

Solarpark

Hornbach

Kreis Südwestpfalz, Saarland

Deutschland

**Revision zum Gutachten zur Ermittlung der erforderlichen
Rammtiefe für Stahlprofile als Gründungselemente vom
03.06.2025 [1] wegen Änderung des BESS-Standortes**

Auftraggeber

Pfalzwerke Aktiengesellschaft

Wredestraße 35

D-67059 Ludwigshafen

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, Christoph Kügler

Inhalt

- 1 Revisionsgutachten
- 2 Lage und Vorgang, geologische Situation
- 3 Methodik, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort
- 4 Bewertung der angetroffenen Böden
- 5 Ausgangswerte für die Berechnungen
- 6 Hinweise
 - 6.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte
 - 6.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen
 - 6.3 Hinweis zum Rammvorgang der Stahlprofile
 - 6.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen
 - 6.5 Hinweis zur Aufstellung von Trafo- oder Wechselrichterstationen
 - 6.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen
 - 6.7 Hinweis zur Fundamentierung eines Batterie-Energie-Speicher-Systems (BESS) für den Solarpark Hornbach
 - 6.8 Sonstige Hinweise

Anlagen

- Anlage 1 Lagepläne
 - Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000
 - Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000
 - Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000
 - Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 6.000
- 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 HB01 Co,
HB23 Co und HB26 Co

Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

Anlage 4.3 Analyse hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030

Anlage 5 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

1 Revisionsgutachten

Bei dem vorliegenden Revisionsgutachten handelt es sich um eine überarbeitete Fassung des Gutachtens [1]:

[1] CONSoGEOL GMBH & CO. KG: „Solarpark Hornbach Kreis Südwestpfalz, Saarland Deutschland Gutachten zur Ermittlung der erforderlichen Rammtiefe für Stahlprofile als Gründungselemente“ - Aichach, 03.06.2025.

Die Überarbeitung wurde notwendig, da nach Fertigstellung des ursprünglichen Gutachtens der Standort der geplanten Batteriespeicherfläche angepasst wurde. Gemäß der aktuellen Planungsgrundlage vom 06.06.2025 befindet sich die BESS-Fläche (Batteriespeicherfläche) nun im Bereich der Sondierung HB17.

Die im Gutachten vom 03.06.2025 getroffenen Aussagen behalten weiterhin ihre Gültigkeit. Anpassungen wurden ausschließlich im Kapitel 6.7 (vormals Kapitel 5.7) sowie in der Anlage 1.4 vorgenommen.

2 Lage und Vorgang, geologische Situation

Die ConSoGeol GmbH & Co. KG wurde am 15.04.2025 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 06.03.2025 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 16/2025 (Entnahme von Bodenproben, geologische Feldaufnahme und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebietes insgesamt 23 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2), 10 Sondierungen mit der Schlitzsonde und 3 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 Photovoltaik-Anlage liegt zwischen Altheim in Süden und Mittelbach im Norden auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Hornbach befindet sich rund 2,8 km im Osten.

Die Untersuchungsfläche weist eine wellige Morphologie mit einem Gefälle von ca. 5° von Osten nach Westen auf. Der südliche Randbereich der Untersuchungsfläche fällt mit ca. 10° nach Süden ab. Im nordwestlichen Teil, im Südwest-Nordost-Verlauf erstreckt sich eine unterirdische Gasleitung, welche in Anlage 1.4 gekennzeichnet ist. Die nordwestlich liegenden Sondierpunkte

sind als HB01 – HB 04 und die südöstlichen Sondierpunkte als HB11 bis HB29 gekennzeichnet. Im Bereich der Sondierung HB17 ist der Bau eines Batteriespeichers (BESS-Fläche) geplant. Dessen Lage in Anlage 1.4 dargestellt ist. Hinweise bezüglich des Batteriespeichers finden sich in Kapitel 6.7.

Lage und Geologie des Untersuchungsgebiets

Die Untersuchungsfläche befindet sich geographisch in der Südwestpfalz. Geologisch gehört sie zum Saar-Nahe-Bergland, das sich am nordöstlichen Rand des Nordfranzösischen Schichtstufenlands erstreckt.

Die geologischen Schichten des Untersuchungsgebiets stammen überwiegend aus der Trias. Die ältesten aufgeschlossenen Gesteine sind dem Oberen Buntsandstein zuzuordnen, der in der Unteren Trias, etwa vor 249 bis 246 Millionen Jahren, unter kontinentalen und teils marinen Bedingungen sedimentiert wurde. Er besteht im Wesentlichen aus Rottönen – feinkörnigen, mergeligen und dunkelroten Tonsteinen – sowie aus dunkelrotem Feinsandstein. Diese Gesteine bilden das Liegende des Unteren Muschelkalks und treten insbesondere im westlichen Teil der Untersuchungsfläche in Gründungstiefe auf.

Darüber folgen Schichten des Muschelkalks, die während der Mittleren Trias, vor etwa 240 bis 230 Millionen Jahren, abgelagert wurden. In dieser Epoche war das Gebiet Teil des Germanischen Beckens, eines ausgedehnten Epikontinentalmeeres, das durch wiederholte Meerestransgressionen zeitweise mit dem Tethys-Ozean verbunden war. In diesem flachmarinen Milieu lagerten sich karbonatische und klastische Sedimente sowie Schalenreste von Muscheln und anderen Organismen am Meeresboden ab.

Der Muschelkalk wird in drei Hauptabschnitte gegliedert, die sich durch Fazies und lithologische Zusammensetzung unterscheiden. Der Untere Muschelkalk, der im Untersuchungsgebiet aufgeschlossen ist, besteht vor allem aus Dolomit- und Mergelsteinen. Der Mittlere Muschelkalk ist geprägt durch eine Wechsellagerung aus Dolomit, Anhydrit und Steinsalz – typische Ablagerungen in evaporitischen Faziesbereichen. Der Obere Muschelkalk besteht schließlich überwiegend aus bankigem Kalkstein mit mergeligen Zwischenlagen.

Bei den Feldarbeiten wurde ein brauner Oberboden (=Schicht **S1**) aus schwach grobsandigen bis grobsandigen, schwach kiesigem bis kiesigem, tonigem Schluff angetroffen. Dieser weist eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Im Liegenden befinden sich die Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen (=Schicht **S2**), welche sich anhand ihrer Konsistenz bzw. Lagerungsdichte und Zusammensetzung unterscheiden. Schicht **S2A** besteht hierbei aus steifen bis halbfesten bzw. bereichsweise locker gelagertem schwach kiesigem bis kiesigem, Feinsand und Schluff. Schicht **S2B** besteht hingegen aus halbfesten und z.T. mitteldicht gelagertem steinigem,

kiesigen Sand und Schluff. Mit zunehmender Tiefe sinkt der Verwitterungsgrad des triassischen Festgesteins, wodurch sich dieser Bereich als Fels ansprechen lässt (=Schicht **S3**).

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

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

3 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 (Geländeoberkante) 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 23 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit HB01 – HB04 sowie 25268-5

Gutachten vom 03.06.2025

Revision vom 27.06.2025

Seite 6

HB11 – HB29) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 10 Stellen (HB01, HB04, HB12, HB14, HB18, HB19, HB23, HB24, HB26 und HB29) wurden Bodenproben mittels der Schlitzsonde entnommen. An den Stellen HB01, HB23 und HB26 wurden zudem Handschürfe angelegt, aus denen weitere Bodenproben aus ca. 0,3 m Tiefe entnommen wurden, die hinsichtlich der Stahl- und Betonaggressivität chemisch analysiert wurden (vergleiche Kapitel 6.2 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 Gebietes festgestellt.

In Anlage 2 sind die Sondiererergebnisse im Detail als Tabelle und Diagramme dargestellt. Die Bewertung der Versuchsergebnisse erfolgt im Kapitel 4.

Die Sondieraufschlüsse wurden bis in eine Tiefe zwischen 0,7 und 3,1 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 Untersuchungsgebietes wie folgt beschreiben:

Bei den Feldarbeiten wurde ein brauner Oberboden (=Schicht **S1**) aus schwach grobsandigen bis grobsandigen, schwach kiesigem bis kiesigem, tonigem Schluff angetroffen. Dieser weist eine steife bis halbfeste Konsistenz auf und dessen Mächtigkeit variiert zwischen 0,1 und 0,3 m. Im Liegenden befinden sich die Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen (=Schicht **S2**),

welche sich anhand ihrer Konsistenz bzw. Lagerungsdichte und Zusammensetzung unterscheiden. Schicht **S2A** besteht hierbei aus steifen bis halbfesten bzw. bereichsweise locker gelagertem schwach kiesigen bis kiesigen, Feinsand und Schluff mit einer rötlich-braunen bis braunen Farbe. Diese Schicht wurde nicht flächendeckend angetroffen und dessen Mächtigkeit variiert zwischen 0,2 und 0,9 m. Schicht **S2B** besteht hingegen aus halbfesten und z.T. mitteldicht gelagertem steinigem, kiesigen Sand und Schluff. Mit zunehmender Tiefe sinkt der Verwitterungsgrad des triassischen Festgesteins, wodurch sich dieser Bereich als Fels ansprechen lässt (=Schicht **S3**).

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

Bei den Feldarbeiten wurde kein Grundwasser angetroffen. Der Grundwasserspiegel liegt auf Höhe der Bickenalb, welche parallel zur L465 verläuft. Diese liegt rund 30 m unterhalb des Gründungsniveaus. Dadurch ist die Gründung der geplante PV-Anlage nicht von Grundwasser betroffen.

4 Bewertung der angetroffenen Böden

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

Die Gründung erfolgt im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten **S1** (Oberboden), **S2A** (steife bis halbfeste Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen), **S2B** (halbfeste z.T. mitteldichte Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen) und **S3** (triassischer Fels).

Die erforderlichen Gründungstiefen werden sich mit sehr geringer bis geringer (Schichten **S1 – S2A**) Rammenergie erreichen lassen. Dabei besitzen die Schichten nur geringe Haltekräfte gegenüber vertikalen Kräften.

Die erforderlichen Gründungstiefen werden sich mit mittlerer bis hoher (Schicht **S2B**) Rammenergie erreichen lassen. Diese Schicht besitzt dabei mittlere bis hohe Haltekräfte gegenüber vertikalen Kräften.

In manchen Fällen enthält der Boden größere Steine (innerhalb von Schicht **S2**) sowie Festgestein in Form einer Felsoberkante (Schicht **S3**), die eine höhere Rammenergie erfordern oder Rammhindernisse darstellen. Zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen und zur Durchführung von Vorbohrungen siehe Hinweis in Kap. 6.4.

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.

5 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.

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

6 Hinweise

6.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte

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

Gleiches gilt für die ursprünglich durch den Rammvorgang aufgelockerte Grenzschicht des Bodens zum Profil hin. Auch diese konsolidiert durch Kornumlagerung in den ersten Monaten nach Herstellung der Gründungsprofile gegenüber dem Zustand unmittelbar nach Einrammen. Dabei legen sich ursprünglich verdrängte Bodenpartikel wieder unmittelbar an die Metalloberfläche an und verbessern die Krafteinleitung bei horizontalen Beanspruchungen ebenso wie die Mantelreibung. Auch dieser nicht quantifizierbare Vorgang findet keine rechnerische Berücksichtigung und bildet somit eine Sicherheitsreserve.

6.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen

An den Standorten HB01, HB23 und HB26 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben HB01 Co, HB23 Co und HB26 Co entnommen, die hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung nach DIN 50929 Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) und der Betonaggressivität nach DIN 4030 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 der Korrosionsschutzschicht der Stahlpfähle bildet ein elektro-galvanisches Element (Batterie), in dem sich das weniger edle Material (galvanisierter 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 (galvanisierter Stahl) möglich.

6.3 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. Vor allem der Widerstand gegen abhebende Kräfte wird aber ausschließlich über die Mantelreibung erzeugt. Kurz nach Einrammen der Gründungselemente kann dieser daher manchmal sehr gering sein.

Normalerweise fällt der Rammkanal bei Entfestigung der verdichteten Bodenbereiche rasch wieder zusammen, wodurch der Boden wieder am Profil anliegt und die Übertragung der Kräfte vom Profil auf die Umgebung wieder auf der ganzen Länge erfolgt. Für diesen Zustand gelten die berechneten Werte.

Innerhalb der Schichten S1 und S2A ist mit deutlich und in Schicht S2B mit schwach 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.

6.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen

Auf dem gesamten Feld ist innerhalb der Schichten **S2A**, **S2B** und **S3** mit dem Antreffen von Rammhindernissen in Form von größeren Steinen (Schicht **S2A** und **S2B**) bzw. Fels (Schicht **S3**) zu rechnen. Die Wahrscheinlichkeit solcher undurchdringbarer Rammhindernisse wird als gering 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 (nur wenn sich das Hindernis innerhalb von Schicht **S2** befindet)

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-Profile 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). Die Kieskörner sollten einen geringen Rundungsgrad (z.B. eckig – maximal kantengerundet) besitzen. Das Material muss eine breit gefächerte Korngrößenverteilung haben. Die Mischung muss mindestens 10 % an Material mit einer Korngröße feiner als 0,063 mm (Schluff und Ton) enthalten. **Verwenden Sie keine feinkörnigen, weichen Materialien wie Schlamm, Lehm, weichen Boden oder humusreichen Boden.**

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

Das Bohrloch auf der gesamten Länge füllen.

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

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

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

Verdichten Sie das Füllmaterial nicht.

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

M1.4 **Rammen der Pfosten**

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

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

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

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

Zudem sind die folgenden Methoden zur Durchörterung der Rammhindernisse innerhalb der Schicht S2 denkbar:

M2 Einsatz eines Brechwerkzeuges (spitz zulaufende Stahlstange an vibrierendem Hydraulikgerät, ähnlich Brechzähnen bei Abbruchmaschinen, das als Vorsatzgerät für Mobilbagger verwendet werden kann), mit dem an jedem Pfostenstandort vorgestochen wird. Der eigentliche Pfosten kann dann am vorgebrochenen Standort gerammt werden, wobei evtl. vorhandene Rammhindernisse leichter durchstoßen werden können. Der Durchmesser des Brechwerkzeugs sollte gut der Hälfte des Querschnittsmaßes des geplanten Pfostens entsprechen. Das Einrammen muss unbedingt unmittelbar nach dem Vorbrechen erfolgen, da sonst ein Verstürzen des Rammkanals erfolgt und damit wieder gerundete Steine und Blöcke darin liegen, an denen die Pfosten abgelenkt bzw. verformt werden könnten.

M3 Vorrammen eines geeigneten Profils mittels starker Ramme. Dazu kann ein sehr dickwandiges Profil (beispielsweise IPE oder Rundrohr) verwendet werden, das zunächst an der Stelle des späteren Pfostens eingerammt wird. Anschließend wird dieser dickwandige Pfosten wieder gezogen und der eigentliche Pfosten gerammt. Das Querschnittsmaß des vorgerammten Profils sollte in etwa dem des später verwendeten Pfostens entsprechen. Das Einrammen muss unbedingt unmittelbar nach dem Vorrammen erfolgen, da sonst ein Verstürzen des Rammkanals erfolgt und damit wieder gerundete Steine und Blöcke darin liegen, an denen die Pfosten abgelenkt bzw. verformt werden könnten.

6.5 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-
kornmisch 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 planeneben 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.

6.6 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 abzuschleifen und auf der darunterliegenden Schicht eine profilgerechte, ebene untere Tragschicht mit einer Querneigung von $\geq 3^\circ$ herzustellen. Es wird empfohlen, dieses Erdplanum mit einem gut zu verdichtenden Sand-Kies-Gemisch oder Recycling-Material 0/16 oder 0/32 unter Zwischenlage eines einfachen Trennvlieses (Geotextil) in Kombination mit einem Geogitter zu überschütten. Die Mächtigkeit dieser Überschüttung sollte insgesamt ca. 0,5 m erreichen, ihr Einbau sollte 2-lagig erfolgen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Die Oberfläche der Baustraße sollte ein einseitig geneigtes Querprofil mit einem Gefälle von mindestens 3° erhalten.

Für selten bis sehr **selten genutzte** und/ oder nur mit **leichteren Fahrzeugen befahrene Wege** (z.B. Betriebswege zur Pflege der Anlage nach Inbetriebnahme, Feuerwehrumfahrten etc.) reicht es aus, ohne vorheriges Abschleifen des Bodens entlang der Trasse der geplanten Baustraße ein einfaches Trennvlies auf den Boden aufzulegen und mit einem verdichtbaren Mineralkornmisch, 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.

6.7 Hinweis zur Fundamentierung eines Batterie-Energie-Speicher-Systems (BESS) für den Solarpark Hornbach

6.7.1 Allgemeine Hinweise zur Gründung eines BESS

Üblicherweise werden Batteriespeicher als Container-Gruppen aufgestellt, wobei die Einzelmassen je Container ca. 30 – 40 t betragen. Somit haben diese relativ leichten Metallobjekte je nach Aufstellungstechnik nur einen geringen Einfluss auf den Untergrund.

Die Gründung der Container erfolgt gewöhnlich auf Einzel-, Streifenfundamenten oder auf Bodenplatten. Auch eine Gründung auf Rammpfosten kommt in Betracht. Bei all diesen Gründungsvarianten ergeben sich rechnerisch gewöhnlich nur geringe Sohlspannungen, welche sogar von Böden mit relativ geringer Tragfähigkeit problemlos aufgenommen werden können. Der Effekt der Lastverteilung und damit Spannungsminderung zur Tiefe hin ist bei Einzelfundamenten besonders groß. Direkt unter einem Fundament mit 1 m² Fläche wirkt die Last auf diesen 1 m². Einen Meter tiefer im Boden (= 1 m unter Fundamentsohle) verteilt sich die gleiche Last bereits auf ca. 9 m² und ist damit spezifisch auf 1/9 des Ausgangswertes reduziert. Auch unter Streifenfundamenten ist diese Reduzierung durch Lastausbreitung recht hoch (ca. um den Faktor 3 bei 1 m unter Fundamentsohle). Bei Plattengründungen spielt sie nur eine geringe Rolle. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Untergrundes sind für Batteriecontainer also relativ gering. Schon bei einer Gründungstiefe von 0,8 m (für Frostfreiheit der Gründungssohle) wird in den meisten Fällen die erforderliche Tragfähigkeit gegeben sein.

Bei einer Gründung auf Auffüllungen oder in Hanglage, teilweise im anstehenden Boden, teilweise auf Aufschüttungen, ist darauf hinzuweisen, dass Aufschüttungen immer eine relativ hohe Zusatzlast auf dem Untergrund darstellen, der damit bisher nicht belastet war. Setzungen sind daher unvermeidlich. Ein Auffüllkörper von 1 m Höhe bildet beispielsweise eine zusätzliche Spannungsquelle für ca. 20 kN/m² über die gesamte Auffüllfläche und damit etwa das 2,5-fache der Spannung, die aus dem Containergewicht selbst (angenommen 8,3 kN/m² an Sohlspannung unter einer Bodenplatte der Maße 3 m x 14 m) resultiert. Bei teilweiser Gründung sowohl im anstehenden Boden als auch auf Auffüllungen muss davon ausgegangen werden, dass unter dem aufgefüllten Teil Setzungen je nach vorheriger Verdichtung der Auffüllung bis > 5 cm auftreten können, dagegen aber im Anstehenden durch die Gründung auf schon vorkonsolidiertem Boden die Setzungen nur sehr gering sein werden. Solche Setzungsunterschiede sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden, z.B. durch sehr sorgfältige lagenweise Verdichtung der Schüttung und durch Vergrößerung der Sohlfläche der Gründungselemente in der Auffüllung.

Sofern eine Batteriespeichereinheit auf sehr gering tragfähigem Boden (z.B. Torf) platziert werden muss, kann die Gründung auf 4 – 6 Gruppen aus Rammpfosten erfolgen, welche die Lasten in den unterlagernden, tragfähigen Boden weiterleiten, ohne die schlecht tragfähige Schicht zu beeinflussen. Dafür können die ohnehin für die Modultische verwendeten Pfosten mit gleicher Rammtechnologie eingesetzt werden. Die Dimensionierung der Pfosten muss auf Basis einer geotechnischen Berechnung erfolgen.

6.7.2 Durchgeführte Erkundungen am Standort des geplanten Batterie-Energie-Speicher-Systems (BESS) des Solarparks Hornbach mit Hilfe der Aufschlüsse HB16, HB17, HB18 und HB23

Für das Feld Hornbach ist die Errichtung des Batterie-Energie-Speicher-Systems (BESS) im Bereich der blau umrandeten Fläche (im Bereich der Sondierung HB17) des Solarparks geplant (zur Lage siehe blau markierter Flächenabschnitt im Detailplan der Anlage 1.4). Zur Erkundung der Bodenverhältnisse der BESS Fläche wurden in den umliegenden Bereichen insgesamt 4 Rammsondierungen (HB16, HB17, HB18 und HB23 bis in eine Tiefe zwischen 2,1 und 2,7 m sowie 2 Rammsondierungen mit der Schlitzsonde (HB18 und HB23) bis in eine Tiefe von 1,0 m u. GOK durchgeführt.

In der Anlage 2.3 sind die Rammdiagramme der Aufschlüsse HB16, HB17, HB18 und HB23 detailliert dargestellt.

Alle 4 Ansatzpunkte der Sondierungen, zwei davon mit der Schlitzsonde, liegen auf der Untersuchungsfläche Hornbach, dargestellt in Anlage 1.4, mit den folgenden Koordinaten:

Bezeichnung	Ostwert (Zone 32 U)	Nordwert (Zone 32 U)
HB16* ¹	378183.56	5449850.69
HB17* ²	378275.22	5449814.99
HB18*	378232.68	5449724.47
HB23*	378228.00	5449927.47

*1 Westlich gelegene Sondierung

*2 Sondierung innerhalb der BESS-Fläche

* Ansatzpunkte der Sondierungen mit der Schlitzsonde

Die Aufschlüsse mit den Bezeichnungen HB16, HB17, HB18 und HB23 wurden mit der Leichten Rammsonde (DPL-5) durchgeführt. Die Teufe der Sondierungen beläuft sich auf 2,1 bis 2,7 m u. GOK, welche für eine Beurteilung der Untergrundeignung für die geplante Baumaßnahme hinreichend ist.

6.7.3 Untergrundaufbau am Standort der Aufschlüsse HB18 und HB23

An der Oberfläche des Aufschlussbereichs **HB18** ist bis 0,20 m Tiefe natürlicher **Oberboden** aus schwach sandigem, schwach kiesigem, tonigem Schluff von brauner Farbe und steifer Konsistenz vorhanden. Darunter stehen bis 0,4 m u. GOK **der mitteldichte Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen** aus schwach sandigem, steinigem, kiesigem Schluff mit einer mitteldichten Lagerung und einer braunen Farbe an. Aus der Sondierung ergibt sich, dass der

Homogenbereich eine Mächtigkeit von etwa 2,2 m aufweist und bis zum Beginn des **triassischen Felses** (ab einer Tiefe von 2,5 m) reicht, welcher sich laut geologischer Karte (siehe Anlage 1.3) aus Muschelkalk, bestehend aus Kalkstein- und Dolomitsteinlagen zusammensetzt.

An der Oberfläche des Aufschlussbereichs **HB23** ist bis 0,20 m Tiefe natürlicher **Oberboden** aus schwach sandigem, tonigem Schluff von brauner Farbe und steifer Konsistenz vorhanden. Darunter steht bis 0,9 m u. GOK **der steife Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen** aus schwach kiesigen, feinsandigem Schluff mit einer halbfesten Konsistenz und einer braunen Farbe an. Im Liegenden befindet sich der **halbfeste bzw. mitteldichte Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen**, bestehend aus steinigem, kiesigem sandigen Schluff mit einer braunen Farbe. Die Tiefe der Probenahme reicht bis 1,0 m, die Sondierungen zeigen jedoch eine Mächtigkeit von über 2,1 m. Tiefere Schichten wurden bei der Probenahme an Stelle HB23 nicht angetroffen.

Grundwasser wurde bei keinem der durchgeführten Aufschlüsse angetroffen.

6.7.4 Untergrunderbau am Standort HB16 und HB17

An den Standorten HB16 und HB17 wurde lediglich sondiert und keine Probe genommen. Jedoch zeigen beide Sondierungen Ähnlichkeiten mit der Sondierung HB23, welche sich nordwestlich der BESS-Fläche befindet. Die Mächtigkeit des Oberbodens im Bereich der Sondierungen HB16 und HB17 beträgt 0,3 m und wird daraufhin vom **steifen Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen** unterlagert. Dessen Mächtigkeit liegt in beiden Fällen bei 0,6 m und reicht somit in eine Tiefe von 0,9 m. Im Liegenden davon befindet sich der **halbfeste bzw. mitteldichte Verwitterungshorizont** der triassischen Ablagerungen.

6.7.5 Bodenkennwerte des Bodens im Bereich des geplanten Batterie-Energie-Speicher-Systems (BESS) des Solarparks Hornbach

Nach oben beschriebenem Bodenaufbau wird die Gründung des BESS unterhalb des **Oberbodens**, welcher für bautechnische Zwecke nicht geeignet ist und zuvor abgeschoben werden muss, entweder im **steifen Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen** oder den **halbfesten bzw. mitteldichten Ablagerungen des triassischen Verwitterungshorizontes** erfolgen.

Bis in die für das Vorhaben relevanten Tiefen lassen sich den beschriebenen Untergrundbereichen die in nachstehenden Tabellen aufgelisteten Bodenkennwerte zuordnen; die alten Bodenklassifizierungen sind hierbei bewusst mit angegeben.

Tab. 1: Charakteristische Kenngrößen bzw. Klassifizierungen des im Bereich der Aufschlüsse HB16, HB17, HB18 und HB23 (unter dem natürlichen Oberboden) anstehenden natürlichen Bodens

Homogenbereich	Bodenart	Boden- gruppe (DIN 18196)	Lagerungs- dichte / Zustands- form	Boden- klasse (DIN 18300) alt	Frost- emp- find- lich- keits- klasse	Wichte			Reibungs- winkel $\varphi'_{,k}$ [°]	Kohäsion		Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
						erd- feucht γ_k [kN/m ³]	wasser- gesättigt $\gamma_{r,k}$ [kN/m ³]	unter Auftrieb $\gamma'_{,k}$ [kN/m ³]		$c'_{,k}$ [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	
Mu (Oberboden)	U, c, gs'	OT	steif	1	F2	*)	*)	*)	*)	*)	*)	*)
Verwitterungs- horizont der triassischen Ablagerungen												
1 steif	U, c, gr', fs'	TM	steif	4	F3	19,5		9,5	22,5	5,0	25,0	30
2 halbfest	U, c, s', gr'	TM	halbfest	4	F3	20,5		10,5	22,5	10,0	60	50
3 mitteldicht gelagerte Sandlinsen	U, S, gr, x	SW	mitteldicht	4	F2	20,0	22,0	12,0	35	3,0	20,0	70

*) keine Angabe, da Schicht für bautechnische Zwecke nicht geeignet.

Wichtiger Hinweis: Die o.g. Bodenkennwerte sind ausschließlich für die Dimensionierung der Gründung des BESS zu verwenden. Zur Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen der PV-Tische sind die Bodenkennwerte der Anlage 3, welche generalisierte Werte darstellen, in Ansatz zu bringen.

Die Gründung kann in den Homogenbereichen 1, 2 und 3 erfolgen. Der Boden des Homogenbereichs Mu ist für bautechnische Zwecke ungeeignet und muss zuvor abgeschoben werden.

Da dem Gutachter noch keine Angabe der zu erwartenden Bodenpressung auf Basis einer statischen Berechnung vorliegt, können derzeit nur Hinweise hinsichtlich der geplanten Bauwerksgründung gegeben werden.

So kann im Regelfall die zulässige Belastung des Baugrundes durch Streifen- bzw. Einzelfundamente mit Hilfe von Erfahrungs- oder Tabellenwerten der DIN 1054 angegeben werden. Erst nach Vorliegen der Lasten und eines Fundamentplanes wird durch Grundbruch- und Setzungsberechnungen überprüft, ob die Grundbruchsicherheit gewährleistet und die Setzungen und Setzungsunterschiede in erträglichen Grenzen liegen. Eine Festlegung der endgültigen Bemessungswerte des Sohlwiderstands kann erst danach erfolgen.

Vorab können für eine Gründung auf Streifen- und Einzelfundamenten bei einer mindestens mitteldichten Lagerung der angetroffenen Böden bei Einbindetiefen zwischen 0,4 und 1,0 m Tiefe ohne weitere Prüfungen Sohlspannungen bis zu 80 kN/m² zugelassen werden.

6.8 Sonstige Hinweise

Es sollte nach Fertigstellung der Anlage dafür gesorgt werden, dass sich auf der gesamten Fläche baldmöglichst wieder ein zusammenhängender Grasbewuchs ausbilden kann. Dessen Wurzelhorizont bietet für die Aufnahme von Horizontalkräften eine deutliche Erhöhung der Sicherheit über die berechneten Werte hinaus. Ebenso stellt eine solche Vegetation einen guten Schutz des Bodens gegen Erosion durch abfließendes Niederschlagswasser dar.

Grundsätzlich ändert der Bau einer PV-Anlage weder Niederschlagsmenge noch Niederschlagsverteilung auf dem Baugrundstück. Im Gegensatz zu üblichen Bauwerken findet auch keine hydrologisch relevante Sammlung oder Konzentration von Wassermengen statt. Die einzelnen Solarpaneele sind mit Lücken verlegt und bilden keine zusammenhängenden Flächen (wie z.B. Dächer). Das Niederschlagswasser tropft daher zwischen den einzelnen Modulen, die i.d.R. weniger als 2 bis 3 m² Fläche besitzen, zu Boden und kann dort genau wie bisher versickern oder abfließen. Auch ändert sich durch den Bau der Solaranlage die Wasserdurchlässigkeit des Bodens in keiner Weise. Aus fachlicher Sicht sind daher Konzepte zur Niederschlagswasserableitung oder -behandlung nicht erforderlich, sofern in den vergangenen Zeiten der Niederschlag auf dem Baugrundstück schadlos versickert oder abgeflossen ist.

Aichach, den 27.06.2025

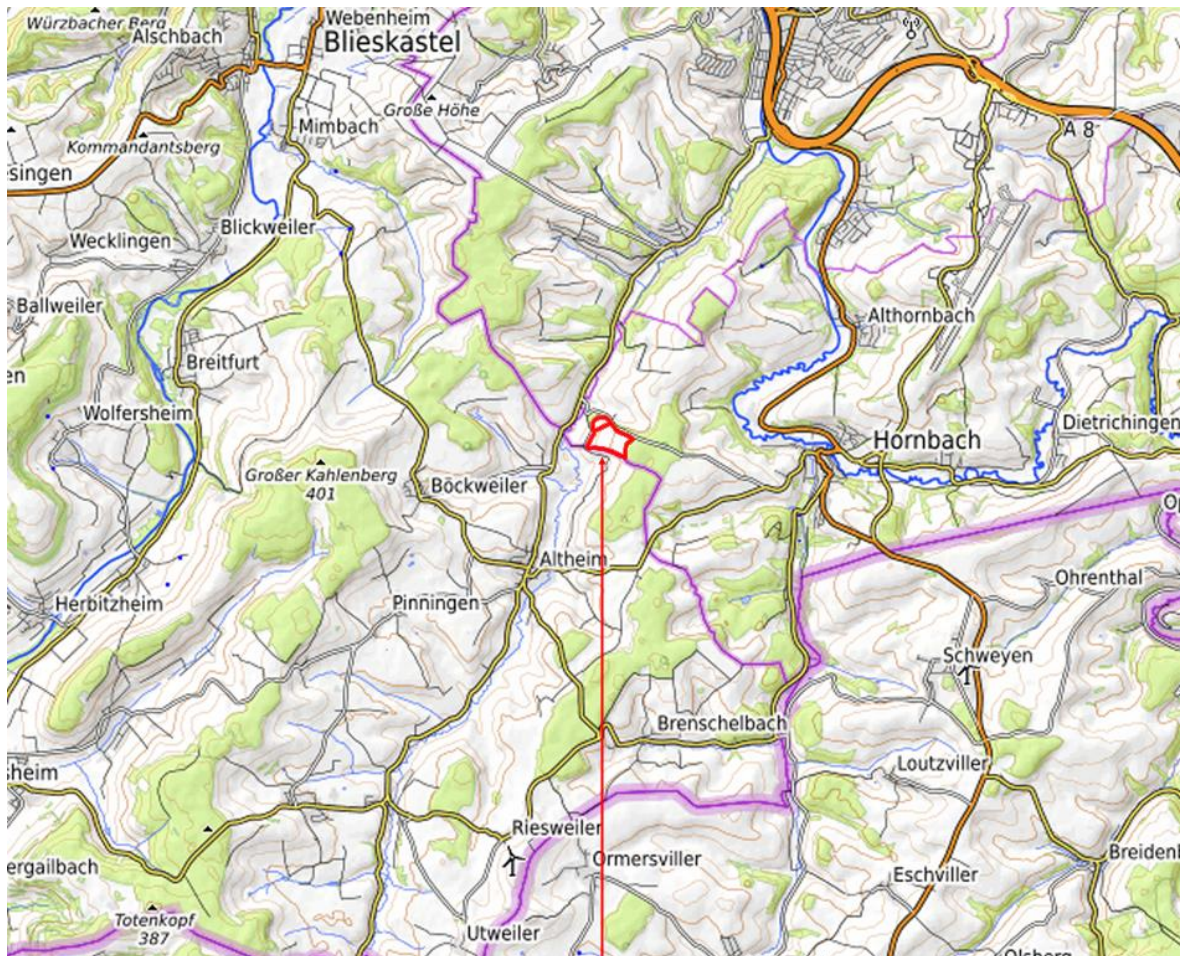


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

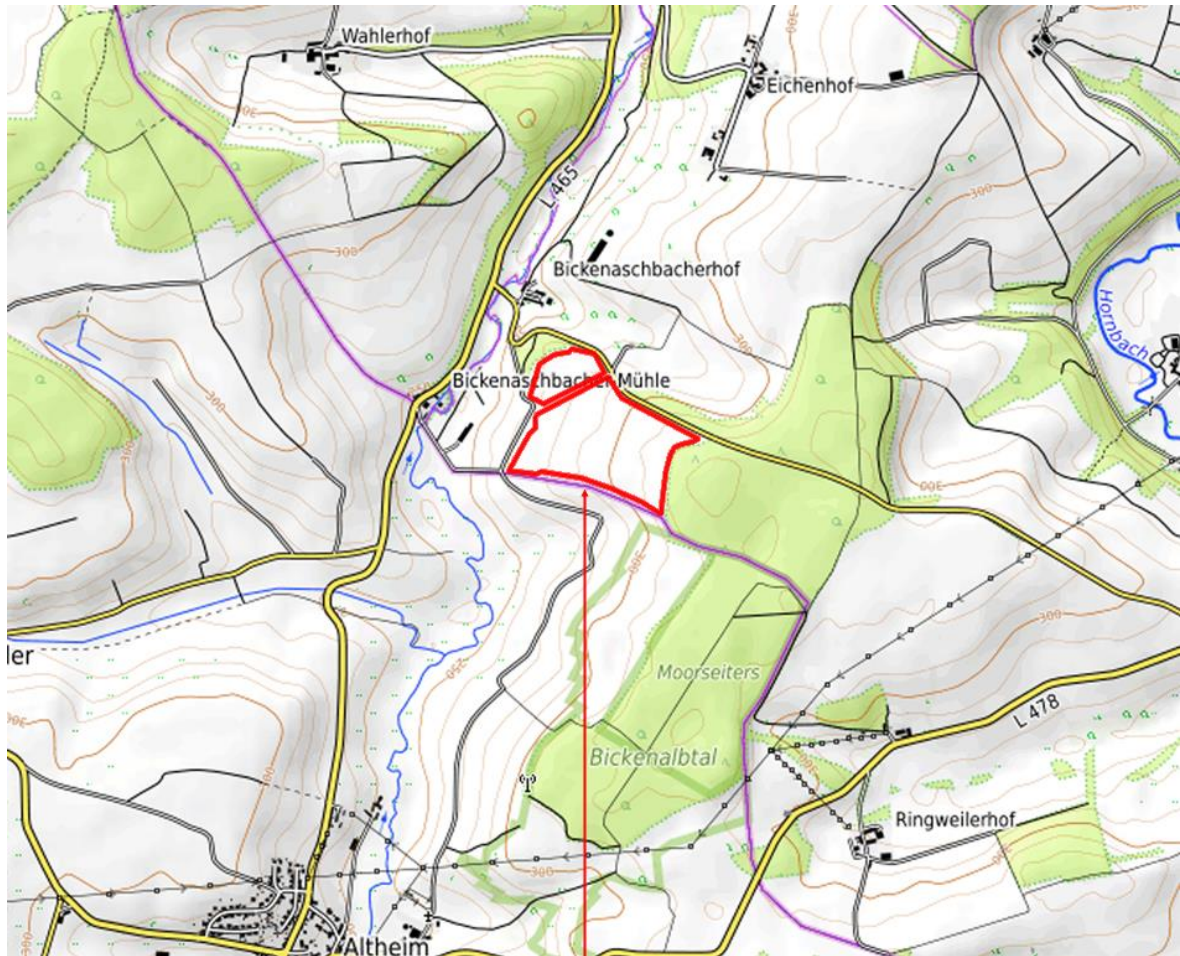
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

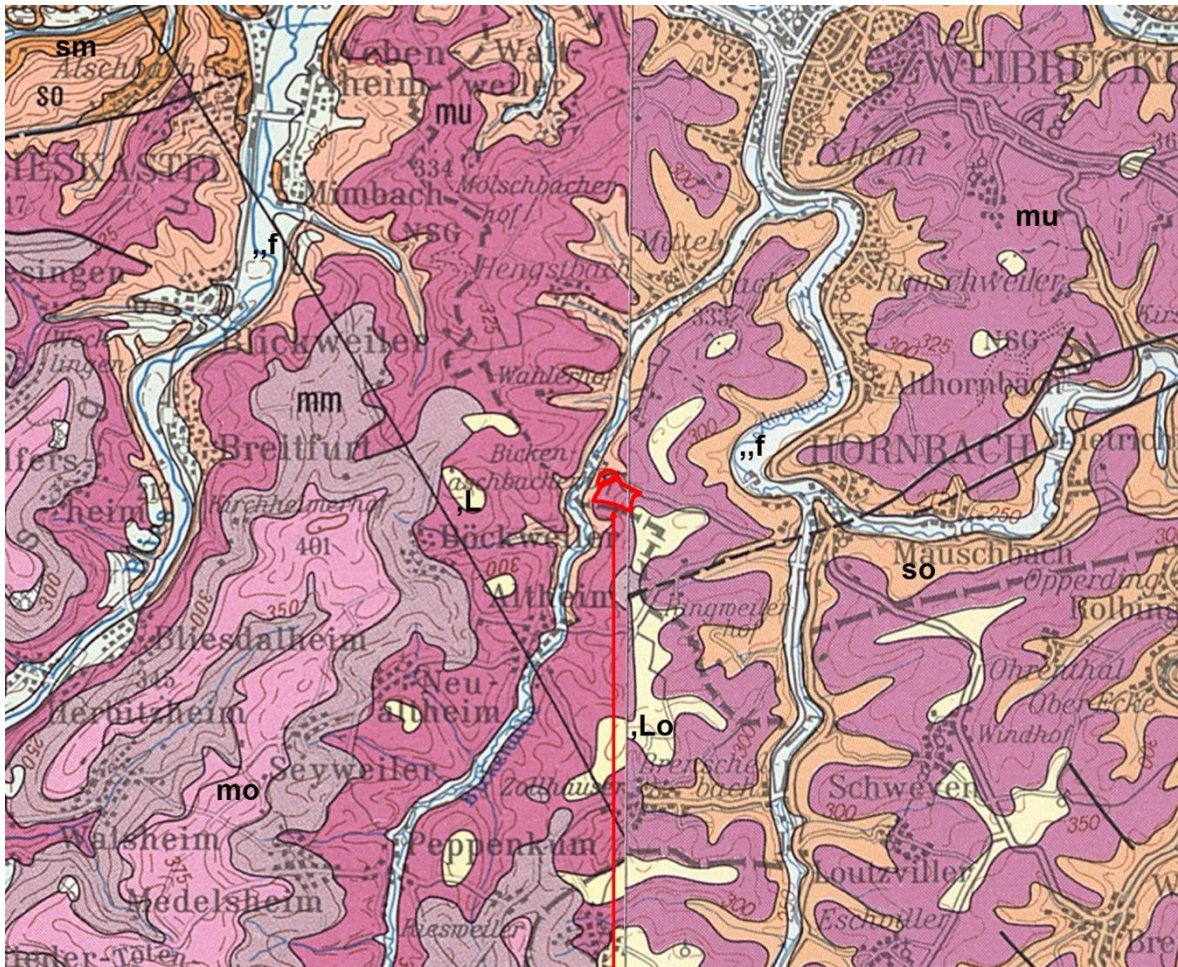
Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: Geologische Übersichtskarte Maßstab 1:200.000,

Blatt CC 7102 Saarbrücken (West) und Blatt CC 7110 Mannheim (Ost)

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (1979+1986)

Legende Geologische Karte

KÄNOZOIKUM			
QUARTÄR			
Pleistozän Holozän	„f	Talfüllungen der Flüsse <i>Alluvions récentes</i>	Lehm, Sand, Kies <i>limon, sable, gravier</i>
	„L	Verwitterungslehm, tertiär bis quartär, z.T. eiszeitliche Fließerden	tonig-schluffige Verwitterungsrückstände, z.T. sandig oder schwach steinig, oft mit Lößlehm vermengt, z.T. mit Terrassen
	„Lo	Löß und Lößlehm, äolisch, vorwiegend würmzeitlich	kalkreicher Schluff, hellgrau-gelb, häufig entkalkt, z.T. sandig oder schwach steinig (Hangschutt), örtlich verschwemmt
MESOZOIKUM			
TRIAS			
	mo	Oberer Muschelkalk, marin	Bank-Kalkstein, grau und blaugrau, teils dicht (mikritisch) und tonhaltig, teils kristallin (sparitisch) und bioklastisch (Schalentrümmerkalke), Ton- und Mergelstein-Zwischen- lagen (70 – 85 m, im SW 60 m)
	mm	Mittlerer Muschelkalk, marin-salinar	primäre Abfolge Dolomit – Anhydrit – Steinsalz – Anhydrit – Dolomit; oberflächennah Anhydrit → Gips, Steinsalz und z.T. auch Gips weggelöst, tonige Lösungsrückstände, Zellendolomit (primär ~60 m, reduziert 30 – 40 m)
	mu	Unterer Muschelkalk, marin	Dolomitstein, unten sandig, Mergelstein, wellig-wulstiger Kalkstein; oben plattiger bituminöser Kalk- und Mergelstein (60 – 70 m, im SW 48 – 56 m)
	<i>Schwarzwald</i>		
	so	Oberer Buntsandstein (Folge s8), terrestrisch, z.T. marin:	(50 – 70 m)
		Röttone Plattensandstein	Tonstein, dunkelrot, feinsandig, mergelig Feinsandstein, glimmerig, dunkelrot
	sm	Mittlerer Buntsandstein (Folgen s4 – s6), terrestrisch:	(ca. 130 m)
		Karneol-Dolomit-Horizont (VH 2)	mürber Fein- und Mittelsandstein, düsterrot bis violett, mit z.T. karneolführenden, dolomitischen Knollen
		„Kristallsandstein“ + „Hauptkonglomerat“ + „Bausandstein“, oberster geröllführender Teil	Mittel- und Grobsandstein, meist verkieselt, wechselnde Geröllführung
Zeichen			
— — — — —	Tektonische Grenzen	nachgewiesen vermutet	
A — — — B	Schnittlinie		

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 6.000



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

Gelbe Linie = Ferngasleitung

Blau markierter Bereich = Lage des Batteriespeicher (BESS Fläche).

HB01 – HB04 sowie HB11 – HB29 = Ansatzpunkte der Sondierungen

An den Standorten der Sondierungen HB01, HB04, HB12, HB14, HB18, HB19, HB23, HB24, HB26 und HB29 wurden Probenahmen mittels Schlitzsonde entnommen.

An den Punkten HB01, HB23 und HB26 wurden Bodenproben aus Handschürfen entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 49°11'21.66"N 7°19'41.35"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse, Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	HB01	HB02	HB03	HB04
0,1	4	2	5	1
0,2	6	4	4	3
0,3	4	7	11	4
0,4	6	4	6	7
0,5	10	3	7	3
0,6	40	6	10	3
0,7	100	11	8	6
0,8		30	26	9
0,9		18	13	9
1,0		17	10	10
1,1		25	100	10
1,2		27		11
1,3		29		100
1,4		32		
1,5		29		
1,6		17		
1,7		19		
1,8		26		
1,9		40		
2,0		100		
2,1				
2,2				
2,3				
2,4				
2,5				
2,6				
2,7				
2,8				
2,9				
3,0				
3,1				
3,2				
3,3				
3,4				
3,5				

Tabelle 1/3 (nordwestliche Teilfläche)

Tiefe m	HB11	HB12	HB13	HB14	HB15	HB16	HB17	HB18	HB19	HB20	HB21
0,1	1	3	3	1	2	2	1	2	3	13	5
0,2	3	5	4	4	9	8	3	7	8	9	20
0,3	2	5	4	3	20	9	6	29	8	8	14
0,4	1	6	8	4	24	10	9	46	11	7	9
0,5	10	5	8	5	19	12	10	38	7	5	19
0,6	7	54	16	7	13	10	11	24	13	5	17
0,7	7	130	15	5	11	8	9	15	14	10	11
0,8	20	45	23	10	11	10	9	11	15	75	10
0,9	11	30	14	43	10	9	8	15	40	46	12
1,0	13	40	12	63	11	15	17	19	30	27	18
1,1	12	26	16	69	16	11	17	22	40	10	15
1,2	12	25	19	51	23	12	18	18		9	19
1,3	13	30	17		25	16	17	17		9	23
1,4	15	23	25		24	16	31	24		9	35
1,5	21	27	33		24	24	21	30		8	45
1,6	150	45	32		28	21	20	28		28	45
1,7		40	32		28	40	19	23		22	
1,8		50	35		45	30	22	32		12	
1,9					33	18	17	32		40	
2,0					40	18	73	17		25	
2,1						22	39	20		20	
2,2						35	38	28		30	
2,3						28		44		40	
2,4						23		56		34	
2,5						36		100		27	
2,6						46				19	
2,7						46				18	
2,8										11	
2,9										14	
3,0										80	
3,1										100	
3,2											
3,3											
3,4											
3,5											

Tabelle 2/3 (südöstliche Teilfläche)

Tiefe m	HB22	HB23	HB24	HB25	HB26	HB27	HB28	HB29
0,1	1	2	2	1	2	1	2	2
0,2	4	6	5	5	1	2	10	11
0,3	8	10	9	5	3	4	8	14
0,4	9	13	8	4	6	10	11	13
0,5	10	12	6	6	8	10	9	31
0,6	7	13	6	8	9	9	9	50
0,7	8	11	8	5	9	10	12	30
0,8	9	13	9	3	9	10	10	15
0,9	13	13	21	8	11	17	13	23
1,0	16	39	40	11	13	17	11	60
1,1	16	33	20	15	11	17	16	100
1,2	16	20	22	11	53	17	15	
1,3	14	20	32	15	54	20	19	
1,4	50	27	16	90	55	22	50	
1,5	36	18	20	60		20	33	
1,6	20	18	19	30		17	24	
1,7	17	22	20	34		17	39	
1,8	16	32	50	100		33	18	
1,9	31	50	23			35	17	
2,0	42	48	24			27	24	
2,1	30	58	39			30	33	
2,2	23		40			38	40	
2,3	26		40			46	70	
2,4	25		26					
2,5	27		26					
2,6	21		26					
2,7	35		30					
2,8	44		45					
2,9	38		38					
3,0			38					
3,1								
3,2								
3,3								
3,4								
3,5								

Tabelle 3/3 (südöstliche Teilfläche)

Anlage 2.2 Rammdiagramme

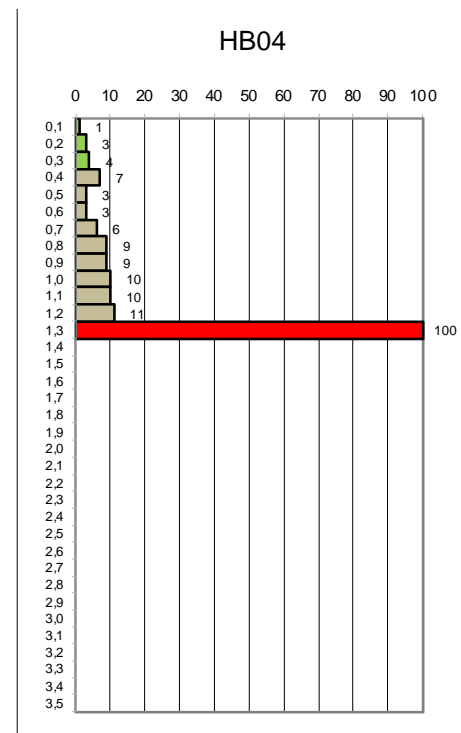
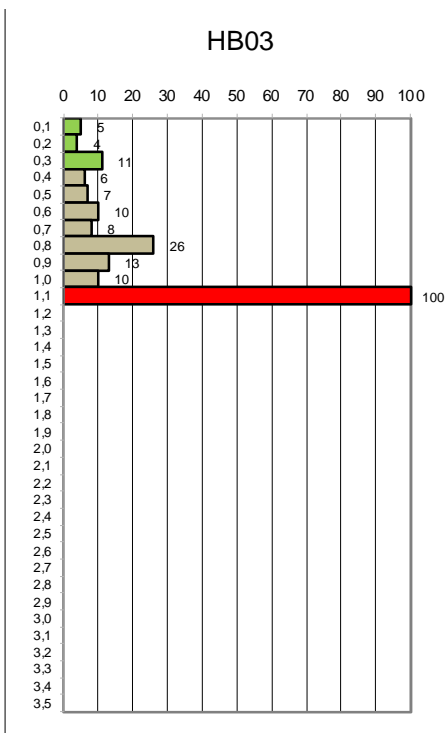
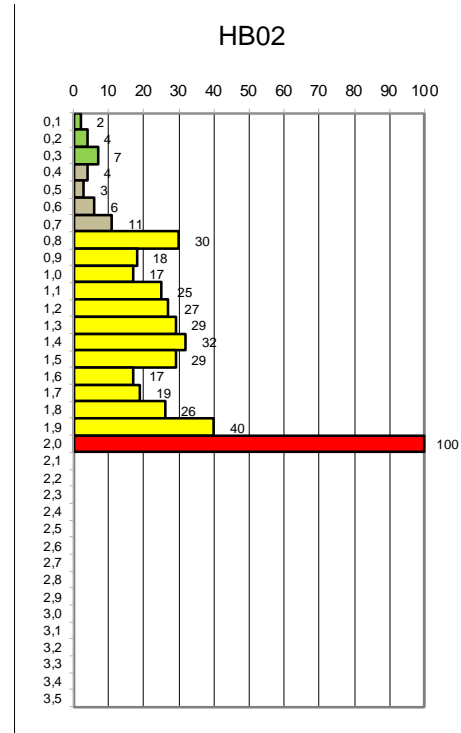
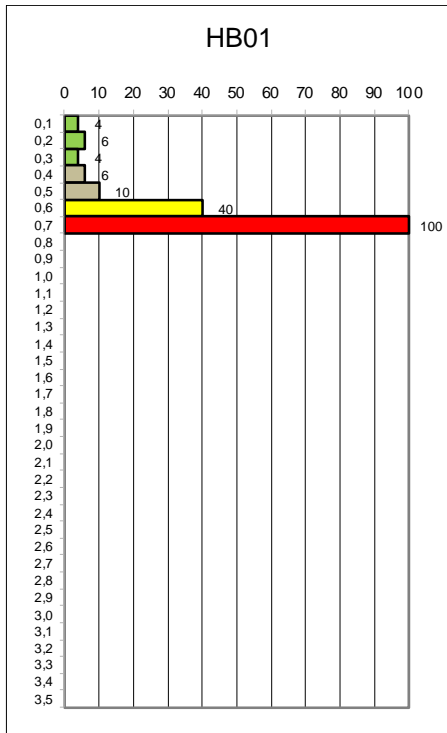
Sonde DPL-5

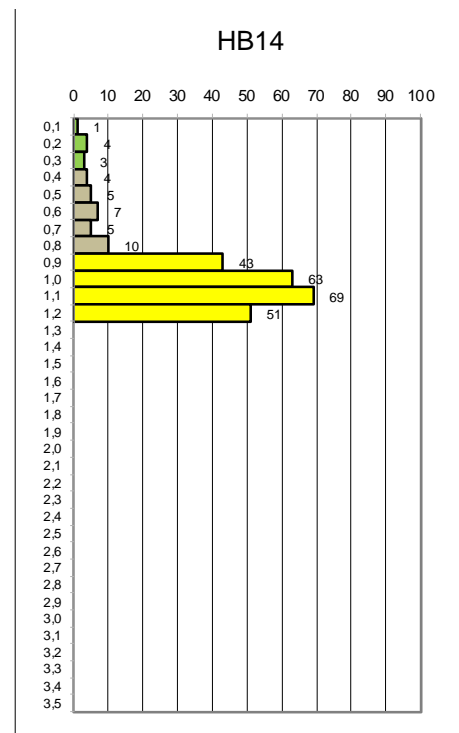
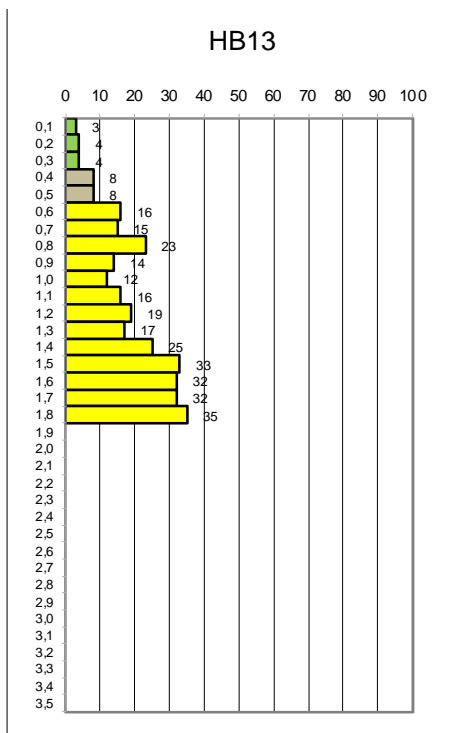
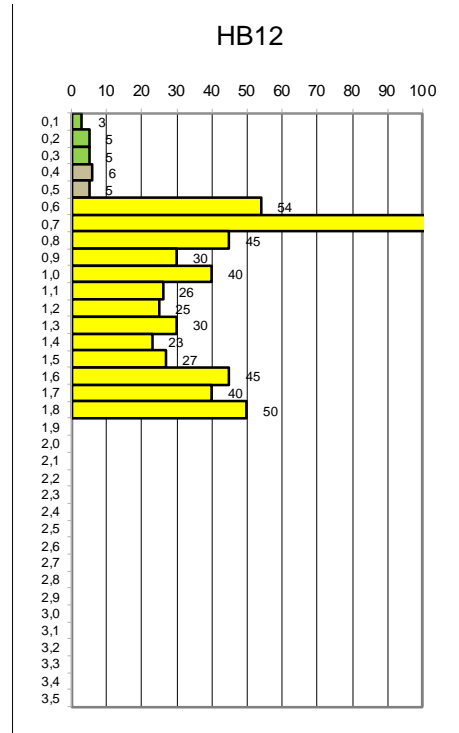
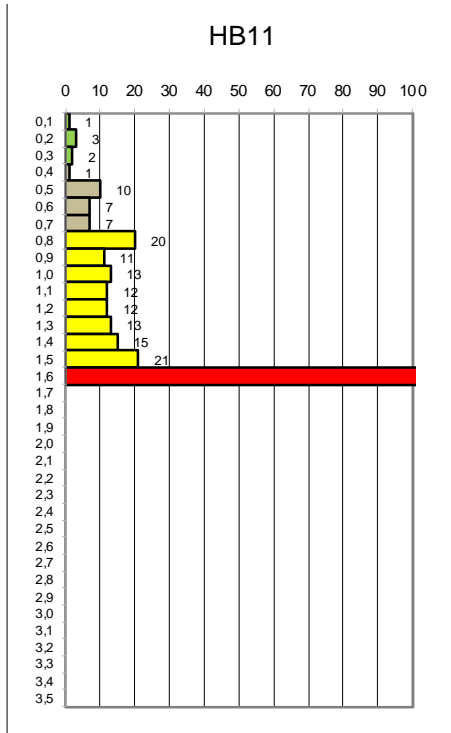
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

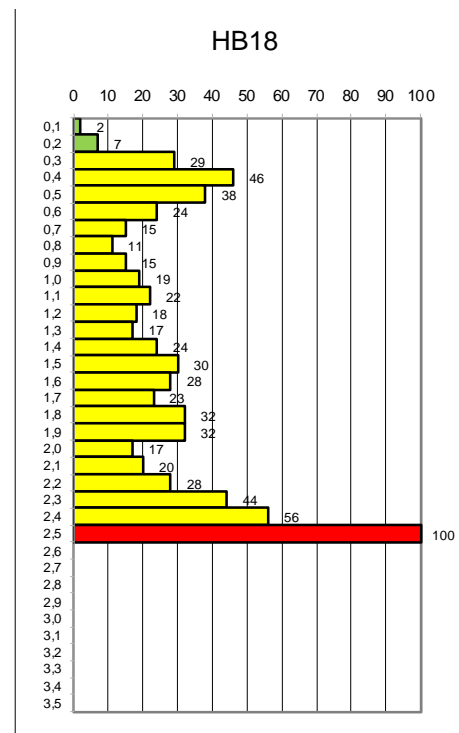
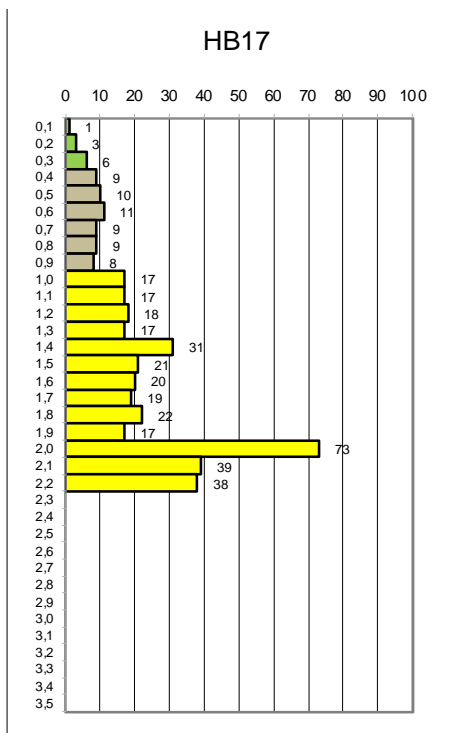
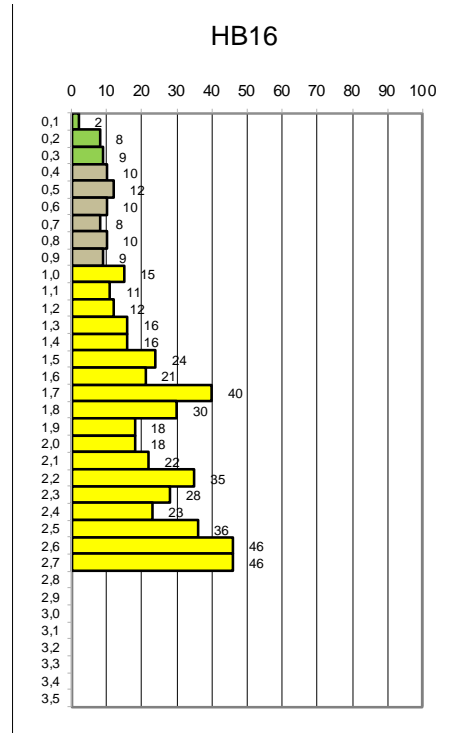
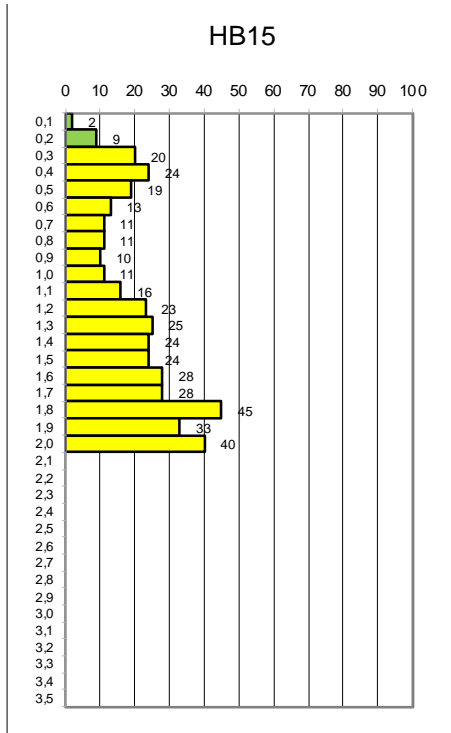
- Fall A Die Sondierung wurde deutlich tiefer als die spätere Gründung geführt. Das heißt, dass kein Rammhindernis für den Pfosten an dieser Stelle zu erwarten ist. Die notwendige Gründungstiefe wird für diesen Boden berechnet.
- Fall B Die Sondierung endet plötzlich mit einem hohen Rammwiderstand in 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.

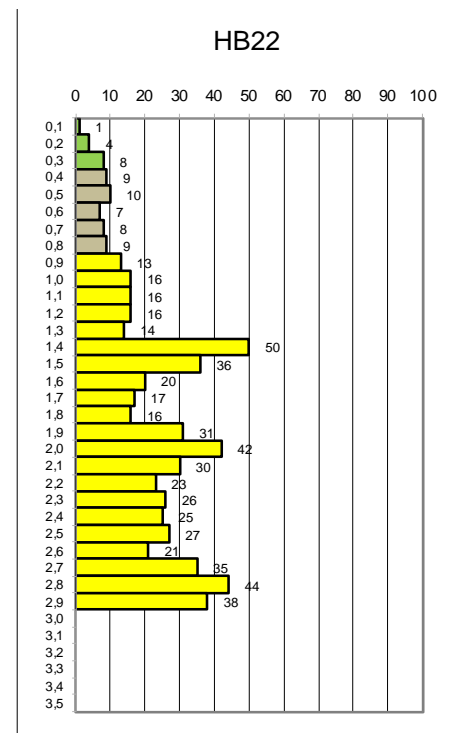
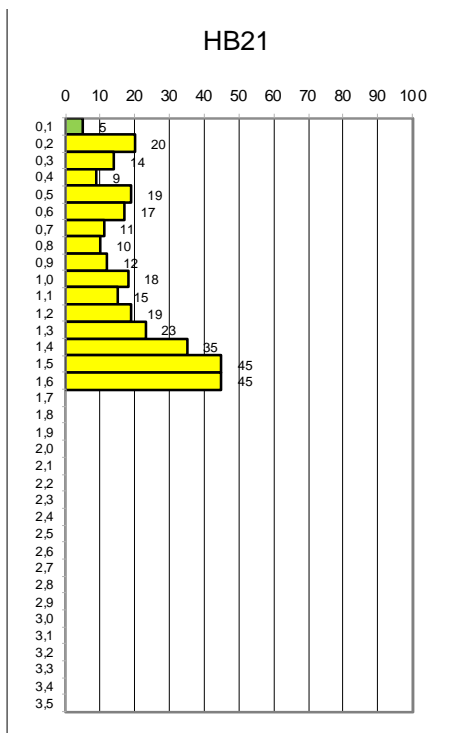
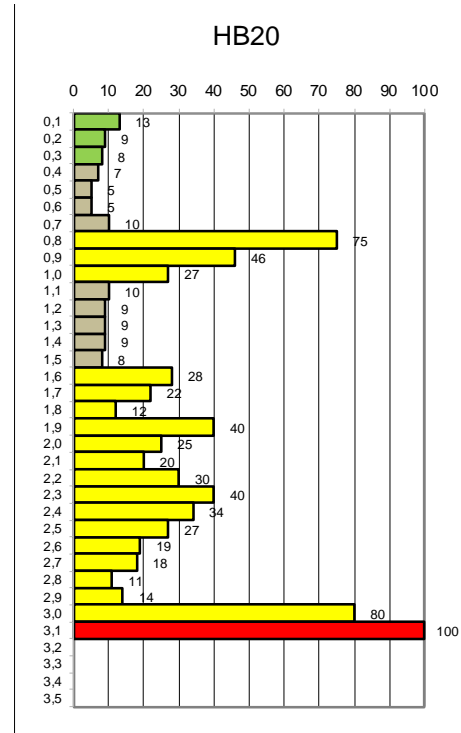
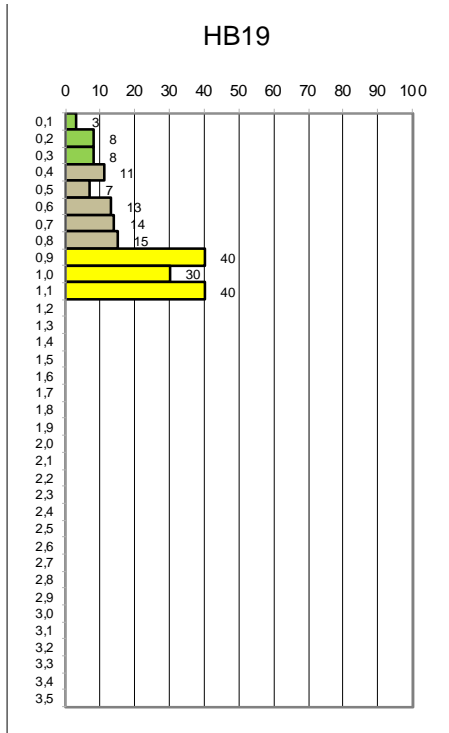
Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

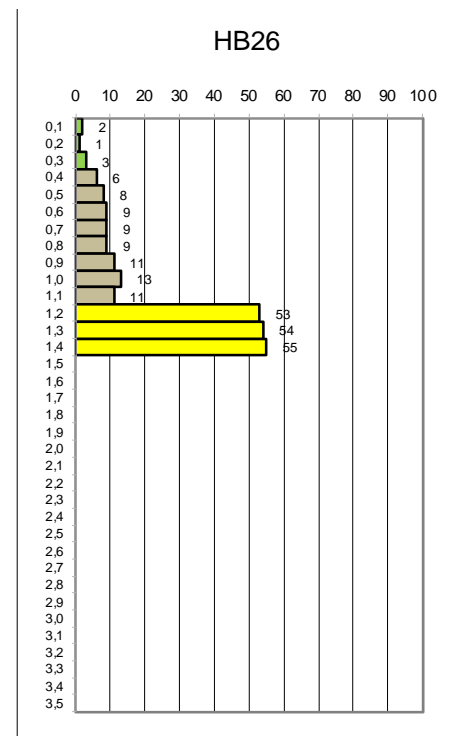
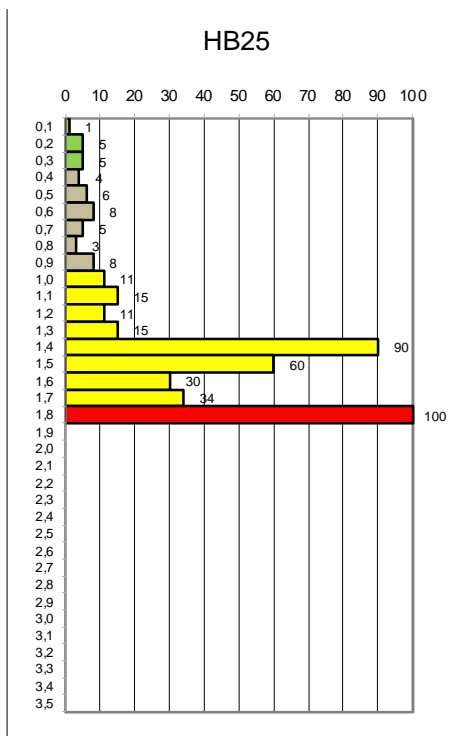
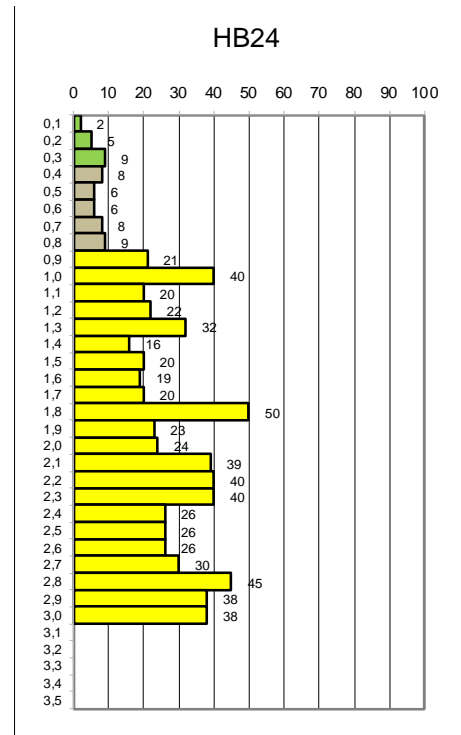
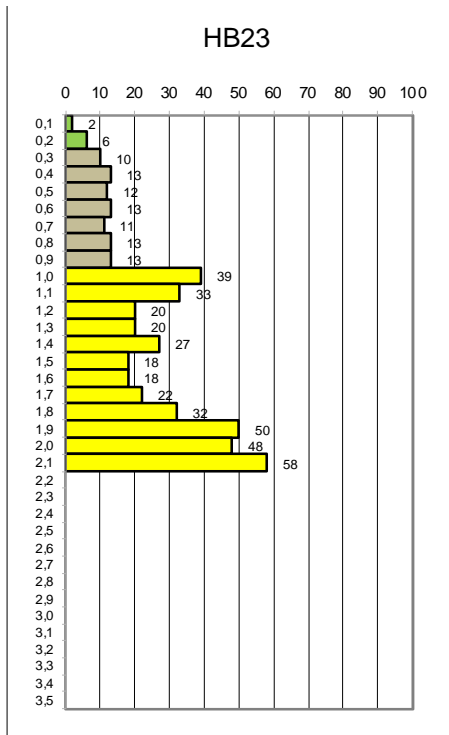
Schicht S1	Oberboden	grün
Schicht S2A	Steife Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen	grau
Schicht S2B	Halbfeste Verwitterungsbildungen der triassischen Ablagerungen	gelb
Schicht S3	Triassischer Fels	rot

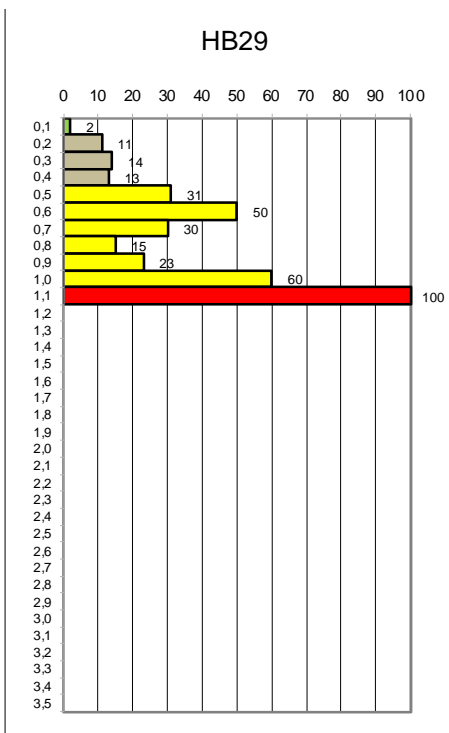
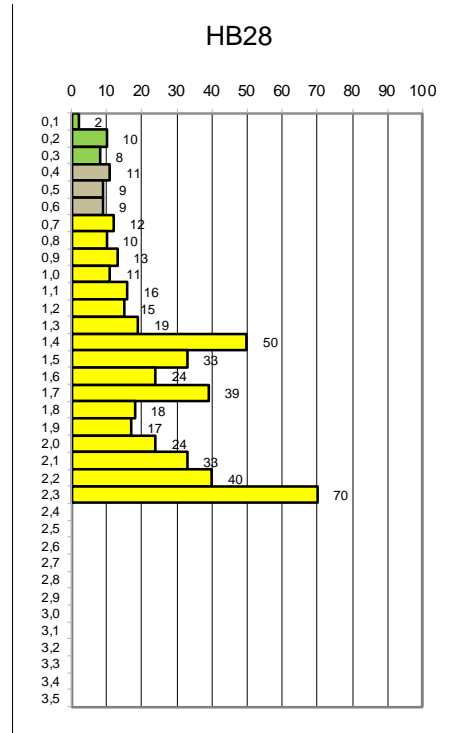
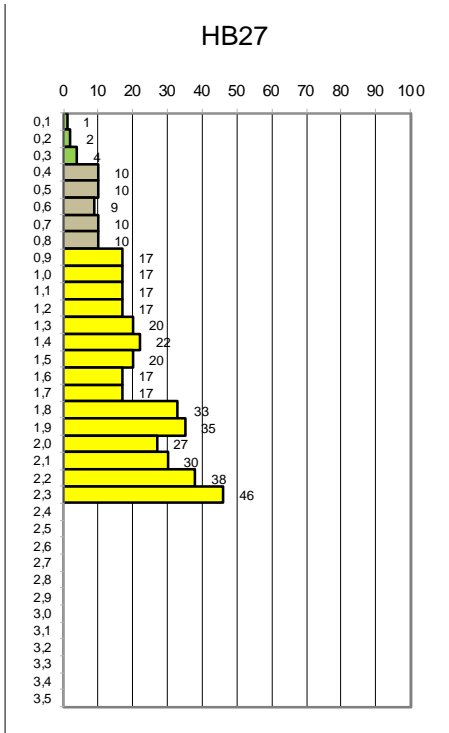












Anlage 3 Bodenkennwerte der erkundeten Schichten und Klassifizierung der Eignung für gerammte Pfosten

Schicht **S1**: Oberboden

(Schluff, schwach grobsandig bis grobsandig, schwach kiesig bis kiesig, tonig)

Farbe: rotbraun bis braun

Mächtigkeit 0,1 – 0,3 m

steif - 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
17,0	19,5	3	10	8	0,010

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

Schicht **S2A**: steifer bis halbfester Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen

(schwach kiesiger bis kiesiger, toniger Schluff)

Farbe: rotbraun, hellbraun

Wenn angeroffen, dann variiert die Mächtigkeit zwischen 0,2 und 0,9 m

steif bis halbfest; bereichsweise locker

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	5	12	10	0,012

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

Schicht **S2B** halbfester Verwitterungshorizont der triassischen Ablagerungen

(kiesiger, steiniger Sand und Schluff)

Farbe: braun

meist im Liegenden von Schicht **S2B**, vereinzelt in Wechsellagerung mit Schicht **S2B**

halbfest, z.T. mitteldicht

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
20,5	22,5	10	30	28	0,035

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

Schicht **S3**: Triassischer Fels

Farbe: grau, braun

nicht überall angetroffen, unter Schicht **S2**

fest

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	> 50,0	> 50,0	> 50	> 50	> 0,05

Der Boden entspricht der Bodenklasse 5 (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)
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	n.v.	n.v.	n.v.	Schichten S1 , S2A und S2B	n.v.	Schicht S3
Rammbarkeit				S1 : sehr gut S2A : gut S2B : erhöhter Widerstand		nicht rammbar
Rammhindernisse vorhanden				S1 : nein S2A : nein S2B : erhöhtes Risiko		nein
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich				In einigen Fällen		ja
Boden korrosiv gegen galvanisierten Stahl				Siehe Anlage 4		
Grundwasser				n.v.		n.v.
Hangneigung				10°		10°
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten				Schicht S1 : Hor.: gering Vert.: gering Schicht S2A : Hor.: gering Vert.: gering Schicht S2B : Hor.: mittel bis hoch Vert.: mittel bis hoch		Schicht S2B : Hor.: sehr hoch Vert.: sehr hoch
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.				R: schlecht K: gut Bei nasser Witterung: schlecht – sehr schlecht		
Bewuchs				Ackerfläche		

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 HB01 Co, HB23 Co und HB26 Co

HB01 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 Catherine Barroy
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermauerbach

Geschäftsfeld: Wasser
Ansprechpartner: L. Schinhärl
Durchwahl: +49 89 82096931
E-Mail: Lena.Schinhärl@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU25-003733-1

Datum: 02.05.2025

Auftrag Nr.: CMU-01202-25

Auftrag: Pfalzwerke Hornbach 25268-5

Lena Schinhärl
Sachverständige Wasser
M. Sc. Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

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

Geschäftsführer:
Sven Polenz,
Thomas Symura
HRB 1953 AG Steinfurt



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

Probeninformation

Probe Nr.	25-055451-01
Bezeichnung	HB01 Co
Probenart	Boden
Probenahme	15.04.2025
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	Kügler
Probengefäß	Plastikbeutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	22.04.2025
Untersuchungsbeginn	22.04.2025
Untersuchungsende	02.05.2025

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	29.04.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	28.05.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	1420,4	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	1136,4	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	80	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	8,060	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



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

Im 25:1 Eluat

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,86		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,928	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	21,28	°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 (SO4)	39	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	14.700	µg/l	SalzAus	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	31	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	800	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

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	<1	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 19553 AG Steinfurt



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

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-055451-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	90	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	12,6	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	6,7		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	4,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4.3 gem. DIN 38405-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	1,2	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	5,00	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	4	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)

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 aus 25:1 Eluat nach DIN 4030-2:2008-06

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

Legende

aS ausführender Standort	OS Originalsubstanz	SalzHex Salzsaurer Heißextrakt
EL 25:1 Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 25:1	EL 4:1 Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	tr Salzsaurer Auszug
L-TS <2 Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS Lufttrockensubstanz	sz Salzsaurer Auszug
OS <5 OS <5	AL Altenberge	TS <5 Trockensubstanz der <5mm Fraktion
n. n. nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)	n. b. nicht bestimmbar	* Kooperationspartner
		n. a. nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

HB23 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 Catherine Barroy
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermauerbach

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

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU25-003735-1

Datum: 02.05.2025

Auftrag Nr.: CMU-01202-25

Auftrag: Pfalzwerke Hornbach 25268-5

Lena Schinhärl
Sachverständige Wasser
M. Sc. Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

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

Geschäftsführer:
Sven Polenz,
Thomas Symura
HRB 1653 AG Steinfurt

Prüfbericht **CMU25-003735-1** Seite 1 von 4

25268-5

Gutachten vom 03.06.2025
Revision vom 27.06.2025
Seite 43



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

Probeninformation

Probe Nr.	25-055451-03
Bezeichnung	HB23 Co
Probenart	Boden
Probenahme	16.04.2025
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	Kügler
Probengefäß	Plastikbeutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	22.04.2025
Untersuchungsbeginn	22.04.2025
Untersuchungsende	02.05.2025

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißeextrakt	29.04.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	28.05.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	1867,9	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	1508,9	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	81	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißeextrakt

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	9,890	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



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

Im 25:1 Eluat

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	1,3	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	8,11		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,29	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	21,34	°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 (SO4)	1,4	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	13.300	µg/l	SalzAus	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	<10	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	940	mg/kg	L-TS	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Chlorid (Cl)	26	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

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	<1	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 19553 AG Steinfurt



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

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-055451-03	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	90	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	14,8	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,8		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	6,1	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4.3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n. a.	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	4,32	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	0,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

25-055451-03

Kommentare der Ergebnisse:

Bk 7,0 (F min) Potentiometrie 50929-3 - R, Volumen Natriumhydroxid (NaOH): Der pH-Wert ist >7,0.

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)

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 aus 25:1 Eluat nach DIN 4030-2:2008-06

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

Legende

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	SalzHex	Salzsaurer Heißeextrakt
EL 25:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 25:1	EL 4:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	SalzAu	Salzsaurer Auszug
L-TS <2	Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS	Lufttrockensubstanz	TS <5	Trockensubstanz der <5mm Fraktion
OS <5	OS <5	AL	Altenberge	*	Kooperationspartner
n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)	n. b.	nicht bestimmbar	n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

HB26 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 Catherine Barroy
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach OT Untermauerbach

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

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU25-003734-1

Datum: 02.05.2025

Auftrag Nr.: CMU-01202-25

Auftrag: Pfalzwerke Hornbach 25268-5

Lena Schinhärl
Sachverständige Wasser
M. Sc. Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

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

Geschäftsführer:
Sven Polenz,
Thomas Symura
HRB 1653 AG Steinfurt

Prüfbericht **CMU25-003734-1** Seite 1 von 4

25268-5

Gutachten vom 03.06.2025
Revision vom 27.06.2025
Seite 47



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

Probeninformation

Probe Nr.	25-055451-02
Bezeichnung	HB26 Co
Probenart	Boden
Probenahme	15.04.2025
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	Kügler
Probengefäß	Plastikbeutel
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	22.04.2025
Untersuchungsbeginn	22.04.2025
Untersuchungsende	02.05.2025

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	28.04.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	29.04.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	28.05.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	1250,2	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	1049,5	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	84	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.04.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	7.480	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



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

Im 25:1 Eluat

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	1,5	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	8,12		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,52	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	21,33	°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 (SO4)	2,9	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	9,310	µg/l	SalzAus	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	<10	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	710	mg/kg	L-TS	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Chlorid (Cl)	27	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

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	<1	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



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

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-055451-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	91	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	16,4	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,8		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	7,3	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4.3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n. a.	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	3,39	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	0,4	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

25-055451-02

Kommentare der Ergebnisse:

Bk 7,0 (F min) Potentiometrie 50929-3 - R, Volumen Natriumhydroxid (NaOH): Der pH-Wert ist >7,0.

Norm

DIN ISO 22036 mod. (2009-06)

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)

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 aus 25:1 Eluat nach DIN 4030-2:2008-06

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

Legende

aS	ausführender Standort	OS	Originalsubstanz	SalzHex	Salzsaurer Heißextrakt
EL 25:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 25:1	EL 4:1	Eluat mit Wasser-Feststoff-Verhältnis 4:1	tr	
L-TS	Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS	Lufttrockensubstanz	SalzAu	Salzsaurer Auszug
OS <5	OS <5	AL	Altenberge	sz	
n. n.	nicht nachgewiesen (chemisch), nicht nachweisbar (mikrobiologisch)	n. b.	nicht bestimmbar	TS <5	Trockensubstanz der <5mm Fraktion
				*	Kooperationspartner
				n. a.	nicht analysiert (chemisch), nicht auswertbar (mikrobiologisch)

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

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

HB01 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:

25-055451-01

HB01 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	90,0	Z ₁ = -4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	12,6	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		6,7	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	4,2	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	1,2	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	<1	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	4	Z ₉ = -1
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	5,00	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 50,7 Ω*m	Z ₂ = 0
(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=

-6

Bewertungszahlsumme B₁=

-6

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

II

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

mittel

(B₀= **-6**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

mittel

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-6**)

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

Aichach

31.05.25

C. Kügler

Ort

Datum

Sachbearbeiter

ConSoGeol

GmbH & Co. KG

HB23 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:

25-055451-03

HB23 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	90,0	Z ₁ = -4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	14,8	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,8	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	6,1	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	<1	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	4,32	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 37,4 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=

-7

Bewertungszahlsumme B₁=

-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 chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

Aichach
Ort

31.05.25
Datum

C. Kügler
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

HB26 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:

25-055451-02

HB26 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	91,0	Z ₁ = -4
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	16,4	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,8	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	7,3	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	<1	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,4	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	3,39	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 45,5 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=

-7

Bewertungszahlsumme B₁=

-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 chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

Aichach
Ort

31.05.25
Datum

C. Kügler
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrossiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenproben HB01 Co, HB23 Co und HB26 Co (Standorte HB01, HB23 und HB26, Labornummer 25-055451-01/ -03 und -02) wird die Korrosionsbelastung als **mittel** eingestuft (Bodenklasse II, $B_0 = -7$ bzw -6).

Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Ramppfosten 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 galvanisch korrosionsschutzten Stahlprofilen ist nur die Oberflächenkorrosion relevant, die in allen oben genannten Fällen nur gering ist.

Damit sind normalerweise keine besonderen Vorkehrungen gegen korrosive Bedingungen erforderlich.

Lediglich im Fall der flächenhaften Verletzung der Korrosionsschutzschicht 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 Korrosionsschutzschicht 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 galvanisch korrosionsschutzten Stahl und anderen Metallen im Boden. Dies ist besonders für Kupferteile wichtig! Jeder derartige Kontakt erhöht die Korrosivität gegenüber dem galvanisch korrosionsschutzten 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 (Galvanischer Korrosionsschutz und Stahl) wird bis zur Auflösung korrodieren.


Anlage 4.3 Analyse hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030

HB01 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:	Pfalzwerke	Auftrags-Nr.:	CMU-01202-25
Bauvorhaben:	Hornbach 25268-5	Probe-Nr.:	25-055451-01
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen:	HB01 Co	Entnahmetiefe:	
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum:	15.04.25
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerland			
Ort, Datum:		Probennehmer: C. Kügler	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	31 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	800 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	<1 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	31.05.25		
Ort	Datum	GmbH & Co. KG	
		C. Kügler Sachbearbeiter	

HB23 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: Pfalzwerke		Auftrags-Nr.: CMU-01202-25	
Bauvorhaben: Hornbach 25268-5		Probe-Nr.: 25-055451-03	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: HB23 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 16.04.25	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerland			
Ort, Datum:		Probennehmer: C. Kügler	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	<10 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	940 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	<1 mg/kg	- a)	-
Chlorid	26 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	31.05.25	C. Kügler	
Ort	Datum	Sachbearbeiter	
		 GmbH & Co. KG	

HB26 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: Pfalzwerke		Auftrags-Nr.: CMU-01202-25	
Bauvorhaben: Hornbach 25268-5		Probe-Nr.: 25-055451-02	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: HB26 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 15.04.25	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerland			
Ort, Datum:		Probennehmer: C. Kügler	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	<10 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	710 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	<1 mg/kg	- a)	-
Chlorid	27 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	31.05.25	C. Kügler	
Ort	Datum	Sachbearbeiter	
		 GmbH & Co. KG	

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.