

Solarpark

Weil am Rhein

Landkreis Lörrach, Baden-Württemberg

Deutschland

Gutachten zur Ermittlung der erforderlichen Rammtiefe für Stahlprofile als Gründungselemente

Auftraggeber

naturenergie holding AG
Schönenberger Straße 10
D-79618 Rheinfelden

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, Iskander Miebach

Inhalt

- 1 Lage und Vorgang, geologische Situation
- 2 Methodik, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort
- 3 Bewertung der angetroffenen Böden
- 4 Ausgangswerte für die Berechnungen
- 5 Hinweise
 - 5.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte
 - 5.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen
 - 5.3 Hinweis zum Rammvorgang der Stahlprofile
 - 5.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen
 - 5.5 Hinweis zur Aufstellung von Trafo- oder Wechselrichterstationen
 - 5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen
 - 5.7 Sonstige Hinweise

Anlagen

- Anlage 1 Lagepläne
 - Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000
 - Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000
 - Anlage 1.3 Geologische Karten
 - Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 3.000
- 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 W02 Co und W12 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 Lage und Vorgang, geologische Situation

Die ConSoGeol GmbH & Co. KG wurde am 11.05.2026 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 28.04.2026 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 19/2026 (Geologische Feldaufnahme) und KW 25/2026 (Entnahme von Bodenproben und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebietes insgesamt 13 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (Ergebnisse im Detail siehe Anlage 2), 2 Sondierungen mit der Schlitzsonde und 2 Handschürfe zur Entnahme von Bodenproben durchgeführt.

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

Zusätzlich wurde der folgende, vom Kunden zur Verfügung gestellte Bericht zurate gezogen:

- [1] IFÖ – Wolfgang Röske: « HOLCIM Kies und Beton GmbH Kiesgrube Haltingen Rekultivierung Teilbereich Ost », Bad Krozingen, 22/04/2021.

Die geplante Photovoltaik-Anlage liegt ca. 1,5 km nordöstlich des Rheins auf einer nun landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Eisenbahnstrecke der Rheintalbahn (Oberrheinbahn) verläuft unmittelbar nordöstlich der Fläche. Die A 98 verläuft ca. 550 m nordwestlich des Untersuchungsgebiets. Die Fläche befindet sich auf dem ehemaligen Abbaugelände der Kiesgrube Haltingen, mittlerweile aufgefüllt und rekultiviert.

Die Untersuchungsfläche ist horizontal, flach und eben. Die Fläche war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten mit Gras bewachsen.

Geographisch gesehen liegt das Gebiet in der Oberrheinischen Tiefebene. Geologisch gesehen liegt es im Oberrheingraben, in einem Bereich glazifluvialer - fluvialer Schotterflächen, welche in der Würm-Kaltzeit abgelagert wurden. Diese wurden im Rahmen der Kiesgewinnung in der Kiesgrube Haltingen abgebaut. Der Untersuchungsbereich wurde nach eingestelltem Betrieb wieder verfüllt und zum Zweck der land- und forstwirtschaftlichen Wiedernutzbarmachung mit einer Rekultivierungsschicht und einem Oberboden abgedeckt [1]. Laut geologischer Karte (siehe Anlage 1.3.1) stehen im Untersuchungsgebiet oberflächennah glazifluviale – fluviale Niederterrassenschotter an, auf der geologischen Detailkarte (siehe Anlage 1.3.2) ist anthropogen verändertes Gelände ausgewiesen.

Bei den Feldarbeiten wurde ein brauner bis dunkelbrauner Oberboden aus kiesigem, humosem Lehm angetroffen. Darunter befinden sich Wechsellagerungen von Auffüllungen in unterschiedlichen Lagerungsdichten.

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 geramnten 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.

Sondierungen werden in Bodenarten, in die Rammpfosten gut eingerammt werden können, normal bis ca. 4 m Tiefe geführt. Sofern in geringerer Tiefe ein sehr harter Boden oder sogar Felsschichten angetroffen werden, werden die Sondierungen an der Obergrenze dieses Rammhindernisses beendet. Nach geologischer Kenntnis des Bearbeiters erstreckt sich die harte Schicht dann bis in große Tiefe (> 10 m unter Niveau der Gründung). Damit ist eine Erkundung dieser nicht sondierbaren Schicht mittels Kernbohrungen nicht mehr notwendig. Die Kenntnis über die Lage der oberen Grenze reicht für die Dimensionierung der Pfosten aus.

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 13 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit W01 - W13) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 2 Stellen (W02 und W12) wurden Bodenproben mittels der Schlitzsonde entnommen. An den Stellen W02 Co und W12 Co 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 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 Gebietes festgestellt.

In Anlage 2 sind die Sondierergebnisse im Detail als Tabelle und Diagramme dargestellt. Die Bewertung der Versuchsergebnisse erfolgt im Kapitel 3.

Die Sondieraufschlüsse wurden bis in eine Tiefe zwischen 1,1 und 3,9 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 bis dunkelbrauner Oberboden (=Schicht **S1**) aus sandigem, kiesigem, schwach tonigen, humosem Schluff angetroffen. Dieser ist weich bis steif und besitzt eine Mächtigkeit von 0,2 – 0,3 m. Darunter folgen Auffüllungen (=Schicht **S2**) aus schwach tonigem, schluffigem, schwach bis stark kiesigem Sand von brauner bis dunkelbrauner Farbe, mit Mächtigkeiten von mindestens 0,8 m. Die Schicht **S2** wird bezüglich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften in Schicht **S2a** (dichte – sehr dichte Lagerung), Schicht **S2b** (mitteldichte Lagerung) und **S2c** (lockere Lagerung) unterteilt. Die verschiedenen Schichten von **S2** kommen in Wechsellagerungen auf der gesamten untersuchten Fläche vor, wobei nicht jede Lagerungsdichte an jedem Sondierungspunkt angetroffen wurde.

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

Die Grundwasseroberfläche wurde nicht angetroffen. Bei verdichteten Schichten mit Anteilen von bindigem Material kann es zu begrenzten Ansammlungen von Schichtwasser kommen.

3 Bewertung der angetroffenen Böden

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

Die Gründung erfolgt im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten **S1** (Oberboden), und **S2** (Auffüllung).

Die Schichten **S1**, **S2b** und **S2c** werden sich mit sehr geringer bis geringer Rammenergie durchhörtern lassen. Dabei besitzen insbesondere die Schichten **S1** und sofern angetroffen **S2c** nur geringe Haltekräfte gegenüber vertikalen Kräften.

Die Schicht **S2a** wird sich mit mittlerer bis hoher Rammenergie durchhörtern lassen. Die Durchörterung der Schicht **S2a** in Tiefen zwischen 0,5 – 1,5 m erfordert meist eine hohe Rammenergie. Die hohe Lagerungsdichte der Schicht **S2a** kann als Rammhindernis fungieren. Trotz ihrer vergleichsweise hohen Lagerungsdichte sollten sich die erforderlichen Rammtiefen bei der Verwendung von geeigneten Profilen (kleiner Pfostenquerschnitt, offene Profilform in Verbindung mit relativ großer Wandstärke, z.B. Z- oder H-förmig) durch vorsichtiges, aber ununterbrochenes Rammen mit einer leistungsfähigen Rammmaschine in den meisten Fällen relativ gut erreichen lassen. Ein solches Profil neigt beim Rammvorgang weniger dazu, sich zu verformen und kann leichter in den dicht gelagerten Kies der Schicht **S2a** eindringen und auch einzelne Kieskörner durchschlagen. Diese Art von Profil hat außerdem den Vorteil, dass sich beim Rammvorgang einzelne Kieskörner oder Steine nicht darin verklemmen und das Profil aufweiten können, wie es beispielsweise bei der Verwendung von geschlossenen, Hut- oder C-förmigen Profilen der Fall wäre. Beim Anwenden höherer Rammenergie ist jedoch unbedingt darauf zu achten, dass sich der Rammpfosten nicht verformt und der Pfosten vertikal eingerammt wird. Finden die oben empfohlenen Maßnahmen Beachtung, werden die in der Anlage 5 ermittelten Rammtiefen innerhalb kiesiger Abschnitte nur evtl. in seltenen Fällen nicht erreicht. Andernfalls muss mit der Notwendigkeit von Vorarbeiten, wie beispielsweise Vorbohrungen in geschätzten bis zu 50 % der Fälle gerechnet werden.

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.

Ausschlaggebend für die notwendige Rammtiefe sind i.d.R. die horizontalen Kräfte (Wind) am oberen Ende des geramten 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 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.

5.2 Hinweis zu den chemischen Bodenverhältnissen

An den Standorten W02 und W12 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben W02 Co und W12 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.

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. 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 S2 ist mit deutlich ausgebildeten Rammkanälen zu rechnen, die erst im Laufe von einigen Wochen vollständig zusammenfallen. Bis zum Abschluss der Montagearbeiten ist aber die ausreichende Tragfähigkeit der Rammprofile in jedem Fall gegeben.

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

Sollte sich der Rammkanal nur sehr langsam schließen, kann durch das Aufschütten einer kleinen Menge Feinsandes oder sandigen Bodenmaterials am Austrittspunkt des Stahlprofils aus dem Boden sowie das Einschwemmen des Materials in den Rammkanal mit Wasser der Kraftschluss Stahlprofil / Boden rasch hergestellt werden.

Falls die ausreichende Belastbarkeit der Pfosten durch Zugversuche vor Ort im Zuge der Errichtung der Anlage nachgewiesen werden soll, weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass wegen der vorstehend genannten Umstände ausschließlich vertikal geführte Versuche nicht sachgerecht sind. Im Fall der Planung solcher Versuche ist eine Abstimmung mit ConSoGeol GmbH & Co. KG für eine Planung und Durchführung solcher Versuche zum Erreichen interpretationsfähiger Ergebnisse unerlässlich.

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

5.4 Hinweis zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen

Auf dem gesamten Feld ist innerhalb der Schicht **S2** mit dem Antreffen von Rammhindernissen in Form von größeren Steinen zu rechnen. Die Wahrscheinlichkeit solcher undurchdringbarer Rammhindernisse wird als gering eingeschätzt.

Auf dem gesamten Feld besteht die Möglichkeit, die erforderliche Mindestrammtiefe aufgrund der hohen Lagerungsdichte der Schicht **S2a** oder der möglicherweise darin enthaltenen Rammhindernisse in Form von Steinen nicht zu erreichen, so dass Vorarbeiten (s.u.) erforderlich werden. Das Risiko hierfür kann jedoch durch die Wahl eines geeigneten Pfostenquerschnitts (z.B. Z- oder H-förmige, offene Profilformen mit schlankem Querschnitt und großer Profilstärke, vgl. Kapitel 3) deutlich verringert bzw. minimiert werden. Bei weniger gut geeigneten Pfostenquerschnitten (z.B. C- oder hutförmige Pfostenquerschnitte mit geringer Profilstärke) muss hingegen mit der Notwendigkeit von Vorarbeiten in geschätzten bis zu 50 % der Fälle gerechnet werden.

Falls nicht durchstoßbare Rammhindernisse, z. B. in Form größerer Steine, angetroffen werden, kann folgendermaßen verfahren werden:

Hat der betreffende Pfosten mind. 80 % der empfohlenen Mindestrammtiefe erreicht und ist nur ein Pfosten pro Tisch betroffen, kann dieser Pfosten im Boden verbleiben und am Kopf entsprechend gekürzt werden.

In allen anderen Fällen ist der Pfosten zu ziehen und

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

M1 Vorbohrungen

M1.1 Durchmesser der Bohrlöcher

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

*Beispiel: Pfosten: C-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 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 vorgestoichen 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.

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 abzuschleiben und nach Zwischenlage eines einfachen Geotextils durch eine Schicht aus verdichtungsfähigem Mineral-
korngemisch oder Recyclat 0/16 oder 0/32 (Aufbringung mehrlagig, in ca. 0,2 m starken Lagen) auszutauschen. Die Oberkante des Austauschkörpers sollte ca. 0,2 m über der ursprünglichen GOK liegen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Das Planum ist vor der Aufstellung der Trafo- oder Wechselrichterstationen planeben abzuziehen. Falls erwünscht, kann auf diesem Planum ein waagrecht abgezogenes Sandbett oder eine waagrechte Magerbetonplatte aufgebracht werden.

Dieser Unterbau muss mit einer Drainage versehen werden, über die eine Entwässerung versickernden Niederschlagswassers erfolgen kann.

Wird der Unterbau für die Trafo- und Wechselrichterstationen wie oben beschrieben hergestellt, ist der Untergrund in der Lage, Belastungen von 80 kN/m² problemlos aufzunehmen.

Für geotechnische Berechnungen können bei Streifenfundamenten mit Einbindetiefen zwischen 0,5 und 1,0 m Tiefe ohne weitere Prüfungen Sohlspannungen bis zu 60 kN/m² zugelassen werden.

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

5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, sind zunächst max. 0,2 m an Oberboden abzuschleiben und auf der darunterliegenden Schicht eine profilgerechte, ebene untere Tragschicht mit einer Querneigung von $\geq 3^\circ$ herzustellen. Es wird empfohlen, dieses Erdplanum mit einem gut zu verdichtenden Sand-Kies-Gemisch oder Recycling-Material 0/16 oder 0/32 unter Zwischenlage eines einfachen Trennvlieses (Geotextil) zu überschütten. Die Mächtigkeit dieser Überschüttung sollte insgesamt ca. 0,4 m erreichen, ihr Einbau sollte 2-lagig erfolgen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Die Oberfläche der Baustraße sollte ein einseitig geneigtes Querprofil mit einem Gefälle von mindestens 3° erhalten.

Für selten bis sehr **selten genutzte** und/ oder nur mit **leichteren Fahrzeugen befahrene Wege** (z.B. Betriebswege zur Pflege der Anlage nach Inbetriebnahme, Feuerwehrumfahrten etc.) reicht es aus, ohne vorheriges Abschieben des Bodens entlang der Trasse der geplanten Baustraße ein einfaches Trennvlies auf den Boden aufzulegen und mit einem verdichtbaren Mineralkorngemisch, das für diesen Zweck auch nicht unbedingt frostunempfindlich sein muss, in einer Mächtigkeit von mindestens 0,3 m zu überschütten. Diese Überschüttung ist durch Abwalzen einmalig zu verdichten.

5.7 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 26.06.2026

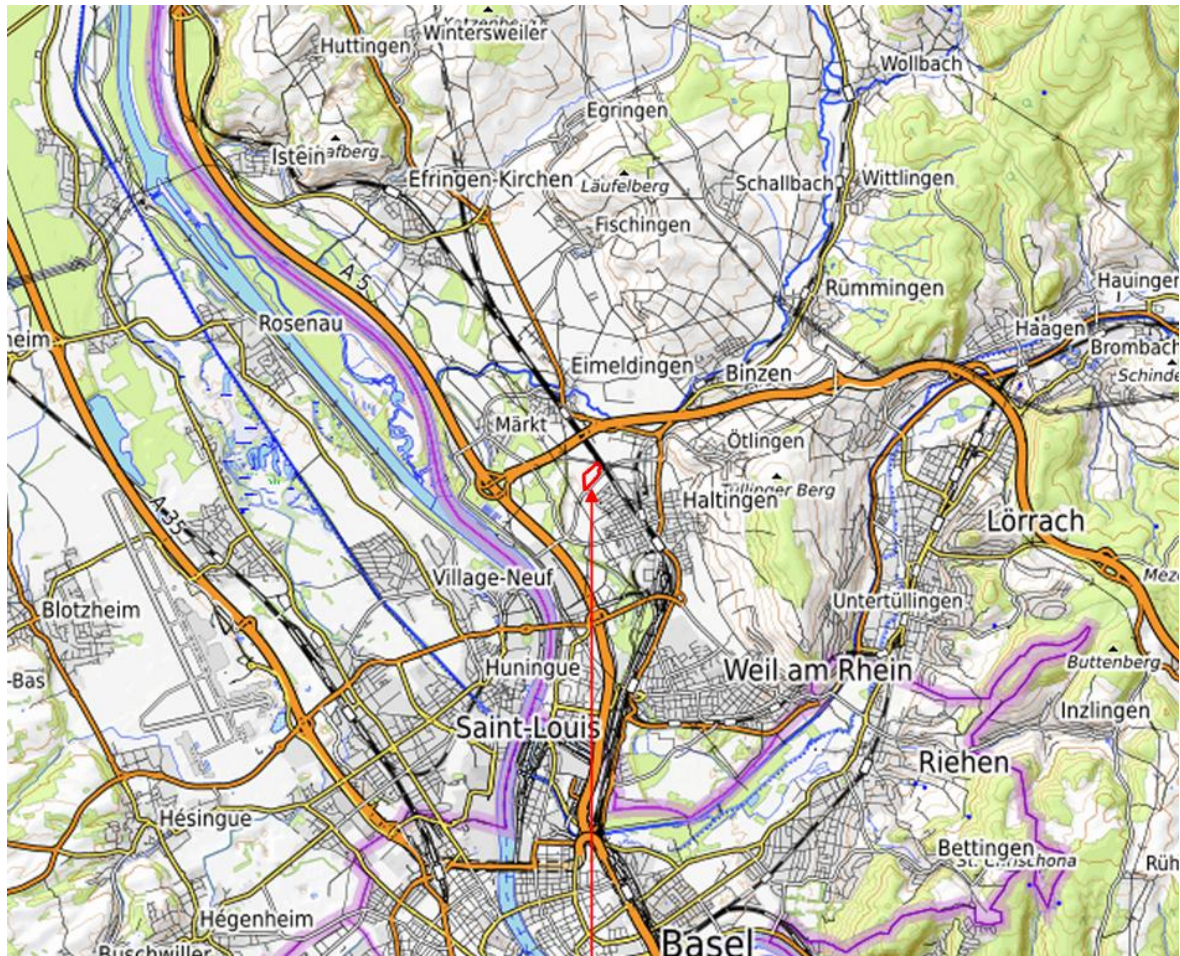


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

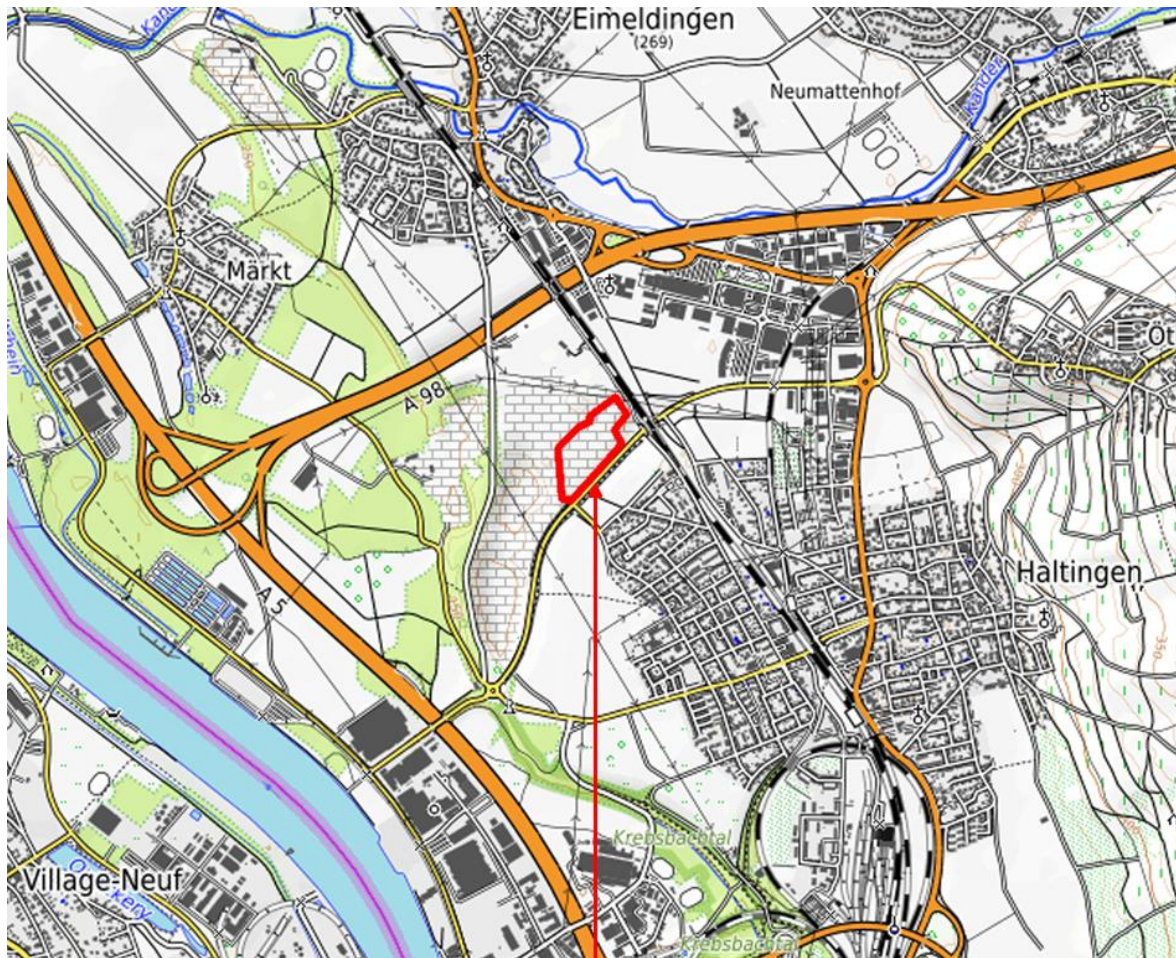
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000

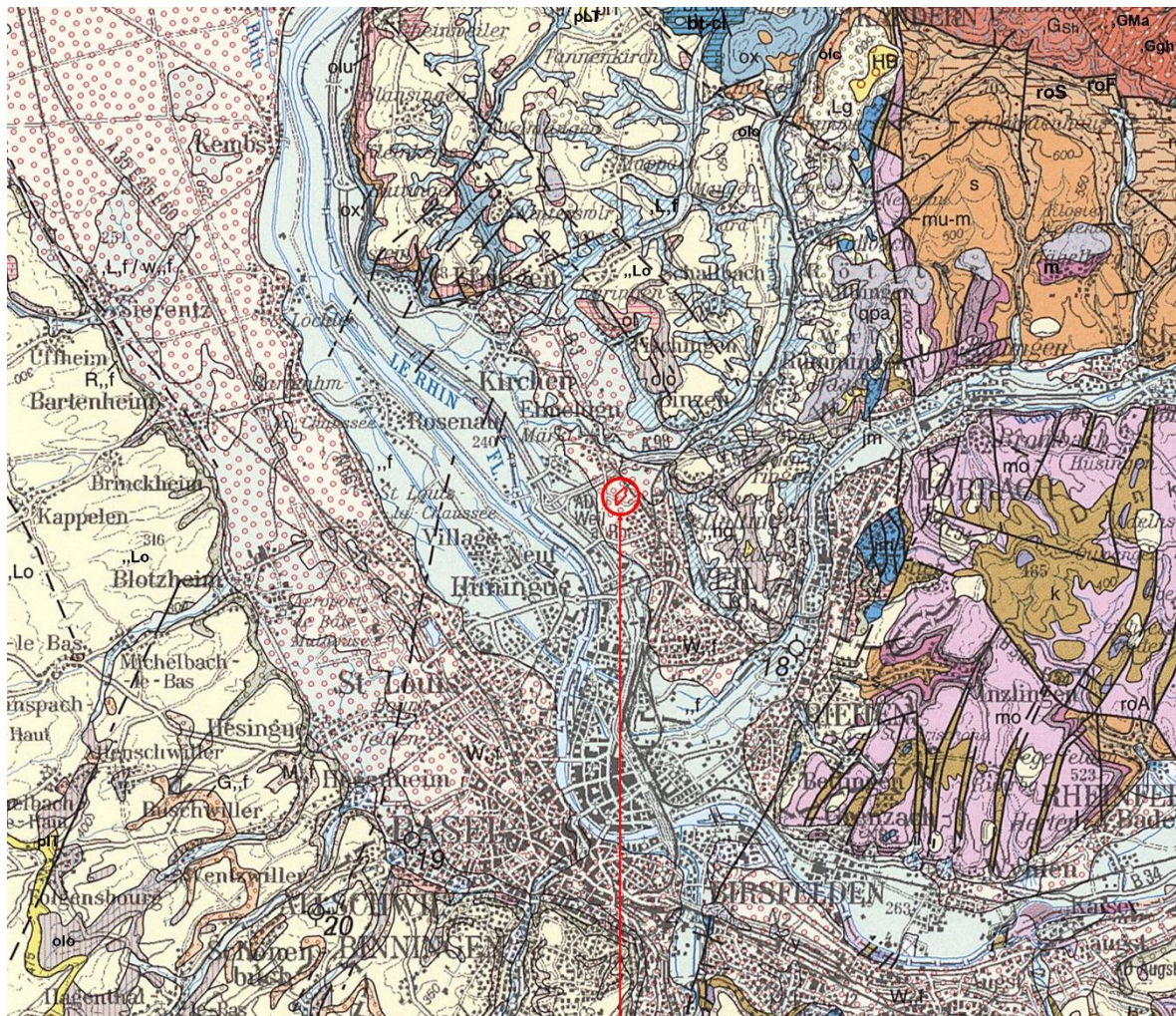


Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karten

Anlage 1.3.1 Geologische Übersichtskarte Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: Geologische Übersichtskarte Maßstab 1:200.000, Blatt CC 8710 Freiburg-Süd

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (2002)

Legende Geologische Karte

KÄNOZOIKUM Quartär Holozän

	fluviale Ablagerungen „f“	Schluff, tonig - sandig (Auelehm), Sand und Kies; Blöcke
	fluviale Ablagerungen Auelehm und Abschwemmmassen „L,f“	Schluff, sandig - tonig
	über Würm-Kaltzeit Niederterrassenschotter „L,f / W„f“	

Pleistozän

	Umlagerungsbildungen (solifluidal verlagerte ältere Schotter) „Lg“	Schluff, tonig - sandig kiesig, Gerölle
---	--	--

Würm-Kaltzeit

	Löß und Lößlehm örtlich verschwemmt und mit Hangschutt vermischt „Lo“	Schluff (hellgrau-gelb), kalkreich, häufig entkalkt (hellbraun); sandig
	Niederterrassenschotter glazifluviale - fluviale Ablagerungen „W„f“	Kies und Sand

Riss-Kaltzeit

	Hochterrassenschotter fluviale Ablagerungen „R„f“	Kies und Sand; Nagelfluh
---	---	--------------------------

Günz-Kaltzeit

	Älterer Deckenschotter fluviale Ablagerungen „G„f“	Kies und Sand; Nagelfluh
---	--	--------------------------

Altpleistozän

	Älter als Würm-Kaltzeit fluviale Ablagerungen (oft tiefgründig verwittert; umgelagert) „qpa“	Kies und Sand z.T. Blöcke
---	---	------------------------------

Pliozän

	Sundgauschotter, Tüllinger-Berg-Schotter, Pliozän fluvial (nach S geschüttet) „pT“	Ansammlung von Buntsandstein- und Kieselgeröllen in Verwitterungslehm (gelbbraun) [bis 20 m]
---	---	--

Miozän

	Heubergschotter, Verlehnte Grobschotter (Schweizer Jura: "Wanderblöcke"), Miozän fluvial (nach S geschüttet) „HB“	Grobkies, stark verwittert, gebleicht, aus Buntsandstein und zersetztem Kristallin [20 - 30, lokal 40 m]
---	---	--

Oligozän

	Elsässer Molasse und Süßwasserschichten, Delsberger Kalk, Tüllinger Kalk, Oberoligozän (Chattium) limnisch - brackisch (Elsässer Molasse, Cyrenenmergel brackisch, Süßwasserschichten limnisch) „olo“	Feinsand (hellgrau), lagenweise gröber; glimmerreich, Sandstein, kalkig, Mergel (hellgrau - gelbbraun; bunt); sandig, Kalkmergel und Süßwasserkalk (grau, gelblich) im Wechsel [Elsässer Molasse: bis ca. 190 m, Delsberg: bis 350 m; Süßwasserschichten: ca. 165 m; Delsberger Kalk: 15 - 60 m; Cyrenenmergel: 25 - 30 m]
	Graue Schichtenfolge, Unteroligozän (höheres Rupelium) marin (Lörracher Meeressand: litoral) „ol“	Tonmergelstein (graublau), feinsandig-glimmerig (Melettschichten); Ton- und Tonmergelstein (Fischschiefer); Mergelstein (grünlichgrau; Foraminiferenmergel) und Sand, z.T. calcitisiert, Konglomerate (Lörracher Meeressand) [> 300 m]
	Plattiger Steinmergel und Bunte Mergel (Konglomeratische Schichten), Unteres Unteroligozän limnisch-fluvial bis marin-litoral „olu“	Grobe Konglomerate, Kalksandstein, konglomeratisch, mit Mergellagen und Süßwasserkalk-Bänken, örtlich Gips (im Becken: Gips - Anhydrit - Steinsalz); unten Mergel- und Kalkstein, ± mergelig und sandig [Bunte Mergel: ca. 370 m; Plattiger Steinmergel: 4 - 80 m]

Eozän - Oligozän

	Tertiärkonglomerat, Obereozän - Unteroligozän fluvial - litoral „olc“	Kalkkonglomerat im Wechsel mit Mergelstein und Kalkarenit; geröllführend (im W: Kalksandstein und Mergel) [bis > 200 m]
---	---	---

MESOZOIKUM Jura

Oberjura

Oxford



Kandern-, Korallenkalk- und Nerineenkalk-Formation (Oxfordien, Rauracien, Séquanien) [Oberrhein] *marin*

Ton- und Tonmergelstein, Kalksteinknollen; Kalkstein, dicht, oben oolithisch, Jaspisknollen, unten Kalkmergelstein; Kalkstein, bankig, Mergelstein [Kandern-F.: 80 - 110 m; Korallenkalk-F.: ca. 70 m; Nerineenkalk-F.: bis 19 m]



Impressamergel- und Wohlgeschichtete Kalk-Formation [Schwäbische Alb - Klettgau] *marin*

Mergelstein (grau); Kalkstein (hellgrau), bankig, Mergellagen [130 - 250 m]



Oxfordmergel, "Rauracien" (im NW, im E bis S "Argovien"), "Séquanien" [Schweizer Jura] *marin*

Mergelstein (grau, gelblich); sandig, Kalkstein (hellgrau - beige), massig-bankig; oolithisch; Korallenkalk, unten Tonmergelstein (grau, blau) [200 - 300 m]

Mitteljura



ungegliedert *marin*

Kalkstein (weiß, grau, gelbbraun), oolithisch (Hauptrogenstein, keltische Fazies), Mergelstein (grau; im E vorherrschend: schwäbische Fazies), Tonmergelstein, Mergelkalkstein, Kalkstein (grau - rotbraun), Sandkalkstein, glimmerreich, Eisenoolith



ungegliedert [Schweizer Jura] *marin*



Variansmergel- und Ornatenton-Formation, Mittel-Bathonium - Callovium [Oberrhein] *marin*

Mergelstein, dünne Kalkmergelbänke, Tonstein (grau), glimmerig, mit Kalkstein-Konkretionen und oolithischen Bänken [60 - 70 m]

Trias Keuper



ungegliedert

[80 - 150 m]

Muschelkalk



ungegliedert *marin*

Oberer Muschelkalk



Hauptmuschelkalk *marin*

Kalkstein (grau), feinkörnig - dicht; oolithisch, unten Schalenrümmerbänke, oben Dolomitstein und Kalkstein, dolomitisch (grau - gelbbraun) [Trochitenkalk 20 - 25 m, Plattenkalk 20 - 25 m, Trigonodusdomit 10 - 50 m]

Unterer Muschelkalk



Unterer und Mittlerer Muschelkalk, ungliedert *marin*

Buntsandstein



ungegliedert *terrestrisch* oben z.T. *flachmarin*

PALÄOZOIKUM Perm Rotliegend

Oberrotliegend



Arkose-Schichten *fluvial* bis *terrestrisch*

Arkose und Sandstein (dunkelrot; grau), mittel- bis grobkörnig, geröllführend, bankig, meist wenig verfestigt, einzelne Ton- und Schluffsteinlagen; oben Horizonte aus Sandstein (graurot), mit Dolomit und Karneol [100 - 110 m]



Schluff- und Feinsandstein-Schichten *fluvial* bis *limnisch*

Schluffstein und Feinsandstein, tonig (dunkelrot, Flecken graugrün), glimmerreich; schwach karbonatisch, massig; plattig [ca. 100 m]



Arkose- und Fonglomerat-Schichten *fluvial*

Arkose (rotbraun - violettrot), grobkörnig, oft geröllführend, massig - dickbankig, einzelne Fonglomerat-Schichten [> 40 m]

Karbon

VARISCISCHE MAGMATITE



Helle Ganggesteine, Unter- bis Oberkarbon Ganggestein

Granitporphyr, Ganggranit und ähnliche Gesteine

BIOTIT-GRANITE



Malsburg-Granit *intrusiv*

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

TEKTONISCH GEREGLTE GRANITE



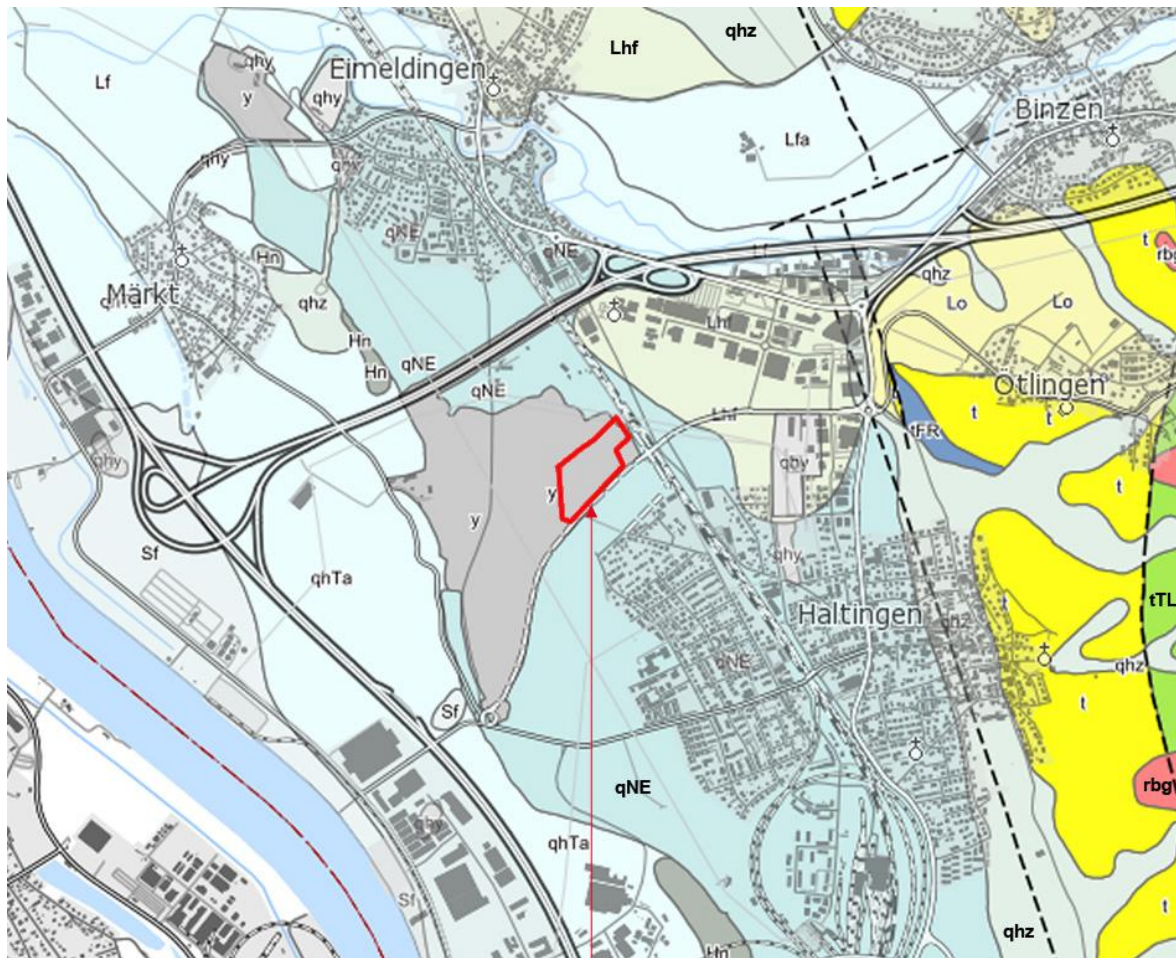
Schlächtenhaus-Granit *intrusiv*

Zweiglimmergranit (rötlich), feinkörnig; mit Andalusit, Cordierit

Zeichen

- Geologische Grenze
- - - - - Geologische Grenze, vermutet
- Tektonische Grenze
- - - - - Tektonische Grenze, vermutet

Anlage 1.3.2 Geologische Detailkarte Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: © <https://maps.lgrb-bw.de/>
Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Legende Geologische Karte

	<i>Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)</i>
	<i>Anthropogen verändertes Gelände (y)</i>
	<i>Rutschungsbildung (rbg)</i>
	<i>Löss (Lo)</i>
	<i>Niedermoor (Hn)</i>
	<i>Holozäne Abschwemmmassen (qhz)</i>
	<i>Holozänes Auensediment (qhTa)</i>
	<i>Auenlehm (Lf)</i>
	<i>Älterer Auenlehm (Lfa)</i>
	<i>Auensand (Sf)</i>
	<i>Hochflutlehm (Lhf)</i>
	<i>Neuenburg-Formation (qNE)</i>
	<i>Tertiär (t)</i>
	<i>Froidefontaine-Formation (tFR)</i>
	<i>Tüllingen-Schichten (tTL)</i>
	Tektonik vermutet

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab 1 : 3.000



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

W01 – W13 = Ansatzpunkte der Sondierungen

Gelbe Markierung = Undurchdringliche Rammhindernisse in ca. 1 m Tiefe angetroffen

Grüne Markierung = keine signifikanten Rammhindernisse angetroffen

An den Standorten der Sondierungen W02 und W12 wurden Bodenproben mittels einer Schlitzsonde entnommen.

An den Punkten W02 und W12 wurden Bodenproben aus Handschürfen entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 47°37'11.80"N 7°36'2.63"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondiererergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	W01	W02	W03	W04	W05	W06	W07	W08	W09	W10	W11	W12	W13
0,1	3	3	2	3	2	3	3	2	2	1	3	2	3
0,2	20	14	7	9	10	10	11	8	11	7	8	9	11
0,3	45	16	19	14	11	17	22	7	26	16	12	13	21
0,4	46	22	30	17	14	21	21	11	35	23	20	26	26
0,5	30	31	33	37	13	23	36	34	34	16	19	69	41
0,6	24	36	59	43	10	24	37	33	25	15	39	52	22
0,7	20	29	58	31	10	34	28	24	24	27	32	24	18
0,8	22	31	34	19	14	36	23	20	23	30	40	13	15
0,9	23	22	28	15	12	46	18	26	22	63	37	10	15
1,0	31	38	19	12	15	35	21	15	25	49	41	9	21
1,1	24	53	19	10	21	34	18	50	35	100	31	14	31
1,2	18	50	27	7	21	43	17	25	70		30	14	24
1,3	23	73	34	6	19	32	18	21	100		26	13	17
1,4	17	16	25	7	22	21	26	21			23	10	38
1,5	8	17	23	9	16	18	10	21			29	18	31
1,6	12	12	24	19	25	20	9	16			26	11	26
1,7	23	17	17	27	11	16	7	13			17	12	23
1,8	31	15	11	28	12	14	9	11			15	11	10
1,9	24	22	14	26	13	9	8	15			16	14	9
2,0	24	21	12	28	6	6	9	18			20	14	12
2,1	20	23	13	100	17	7	12	100			17	27	14
2,2	28	21	36		21	14	12				16	19	13
2,3	22	28	21		22	14	13				15	18	26
2,4	24	33	20		23	13	14				15	19	26
2,5	23	31	26		23	9	14				16	20	20
2,6	21	16	19		25	14	23				16	19	16
2,7	19	21	18		19	19	18				20	16	35
2,8	20	42	44		18	16	20				19	18	100
2,9	20	34	42		15	18	25				16	20	
3,0	18	23			25	22	18				19	20	
3,1	20				28	25	19				18	21	
3,2	29				25	33	27				18	20	
3,3	28				30	32	36				28	19	
3,4	24				22	33	37				23	39	
3,5	23				23		39				24	100	
3,6	22				22						35		
3,7	22				19						36		
3,8	20				19						31		
3,9	20				18								
4,0													

Anlage 2.2 Rammprogramme

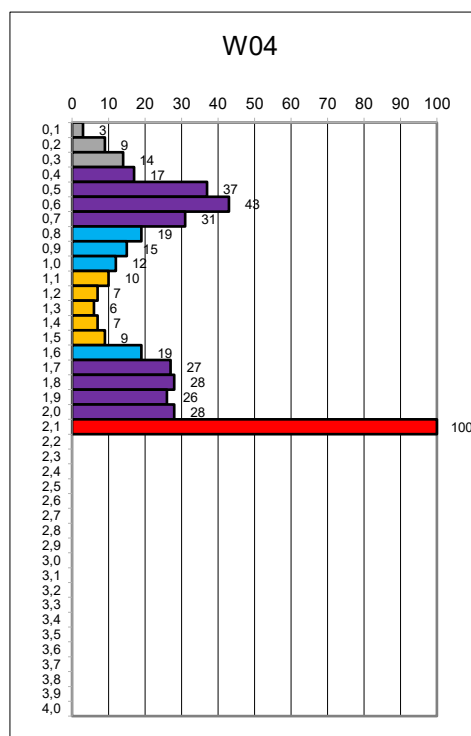
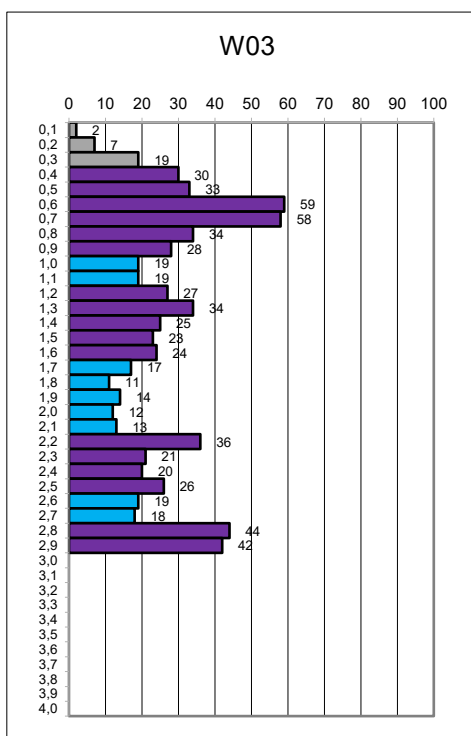
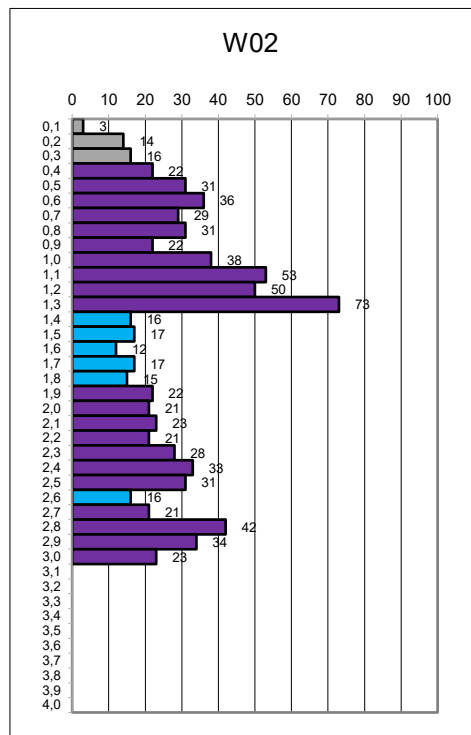
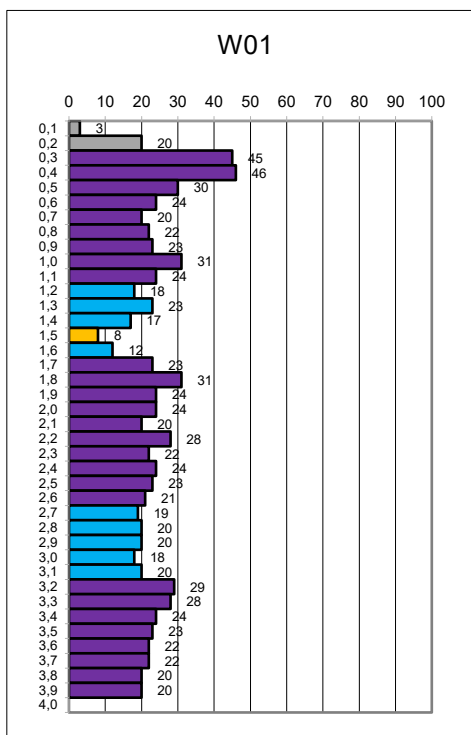
Sonde DPL-5

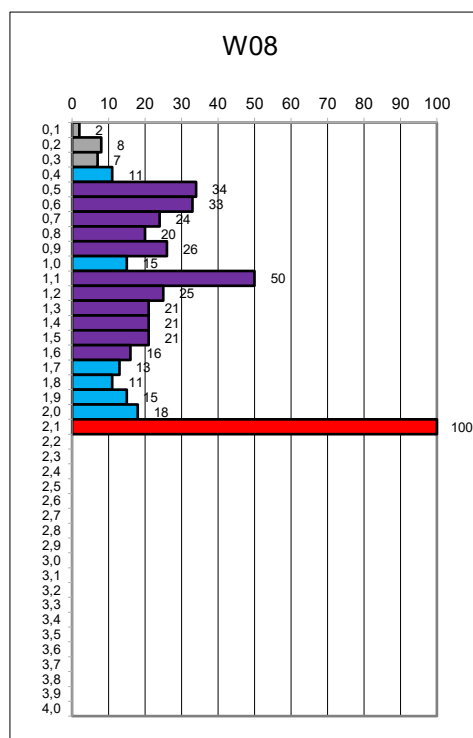
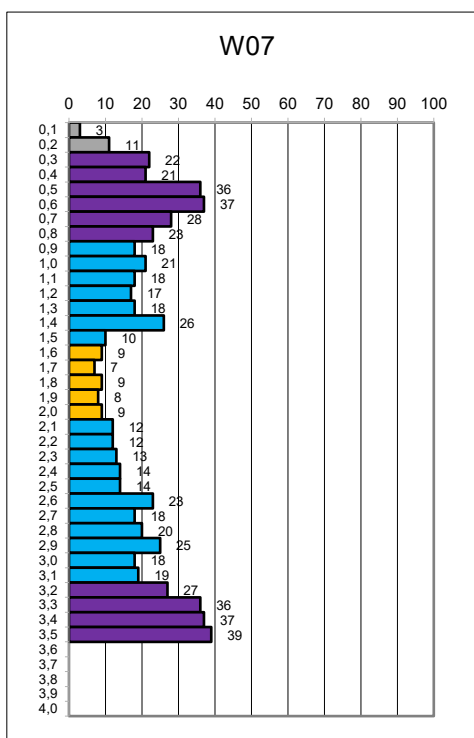
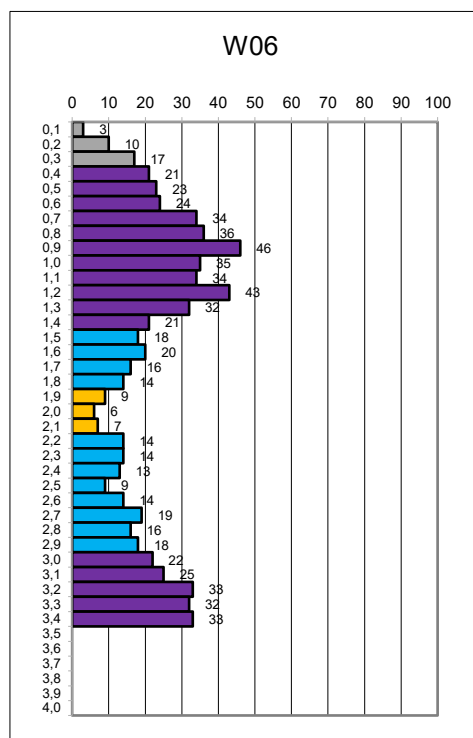
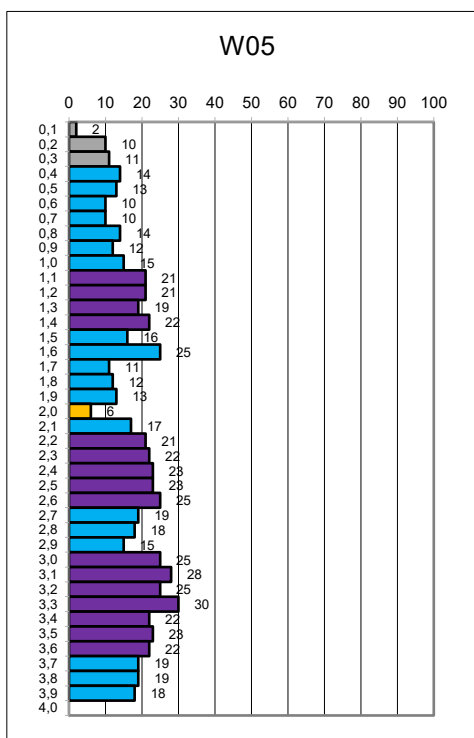
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

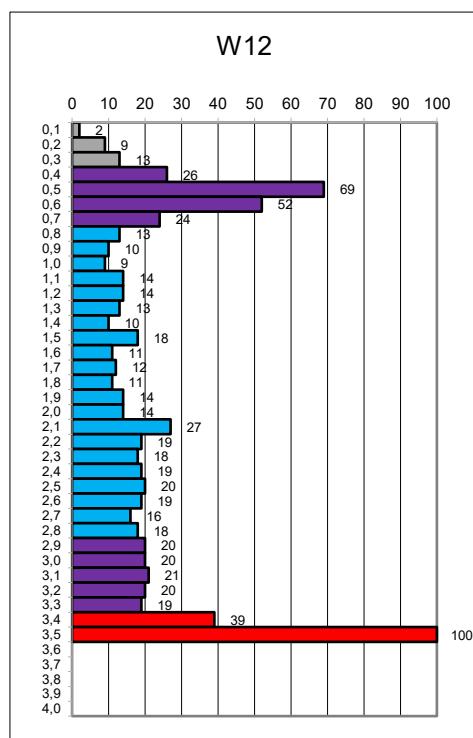
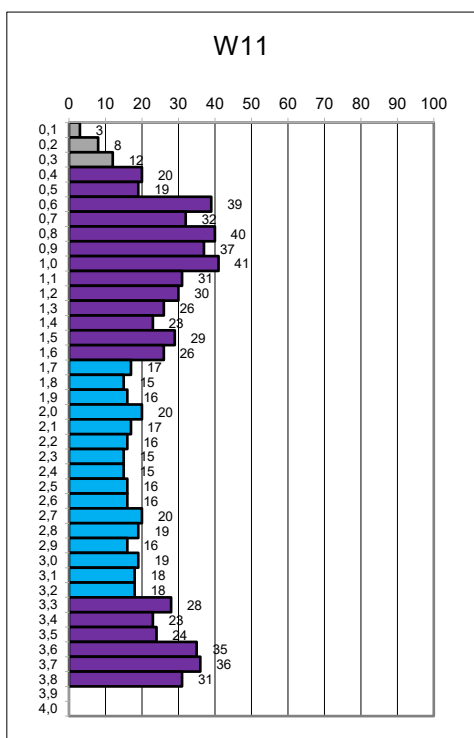
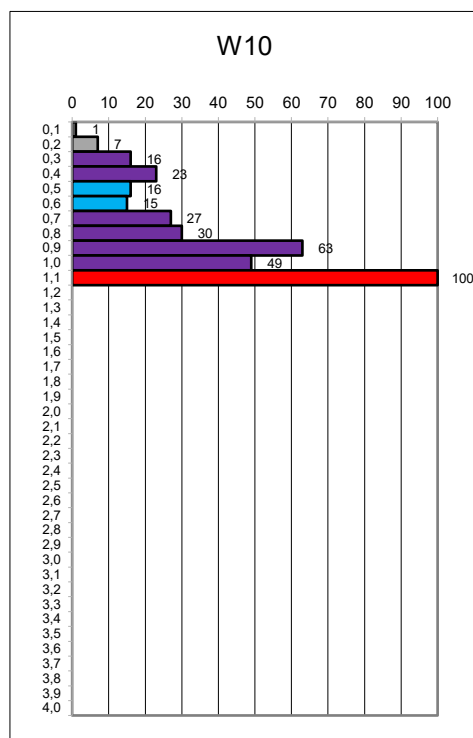
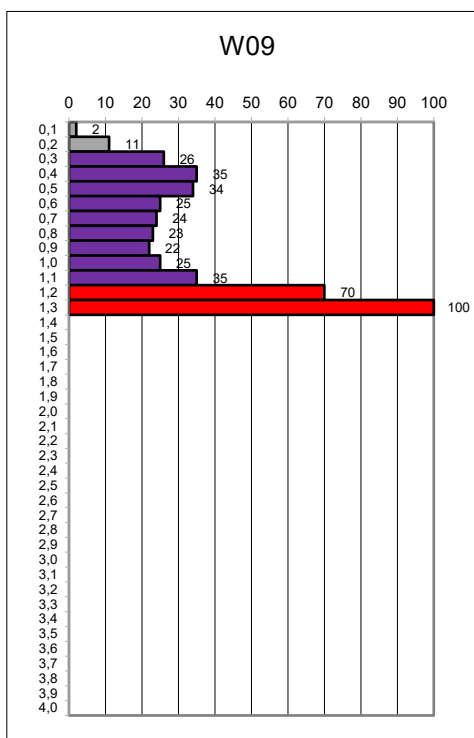
- Fall A Die Sondierung wurde deutlich tiefer als die spätere Gründung geführt. Das heißt, dass kein Rammhindernis für den Pfosten an dieser Stelle zu erwarten ist. Die notwendige Gründungstiefe wird für diesen Boden berechnet.
- Fall B Die Sondierung endet plötzlich mit einem hohen Rammwiderstand in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

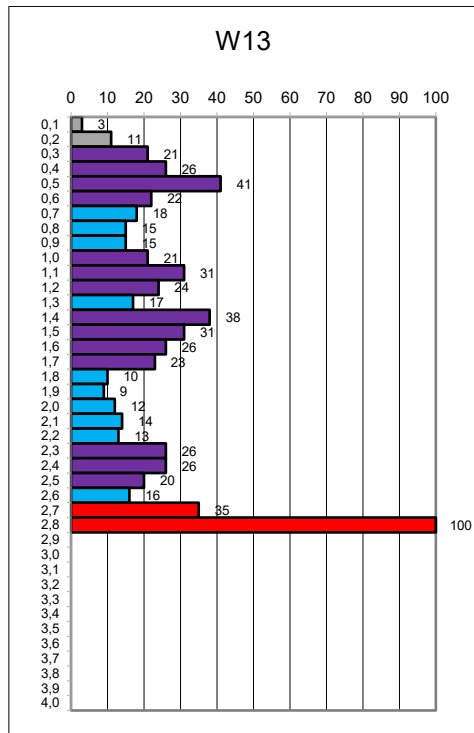
Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

Schicht S1	Oberboden (Humose Auffüllung)	grau
Schicht S2a	Auffüllung, dicht – sehr dicht (Gemischtkörniger Boden)	violett
Schicht S2b	Auffüllung, mitteldicht (Gemischtkörniger Boden)	blau
Schicht S2c	Auffüllung, locker (Gemischtkörniger Boden)	orange
	Rammhindernis	rot









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

Schicht **S1**: Oberboden (Humose Auffüllung)
 (Schluff, humos, sandig, kiesig, schwach tonig)

Farbe: braun - dunkelbraun

Mächtigkeit 0,2 – 0,3 m

weich – steif

Wichte γ cal.	Reibungswinkel φ cal.	Kohäsion c' cal	Steife vertikal Es v	Steife horizontal Es h	Mantelreibung (Bruchwert)
kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²
17,0	20,0	1	12	10	0,010

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

Winklerkoeffizient $k_{s \text{ hor}}$ 10 MN/m³

Schicht **S2**: Auffüllung (Gemischtkörniger Boden)
 (Sand, schwach bis stark kiesig, schluffig, schwach tonig)

Farbe: braun - dunkelbraun

Mächtigkeit: 0,8 – 3,6 m

S2a: dichte – sehr dichte Lagerung

S2b: mitteldichte Lagerung

S2c: lockere Lagerung

	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
S2a	21,0	32,5	1	35	30	0,035
S2b	20,0	31,0	1	22	18	0,022
S2c	19,0	30,0	1	15	12	0,015

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

Winklerkoeffizient $k_{s \text{ hor}}$ 20 - 30 MN/m³

Bodenart	Bindiger Boden (Ton und Schluff)	Rolliger Boden (Sand und Kies)	Grob-körniger Boden (Kies und Steine)	Mischboden mit unterschiedlichen Korngrößen	Fels (stark verwittert)	Fels (kompakt)	Boden künstlich aufgefüllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	Schichten S1 und S2 (flächen-deckend)
Rammbbarkeit							S1: Gut S2a: mittel - schwierig S2b: gut – mittel S2c: gut
Ramm-hindernisse vorhanden							ja
Vorstechen / Vorbrechen/ Vorbohren erforderlich							möglich
Boden korrosiv gegen galvanisierten Stahl							Siehe Anlage 4
Grundwasser							Nicht angetroffen
Hangneigung							0°
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten							Schicht S1 : Hor.: gering Vert.: gering Schicht S2a : Hor.: mittel - hoch Vert.: mittel - hoch Schicht S2b : Hor.: gering - mittel Vert.: gering Schicht S2c : Hor.: gering Vert.: gering
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.							R: gut K: gut Bei nasser Witterung: schlecht
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 Bodenproben W02 Co und W12 Co

W02 Co:



ALS Germany GmbH
Laboratory Services
Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
www.alsglobal.com/GERMANY

ALS Germany GmbH, Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 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@ALSGlobal.com

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU26-006256-1

Datum: 25.06.2026

Auftrag Nr.: CMU-01989-26

Auftrag: Naturenergie, Weil am Rhein, Az: 26259-3

Schinhärl

Lena Schinhärl
Abteilungsleiterin
M. Sc. Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

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

Geschäftsführer:
Zdenek Jirak
Thomas Symura
HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
 www.alsglobal.com/GERMANY

Probeninformation

Probe Nr.	26-080005-01
Bezeichnung	W02 Co
Probenart	Boden
Probenahme	16.06.2026
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	K. Ehrlich
Probengefäß	1x PE-Beutel
Eingangsdatum	19.06.2026
Untersuchungsbeginn	19.06.2026
Untersuchungsende	25.06.2026

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	22.06.2026			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	22.06.2026			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	23.06.2026			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	22.06.2026			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	365,3	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	278,7	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	76	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	19.06.2026			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	19.06.2026			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	5.860	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirák
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
 www.alsglobal.com/GERMANY

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,84		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,05	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	22,13	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	<1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	7.670	µg/l	Salzsausz.	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	85	ml/kg	L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
Messtemperatur pH-Wert	22,52	°C	L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
pH-Wert vor Titration	7,243		L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	580	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

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	1,3	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	26-080005-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlämmbare Bestandteile	38	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	10,0	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11)	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,7		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	4,7	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	2,40	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	0,1	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirak
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
www.alsglobal.com/GERMANY

26-080005-01
 Kommentare der Ergebnisse:
 Bk 7,0 (F min) Potentiometrie 50929-3 - R, Volumen Natriumhydroxid (NaOH): Der pH-Wert ist >7,0.

Norm	Modifikation
DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	
DIN 4030-2 mod. (2008-06)	Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)
DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	Bestimmung aus 25:1 Eluat nach DIN 4030-2:2008-06
DIN EN 15933 mod. (2012-11)	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	tr	
L-TS <2	Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS	Lufttrockensubstanz	SalzsAu	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 ALS Germany GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
 Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirak
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

Prüfbericht **CMU26-006256-1**

Seite 4 von 4

W12 Co:



ALS Germany GmbH
Laboratory Services
Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
www.alsglobal.com/GERMANY

ALS Germany GmbH, Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 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: lens.schinhaerl@ALSGlobal.com

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU26-006257-1

Datum: 25.06.2026

Auftrag Nr.: CMU-01989-26

Auftrag: Naturenergie, Weil am Rhein, Az: 26259-3

Schinhärl

Lena Schinhärl
Abteilungsleiterin
M. Sc. Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie

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

Geschäftsführer:
Zdenek Jirak
Thomas Symura
HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
 www.alsglobal.com/GERMANY

Probeninformation

Probe Nr.	26-080005-02
Bezeichnung	W12 Co
Probenart	Boden
Probenahme	16.06.2026
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	K. Ehrlich
Probengefäß	1x PE-Beutel
Eingangsdatum	19.06.2026
Untersuchungsbeginn	19.06.2026
Untersuchungsende	25.06.2026

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	22.06.2026			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	22.06.2026			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	23.06.2026			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	22.06.2026			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	254,4	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	220,2	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	87	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	19.06.2026			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	19.06.2026			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	6.550	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirak
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
 www.alsglobal.com/GERMANY

Messparameter gem. DIN 50929-3

Im 4:1 Eluat

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,52		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,428	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	22,03	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	1,1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	5.110	µg/l	SalzsAusz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	113	ml/kg	L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
Messtemperatur pH-Wert	22,65	°C	L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
pH-Wert vor Titration	7,134		L-TS <2	DIN EN 16502 (2014-11)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	650	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

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	1,5	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	26-080005-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlämmbare Bestandteile	44	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	12,2	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11)	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlammung)	7,3		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,9	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	1,80	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	0,2	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

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

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirak,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



ALS Germany GmbH
 Laboratory Services
 Otto-Hahn-Ring 6 Geb. 82 · 81739 München
www.alsglobal.com/GERMANY

26-080005-02

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)

Modifikation

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

Aufschluss: Salzsäure/Zinnchlorid-Gemisch (18%HCl, 1% Sn(II)Cl) + Zinkpulver & anschließende elektrochemische Bestimmung gem. DIN 38405-27 (D27) (2017-10)

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

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

DIN EN 15933 mod. (2012-11)

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

SalzsAu 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 ALS Germany GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
 Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Zdenek Jirak
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

Prüfbericht **CMU26-006257-1**

Seite 4 von 4

Anlage 4.2 Analyse hinsichtlich Stahlaggressivität nach DIN 50929

W02 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:

26-080005-01

W02 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlammbare Bestandteile (a)	Ma%	38	Z ₁ = 0
Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	10,0	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,7	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	4,7	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	1,3	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug)			
c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,1	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	2,40	Z ₈ = -1

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 251 Ω*m	Z ₂ = 2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = 0
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ =
(13) Bodenhomogenität - Bettung	Z ₁₃ = 0
homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0	
inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6	
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

1

Bewertungszahlsumme B₁=

1

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

I a

einzuzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

sehr niedrig

(B₀= **1**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

sehr gering

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

sehr gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **1**)

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

Aichach

25.06.2026

I.Miebach

Ort

Datum

Sachbearbeiter

ConSoGeol
 GmbH & Co. KG

W12 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:

26-080005-02

W12 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlammbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	44	Z ₁ = 0
		nein	
(3) Wassergehalt	Ma%	12,2	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,3	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	1,9	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	1,5	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	1,80	Z ₈ = 0

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand 190 Ω*m	Z ₂ = 0
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = 0
(12) Bodenhomogenität vertikal (Bodenwiderstand)	Z ₁₂ =
(13) Bodenhomogenität - Bettung homogen (artgleicher Boden), dann Z ₁₃ = 0 inhomogen (bodenfremde Bestandteile, z.B. Holz, Wurzeln, Verunreinigungen), dann Z ₁₃ = -6	Z ₁₃ = 0
(14) Bodenhomogenität - unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

0

Bewertungszahlsumme B₁=

0

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

I a

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

sehr niedrig

(B₀= **0**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

sehr gering

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

sehr gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **0**)

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

Aichach

25.06.2026

I. Miebach

Ort

Datum

Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrosiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenproben W02 Co und W12 Co (Standort W02 und W12, Labornummern 26-080005-01 und -02) wird die Korrosionsbelastung als **sehr niedrig** eingestuft (Bodenklasse I a, B₀= 1 und 0).

Die Analysen und Beurteilungen für die bei Stahl-Rammpfosten 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 sehr gering.

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von galvanisch korrosionsgeschützten Stahlprofilen ist nur die Oberflächenkorrosion relevant, die als **sehr gering** eingestuft wird. 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 korrosionsgeschützten Stahl und anderen Metallen im Boden. Dies ist besonders für Kupferteile wichtig! Jeder derartige Kontakt erhöht die Korrosivität gegenüber dem galvanisch korrosionsgeschützten 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

W02 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: Naturenergie		Auftrags-Nr.: CMU-01989-26		
Bauvorhaben: Weil am Rhein 26259-3		Probe-Nr.: 26-080005-01		
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:		
Entnahmestellen: W02 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:		
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 16.06.2026		
2. Erweiterte Angaben				
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Wiese				
Ort, Datum:		Probennehmer: I. Miebach		
Probeneingang			Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis		schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	85	ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO_4^{2-})	580	mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S^{2-})	1,3	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	25.06.2026	I. Miebach		
Ort	Datum	Sachbearbeiter		

W12 Co:

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: Naturenergie		Auftrags-Nr.: CMU-01989-26	
Bauvorhaben: Weil am Rhein 26259-3		Probe-Nr.: 26-080005-02	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: W12 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 16.06.2026	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Wiese			
Ort, Datum:		Probennehmer: I. Miebach	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	113 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	650 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	1,5 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 Ort	25.06.2026 Datum	I. Miebach 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.