

Solarpark

Hohenwart II

Kreis Pfaffenhofen an der Ilm, Bayern

Deutschland

Gutachten zur Ermittlung der erforderlichen Rammtiefe für Stahlprofile als Gründungselemente

Auftraggeber

Anumar GmbH
Haunwöhrer Str. 21
D-85051 Ingolstadt

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, Tanja Haupt

Inhalt

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

Anlagen

- Anlage 1 Lagepläne
- Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000
- Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 200.000
- Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab ca. 1 : 2.500
- Anlage 2 Rammsondierungen
- Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen
- Anlage 2.2 Rammdiagramme
- Anlage 3 Bodenkennwerte der erkundeten Schichten und Klassifizierung der Eignung für gerammte Pfosten
- Anlage 4 Chemische Laboruntersuchungen
- Anlage 4.1 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen der Bodenproben H201 Co und H208 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 06.02.2025 beauftragt, die Untersuchungen zur Ermittlung der Rammtiefe für die Gründung von Photovoltaik-Tischen gemäß Angebot vom 23.01.2025 durchzuführen.

Die Arbeiten erfolgten vor Ort in KW 24/2025 (Entnahme von Bodenproben, geologische Feldaufnahme und Rammsondierungen).

Es wurden nach geologischer Aufnahme des Untersuchungsgebietes insgesamt 8 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).

Die geplante Photovoltaik-Anlage liegt südlich der Gemeinde Hohenwart auf landwirtschaftlich genutzten Feldern. Sie grenzt im Norden an die B300. Die Paar verläuft etwa 2 km nördlich des Untersuchungsgebiets. In unmittelbarer Umgebung befinden sich mehrere Weiher. Umgeben ist das Gebiet ansonsten von weiteren Ackerflächen, die stellenweise von kleinen Waldgebieten durchbrochen werden.

Der größte Teil der Fläche weist eine nahezu horizontale, flache und ebene Topografie auf, mit nur minimalem Gefälle. Im zentralen Bereich steigt das Gelände leicht in südlicher Richtung an. Dieser Anstieg ist innerhalb der Fläche nur schwach ausgeprägt, führt aber dazu, dass der südliche Teil etwas höher liegt als der Norden. Außerhalb der südlichen Begrenzung der Fläche setzt sich dieser Geländeanstieg fort und geht in eine deutlichere Hangneigung über, wodurch das Gelände dort merklich ansteigt und in das angrenzende Hügelland überleitet. In nördlicher Richtung hingegen fällt das Gelände kaum ab und bleibt insgesamt flach, was zur Ausbildung staunasser Verhältnisse im Nordteil beiträgt. Die Fläche liegt damit im Übergangsbereich zwischen einer höher gelegenen Hangzone im Süden und einer tiefer liegenden, fast ebenen Niederterrasse des Paartals im Norden.

Die Fläche gehört zum eiszeitlich geprägten Schwäbisch-Bayerischen Schotterplatten-Gebiet. Endgültig geformt wurde es durch glazifluviale Prozesse während der Riß- und Mindel-Kaltzeiten: Schmelzwasser von den weiter südlich liegenden Gletschern transportierte große Mengen Kies und Sand, die als Terrassenschotter abgelagert wurden. Im Paartal, das keinen direkten Gletscheranschluss hatte, wurde v.a. Material der Oberen Süßwassermolasse (Ton, Schluff, Sand und Kies aus dem umliegenden Hügelland) fluviatil umgelagert und dabei die Feinteile weitgehend ausgewaschen. Im Untergrund finden sich daher fluvioglaziale Ablagerungen, die von Jungschotter und teilweise Lösslehm überlagert sein können. Das Untersuchungsgebiet liegt im Übergangsbereich zwischen Hügelland, Paartal und Niederterrasse. Laut geologischer Karte (siehe Anlage 1.3) stehen im Untersuchungsgebiet oberflächennah v.a. Terrassenschotter an.

Im **Nordteil** der Fläche wurde ein torfiger Oberboden (=Schicht **S1**) angetroffen, bestehend aus dunkelbraunem bis schwarzem, stark humosem Hochmoortorf mit weicher bis breiiger Konsistenz, und stellt sowohl den Oberboden als auch den darunterliegenden Horizont dar. In tieferen Bereichen ist der Torf stellenweise bereits fossil oder mineralisiert, was auf ältere Bildungsphasen und mögliche Umlagerung hindeutet. Lokal liegen über dem fossilen Torf feinkörnige bis mittelgrobe, teils schwach schluffige Sande (=Schicht **S3**). Diese Sandlagen können zwischen subrezentem und fossilem Torf eingeschaltet oder auch direkt auf den fossilen Torf abgelagert sein. Ab etwa 1,4 bis 1,6 m Tiefe folgt schließlich Schicht **S4**, der anstehende kiesige Untergrund mit sandigen bis schotterführenden Komponenten.

Im **Südteil** der Fläche ist kein Torf vorhanden. Hier liegt ein humoser, dunkelbrauner Oberboden (= Schicht **S2**) aus sandig-schluffigem Lehm mit weicher bis mittelfester Konsistenz vor. Darunter folgen weich gelagerte, solifluktiv umgelagerte Ablagerungen aus sandigem bis schluffigem Material (=Schicht **S3**) mit schwacher Kiesbeimengung. Im Liegenden folgt wie im Nordteil die Schicht **S4** aus kiesigem Sand mit Schotterlagen. Darunter steht Material der Oberen Süßwassermolasse an.

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

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

2 Methodik, Aufschlüsse, Untersuchungen vor Ort

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

Bei der Bodenerkundung wird die Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der Bodenschichten bis etwa 4 m unter GOK (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 8 Stellen (Bezeichnungen der Aufschlussstellen mit H201 – H208) wurde mittels der leichten Rammsonde die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des Bodens in Abhängigkeit von der Tiefe geprüft. An 2 Stellen (H201 und H208) wurden Bodenproben mittels der Schlitzsonde entnommen und 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). Bei diesen Bodenproben wurde zusätzlich der TOC-Wert analysiert (Summe des gesamten organischen Kohlenstoffs).

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

Die „Leichte Rammsonde“ besteht aus einem Gestänge mit einer Spitze von 5 cm² (DPL-5) Querschnittsfläche, das mit einem Fallgewicht von 10 kg aus einer Fallhöhe von 0,5 m in den zu untersuchenden Boden eingerammt wird. Die Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung wird gezählt und gibt das Maß für die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz des untersuchten Bodens. Bei einer Schlagzahl > 10 ist ausreichend dichte Lagerung bzw. mindestens steife Konsistenz gegeben.

Für die Bestimmung der Bodenarten wird entweder ein Handschurf angelegt oder statt der Rammspitze an geschlossenem Gestänge eine geschlitzte Stange eingerammt, die zwar keine definierte Messung des Rammwiderstandes zulässt, in deren Längsnut aber eine Bodenprobe gewonnen werden kann. Damit lassen sich die mit den begleitenden Rammsondierungen erkundeten Böden auch geologisch zuordnen. Mit diesen Tests sowie den Informationen aus der geologischen Feldbegehung liegen ausreichend Daten für eine Baugrundbeurteilung vor.

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

Im Untersuchungsgebiet zeigt sich eine deutlich unterschiedliche Bodenentwicklung zwischen dem Nord- und dem Südteil der Fläche, bedingt durch Relief, Wasserverhältnisse und nacheiszeitliche Umlagerungsprozesse.

Im **Nordteil** der Fläche wurde ein torfiger Oberboden (=Schicht **S1**) angetroffen, bestehend aus dunkelbraunem bis schwarzem, stark humosem Hochmoortorf mit weicher bis breiiger Konsistenz. Dieser Torf reicht bis in Tiefen von etwa 1,3 bis 1,5 m und stellt sowohl den Oberboden als auch den darunterliegenden Horizont dar. In tieferen Bereichen ist der Torf stellenweise bereits fossil oder mineralisiert, was auf ältere Bildungsphasen und mögliche Umlagerung hindeutet. Lokal liegen über dem fossilen Torf feinkörnige bis mittelgrobe, teils schwach schluffige Sande (=Schicht **S3**) mit lockerer bis mäßig verdichteter Lagerung. Diese Sandlagen können zwischen frischem und fossilem Torf eingeschaltet oder auch direkt auf den fossilen Torf abgelagert sein. Ab etwa 1,4 bis 1,6 m Tiefe folgt schließlich Schicht **S4** der anstehende kiesige Untergrund mit sandigen bis schotterführenden Komponenten, welche mäßig bis dicht gelagert sind

Im **Südteil** der Fläche ist kein Torf vorhanden. Hier liegt ein humoser, dunkelbrauner Oberboden (= Schicht **S2**) aus sandig-schluffigem Lehm mit weicher bis mittelfester Konsistenz vor. Dieser Oberboden ist zwischen 0,2 und 0,4 m mächtig. Darunter folgen weich gelagerte, solifluktiv umgelagerte Ablagerungen aus sandigem bis schluffigem Material (=Schicht **S3**) mit schwacher Kiesbeimengung. Diese Schicht weist eine Mächtigkeit von etwa 0,7 bis 1,8 m auf und zeigt Anzeichen nacheiszeitlicher Bodenbewegungen (Solifluktion), wie sie für schwach geneigte Hänge typisch sind. Unterhalb dieser Solifluktionsdecke folgt wie im Nordteil Schicht **S4** aus kiesigem Sand mit Schotterlagen, beginnend ab ca. 1,2 bis 3,1 m Tiefe. Die Lagerung ist mäßig bis dicht.

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

Der Grundwasserstand ist generell, v.a. aber im Nordteil durch künstliche Drainagegräben beeinflusst. Er liegt daher knapp über dem Niveau von deren Wasserspiegellhöhe, also in trockeneren Perioden ca. 1, 5 m unter GOK. In regenreichen Winterhalbjahren ist ein Anstieg bis wenige Dezimeter unter GOK möglich, nach intensiven Niederschlägen tritt auch Stauwasser an der Oberfläche auf.

Der **Nordteil** ist deutlich staunasser, was auf die hohe Wasserspeicherkapazität des Torfs sowie auf ein gering durchlässiges Unterlager zurückzuführen ist. In feuchten Jahreszeiten liegt der Grundwasserstand hier bei etwa 0,5 m unter Geländeoberkante (GOK).

Im **Südteil** hingegen ist der Grundwasserstand deutlich tiefer und liegt, je nach Witterung und Entwässerungseinfluss, bei etwa 1,5 m unter GOK.

Angesichts der Situation, dass die Ramppfosten nicht immer ohne Kontakt zum Grundwasser eingebaut werden können, sollten die Vorgaben der Fachbehörden dem heutigen Stand entsprechend planerisch berücksichtigt werden. Um daher Zinkeinträge in den Boden zu minimieren, sollten keine einfach feuer- oder spritzverzinkten Stahlprofile eingesetzt werden. Stattdessen sind korrosionsoptimierte Zink-Aluminium-Magnesium-Legierungen (z. B. „Magnelis®“, 93,5 % Zn, 3,5 % Al, 3 % Mg oder gleichwertig) zu verwenden, deren Zinkabtragspotenzial um ein vielfaches geringer ist als das früher eingesetzter Zinkbeschichtungen

3 Bewertung der angetroffenen Böden

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

Die Gründung erfolgt im gesamten Untersuchungsgebiet innerhalb der Schichten **S1** (Torf), **S2** (Oberboden) und **S3** (Solifluktionserden). An manchen Stellen wird zudem Schicht **S4** (Kies mit Schotterlagen) angetroffen.

Die erforderlichen Gründungstiefen werden sich mit sehr geringer bis geringer (Schichten **S1 – S3**) Rammenergie erreichen lassen. Dabei besitzen insbesondere die Schichten **S1** und **S2** nur geringe Haltekraft gegenüber vertikalen Kräften.

Sollte Schicht **S4** angetroffen werden, so können Pfosten in dieser Schicht mit mittlerer Rammenergie gerammt werden. In dieser Schicht können die Pfosten allerdings häufig auch auf dichtere Schotterlagen treffen, die eine hohe Rammenergie erfordern. Diese Schicht lässt eine genügend hohe Konsistenz für die Einleitung der Kräfte aus den Ramppfosten der Solartische erkennen.

In manchen Fällen enthält der Boden größere Steine, die eine höhere Rammenergie erfordern oder Rammhindernisse darstellen. Zur Vorgehensweise beim Antreffen von undurchdringbaren Rammhindernissen und zur Durchführung von Vorbohrungen siehe Hinweis in Kap. 5.4.

Insgesamt zeigen die Rammsondierungen hinreichend hohe Eindringwiderstände und lassen damit eine genügend hohe Lagerungsdichte bzw. Konsistenz für die Einleitung der Kräfte aus den Ramppfosten 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 gerammten Profils, die auf den Boden übertragen werden müssen.

5 Hinweise

5.1 Hinweis zur Einschätzung der ermittelten Werte

Grundlage für die Berechnung ist ein neuwertiges 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 201 und 208 (zur Lage siehe Anlage 1.4) wurden aus Handschürfen die Bodenproben H201 Co und H208 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 sowie hinsichtlich des TOC-Wertes 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 und in Schicht S3 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 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 **S4** mit dem Antreffen von Rammhindernissen in Form von größeren Steinen zu rechnen

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

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

In allen anderen Fällen ist der Pfosten zu ziehen und

- entweder das Hindernis zu durchbohren und der Pfosten in das mit Bohrklein, Kies oder Sand verfüllte Bohrloch neu zu rammen

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

M1 **Vorbohrungen**

M1.1 **Durchmesser der Bohrlöcher**

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

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

M1.2 **Tiefe der Bohrlöcher**

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

5.5 Hinweis zur Aufstellung von Trafo- oder Wechselrichterstationen

Für die Aufstellung von **Trafo- oder Wechselrichterstationen** auf Bodenplatten wird empfohlen, im Bereich der geplanten Aufstellflächen ca. 0,3 m des Oberbodens abzuschleifen und nach Zwischenlage eines einfachen Geotextils durch eine Schicht aus verdichtungsfähigem Mineral- korngemisch oder Recyclat 0/16 oder 0/32 (Aufbringung mehrlagig, in ca. 0,2 m starken Lagen)

auszutauschen. Die Oberkante des Austauschkörpers sollte ca. 0,2 m über der ursprünglichen GOK liegen. Der Verdichtungsgrad der Überschüttung sollte 98 % der Proctordichte betragen. Das Planum ist vor der Aufstellung der Trafo- oder Wechselrichterstationen planeben abzuziehen. Falls erwünscht, kann auf diesem Planum ein waagrecht abgezogenes Sandbett oder eine waagrechte Magerbetonplatte aufgebracht werden.

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

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

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

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

5.6 Hinweis zur Herstellung von Baustraßen

Zur Herstellung von Baustraßen, die mit **Schwerlastverkehr** oder **sehr häufig mit Baumaschinen befahren** werden sollen, sind zunächst max. 0,3 m an Oberboden 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 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 17.06.2025

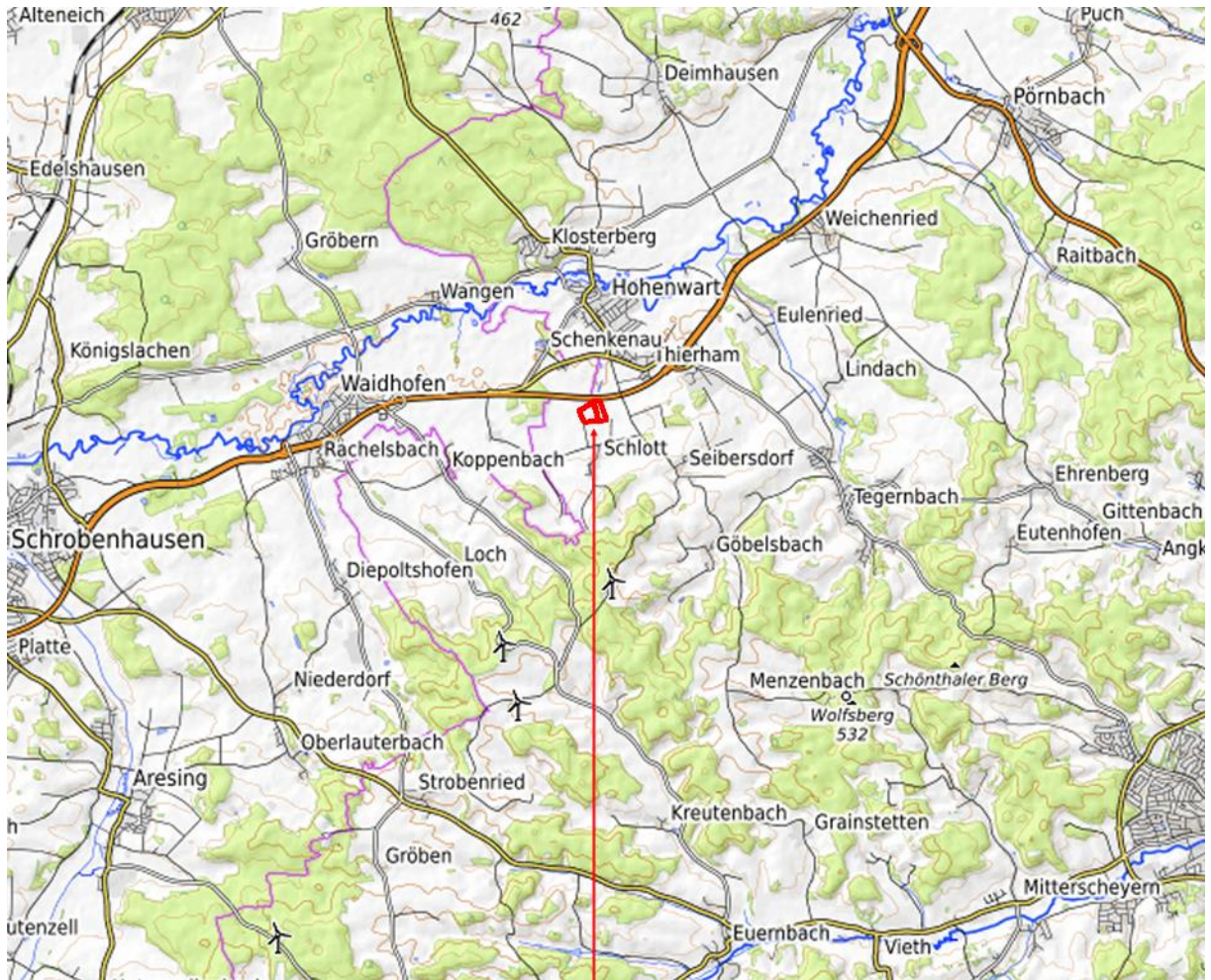


R. Hurler, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

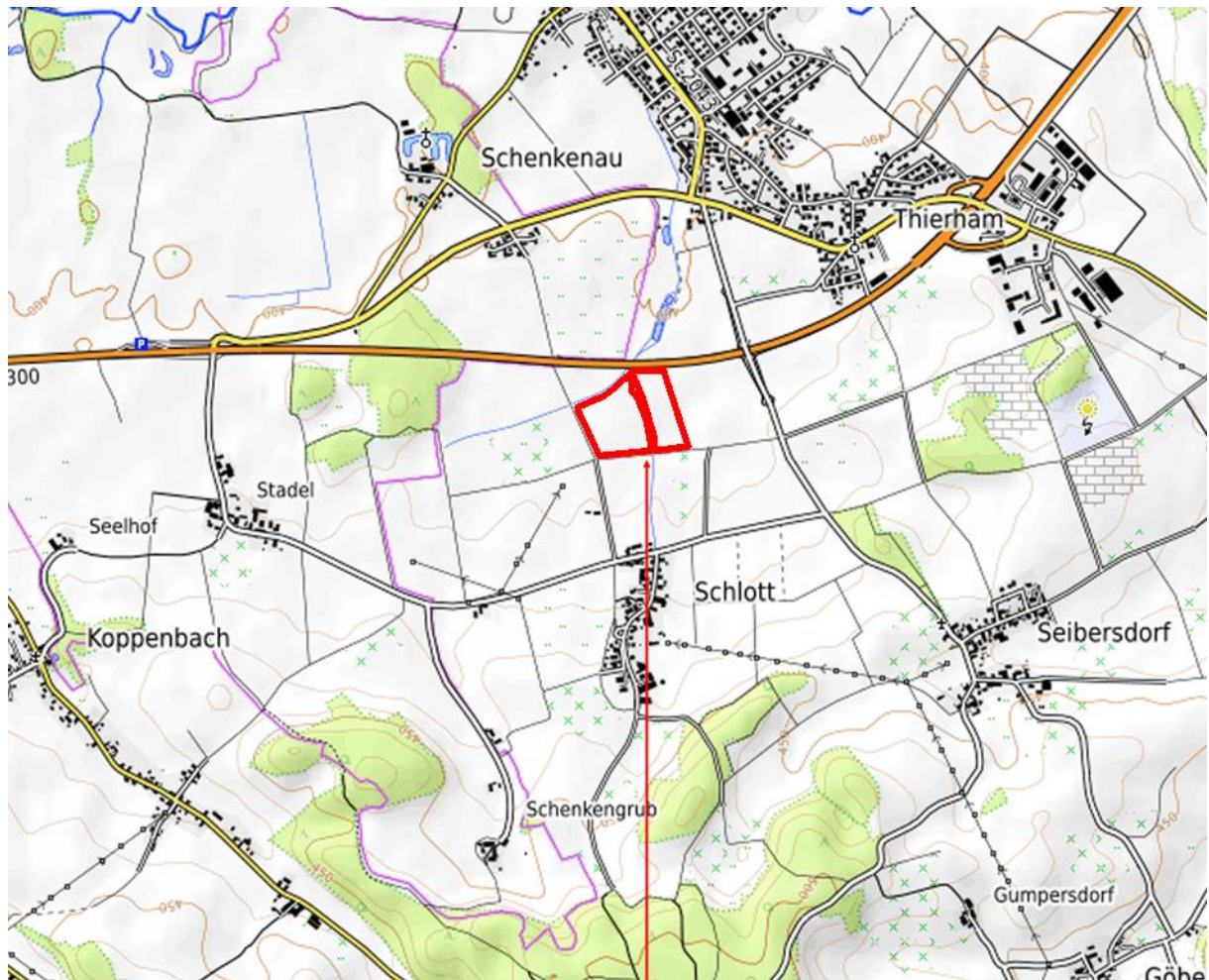
Anlage 1.1 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 100.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

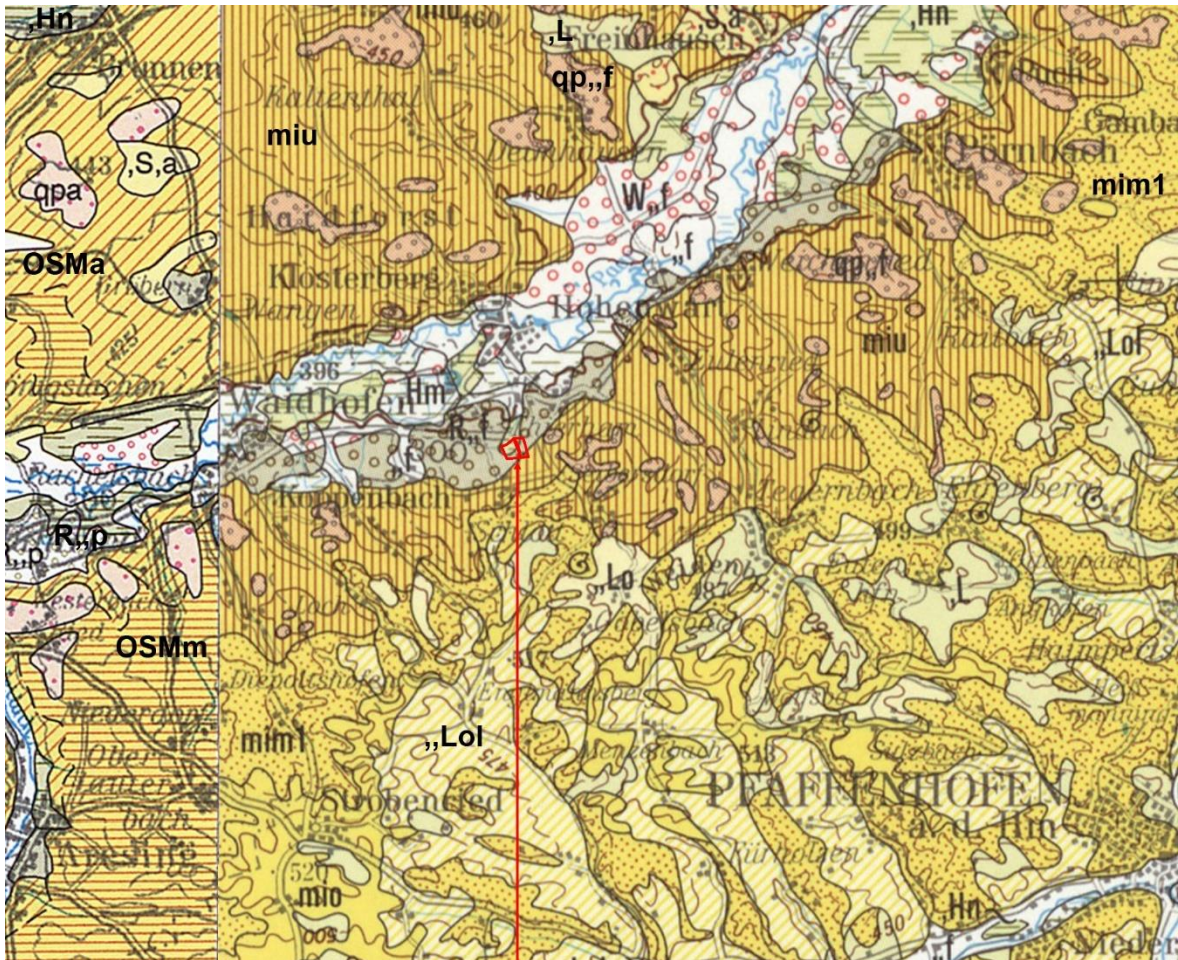
Anlage 1.2 Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000



Lage des Untersuchungsgebietes

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

Anlage 1.3 Geologische Karte Maßstab 1 : 200.000



Lage des Untersuchungsgebietes

Kartendaten: Geologische Übersichtskarte Maßstab 1:200.000,

Blatt CC 7934 München (Ost) und Blatt CC7926 Augsburg (West)

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (1991+2001)

Legende Geologische Karte

KÄNOZOIKUM			
QUARTÄR			
Pleistozän	Holozän	a) Auenablagerungen, b) Talfüllung (auch pleistozän), z.T. mit Schwemmfächer	a) Schluff, Sand, Kies; Lehm, b) Lehm, z.T. mit Kies
		Anmoor	Schluff und Ton mit 15 – 30 % organischer Substanz
	Niedermoortorf	Bruchwald-, Schilf- und Seggentorf	
	Würm-Eiszeit	Flugsand, z.T. Dünen	Sand
		Fließerde, Hanglehm und Abschwemmassen (aus Lößlehm, Verwitterungslehm, z.T. mit Molasse-Material); Alblehm (mit Rückstandslehm)	Lehm, z.T. mit Kies, Sand
		Löß, z.T. Sandlöß, Schwemmlöß	Schluff, z.T. mit Feinsand
		Lößlehm und Decklehm	Lehm
		Niederterrassen- und Spätglazialterrassenschotter (sowie Aquivalente in autochthonen Tälern und Vorstoßschotter) a) Erosionskante der Niederterrasse	Kies und Sand
		Hochterrassenschotter sowie Vorstoßschotter [bei Moosburg auch ?riß-/würm-interglaziale Fagotien-Schotter]	Kies und Sand, z.T. Nagelfluh
		Periglazialschotter <i>fluviale Ablagerungen</i>	Kies aus Quarz- und Restgeröllen, sandig - schluffig
Altpleistozän			
Periglazialschotter, altpleistozän, z.T. auch ältestpleistozän <i>fluviale Ablagerungen</i>	Kies aus Quarz- und Restgeröllen, sandig - schluffig		
z.T. ? Tertiär			
Periglazialschotter, alt- bis ältestpleistozän, z.T. evtl. auch Obere Süßwassermolasse [Paar-Ilmtal-Gebiet]	Kies und Sand		
TERTIÄR			
Vorlandmolasse (Unter- bis Obermiozän)			
Miozän	Obere Süßwassermolasse, mittlerer Teil (E: Nördliche Vollsotter-Abfolge, W: Geröllsandserie), Baden <i>limnisch-fluviatil</i>	Kies, Sand, Ton, Schluff, Mergel	
	Obere Süßwassermolasse, älterer Teil (E: Fluviale Süßwasserschichten, W: Fluviale Untere Serie), Karpat - Baden <i>limnisch-fluviatil</i>	Sand, Ton, Schluff, Mergel	
	Lithozonen L4 und L5: „Hangendtertiär“ [im nördlichen Teil]; „Mischserie und Moldanubische Serie“ [im mittleren Teil]; Obere und Untere Hangendserie [im mittleren und südlichen Teil]	Feinkies, Sand, Ton; Kies, Sand, Ton (T – Kröninger Ton, FS – Feldspatsand); Kies, Sand, Mergel, Schluff	
Lithozone L2: „Braunkohletertiär“ [im nördlichen Teil]; „Nördlicher Vollsotter“	Sand, Schluff, Ton (B – Betonit, ehemaliger Abbau); Kies, Sand, Mergel, Schluff, Kalk-Mergel		
Lithozone L1: „Liegendtertiär“ [im nördlichen Teil], Süßwasserschichten im allgemeinen	Grobsand, Ton		
Pony/ Pannon	Pony/ Pannon		
Ottung Karpat Baden Sarmat	Ottung Karpat Baden Sarmat		
Zeichen			
Störungen unter Bedeckung, mit Richtung des Einfallens			

Anlage 1.4 Lageplan der Sondierungen Maßstab ca. 1 : 2.500



Rote Markierung = Umriss des Untersuchungsgebiets

H201 – H208 = Ansatzpunkte der Sondierungen

An den Standorten der Sondierungen H201 und H208
wurden Bodenproben mit der Schlitzsonde und aus Handschürfen entnommen.

Koordinaten der ungefähren Feldmitte: 48°34'44.21"N 11°23'03.46"E

Anlage 2 Rammsondierungen

Anlage 2.1 Tabelle mit Ergebnissen der Rammsondierungen

Sondierergebnisse Schläge je 10 cm Eindringung, DPL-5

Tiefe m	H201	H202	H203	H204	H205	H206	H207	H208
0,1	1	1	2	1	2	1	1	1
0,2	4	2	3	2	5	6	1	1
0,3	3	2	4	4	11	9	1	3
0,4	2	2	6	3	20	15	4	4
0,5	2	2	4	2	21	16	8	4
0,6	3	1	4	4	16	16	10	4
0,7	2	6	6	4	11	7	13	4
0,8	2	5	7	5	8	4	17	5
0,9	3	2	6	6	6	4	25	5
1,0	2	3	5	6	6	4	14	4
1,1	3	2	4	10	4	2	11	4
1,2	3	2	6	15	4	4	10	5
1,3	2	2	6	16	5	4	10	6
1,4	2	4	7	17	6	6	8	11
1,5	3	4	12	15	7	10	9	16
1,6	4	8	10	19	5	10	23	14
1,7	5	8	15	21	11	7	49	10
1,8	6	11	17	12	10	6	62	9
1,9	7	12	20	13	11	8	63	11
2,0	9	11	13	18	16	13	31	12
2,1	9	15	19	29	14	11	33	23
2,2	8	16	26	33	27	12	34	21
2,3	10	15	23	35	41	20		22
2,4	16	14	19	33	46	29		17
2,5	19	11	12		29	25		16
2,6	19	11	14		23	15		15
2,7	24	12	13		30	20		17
2,8	26	12	13		20	23		20
2,9	30	15	15		20	27		19
3,0	35	16	16		26	31		15
3,1	44	49	16		21	34		21
3,2		20	16		18	34		18
3,3		27	24		22			19
3,4		35	27		21			24
3,5		40	24		20			24
3,6		39	21		17			17
3,7			22		20			15
3,8			23		21			12
3,9			23		22			12
4,0								

Anlage 2.2 Rammdiagramme

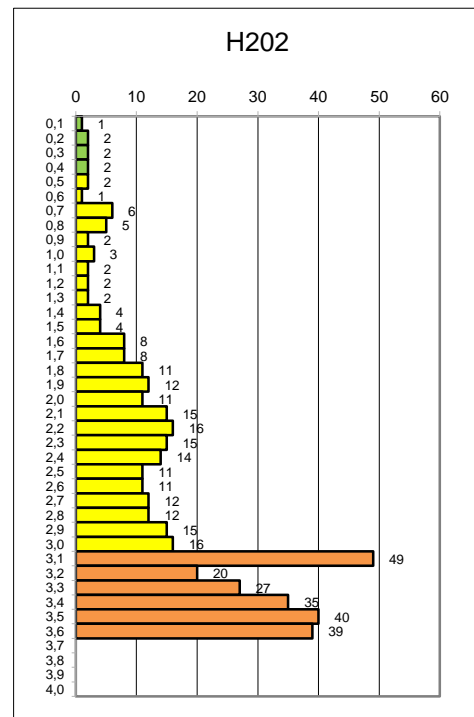
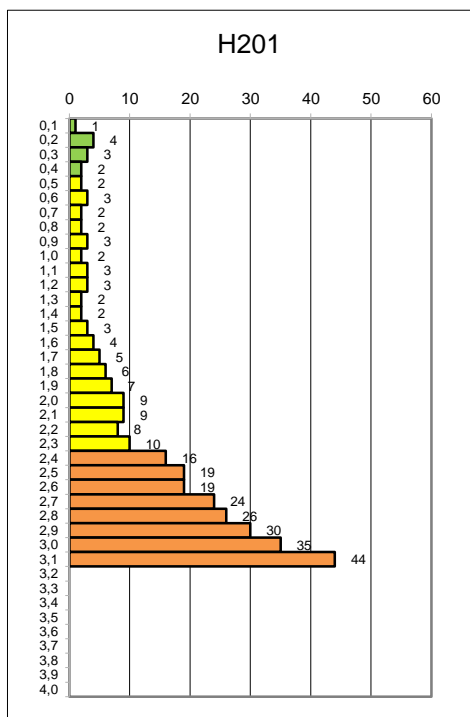
Sonde DPL-5

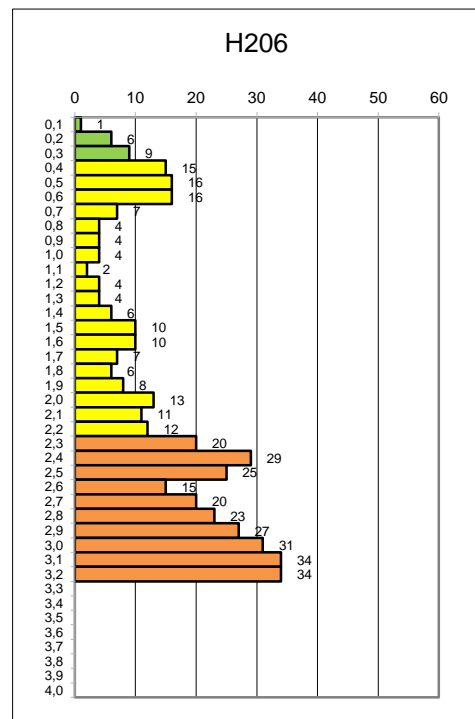
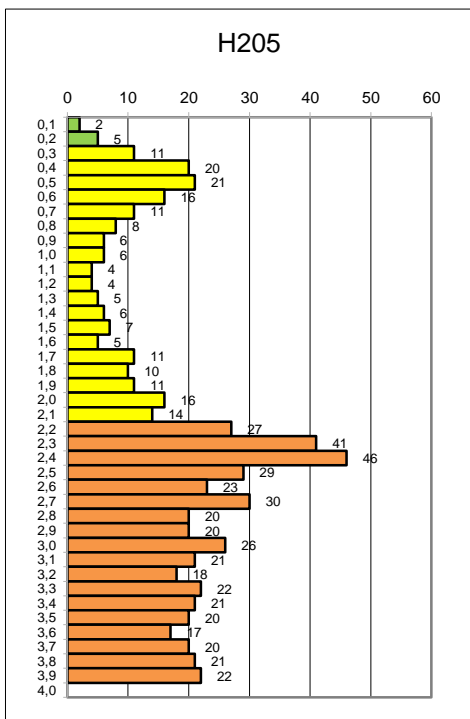
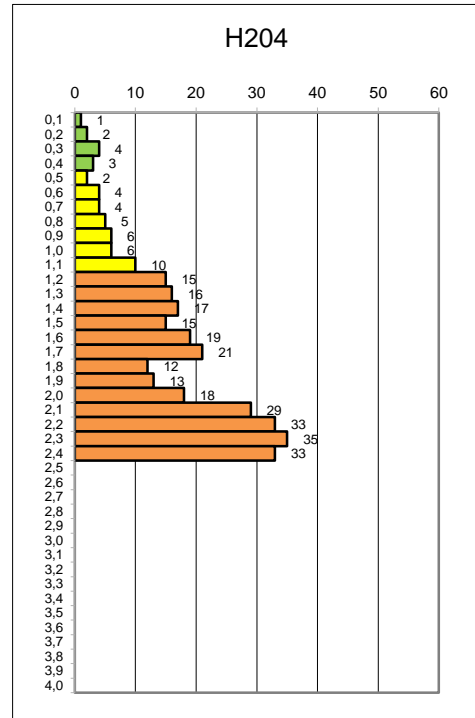
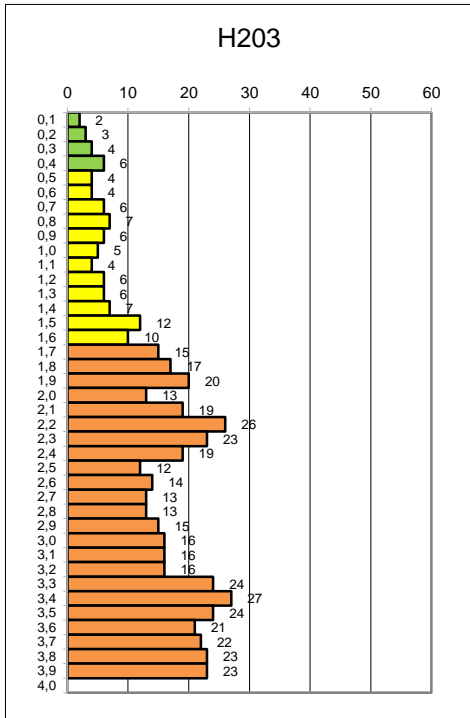
Erläuterung: Die Balkendiagramme zeigen die notwendige Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung, aufgetragen über die Tiefe. Für die Gründung bedeuten:

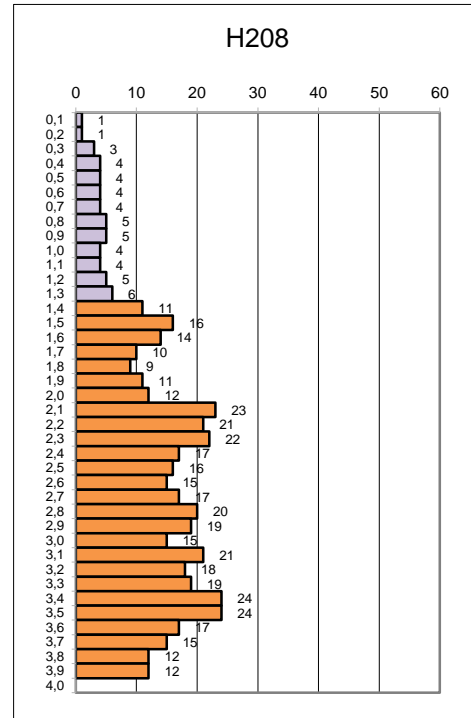
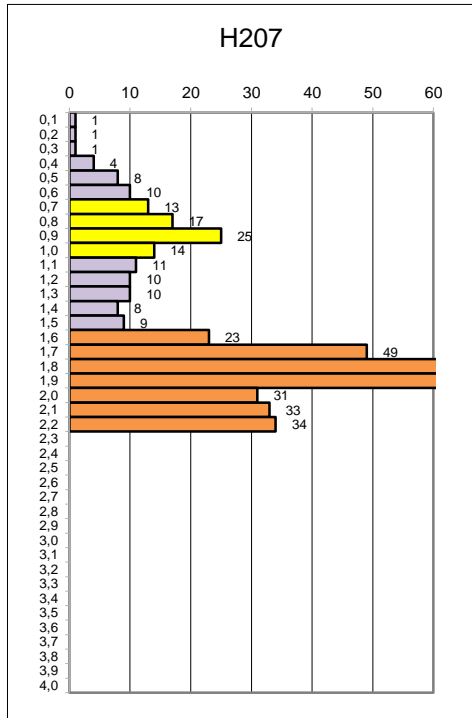
- Fall A Die Sondierung wurde deutlich tiefer als die spätere Gründung geführt. Das heißt, dass kein Rammhindernis für den Pfosten an dieser Stelle zu erwarten ist. Die notwendige Gründungstiefe wird für diesen Boden berechnet.
- Fall B Die Sondierung endet plötzlich mit einem hohen Rammwiderstand in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

Legende zur Farbgebung in den Diagrammen:

Schicht S1	Torf	violett
Schicht S2	Oberboden	grün
Schicht S3	Solifluktionserden	gelb
Schicht S4	Kies mit Schotterlagen	orange







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

Schicht S1: Torf

(stark humos, schluffig, schwach sandig)

Farbe: schwarz

Mächtigkeit 0,6 – 1,3 m

breiig - weich

Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ cal. kN/m ³	Reibungswinkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
12,0	2,0	15,0	0	10	7	0,005

Der Boden entspricht der Bodenklasse 3 (nach DIN 18300-2012).

Schicht S2: Oberboden

(Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig)

Farbe: braun

Mächtigkeit: bis zu 0,4 m

weich - steif

Wichte γ cal. kN/m ³	Reibungswinkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
17,0	19,5	3	10	8	0,010

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

Schicht S3: Solifluktionserden

(Sand, schwach schluffig)

Farbe: beige bis braun

Mächtigkeit 0,4 bis über 2,5 m

locker

Wichte γ cal. kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ cal. kN/m ³	Reibungswinkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
17,5	9,5	30,0	0	18	15	0,012

Der Boden entspricht der Bodenklasse 3 (nach DIN 18300-2012).

Schicht **S4**: Kies mit Schotterlagen

Farbe: grau

locker bis dicht gelagert

Wichte γ cal. kN/m ³	Reibungswinkel φ cal. °	Kohäsion c' cal kN/m ²	Steife vertikal Es v MN/m ²	Steife horizontal Es h MN/m ²	Mantelreibung (Bruchwert) MN/m ²
19,5	34	0	35	30	0,035

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	Organische Böden	Fels (kompakt)	Boden künstlich aufgefüllt
Vorkommen, Anteil an Gesamtfläche	n.v.	Schicht S4	n.v.	Schicht S2 und S3	Schicht S1	n.v.	n.v.
Rammbarkeit		Ok		Gut	Sehr gut		
Rammhindernisse vorhanden		Möglich		Nein	Nein		
Vorstechen / Vorbrechen / Vorbohren erforderlich		Unwahrscheinlich		Nein	Nein		
Boden korrosiv gegen galvanisierten Stahl		Siehe Anlage 4		Siehe Anlage 4	Siehe Anlage 4		
Grundwasser		Ab 1,5 m möglich		Ab ca. 1,5 m	Ab 0,5 m möglich		
Hangneigung				2°	0°		
Haltekräfte des Bodens gegen vertikale und horizontale Lasten		Hor.: hoch Vert.: mittel		Schicht S2 : Hor.: gering Vert.: sehr gering Schicht S3 : Hor.: mittel Vert.: gering	Hor.: gering Vert.: sehr gering		
Befahrbarkeit R: Radfahrzeug K: Kettenfz.				Trocken: R: gut K: gut Nass: R: schlecht K: gut	Trocken: R: schlecht K: gut Nass: R: sehr schlecht K: schlecht		
Bewuchs				Kartoffeln	Kartoffeln		

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 H201 Co und H208 Co

H201 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 82966931
E-Mail: Lena.Schinhärl@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU25-002741-1

Datum: 28.03.2025

Auftrag Nr.: CMU-00793-25

Auftrag: Anumar Hohenwart II

Schinhärl

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



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit "*" gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugewisse veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Sven Polenz,
Thomas Symura
HRB 1950 AC Steinfurt



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

Probeninformation

Probe Nr.	25-036450-01
Bezeichnung	H201 Co
Probenart	Boden
Probenahme	17.03.2025
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	K.Ehrlich
Probengefäß	1x PE-Beutel
Eingangsdatum	20.03.2025
Untersuchungsbeginn	20.03.2025
Untersuchungsende	28.03.2025

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	0,86	Gew%	TS	DIN EN 15936 Verf. B (2012-11)	AL
Trockensubstanz	83,1	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	24.03.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	24.03.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	25.03.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	25.03.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	509,1	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	454,7	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	89	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	22.03.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.03.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht 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

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	5,370	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	25-036450-01	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

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,29		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,302	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	20,49	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	1,1	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO4)	2,4	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	9,680	µg/l	SalzAu sz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	67	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	540	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

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	<1	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht 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

	25-036450-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlammbare Bestandteile	45	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	16,9	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,0		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	1,5	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Basekapazität, pH 7,0	<1,1	mmol/kg	TS <5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
Sulfat, HCl-löslich	0,35	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

25-036450-01

Kommentare der Ergebnisse:

TOC (F min) Verbrennung/Detektion als CO2 - R, TOC: Ergebnis 1: 0,56, Ergebnis 2: 0,8, Ergebnis 3: 1,21,

Variationskoeffizient: 31,29

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	TS	Trockensubstanz	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
SalzSAU	Salzsaurer Auszug	L-TS <2	Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS	Lufttrockensubstanz
sZ	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)				



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugweise veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt

H208 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.Schinhärl@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CMU25-002742-1

Datum: 28.03.2025

Auftrag Nr.: CMU-00793-25

Auftrag: Anumar Hohenwart II

Schinhärl

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



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. 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 Steinturt



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

Probeninformation

Probe Nr.	25-036450-02
Bezeichnung	H208 Co
Probenart	Boden
Probenahme	17.03.2025
Zeit	00:00
Probenahme durch	Auftraggeber
Probenehmer	K.Ehrlich
Probengefäß	1x PE-Beutel
Eingangsdatum	20.03.2025
Untersuchungsbeginn	20.03.2025
Untersuchungsende	28.03.2025

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
TOC	8,0	Gew%	TS	DIN EN 15936 Verf. B (2012-11)	AL
Trockensubstanz	59,7	Gew%	OS	DIN EN 14346 (2007-03)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	24.03.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	24.03.2025			DIN 19747 (2009-07)	AL
Salzsäureheißextrakt	25.03.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL
25:1 Eluat	25.03.2025			DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Masse ungetrocknete Probe	537,9	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm		g	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	494,4	g		DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion < 5 mm	92	Gew%	OS	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	22.03.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	25.03.2025			DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vorverfügt 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

Messparameter gem. DIN 4030-2

Im salzsauren Heißextrakt

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, heiß HCl-löslich	22.000	µg/l	SalzHE xtr	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	25-036450-02	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

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert vor Titration	7,63		EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,588	mmol/l	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	20,59	°C	EL 4:1	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Chlorid (Cl)	2,8	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO4)	6,8	mg/l	EL 4:1	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Im salzsauren Auszug

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	28.500	µg/l	SalzAu sz	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	83	ml/kg	L-TS <2	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	2.200	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

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Sulfid (S)	3,8	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
 Sven Polenz,
 Thomas Symura
 HRB 1953 AG Steinfurt



WESLING GmbH
 Otto-Hahn-Ring 6 Gebäude 82 · 81739
 München
 www.wesling.de

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-036450-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Abschlümmbare Bestandteile	44	Gew%	TS <5	DIN 50929-3 (2018-03)	*
Wassergehalt (105°C)	40,3	Gew%	OS <5	DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,1		OS <5	DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	3,9	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38405-7 (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	1,46	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. ½BG	1,5	mmol/kg	TS <5	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

25-036450-02

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	TS	Trockensubstanz	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	Lufttrockensubstanz der <2mm Fraktion	L-TS	Lufttrockensubstanz
sZ	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)				



Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESLING GmbH nicht auszugsweise veröffentlicht 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

H201 Co:

TOC: 0,86 %

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:		25-036450-01	H201 Co
Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlammbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	45 nein	Z ₁ = 0
(3) Wassergehalt	Ma%	16,9	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,0	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	1,5	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	<1,1	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	0,35	Z ₈ = 0

Örtliche Gegebenheiten:	Bewertungszahl
(2) spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	Z ₂ = 0
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -2
(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 B ₀ =	-2
Bewertungszahlsumme B ₁ =	-2

Einschätzung/Beurteilung:
 Der Boden ist in die Bodenklasse **I b** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **niedrig** (B₀= **-2**)
 Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **gering** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **sehr gering** bezüglich der Flächenkorrosion. (B₁= **-2**)
 Die o.g. Auswertung bezieht sich vor allem auf die chemischen Analysenwerte und einige vor-Ort Parameter.

Aichach 16.06.2025 T. Haupt
 Ort Datum Sachbearbeiter

ConSoGeol GmbH & Co. KG

H208 Co:

TOC: 8,0 %

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:

25-036450-02

H208 Co

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) Verunreinigungen (Torf, Moor, Schlacken, Dünger, etc.)?	Ma%	44 ja	Z ₁ = -12
(3) Wassergehalt	Ma%	40,3	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		7,1	Z ₄ = 0
(5+6) Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	3,9	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	3,8	Z ₇ = 0
(9) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	1,5	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	1,46	Z ₈ = 0

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

-15
-15

Bewertungszahlsumme B₁=

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **III** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

hoch (B₀= **-15**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **hoch** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **mittel** bezüglich der Flächenkorrosion.
 (B₁= **-15**)

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

Aichach
Ort

16.06.2025
Datum

T.Haupt
Sachbearbeiter

ConSoGeol
GmbH & Co. KG

Bewertung stahlkorrosiver Eigenschaften gemäß DIN 50929

Für die Bodenprobe H201°Co (Standort H201, Labornummer 25-036450-01) wird die Korrosionsbelastung als **niedrig** eingestuft (Bodenklasse Ib, B₀= -2).

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

Für die Bodenprobe H208°Co (Standort H208, Labornummer 25-036450-02) wird die Korrosionsbelastung als **hoch** eingestuft (Bodenklasse III, B₀= -15).

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

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von galvanisch korrosionsschutzten Stahlprofilen ist nur die Oberflächenkorrosion relevant, die in den oben genannten Fällen sehr gering bis mittel ist.

Wegen des hohen Torfanteiles im Nordteil (8 % TOC bei Bodenprobe H208 Co) wäre es sinnvoll, **die oben ermittelten Werte mit dem Gestellhersteller zu erörtern.**

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

H201 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: Anumar		Auftrags-Nr.: CMU-00793-25	
Bauvorhaben: Hohenwart II 25226-3		Probe-Nr.: 25-036450-01	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: H201 Co		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum: 17.03.2025	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche			
Ort, Datum:		Probennehmer: K. Ehrlich	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	67 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	540 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 Ort	16.06.2025 Datum	T. Haupt Sachbearbeiter	

H208 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:	Anumar	Auftrags-Nr.:	CMU-00793-25
Bauvorhaben:	Hohenwart II 25226-3	Probe-Nr.:	25-036450-02
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen:	H208 Co	Entnahmetiefe:	
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum:	17.03.2025
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche			
Ort, Datum:		Probennehmer: K. Ehrlich	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	83 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	2200 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	3,8 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als schwach betonangreifend.			
Aichach	16.06.2025	T.Haupt	
Ort	Datum	Sachbearbeiter	

Anlage 5 Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen

Arbeitsschritt 1 (Ermittlung der Rammtiefen unter Verwendung des Berechnungsprogramms gemäß ZTV-Lsw 88, ZTV-Lsw 06 und ZTV-Lsw 22):

Für den Solarpark Hohenwart II müssen für zwei unterschiedliche Bereiche die Rammtiefen ermittelt werden. Dabei handelt es sich um den nördlichen Bereich (Sondierpunkte H207 und H208) und den südlichen Bereich (Sondierpunkte H201 – H206) (siehe Anlage 1.4).

In einem ersten Arbeitsschritt wird für jede gründungsrelevante Schicht (im vorliegenden Fall für die Schichten S1 (Torf), S2 (Oberboden), S3 (Solifluktionserden) und S4 (sandiger Kies mit Schotterlagen) die erforderliche Rammtiefe einzeln für jede Pfostenvariante (im vorliegenden Fall vorderer und hinterer Pfosten) unter Verwendung des Berechnungsprogramms gemäß ZTV-Lsw 88, ZTV-Lsw 06 und ZTV-Lsw 22 unter Heranziehung der Bodenkennwerte der Anlage 3 ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass in diese Berechnungen die max. Horizontalkräfte und Kippmomente aus der Statik mit einfließen. Die max. Vertikalkräfte (Druck- und Zugkräfte) bleiben zunächst noch unberücksichtigt. Bei den Berechnungen gemäß ZTV-Lsw 88, ZTV-Lsw 06 und ZTV-Lsw 22 wird bei Heranziehung von Bemessungswerten für die max. Horizontalkräfte und Kippmomente aus der Statik ein einseitiger Sicherheitsbeiwert des Faktors 1,4 verwendet.

Den Berechnungen wurde das C-Profil 70x70x3 (GZT Günther Zeller Tragwerksplanung GmbH) als tragendes Konstruktionselement zu Grunde gelegt. Dieses Profil besitzt eine Oberfläche je Meter Profillänge von ca. 0,440 m².

Die Einbindetiefe des Rammprofils wird ab Geländeoberkante angesetzt.

Die Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen erfolgt unter Berücksichtigung der vorliegenden Bodenschichten mit den folgenden für die Berechnungen angenommenen Mächtigkeiten, getrennt nach den zu unterscheidenden Bereichen.

Nordteil:

- Geländeneigung: 0°
- Schicht S1A: Torf (bis 0,50 m unter GOK)
- Schicht S1B: Torf unter Auftrieb (0,50 bis 1,30 m unter GOK)
- Schicht S3B: Solifluktionserden unter Auftrieb (ab 1,50 m bis 2,20 m unter GOK)
- Schicht S4: Kies mit Schotterlagen (ab 2,20 m unter GOK)

Südteil:

- Geländeneigung: 2°
- Schicht S2: Oberboden (bis 0,40 m unter GOK)
- Schicht S3A: Solifluktionserden (0,40 bis 1,50 m unter GOK)
- Schicht S3B: Solifluktionserden unter Auftrieb (ab 1,50 m bis 2,20 m unter GOK)
- Schicht S4: Kies mit Schotterlagen (ab 2,20 m unter GOK)

Bei den angegebenen Schichten und Mächtigkeiten handelt es sich um die Betrachtung des ungünstigsten Falles für die Gründung. Nicht alle Schichten werden überall angetroffen, auch die Mächtigkeiten können bereichsweise geringer sein. Hierdurch entsteht in vielen Bereichen ein zusätzlicher nicht quantifizierbarer Sicherheitsfaktor.

Als Ausgangswerte für die Ermittlung der Rammtiefe wurden die Angaben zu den Kräften und Momenten auf den Gründungspfosten von CWF übermittelt am 07.02.2025 zu Grunde gelegt und in nachfolgender Tabelle A zusammengestellt. Die hier verwendete Bezeichnung der unterschiedlichen Pfostentypen wurde aus dieser statischen Berechnung übernommen.

Tabelle A: Zusammenstellung der für die Ermittlung der Rammtiefen ausschlaggebenden Auflagerkräfte, Gebrauchsfähigkeit

Pfoften	min V_d (Zug)	max V_d (Druck)	max H_d	max M_d
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
vorderer	1,46	17,64	3,33	3,45
hinterer	11,05	16,59	0,89	1,78

Berechnung der Rammtiefe zur Aufnahme der **maximalen horizontalen Kräfte und Kippmomente** unter Verwendung des Berechnungsprogramms gemäß ZTV-Lsw 88, ZTV-Lsw 06 und ZTV-Lsw 22 und Heranziehung der Bodenkennwerte entsprechend der Anlage 3 im Oberboden (Schicht S2) für den vorderen Pfosten einen Sicherheitsbeiwert von 1,4:

Programm: Gründung
 Projekt: Hohenwart II
 Kurz : Süd_hinterer_S2

Eingabe-Daten

Böschungsneigung beta	2,00	Grad
Reibungswinkel Phi	19,50	Grad
Kohäsion c	3,00	kN/m ²
abgemindert auf	1,50	kN/m ²
Wichte gamma	17,00	kN/m ³
Wandreibungswinkel delta	9,75	Grad
Breite des Pfahls b	0,07	m
Sicherheit eta	1,40	(-)
einwirkende H-Last H	0,89	kN
einwirkendes Moment M	1,78	kNm
Starttiefe	0,00	m

Ergebnisse der Berechnungen

H * Eta	1,25	kN
M * Eta	2,49	kNm
<i>Drehpunkttiefe t</i>	<i>1,048</i>	<i>m</i>
<i>Gleitflächenwinkel theta</i>	<i>33,28</i>	<i>Grad</i>
<i>Hilfslinie a</i>	<i>1,516</i>	<i>m</i>
<i>Fugenlänge L</i>	<i>1,813</i>	<i>m</i>
<i>Fläche F</i>	<i>0,79</i>	<i>m²</i>
<i>Erdwiderstand Ephl</i>	<i>11,27</i>	<i>kN</i>
<i>E.-Widerst.spannung eph</i>	<i>307,31</i>	<i>kN/m²</i>
<i>Gleichgewichtskraft Eph2</i>	<i>10,02</i>	<i>kN</i>
<i>delta t für SumH=0 dt</i>	<i>0,23</i>	<i>m</i>
Erf. Einbindetiefe des Pfostens	1,28	m

für die Aufnahme von
 Horizontalkraft und Kippmoment
(EBT_h)

<i>Maximales Pfahlmoment Mpf</i>	<i>1,99</i>	<i>kNm</i>
<i>Mpf * eta</i>	<i>2,78</i>	<i>kNm</i>
<i>In einer Tiefe X0 =</i>	<i>0,35</i>	<i>m</i>

Angaben klein-kursiv nur nachrichtlich. Werte dürfen für weitere Berechnungen bei Einbindung in mehreren Bodenschichten nicht angewendet werden.

Auf die gleiche Art und Weise wie oben wurde die Rammtiefenberechnung für die Schichten S1, S2, S3 und S4 jeweils für die vorderen und hinteren Pfosten durchgeführt.

Arbeitsschritt 2 (Ermittlung der erforderlichen Rammtiefen zur Aufnahme der max. Vertikalkräfte):

In einem zweiten Arbeitsschritt werden die Rammtiefen ermittelt, die zur Aufnahme der max. Vertikalkräfte (Druck- und Zugkräfte) erforderlich sind.

Die max. Vertikalkräfte werden bei der Gründung in Lockergesteinen fast ausschließlich über die Mantelreibung in den Boden eingeleitet. Die rein aus der Mantelreibung maximal aufnehmbare Vertikalkraft des Pfostens ermittelt sich aus der Multiplikation der Pfostenlänge (Rammtiefe), der Mantelreibung des Bodens und der Oberfläche des verwendeten Profils je Meter Profillänge.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Berechnungsergebnisse aus den Arbeitsschritten 1 und 2 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle B1: Zusammenfassung der berechneten Rammtiefen [m ab GOK] zur Aufnahme der maximalen *horizontalen* Kräfte und Kippmomente sowie der erforderlichen Rammtiefen zur Aufnahme der maximalen *vertikalen* Kräfte Nordteil

Pfosten	Gründung angenommen in:	Erforderliche Rammtiefe [m] zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente bei angenommener Gründung ausschließlich in 1 Bodenschicht Sicherheit = 1,4	Erforderliche Rammtiefe [m] zur Aufnahme der Vertikalkräfte bei angenommener Gründung ausschließlich in 1 Bodenschicht Sicherheit Druck $\geq 1,2$ Sicherheit Zug $\geq 1,3$
vorderer	S1A (Torf)	2,49	9,62
	S1B (Torf unter Auftrieb)	4,33	9,62
	S3B (Solifluktionserden unter Auftrieb)	1,92	4,01
	S4 (Kies mit Schotterlagen)		1,37
hinterer	S1A (Torf)	1,65	9,05
	S1B (Torf unter Auftrieb)	2,66	9,05
	S3B (Solifluktionserden unter Auftrieb)	1,33	3,77
	S4 (Kies mit Schotterlagen)		1,29

Tabelle B2: Zusammenfassung der berechneten Rammtiefen [m ab GOK] zur Aufnahme der maximalen *horizontalen* Kräfte und Kippmomente sowie der erforderlichen Rammtiefen zur Aufnahme der maximalen *vertikalen* Kräfte Südteil

Posten	Gründung angenommen in:	Erforderliche Rammtiefe [m] zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente bei angenommener Gründung ausschließlich in 1 Bodenschicht Sicherheit = 1,4	Erforderliche Rammtiefe [m] zur Aufnahme der Vertikalkräfte bei angenommener Gründung ausschließlich in 1 Bodenschicht Sicherheit Druck $\geq 1,2$ Sicherheit Zug $\geq 1,3$
vorderer	S2 (Oberboden)	1,73	4,81
	S3A (Solifluktionserden)	1,92	4,01
	S3B (Solifluktionserden unter Auftrieb)	1,62	4,01
	S4 (Kies mit Schotterlagen)		1,37
hinterer	S2 (Oberboden)	1,28	4,52
	S2 (Solifluktionserden)	1,33	3,77
	S3 (Solifluktionserden unter Auftrieb)	1,24	3,77
	S4 (Kies mit Schotterlagen)		1,29

Arbeitsschritt 3 (Korrelation der ermittelten Rammtiefen mit den Mächtigkeiten der verschiedenen Schichtglieder, Ermittlung der Gesamtrammtiefen):

Zur Ermittlung der Gesamtrammtiefe für den Südteil werden die für die einzelnen Schichtglieder ermittelten Rammtiefen mit den Mächtigkeiten der verschiedenen Schichtglieder korreliert.

Diese Korrelation erfolgt getrennt sowohl für die in den Tabellen B1 und B2, Spalte 3 anhand der max. Horizontalkräfte und Momente ermittelten Rammtiefen als auch für die in den Tabellen B1 und B2, Spalte 4 anhand der max. Vertikalkräfte ermittelten Rammtiefen.

Die aus diesen beiden Betrachtungen ermittelte höchste Gesamtrammtiefe ist zuletzt für die Empfehlung einer Gesamtrammtiefe maßgeblich.

Die nachfolgende Tabelle C zeigt beispielhaft die Korrelation der anhand der max. Horizontalkräfte und Momente ermittelten Rammtiefen (vgl. Tabelle B1, Spalte 3) mit den verschiedenen Schichtmächtigkeiten und die daraus resultierende Gesamtrammtiefe für den hinteren Pfosten des Südteils.

Tabelle C: Korrelation der ermittelten Rammtiefen zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente mit den Mächtigkeiten der verschiedenen Schichtglieder, Ermittlung der Gesamtrammtiefe Nordteil, hinterer Pfosten

Horizontal- kräfte und Momente Nordteil Hinterer Pfosten	Ermittelte Rammtiefe [m]	Anteilige Mächtigkeit Schicht S1A an ermittelte Rammtiefe Schicht S1A [%]	Anteilige Rammtiefe Schicht S1A [m]	Restanteil Schicht S1A übertragen auf Schicht S1B [%]	Restanteil Schicht S1A übertragen auf Schicht S1B [m]	Anteilige Mächtigkeit Schicht S1B an Restanteil Schicht S1A übertragen auf Schicht S1B [%]	Anteilige Rammtiefe Schicht S1B [m]	Restanteil Schicht S1B übertragen auf Schicht S3 [%]	Restanteil Schicht S1B übertragen auf Schicht S3 [m]	Anteil an Gesamt- ramm- tiefe [m]
Schicht S1A Mächtigkeit [m] 0,50	1,65	30,30	0,50	69,70						0,50
Schicht S1B Mächtigkeit [m] 1,30	2,66			69,70	1,30	48,87	1,30	20,82		1,30
Schicht S3 Mächtigkeit [m] >1.00m	1,33							20,82	0,28	0,28
Erforderliche Gesamtrammtiefe zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente [m]										2,08

Arbeitsschritt 4 (Festlegung der empfohlenen Rammtiefen):

Nach Durchführung der Arbeitsschritte 1 – 3 erfolgt die Festlegung der empfohlenen Rammtiefen, wobei jeweils der höhere Wert der ermittelten Gesamtrammtiefe in die Empfehlung eingeht. Die empfohlenen Rammtiefen können einen zusätzlichen, nach Ermessen des Geologen frei gewählten Sicherheitsfaktor auf die berechneten Rammtiefen beinhalten. Dieser wird nach Einschätzung der Langzeitstabilität der erkundeten Bodenschichten für die Gründung nach Erfahrungswerten von ConSoGeol festgelegt.

Für das Feld Hohenwart II werden folgende Rammtiefen empfohlen (vgl. Tab. D):

Tabelle D1: Zusammenfassung der berechneten und der empfohlenen Gesamtrammtiefen [m ab GOK] zur Aufnahme der maximalen *horizontalen* Kräfte und Kippmomente sowie zur Aufnahme der maximalen *vertikalen* Kräfte Nordteil

Pfoften	Berechnete Gesamtrammtiefe zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente [m ab GOK]	Berechnete Gesamtrammtiefe zur Aufnahme der Vertikalkräfte [m ab GOK]	Empfohlene Gesamtrammtiefe [m ab GOK]	Sicherheit zur Aufnahme der Vertikalkräfte auf Basis der empfohlenen Rammtiefe [-]	
				Druck	Zug
vorderer	2,76	4,56	4,56	1,20	14,50
hinterer	2,08	4,48	4,48	1,20	1,80

Tabelle D2: Zusammenfassung der berechneten und der empfohlenen Gesamtrammtiefen [m ab GOK] zur Aufnahme der maximalen *horizontalen* Kräfte und Kippmomente sowie zur Aufnahme der maximalen *vertikalen* Kräfte
Südtteil

Pfoften	Berechnete Gesamtrammtiefe zur Aufnahme der Horizontalkräfte und Momente [m ab GOK]	Berechnete Gesamtrammtiefe zur Aufnahme der Vertikalkräfte [m ab GOK]	Empfohlene Gesamtrammtiefe [m ab GOK]	Sicherheit zur Aufnahme der Vertikalkräfte auf Basis der empfohlenen Rammtiefe [-]	
				Druck	Zug
vorderer	1,82	4,03	4,03	1,20	14,54
hinterer	1,31	3,84	3,84	1,10	1,66

Die in den Tabellen D1 und D2 angegebenen empfohlenen Rammtiefen reichen zur Aufnahme der maximalen *horizontalen* Kräfte und Momente in jedem Fall aus (vgl. obige Berechnungen). Sie sind ebenfalls ausreichend, um die in der Statik angegebenen *Vertikalkräfte* aufzunehmen (siehe angegebene Sicherheiten in Tabellen D1 und D2, jeweils Spalte 5). Voraussetzung hierfür ist allerdings eine ausreichend lange Zeit zwischen Rammvorgang und Aufbringung dieser Kraft. Es ist davon auszugehen, dass die Zeitspanne zwischen Rammvorgang und Montage der Solarpaneele in jedem Fall ausreicht, um die volle Belastbarkeit der Rammpfosten zu gewährleisten (vgl. Kap. 5.3).

In den empfohlenen Rammtiefen sind auch Einflüsse wie Bodenfrost, schwankende Grundwasserstände u.ä. berücksichtigt.