

**Solarpark**

**Dietlingen**

**Landkreis Waldshut, Baden-Württemberg**

**Deutschland**

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

**Auftraggeber**

Energiedienst AG

Postfach 12 50

D-79720 Laufenburg

**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](mailto:info@consogeol.com)

Bearbeiter

Robert Hurler, Dorothea Große Middeldorf

## **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 Karte Maßstab 1 : 100.000
  - Anlage 1.4    Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.250
- 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 Bodenprobe D1 Co
  - 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 16.05.2022 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 20.04.2022 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 26/2022 (Entnahme von Bodenproben, geologische Feldaufnahme und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebiets insgesamt 6 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2), 1 Sondierung mit der Schlitzsonde und 1 Handschurf 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 Photovoltaik-Anlage liegt ca. 400 m südlich von Dietlingen an einem Hang. Die Kapellenstraße verläuft südöstlich und ein Wirtschaftsweg nördlich der Fläche. Der Flunischbach befindet sich ca. 150 m westlich des Untersuchungsgebiets.

Die Untersuchungsfläche ist Grasland und mit ca. 11° nach Süden bis Südosten geneigt, vereinzelt können auch Neigungen von bis zu 15° auftreten. Im Nordosten der Fläche befindet sich eine Abflussrinne und zudem Hinweise auf Bodenfließen.

Geographisch gesehen liegt das Gebiet im Hochrheingebiet. Geologisch gesehen im südlichen Bereich des Süddeutschen Schichtstufenlands, in welchem Gesteine des Unteren Muschelkalks anstehen. Diese wurden in der Trias in mariner Fazies abgelagert, wobei im Beckeninneren vor allem Kalksteine und zu den Rändern hin die Gesteine mergeliger und dolomitischer werden. Die geologische Karte (Anl. 1.3) weist im Untersuchungsgebiet nur ungegliederte Gesteine des Unteren Muschelkalks aus, welche aus mikritischem Kalkstein, grauem Ton- und Kalkmergelstein oder mikritischem Dolomitstein bestehen und wellig-flaserig geschichtet sind. Südwestlich der Fläche werden diese von holozänen Abschwemmmassen überdeckt.

Bei den Feldarbeiten wurde unter einer geringmächtigen Humusdecke Hangschutt (= Schicht **S1**) angetroffen, der tiefer in den Verwitterungshorizont des Tonmergelsteins (= Schicht **S2**) übergeht. Insbesondere im Westteil der Fläche ist auch der relativ unverwitterte Mergelstein (= Schicht **S3**) anzutreffen, welcher ein Rammhindernis darstellen kann.

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    Methodik, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort**

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

Bei der Bodenerkundung wird die Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der Bodenschichten bis etwa 4 m unter GOK detailliert festgestellt. Wird in geringerer Tiefe der Beginn eines gut konsolidierten Bodens mit hohem Eindringwiderstand festgestellt und ist durch geologische Kenntnis sichergestellt, dass diese Schicht bis unter das geplante Gründungsniveau reicht, wird die Erkundung nach Erreichen dieser Schicht beendet.

Gleiches gilt sinngemäß bei Erreichen einer nicht durchrammbaren Bodenschicht (Fels oder sehr dicht gelagerter Schotter). Wenn sichergestellt ist, dass diese Schicht bis unter das geplante Gründungsniveau durchhält, ist eine Durchörterung bei der Erkundung nicht notwendig.

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

Das Untersuchungsgebiet wurde in seiner Gesamtausdehnung begangen und geologisch aufgenommen. An 6 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit D1 – D6) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 1 Stelle (D1) wurden Bodenproben mittels der Schlitzsonde und aus einem Handschurf entnommen. Die Probe D1 Co wurde hinsichtlich der Stahlaggressivität chemisch analysiert (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 0,4 und 2,2 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 cm<sup>2</sup> (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:

Oberflächlich ist eine schluffige Humusdecke anzutreffen, welche eine dunkel-graubraune Farbe und nur eine geringe Mächtigkeit besitzt. Darunter folgt Hangschutt (= Schicht **S1**) aus kiesigem, schwach sandigem Mergel. Bei den Grobkomponenten handelt es sich dabei um splittrige Kalkmergelsteinstücke. Darunter folgt – im Osten in größerer Tiefe und im Westen in geringerer Tiefe – der Verwitterungshorizont des Mergelsteins (= Schicht **S2**), der aus schwach tonigem Kies besteht. Dieser geht in relativ frischen Mergelstein (=Schicht **S3**) über, in den nur wenige Zentimeter gerammt werden kann, bevor er ein Hindernis darstellt.

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

Grundwasser wurde während der Untersuchungen nicht angetroffen. Auch wurden am Hang keine Austritte von Hangwasser entdeckt.

### 3 Bewertung der angetroffenen Böden

Die angetroffenen Böden eignen sich prinzipiell gut für die Gründung von Solaranlagen auf Rammpfosten. Insbesondere im Westteil können allerdings Vorbohrungen nötig werden.

Die Gründung erfolgt im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten **S1** (Hangschutt) und **S2** (Verwitterungshorizont). Insbesondere im Westen wird zudem Schicht **S3** (Mergelstein) angetroffen.

Schicht **S1** lässt sich mit mittlerer Rammenergie durchhörtern. Bei nasser Witterung kann es zu einer starken Aufweichung dieser Schicht kommen.

In Schicht **S2** können Pfosten mit leicht erhöhter Rammenergie gerammt werden. In dieser Schicht können Steine auftreten, die Rammhindernisse darstellen können.

In der Schicht **S3** (Mergelstein) ist das Einrammen auch mit sehr hoher Rammenergie für wenige Zentimeter möglich. Darunter stellt diese Schicht ein Rammhindernis dar. Dadurch werden in dieser Schicht Vorbohrungen erforderlich, um die empfohlenen Rammtiefen zu erreichen.

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.

### 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 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 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

Am Standort D1 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurde aus einem Handschurf die Bodenprobe D1 Co entnommen, die hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung nach DIN 50929 Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) chemisch analysiert wurde.

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 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 innerhalb der Schichten **S2** und **S3** mit dem Antreffen von Rammhindernissen in Form von Steinen oder der Felsoberfläche zu rechnen. Die Wahrscheinlichkeit solcher undurchdringbarer Rammhindernisse wird als mittel und im Westen als hoch eingeschätzt.

Falls nicht durchstoßbare Rammhindernisse 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 zu durchbohren und der Pfosten in das mit Bohrklein, Kies oder Sand verfüllte Bohrloch neu zu rammen.

#### **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. 0,2 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 sollte mit einer Drainage versehen werden, über die eine Entwässerung versickernden Niederschlagswassers erfolgen kann.

Wird der Unterbau für die Trafo- und Wechselrichterstationen wie oben beschrieben hergestellt, ist der Untergrund in der Lage, Belastungen von 100 kN/m<sup>2</sup> problemlos aufzunehmen.

Für geotechnische Berechnungen können bei Streifenfundamenten mit Einbindetiefen zwischen 0,5 und 1,0 m Tiefe ohne weitere Prüfungen Sohlspannungen bis zu 80 kN/m<sup>2</sup> zugelassen werden.

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

## 5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Bei der Herstellung der Baustraßen ist darauf zu achten, dass der **Hang unterhalb der Solaranlage nicht angeschnitten** wird. Ansonsten kann es zu Hangrutschungen kommen, welche die Pfosten beschädigen können!

Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, sind zunächst max. 0,2 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  $3^\circ$  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.

Zudem sollte die Rinne im Nordosten des Feldes beobachtet werden, um Anzeichen für Bodenfließen rechtzeitig zu erkennen und gegebenenfalls Maßnahmen dagegen ergreifen zu können. Da Solifluktion meist in mit Wasser übersättigten Bodenschichten auftritt, ist eine Dränierung des Hanges in Erwägung zu ziehen.

Beim Wegebau im Hang unterhalb von PV-Tischen soll keinesfalls der Hang angeschnitten werden, da sonst Hangrutschungen ausgelöst werden können, die zu einer Beschädigung auch der Pfosten führen können! Rutschbereiche breiten sich dann retrograd nach oben aus!

Aichach, den 13.07.2022

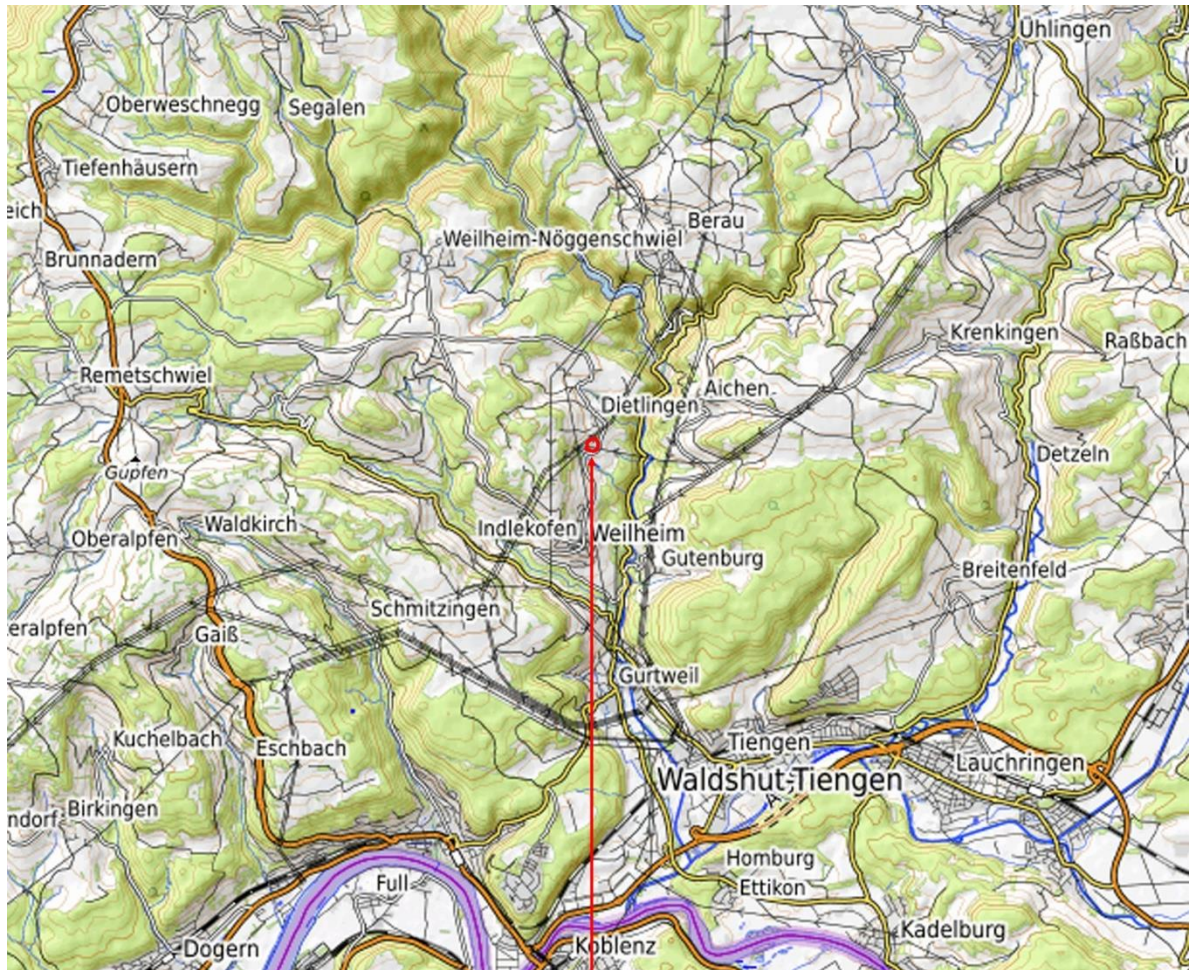


R. Hurler, Dipl.-Geol.

# Anlagen

## Anlage 1 Lagepläne

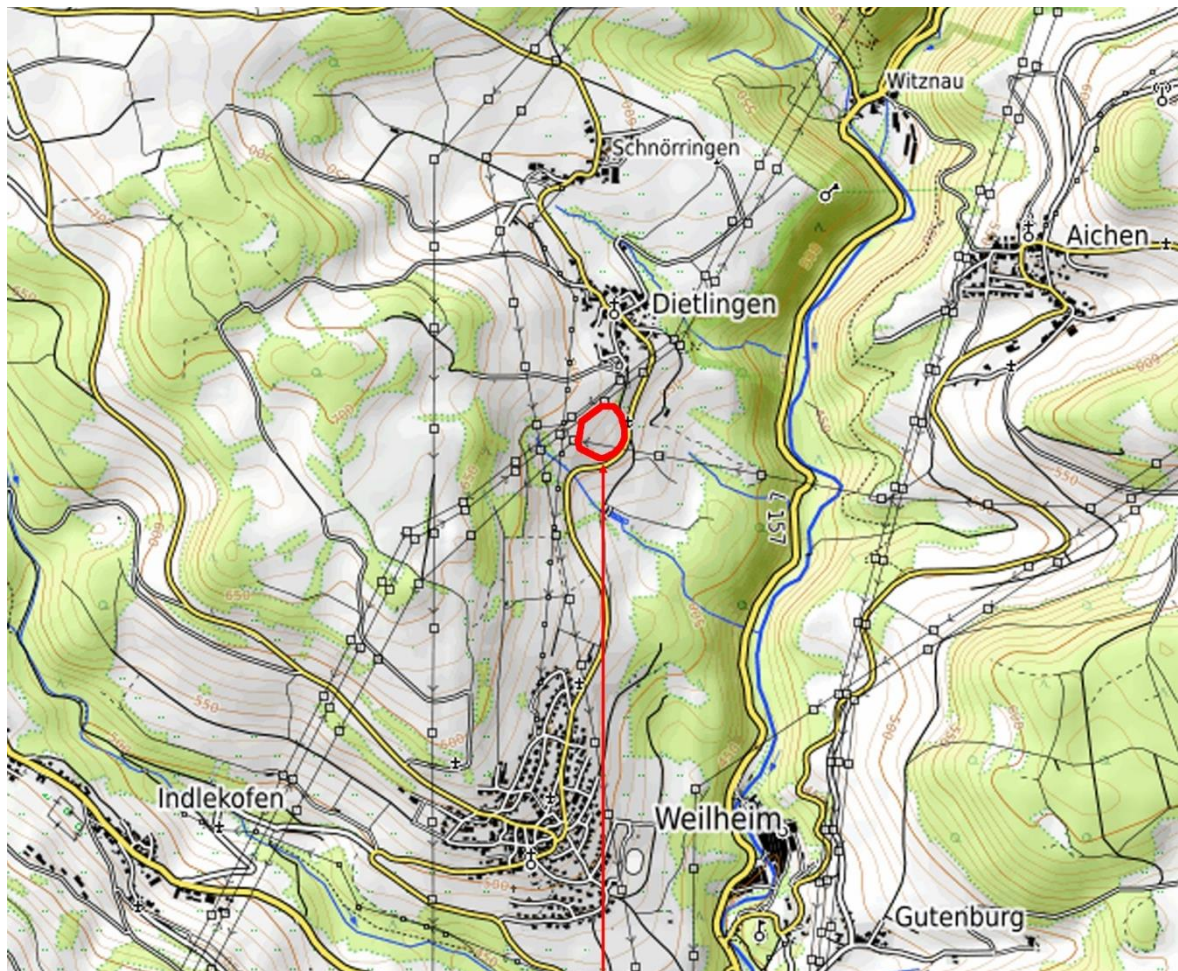
### Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

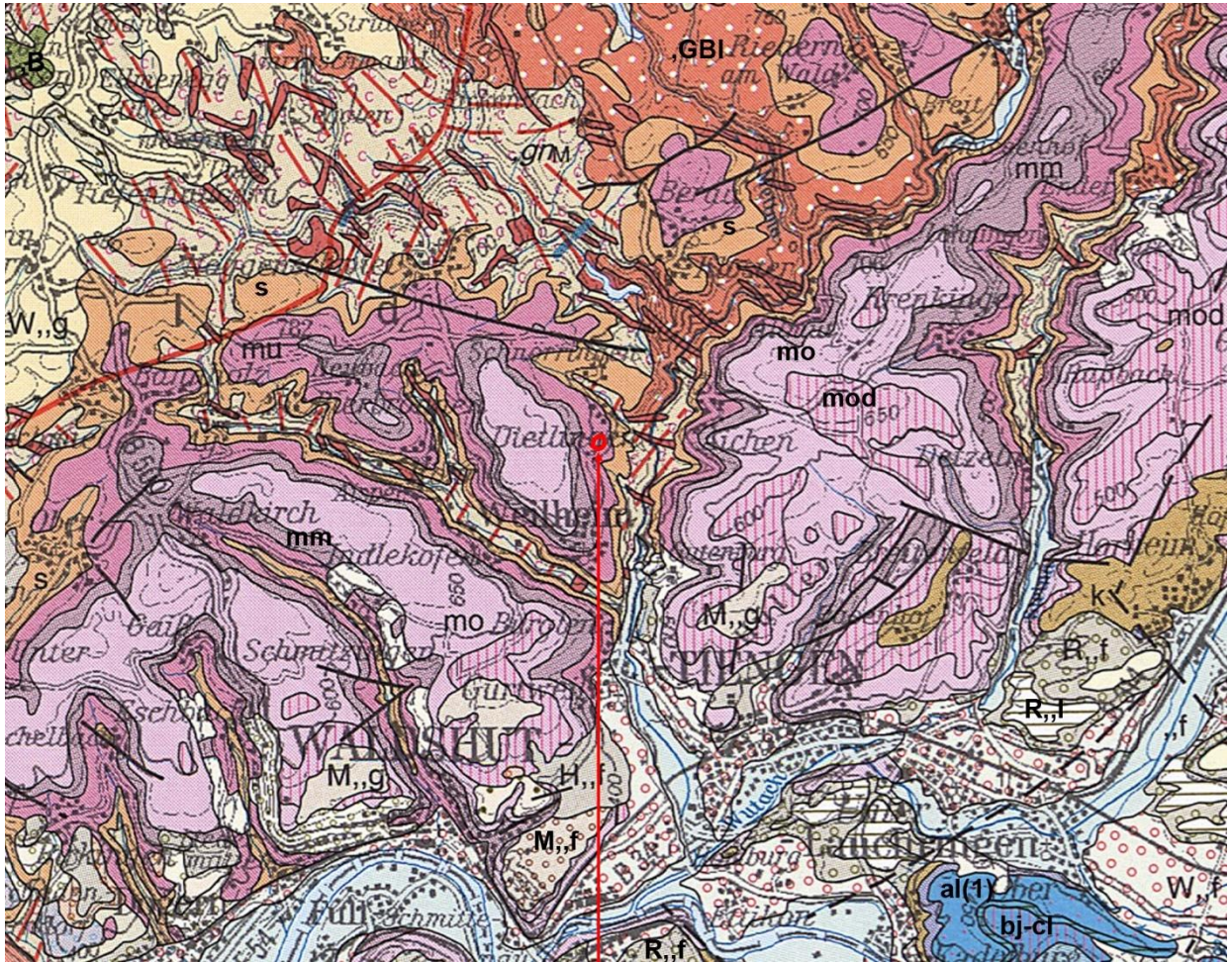
Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (2002),  
Geologische Übersichtskarte Maßstab 1:200.000, Blatt CC 8710 Freiburg - Süd



## Legende Geologische Karte

### KÄNOZOIKUM Quartär Holozän

	fluviale Ablagerungen	Schluff, tonig - sandig (Auelehm), Sand und Kies; Blöcke
<b>Würm-Kaltzeit</b>		
	Niederterrassenschotter glazifluviale - fluviale Ablagerungen	Kies und Sand
	glaziale Ablagerungen (Moräne)	Schluff, tonig, sandig, kiesig, kantengerundete Steine und Blöcke (Geschiebelehm)
<b>Riss-Kaltzeit</b>		
	Hochterrassenschotter fluviale Ablagerungen	Kies und Sand; Nagelfluh
	Jüngeres Riss limnische Ablagerungen	Sand und Schluff [bis 20 m]
<b>Mindel-Kaltzeit</b>		
	Jüngerer Deckenschotter glazifluviale Ablagerungen	Kies, Sand, Nagelfluh
	glaziale Ablagerungen (Moräne)	Geschiebe in schluffig-tonig-sandiger Grundmasse
<b>Haslach-Kaltzeit</b>		
	Mittlerer Deckenschotter fluviale Ablagerungen	Kies, Sand, Nagelfluh

### Tertiär

	Basalt vulkanogen (Schlotfüllungen und Gänge)	Olivinnephelin, Olivinmelilith Grundmasse (schwarz): Augit, Melilith, Nephelin Einsprenglinge: Olivin und Augit
--	---	---

### MESOZOIKUM Jura

#### Mitteljura

	Bajoc- bis Callov-Schichten [Wutachgebiet - Klettgau] marin	Tonstein bis Kalkmergelstein (dunkelgrau); unten feinsandig, Kalksandsteinbänke (Wedelsandstein), eisenoolithische Kalk- und Mergelsteinbänke, oben späterer Kalkstein [60 - 95 m]
	Opalinuston-Formation (Brauner Jura alpha) marin	Tonstein (dunkelgrau), ± mergelig, feinglimmerig, nach oben feinsandiger, Kalkknollen, dünne Tutenmergel-Bänkchen [80 - 110 m]

#### Trias Keuper

	ungegliedert	[80 - 150 m]
--	--------------	--------------

#### Muschelkalk

##### Oberer Muschelkalk

	Trigonodusdolomit [dolomitische Fazies, nur z.T. ausgedehnt] marin	Dolomitstein und Kalkstein, dolomitisch (grau - gelbbraun); oolithisch, Schalenrümmerlagen und Hornstein [N: 10 m - S: 50 m]
	Hauptmuschelkalk marin	Kalkstein (grau), feinkörnig - dicht; oolithisch, unten Schalenrümmerbänke, oben Dolomitstein und Kalkstein, dolomitisch (grau - gelbbraun) [Trochitenkalk 20 - 25 m, Plattenkalk 20 - 25 m, Trigonodusdolomit 10 - 50 m]

##### Mittlerer Muschelkalk

	marin - salinar	Primäre Abfolge Dolomit - Anhydrit - Steinsalz - Anhydrit - Dolomit, Zwischenlagen tonig-mergelig; oberflächennah: tonige Lösungsrückstände, Zellenkalk, Dolomit und Verkiesselungen [80 - 100 m, ausgelaugt 20 - 60 m]
--	-----------------	--

##### Unterer Muschelkalk

	marin	Ton- und Kalkmergelstein (grau), oben bituminös, unten und Mitte Kalk- und Dolomitstein, sandig, dünnbankig - plattig [30 - 50 m]
--	-------	--

#### Buntsandstein

	ungegliedert terrestrisch oben z. T. flachmarin	
--	---	--

**PALÄOZOIKUM Perm Rotliegend**

**Karbon**

**Unterkarbon**

**BIOTIT-GRANITE**



Sankt Blasier Granit  
*intrusiv*

Biotitgranit (hellgrau), mittel- bis grobkörnig;  
Kalifeldspat-Einsprenglinge; granodioritische  
Bereiche

**PRÄKAMBRIUM**

**METAMORPHITE UND TEKTONITE**



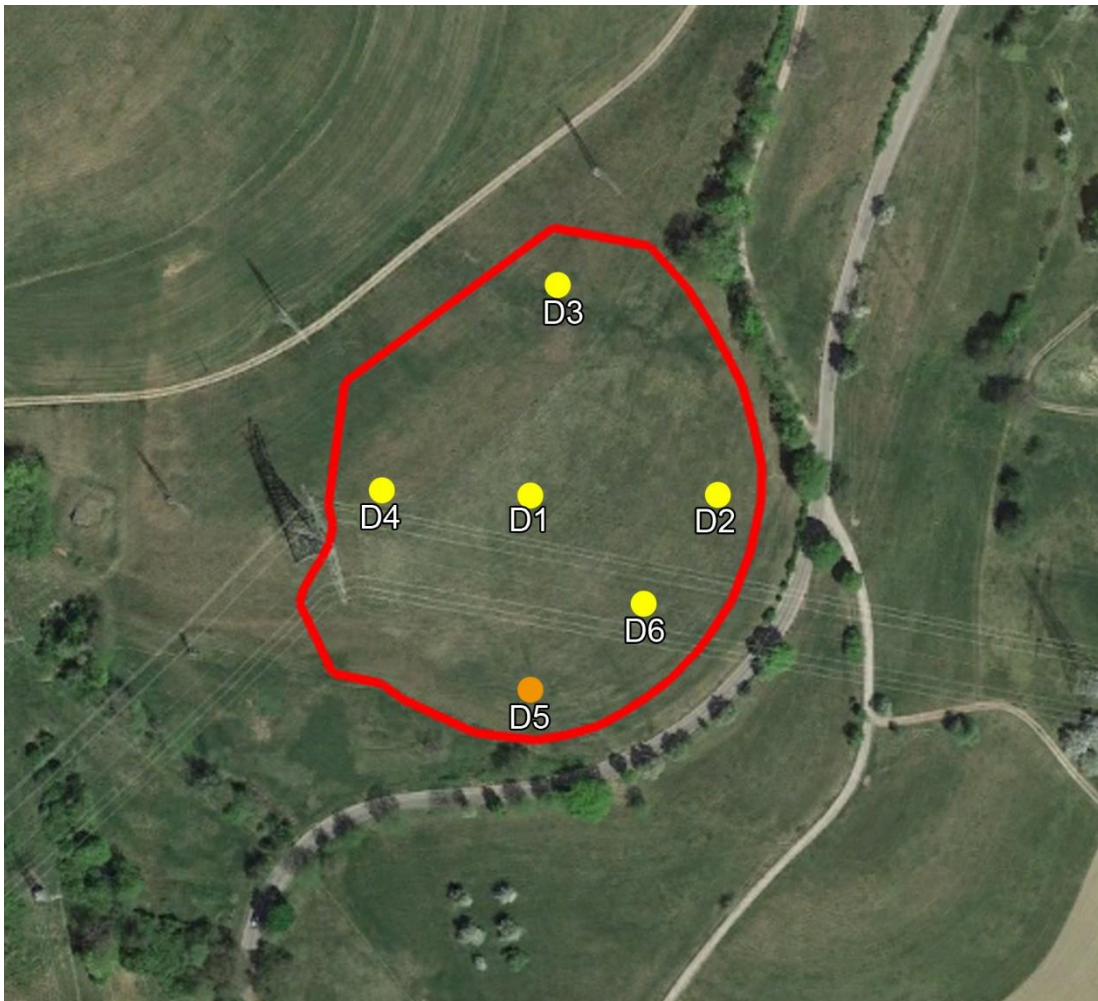
Murgtal-Gneisanatexit-Formation  
*metamorph*

Biotit-Quarz-Plagioklas-Gneis (mittel- bis  
dunkelgrau), mittel- bis grobkörnig, meist mit  
Cordierit; Kalifeldspat, unregelmäßig lagig, mit  
hellen Mobilisaten, Aplitgängen und Quarzknuern

**Zeichen**

- Geologische Grenze
- - - - - Geologische Grenze, vermutet
- Tektonische Grenze
- - - - - Tektonische Grenze, vermutet
- — — — Endmoräne

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 2.250



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

D1 – D6 = Ansatzpunkte der Sondierungen

Orange markierter Punkt = Sondierung hat ein Rammhindernis in < 1 m angetroffen

Am Standort der Sondierung D1 wurden Bodenproben mittels Schlitzsonde und aus einem Handschurf entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 47°40'12,60"N 8°14'36,01"E

## Anlage 2 Rammsondierungen

### Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0,1	2	2	1	2	3	2
0,2	5	7	7	10	8	7
0,3	9	9	19	14	10	8
0,4	15	12	21	23	> 100	10
0,5	14	17	23	26		27
0,6	13	15	19	22		28
0,7	16	15	18	38		31
0,8	16	19	45	24		39
0,9	15	25	16	21		39
1,0	16	32	13	16		> 100
1,1	16	29	20	150		
1,2	13	35	25			
1,3	13	22	29			
1,4	15	15	28			
1,5	12	18	28			
1,6	11	21	24			
1,7	15	45	27			
1,8	26	> 100	22			
1,9	12		23			
2,0	60		33			
2,1			47			
2,2			58			
2,3						
2,4						
2,5						

## Anlage 2.2 Rammdiagramme

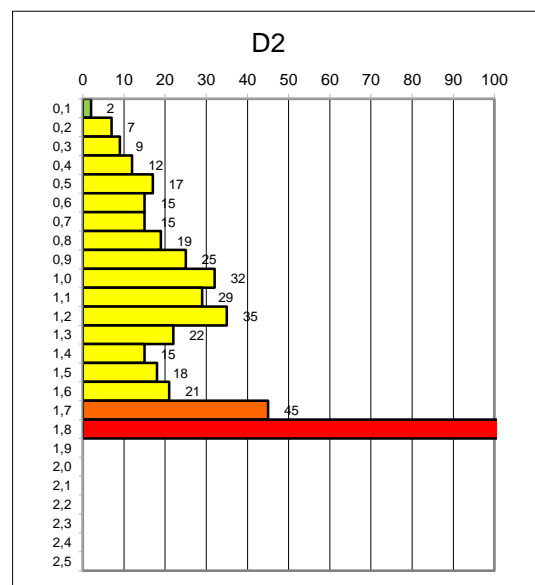
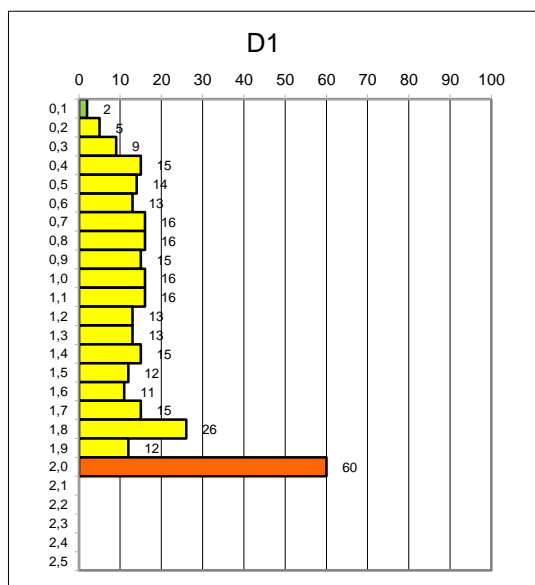
### Sonde DPL-5

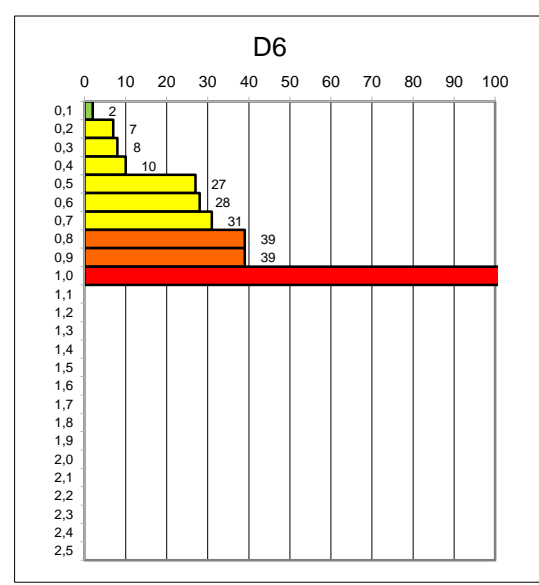
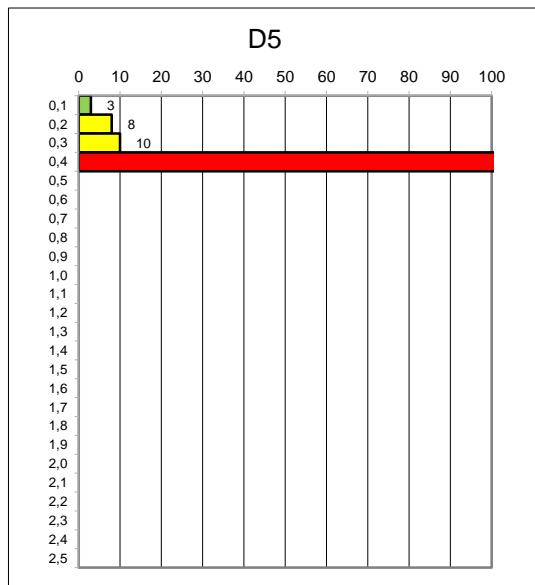
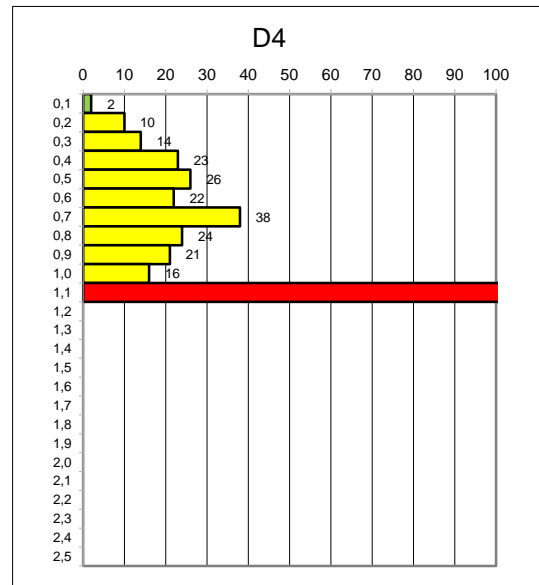
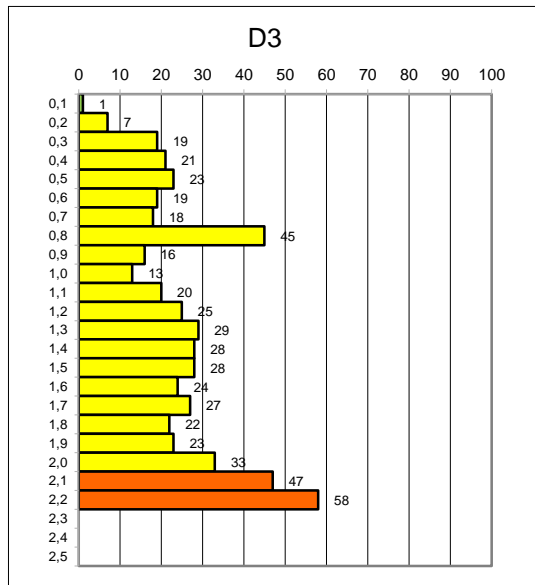
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

- 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:

	Humusschicht	grün
Schicht S1	Hangschutt	gelb
Schicht S2	Verwitterungshorizont des Mergelsteins	orange
	Rammhindernis (entweder Stein oder Mergelstein (S3))	rot





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

Schicht **S1**: Hangschutt

Mergel, kiesig bis stark kiesig, schwach sandig

Farbe: dreckig hellgrau

unter einer geringmächtigen Humusschicht

Mächtigkeit bis zu 1,9 m

fest mit geringer Plastizität

Wichte $\gamma$ cal.	Reibungswinkel $\varphi$ cal.	Kohäsion $c'$ cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
19,0	27,5	3	20	20	0,020

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

Schicht **S2**: Verwitterungshorizont

Kies, tonig

Farbe: grau – dunkelgrau

mitteldicht – dicht

Wichte $\gamma$ cal.	Reibungswinkel $\varphi$ cal.	Kohäsion $c'$ cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
21,0	32,5	2	35	20	0,037

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

Schicht **S3**: Mergelstein

Ton- und Kalkmergelstein des Unteren Muschelkalks

Farbe: dunkelgrau

angewittert

Wichte $\gamma$ cal.	Reibungswinkel $\varphi$ cal.	Kohäsion $c'$ cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
24,0	> 35,0	10	> 100	50	0,045

Der Boden entspricht der Bodenklasse 6 – 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)	Künstliche Auffüllung
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	n.v.	n.v.	n.v.	Schicht <b>S1</b> (flächen-deckend)	Schicht <b>S2</b> (flächen-deckend)	Schicht <b>S3</b> (flächen-deckend)	n.v.
Rammbarkeit				gut	mittel	sehr schlecht	
Rammhindernisse vorhanden				unwahrscheinlich	Steine	ja	
Vorstechen / Vorbrechen / Vorbohren erforderlich				unwahrscheinlich	in einzelnen Fällen	ja	
Boden korrosiv gegen verzinkten Stahl				siehe Anlage 4			
Grundwasser				nicht angetroffen	nicht angetroffen	keines	
Hangneigung				11°, stellenweise bis 15°	11°, stellenweise bis 15°	11°, stellenweise bis 15°	
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten				<b>S1:</b> Hor.: mittel Vert.: mittel	<b>S2:</b> Hor.: gering - mittel Vert.: mittel – hoch	<b>S3:</b> Hor.: hoch Vert.: hoch	
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.				R: mittel K: sehr gut  Bei nasser Witterung bei intaktem Wurzelhorizont möglich			
Bewuchs				Gras			

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 Bodenprobe D1 Co

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983



Quality of Life

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

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

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

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

### Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU22-009711-1

Datum: 18.07.2022

Auftrag Nr.: CMU-02846-22

**Auftrag:** Energiedienst - Dietlingen, 22607-8

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

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

Geschäftsführer:  
Anna Wefling, Florian  
Wefling,  
Stefan Steinhardt  
HRB 1953 AG Steinfurt

**Probeninformation**

Probe Nr.	22-098327-01
Bezeichnung	D1 Co
Probenart	Boden
Probenahme	27.06.2022
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	Beutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	28.06.2022
Untersuchungsbeginn	30.06.2022
Untersuchungsende	18.07.2022

**Boden auf Beton- und Stahlaggressivität**

	22-098327-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	0,81	mg/kg	L-TS	DIN 38405-27 (D27) (2017-10)	-
Abschlammbare Stoffe	34	Gew%	OS	WEX 2217	*
pH-Wert	8,0			DIN ISO 10390 (2005-12)	*
Trockenrückstand	80,5	Gew%	OS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Wassergehalt	24,2	Gew%	OS	DIN ISO 11465 (1996-12)	*
Säurekapazität, pH 4,3	5,3	mmol/kg		WEX 2178	*
Basekapazität, pH 7,0	<0,05	mmol/kg		WEX 2178	*

**im H2O-Extrakt C**

	22-098327-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	0,46	mg/l		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	-
Chlorid (Cl) ber. mmol/kg	0,052	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	-
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	0,72	mg/l		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	-
Sulfat (SO <sub>4</sub> ) ber. mmol/kg	0,030	mmol/kg		DIN EN ISO 10304 (2009-07)	-

**im HCl-Extrakt B**

	22-098327-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfat, HCl-löslich (ber. als SO <sub>4</sub> ) mmol/kg	15	mmol/kg	TS	DIN ISO 22036 (2009-06)	*

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

Geschäftsführer:  
 Anna Weßling, Florian  
 Weßling,  
 Stefan Steinhardt  
 HRB 1953 AG Steinfurt



**Legende**

<b>aS</b>	ausführender Standort	<b>L-TS</b>	Luftrockensubstanz	<b>OS</b>	Originalsubstanz
<b>TS</b>	Trockensubstanz	*	Kooperationspartner		

**Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929**

**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:**

**22-098327-01**

D1 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
<b>(1) Abschlämmbare Bestandteile (a)</b>	Ma%	<b>34</b>	Z <sub>1</sub> = <b>0</b>
Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?		nein	
<b>(3) Wassergehalt</b>	Ma%	<b>24,2</b>	Z <sub>3</sub> = <b>-1</b>
<b>(4) pH-Wert</b>		<b>8,0</b>	Z <sub>4</sub> = <b>0</b>
<b>(5+6) Pufferkapazität (berechnet)</b>	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	<b>5,3</b>	Z <sub>5</sub> = <b>0</b>
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	<b>&lt;0,05</b>	Z <sub>6</sub> = <b>0</b>
<b>(7) Sulfid (S<sup>2-</sup>)</b>	mg/kg	<b>0,81</b>	Z <sub>7</sub> = <b>0</b>
<b>(9) Neutralsalze (wässriger Auszug)</b>	mmol/kg		Z <sub>9</sub> = <b>0</b>
c(Cl <sup>-</sup> ) + 2c(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		0,112	
mit Chlorid (Cl <sup>-</sup> ) im H <sub>2</sub> O-Extr.	mmol/kg	<b>0,052</b>	
mit Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) im H <sub>2</sub> O-Extr.	mmol/kg	<b>0,030</b>	
<b>(8) Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> im salzsauren Auszug)</b>	mmol/kg	<b>15</b>	Z <sub>8</sub> = <b>-3</b>

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
<b>(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand</b> 54,5 Ω*m	Z <sub>2</sub> = <b>0</b>
<b>(10) Lage des Objektes zum Grundwasser</b>	Z <sub>10</sub> = <b>0</b>
<b>(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)</b>	Z <sub>12</sub> =
<b>(13) Bodenhomogenität - Bettung</b>	Z <sub>13</sub> = <b>0</b>
homogen (artgleicher Boden), dann Z <sub>13</sub> = 0 inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z <sub>13</sub> = -6	
<b>(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte</b>	Z <sub>14</sub> =

Bewertungszahlsumme B<sub>0</sub>=

**-4**

Bewertungszahlsumme B<sub>1</sub>=

**-4**

**Einschätzung/Beurteilung:**

Der Boden ist in die Bodenklasse

**I b**

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

**niedrig**

(B<sub>0</sub>= **-4** )

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

**gering**

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

**sehr gering**

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B<sub>1</sub>= **-4** )

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

Aichach

18.07.2022

D. Große Middeldorf

Ort

Datum

Sachbearbeiter

**ConSoGeol**

GmbH & Co. KG

### **Bewertung stahlkorrossiver Eigenschaften gemäß DIN 50929**

Für die Bodenprobe D1 Co (Standort D1, Labornummer 22-098327-01) wird die Korrosionsbelastung als **niedrig** eingestuft (Bodenklasse I b,  $B_0 = -4$ ).

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

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

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      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.