-Formation (moM)</i>
	<i>Trochitenkalk-Formation (moTK)</i>
	<i>Mittlerer Muschelkalk (mm)</i>
	<i>Karlstadt-Formation (mmK)</i>

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.700



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

WH01 – WH10 = Ansatzpunkte der Sondierungen

Farbkodierung nach angetroffener Felstiefe:

Gelb: unter 1,0 m

Grün: 1,0 – 2,0 m

Blau: über 2,0 m

An den Standorten der Sondierungen WH01, WH06 und WH09 Bodenproben mittel Schlitzsonde entnommen.

An den Punkten WH01 und WH06 wurden Bodenproben aus Handschürfen zur chemischen Analyse entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 48°53'45.75"N 08°53'51.65"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	WH01	WH02	WH03	WH04	WH4B	WH05	WH5B
0,1	1	1	1	1	1	1	2
0,2	2	2	3	11	13	4	5
0,3	3	3	11	100	25	18	36
0,4	3	6	15		32	100	100
0,5	4	3	19		100		
0,6	4	4	35				
0,7	4	4	38				
0,8	4	4	34				
0,9	5	4					
1,0	4	6					
1,1	7	7					
1,2	7	7					
1,3	6	6					
1,4	6	9					
1,5	6	10					
1,6	6	11					
1,7	6	9					
1,8	8	23					
1,9	12	100					
2,0	17						
2,1	26						
2,2	28						
2,3	30						
2,4	18						
2,5	20						
2,6	18						
2,7	100						
2,8							
2,9							
3,0							

Tiefe m	WH06	WH07	WH08	WH09	WH10
0,1	1	1	1	2	1
0,2	4	3	2	3	2
0,3	6	14	3	6	3
0,4	3	19	3	6	3
0,5	12	34	3	6	3
0,6	11	58	5	5	4
0,7	31	100	5	6	4
0,8	31		5	4	4
0,9	35		5	5	4
1,0			5	6	5
1,1			5	6	4
1,2			4	7	5
1,3			6	5	8
1,4			5	100	10
1,5			6		9
1,6			6		9
1,7			7		9
1,8			9		11
1,9			12		13
2,0			15		21
2,1			20		25
2,2			25		28
2,3			30		33
2,4			34		36
2,5			40		36
2,6					
2,7					
2,8					
2,9					
3,0					

Anlage 2.2 Rammdiagramme

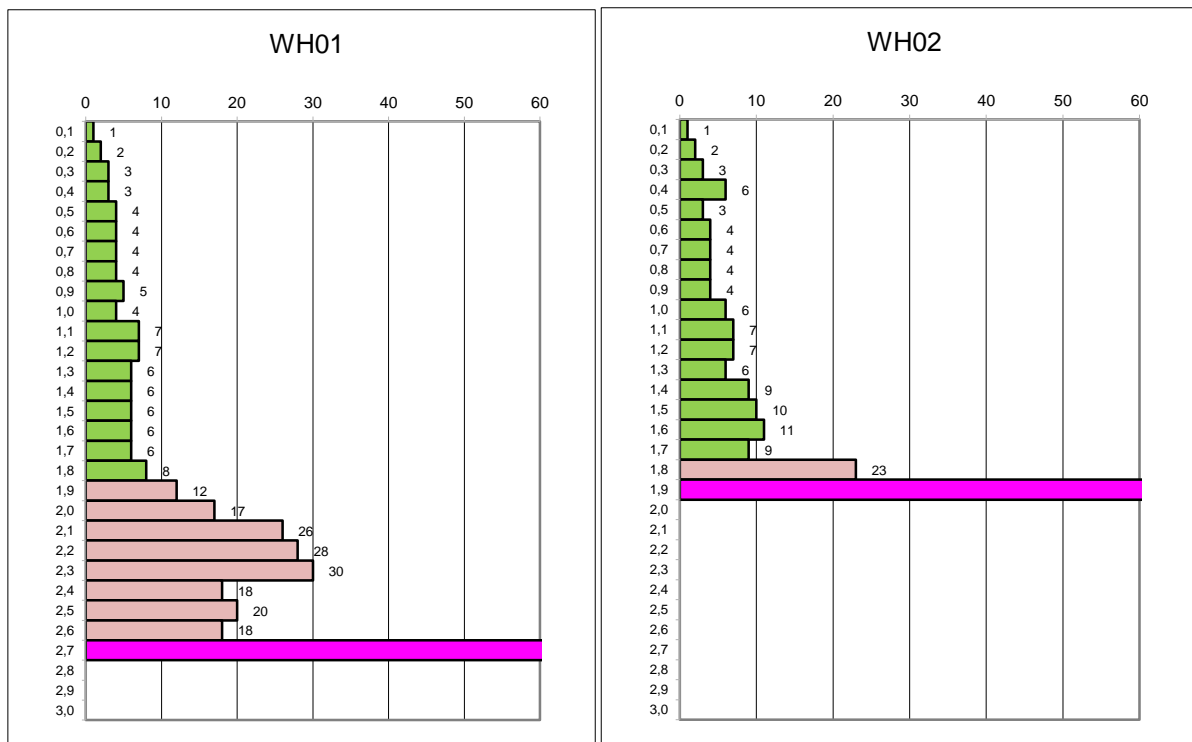
Sonde DPL-5

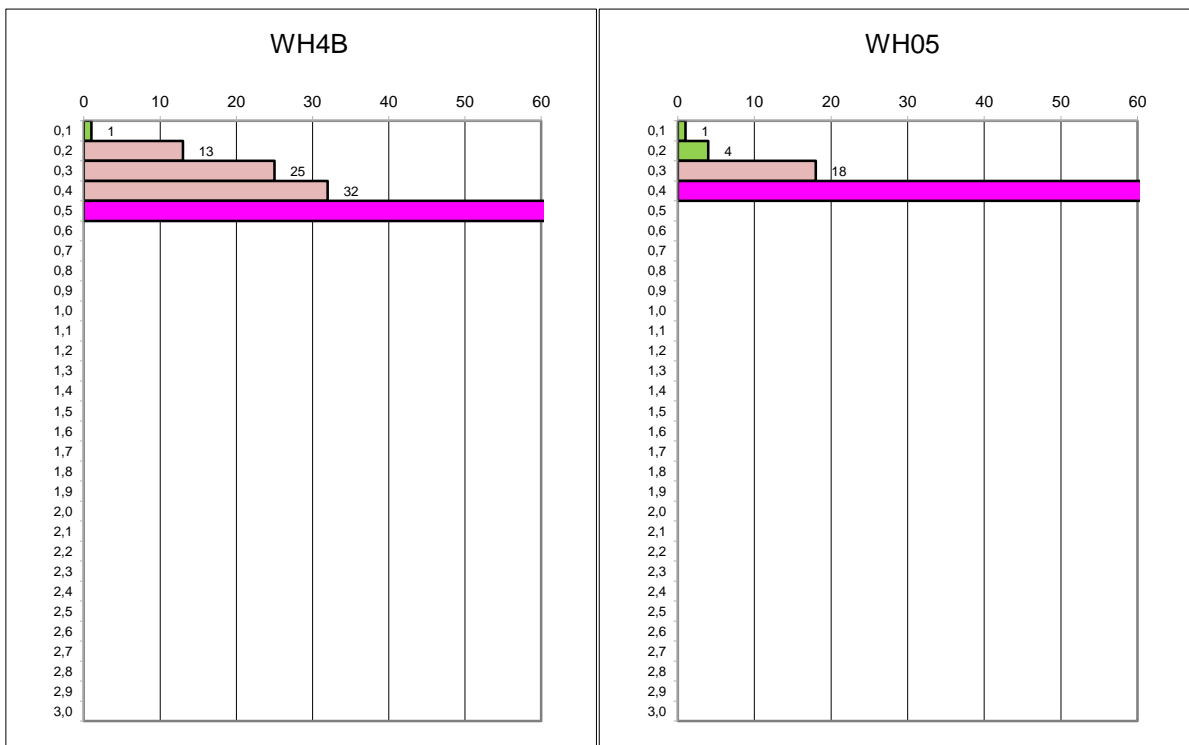
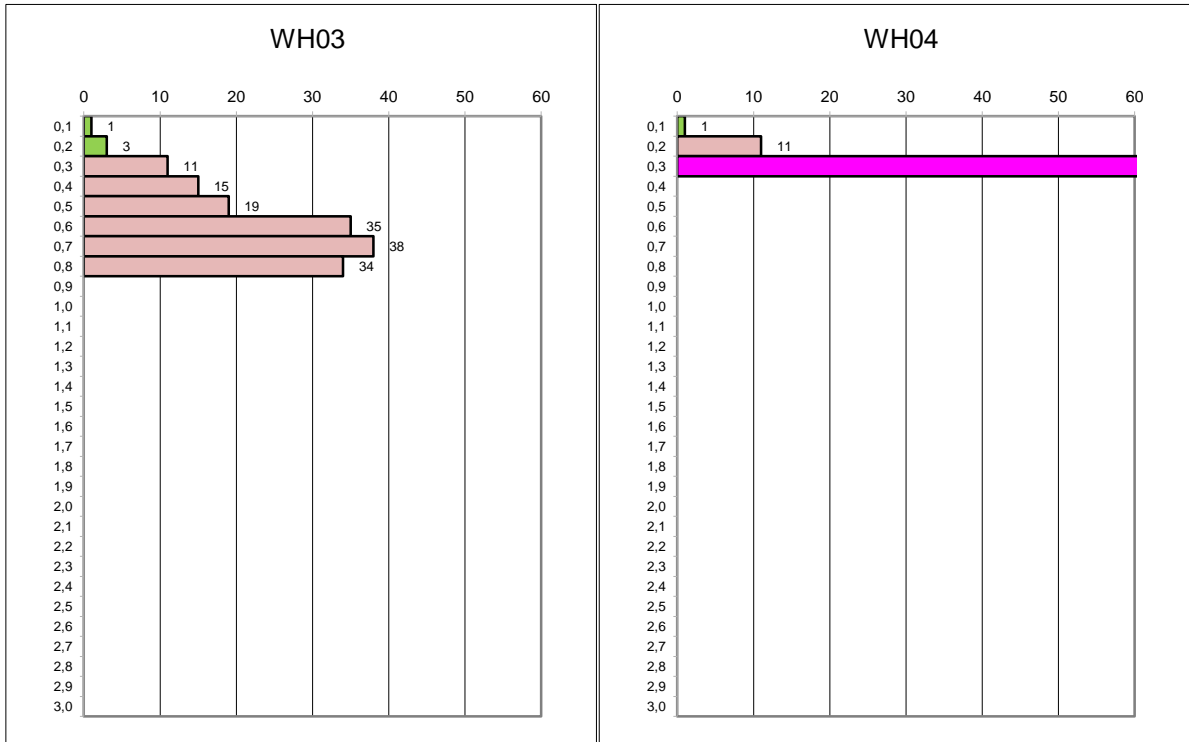
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

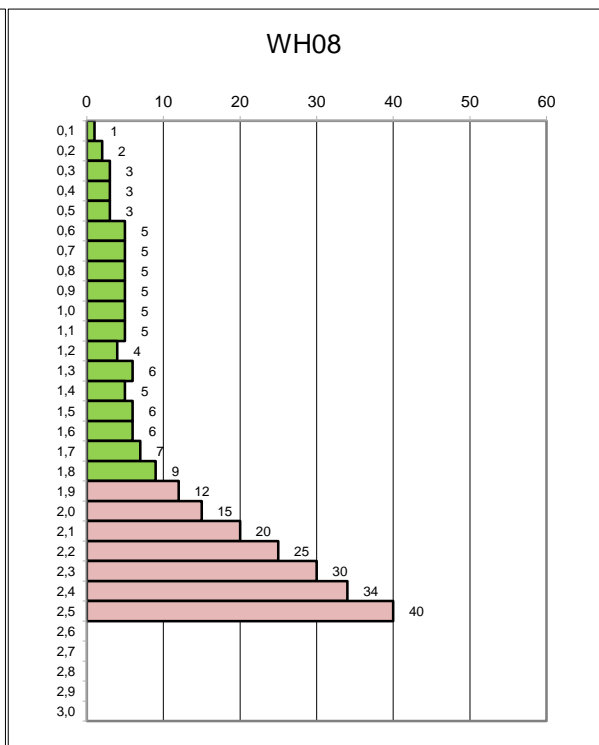
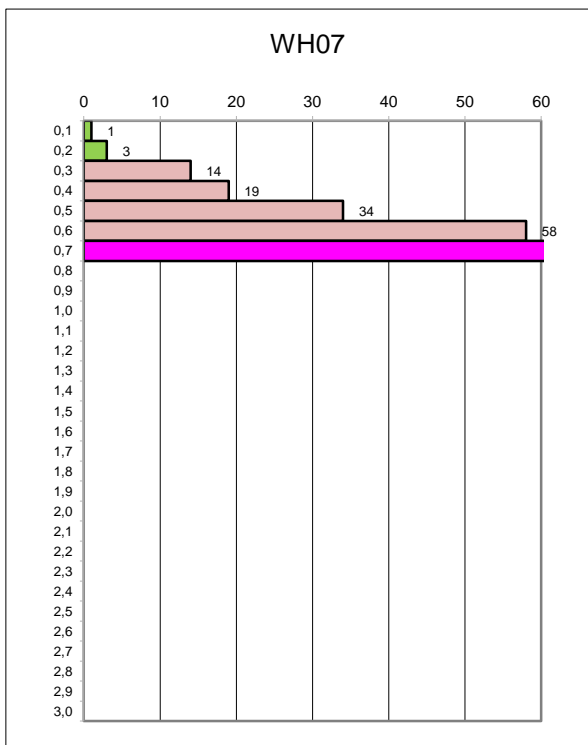
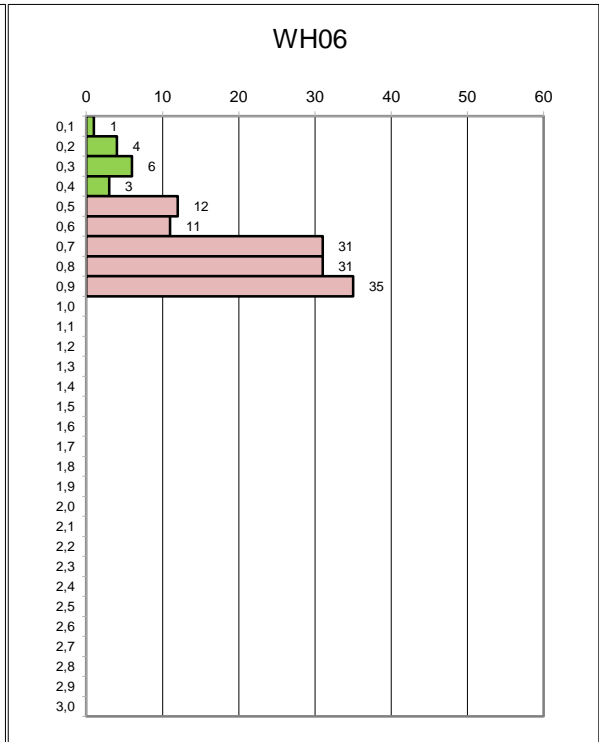
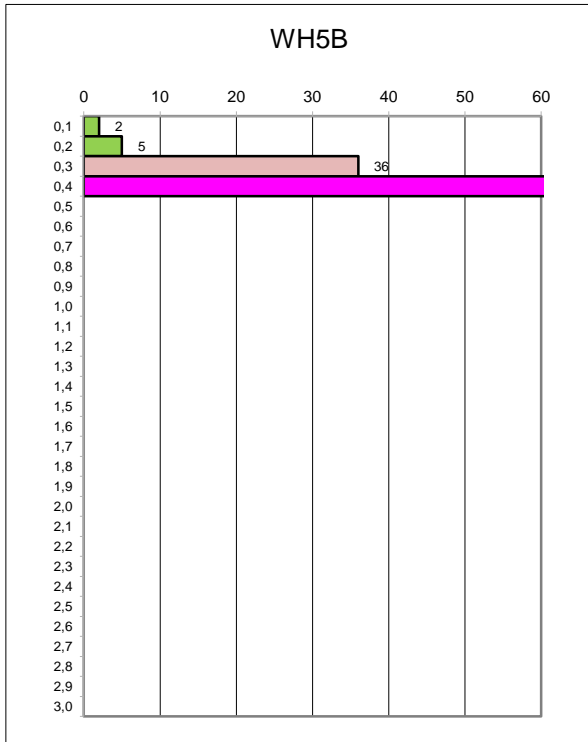
- Fall A Die Sondierung wurde deutlich tiefer als die spätere Gründung geführt. Das heißt, dass kein Rammhindernis für den Pfosten an dieser Stelle zu erwarten ist. Die notwendige Gründungstiefe wird für diesen Boden berechnet.
- Fall B Die Sondierung endet plötzlich mit einem hohen Rammwiderstand in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

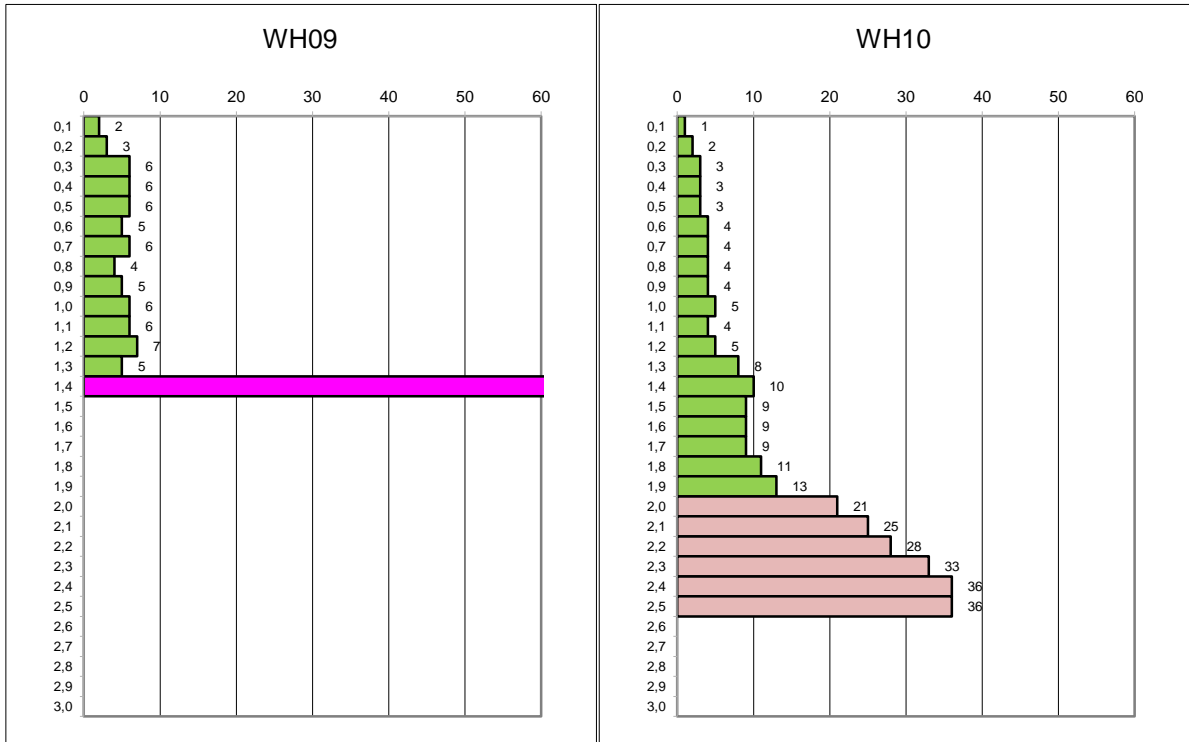
Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

- Schicht **S1** Hanglehm
- Schicht **S2** Verwitterungshorizont
- Schicht **S3** Muschelkalk









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

Schicht **S1**: Hanglehm
 (Ton, schluffig, vereinzelt Kalkkiesel)

Farbe: braun bis hellbraun

Mächtigkeit 0,1 m im Norden, bis > 2,0 m im Süden

Konsistenz: steif

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
19,0	17,5	10	15	12	0,015

Der Boden entspricht der Bodenklasse 4 / 5 (nach DIN 18300-2012).

Schicht **S2**: Verwitterungshorizont
 (Ton-Kies-Gemisch, schluffig)

Farbe: weißlich braun

stellenweise nicht vorhanden, ansonsten bis zu 0,8 m mächtig

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
21,0	27,5	3	25	20	0,025

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

Schicht **S3**: Muschelkalk
 (Kalkstein)

Harter Fels, nicht rammbar

Farbe: grau dunkelgrau

In einer Tiefe von 0,3 – 2,7 m angetroffen

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
26,5	> 45°	> 25	45	40	0,045

Der Boden entspricht der Bodenklasse 7 (nach DIN 18300-2012).

Bodenart	Bindiger Boden (Ton und Schluff)	Rolliger Boden (Sand und Kies)	Grob-körniger Boden (Kies und Steine)	Mischboden mit unterschiedlichen Korngrößen	Fels (stark verwittert)	Fels (kompakt)	Boden künstlich aufgefüllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	Schicht S1 an der Oberfläche	n.v.	n.v.	Schicht S2 im Untergrund (teilweise n.v.)	n.v.	Schicht S3 aus Kalkstein, im Süden teilweise unterhalb Gründungsniveau	n.v.
Rammpbarkeit	Gut			Mittel		Nicht rammpbar	
Rammhindernisse vorhanden	Nein			Felsoberkante darunter		Felsoberkante	
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich	Nein			Bei Erreichen der Felsoberkante		Ja	
Grundwasser	Nicht angetroffen			Nicht angetroffen		Nicht angetroffen	
Hangneigung	2 – 8°						
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten	Hor: Gering bis mittel Vert: Gering			Hor: mittel Vert: mittel		Hor: hoch Vert: sehr hoch	
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.	R: gut K: gut						
Bewuchs	Feldfrüchte						

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

Anlage 4 Chemische Laboruntersuchungen

Anlage 4.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben COWH01 und COWH06

COWH01:

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



WESSLING GmbH
Forstenrieder Straße 8-14 · 82061 Neuried
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

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

Geschäftsfeld Wasser
Ansprechpartner K. Schratz
Durchwahl +49 89 826669 54
E-Mail Katharina.Schratz@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU21-016197-1

Datum: 29.09.2021

Dieser Prüfbericht ersetzt Prüfbericht CMU21-015075-1 vom 27.09.21.

Grund: Korrektur des Prüfumfanges

Auftrag Nr.: CMU-04576-21

Auftrag: WPD Wiemsheim AZ 21632-6

Katharina Schratz
Sachverständige Umwelt und Wasser
M.Sc. Umwelplanung und Ingenieurokologie

Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugewisse weitergegeben werden.
Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer
Felix Wessling
Marek Hölzer
HRB 1950 AG Steinfurt

Probeninformation

Probe Nr.	21-148175-01
Bezeichnung	COWH01
Probenart	Boden
Proben-ID	01629883058414
Probenahme	24.08.2021
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	F.Mayr
Probengefäß	Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	27.08.2021
Untersuchungsbeginn	27.08.2021
Untersuchungsende	27.09.2021

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	21-148175-01	Einheit	Bezug	Methode	a5
Sulfid (S)	<0,2	mg/kg	L-T5	DIN 38405-27 (D27) (2017-10)	*
Abschlämmbare Stoffe	77,13	Gew%	CS	DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)	*
pH-Wert	7,7			DIN ISO 10390 (2005-12)	*
Trockenrückstand	79,2	Gew%	CS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Wassergehalt	21,6	Gew%	CS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Säurekapazität, pH 4,3	23,6	mmol/kg		H. Stenrot/DVGW (1996)	*
Basekapazität, pH 7,0	<0,10	mmol/kg		H. Stenrot/DVGW (1996)	*

im H2O-Extrakt C

	21-148175-01	Einheit	Bezug	Methode	a5
Chlorid (Cl)	0,33	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	*
Sulfat (SO4)	0,09	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	*

im HCl-Extrakt B

	21-148175-01	Einheit	Bezug	Methode	a5
Sulfat (SO4)	510	mg/kg	L-T5	DIN ISO 22036 (2009-06)	*

21-148175-01

Kommentar der Ergebnisse:

*Sulfat, HCl-löslich (ber. als SO4): 5,3 mmol/kg

Legende

Probenliste dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Protokolle.

Geschäftsführer:
Felix Wessling
Mark Hölze
HRB 1953 AG Bielefeld

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



WESSLING

Quality of Life

WESSLING GmbH
Forstenrieder Straße 8-14 · 82061 Neuried
www.wessling.de

as ausführender Standort
• Kooperationspartner

L-TS Lufttrockensubstanz

OS Originalsubstanz

Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht ausgewiesene vervielfältigt werden.
Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Wessling,
Mark Hölzer,
HRB 1953 AG Stierfurt

COWH06:

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



WESSLING GmbH
Forstenrieder Straße 8-14 · 82061 Neuried
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

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

Geschäftsbild: Wasser
Ansprechpartner: K. Schratz
Durchwahl: +49 89 829909 54
E-Mail: Katharina.Schratz@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU21-016198-1

Datum: 29.09.2021

Dieser Prüfbericht ersetzt Prüfbericht CMU21-015976-1 vom 27.09.21.

Grund: Korrektur des Prüfumfanges

Auftrag Nr.: CMU-04576-21

Auftrag: WPD Wiernsheim AZ 21632-6

Katharina Schratz
Sachverständige Umwelt und Wasser
M. Sc. Umweltplanung und Ingenieurokologie

Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugewisse vervielfältigt werden.
Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Probestücke.

Geschäftsführer:
Florian Wessling
Marko Hölzer
HRS 1953 AG Steinfurt

Probeninformation

Probe Nr.	21-148175-02
Bezeichnung	COWH06
Probenart	Boden
Proben-ID	11629883058414
Probenahme	24.08.2021
Probenahme durch	Auftraggeber
Probennehmer	F.Mayr
Probengefäß	Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	27.08.2021
Untersuchungsbeginn	27.08.2021
Untersuchungsende	27.09.2021

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	21-148175-02	Einheit	Bezug	Methode	a5
Sulfid (S)	<0,2	mg/kg	L-T5	DIN 38405-27 (D27) (2017-10)	*
Abschlämmbare Stoffe	86,65	Gew%	CS	DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)	*
pH-Wert	8,0			DIN ISO 10390 (2005-12)	*
Trockenrückstand	78,0	Gew%	CS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Wassergehalt	22,1	Gew%	CS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Säurekapazität, pH 4,3	35,2	mmol/kg		H. Steinhilber/DVGW (1996)	*
Basekapazität, pH 7,0	<0,10	mmol/kg		H. Steinhilber/DVGW (1996)	*

im H2O-Extrakt C

	21-148175-02	Einheit	Bezug	Methode	a5
Chlorid (Cl)	0,20	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	*
Sulfat (SO4)	0,19	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	*

im HCl-Extrakt B

	21-148175-02	Einheit	Bezug	Methode	a5
Sulfat (SO4)	840	mg/kg	L-T5	DIN ISO 22036 (2009-06)	*

21-148175-02

Kommentar der Ergebnisse:

*Sulfat, HCl-löslich (ber. als SO4): 8,7 mmol/kg

Legende

Probenliste dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Protokolle.

Geschäftsführer:
 Florian Wessling
 Hans-Hilke
 HRB 1953 AG Bielefeld

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



WESSLING

Quality of Life

WESSLING GmbH
Forstenrieder Straße 8-14 · 82061 Neuried
www.wessling.de

■ S ausführender Standort
• Kooperationspartner

L-TS Luftrockensubstanz

OS Originalsubstanz

Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Wessling,
Marc Hötzel
HRB 1953 AG Steintal

Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

COWH01:

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:	21-148175-01	COWH01	
Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	77,13 nein	Z ₁ = -2
(3) Wassergehalt	Ma%	21,6	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		7,7	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	23,6	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	<0,10	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	<0,2	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr. mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg mmol/kg mmol/kg	0,51 0,33 0,09	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	5,30	Z ₈ = -2


Örtliche Gegebenheiten:		Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	30,79 Ω*m	Z ₂ = -2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser		Z ₁₀ = 0
(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 B ₀ =	-7
Bewertungszahlsumme B ₁ =	-7

Einschätzung/Beurteilung:
 Der Boden ist in die Bodenklasse **II** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **mittel**.
 (B₀= **-7**)
 Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **mittel** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **gering** bezüglich der Flächenkorrosion.
 (B₁= **-7**)

Die o.g. Auswertung bezieht sich vor allem auf die o.g. Analysenwerte.

Aichach 29.09.2021 C.Barroy
 Ort Datum Sachbearbeiter



COWH06:

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:

21-148175-02

COWH06

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	86,85	Z ₁ = -4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	22,1	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		8,0	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	35,2	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	<0,10	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	<0,2	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr. mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	0,58	Z ₉ = 0
	mmol/kg	0,20	
	mmol/kg	0,19	
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	8,70	Z ₈ = -2

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 46,43 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 o.g. Analysenwerte.



Aichach
Ort

29.09.2021
Datum

C.Barroy
Sachbearbeiter

GmbH & Co.KG

Bewertung stahlkorrosiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenproben COWH01 (Labornummer 21-148175-01) und COWH06 (Labornummer 21-148175-02) wird die Korrosionsbelastung als **mittel** eingestuft (COWH01: Bodenklasse II, $B_0 = -7$; COWH06: 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 **gering**, bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion gegenüber unlegierten bzw. niedrig legierten Eisenwerkstoffen ergibt sich die Einstufung **mittel**.

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von verzinkten Stahlprofilen ist nur die Oberflächenkorrosion relevant, die hier **gering** ist. Damit sind normalerweise keine besonderen Vorkehrungen gegen korrosive Bedingungen erforderlich.

Lediglich bei einer 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.

Unsere obige Bewertung stützt sich vor allem auf die Ergebnisse der chemischen Analysen.

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 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.