



Geotechnischer Bericht über Baugrund und Gründung

____ Fertigung

AZ.-Nr.: 230650

Bauvorhaben: Neubau des Solarparks
„Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bauherr: WVE GmbH Kaiserslautern
Wasser Versorgung Energie
Blechhammerweg 50
D-67659 Kaiserslautern

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern
Wasser Versorgung Energie
Blechhammerweg 50
D-67659 Kaiserslautern

Planung: WVE GmbH Kaiserslautern
Wasser Versorgung Energie
Blechhammerweg 50
D-67659 Kaiserslautern

Tragwerksplanung: n. n.

Datum: 23.09.2023



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. VORGANG	2
2. BAUGRUND	6
2.1 Schichtenaufbau des Untergrundes	6
2.2 Bodenmechanische Benennung	10
2.3 Grundwasserverhältnisse	13
2.4 Geotechnische Klassifizierung und Bodenkennwerte "cal"	15
3. FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUMAßNAHME	17
3.1 Gründungsempfehlung für die PV-Anlage	17
3.2 Angaben über Versickerungsmöglichkeiten	21
3.3 Baugrundvorgabe für die PV-Anlage	28
3.4 Gründung der Tische über Schraubprofile	30
3.5 Gründung der Tische über Rammpfosten	33
3.6 Gründung der PV-Anlage über Flachfundamente	39
3.7 Nachweis der Stahlaggressivität	41
3.8 Angaben zur Erdbebenzone	43
3.9 Nachweis des spezifischen Erdwiderstandes	44
3.10 Ermittlung der spezifischen Wärmeleitfähigkeit	45
4. SCHLUSSBEMERKUNG	47

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1	-	Übersichts- und Lagepläne
Anlage 2	-	Schichtenverzeichnisse gemäß DIN 4022 und zeichnerische Darstellung gemäß DIN 4023
Anlage 3	-	Schematische Profilschnitte
Anlage 4	-	Ergebnisse der Rammsondierungen
Anlage 5	-	Profile Bohrsondierung / Rammsondierung
Anlage 6	-	Bodenphysikalische Laborergebnisse
Anlage 7	-	Nachweis der Stahlaggressivität und Betonaggressivität
Anlage 8	-	Spezifischer Erdwiderstand
Anlage 9	-	Infiltrationstest „Well Permeameter Method“



1. VORGANG

Am 16.08.2023 erhielten wir durch die WVE GmbH Kaiserslautern, Blechhammerweg 50 in D-67659 Kaiserslautern den Auftrag, einen Geotechnischen Bericht zu Baugrund und Gründung für das Bauvorhaben „Neubau des Solarparks Heuberg“ in D-67681 Wartenberg-Rohrbach zu erstellen.

Anlass dieser Baugrunduntersuchung war eine präventive Vorsorge, um den Baugrund im Bereich der Baufelder der Photovoltaikanlage zu erfassen, damit darauf basierend eine Gründungsart für die Trag- oder Unterkonstruktion der Anlage ermittelt werden kann.

Im Folgenden wird in diesem Geotechnischen Bericht die bodenphysikalische Baugrundsituation erläutert und eine entsprechende vorläufige Gründungsberatung gegeben.

Bei dem geplanten Bauvorhaben handelt es sich um die Erstellung einer Photovoltaikanlage, die sich auf der Liegenschaft Mittelhölzchen der Gemeinde Wartenberg-Rohrbach im Landkreis Donnersbergkreis in Rheinland-Pfalz errichtet werden soll.

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- a) 2 Übersichtspläne
- b) 1 Lageplan „Modulbelegung“ M 1:4100
- c) Diverse Fotos aufgenommen durch die Mitarbeiter der Porada GeoConsult GmbH & Co.KG
- d) Bohrerergebnisse und Rammsondiererergebnisse der durch die Porada GeoConsult GmbH & Co.KG aufgenommenen Baugrundaufschlüsse vom 29.08.2023 – 01.09.2023
- e) DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen
- f) DIN 4021 und DIN EN ISO 22 475 direkte Baugrundaufschlüsse durch Schürfe und Bohrungen
- g) DIN EN ISO 22 476 indirekte Baugrundaufschlüsse durch Rammsondierungen
- h) DIN 4022 und DIN EN ISO 14 688 Baugrund und Grundwasser / Benennen und Beschreiben von Boden und Fels / Schichtenverzeichnis
- i) DIN 4023 Baugrund und Wasserbohrungen / Zeichnerische Darstellung



- j) DIN EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- k) DIN 18196 Erd- und Grundbau / Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- l) DIN 1054 Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- m) Normen-Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung Band 1: Allgemeine Regeln
- n) Normen-Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung Band 2: Erkundung und Untersuchung

Die Gründung solcher Photovoltaikanlagen erfolgt in der Regel über Einzel- und Streifen- oder so genannte Schwergewichtsfundamente, die die auftretenden Druck- und Zuglasten in den anstehenden Baugrund übertragen.

Da es häufig kritisch Betrachtungen im Hinblick auf die Baugrundversiegelung und der damit verbundenen Beschränkung bei der Versickerung von Niederschlagswässern gibt, werden die Unterbau- und Tragkonstruktionen oft über Ramm- oder Schraubprofile in den anstehenden Untergrund gegründet.

Das setzt jedoch voraus, dass der Baugrund in der Lage ist Ramm- oder Schraubprofile aufnehmen zu können.



Bild 1: Teilansicht auf das überplante Baufeld, Blickrichtung: Westen



Bild 2: Ansicht auf den Höhenbezugspunkt, OK Messpunkt Straße

Das ist so nur in Sedimenten der Bodenklassen 1-5 teilweise auch in der Bodenklasse 6 möglich. Ein anstehender Fels der Bodenklasse 7 erwirkt ein klassisches Rammhindernis, in denen dann die Einbringung von Ramm- oder Schraubprofilen nur noch unter erheblichen Mehraufwand möglich ist.

Entsprechend der Vorgabe der Planungsunterlagen und der erfolgten Auftragserteilung war es hier nun die Arbeitsaufgabe, eine Baugrunduntersuchung und einen Nachweis über die Verwendung von Ramm- oder Schraubprofilen zu erarbeiten.

Die Ausarbeitung dieses geotechnischen Berichtes sollte auf der Grundlage einer zwischen dem 29.08. – 01.09.2023 durch das Unternehmen Porada GeoConsult GmbH & Co.KG erstellten Dokumentation der Ergebnisse einer ausgeführten Baugrunderkundung erfolgen.

Vom 29.08.2023 – 01.09.2023 wurden dazu insgesamt 15 Kleinrammbohrungen entsprechend der DIN EN ISO 22475 und 15 schwere Rammsondierungen nach der DIN EN ISO 22476 im Bereich der vorgesehenen Photovoltaikfläche abgeteuft, um die baugrundtechnischen Gegebenheiten des Baufeldes im Gründungsbereich der Tischpfosten zu ermitteln.



Ausführungen von Zugversuchen an einem einzubringenden Schraubprofil oder Rammprofil erfolgten nicht. Die Lagen aller Ansatzpunkte können der Anlage 1.1 entnommen werden. Im Folgenden wird in diesem Geotechnischen Bericht die bodenphysikalische Baugrundsituation erläutert und eine entsprechende vorläufige Beurteilung der Gründungssituation gegeben, auf Grundlage der vor Ort ermittelten Basisergebnisse am vorgesehenen Standort.

Entsprechen des durchgeführten Nivellements ergeben sich folgende Höhen:

Aufschlusspunkt	Kote mrH
BS 1	+12.12 m
BS 2	+8.98 m
BS 3	+7.60 m
BS 4	-7.73 m
BS 5	-7.86 m
BS 6	-9.10 m
BS 7	-0.96 m
BS 8	+4.24 m
BS 9	-1.44 m
BS 10	-8.96 m
BS 11	-2.45 m
BS 12	+5.56 m
BS 13	+3.11 m
BS 14	+0.46 m
BS 15	-0.64 m
DPH 1	+10.01 m
DPH 2	+9.62 m
DPH 3	+6.04 m
DPH 4	-6.52 m
DPH 5	-8.98 m
DPH 6	-12.24 m
DPH 7	+1.34 m
DPH 8	-4.21 m
DPH 9	+1.70 m
DPH 10	-3.15 m
DPH 11	-13.01 m
DPH 12	+5.16 m
DPH 13	+2.40 m
DPH 14	+0.19 m



DPH 15	+0.59 m
DPH 30	-0.04 m

Tab. 1: Aufschlussansatzhöhen bezogen auf den Höhenbezugspunkt

Die Ansatzpunkte der Versuchspunkte wurden entsprechend ihrer relativen Höhe mit Bezug auf den gewählten Höhenbezugspunkt nach eingemessen. Eine Beurteilung der Böden im Hinblick auf ihre bodenmechanische Beurteilung und Bezeichnung ist entsprechend der entsprechenden ermittelten Laborergebnisse zugeordnet worden.

2. BAUGRUND

2.1 Schichtenaufbau des Untergrundes

In geologischer Hinsicht befindet sich das Bauvorhaben in regionalgeologisch beeinflusster quartärer Ablagerungen, die durchgehend als quartäre Sedimente mit unterschiedlichen Genesen und Zusammensetzungen auftreten. Diese quartären eiszeitlichen und posteiszeitlichen Sedimente zeigen sich nicht nur in Bezug auf ihre Genese sondern auch aufgrund ihrer sedimentologischen Zusammensetzung in unterschiedlicher Ausbildung.

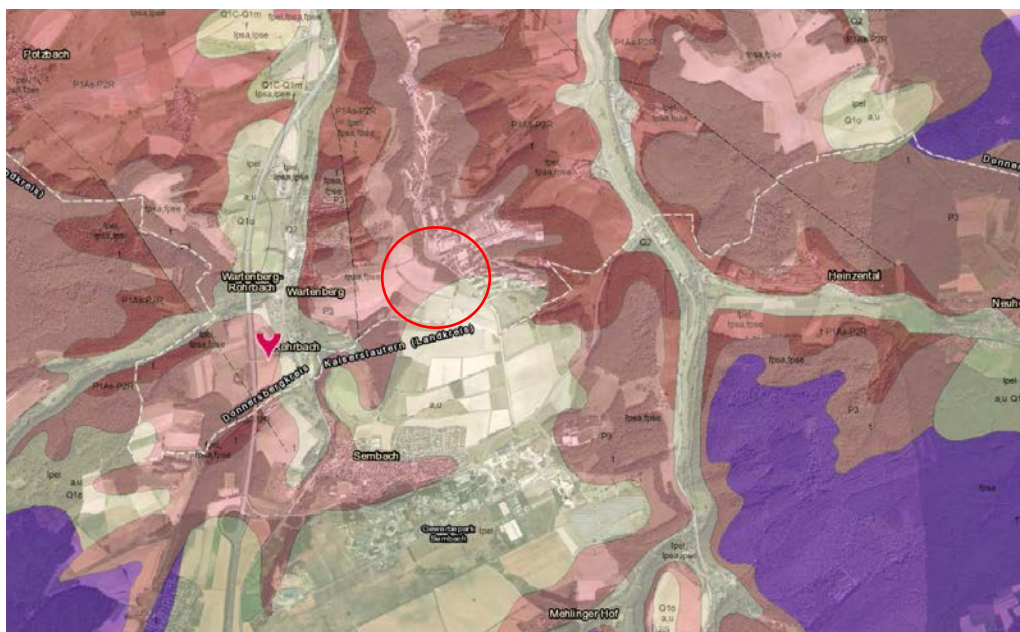


Bild 3: Geologie im Untersuchungsbereich



Stratigraphie

guek250_Basislayer_Stratigraphie

Q2 - Holozän

{Bach- und} Flussablagerungen: Ton, teilweise humos, Schluff, Sand, Kies, teilweise tonig, humos

Q1o - Oberpleistozän ("Tarantium")

Löss, Lösslehm, Hangschutt: Schluff, teilweise sandig, teilweise schwach steinig, kalkreich, häufig kalkfrei

Q1C-Q1m - Calabrium bis Mittelpleistozän ("Ionium")

{Bach- und} Flussablagerungen: Sand und Kies, häufig schluffig, teilweise nagelfluhartig verkittet

T11 - Indusium

Grobsandstein, schräg geschichtet, massig, geröllführend, kieselig verkittet

P3 - Lopingium

Sandstein, Konglomerat, teilweise karbonatisch verkittet

P1As-P2R - Asselium bis Roadium

Schluffstein, Sandstein, Fanglomerat, unten häufig basische bis intermediäre Vulkanite

Petrographie

guek250_Basislayer_Petrographie

Genese

guek250_Basislayer_Genese

Bild 4: Legende zur Geologischen Karte

Unterhalb einer durchgehend auftretenden geringmächtigen quartären Mutterbodenschicht, die genetisch in das Holozän zu datieren ist, steht auf den untersuchten Grundstücken ein jungquartärer Decksand und Lösslehm über einem schwach bindigen Verwitterungshorizont an, wobei diese Ablagerungen einem Festgestein des Perms, hier den Sand- und Schluffsteinablagerungen des Lopingium auflagern.

Die erkundeten quartären Sedimente weisen aufgrund ihrer örtlich Lagerungen und Zustandsform ab 0.50 – 0.80 m Tiefe eine bedingt gute und ausreichende Mantelreibung auf, um die sich hier einstellenden Lasteintragungen über die geplanten Rammprofile auf Druck und Zug abtragen zu können. Überwiegend zeigen jedoch die ermittelten Mutterbodenlagen und Decksande sowie Lösslehmlagen bis in eine Tiefe von ca. 0.80 m geringere Mantelreibungswerte, deren Begründung in den dort auftretenden lockeren Lagerungen sowie steif-weichen Zustandsformen bei den damit verbundenen gering erhöhten Wassergehalten liegt. Diese Lockersedimente lagern eine Verwitterungshorizont der verwitterten Felsablagerungen des Perm auf, welche im tiefer Untergrund als konglomeratische Sandsteine oder Schluffsteine auftreten können.

Im Rahmen der Tiefenlage und der erforderlichen Rammtiefen treten örtlich somit erst im Mittel ab 0.50 – 0.80 m Tiefe unter der GOK Gelände Böden mit ausreichenden Mantelreibungswerten der Größe $> 0.040 \text{ MN/m}^2$ auf, die damit auch ausreichende undräßierte Scherfestigkeiten aufweisen, um ab dieser Tiefe dann gute



erforderlichen Eigenschaften für die Lastaufnahme der Rammprofile vorzugeben.

Es ist auf dem Baufeld aber auch nicht auszuschließen das dort hoch anstehende Buntsandsteinlagen auftreten können, die dann ein Rammhindernis repräsentieren.

Folgende Schichten wurden bis in die angegebenen Tiefen angetroffen:

Bezeichnung	Bodenart	Basistiefe
Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig, humos Pflanzenreste - Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, kiesig humos, Wurzeln - Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos, Pflanzenreste	(Mutterboden)	0.40 - 1.20 m
Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig - Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig schwach schluffig - Feinsand, schwach		

Neubau des „Solarparks Heuberg“,
D-67681 Wartenberg-Rohrbach



mittelsandig, schwach
grobsandig, schwach
schluffig, schwach
kiesig

locker -mitteldicht

(Decksande)

0.70 - 1.00 m

Schluff,
schwach tonig,
stark feinsandig,
schwach feinkiesig

-

Schluff, tonig,
schwach feinsandig,
schwach kiesig

steif

(Lösslehm)

0.80 - 1.50 m

Mittelsand, feinsandig,
schwach grobsandig,
schwach schluffig

-

Feinsand, schwach mittelsandig,
schwach schluffig - schluffig,
schwach feinkiesig

-

Mittelsand, feinsandig,
schwach grobsandig,
schwach kiesig,
schwach schluffig,
schwach steinig

-

Kies, mittelsandig,
grobsandig, schwach
feinsandig,
schwach schluffig

-

Feinsand, mittelsandig,
schwach kiesig,
schluffig, tonig

-



Feinsand, schwach
schluffig,
schwach mittelsandig,
tonig – stark tonig
steif-halbfest
mitteldicht / dicht (Verwitterungshorizont) 1.60 – 4.00 m

Fels, stark verwittert,
entfestigt, brüchig,
-

Fels, stark verwittert,
entfestigt, dünnbankig
fest

(Sandstein /
Schluffstein)

2.90 – 4.00 m
Endteufe

2.2 Bodenmechanische Benennungen

Mutterboden

Zusammensetzung:	Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig, humos, Pflanzenreste - Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, kiesig, humos, Wurzeln - Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos, Pflanzenreste
Konsistenz/Lagerung	weich, locker



als Baugrund:

für das Rammprofil
nicht geeignet

Decksande

Zusammensetzung:

Mittelsand, feinsandig,
schwach grobsandig,
schwach schluffig,
-

Mittelsand, feinsandig
schwach grobsandig,
schwach kiesig,
schwach schluffig
-

Feinsand, schwach
mittelsandig, schwach
grob sandig, schwach
schluffig, schwach
kiesig

Konsistenz/Lagerung

locker - mitteldicht

als Baugrund:

für das Rammprofil
**bei mitteldichter
Lagerung geeignet**

Lösslehm

Zusammensetzung:

Schluff, schwach
tonig, stark feinsandig
schwach feinkiesig
-

Schluff, tonig, schwach
feinsandig,
schwach kiesig

Konsistenz/Lagerung

steif

als Baugrund:

für das Rammprofil



bei steifer Konsistenz
bedingt geeignet

Verwitterungshorizont

Zusammensetzung:

Mittelsand, feinsandig
schwach grobsandig,
schwach schluffig
-
Feinsand, schwach
mittelsandig, schwach
schluffig - schluffig,
schwach feinkiesig
-
Mittelsand, feinsandig,
schwach grobsandig,
schwach kiesig,
schwach schluffig,
schwach steinig
-
Kies, mittelsandig,
grob sandig, schwach
feinsandig,
schwach schluffig
-
Feinsand, mittelsandig,
schwach kiesig,
schluffig, tonig
-
Feinsand, schwach
schluffig, schwach
mittelsandig, tonig -
stark tonig

Konsistenz/Lagerung

steif - halbfest
mitteldicht - dicht

als Baugrund:

für das Rammprofil
gut geeignet



Sandstein / Schluffstein

Zusammensetzung:	Fels, stark verwittert, entfestigt, brüchig -
Konsistenz/Lagerung	Fels, stark verwittert, entfestigt, dünnbankig fest
als Baugrund:	für das Rammprofil nur bei starken Verwitterungen bedingt geeignet, ansonsten ist das Festgestein <u>nicht</u> rammbar

2.3 Grundwasserverhältnisse

Während der Geländeuntersuchungen am 29.08.-01.09.2023 wurden in den Kleinrammbohrungen kein Grund-, Stau- oder Schichtwasserzuläufe in den Aufschlussbohrungen bis in 4.0 m Tiefe festgestellt.

Ein Grundwasser mit hohen Fließgeschwindigkeiten tritt somit in den Einbindebereichen der Rammprofile nicht auf. Jedoch ist davon auszugehen, dass hier in den bedingt bindigen und nicht bindigen also wasserundurchlässigen und wasserdurchlässigen Sedimenten örtlich Stau- und Schichtwasserstände vorliegen können. Ein eigentliches Grundwasser mit freien Grundwasserpotentialen wird sich in den tieferen Lagen des Untergrundes in den dort liegenden Sandsteinen des Perm als ein entsprechendes Porenwasser einstellen.

Wir müssen deutlich darauf hinweisen, dass dort wo keine Wasserstände in den Sondierungen **angetroffenen** wurden, es auch keinen genauen Aufschluss über einen möglichen Wasserzulauf geben kann.

Der hier auftretende tiefere Grundwasserstand in den Sandsteinen ist uns nicht bekannt.



Es sollte aber auf Grund der örtlichen hydrologischen Verhältnisse mit einem Porenwasserleiter in den im tieferen Untergrund und den dort auftretenden permischen Sandsteinen gerechnet werden. Sind genauere Informationen über die Grundwasserverhältnisse und eintretende Grundwasserzuläufe erforderlich, sind hierzu 3-4 Grundwassermessstellen einzurichten oder die entsprechenden Wasserbehörden zu befragen.

Folgende nachstehenden Wasserstände wurden während der Geländeuntersuchung bei folgenden nachstehenden Kleinrammbohrungen festgestellt:

Aufschluß	OK Gelände (mrH)	Wasserstand unter GOK Messung (m)	Wasserstand (mrH)
BS 1	+12.12	Kein Wasser	--
BS 2	+8.98	Kein Wasser	--
BS 3	+7.60	Kein Wasser	--
BS 4	-7.73	Kein Wasser	--
BS 5	-7.86	Kein Wasser	--
BS 6	-9.10	Kein Wasser	--
BS 7	-0.96	Kein Wasser	--
BS 8	+4.24	Kein Wasser	--
BS 9	-1.44	Kein Wasser	--
BS 10	-8.96	Kein Wasser	--
BS 11	-2.45	Kein Wasser	--
BS 12	+5.56	Kein Wasser	--
BS 13	+3.11	Kein Wasser	--
BS 14	+0.46	Kein Wasser	--
BS 15	-0.64	Kein Wasser	--

Tab. 2: Zwischen dem 29.08.-01.09.2023 gemessene Grund- / Stauwasserstände



Da hier keine Grundwasserstände angetroffen wurden, werden sich hier im Rahmen der Aufstellung der Solartische über entsprechend einzubringende Rammprofile keine Einflüsse auf die Korrosion oder auf die bauausführenden Arbeiten durch mögliche Grundwässer einstellen.

Die Beurteilung der sich einstellenden Korrosion auf die Rammpfosten wird in den entsprechenden nachfolgenden Abschnitten beurteilt werden.

2.4 Geotechnische Klassifizierung und charakteristische Bodenkennwerte

Den erdstatischen Berechnungen können aufgrund der durchgeführten Untersuchungen, der Erfahrungswerte von vergleichbaren Böden sowie der Angaben in den "Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2009)" und der DIN 1055, T. 2, die in der folgenden Tabelle angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden.

Im Regelfall kann mit den dort angeführten Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Lastfällen in Einzelbereichen des Bauvorhabens sollten dagegen die jeweils ungünstigen Werte in die Berechnung eingesetzt werden.

Für die Ausschreibung von Erdarbeiten und die Beurteilung der Frostepfindlichkeit sind in der Tabelle zusätzlich die Bodengruppen gemäß DIN 18196, die Bodenklassen gemäß DIN 18300 und die Klassifikation hinsichtlich Frostepfindlichkeit gemäß ZTVE-StB 2012 aufgeführt. Der genaue Umfang der Bodenklassen und Bodengruppen ergibt sich grundsätzlich jedoch erst mit der großflächigen Freilegung der Böden im Zuge der Bauarbeiten, wobei ggf. in Zweifelsfällen der Baugrundsachverständige zur Begutachtung der Bodenklassen hinzugezogen werden sollte.

Im August 2015 wurde die alte DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18319 zurückgezogen und jeweils durch die DIN 18300:2015-08, DIN 18301:2015-08 und die DIN 18319:2015-08 ersetzt. Hierbei werden die ehemals zugeordneten Bodenklassen nunmehr durch Homogenbereiche ersetzt. Ein Vorschlag hinsichtlich der Zuordnung entsprechender Homogenbereiche wird im Abschnitt 3.6 dieses Berichtes vorgetragen.



Bodenschicht	Schicht- unter- grenze	Boden- gruppe DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300	Frostem- findlich- keit ZTVE-StB	cal ϕ'_k (°)	cal c'_k (kN/m ²)	cal γ_k (kN/m ³)	Cal γ'_k (kN/m ³)	cal E _s (MN/m ²)	cal k (m/s)
Mutterboden	0.40 - 1.20	OH	1							
Decksand	0.70 - 1.00	SU	3	2	31.5	-	18	10	5-55	1·10 ⁻⁵
Lösslehm	0.80 - 1.50	UL/UM	4	3	27.5	5	18	8	3-25	1·10 ⁻⁷
Verwitterungs- horizont	1.60 - 4.00	GU/SU SU*/ST*	3/4	2/3	31.5 27.5	- 10	18 19	10 9	25-80	1·10 ⁻⁵ 1·10 ⁻⁸
Sandstein / Schluffstein	2.90 - 4.00	Sst/Ust	6-7	1	35.5	-	22	11	90-125	1·10 ⁻⁷

Tab. 3: **Charakteristische** Bodenkennwerte

ϕ_k = Reibungswinkel

c'_k = Kohäsion

γ_k = Wichte des feuchten Bodens

γ'_k = Wichte des Bodens unter Auftrieb

E_s = Steifemodul

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert



3. FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUMASSNAHME

3.1 Gründungsvorgaben für die PV-Anlage

Nach den in den Anlagen einzusehenden Untersuchungsergebnissen wird der hier vorliegende Untergrund aus einem homogenen Bodenaufbau gebildet. Die Ablagerung die unmittelbar unter einem Mutterboden / Oberboden auftreten bestehen zunächst aus einem lockeren und mitteldichten Decksand sowie einem darunter lagernden überwiegend steifen Lösslehm, der aber auch in weich-steifer Konfiguration auftreten kann. Unterlagert werden diese Sequenzen durch einen Verwitterungshorizont mit steifen aber auch halbfesten Zustandsformen.

Unter diesen Lockersedimenten treten im Liegenden die Sandsteine und Schluffsteine des Perms auf.

Die erschlossenen Ablagerungen sind wie dargelegt in erster Schichtlage (Decksand und Lösslehm) als überwiegend locker-mitteldicht gelagerte schwach bindige Böden und bindige Böden mit steifen Zustandsformen erkundet worden.

Die im Baufeldbereich angetroffenen Mutterböden, Decksande und Lösslehme sind bis in eine Tiefe von 0.50 - 0.80 m nur gering bis bedingt geeignet, um die Lasten aus den Rammpfosten aufzunehmen. Die nicht bindigen und bindigen Böden des Verwitterungshorizontes eignen sich sehr gut für die Aufnahme der Druck- und Zuglasten. Erst wenn eine weiche und ggf. auch eine breiige Zustandsform in den genannten Böden auftreten sollte, zeigen sich keine ausreichenden Mantelreibungswerte, um die Pfostenlasten sicher in diesen Baugrund abzutragen.

Eine solche Zustandsform wurde aber in allen Baugrundaufschlüssen ab 0.80 m Tiefe nicht angetroffen. Jahreszeitlich bedingt bzw. nach anhaltenden Niederschlägen können jedoch unter Zufuhr von Oberflächenwässern sich in diesen wasserempfindlichen Böden auch Veränderungen in den Zustandsformen einstellen, die dann auch eine Veränderung der undränierten Scherfestigkeiten und Mantelreibungswerte mit sich bringen.

Eine originäre Baugrunduntersuchung mittels direkter Baugrundaufschlüsse wurde in Form von Bohrungen und Rammsondierungen durchgeführt.



Ab der Tiefe von 0.50 – 0.80 m unter der Geländeoberkante war eine erschwerte Eindringungsmöglichkeit mittels der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen gegeben, da ab diesen Tiefen der dort lagernde bindige Baugrund in eine steife oder halbfeste Zustandsform (Verwitterungshorizont) bzw. der nicht bindige Baugrund in eine mitteldicht – dichte Lagerung oder in eine feste Eigenschaft (Sandstein / Schluffstein) übergang. Hier ist aufgrund der angetroffenen Zustände in den Sedimenten und Festgesteinen mit höheren oder hohen Eindringungswiderständen in den abgelagerten Sequenzen zu rechnen. Mit diesen Erkenntnissen und den vorliegenden Ergebnissen ist den erforderlichen Anforderungen der geotechnischen Untersuchung, im Rahmen der Aufschlusstätigkeiten den Baugrund bis in einen tragfähigen Bereich erkundet zu haben, genüge getan.

Eine zulässige Bodenpressung für den hier auftretenden Boden ist hier auch hinsichtlich der Tabellenwerte der DIN 1054 zu ermitteln, da diese für den hier auftretenden Boden Anhaltswerte mit ausreichenden Sicherheiten angeben.

Mit einem sehr gut tragfähigen Baugrund in dem sich die erwarteten Lasten in einer Flächengründung gut abtragen würden, ist bei allen Standorten an denen die bindigen Böden mit steifen Zustandsformen anstehen, zu rechnen.

Im Zuge einer frostfreien Flächengründung in einer Tiefe ab 0.80 m unter der GOK kann hier eine Bodenpressung von

$\sigma_{EK} = 230 \text{ kN/m}^2$ (Auflager steifer Lösslehm, Decksand oder Verwitterungshorizont)

zugelassen werden.

Der Bauherr plant im Zuge der Aufstellung der Photovoltaikanlage, diese über eingerammte Stahlprofile zu gründen. Diese Art der Gründung ist an diesem Standort annähernd möglich.

Auf der ausgewiesenen Baufläche weist sich an der Geländeoberfläche überwiegend eine Mutterbodenablagerung über den jungquartären Lössen den Lösslehm und den Verwitterungslehm / Verwitterungshorizonten in verschiedenen Mächtigkeiten auf.



Wir gehen davon aus, dass auf die einzelnen Lastachsen bei den Ramm- oder Schraubprofilen eine Druck- und Zuglast von 16.60 kN nicht überschreiten wird.

Wir empfehlen daher die Gründung der Tragkonstruktion bzw. des Unterbaus über die geplanten Rammprofile durchführen zu lassen, die auch bei ausreichenden Einbindungen und Längen in der Lage sind Lasten von 16.60 kN auf Druck und Zug abzutragen. Im August 2015 wurde die alte DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18319 zurückgezogen und jeweils durch die DIN 18300:2015-08, DIN 18301:2015-08 und die DIN 18319:2015-08 ersetzt. Hierbei werden die ehemals zugeordneten Bodenklassen nunmehr durch Homogenbereiche ersetzt.

Ein Vorschlag hinsichtlich der Zuordnung entsprechender Homogenbereiche wird wie nachstehend tabellarisch zugeordnet, jedoch ohne Zusicherung auf Richtigkeit, da für eine absolute richtige Zuordnung mindestens 35 weitere Aufschlüsse für den geplanten Solarpark erforderlich wären!

	Homogenbereiche			
	A	B	C	D
	Mutterboden (locker)	Decksande (locker / mitteldicht)	Lösslehm / Verwitterungshorizont	Sandstein / Schluffstein (fest)
	(OH)	SU	UL/UM/SU*/ST' GU/SU	(Sst/Ust))
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsband				



Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	Hier besonders von Relevanz, da in den geogenen Böden Stein- und Blockanteile als Felsbruchelemente eingeschaltet sein können. Ferner könne Formen von genetisch verfestigten Bereichen auftreten, die jedoch in den einzelnen Aufschlüssen nicht angetroffen wurden.			
Lagerungsdichte nach DIN 4094-1, Din 4094-3, DIN EN ISO 14688-2	locker $I_D = < 0.3$	locker $I_D = 0.20 - 0.33$	Mitteldicht – dicht $I_D = 0.65 - 0.85$	fest ($I_C = > 1.00$) siehe Tab. 2
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	nicht relevant	nicht relevant	steif ($I_C = 0.75 - 1.00$) halbfest ($I_C = 1.25 - 1.55$)	siehe Tab. 2
Undrained Scherfestigkeit c_u nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	nicht relevant	nicht relevant	steif 120 – 260 kN/m ² halbfest 290 – 460 kN/m ²	siehe Tab. 2
Organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	vorhanden $V_{GI} = > 15\%$	nicht vorhanden $V_{GI} = > 2\%$	nicht vorhanden $V_{GI} = > 2\%$	siehe Tab. 2
Kohäsion nach DIN 18137	nicht relevant	5 kN/m ²	5 - 10 kN/m ²	siehe Tab. 2

Tabelle 4 : Angaben zu den Homogenbereichen nach DIN 18301:2015-08 und die DIN 18319:2015-08 ohne Zusicherung auf Richtigkeit, da dies nur nach Erhöhung der Aufschlussanzahl möglich ist

Tab. 5: Bodenkennwerte zu den Homogenbereichen bei Festgesteinen:

	Homogenbereich
	D
	Sandstein / Schluffstein (fest)
Genetische Einheit und geologische Struktur	Perm ((Sst)/(Ust))
Wichte (kN/m ³)	21
Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit	stark verwittert, total entfestigt, mürbe
Druckfestigkeit des Gesteins (MN/m ²)	0.2 – 1.0
VOB-Felsklassen mit Haupt- und Zusatzklassen für ATV DIN 18300	Hauptklasse: F 3 Zusatzklasse ZT: ZT 2.2 Zusatzklasse ZD: ZD 3
Geologische Struktur, Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	stark verwittert, total entfestigt, mürbe Einfallen und Streichend des Gesteins ist nicht bekannt und muss über richtungsorientierte Kernbohrungen mit hoher Kernqualität oder über anzulegende Schürfe ermittelt werden



3.2 Angaben der Versickerungsmöglichkeit in den Baugrund

Dort wo im Bereich der Geländeoberfläche Böden anstehen die einen Durchlässigkeitsbeiwert von $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s aufweisen, kann es zu Wasseranstaunungen kommen.

Diese können nur durch eine Anlegung von Drainagen vermieden werden. Eine Zuordnung der Durchlässigkeiten kann wie folgt gegeben werden:

Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130 (Wasser)	Durchlässigkeit	Wasseranstaunungen an der Geländeoberfläche möglich
$>10^{-2}$ m/s	sehr stark durchlässig	nein
10^{-2} m/s bis 10^{-4} m/s	stark durchlässig	nein
10^{-4} m/s bis 10^{-6} m/s	durchlässig	nein <i>bedingt / ja / mäßig bei $k_f = 10^{-6}$ m/s</i>
10^{-6} m/s bis 10^{-8} m/s	schwach durchlässig	ja
10^{-8} m/s bis 10^{-9} m/s	sehr schwach durchlässig	ja
$<10^{-9}$ m/s	nahezu völlig wasserundurchlässig	ja

Tabelle 6: Angaben zu den Durchlässigkeiten mit den damit verbundenen Möglichkeiten von Wasseranstaunungen

Da unterhalb der Mutterbodendecke werden die Ablagerungen der Decksande und der Verwitterungshorizonte auftreten, denen überwiegenden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 4.4 \cdot 10^{-5} - 7.7 \cdot 10^{-5}$ m/s zugeordnet werden können, ist dort von keiner Stauwasserbildung auszugehen.

Werden diese Bereiche jedoch von bindigen Böden (Lösslehm, lehmiger Sand des Verwitterungshorizontes) oder Böden mit stark wechselnden schluffigen Anteilen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s überlagert, ist von einer Stauwasserbildung auszugehen.

Gemäß den Angaben des Auftraggebers, sind für die Errichtung von Entwässerungsmöglichkeiten in den Untergrund im Bereich der Liegenschaft auch Angaben über die Versickerungseigenschaften des Baugrundes erforderlich. Somit wurde auch die Untersuchung des Baugrundes an 5 Punkten im Bereich der PV-Fläche zur Feststellung der Versickerungsfähigkeit in Form des Durchlässigkeitsbeiwerts (k_f -Wert) beauftragt.



Es ist zu erwarten das im Zuge der Antragsstellung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung und Versickerung von Oberflächenwässern in den Untergrund ein Machbarkeitsnachweis bei den Behörden vorzulegen ist. Dieser Nachweis sollte über einen entsprechenden "open end test" bzw. Infiltrationstest im Baufeld ermittelt werden.

Um den üblicherweise vorgetragenen Anforderungen der Genehmigungsbehörden nachzukommen wurde im Bereich der übergeplanten Fläche vom 29.08.2023 – 01.09.2023 eine Baugrunderkundung durch 15 Kleinrammbohrungen mit ausreichender Tiefe nach der DIN EN ISO 22475 sowie deren bodenphysikalische Auswertung durchgeführt. In den Bohrungen BS 3, BS 6, BS 9, BS 11, und BS 15 wurde je ein Versickerungsversuch mithilfe des Bohrloch-Infiltrometers durchgeführt. Die Baugrundverhältnisse im Bereich der Liegenschaft wurden somit anhand von 5 vom Auftraggeber vorgegebenen Kleinrammbohrungen auf 4.00 m aufgeschlossen, um einerseits die Baugrundzusammensetzung und seine Eigenschaften in Hinblick auf die Wasseraufnahmefähigkeit sowie die aktuell auftretenden Grundwasserstände zu ermitteln. Nach Beendigung der Kleinrammbohrungen in 4.0 m unter der GOK konnte mit dem Kabellichtlot kein Grundwasserstand ermittelt werden. Kleinrammbohrungen sind für eine verlässliche Ermittlung von Wasserständen nicht immer gut geeignet.

Dies ist dadurch bedingt, dass es im nicht verrohrten Bohrloch bei wassergesättigten gemischtkörnigen oder rolligen Sedimenten, jedoch auch bei locker gelagerten Sanden häufig zu einem Zufallen des Bohrloches kommt. Ein Einmessen des Wasserstandes mittels Lichtlot ist bei diesen Böden nicht immer möglich. In Kombination mit anderen Beobachtungen (z.B. Wassersättigung, Bohrvortrieb) wird daher die Tiefe bei der das Bohrloch zusammenfällt, zumeist als Grundwasseranschnitt interpretiert.

Die in den unverrohrten Sondierlöchern eingemessenen Wasserstände geben nur bedingt genaue Lagen wieder, die sich aber auch zur Ermittlung von Grundwasserfließrichtungen eignen. Die hier ausgeführten Kleinrammbohrungen wiesen vor der Durchführung der Versickerungsversuche eine standsichere Bohrwandung auf, so dass das Lichtlot bis auf die entsprechenden Tiefen eingebracht werden konnte.

Im vorliegenden Fall ist davon auszugehen, dass sich das Grundwasser im Bereich des Baufeldes zum Zeitpunkt der Untersuchung unterhalb einer Kote von -4.00 m (< -13.10 mrH) befindet.



Die in den ausgeführten Bohrungen angetroffenen eng- bis weitgestuften Decksande und die sandigen Ablagerungen des Verwitterungshorizontes mit schwach schluffigen Anteilen weisen eine ausreichende Transmissivität auf, um hier Versickerungswässer zirkulieren lassen zu können. Grundlage der Quantifizierung der versickerbaren Wassermengen ist die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes in Form des k_f -Wertes. Mit Durchlässigkeit des Untergrundes ist hierbei die gesättigte Leitfähigkeit gemeint, die nach DARCY als der Durchfluss je Flächen- und Zeiteinheit im wassergesättigten Boden, bezogen auf das Wasserspiegelgefälle, definiert ist. Für die Versickerbarkeit von Wasser ist dabei zumeist die Infiltration als Infiltrationsspende [$l/(s \cdot km^2)$] oder [mm/h] maßgeblich. Diese gibt die Geschwindigkeit an, mit welcher ein bestimmtes Wasservolumen je Fläche und Zeit senkrecht in den Boden eindringt. Dabei wird die Versickerung von Wässern zu Beginn im Wesentlichen von der Saugspannung des Bodens, jedoch bei durchfeuchtetem Boden hauptsächlich durch die hydraulische Leitfähigkeit (als k_f -Wert) bestimmt.

Der k_f -Wert kann im Grundwasserbereich durch verschiedene Insitu-Versuche (z.B. Pumpversuche, Einschwingversuche, Slug-Tests) oder im Labor gewonnen werden.

Bei Sanden stellt die Erfassung des k_f -Wertes nach BEYER (1964) auf der Grundlage von Sieblinienkurven ein gängiges und wenig(kosten-)aufwendiges Verfahren für eine Abschätzung des k_f -Wertes dar.

Die so ermittelte Größenordnung ist in den meisten derartigen Fällen für die notwendigen Bemessungen ausreichend. Hinsichtlich der Aussagefähigkeit ist jedoch immer der Durchführung von Versickerungs- oder Pumpversuchen der Vorzug zu geben.

Für eine grobe Quantifizierung der Wasserdurchlässigkeit der erbohrten Fluviatilen Sande wurden einzelne Sandproben jeweils einer Siebanalyse unterzogen.

Aus den Sieblinienkurven wurde der k_f -Wert rechnerisch nach BEYER nach

$$k = c \cdot d_{10}^2$$

mit $c = 0,0099$ ermittelt:



Die ermittelten k_f -Werte im Bereich der schwach bindigen Decksande und der schwach bindigen Sande des Verwitterungshorizontes schwanken etwa im Bereich zwischen

$$4,4 \cdot 10^{-5} - 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Die tatsächliche Schwankungsbreite ist jedoch weit größer anzunehmen, da es sich bei den Decksanden und den Sanden des Verwitterungshorizontes um nicht geschichtete Ablagerungen handelt und es bei der Entnahme von gestörten Proben zudem stets zu einer Entmischung von Probenmaterial kommt. Die erbohrten Sande sind bis in mindestens -4.00 m unter Gelände **wasserungesättigt**. Bei höheren auftretenden Wasserständen kann ein Rückstau des Sickerwassers auftreten, der die Versickerungsfähigkeit durch Wassersättigung der oberen Bodenschichten beeinträchtigt.

Insgesamt sind die „Fluviatilen Sande“ dort wo sie auftreten überwiegend homogen aufgebaut. In der Folge schwankt auch ihre Durchlässigkeit nur *gering*. Für eine Versickerung sind die Bildungen aufgrund beobachteter und zu erwartenden Homogenitäten zuverlässig geeignet.

Die untersuchten **Fluviatilen Sande** lassen sich aufgrund ihrer Kornverteilung als **durchlässig** klassifizieren. Eine Versickerung von Niederschlagswässern und Oberflächenwässern ist aufgrund der angetroffenen Verhältnisse in den Ablagerungsbereichen der Fluviatilen Sande möglich.

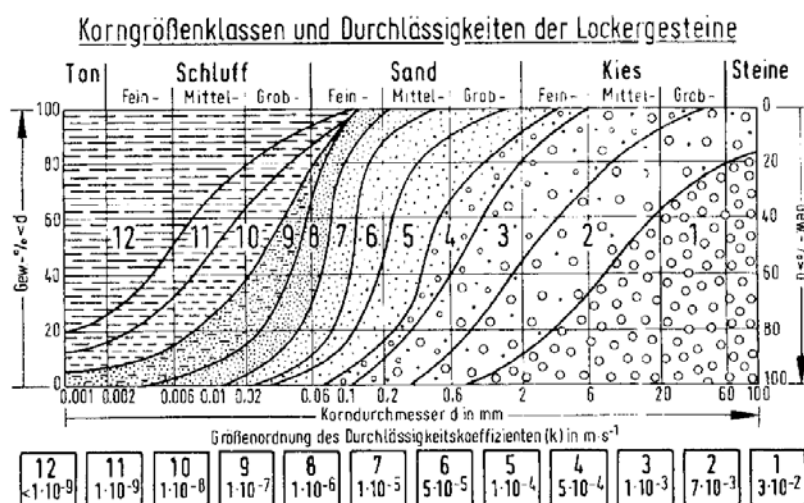


Abb 1: Abhängigkeit des k_f -Wertes von der Korngrößenverteilung



Damit korrelieren die ermittelten Werte entsprechend den Vorgaben nach Krapp (1983). Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist eine Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwässern in den Bereichen des untersuchten Grundstücks in den Decksanden und schwach bindigen Sanden des Verwitterungshorizontes möglich, wo sich ausreichende ungesättigte Bodenzonen einstellen, da hier die die Fluviatilen Sande mit dem nach BEYER bestimmten Durchlässigkeitsbeiwert ($k_f = 4.4 \cdot 10^{-5} - 7.7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$) in der Lage sind die Niederschlags- und Oberflächenwässer aufnehmen zu können oder versickern zu lassen.

Neben dem ausreichenden Porenvolumen in den genannten Sedimenten, um Wasser aufnehmen zu können ist auch eine ausreichende Verbreitung und laterale Ausdehnung von Notwendigkeit, damit das hier aufzunehmende Wasser auch abfließen kann und sich kein Rückstau einstellt.

Das Ergebnis der vom 29.08.2023 – 01.09.2023 abgeteufte Kleinrammbohrungen zeigt im Bereich des Baufeldes einen weitgehend homogenen Bodenaufbau. Im Bereich der Bohrungen treten unter den angetroffenen humosen Mutterbodenlagen die Sedimente einer jungquartären Epoche auf. Hierbei handelt es sich um Decksande und Sande eines Verwitterungshorizontes, die örtlich von geringmächtigen syndimentären Sedimenten unter- und überlagert werden. Im vorliegenden Fall ist davon auszugehen, dass sich das Grundwasser im Bereich des Baufeldes unterhalb einer Kote von - 20.00 m unter GOK befindet. In den erkundeten Sanden der Bohrungen tritt eine ausreichende ungesättigte Bodenzone auf, um hier anfallendes Oberflächenwasser zu Versickerung zu bringen.

Die eng- bis weitgestuften Decksande und Sande des Verwitterungshorizontes weisen eine ausreichend hohe Transmissivität auf. Jedoch treten an den Untersuchungsfläche auch stark bindige Sande oder Lösslehme mit den Bodengruppen UL/UM/SU*/ST* auf, denen keine Versickerungseigenschaft zugeordnet werden kann. Daher werden im Folgenden die Versickerungseigenschaften der Bereiche dargestellt in denen mit den ausgeführten Infiltrationsversuchen annähernd genaue Daten zur Versickerung erfasst werden konnten. Grundlage der Quantifizierung der versickerbaren Wassermengen ist die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes in Form des k_f -Wertes.

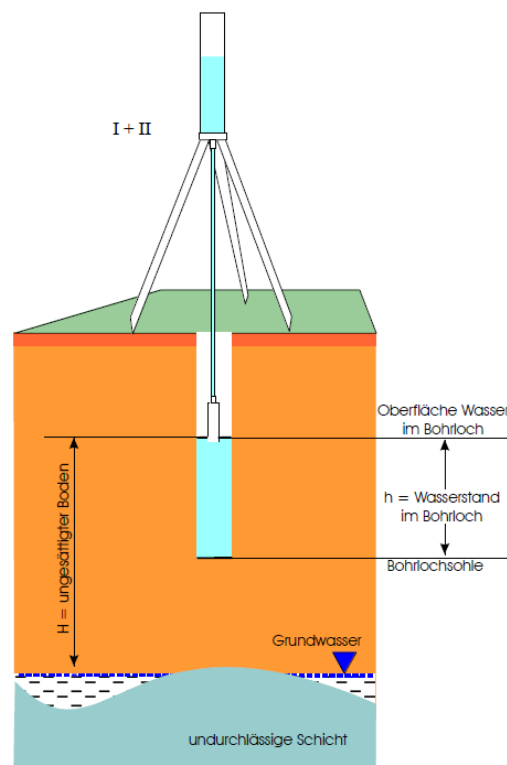
Mit Durchlässigkeit des Untergrundes ist hierbei die gesättigte Leitfähigkeit gemeint, die nach DARCY als der Durchfluss je Flächen-



und Zeiteinheit im wassergesättigten Boden, bezogen auf das Wasserspiegelgefälle, definiert ist. Für die Versickerbarkeit von Wasser ist dabei zumeist die Infiltration als Infiltrationsspende $[l/(s \cdot km^2)]$ oder $[mm/h]$ maßgeblich. Diese gibt die Geschwindigkeit an, mit welcher ein bestimmtes Wasservolumen je Fläche und Zeit senkrecht in den Boden eindringt. Dabei wird die Versickerung von Wässern zu Beginn im Wesentlichen von der Saugspannung des Bodens, jedoch bei durchfeuchtem Boden hauptsächlich durch die hydraulische Leitfähigkeit (als k_f -Wert) bestimmt. Der k_f -Wert kann im Grundwasserbereich durch verschiedene Insitu-Versuche (z.B. Pumpversuche, Einschwingversuche, Slug-Tests) oder im Labor gewonnen werden.

Vom 28.08.2023 – 01.09.2023 wurde am Standort die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes anhand acht Versickerungsversuchen mit dem Bohrloch-Infiltrometer im offenen Bohrloch in Anlehnung an Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical, methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986 ermittelt.

Der jeweilige Versuch wurde nach dem folgenden Schema aufgebaut:





Die Durchführung und Auswertung des Versuches erfolgte in Anlehnung nach dem Testverfahren zur Beurteilung der ungesättigten Zone nach Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986.

Die Feldparameter lauten:

		1. Versuch BS 3	2. Versuch BS 9	3. Versuch BS 15	4. Versuch BS 6	5. Versuch BS 11
Durchmesser Bohrloch	m	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Tiefe Bohrloch	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Zeit (t)	s	3600	3600	3600	3600	3900
Grundwasserstand/ OK Stauer	m	9.99	9.99	9.99	9.99	9.99
Wasserstand im Bohrloch	m	>4.00	>4.00	>4.00	>4.00	>4.00

Es gilt die Formel:

$$k_f = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \cdot \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2 \cdot \pi \cdot h^2}$$

Es resultiert ein k_f -Wert von:

1. Versuch	$1.1 \cdot 10^{-6}$ (m/s)
2. Versuch	$1.1 \cdot 10^{-5}$ (m/s)
3. Versuch	$2.6 \cdot 10^{-6}$ (m/s)
4. Versuch	$6.0 \cdot 10^{-7}$ (m/s)
5. Versuch	$1.0 \cdot 10^{-7}$ (m/s)

Nach der DWA-A 138 Tabelle B.1 sind die durch Feldversuche bestimmten k_f -Werte mit einem Korrekturfaktor von 2 zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Werts zu multiplizieren.

Daher ergeben sich Bemessungs- k_f -Werte für des Bauvorhaben von

$0.55 \cdot 10^{-6}$ m/s (BS 3)
 $0.55 \cdot 10^{-5}$ m/s (BS 9)
 $1.20 \cdot 10^{-6}$ m/s (BS 15)



$3.00 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ (BS 6) und
 $0.50 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ (BS 11).

Diese Werte liegen nach ATV 138 bei den Versuchen 1-3 in den Grenzen für eine dauerhafte Funktionsfähigkeit einer Versickerungsanlage. Bei den Versuchen 4-5 liegen sie außerhalb Grenzen für eine dauerhafte Funktionsfähigkeit einer Versickerungsanlage.

Sind die k_f -Werte kleiner als $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, stauen die Versickerungsanlagen ein.

Der mittlere k_f -Wert im Bereich des Baufeldes im Bereich der Versuchspunkte 1-3 sollte anhand der durchgeführten Versickerungsversuche mit $1.0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ für eine Vorbemessung eines Entwässerungsbauwerkes angenommen werden. Im Bereich der Versuchspunkte 3-5 sollte anhand der durchgeführten Versickerungsversuche mit $1.5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ für eine Vorbemessung eines Entwässerungsbauwerkes angenommen werden.

3.3 Baugrundvorgabe für die PV-Anlage

Der angetroffene Baugrund im Einspannbereich der Pfosten besteht überwiegend aus quartären Sedimenten eines gering bindigen und bindigen Böden sowie eines mitteldichten-dichten oder steifen-halbfesten Verwitterungshorizontes sowie eines festen Fels und ist entsprechend der Nachweise und Überprüfungen mittels der ausgeführten Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen ab 0.50 m - 0.80 m Tiefe für eine Rammpfostengründung oder Schraubprofilgründung in der Fläche bedingt geeignet.

In der Fläche in der die Gründung der PV-Freiflächenanlage vorgesehen ist, wurden überwiegend lockere - mitteldichte Decksande und steife Lösslehme sowie steife - halbfeste bzw. mitteldichte - dichte Verwitterungshorizonte angetroffen, die einem Sandstein / Schluffstein des Perms aufliegen. Dieser geologische Baugrundaufbau weist für eine Rammpfostengründung bzw. eine Gründung mittels möglicher Schraubprofile ab ca. 0.50 - 0.80 m Tiefe gute und ausreichende Zustände auf.

Die Rammbarkeit oder Eindringungsmöglichkeit ist in diesen schwach bindigen und bindigen Böden gegeben. Lediglich die teilweise sehr oberflächennah auftretenden Felsformationen weisen sich als ein Rammhindernis aus.



Somit ist ab den angegebenen Tiefen mit einer ausreichenden Mantelreibung in den angetroffenen Lockersedimenten zu rechnen, um die entsprechenden Lasten der Pfosten in dem hier vorliegenden Baugrund abtragen zu können.

Dort wo halbfeste Verwitterungslehme und feste Sandsteinlagen vorliegen muss vorgebohrt und der jeweilige Pfosten oder das Profil möglicherweise hier einbetoniert werden.

Eine Einbringung der Schraubprofile oder möglicher Rammpfosten kann nur in einen Baugrund mit ausreichenden Scherfestigkeiten erfolgen. Der hier anstehende Baugrund weist ab den genannten Tiefen ausreichende Widerstandskräfte auf, um die hier auftretenden aktiven vertikalen Druck- und Zuglasten aufnehmen zu können.

Demnach kann das zu verwendende Schraubprofil und Rammprofil mit den nachstehend ermittelten Einbindetiefen dort eingesetzt werden. In den Bereichen, in denen die Mutterbodenablagerungen oder die Decksande sowie Lösslehmlagerungen in lockerer Lagerung oder weicher Zustandsform auftreten, kann dem oberflächennahen Bereich des Baugrundes keine ausreichenden Scherfestigkeiten zugeordnet werden.

Probebelastungsversuche sollten vor Ort unbedingt durch entsprechende Zugversuche an einer bestimmten Anzahl von Rammpfosten oder Schraubprofilen ausgeführt werden, um die nachstehend vorgetragenen Erfahrungswerte zu bestätigen.

Neben der Rammpfostengründung oder einer Schraubprofilgründung über einen zu verbessernden Baugrund gibt es auch die Möglichkeit hier eine Flachgründung über frostfrei einzubringende Fundamente auszuführen.

Bei einer Gründung auf der untersuchten Fläche mit einem frostfrei einzubringenden Fundament, werden bei den zu erwartenden geringen Sohlspannungen nur geringe Setzungen und Setzungsdifferenzen erwartet, die nicht bauwerksschädlich wirken können.

Für die Gründung der Photovoltaik-Tische empfehlen wir daher folgen nachstehenden Gründungsvarianten.



3.4 Gründung der Tische über das Schraubprofil „screw pile“

Mit Bezug auf die vermutete Lastgrößen die für die Tischgestelle am Rand und in der Mitte des Solarflächenfeldes auftreten könnten, die wir aus empirischen Daten herangezogen haben, können wir die Lastabtragung für die dargestellten Lastkombinationen wie nachstehend dargestellt ermitteln.

Entsprechend der vorgelegten Angaben wird darauf verwiesen, dass die Lagerlasten mit Kombinationsbeiwerte als charakteristische Last angegeben sind und somit bei Berücksichtigung der Lastkombinationen, diese für die Ermittlung des Design-Wertes entsprechend den Vorgaben der DIN EN 1997-2 Eurocode 7 mit einen Sicherheitsfaktor von mindestens 1.35 zu multiplizieren sind.

Der Unterzeichner vermutet das hierzu ein Schraubprofil nach der „Screw pile“ Methode verwendet werden, die entsprechend der nachstehenden Darstellung umzusetzen ist. Anhand der Kennwerte der ermittelten und zugeordneten Mantelreibungswerte können danach die erforderlichen Grenzlastgrößen empirisch ermittelt werden.

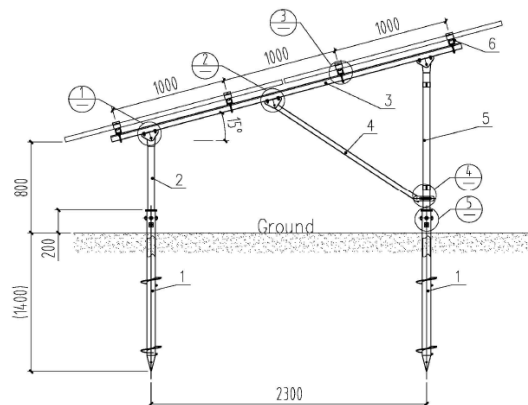


Bild 5: Übliches Design bei Schraubprofilen „Screw pile“

Folgende nachstehenden charakteristischen Kombinationslasten könnten hiernach im Rand- oder Innenbereich der Fläche auftreten:

LK 1 – LK 3 (charakteristisch) = 16.60 kN

Entsprechend den Abmessungen tritt bei dem zu verwendenden Schraubprofilen eine Mantelfläche von $U_{(red)} = 0.23 \text{ m}^2/\text{m}$ auf, die für die Berechnung der zulässigen Druck- und Zuglast in Ansatz gebracht



werden kann. Ferner kann eine Fläche bei dem jeweiligen Schraubflügel mit 0.013135 m angesetzt werden

Hieraus ergibt sich im Bereich der Standortflächen BS 1 – BS 30 wie folgt:

Schraubprofile $\varnothing = 0.076$ mm · Länge 1600 mm:

Boden	Mantelreibung τ_m kN/m ²	Umfang m ² /m	Einbinde- länge m	Charakt. Widerst. R_{1k} kN	Bemess. Widerst. R_{1d} kN
Mutterboden Decksande Lösslehm (locker)	5	0.23	0.6	0.69	0.51
Decksande Lösslehm Verwitterungs- horizont (mitteldicht / steif)	40	0.23	0.2	1.84	1.36
Verwitterungs- horizont (steif-halbfest) (mitteldicht- dicht)	80	0.23	0.8	14.72	10.90
			Spitzenwiderst. Flügel	8.50	6.29
			Σ Bemessungswid.	R_{1dR}	19.08

Tab. 6: Nachweis der äußeren Tragfähigkeiten beim Schraubprofil "screw pile"

Aufgrund der Situation, dass das Schraubprofil 2 Schraubflügel in dem Pfahl aufweisen kann, aktivieren sich Kräftevektoren auch in vertikaler Richtung.

Dadurch entsteht eine Erhöhung der Widerstandskräfte in das eingebrachte Schraubprofil, welche hier in den Bemessungen berücksichtigt werden sollte.

Genaue Angaben dazu können dazu erst mit den Ergebnissen der noch erforderlichen Auszugsversuche dann genau verglichen werden.

$$R_{1dR} = 19.06 \text{ kN}$$



Entsprechend vorliegender empirischer Daten kann bei den Pfosten mit einer maximalen vertikalen Designlast von annähernd $N_{z,D} = 16.6$ kN gerechnet werden. Für die Berechnung der Gründungskörper können hierbei die angegebenen Bodenparameter in Bezug auf die DIN 18196, DIN 18300, ZTVE-StB 06 und die EAU 2009 für die einzelnen Bodenschichten zugrunde gelegt werden.

Entsprechend der empirisch ermittelten „Äußeren Tragfähigkeiten“ treten bei den vorgesehenen Schraubprofilen innerhalb der Solarfeldfläche nachweislich unter einer Einbindung in den Untergrund von je 1.60 m Kräfte auf, welche um die angegeben maximalen Druck- und Zuglasten sowie die Horizontalkräfte und Momente bei den entsprechenden Lastkombinationen mit den entsprechenden Sicherheiten setzungsarm in den Untergrund abzutragen sind. Lediglich die Flächen in den Bereichen der Kleinrammbohrungen in denen hoch gelegene Felslagen nachgewiesen wurden, sind diese kürzere Schraubprofillängen nicht zu erwarten. Hier sind Einbindelängen von 1.50 m auszulegen.

Die zulässigen Hebungsgrößen für eine sichere Lastgrößeneintragung dürften bei insgesamt 12 - 15 mm liegen.

Für den Nachweis kann folgendes nachstehende Bettungsmodul k_{sh} angesetzt werden:

Mutterboden (lockerst)

$$k_{sh} = 5 \text{ MN/m}^3 \text{ (0.60 m)}$$

Decksande (locker, weich- steif)

Lösslehm (steif, weich-steif)

$$k_{sh} = 10 \text{ MN/m}^3 \text{ (0.20 m)}$$

Verwitterungshorizont (steif-halbfest)

$$k_{sh} = 70 \text{ MN/m}^3 \text{ (0.80 m)}$$

Buntsandstein (fest)

$$k_{sh} = 100 \text{ MN/m}^3$$



Das entspricht ungefähr dem Ansatz der hier für die Bemessung der Widerstände gewählt worden ist. Da hier eine örtliche Heterogenität im vorliegenden Baugrund vorliegt, können örtlich auch Baugrundverhältnisse mit höheren oder noch geringeren Mantelreibungswerten auftreten, als hier in den Berechnungen im Mittel zu Grunde gelegt wurden. Entsprechend den Ergebnissen der durchgeführten Bemessungen kann im Wesentlichen folgende Feststellung getroffen werden.

- Der Baugrund im Bereich des Solarparkbaufeldes weist überwiegend einen einheitlichen Aufbau auf und ist mit annähernd einheitlichen Lagerungsdichten ausgebildet, was auch entsprechende schlechte Scherfestigkeiten und Mantelreibungswerte in den obersten 0.50 - 0.80 m Einbindelänge mit sich bringt.
- Die ermittelten Lastwiderstände sind aufgrund von Erfahrungswerten ermittelt worden. Sie müssen unbedingt anhand von entsprechenden Auszugsversuchen bestätigt werden. Entsprechend den ermittelten Grenzzuständen kann von folgenden Gegebenheiten ausgegangen werden. Das setzt aber voraus, dass im Untergrund an den jeweiligen Einbringungspunkten keine Rammhindernisse auftreten, bzw. die Lagerungsdichten der anstehenden Böden nicht unterhalb der hier zugeordneten Kennwerte liegen.

Schraubprofil mit 1.60 m Einbindung:

$$E_{1d} \leq R_{1d}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN}$$

$$R_{1d} = 19.06 \text{ kN}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN} < R_{1d} = 19.06 \text{ kN}$$

Nachweis der Standsicherheit ist erbracht!

3.5 Gründung der Tische über Ramppfosten

Mit Bezug auf die Lastgrößen für entsprechende Tischgestelle des Solarflächenfeldes, die wir aus den vorliegenden vergleichbaren Angaben einer Statik herangezogen haben, können wir die



Rammprofillängen für die dargestellten Lastkombinationen wie nachstehend dargestellt ermitteln.

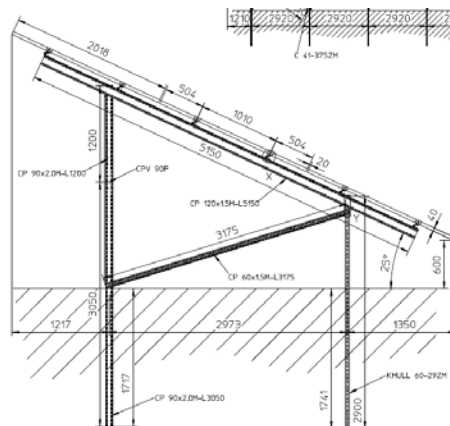


Bild 6: Vorgesehenes Design des PV-Tisches mit entsprechenden Rammprofilen

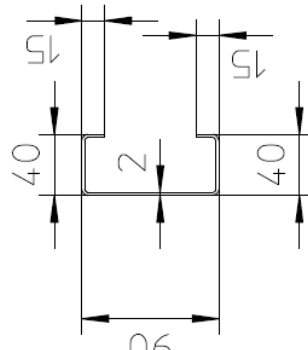


Bild 7: Schnitt durch das Rammprofil CP 90 mit $U = 0.362 \text{ m}^2/\text{m}$

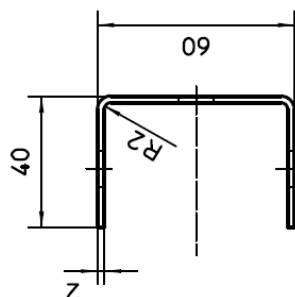


Bild 8: Schnitt durch das Rammprofil KHULL 60 mit $U = 0.268 \text{ m}^2/\text{m}$



Entsprechend der Heranziehung vergleichbarer statischer Angaben wird darauf verwiesen, dass die Lagerlasten mit Kombinationsbeiwerten als Designlasten angegeben werden.

Folgende maximale Bemessungskräfte auf Druck und Zug sind entsprechend vergleichbarer Lastangaben durch die Fa. PUK Solar dabei auf das einzelne Rammprofil zu erwarten:

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN}$$

Die nachfolgenden ermittelten Bemessungswiderstände der einzubringenden Profile können im Rahmen der angegebenen Einbindelängen ihre Zulassung finden.

Entsprechend der ermittelten Einbindetiefen unter Berücksichtigung der hier auftretenden Horizontalkräfte und der anzusetzenden Momente aus den angegebenen Lastkombinationen unter Zugrundelegung sich einstellender Designlasten, ergeben sich die nachstehenden Rammprofillängen.

Hierbei wurde auch die im oberflächennahen Bereich auftretende Auflockerungszone mit berücksichtigt.

Die vorgenannten Rammprofillängen unter Berücksichtigung der anzusetzenden Stützkkräfte im Hinblick auf die Wirkungsgrade der anzusetzenden Horizontalkräfte und Hebelkräfte wurden hier mit dem Programm GGU Slope-Pile nach der ZTV-LSW 88 ermittelt. Dabei wurden die in den Tabellen angegebenen Lasten zu Grunde gelegt. Die Nachweise liegen dem vorliegenden Report in der Anlage bei. Im Bereich der hier angetroffenen Auffüllungen mit annähernd homogenen Zusammensetzungen sowie den damit verbundenen lockeren - mitteldichten Lagerungen muss mit folgenden Rammprofillängen unter Berücksichtigung der auftretenden Horizontallasten gerechnet werden.

Tischlasten	Erforderliche Rammprofillänge mit Auflockerungszone
LK 1 – LK 3	1.60 - 1.80 m

Entsprechend den Abmessungen tritt bei dem Rammprofil CP 90 eine Mantelfläche von $U_{(red)} = 0.362 \text{ m}^2/\text{m}$ und bei dem Rammprofil KHULL 60 eine Mantelfläche von $U_{(red)} = 0.269 \text{ m}^2/\text{m}$ auf, die für die



Berechnung der zulässigen Druck- und Zuglast in Ansatz gebracht werden kann.

Hieraus ergibt sich wie folgt:

CP 90 Länge 1600 mm:

Boden	Mantelreibung τ_m kN/m ²	Umfang m ² /m	Einbinde- länge m	Charakt. Widerst. R_{1k} kN	Bemess. Widerst. R_{1d} kN
Mutterboden Decksande Lösslehm (locker)	5	0.362	0.6	1.086	0.80
Decksande Lösslehm Verwitterungs- horizont (mitteldicht / steif)	40	0.362	0.2	2.89	2.14
Verwitterungs- horizont (steif-halbfest) (mitteldicht- dicht)	80	0.362	0.8	23.16	17.16
			Σ Bemessungswid.	R_{1dR}	20.10

Tab. 7: Nachweis der äußeren Tragfähigkeiten beim Rammprofil CP 90 1600 mm

KUHLL 60 Länge 1800 mm:

Boden	Mantelreibung τ_m kN/m ²	Umfang m ² /m	Einbinde- länge m	Charakt. Widerst. R_{1k} kN	Bemess. Widerst. R_{1d} kN
Mutterboden Decksande Lösslehm (locker)	5	0.269	0.6	0.807	0.59
Decksande Lösslehm Verwitterungs- horizont (mitteldicht / steif)	40	0.269	0.2	2.15	1.59



Verwitterungs- horizont (steif-halbfest) (mitteldicht- dicht)	80	0.269	1.0	21.52	15.94
			Σ Bemessungswid.	R _{1dR}	18.12

Tab. 8: Nachweis der äußeren Tragfähigkeiten beim Rammprofil KUHL 60 1800 mm

Entsprechend den zu Grunde gelegten statischen Vorgaben ist bei den Profilen mit einer maximalen vertikalen Designlast im von $N_{z,D} = 16.60$ kN zu rechnen.

Für die Berechnung der Gründungskörper können hierbei die angegebenen Bodenparameter in Bezug auf die DIN 18196, DIN 18300, ZTVE-StB 06 und die EAU 2009 für die einzelnen Bodenschichten zugrunde gelegt werden.

Entsprechend der empirisch ermittelten „Äußeren Tragfähigkeiten“ bedarf es bei den Rammprofilen innerhalb der Solarfeldfläche nachweislich einer Einbindung in den Untergrund von 1.60 m - 1.80 m, um die entsprechend reduzierte Druck- und Zuglasten sowie die Horizontalkräfte und Momente bei den entsprechenden Lastkombinationen mit den angegeben Profilen und entsprechenden Sicherheiten setzungsarm in den Untergrund abzutragen.

Die ermittelten Ausnutzungsgrade für die Horizontalkräfte und Hebelkräfte unterliegen dabei einem Sicherheitsfaktor $\gamma = 1.35$. Unter Berücksichtigung der Lastkombination LK 1-3 und einem zu erwartenden Auflockerungsgrad muss mit einer Mindesteinbindungslänge bei den Randtischen und Innentischen von $L = 1.60$ m – 1.80 m gerechnet werden. Im Bereich der Baufläche sind daher je nach Typ des Rammpfosten Einbindelängen von **mindestens 1.60 m – 1.80 m** erforderlich. Hierbei ist jedoch auch die Höhenlage des auftretenden Sandsteins / Schluffsteins in seiner verwitterten Eigenschaft zu berücksichtigen. Je nach seiner Höhenlage kann dieses die Einwirkung des Mantelreibungswertes erhöhen aber auch als Rammwiderstand auftreten, so dass diese Felshorizonte dann den hier empfohlenen und einzubringenden Rammpfosten als Hindernisse entgentreten können.

Da im vorliegenden Baugrund entsprechend der durchgeführten Baugrunduntersuchungen auch inhomogene Verhältnisse im Zuge wechselnder Felshorizontlagen zu erwarten sind, können örtlich auch Baugrundverhältnisse mit höheren oder niedrigeren



Mantelreibungswerten auftreten, als hier in den Berechnungen zu Grunde gelegt wurden, die somit noch weitere Sicherheiten oder Unsicherheiten darstellen. Für die Berechnung der Gründungskörper können hierbei die angegebenen Bodenparameter in Bezug auf die DIN 18196, DIN 18300, ZTVE-StB 17 und die EAU 2020 für die einzelnen Bodenschichten zugrunde gelegt werden. Entsprechend der ermittelten „Äußeren Tragfähigkeiten“ bedarf es bei den Rammprofilen nachweislich einer Einbindung in den Untergrund von ca. 1.60 -1.80 m Länge, um reduzierte Druck- und Zuglasten bei den entsprechenden Lastkombinationen und Teilsicherheitswerten setzungsarm in den Untergrund abzutragen. Im Bereich der nachgewiesenen oberflächennahen Felslagen können auch kürzere Rammprofile erforderlich werden.

Entsprechend vergleichbarer Vorgaben aus der Tragwerksplanung wird das einzelne Rammprofil auch durch entsprechende Horizontallasten und Biegemomente beansprucht.

Dazu ist die „innere Tragfähigkeit“ der Rammprofile hinsichtlich der aufnehmbaren H- und M-Kräfte nachzuweisen.

Rammprofil CP 90 mit 1.60 m Einbindung:

$$E_{1d} \leq R_{1d}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN}$$

$$R_{1d} = 20.10 \text{ kN}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN} < R_{1d} = 20.10 \text{ kN}$$

Nachweis erbracht!

Rammprofil KHULL 60 mit 1.80 m Einbindung:

$$E_{1d} \leq R_{1d}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN}$$

$$R_{1d} = 18.12 \text{ kN}$$

$$E_{1d} = 16.60 \text{ kN} > R_{1d} = 18.12 \text{ kN}$$

Nachweis erbracht!



Aufgrund der hier ermittelten Werte kann das jeweilige Rammprofil CP 90 oder KHULL 60 mit unterschiedlichen Längen eingesetzt werden, wobei jedoch aufgrund der Inhomogenitäten im Baugrund es sicherer wäre eine entsprechende statische Lastreduzierung bei den einzelnen Pfosten umzusetzen, womit dann eine Längen- und Einbinderreduzierung an den Pfosten möglich wäre.

3.6 Gründungsvorgaben für die PV-Anlage über Flachfundamente

Aufgrund der vorgefundenen Baugrundverhältnisse können die Fundamente für die PV-Tische frostfrei in ca. 0.60 – 0.80 m Tiefe in den Sanden oder Lehmen abzustellen, um eine standsichere Gründung zu erwirken.

Wir empfehlen daher folgende Gründungsmethodik.

- Flachgründung in der Fläche nach Prüfung der Gründungsebenen im Hinblick auf möglich humose Ablagerungen. Dort wo in der Gründungsebene ausreichend tragfähige Böden festgestellt werden, erfolgt die Einbringung von Unterbeton oder einer Tragschicht aus einem frostsicheren Material. Die Auflagerung der Fundamente sollte als Einzel- oder Balkenfundament erfolgen.

Der in der Gründungsfuge der Fundamente anstehende Baugrund sollte folgenden Vergleichswerten entsprechen:

Verdichtungsgrad $D_{Pr} = 0.80$
Verformungsmodul $E_{v2} = 90 \text{ MN/m}^2$

Wegen einer möglichen Beeinflussung der Fundamente, die nebeneinander liegen und der angetroffenen nicht immer ausreichend tragfähigen Sedimente im erkundeten Untergrund ist der zulässige aufnehmbare Sohlwiderstand auf

$\sigma_{zul} = 230 \text{ kN/m}^2$

zu beschränken.



Wenn unterschiedliche Gründungsebenen geplant sind und somit die Fundamente in unterschiedliche Höhenlagen angeordnet sind, sollte die Verbindungslinie zwischen den Fundamenten höchstens 35° geneigt sein; anderenfalls ist die gegenseitige Beeinflussung der Fundamente im Einzelfall zu untersuchen.

Die Gründung ist auf dem hergestellten Baufeld ist dann mit Einzel- und Streifenfundamenten durchzuführen.

Nach Herstellung der Gründungseben ist ein charakteristischer Wert des Sohlwiderstandes von

$$\sigma_{R,k} = 435 \text{ kN/m}^2$$

und ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von

$$\sigma_{R,d} = 311 \text{ kN/m}^2$$

zulässig.

Die statisch zu bemessenden Fundamente sind mit einem Bettungsmodul von

$$k_s = 22 - 24 \text{ MN/m}^3$$

zu bemessen.

Setzungsgrößen werden unter den Fundamenten mit den Abmessungen von 0.40 · 0.40 m bis 0.60 · 0.60 m bei Einhaltung der zulässigen Bodenpressung in einer Größenordnung von

$$s = 0.22 - 0.79 \text{ cm}$$

auftreten.

Danach ist mit einer maximalen Setzungsdifferenz zwischen den einzelnen Fundamenten von

$$\Delta_s = 0.57 \text{ cm}$$

zu rechnen.



Wir empfehlen für die Gründung Betonfundamente oder steingefüllte Gabionen mit einer Einbindetiefe von mindestens 0.60 m in den Untergrund einzubringen. Diese Element müssten eine Gesamtwichte von 16.8 kN/m³ aufweisen, um eine ausreichend Kraft in Bezug auf die auftretenden Designlasten von $E_d > 16.60 \text{ kN}$ zu erwirken.

Damit gilt der Nachweis:

$$R_{1d} > E_{1d}$$

$$16.8 \text{ kN} > 16.60 \text{ kN}$$

Diese eingebrachten ausbetonierten Betonfundamente oder Gabionen fungieren als Gründungselemente und weisen in ihrer Lastabtragungsfläche eine für den hier angetroffenen Baugrund verträgliche Sohlspannung auf.

Das Auftreten der Drucklasten ist dabei als unproblematisch anzusehen, da diese sich über die Flächengründung in der Fuge unterhalb der jeweils gewählten Fundamente abgetragen werden. Die hier dabei auftretenden Sohlspannungen von ca. $\sigma_{Rd} = >100 \text{ kN/m}^2$ können sich aufgrund ihrer Geringfügigkeit in dem hier anstehenden Baugrund setzungsarm über den Bereich des Decksandes sowie des Lösslehmes und Verwitterungshorizontes abgetragen werden.

3.7 Nachweis der Stahlaggressivität des Bodens und des Grundwassers nach DIN 50929 sowie der Betonaggressivität des Grundwasser nach DIN 4030

Im Zuge der Baugrunduntersuchung sollte auch der Nachweis der Stahlaggressivität des Bodens und des Wassers entsprechend den Vorgaben der DIN 50929 erfolgen sowie der Betonaggressivität des Wasser nach DIN 4030 erfolgen.

Im Zuge der Baugrunderkundungen konnten im Baugrund keine Grundwasserstände ermittelt werden. Daher sind auch keine Grundwasserproben gezogen oder der Analytik zugeführt worden.

Es sind somit 2 Bodenproben als Mischproben aus dem Baufeld zusammengestellt und dem Labor zur Analyse entsprechend der DIN 50929 zugeführt worden.

Nachstehend können folgende Analyseergebnisse vorgetragen werden:



Stahlaggressivität Boden:

Im Zuge der Baugrunduntersuchung sollte auch der Nachweis der Stahlaggressivität des Bodens entsprechend den Vorgaben der DIN 50929 erfolgen. Hierzu wurde vor Ort aus den abgeteufte Bohrungen Bodenproben gezogen, die dann zu vier Mischproben zusammengeführt wurden.

Die Mischprobe wurde entsprechend den Vorgaben der DIN 50929 chemisch analysiert.

Dabei konnten folgende Ergebnisse festgestellt werden.

Mischprobe MP 1:

Nr.	Merkmal	Einheit	MP	Bewertungs- zahl Z
Z1	Bodenart	%	<10	+4
Z2	spez. Widerstand	[Ω cm]	25000- 43000	+2
Z3	Wassergehalt	%	<20	0
Z4	pH-Wert		4,4	-1
Z5	Pufferkapazität (Säure/Base)	mmol/kg	<0,4 / <0,4	0
Z6	Sulfid	mg/kg	<0.10	0
Z7	Neutralsalze (Cl ⁻ & SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	0,732	0
Z8	Sulfat	mmol/kg	2,0	-1
Z9 *1	Lage Objekt – Grundwasser		Nicht vorhanden	0
B₀ = Z1+Z2+Z3+Z4+ Z5+Z6+Z7+Z8+Z9				+4

Der Boden der MP 1 ist in die Bodenklasse Ia einzuordnen.

Gemäß der ermittelten B₀-Werte können folgende Aussage getroffen werden:

Probe MP 1

Der Boden ist in seiner Bodenaggressivität als praktisch nicht aggressiv zu bezeichnen. Die Korrosionswahrscheinlichkeit aufgrund der B₁ – Werte (+4) im Bereich der Mulden- und Lochkorrosion als sehr gering zu bewerten. Die Beurteilung der Flächenkorrosion ist aufgrund der B₁ – Werte (+4) als sehr gering zu bezeichnen.



Der Bodenaggressivität ist als praktisch nicht aggressiv zu deklarieren.

Mischprobe MP 2:

Nr.	Merkmal	Einheit	MP	Bewertungs- zahl Z
Z1	Bodenart	%	>30-50	0
Z2	spez. Widerstand	[Ω cm]	25000- 43000	+2
Z3	Wassergehalt	%	<20	0
Z4	pH-Wert		5,66	0
Z5	Pufferkapazität (Säure/Base)	mmol/kg	1,32 / <0,4	0
Z6	Sulfid	mg/kg	0.25	0
Z7	Neutralsalze (Cl ⁻ & SO ₄ ²⁻)	mmol/kg	1,29	0
Z8	Sulfat	mmol/kg	<1,0	0
Z9 *1	Lage Objekt – Grundwasser		Nicht vorhanden	0
B₀ = Z1+Z2+Z3+Z4+ Z5+Z6+Z7+Z8+Z9				+2

Der Boden der MP 2 ist in die Bodenklasse Ia einzuordnen.

Gemäß der ermittelten B₀-Werte können folgende Aussage getroffen werden:

Probe MP 2

Der Boden ist in seiner Bodenaggressivität als praktisch nicht aggressiv zu bezeichnen. Die Korrosionswahrscheinlichkeit aufgrund der B₁ – Werte (+2) im Bereich der Mulden- und Lochkorrosion als sehr gering zu bewerten. Die Beurteilung der Flächenkorrosion ist aufgrund der B₁ – Werte (+2) als sehr gering zu bezeichnen.

Der Bodenaggressivität ist als praktisch nicht aggressiv zu deklarieren.

3.8 Angaben zur Erdbebenzone

Das Baufeld im Bereich des Solarparks „Heuberg“ gehört zu keiner Erdbebenzone.



Für die Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes wurden 6 Messreihen im Baufeld mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

R_c = Widerstand der Stromspiese

R_p = Widerstand der Potentialspiese

ρ_{earth} = Spezifischer Erdwiderstand

Solarpark Heuberg

Messreihe	Abstand a [m]	R_c [k Ω]	R_p [k Ω]	ρ_{earth} [$\Omega \cdot \text{m}$]
1	5	2,4	2,6	400
2	5	2,2	2,0	432
3	5	2,9	2,5	256
4	5	2,2	2,2	262

Tabelle 9: Messergebnisse der spezifischen Erdwiderstandsmessungen vom 31.08.2023

3.10 Zuordnung der spezifischen Wärmeleitfähigkeit

Die spezifische Wärmeleitfähigkeit stellt das Vermögen des Gesteins dar, die Wärme weiter zu leiten.

Sie ist somit eine wichtige Kenngröße im Zusammenhang mit der Wärmeaufnahme des Bodens im Bereich der zu verlegenden Erdkabel.

Sie ist somit auch ein Maß dafür, wie schnell die entstehende Wärme im Bereich der Kabel an die im Untergrund anstehenden Gesteine oder Sedimente abgegeben werden kann.

Die Einheit wird in Watt pro Meter * Kelvin [W/mK] angegeben. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine gesteins- und sedimentspezifische Eigenschaft, die vom Mineralgehalt, der Porosität und der Porenfüllung abhängt. Luft ist ein schlechterer Wärmeleiter, deshalb haben trockene Sedimente oberhalb des Grundwasserspiegels eine geringere Wärmeleitfähigkeit. Da Wasser hingegen eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft besitzt, wird der Wert der Wärmeleitfähigkeit des wassergesättigten Gesteins deutlich verbessert.



Folgende Wärmeleitfähigkeiten können den hier angetroffenen Sedimenten zugeordnet werden:

Bodenschicht	Schicht- untergrenze (m)	Wärmeleit- fähigkeit λ [W/mK] ungesättigt	Wärmeleit- fähigkeit λ [W/mK] gesättigt
Mutterboden	0.40 - 1.20	0.4	0.4
Decksonde	0.70 - 1.00	0.4	2.4
Lösslehm Verwitterungs- horizont	0.80 - 4.00	1.1	2.2
Sandstein Schluffstein	2.90 - 4.00	2.8	3.3

Tabelle 10: Erkundete Böden und deren zugeordnete Wärmeleitfähigkeit

Der entsprechende Wärmewiderstand lässt sich dann für einen homogenen Körper über die Länge l und die konstante Querschnittsfläche A sowie der Wärmeleitfähigkeit des Sedimentes berechnen.

$$R_{th} = l / \lambda \cdot A$$

R_{th} = Wärmewiderstand

l = Länge des Körpers

A = Querschnittsfläche

λ = Wärmeleitfähigkeit



4. Schlussbemerkung

Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die durch die Bodenaufschlüsse festgestellten Baugrundverhältnisse, in geologischer, bodenmechanischer und hydrologischer Hinsicht.

Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf das von uns zum Zeitpunkt der Entstehung des Gutachtens bekannten Planungsstand. Unter Berücksichtigung der ermittelten bodenspezifischen Kennwerte und die baugrundspezifischen Gegebenheiten vor Ort, die durch die Feld- und Laborversuche gewonnen wurden, lässt sich eine Gründung über das entsprechend geplante Rammprofil, dort wo die Voraussetzungen gegeben sind, empfehlen.

Anhand der rechnerischen Nachweise, weist der anstehende Baugrund überwiegend eine ausreichende Eigenschaften auf, um die Tischlasten über anzustrebende Gründungselemente mittels Rammpfosten aufnehmen zu können.

Hier wurde exemplarisch der Nachweis mit zwei Rammprofiltypen geführt, welches den Umfang der Größenordnung von $U_{(red)} = 0.269 \text{ m}^2/\text{m}$ (Profil KHULL 60) und der Größenordnung von $U_{(red)} = 0.362 \text{ m}^2/\text{m}$ (CP 90) aufweist.

Anpassungen und Änderungen in Bezug auf die dann vorliegende Tischstatik in Bezug auf die dann zu wählenden Profile und deren erforderlichen Einrammtiefen sind daher erforderlich.

Treten Sandsteine / Schluffsteine im Bereich der Einbindungsebenen, die nicht rammfähig sind, muss ggf. vorgebohrt werden.

Die Möglichkeiten höher auftretender Felslagen oder Steinlagen im Untergrund mit Rammhindernissen zu rechnen.

Wir empfehlen nach dem Einbringen der Rammpfosten hier eine ca. 10-tägige Ruhephase abzuwarten, bevor mit den Installationen der Solartische auf die eingebrachten Rammpfosten, da sich dadurch ein erhebliches Anwachsen der Rammpfosten in den Baugrund einstellt, der damit erhöhte Reibungskräfte aufbaut, die dem gesamten Tragsystem positiv entgegenkommen.



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Sollten sich im Zuge der weiteren Planung oder bei der Ausführung noch Fragen in bodenmechanischer oder gründungstechnischer Hinsicht ergeben oder grundsätzliche Änderungen eintreten als hier vorgetragen, bitten wir unser Büro zu weiteren Beratungen heranzuziehen.

Harsefeld, den 23.09.2023

Porada
G e o C o n s u l t
GmbH & Co.KG



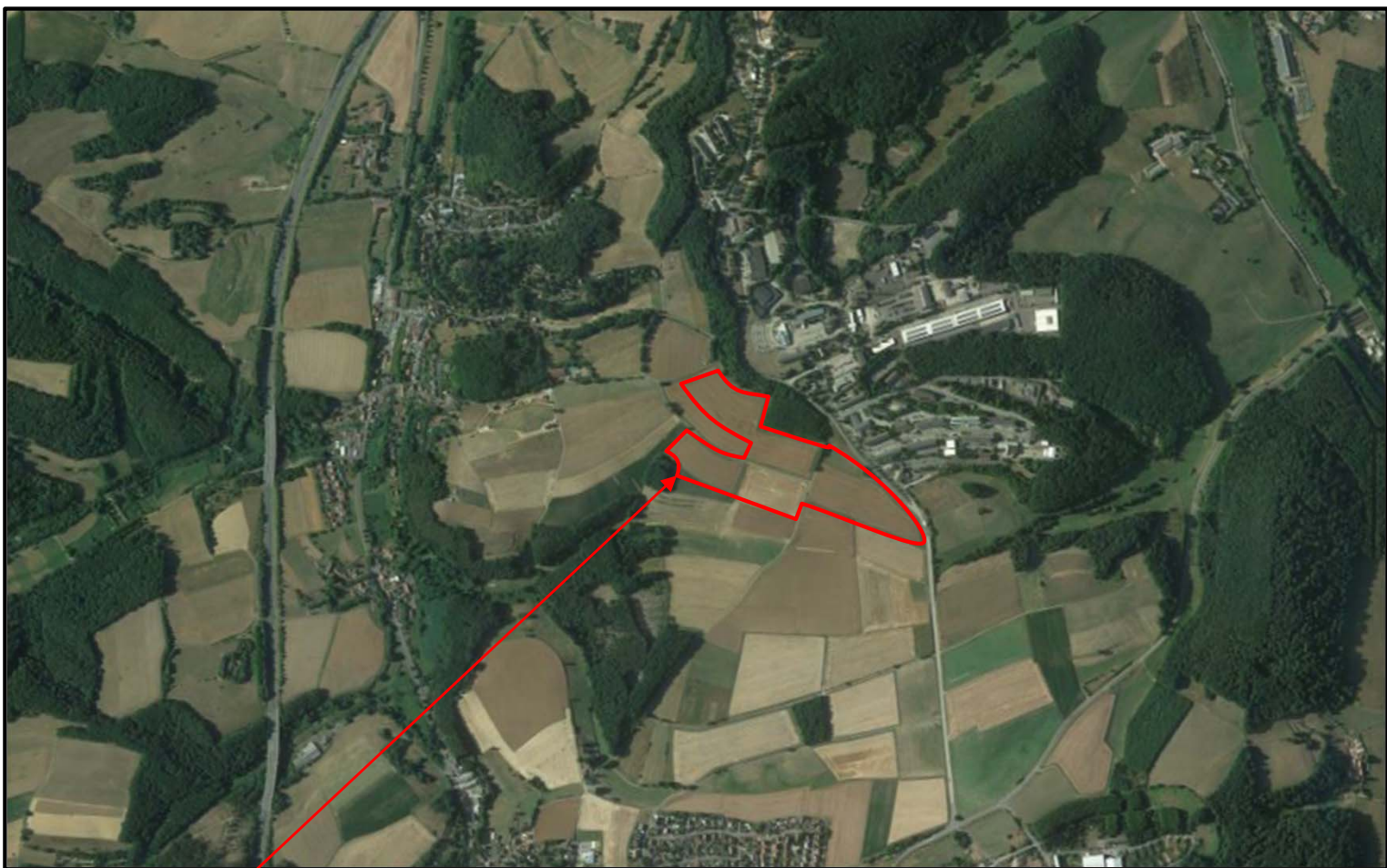
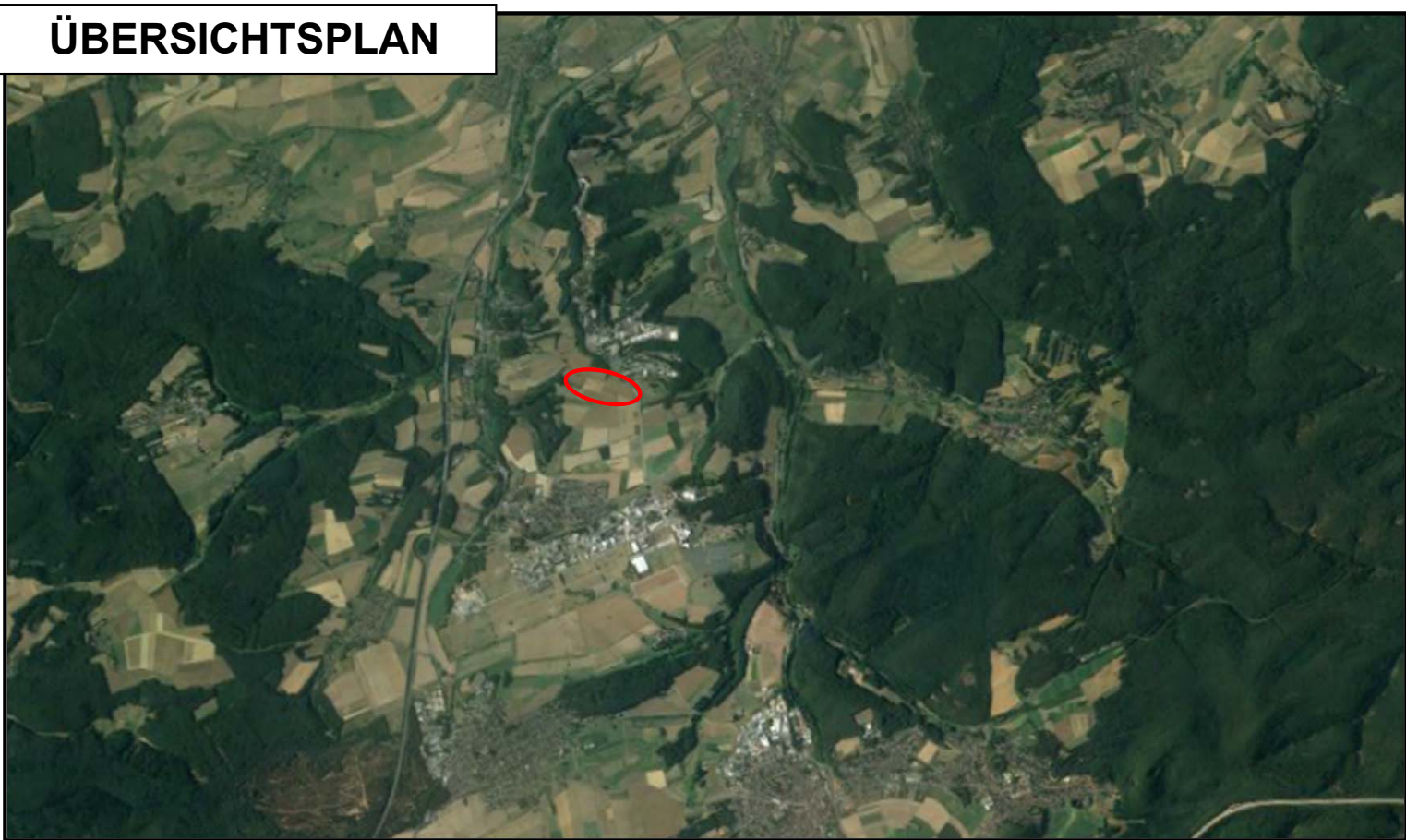
PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 1.0

Übersichts- und Lageplan

ÜBERSICHTSPLAN



**Ungefähre Position
des Baufeldes**



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

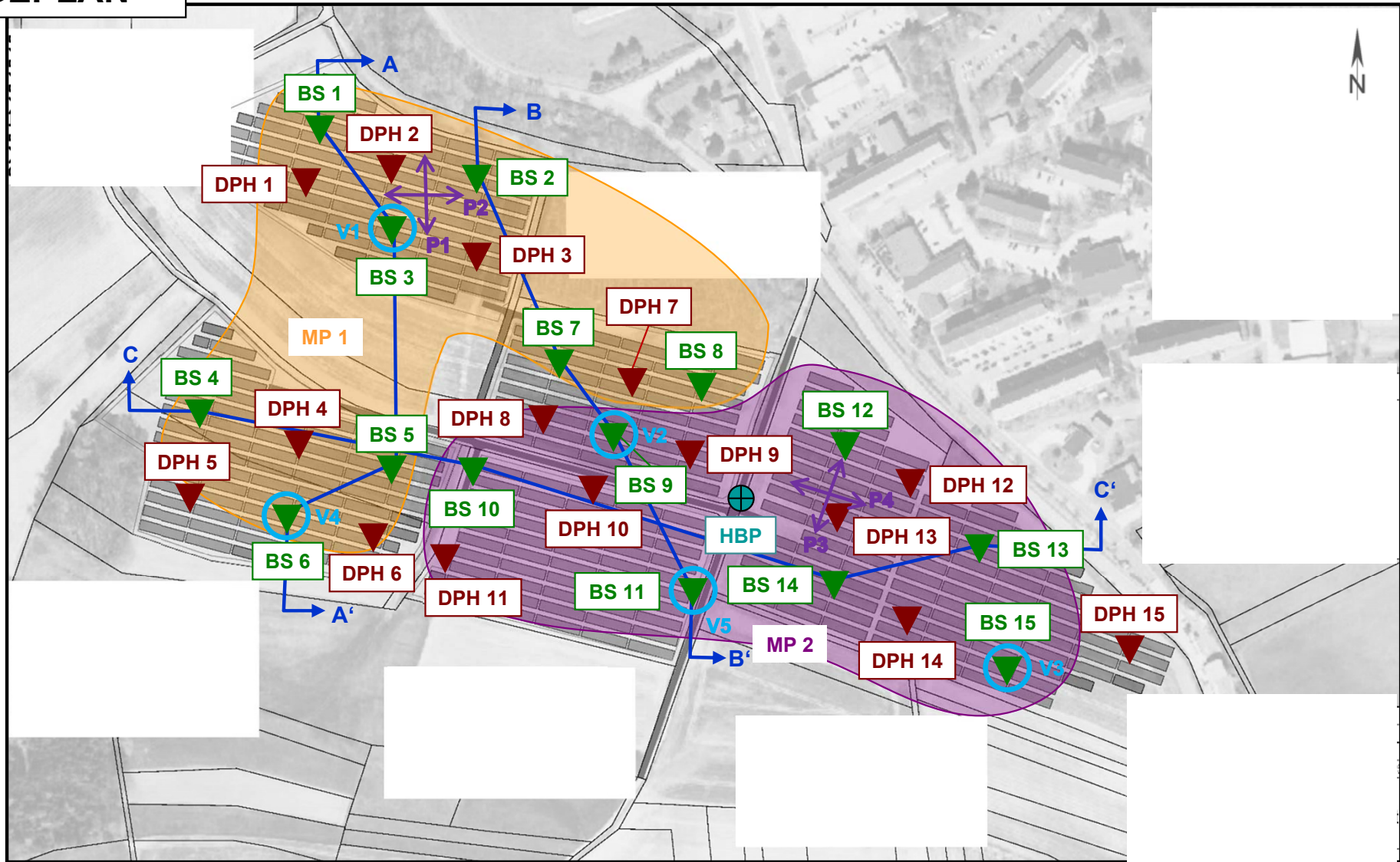
**BV: Neubau eines Solarparks
„Solarpark Heuberg“
WVE GmbH Kaiserslautern**

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

- ÜBERSICHTSPLAN -

	Datum:	Name:	Maßstab: k. A.	Blatt:
bearb.:			Projekt-Nr.: 230650	Anlage: 1.0

LAGEPLAN



Zeichenerklärung:

-  HBP = Höhenbezugspunkt OK Straße ($\pm 0,00$ mrH)
-  BS = Kleinrammbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1:2007-01
-  DPH = Schwere Rammsonde gemäß DIN EN ISO 22476-2
-  V = Versickerungsversuch mit dem Bohrloch-Infiltrationsmeter
-  MP 1 = Untersuchung nach Beton- und Stahlaggressivität (BS 1 – 8)
-  MP 2 = Untersuchung nach Beton- und Stahlaggressivität (BS 9 – 15)
-  P = Messreihe spezifischer Erdwiderstand



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

**BV: Neubau eines Solarparks
„Solarpark Heuberg“
WVE GmbH Kaiserslautern**

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

- LAGEPLAN -

bearb.:	Datum:	Name:	Maßstab: ca. 1 : 4100	Blatt:
			Projekt-Nr.: 230650	Anlage: 1.1



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 2.0

Schichtenverzeichnisse

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Lösslehm, Löl



Kies, G, kiesig, g



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Tonstein, Tst



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Schluffstein, Ust, schluffig, u



Sandstein, Sst



Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)



Oberboden (Mutterboden)



Leicht lösbar Bodenarten



Schwer lösbar Bodenarten



Schwer lösbarer Fels



Fließende Bodenarten



Mittelschwer lösbar Bodenarten



Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Bodengruppe nach DIN 18196



enggestufte Kiese



Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische



weitgestufte Sand-Kies-Gemische



Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm



Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm



Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm



Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm



leicht plastische Schluffe



ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff



mittelpastische Tone



Schluffe mit organischen Beimengungen



grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art



nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)



Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)



Auffüllung aus Fremdstoffen



weitgestufte Kiese



enggestufte Sande



Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische



Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm



Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm



Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm



Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm



mittelpastische Schluffe



leicht plastische Tone



ausgeprägt plastische Tone



Tone mit organischen Beimengungen



grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen



zersetzte Torfe



Auffüllung aus natürlichen Böden

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht



sehr dicht

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Proben

A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der
Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

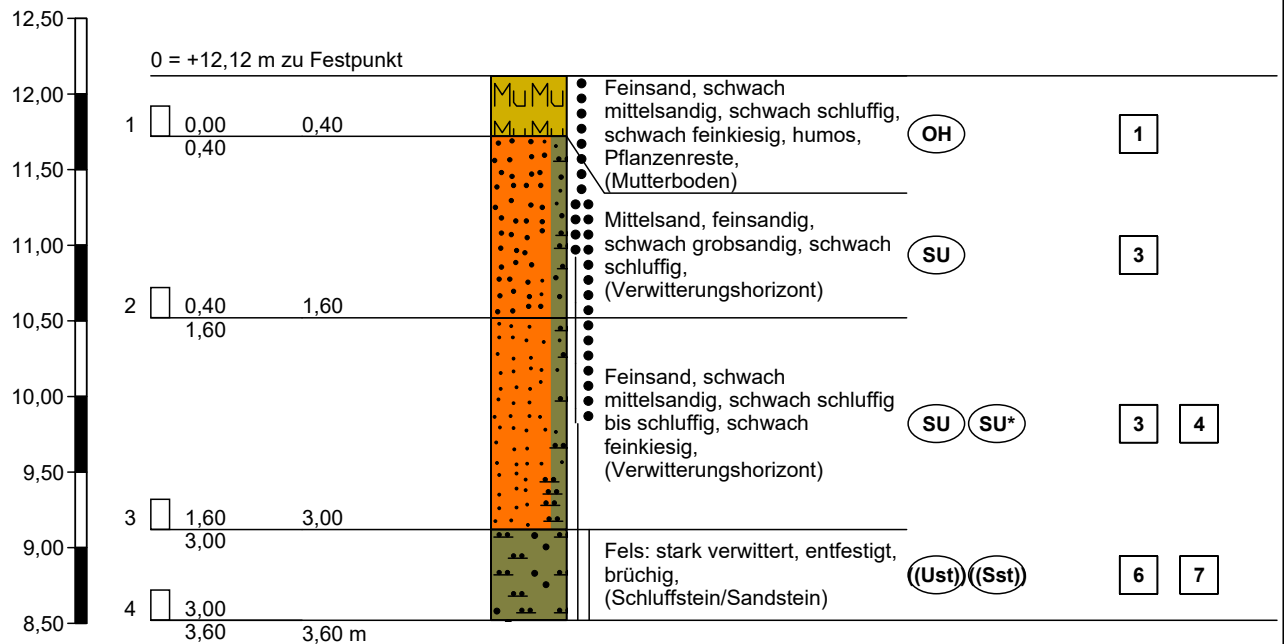
W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.Porada-GeoConsult.de e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.1 Bericht: 1.0 Az.: 230650			
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023			
1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig, humos, Pflanzenreste				C	1	0,40	
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH					i)
1,60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				C	2	1,60	
	b) eingelagerte Schlufflinsen							
	c) locker bis mitteldicht bis dicht	d) leicht zu bohren	e) hellbraunrot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU					i)
3,00	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach feinkiesig			PPT in [kN/m ²] >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450	C	3	3,00	
	b)							
	c) dicht/halbfest	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU, SU*					i)
3,60	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	4	3,60	
	b) Abbruch bei -3,60m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Schluffstein/Sandstein)	g) Perm	h) ((Ust)), ((Sst))					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 1



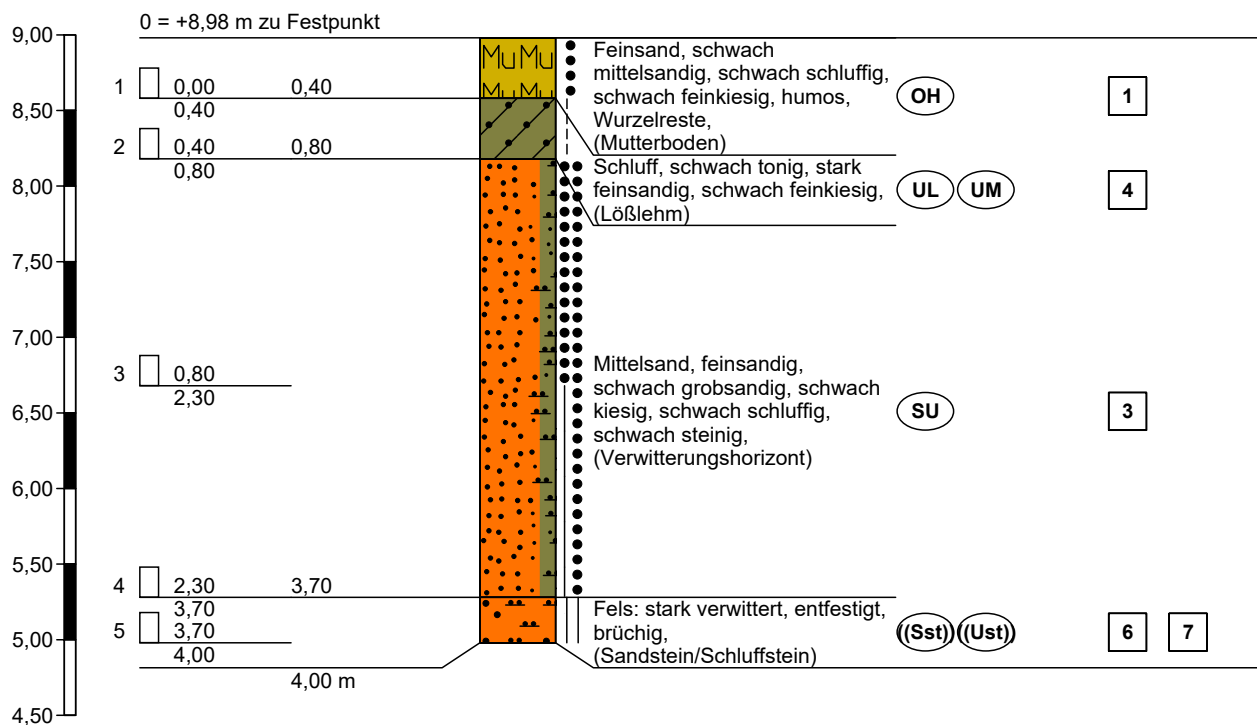
Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsfeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.2 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach							
Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH i)				
0,80	a) Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, schwach feinkiesig			PPT in [kN/m²] 150 200	C	2	0,80
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun				
	f) (Lößlehm)	g) Löl	h) UL,UM i)				
3,70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig, schwach steinig				C C	3 4	2,30 3,70
	b)						
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU i)				
4,00	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	5	4,00
	b)						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((Ust)) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 2



Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.3 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach							
Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH i)				
1,60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, kiesig, schwach schluffig				C	2	1,60
	b)						
	c) mitteldicht bis dicht	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) hellrot				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SW,SU i)				
2,90	a) Kies, mittelsandig, grobsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig bis Fels: verwittert, dünnbankig, brüchig				C	3	2,90
	b)						
	c) dicht/fest	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) hellrot				
	f) (Verwitterungshorizont/Sandstein)	g) Perm	h) GW,GU,((Sst)) i)				
3,40	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	4	3,40
	b) Abbruch bei -3,40m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((Ust)) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark
Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

Anlage 2.3.1

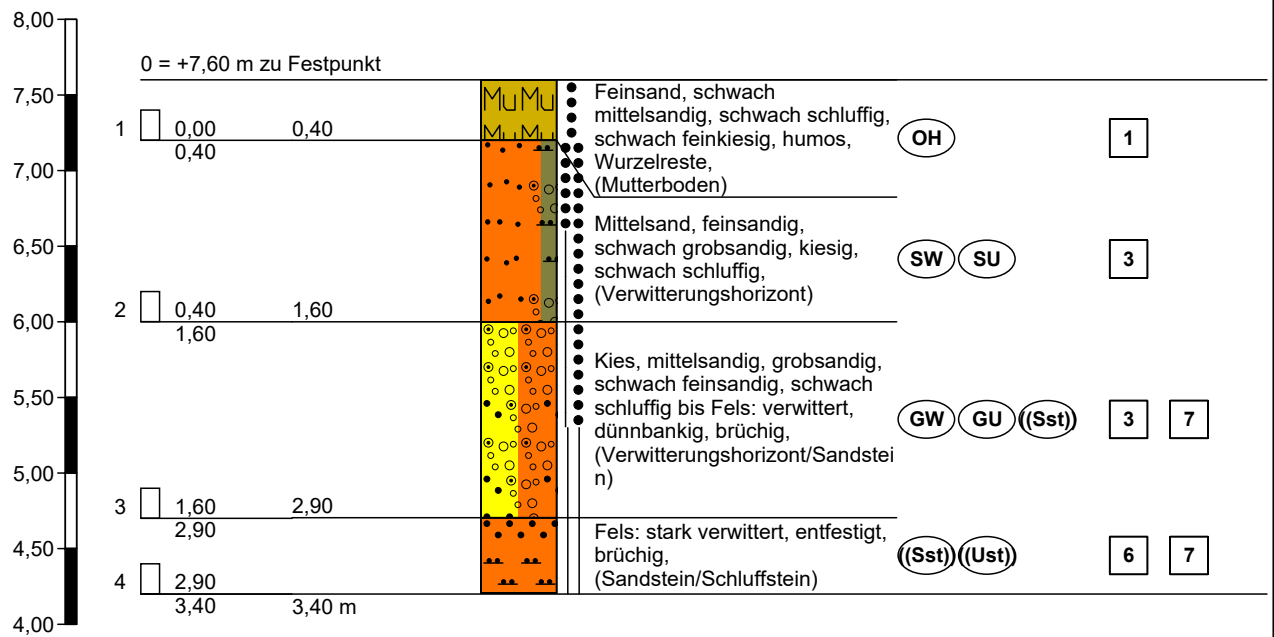
Datum: 30.08.2023

Bearb.: JPf

AZ: 230650

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 3

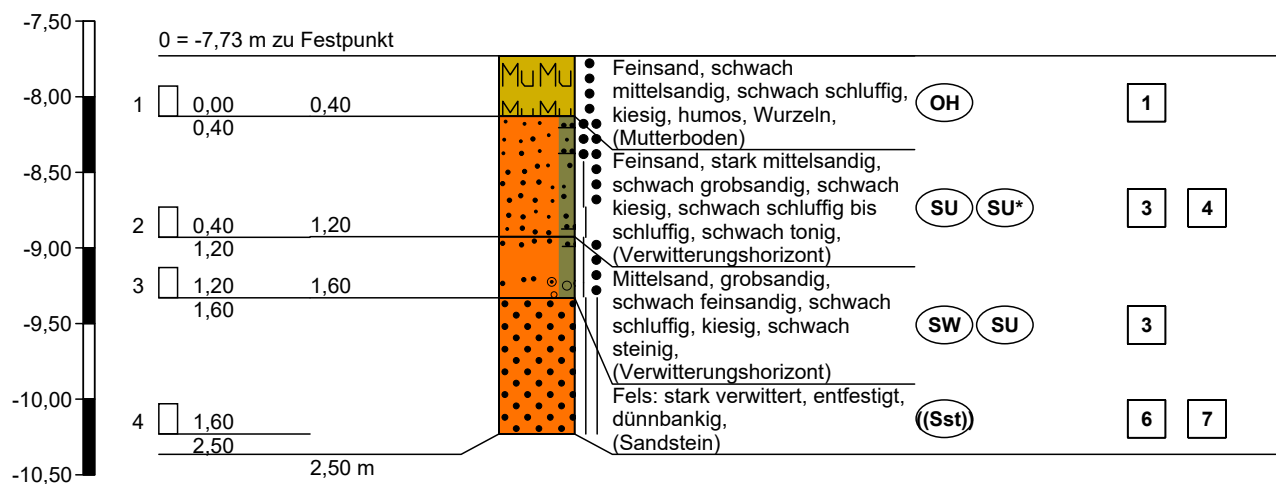


Höhenmaßstab 1:50

PORADA GEOCONSULT GmbH & Co. KG Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.Porada-GeoConsult.de e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 2.4 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 4 /Blatt 1						Datum: 31.08.2023		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, kiesig, humos, Wurzeln					C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH	i)				
1,20	a) Feinsand, stark mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig				PPT in [kN/m²] >450 450	C	2	1,20
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht/halbfest	d) schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU,SU*	i)				
1,60	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig, kiesig, schwach steinig					C	3	1,60
	b)							
	c) dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SW,SU	i)				
2,50	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, dünnbankig					C	4	2,50
	b) Abbruch bei -2,50m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Sandstein)	g) Sst	h) ((Sst))	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
¹) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 4



Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.Porada-GeoConsult.de e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 2.5 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 5 /Blatt 1						Datum: 31.08.2023		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, kiesig, humos, Wurzeln					C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH	i)				
2,00	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schluffig, tonig				PPT in [kN/m²] 450 450 300 350	C	2	2,00
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU*,ST*	i)				
2,50	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig, schwach steinig					C	3	2,50
	b)							
	c) dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU	i)				
2,90	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig					C	4	2,90
	b) Abbruch bei -2,90m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((i))	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark
Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

Anlage 2.5.1

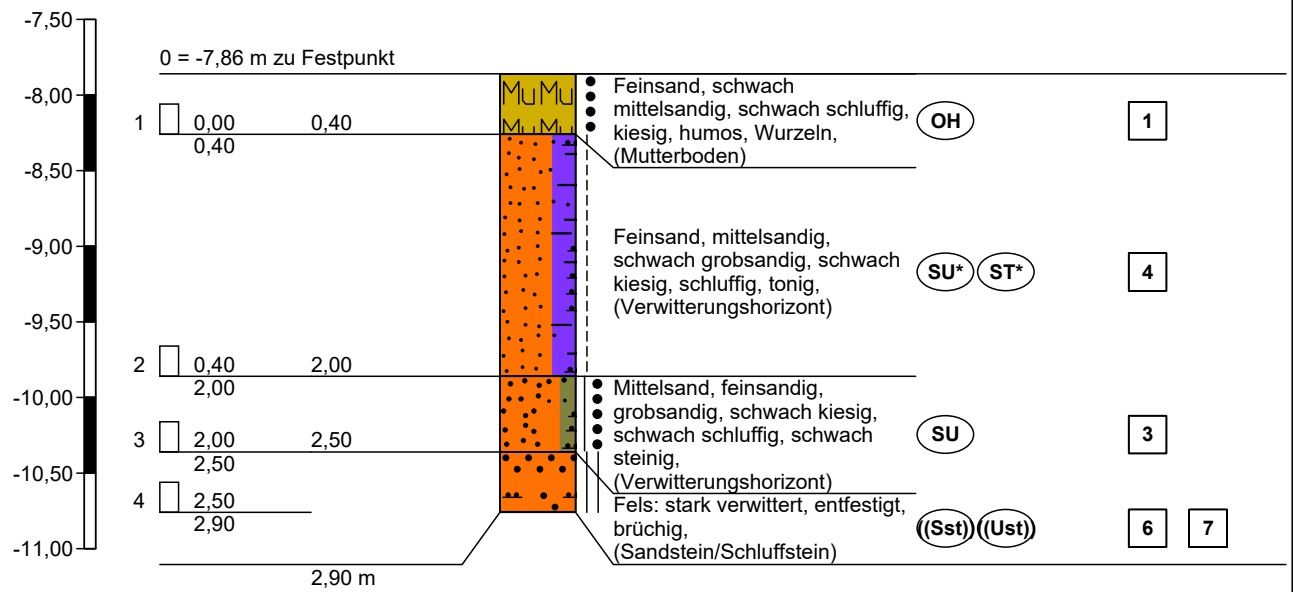
Datum: 31.08.2023

Bearb.: JPf

AZ: 230650

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 5



Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 2.6 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 6 /Blatt 1						Datum: 31.08.2023		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0,40	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos, Pflanzenreste					C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH	i)				
2,00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig				PPT in [kN/m²] 450 450 450 450	C	2	2,00
	b)							
	c) mitteldicht/steif	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU,SU*	i)				
2,60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig					C	3	2,60
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU,SW	i)				
3,20	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig					C	4	3,20
	b) Abbruch bei -3,20m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((Ust))	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark
Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

Anlage 2.6.1

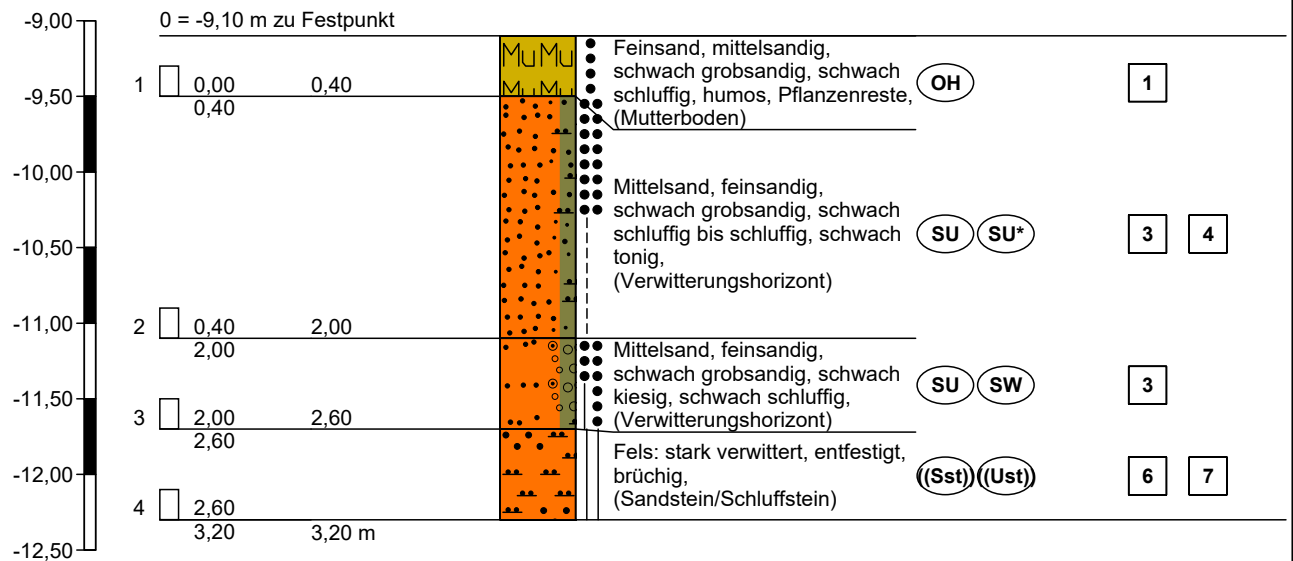
Datum: 31.08.2023

Bearb.: JPf

AZ: 230650

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 6



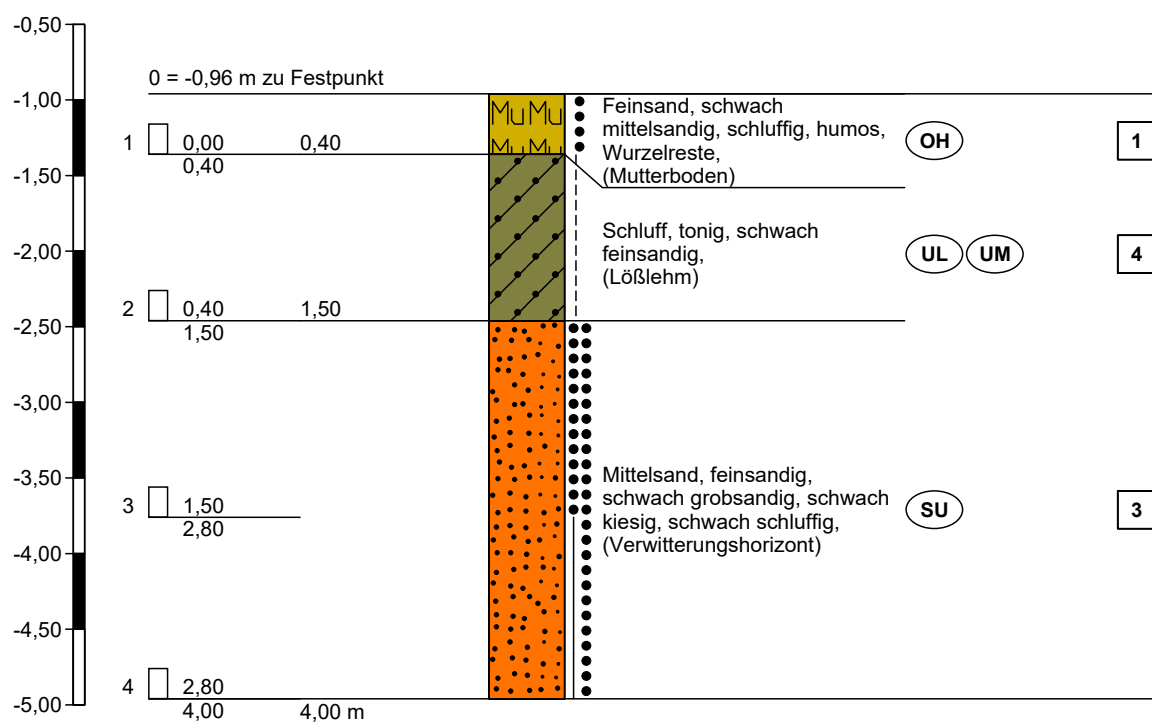
Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsfeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage 2.7 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 7 /Blatt 1						Datum: 30.08.2023		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, humos, Wurzelreste					C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH	i)				
1,50	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig				PPT in [kN/m²] 150 350 250 300	C	2	1,50
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f) (Lößlehm)	g) Löl	h) UL,UM	i)				
4,00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				PPT in [kN/m²] >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450	C C	3 4	2,80 4,00
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 7

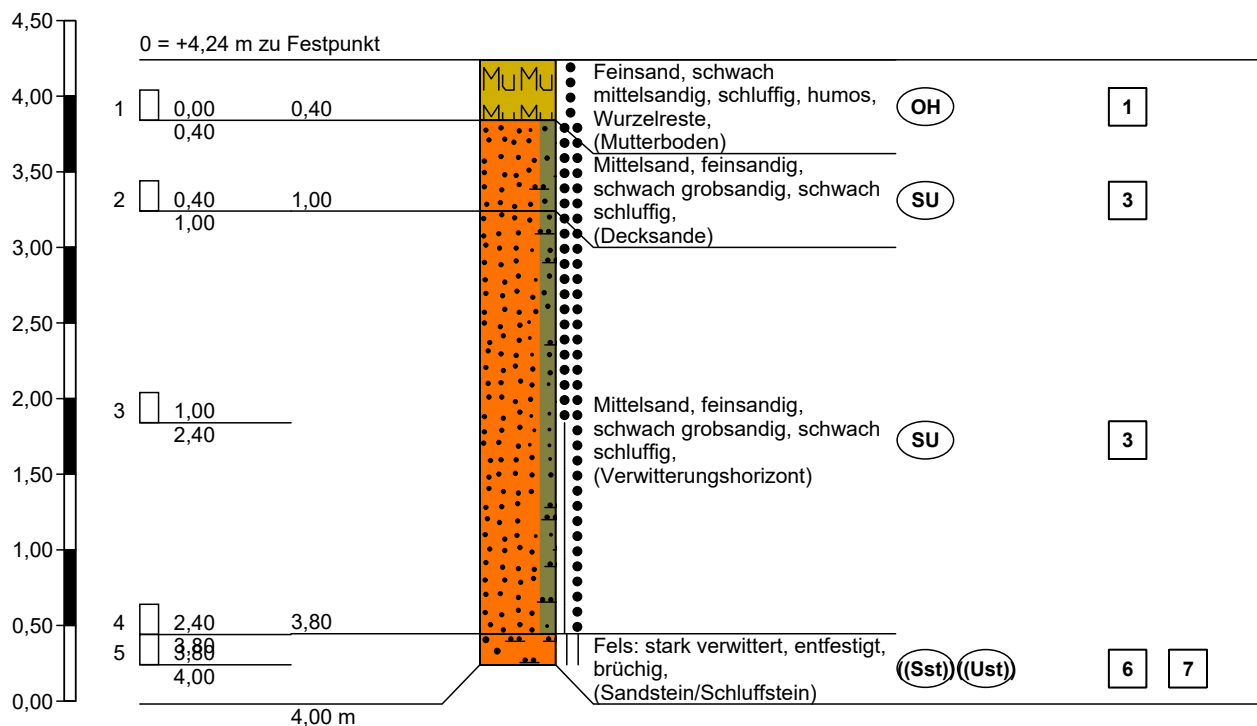


 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.Porada-GeoConsult.de e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.8 Bericht: 1.0 Az.: 230650			
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 8 /Blatt 1					Datum: 29.08.2023			
1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40	
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH					i)
1,00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				C	2	1,00	
	b)							
	c) mitteldicht	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f) (Decksande)	g) Quartär	h) SU					i)
3,80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				C C	3 4	2,40 3,80	
	b) eingelagerte Schlufflinsen							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU					i)
4,00	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	5	4,00	
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((Ust))					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 8



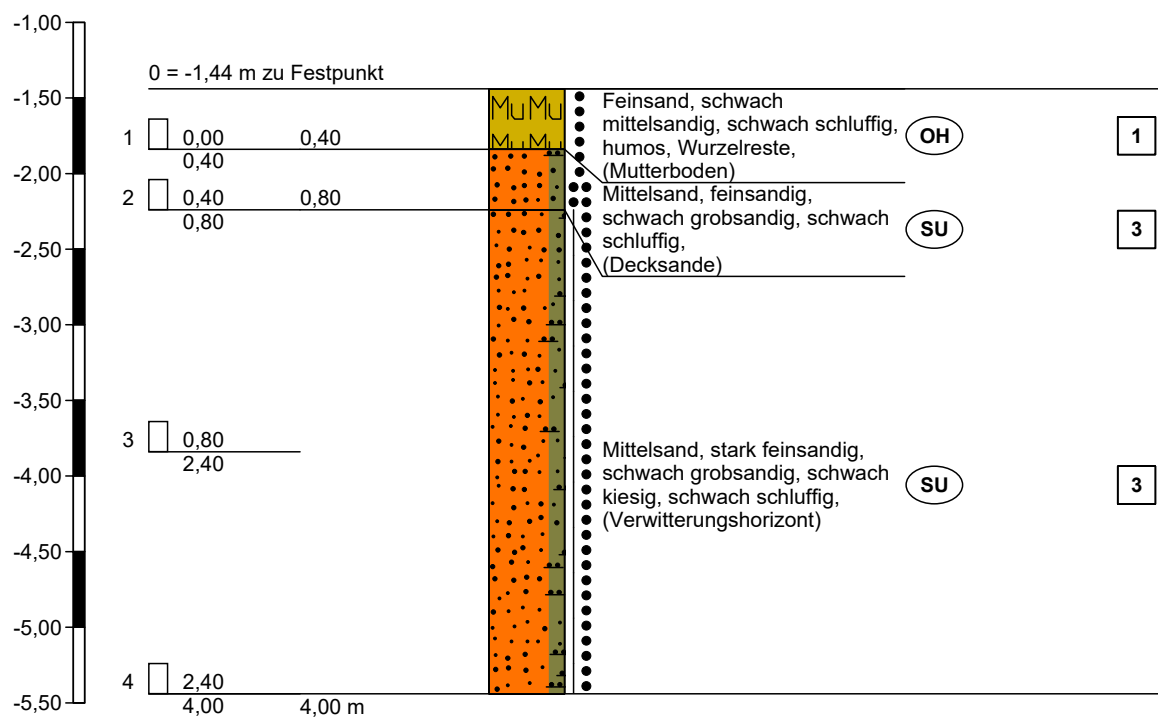
Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsfeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.9 Bericht: 1.0 Az.: 230650			
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 9 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023			
1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40	
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH					i)
0,80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				C	2	0,80	
	b)							
	c) locker bis mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) (Decksande)	g) Quartär	h) SU					i)
4,00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			PPT in [kN/m ²] >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450	C C	3 4	2,40 4,00	
	b) eingelagerte Schlufflinsen							
	c) dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 9

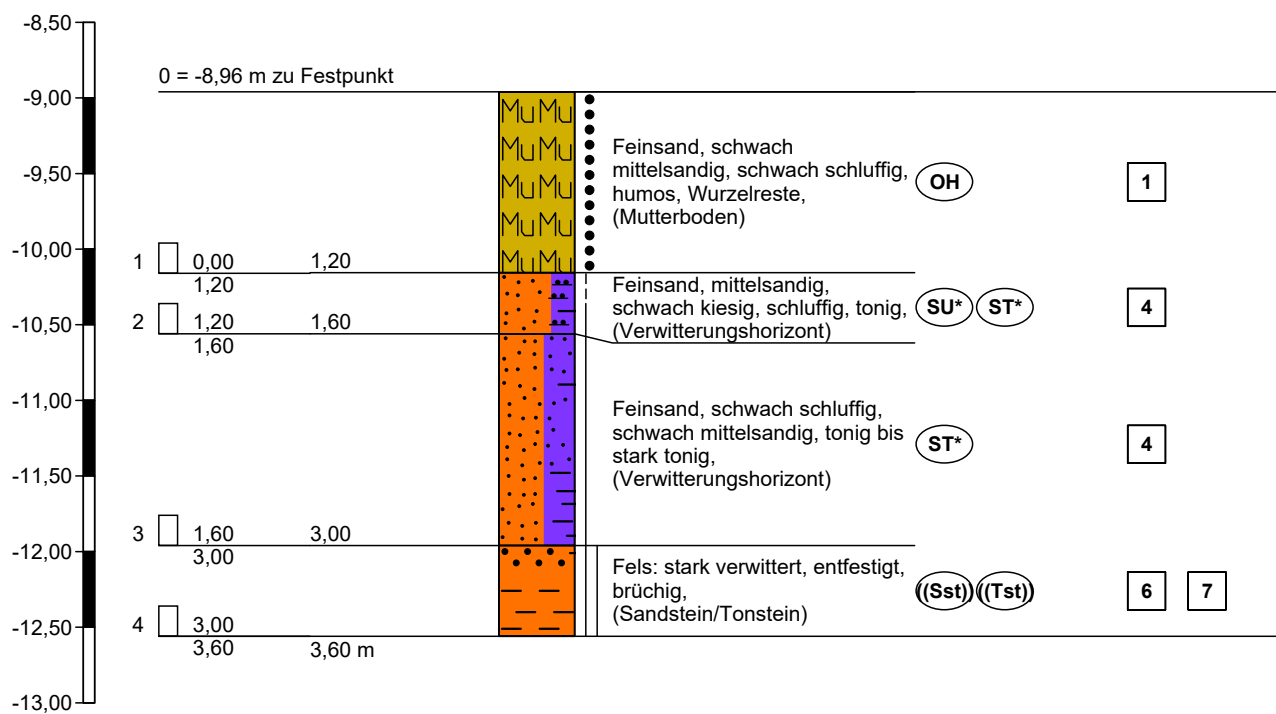


 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.10 Bericht: 1.0 Az.: 230650			
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 10 /Blatt 1					Datum: 31.08.2023			
1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
1,20	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	1,20	
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH					i)
1,60	a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, schluffig, tonig			PPT in [kN/m²] 450	C	2	1,60	
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU*,ST*					i)
3,00	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig, tonig bis stark tonig			PPT in [kN/m²] 450 450 450 450	C	3	3,00	
	b) eingelagerte Feinsandlinsen							
	c) halbfest	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) ST*					i)
3,60	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	4	3,60	
	b) Abbruch bei -3,60m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Sandstein/Tonstein)	g) Perm	h) ((Sst)),((Tst))					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 10

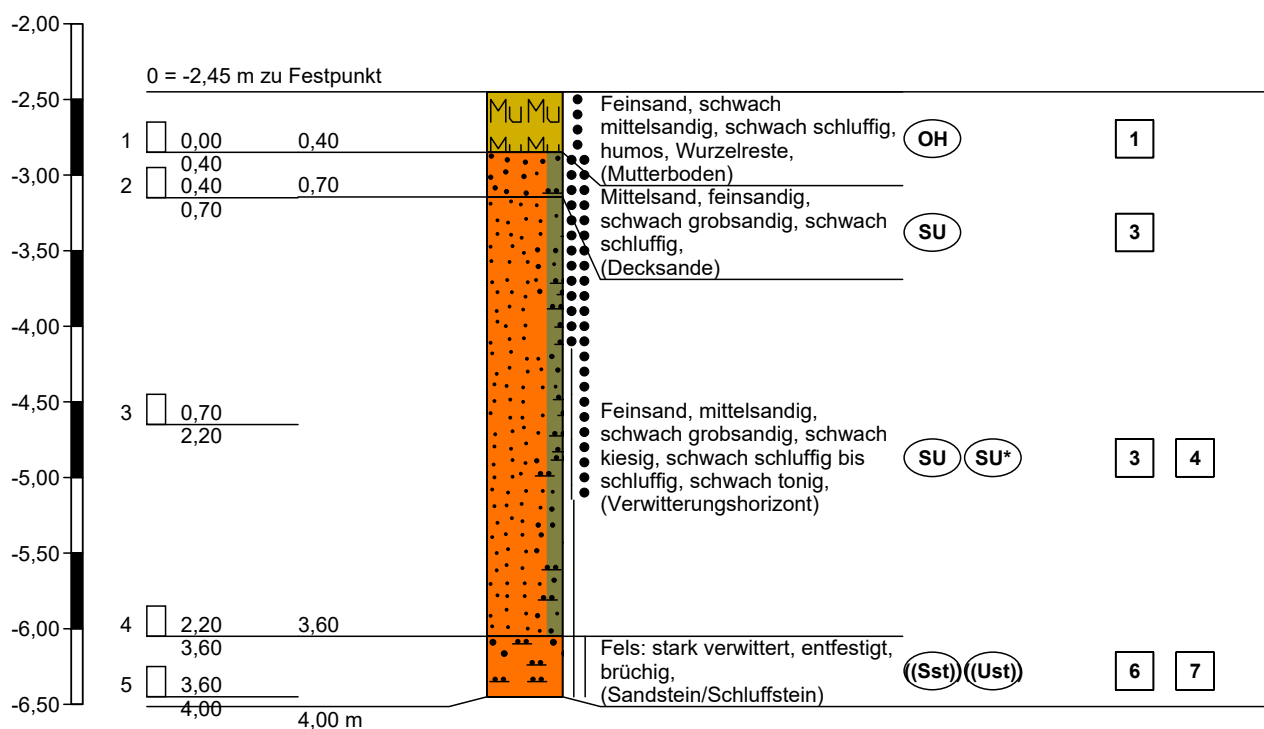


 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.11 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach							
Bohrung Nr BS 11 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH i)				
0,70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig			PPT in [kN/m²] 450 450	C	2	0,70
	b)						
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige				
	f) (Decksande)	g) Quartär	h) SU i)				
3,60	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig			PPT in [kN/m²] >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450	C C	3 4	2,20 3,60
	b)						
	c) mitteldicht bis dicht/halbfest	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU, SU* i)				
4,00	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	5	4,00
	b)						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Sandstein/Schluffstein)	g) Perm	h) ((Sst)), ((i)) ((Ust))				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 11

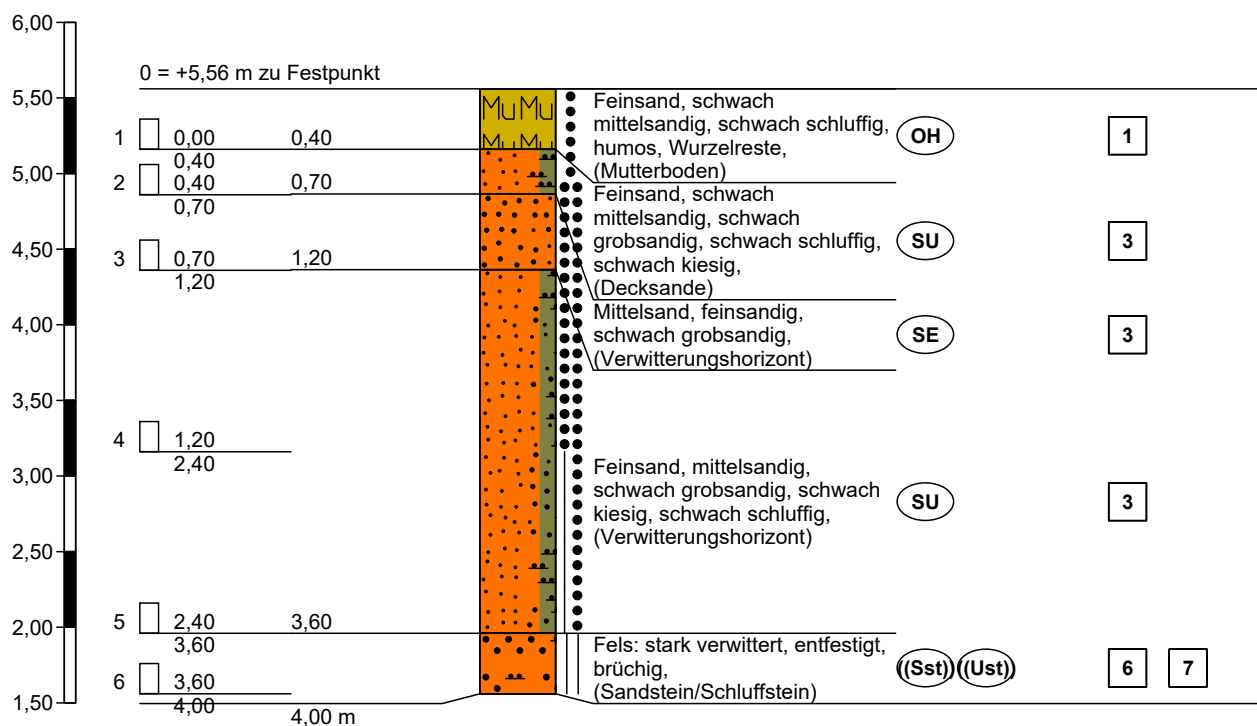


Höhenmaßstab 1:50

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 12

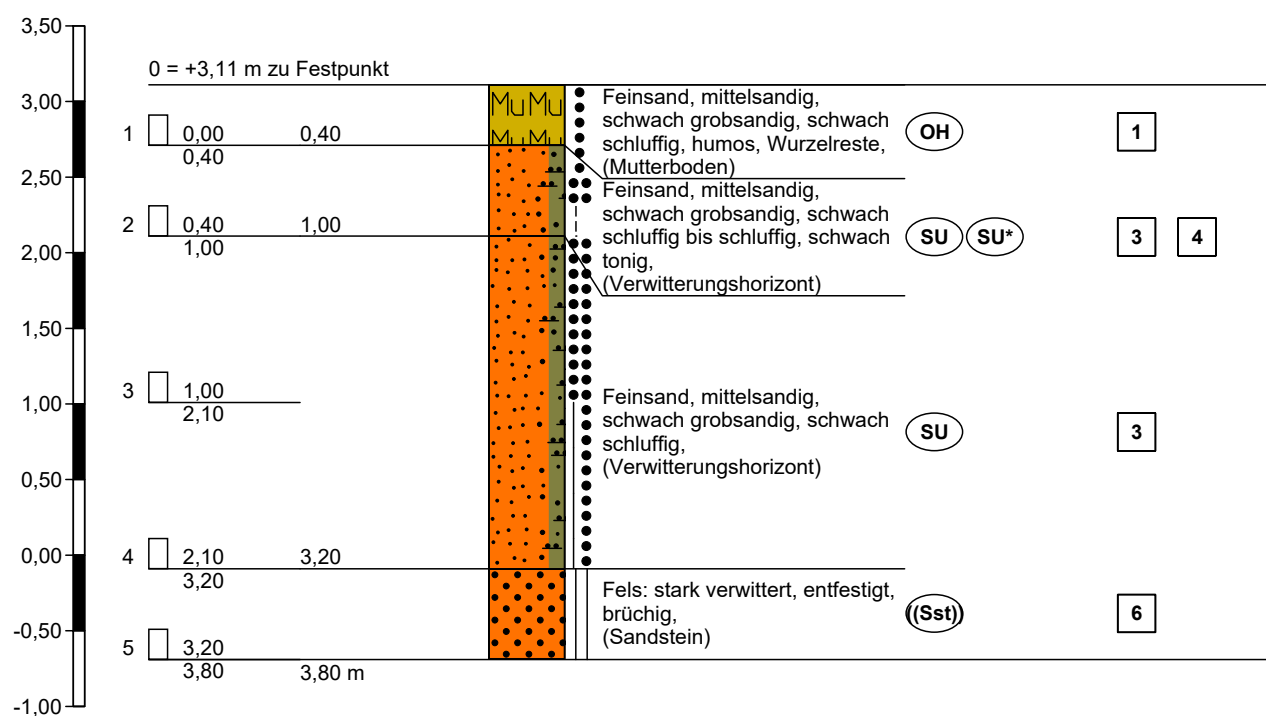


 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.13 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach							
Bohrung Nr BS 13 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH i)				
1,00	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig			PPT in [kN/m²] >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450 >450	C	2	1,00
	b)						
	c) locker bis mitteldicht/steif bis halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) orangebraun				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Quartär	h) SU, SU* i)				
3,20	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				C C	3 4	2,10 3,20
	b)						
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU i)				
3,80	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	5	3,80
	b) Abbruch bei -3,80m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Sandstein)	g) Perm	h) ((Sst)) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 13



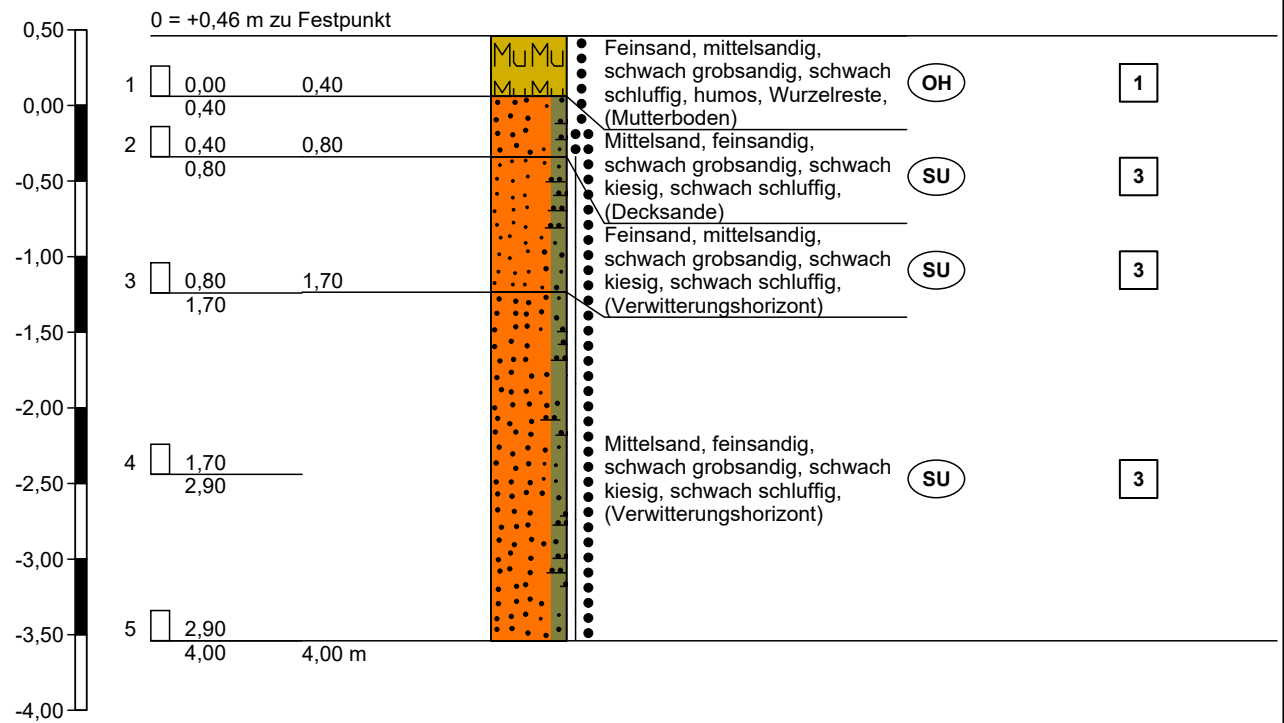
Höhenmaßstab 1:50

 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsfeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.porada-geoconsult.de e-Mail: info@porada-geoconsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.14 Bericht: 1.0 Az.: 230650			
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach								
Bohrung Nr BS 14 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023			
1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,40	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40	
	b) Kein Grundwasser gemessen.							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH					i)
0,80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				C	2	0,80	
	b)							
	c) locker bis mitteldicht	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f) (Decksande)	g) Quartär	h) SU					i)
1,70	a) Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				C	3	1,70	
	b)							
	c) dicht	d) mittelschwer zu bohren	e) weißhellbraun					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU					i)
4,00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				C C	4 5	2,90 4,00	
	b)							
	c) dicht	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 14



 Auf dem Klingenberg 4a 21698 Harsefeld T: +49 (0)4164 6767 F: +49 (0)4164 6768 Online: www.Porada-GeoConsult.de e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage 2.15 Bericht: 1.0 Az.: 230650		
Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach							
Bohrung Nr BS 15 /Blatt 1					Datum: 30.08.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art Nr. Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalkgehalt				
0,40	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, humos, Wurzelreste				C	1	0,40
	b) Kein Grundwasser gemessen.						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) (Mutterboden)	g) Mu	h) OH i)				
1,00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				C	2	1,00
	b)						
	c) locker bis mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige				
	f) (Decksande)	g) Quartär	h) SU i)				
3,40	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig				C C	3 4	2,20 3,40
	b) eingelagerte Schlufflinsen						
	c) dicht	d) schwer bis sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Verwitterungshorizont)	g) Perm	h) SU i)				
3,80	a) Fels: stark verwittert, entfestigt, brüchig				C	5	3,80
	b) Abbruch bei -3,80m unter GOK. Kein weiterer Bohrvortrieb						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) rot				
	f) (Sandstein)	g) Perm	h) ((Sst)) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark
Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

Anlage 2.15.1

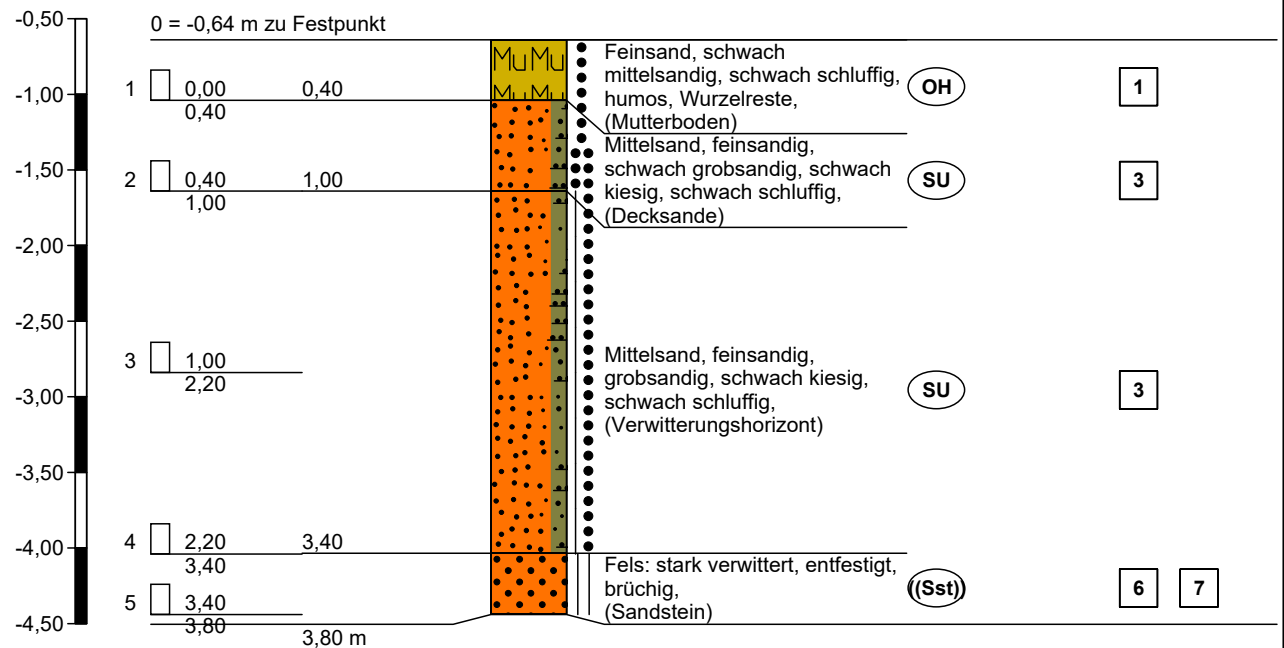
Datum: 30.08.2023

Bearb.: JPf

AZ: 230650

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 15



Höhenmaßstab 1:50



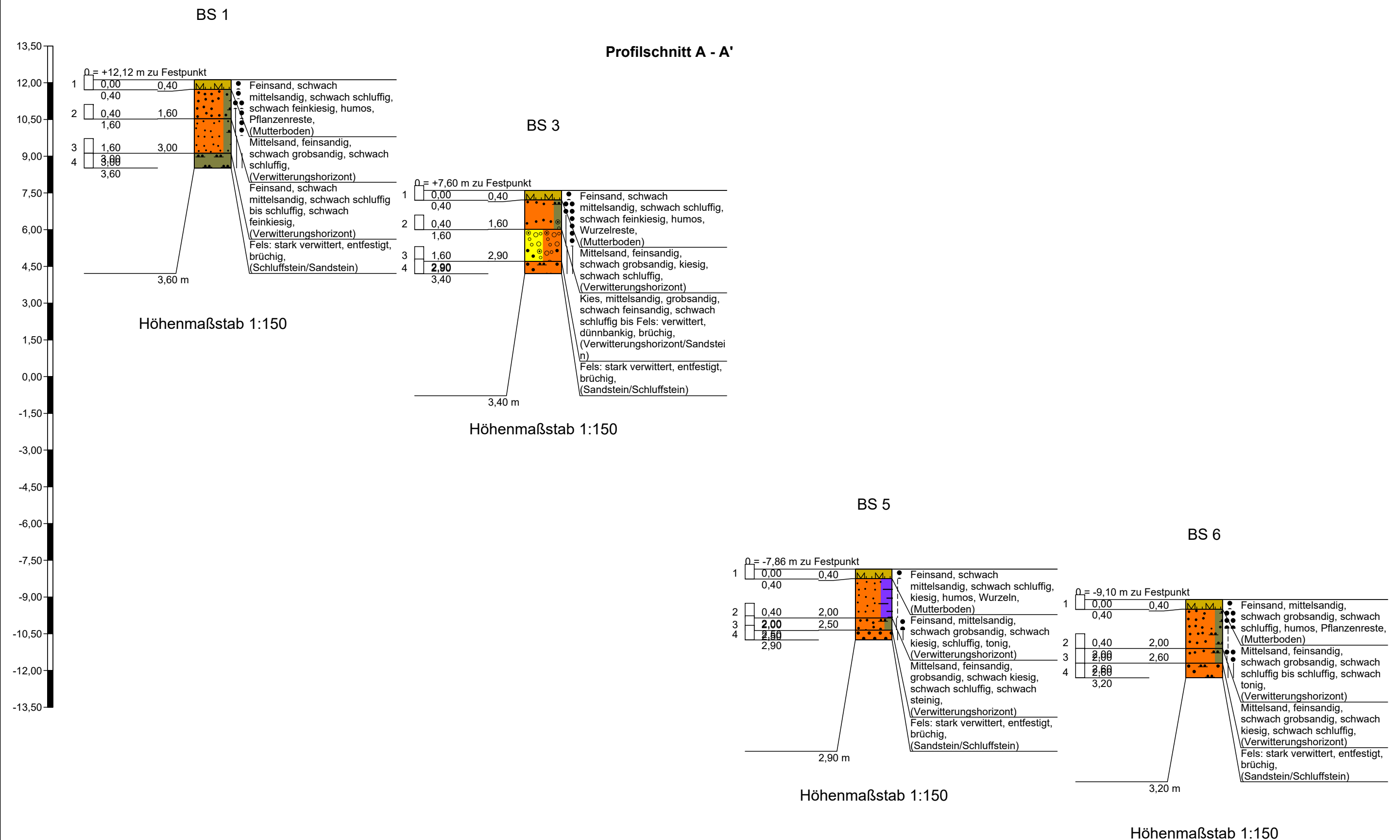
PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 3.0

Schematische Profilschnitte

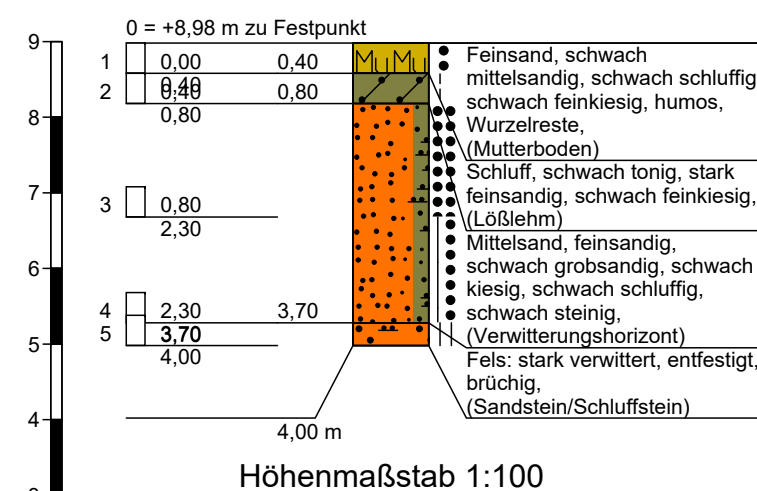
Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023



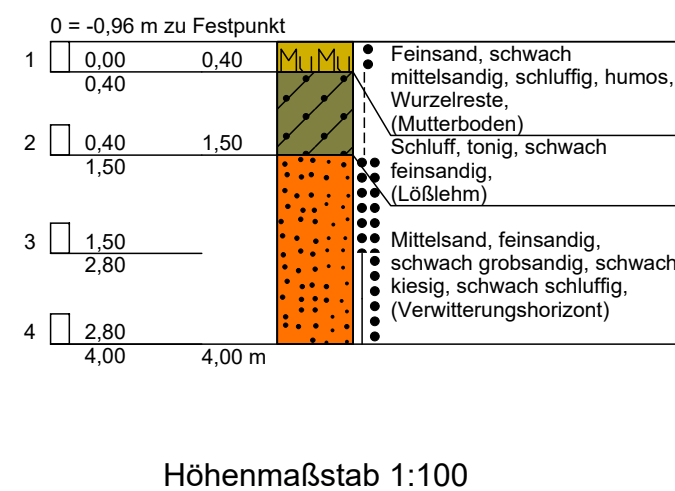
Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Profilschnitt B - B'

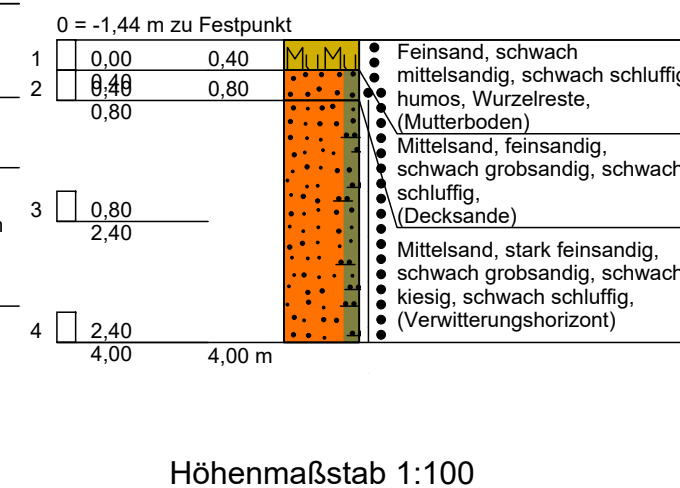
BS 2



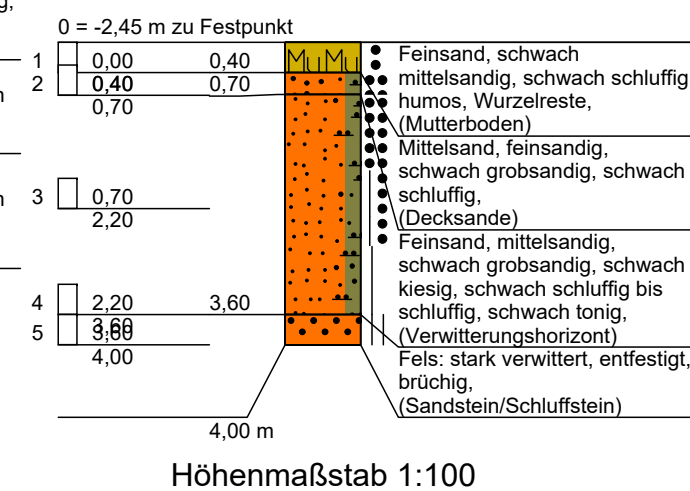
BS 7



BS 9

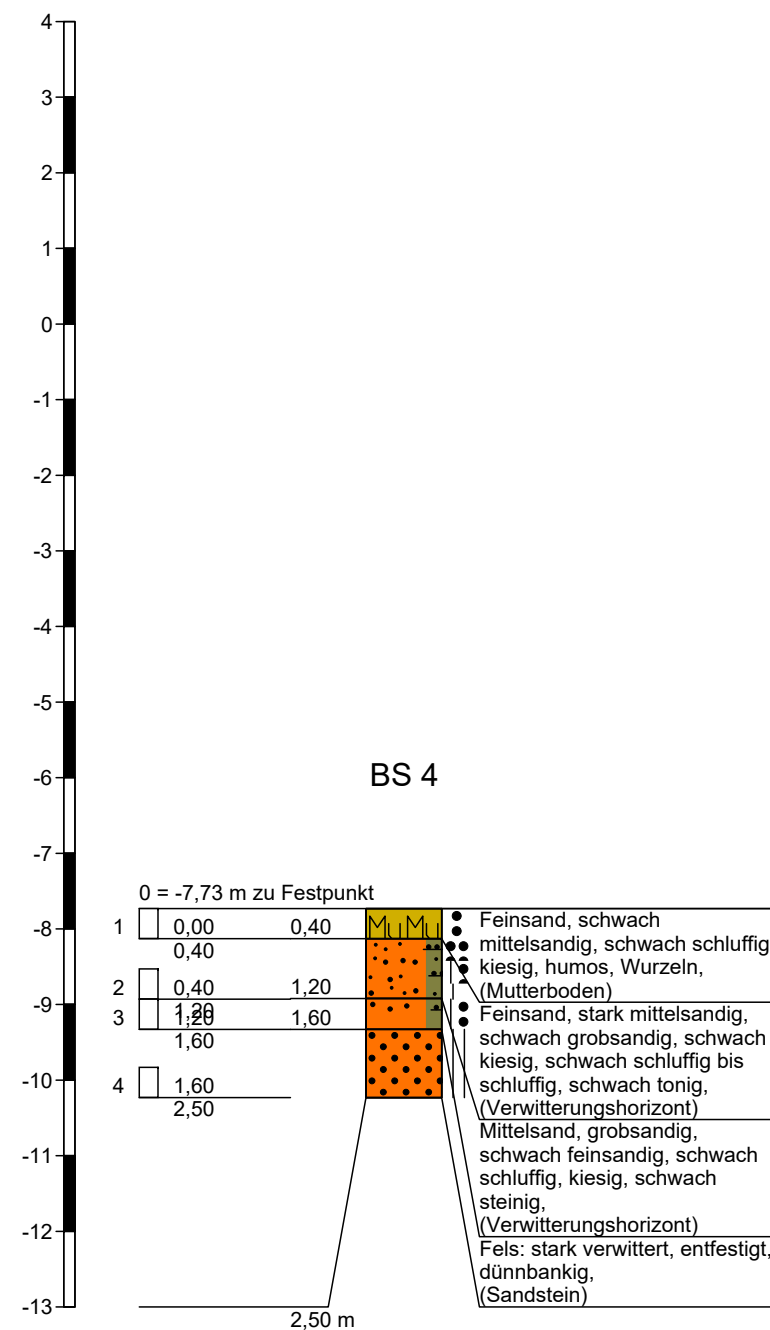


BS 11

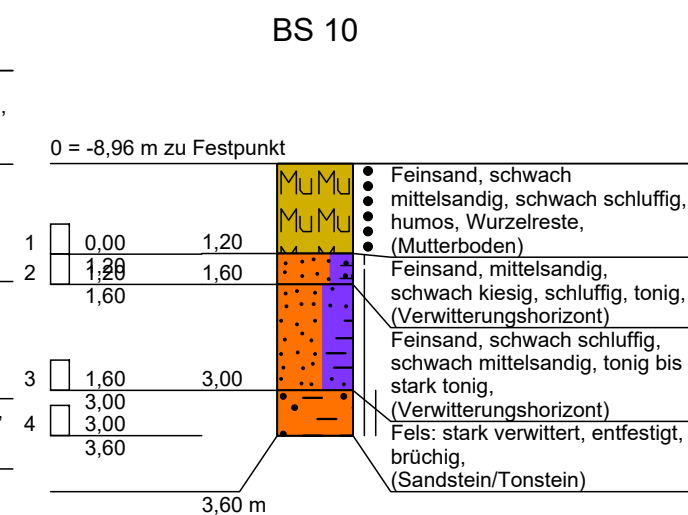


Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

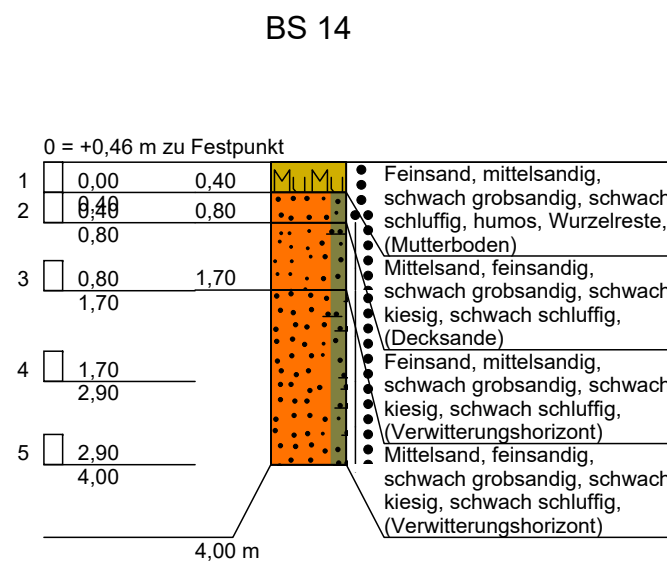
Profilschnitt C - C'



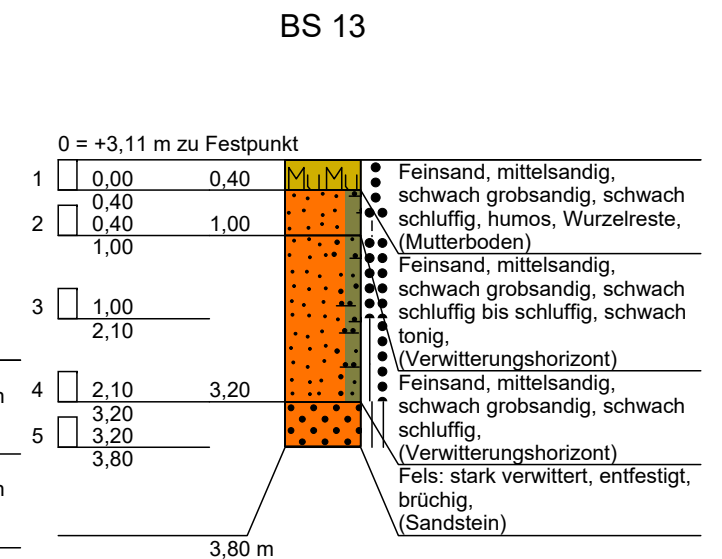
Höhenmaßstab 1:100



Höhenmaßstab 1:100



Höhenmaßstab 1:100



Höhenmaßstab 1:100



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 4.0

Ergebnisse der Rammsondierungen

Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 1

Lage: s. Lageplan

Höhe: +10,01 mrH

Datum: 29.08.2023

Anlage: 4.0

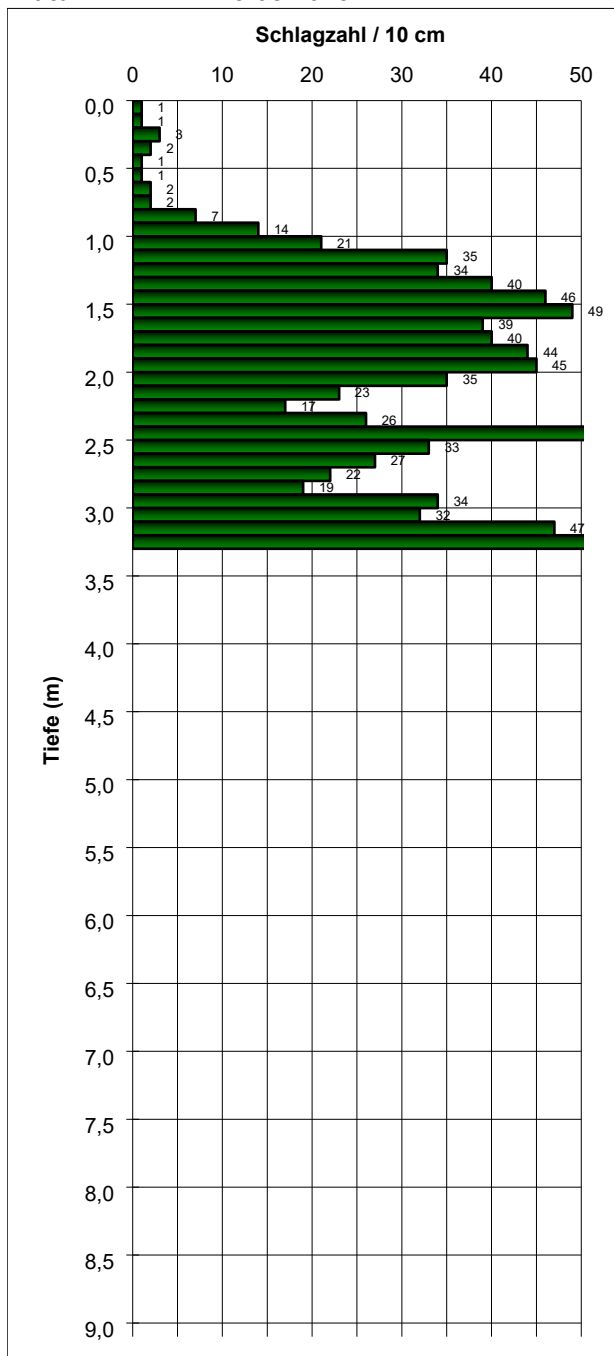
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 2

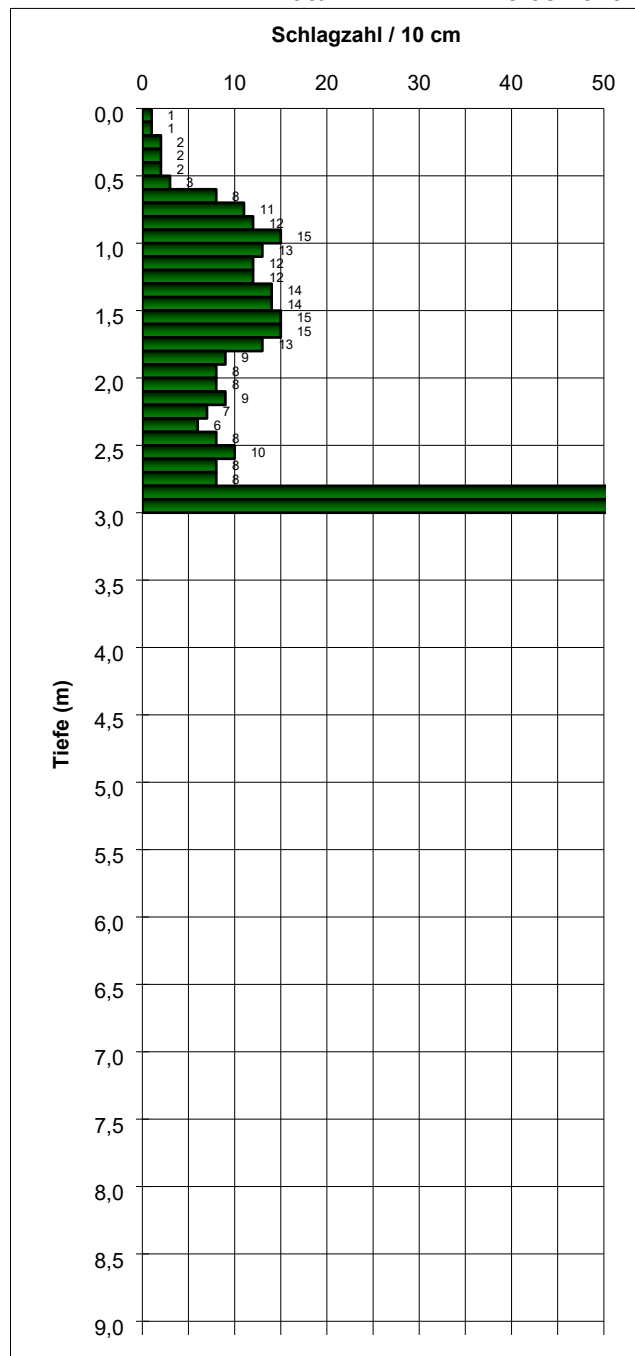
Lage: s. Lageplan

Höhe: +9,62 mrH

Datum: 29.08.2023



Endtiefe : 3,30 m



Endtiefe: 3,00 m

Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 3

Lage: s. Lageplan

Höhe: +6,04 mrH

Datum: 29.08.2023

Anlage: 4.1

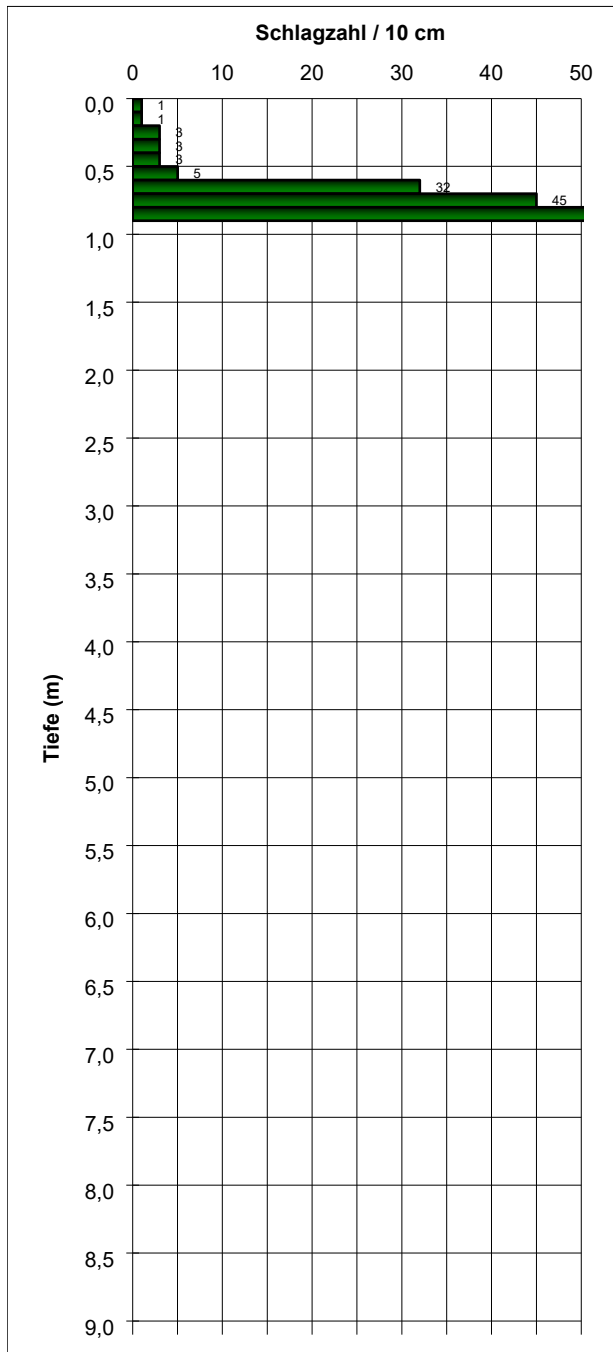
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 4

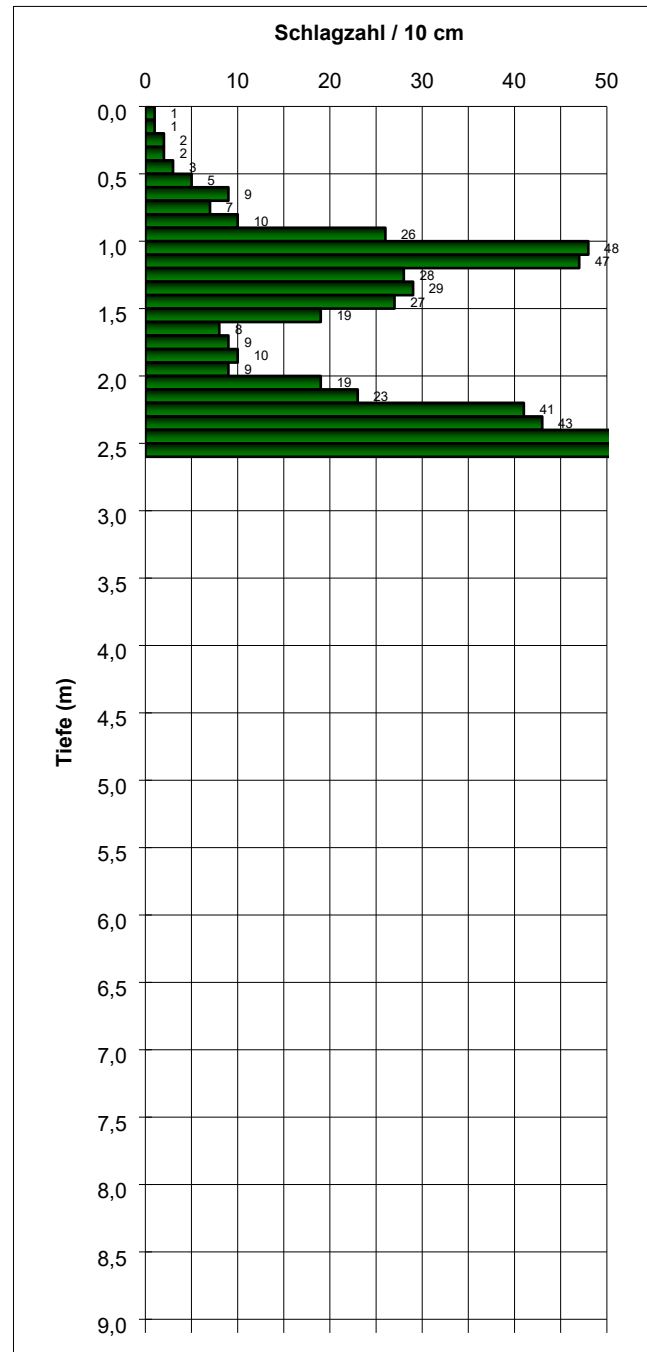
Lage: s. Lageplan

Höhe: -6,52 mrH

Datum: 30.08.2023



Endtiefe : 0,90 m



Endtiefe: 2,60 m

Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 5

Lage: s. Lageplan

Höhe: -8,98 mrH

Datum: 30.08.2023

Anlage: 4.2

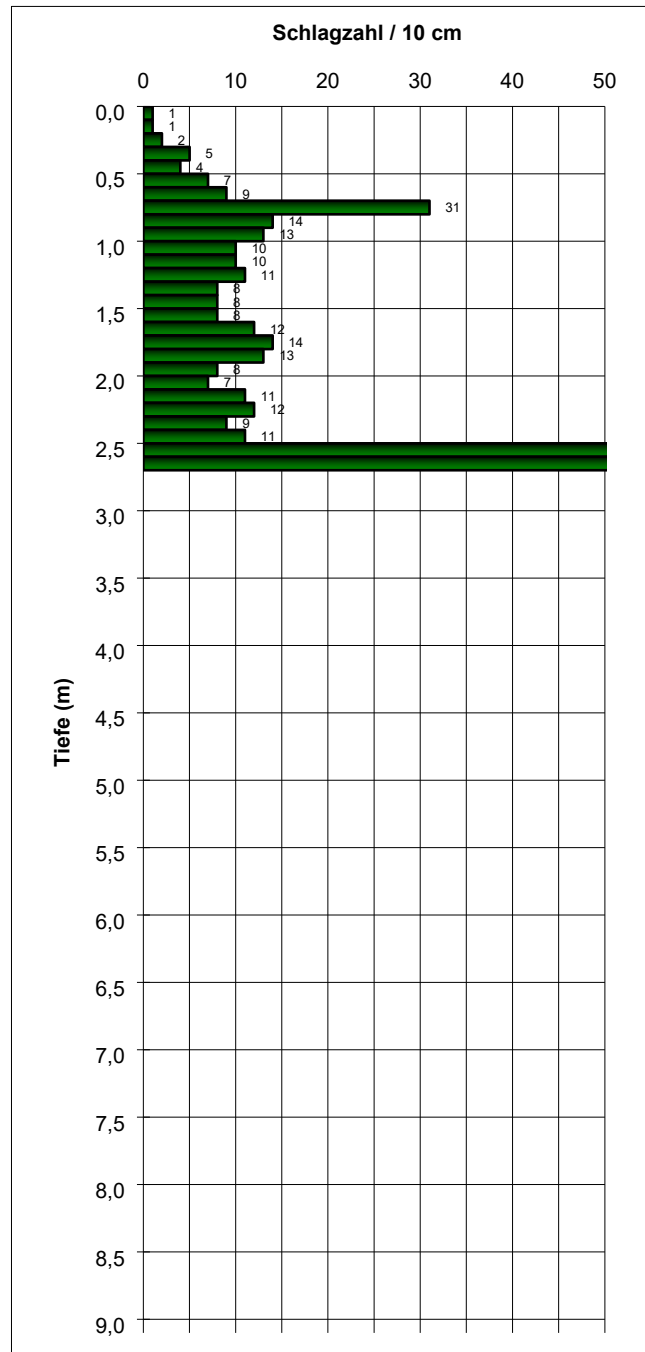
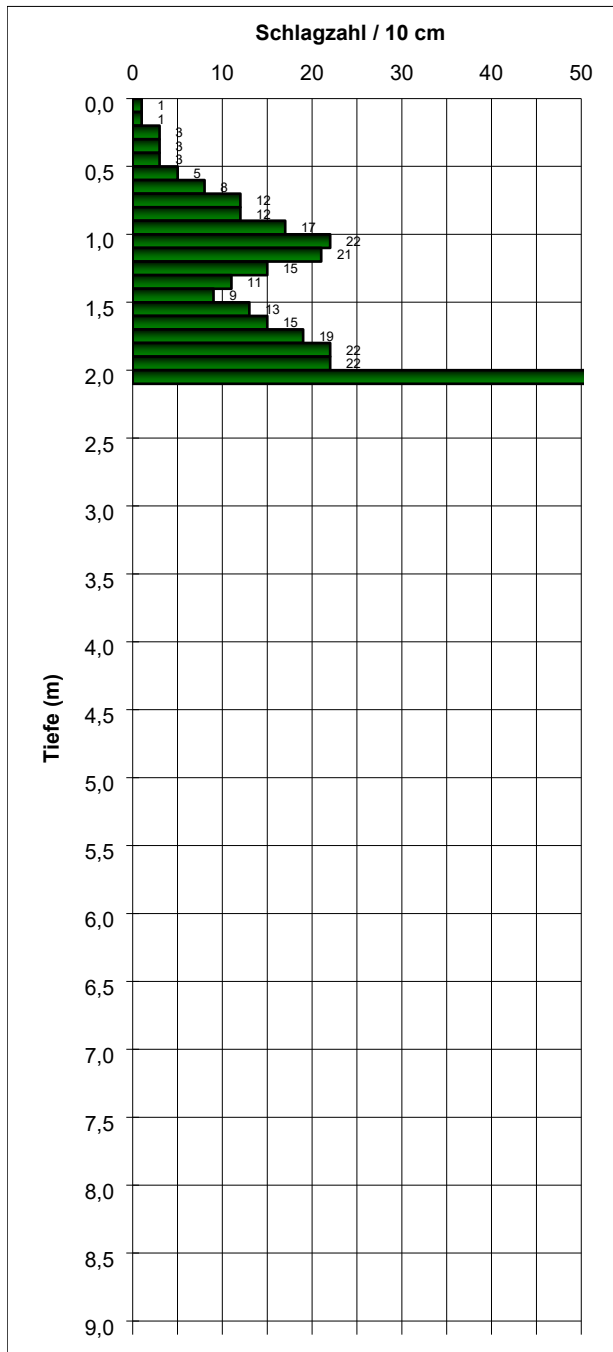
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 6

Lage: s. Lageplan

Höhe: -12,24 mrH

Datum: 30.08.2023



Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 7

Lage: s. Lageplan

Höhe: +1,34 mrH

Datum: 29.08.2023

Anlage: 4.3

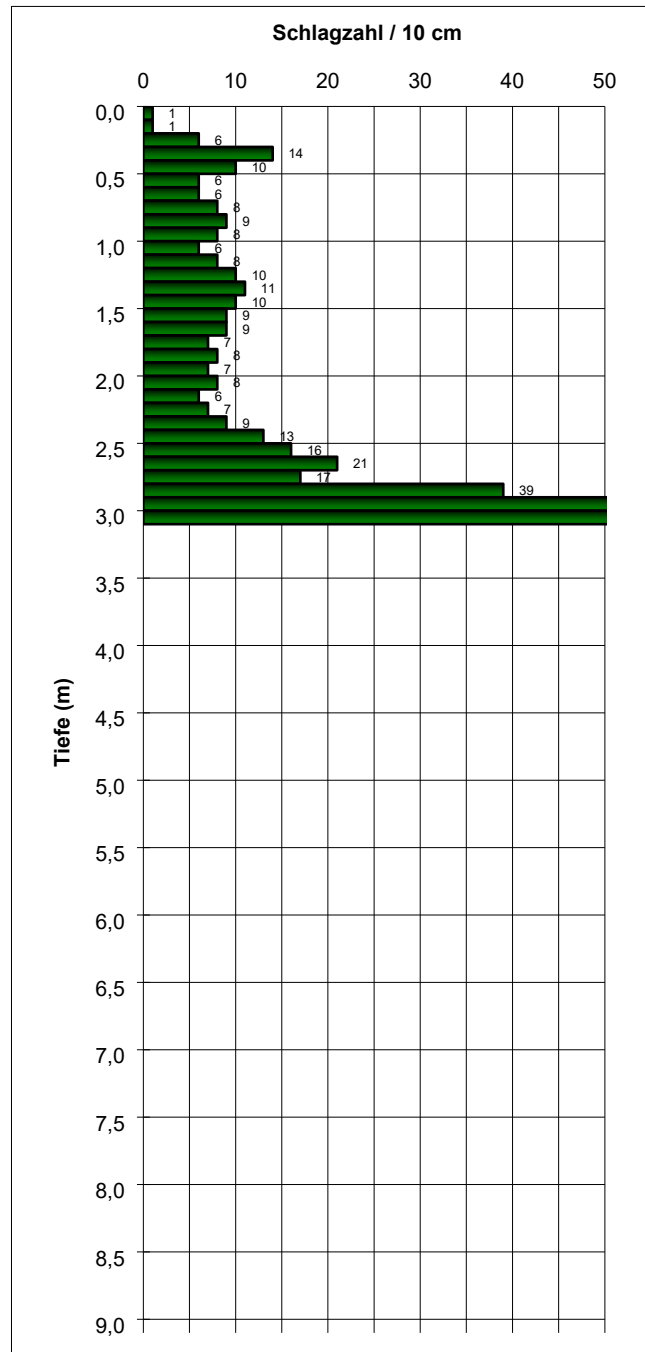
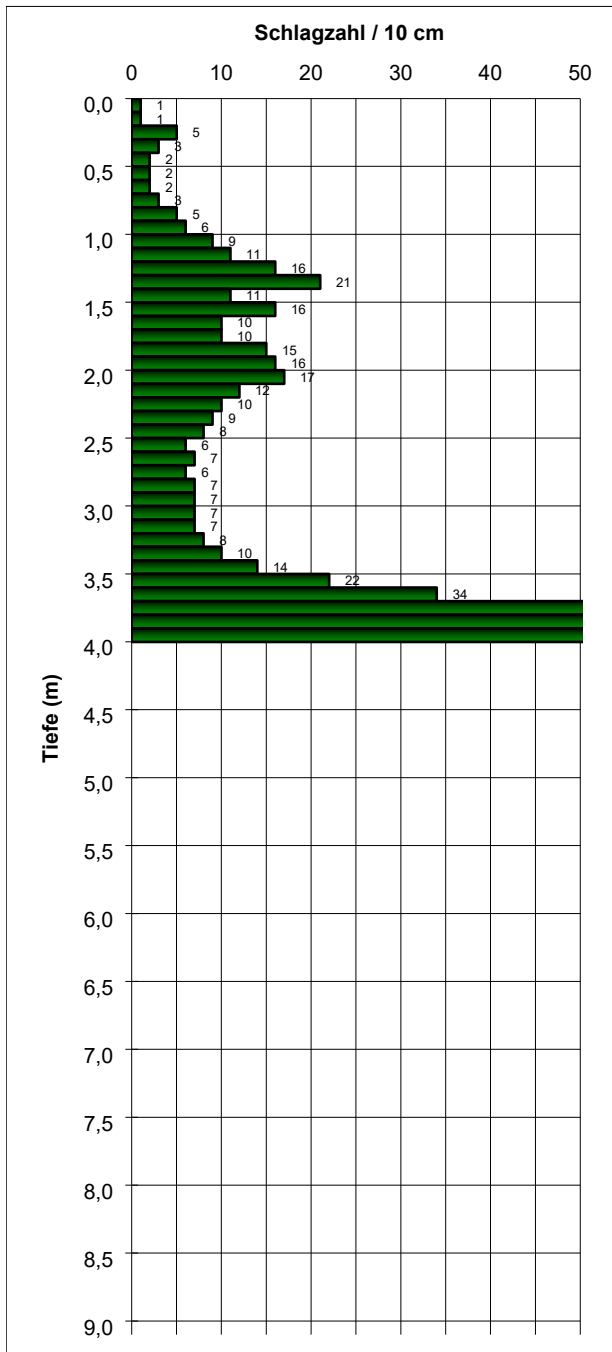
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 8

Lage: s. Lageplan

Höhe: -4,21 mrH

Datum: 29.08.2023



Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 9

Lage: s. Lageplan

Höhe: +1,70 mrH

Datum: 29.08.2023

Anlage: 4.4

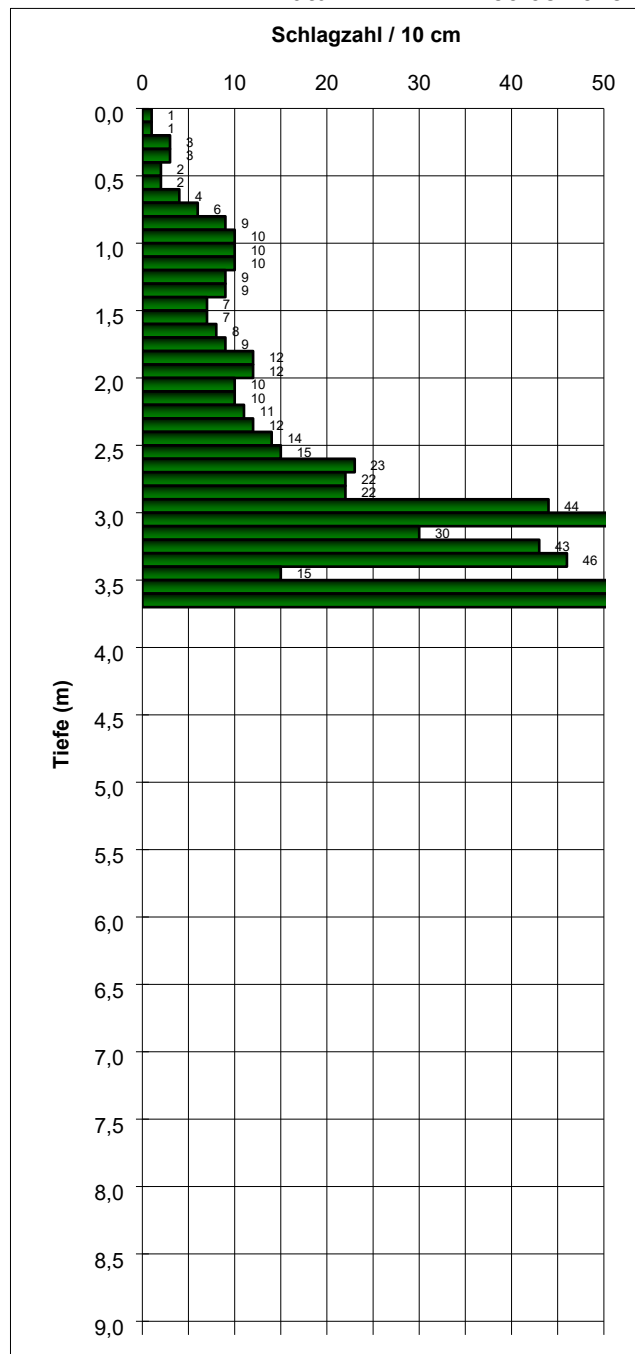
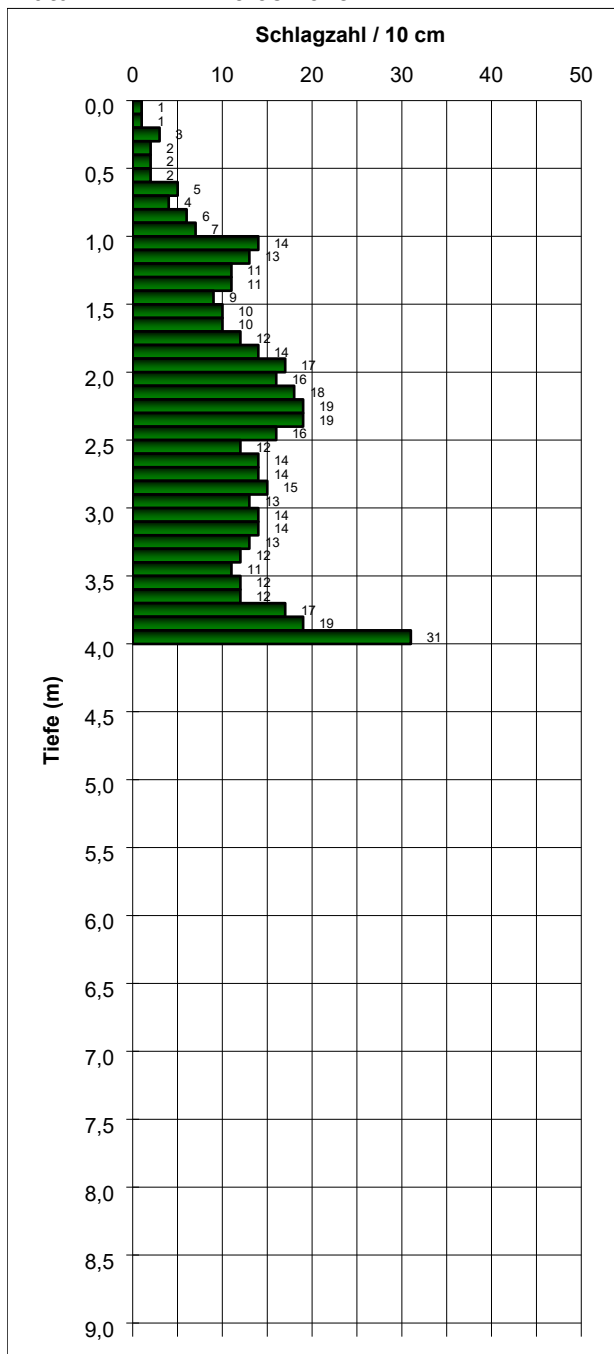
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 10

Lage: s. Lageplan

Höhe: -3,15 mrH

Datum: 30.08.2023



Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 11

Lage: s. Lageplan

Höhe: -13,01 mrH

Datum: 30.08.2023

Anlage: 4.5

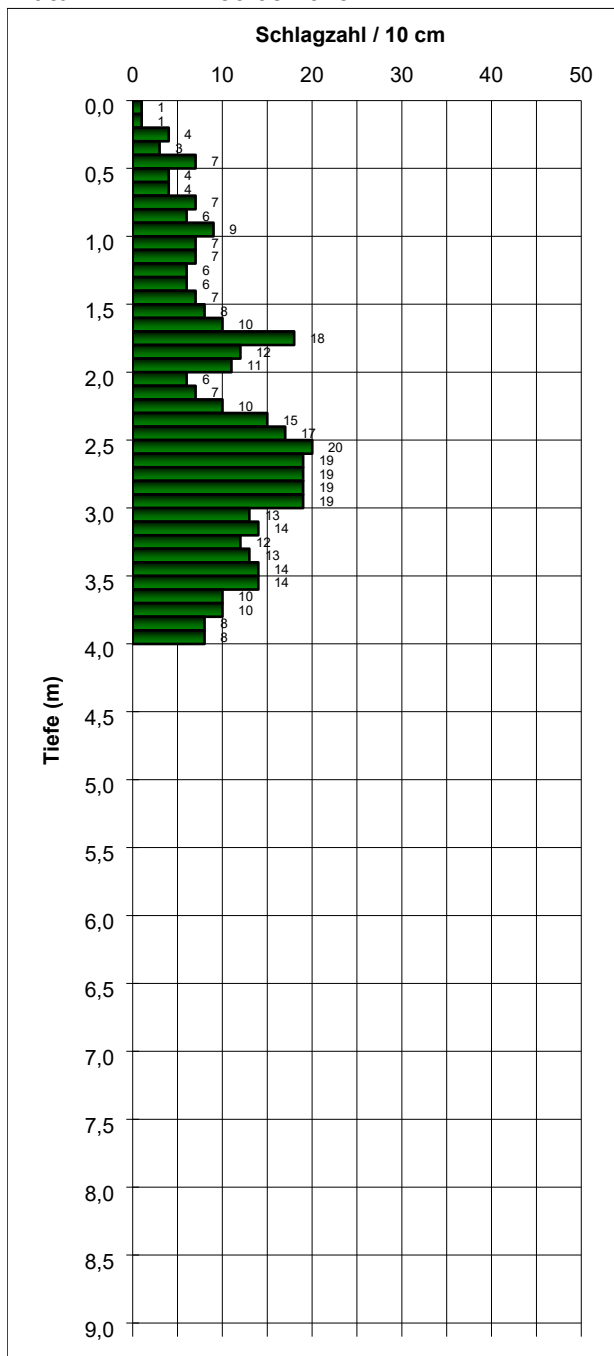
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 12

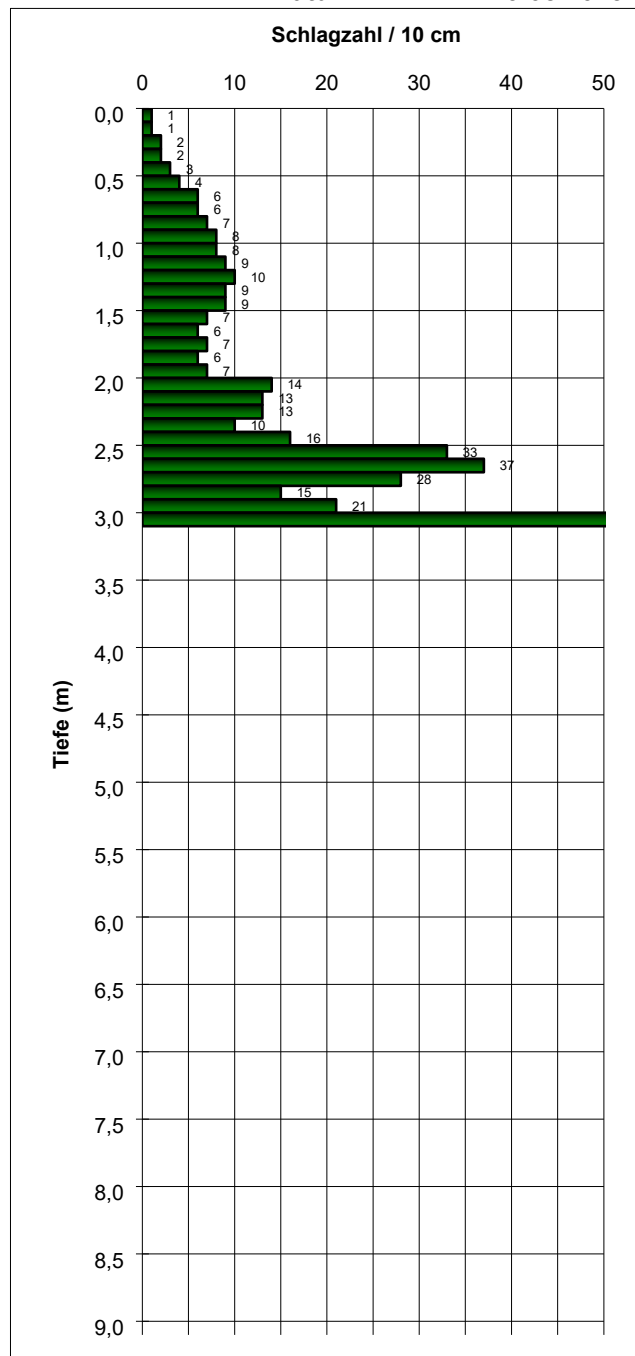
Lage: s. Lageplan

Höhe: +5,16 mrH

Datum: 29.08.2023



Endtiefe : 4,00 m



Endtiefe: 3,10 m

Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 13

Lage: s. Lageplan

Höhe: +2,40 mrH

Datum: 29.08.2023

Anlage: 4.6

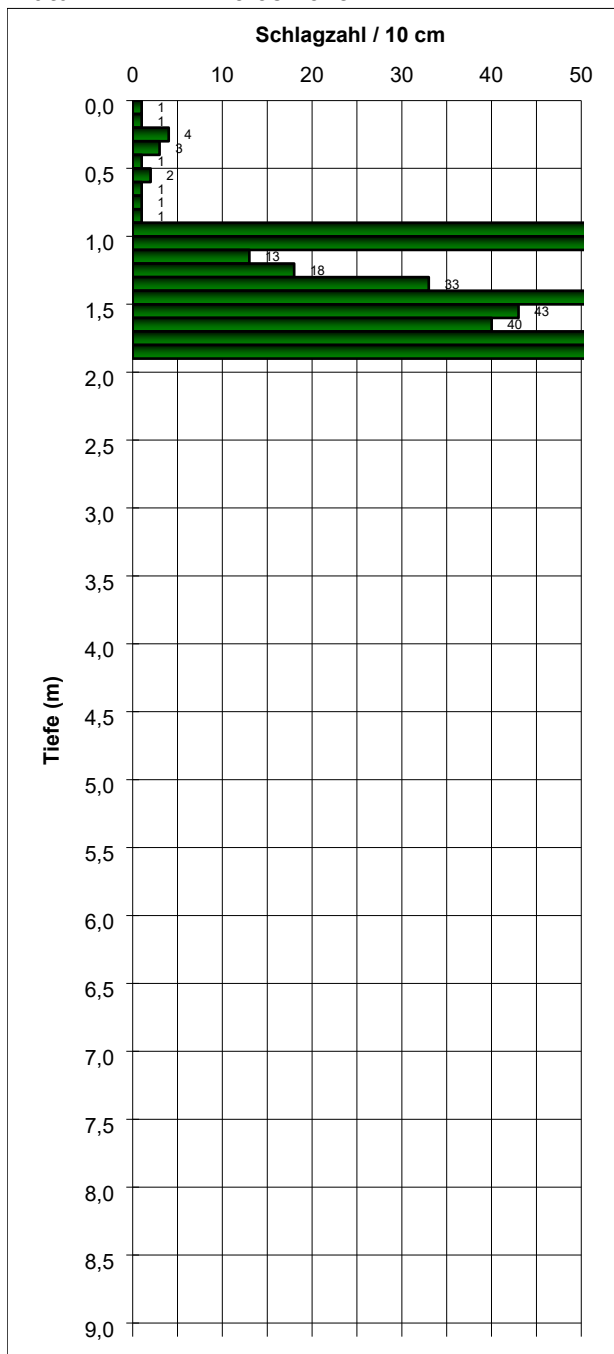
Spitzenwinkel: 90°

Sondierung: DPH 14

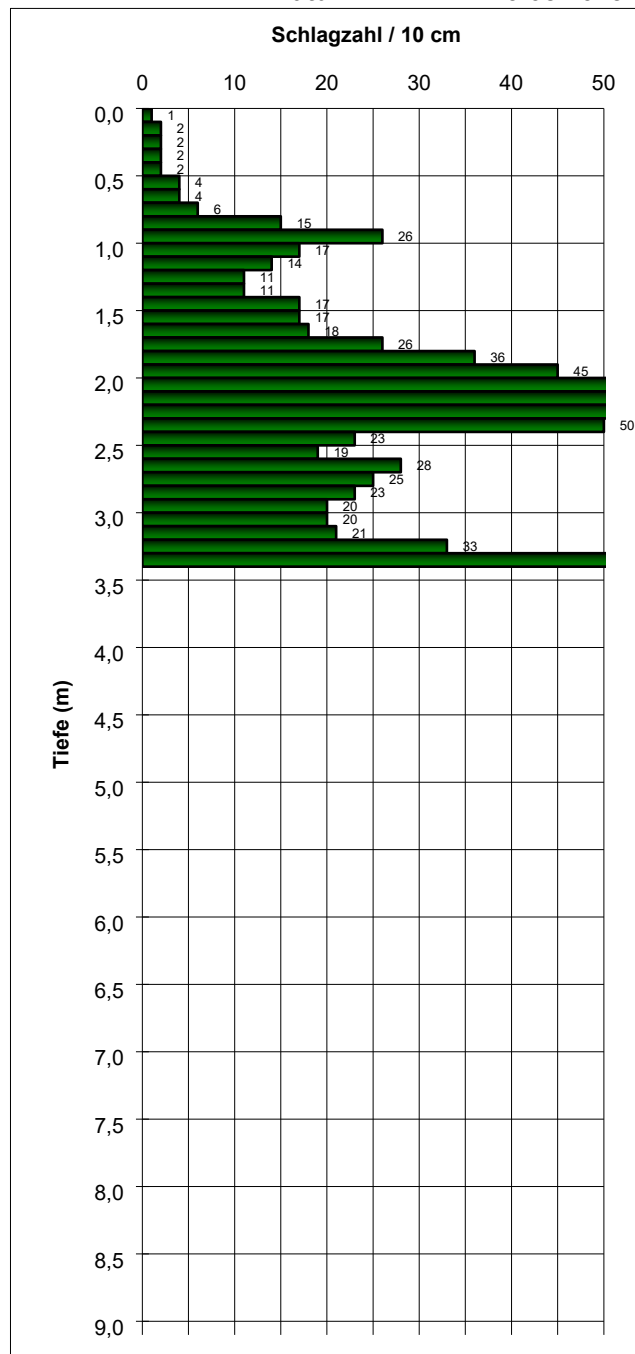
Lage: s. Lageplan

Höhe: +0,19 mrH

Datum: 29.08.2023



Endtiefe : 1,90 m



Endtiefe: 3,40 m

Sondierdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Sondenart: Leichte / Mittelschwere / Schwere Rammsonde

Spitzenfläche: 15 cm²

Sondierung: DPH 15

Lage: s. Lageplan

Höhe: +0,59 mrH

Datum: 29.08.2023



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld

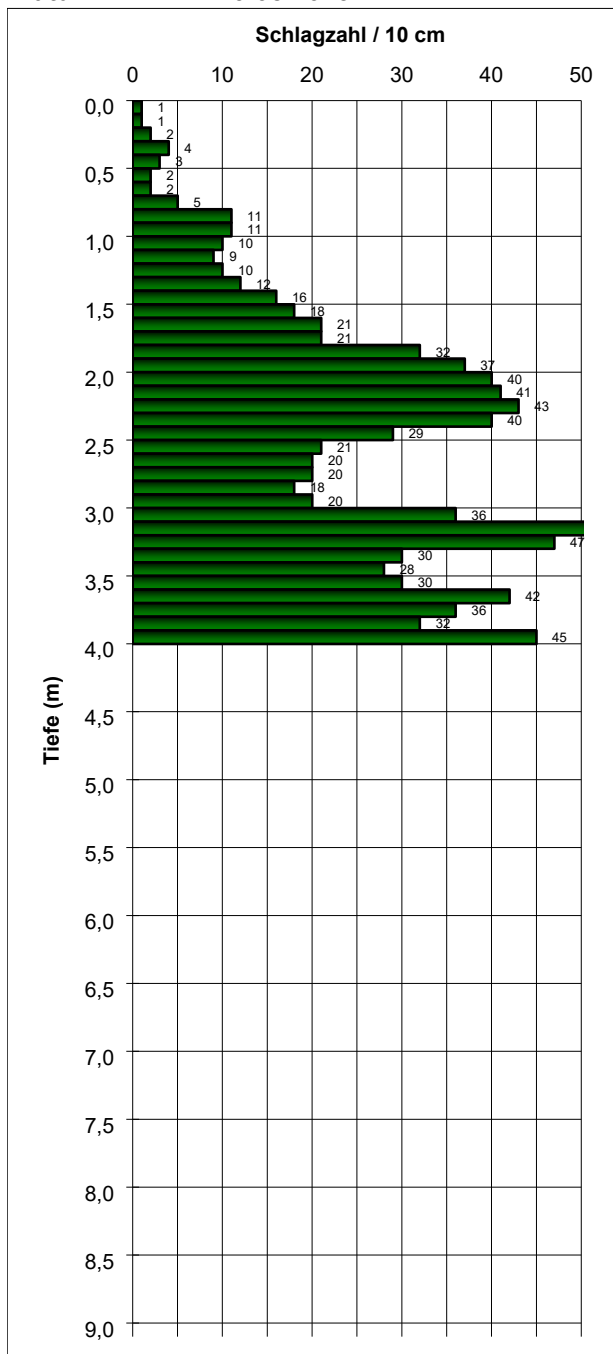
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768

Online: www.Porada-GeoConsult.de

e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Anlage: 4.7

Spitzenwinkel: 90°



Endtiefe : 4,00 m



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 5.0

Profil Bohrsondierung/Rammsondierung

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Lösslehm, Löl



Kies, G, kiesig, g



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Tonstein, Tst



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Schluffstein, Ust, schluffig, u



Sandstein, Sst



Ton, T, tonig, t

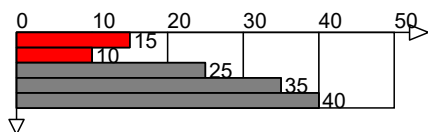
Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Farben

locker
mitteldicht
dicht

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)

1

Oberboden (Mutterboden)

3

Leicht lösbare Bodenarten

5

Schwer lösbare Bodenarten

7

Schwer lösbarer Fels

2

Fließende Bodenarten

4

Mittelschwer lösbare Bodenarten

6

Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark
Heuberg", 67681 Wartenberg-Rohrbach

Anlage 5.0

Datum: 29.-31.08.2023

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

Bearb.: JPf

AZ: 230650

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppe nach DIN 18196

GE enggestufte Kiese	GW weitgestufte Kiese
GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	SE enggestufte Sande
SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
UL leicht plastische Schluffe	UM mittelpplastische Schluffe
UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	TL leicht plastische Tone
TM mittelpplastische Tone	TA ausgeprägt plastische Tone
OU Schluffe mit organischen Beimengungen	OT Tone mit organischen Beimengungen
OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen
HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HZ zersetzte Torfe
F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)	[] Auffüllung aus natürlichen Böden
A Auffüllung aus Fremdstoffen	

Lagerungsdichte

 locker	 mitteldicht	 dicht	 sehr dicht
--	---	---	--

Konsistenz

 breiig	 weich	 steif	 halbfest	 fest
--	---	---	--	--

Proben

A1  1,00	Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe	B1  1,00	Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe
C1  1,00	Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe	W1  1,00	Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe



PORADA GEOCONSULT
GMBH & CO. KG

Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Projekt: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg", 67681
Wartenberg-Rohrbach

Auftraggeber: WVE GmbH Kaiserslautern

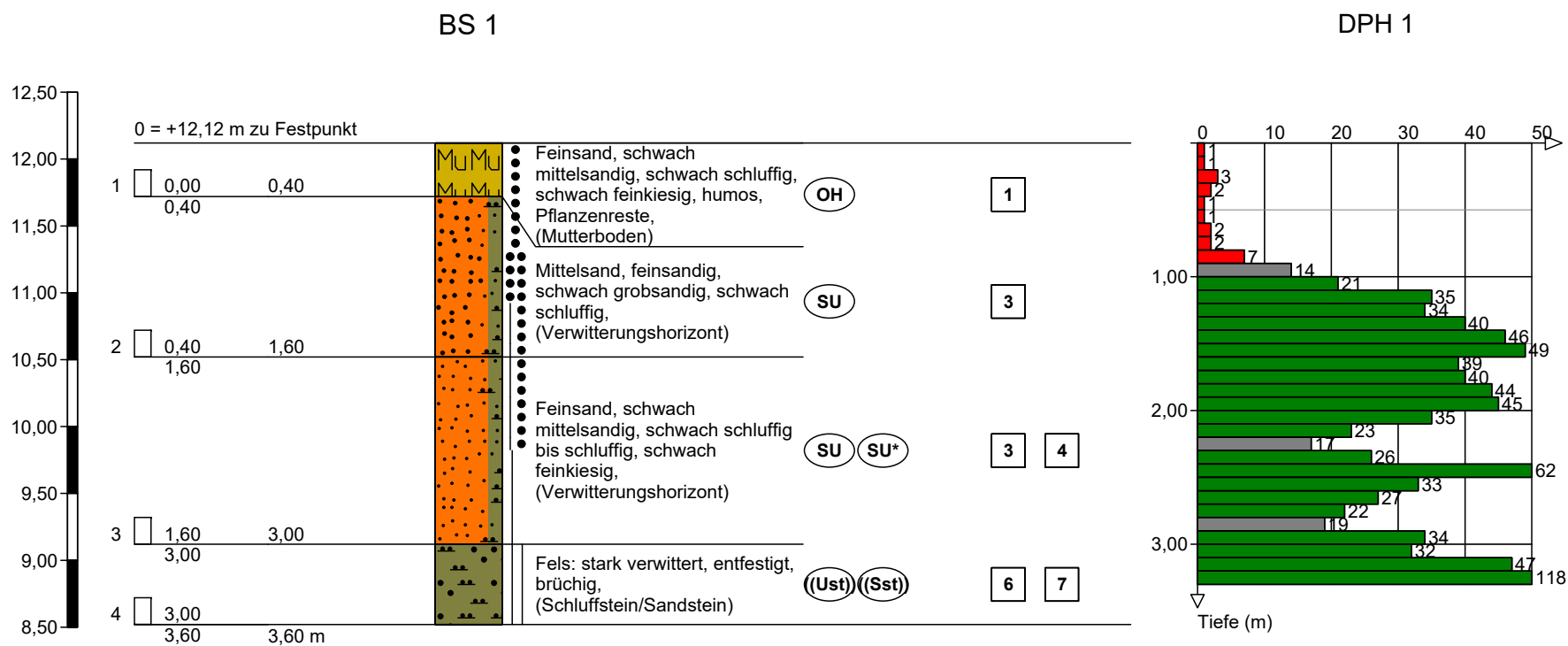
Anlage 5.1

Datum: 29./30.08.2023

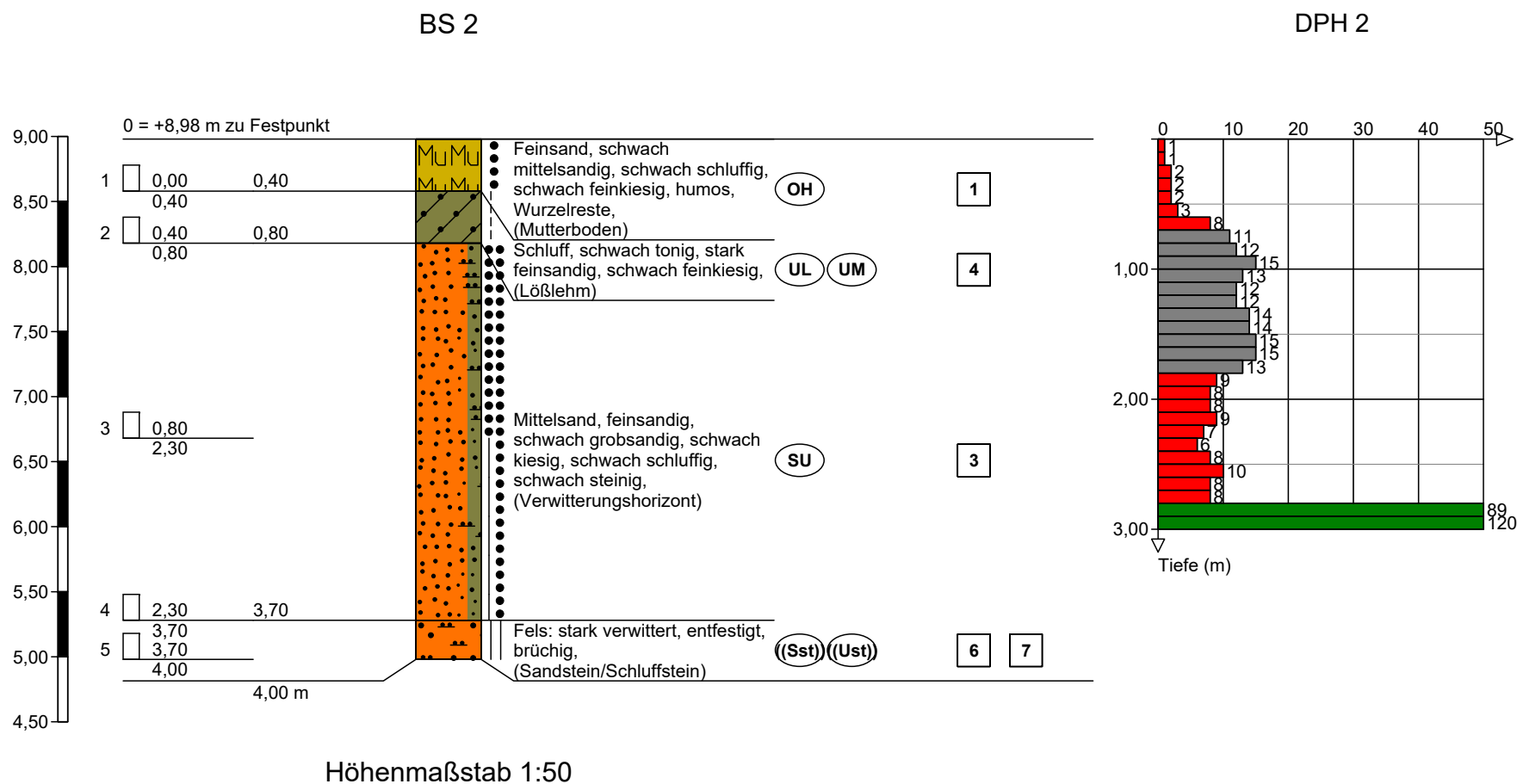
Bearb.: JPf

AZ: 230650

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

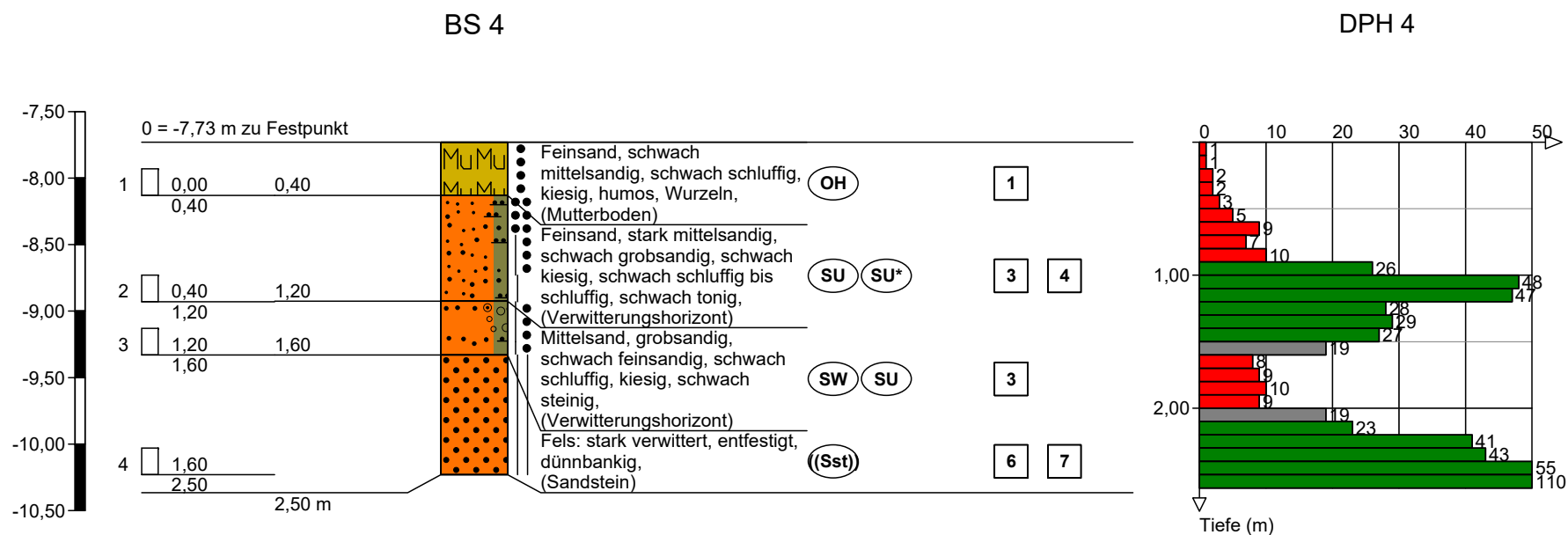


Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

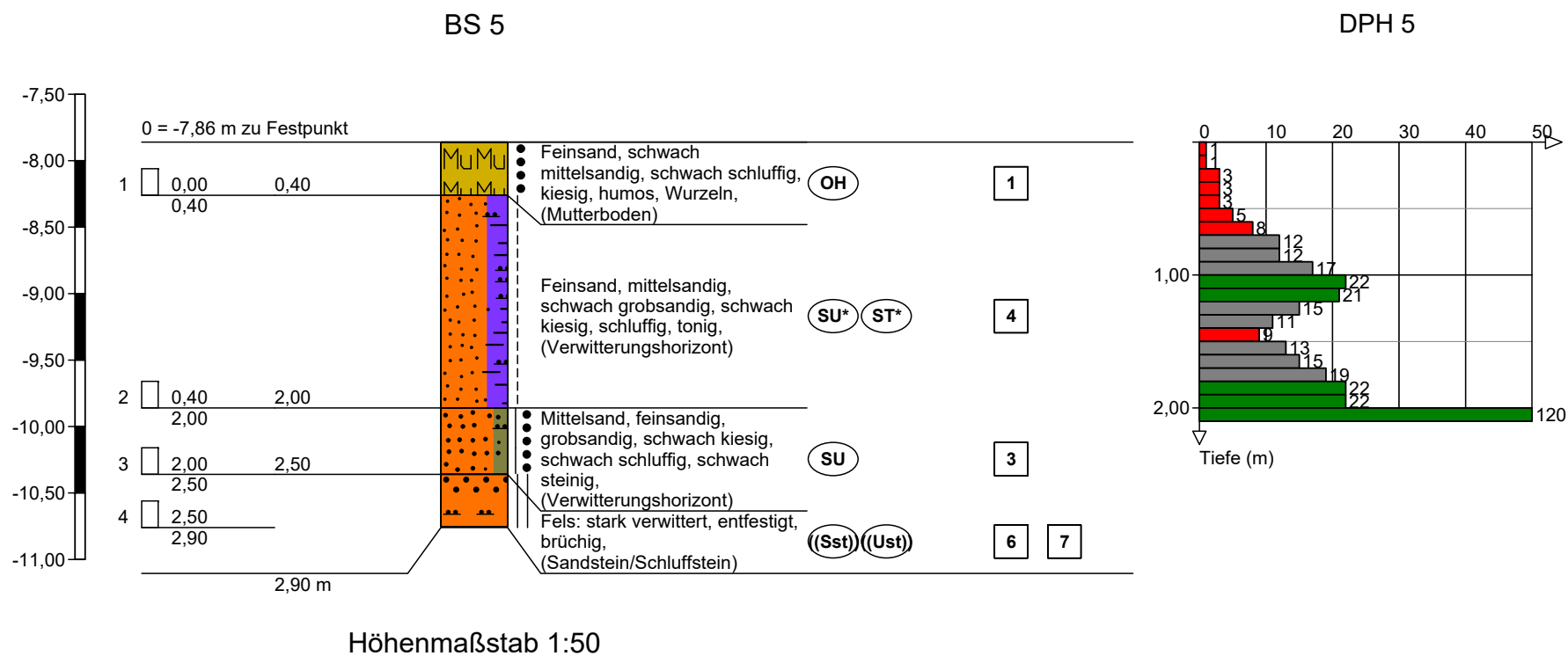


Höhenmaßstab 1:50

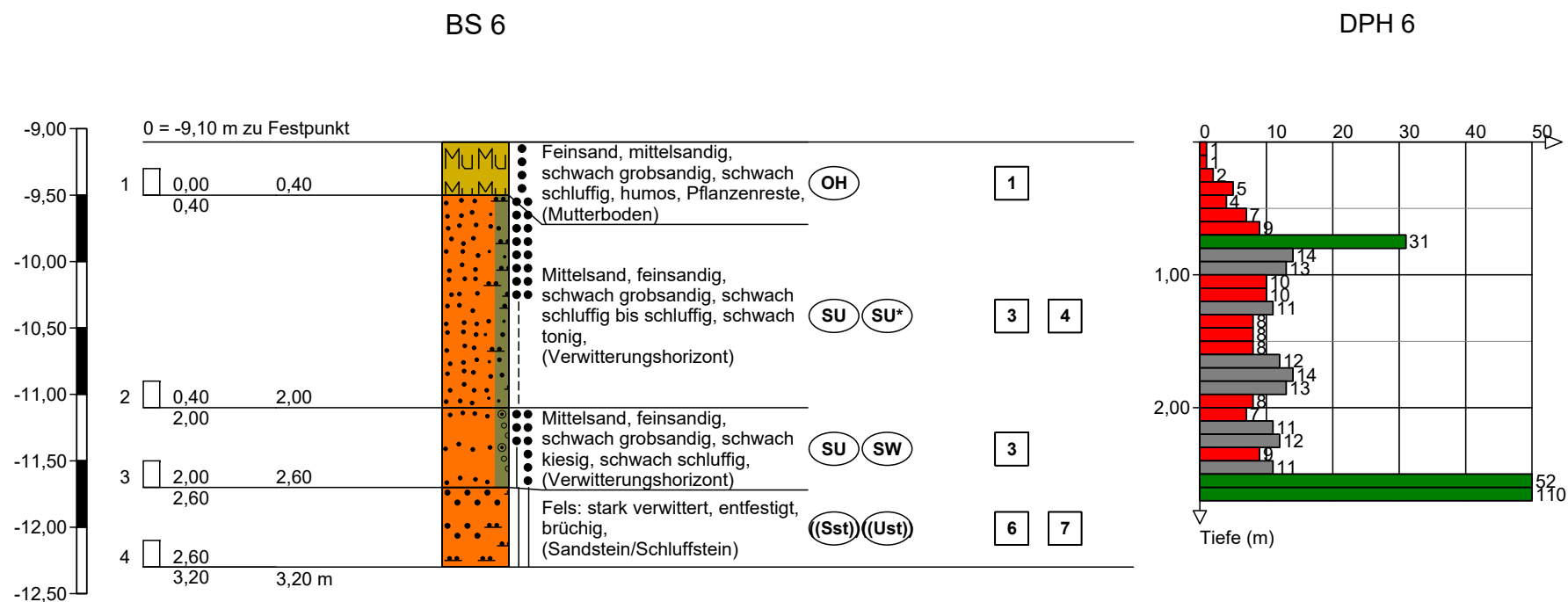
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

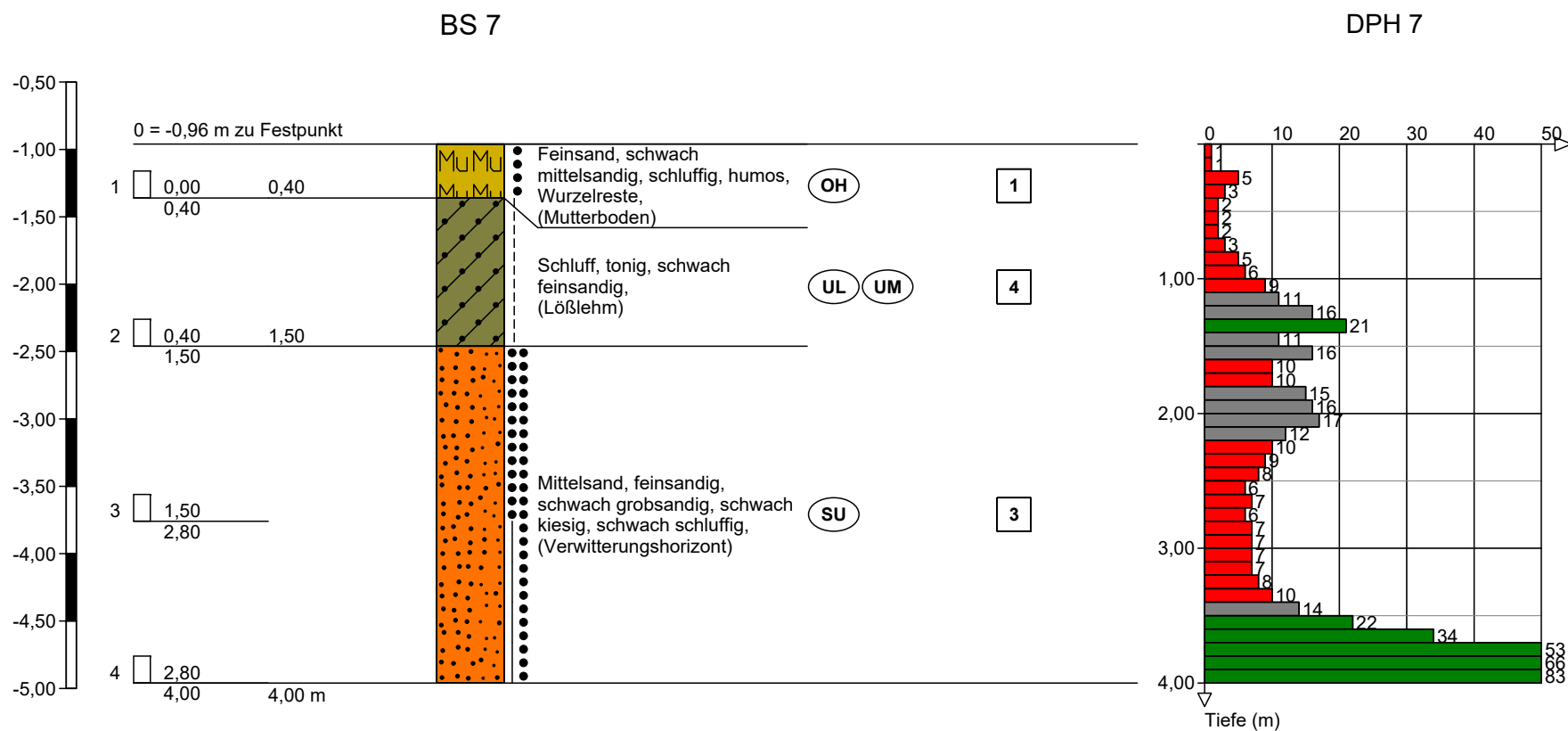


Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



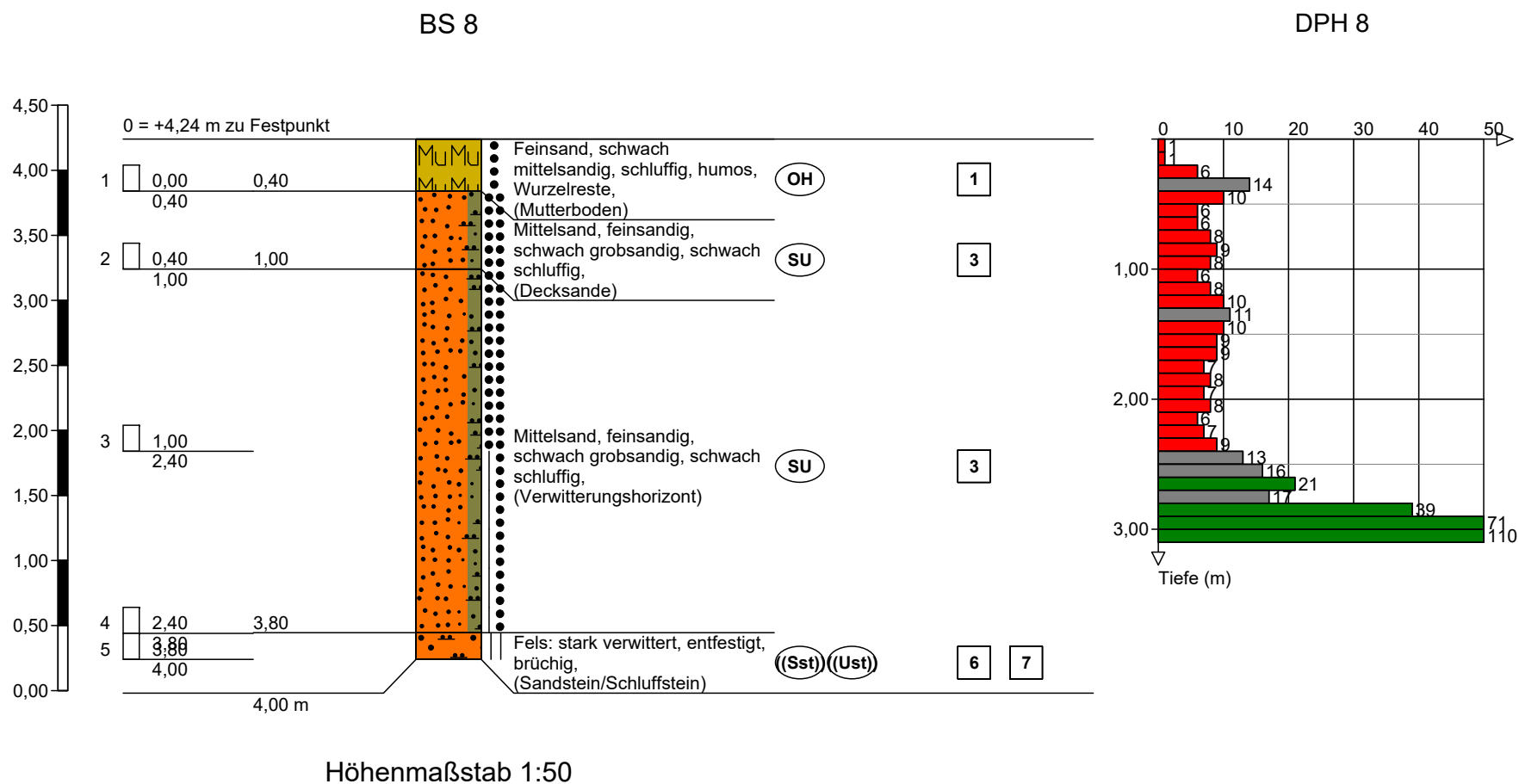
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

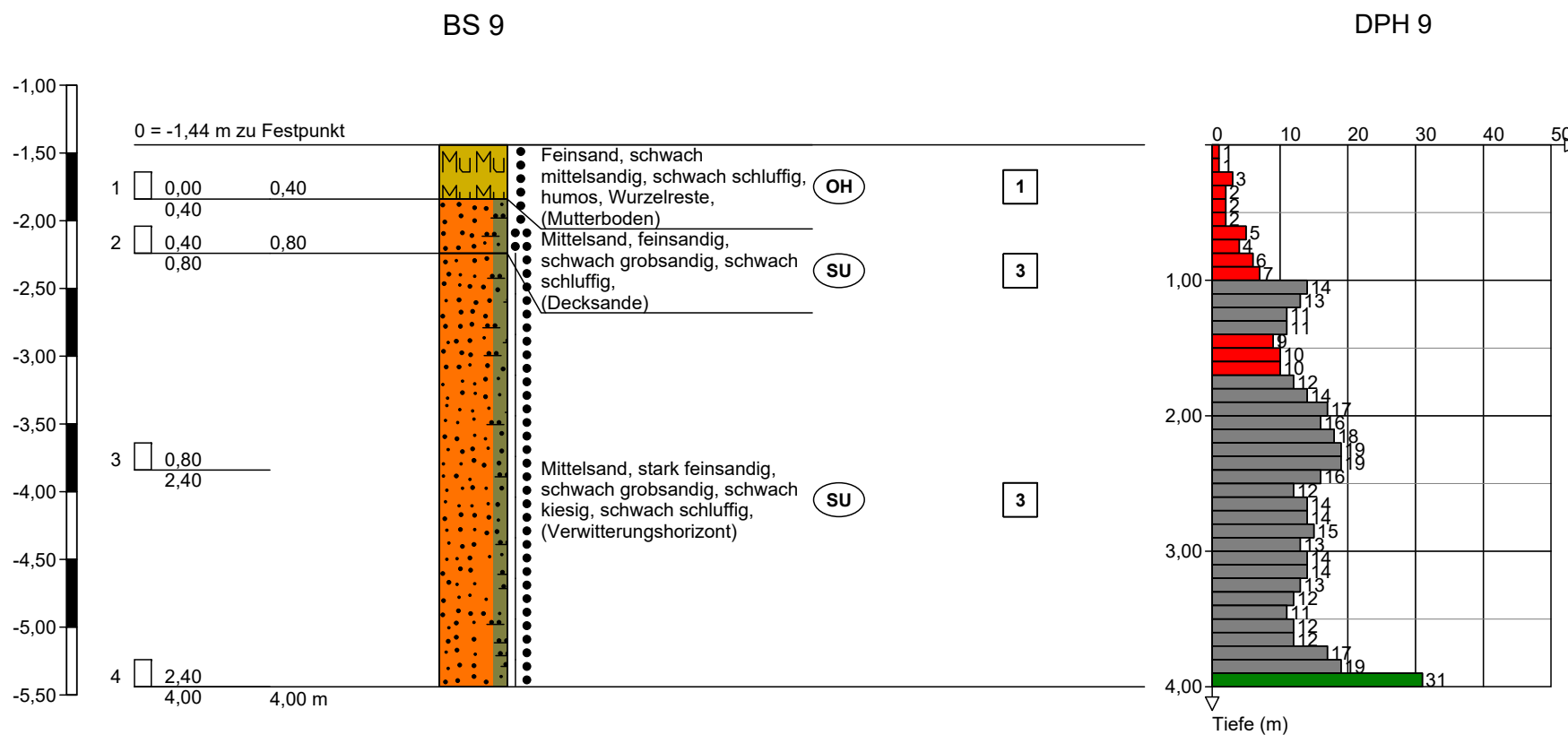


Höhenmaßstab 1:50

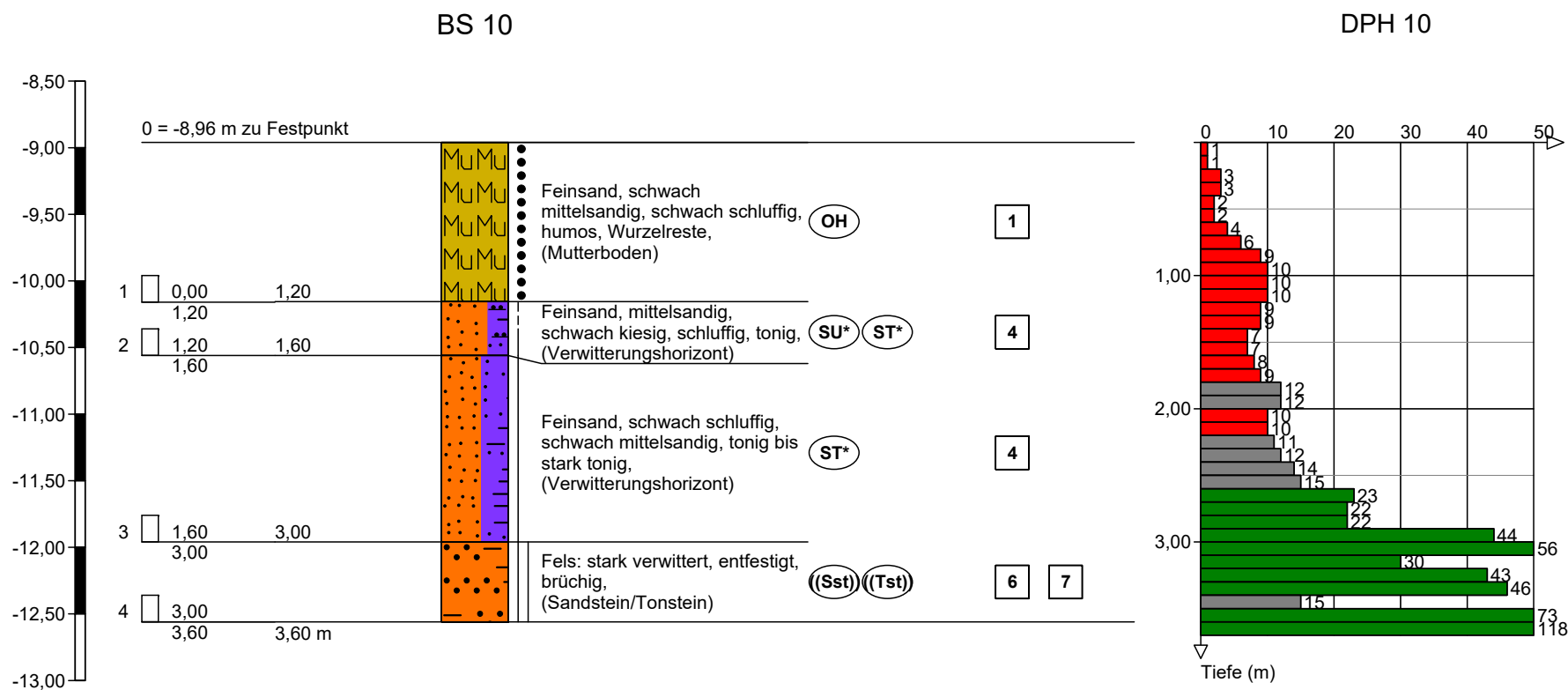
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



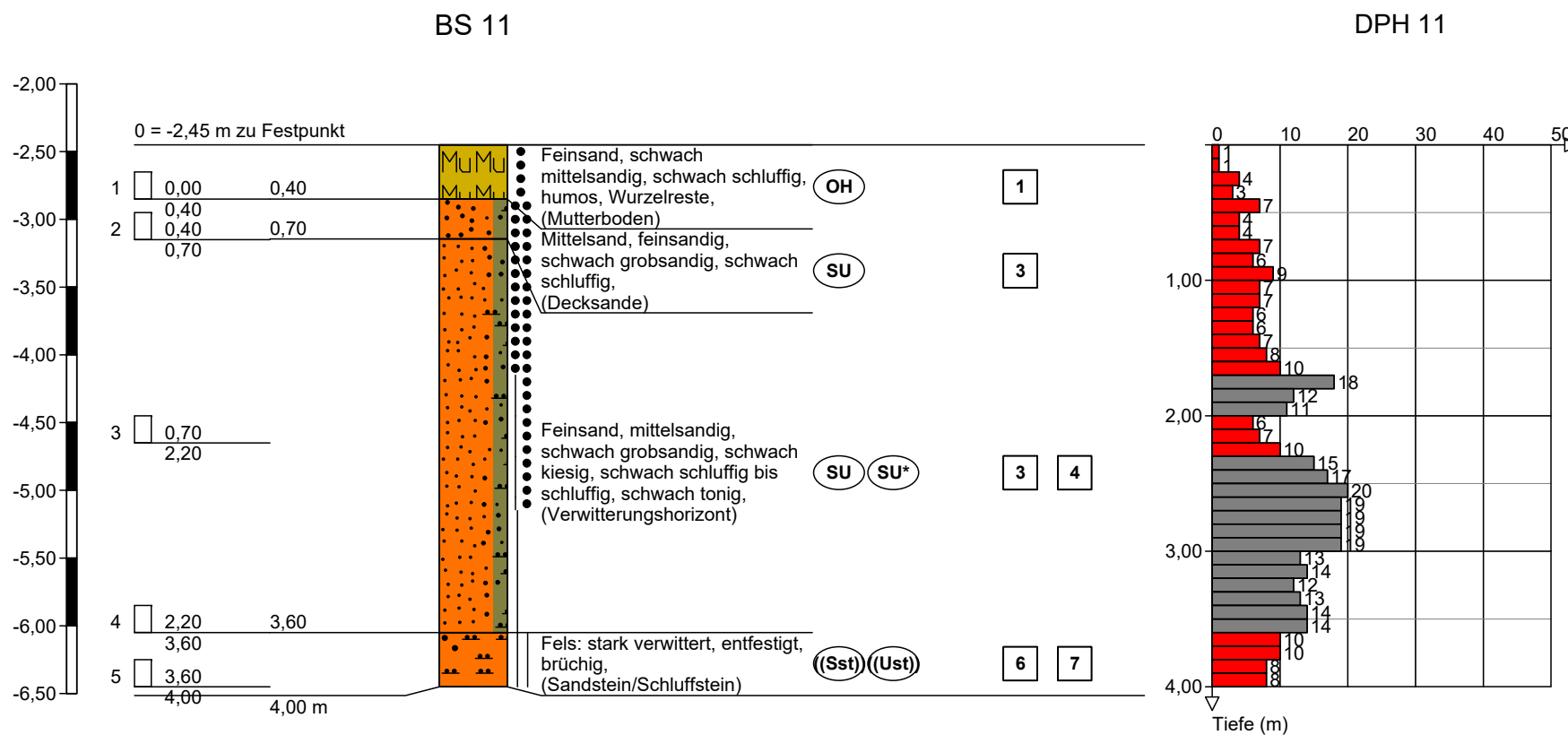
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



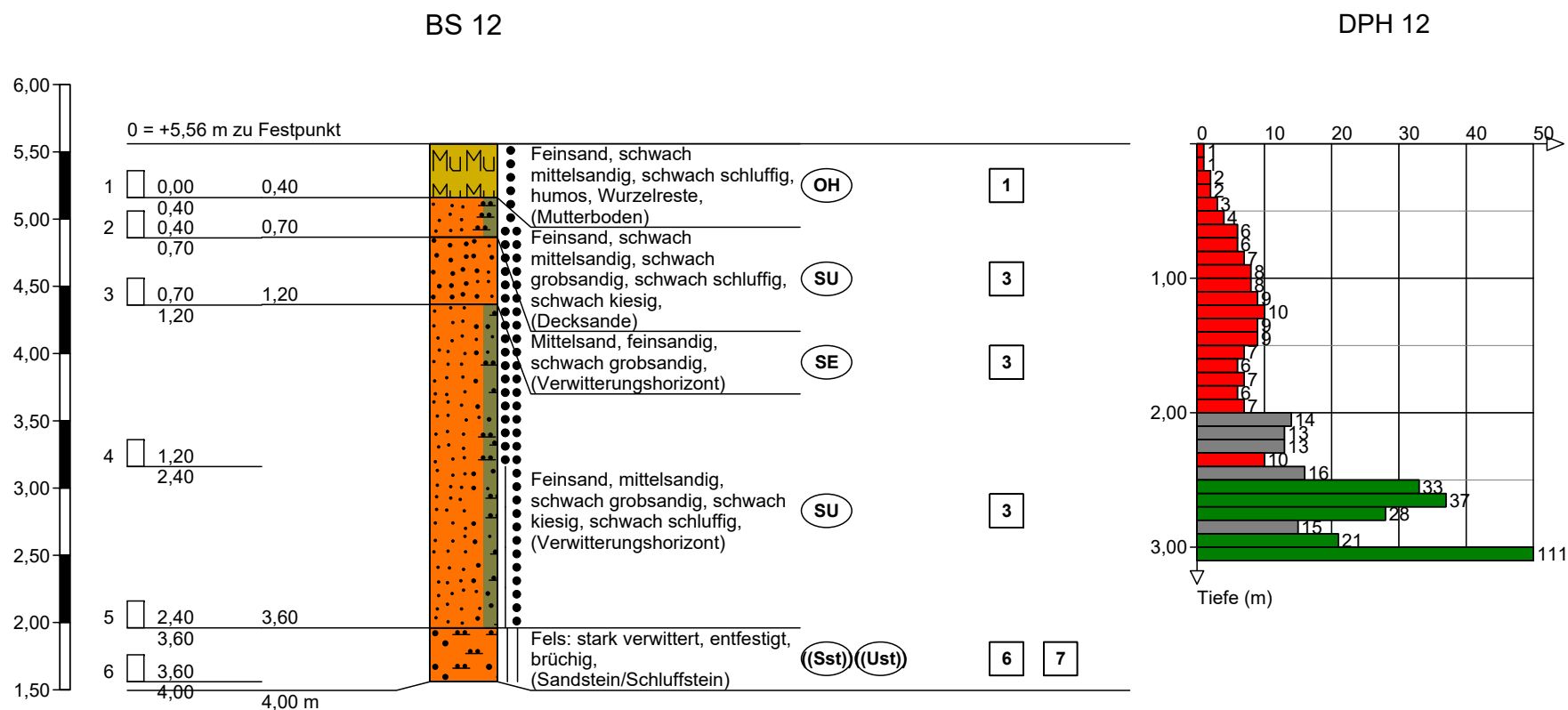
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

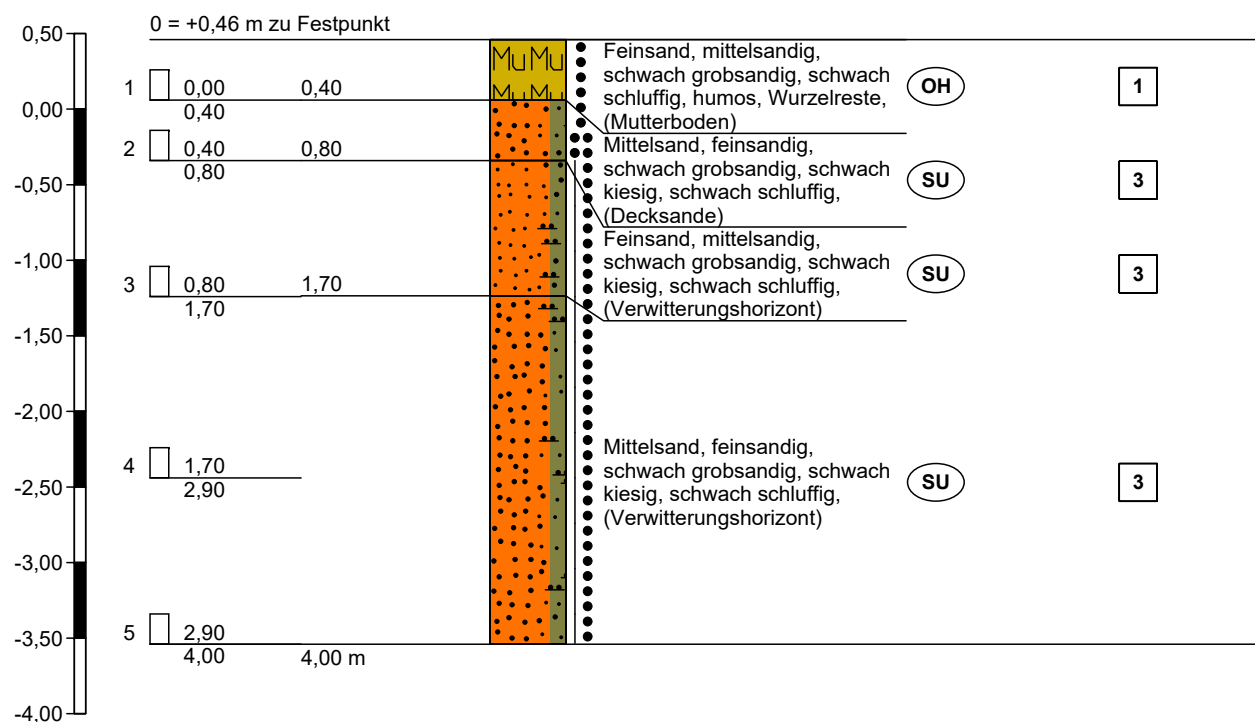


Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

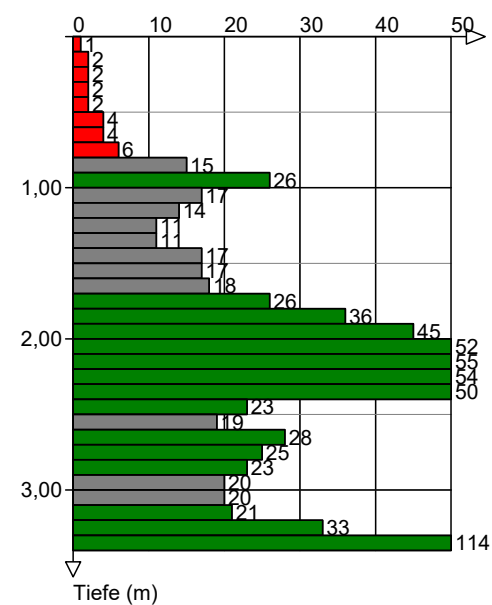


Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 14

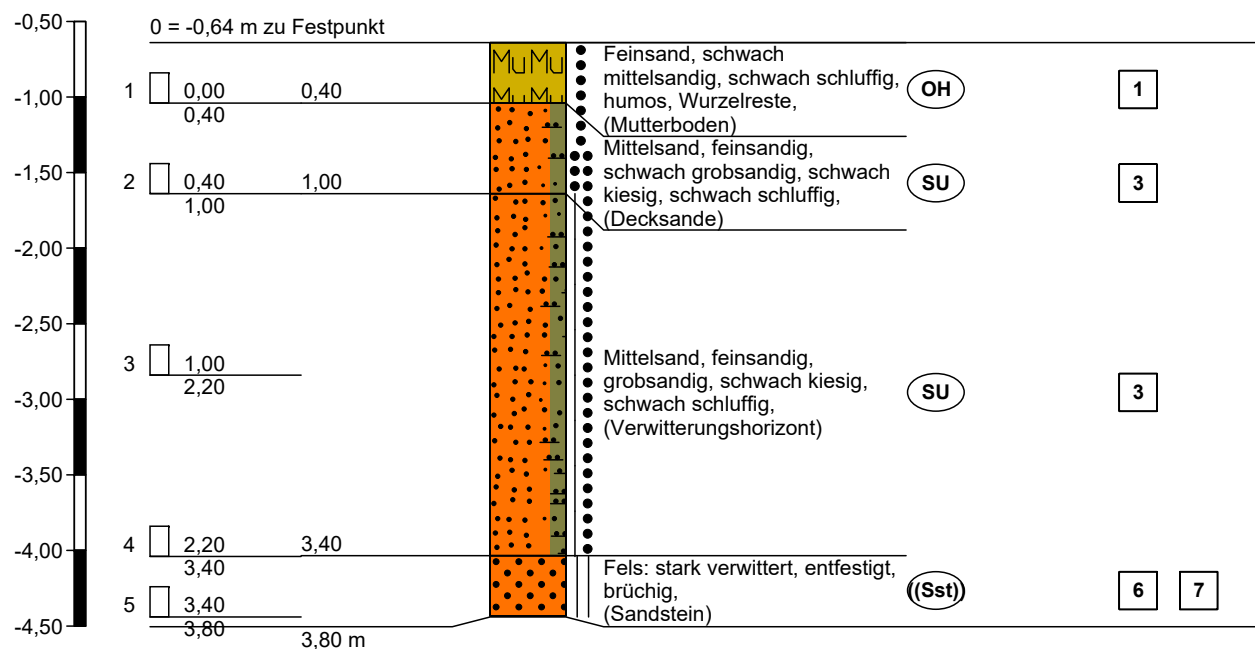


DPH 14

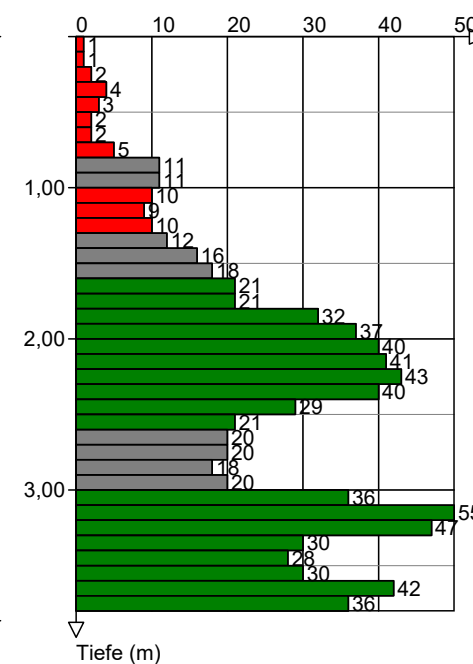


Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

BS 15



DPH 15





PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 6.0

Bodenphysikalische Laborergebnisse

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofendrocknung nach DIN 18121, Teil 1



Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Bauvorhaben: Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungs-Nr.: 230650

Entnahmestelle: s. Probenbezeichnung

Tiefe: s. Probenbezeichnung

Bodenart: Auffüllung/geog. Boden

Art der Entnahme: Bohrung

Entnahme durch: MT/TF

Datum des Versuchs: 04.08.-05.08.2023

Entnahme der Probe: 30.08 - 31.08.2023

ausgeführt durch: SB

Anlage: 6.0

Bezeichnung der Probe:	BS 1 0,4-1,6	BS 3 0,4-1,6	BS 4 0,4-1,2	BS 5 0,4-2,0	BS 6 0,4-2,0	BS 7 0,4-1,5	BS 11 0,7-2,2	BS 15 0,4-1,0
Behälter-Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8
Feuchte Probe+Behälter $m+m_B$ [g]	337,5	3535,9	924,5	416,0	490,8	292,4	393,2	2386,2
Trockene Probe+Behälter m_d+m_B [g]	317,8	3269,3	841,7	389,5	451,8	251,2	361,3	2208,6
Behälter m_B [g]	105,0	105,1	105,0	105,0	105,0	105,1	105,0	105,0
Wasser $(m+m_B)-(m_d+m_B)=m_W$ [g]	19,7	266,6	82,8	26,5	39,0	41,2	31,9	177,6
Trockene Probe m_d [g]	212,8	3164,2	736,7	284,5	346,8	146,1	256,3	2103,6
Wassergehalt $w=m_W/m_d$	0,09	0,08	0,11	0,09	0,11	0,28	0,12	0,08

Körnungslinie

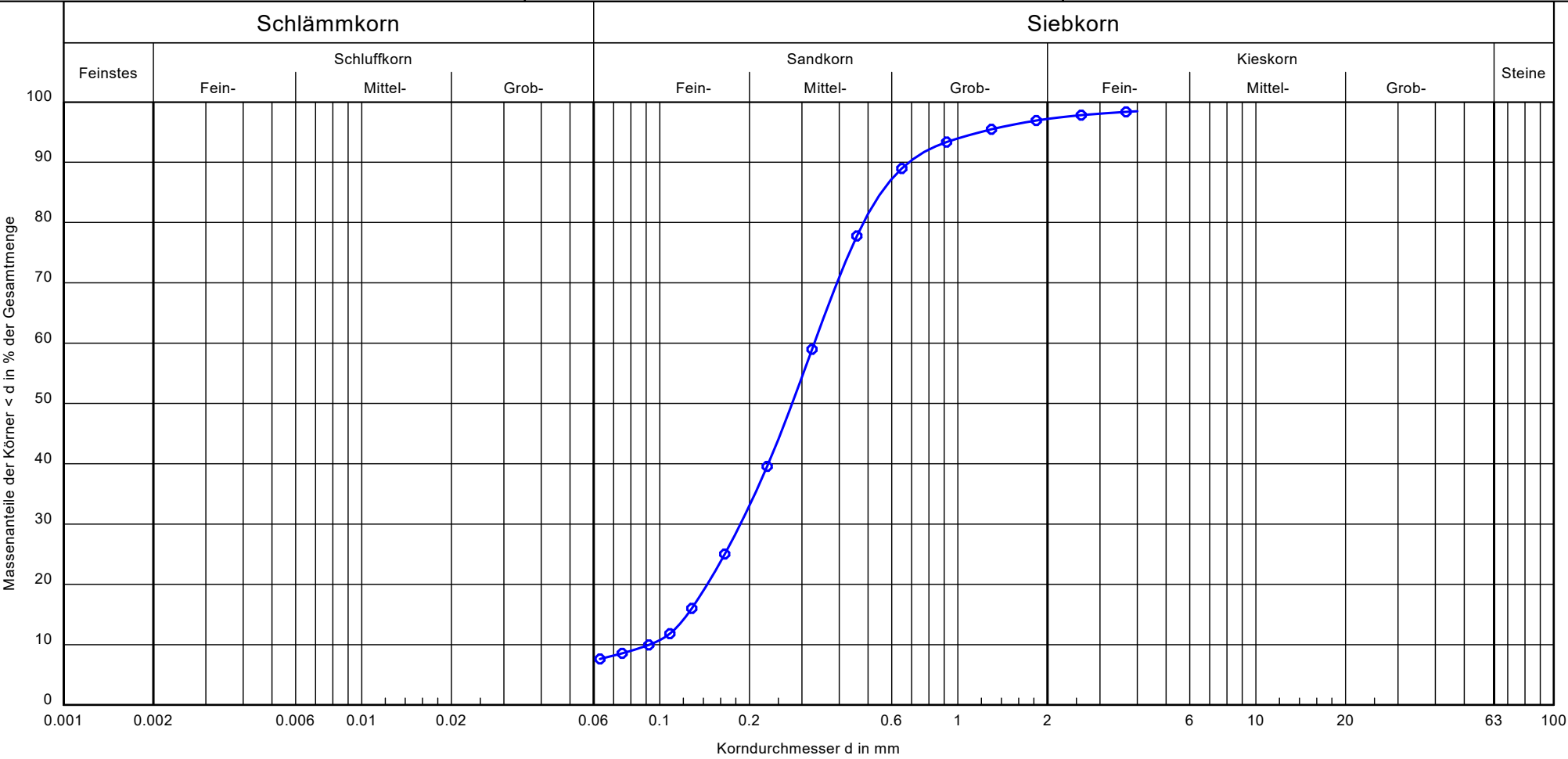
Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	BS 1 0,40-1,60	Bemerkungen:	Bericht: 230650 Anlage: 6.1
Bodenart:	mS, fs, u', gs'		
Tiefe:	0,40 m bis 1,60 m		
k [m/s] (Beyer):	7.7 · 10 ⁻⁵		
Entnahmestelle:	BS 1		
U/Cc	3.6/1.1		

Körnungslinie

Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bearbeiter: SB

Datum: 07.08.2023

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung

Bezeichnung: BS 1 0,40-1,60
Bodenart: mS, fs, u', gs'
Tiefe: 0,40 m bis 1,60 m
k [m/s] (Beyer): 7.66E-5
Entnahmestelle: BS 1
U/Cc 3.6/1.1
d10/d30/d60 [mm]: 0.092 / 0.186 / 0.330
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 212.80

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	3.30	1.55	98.4
2.0	1.90	0.89	97.6
1.0	6.70	3.16	94.4
0.5	12.60	5.93	88.5
0.25	101.90	48.00	40.5
0.125	56.20	26.47	14.0
0.1	8.20	3.86	10.1
0.063	5.30	2.50	7.6
Schale	16.20	7.63	-
Summe	212.30		
Siebverlust	0.50		

Körnungslinie

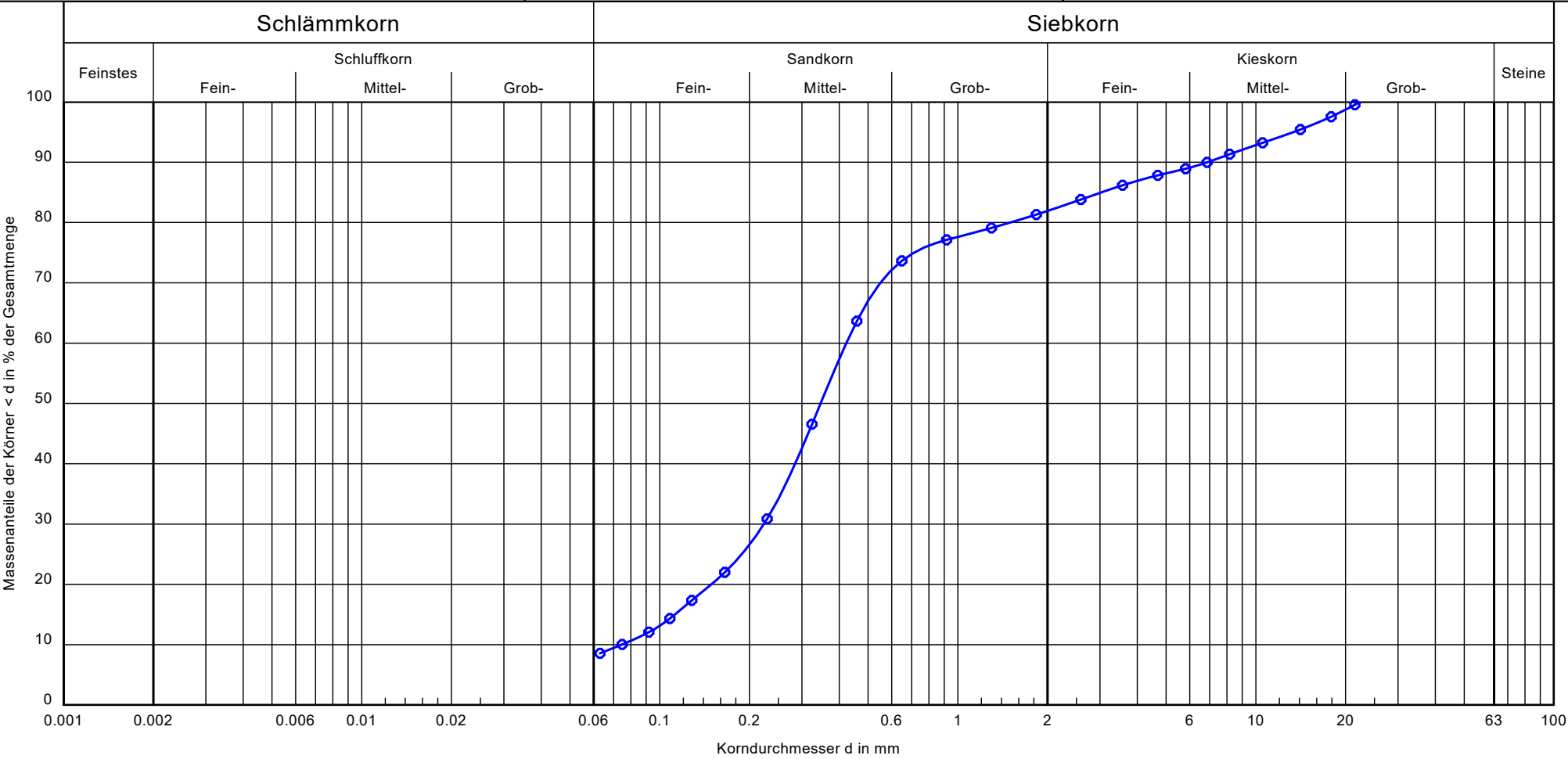
Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	BS 3 0,40-1,60	Bemerkungen:	Bericht: 230650 Anlage: 6.2
Bodenart:	mS, fs, u', gs', g		
Tiefe:	0,40 m bis 1,60 m		
k [m/s] (Beyer):	4.4 · 10 ⁻⁵		
Entnahmestelle:	BS 3		
U/Cc	5.7/1.6		

Körnungslinie

Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bearbeiter: SB

Datum: 07.08.2023

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung

Bezeichnung: BS 3 0,40-1,60
Bodenart: mS, fs, u', gs', g
Tiefe: 0,40 m bis 1,60 m
k [m/s] (Beyer): 4.43E-5
Entnahmestelle: BS 3
U/Cc 5.7/1.6
d10/d30/d60 [mm]: 0.074 / 0.223 / 0.423
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 3164.20

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
22.4	0.00	0.00	100.0
16.0	122.60	3.88	96.1
8.0	152.60	4.82	91.3
6.3	69.30	2.19	89.1
4.0	57.70	1.82	87.3
2.0	176.90	5.59	81.7
1.0	133.30	4.21	77.5
0.5	108.20	3.42	74.1
0.25	1443.20	45.63	28.4
0.125	353.50	11.18	17.2
0.1	151.50	4.79	12.5
0.063	122.60	3.88	8.6
Schale	271.30	8.58	-
Summe	3162.70		
Siebverlust	1.50		

Körnungslinie

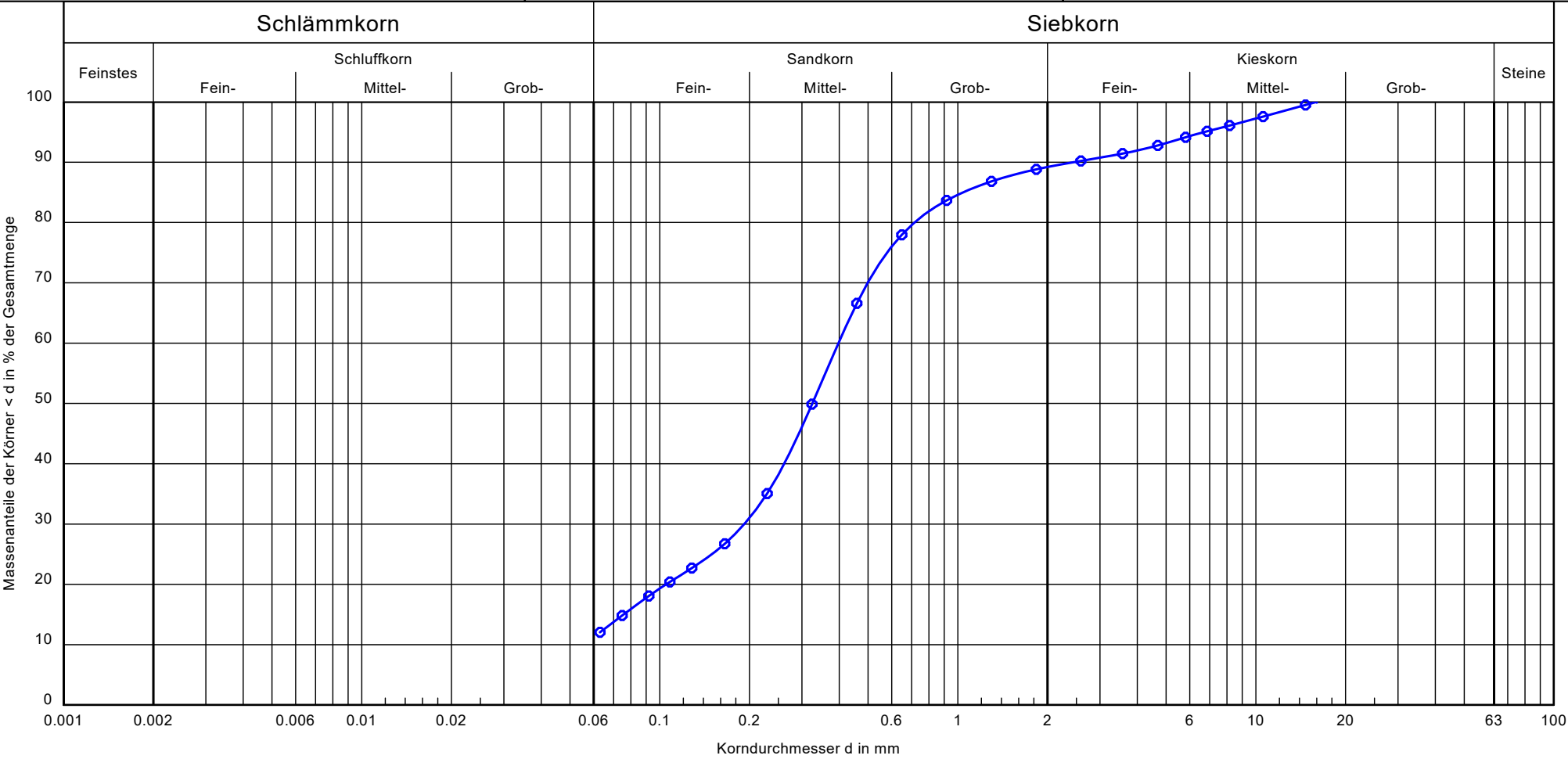
Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	BS 15 0,40-1,00	Bemerkungen:	Bericht: 230650 Anlage: 6.3
Bodenart:	mS, fs, u', gs', g'		
Tiefe:	0,40 m bis 1,00 m		
k [m/s] (Beyer):	-		
Entnahmestelle:	BS 15		
U/Cc	-/-		

Körnungslinie

Neubau des Solarparks „Solarpark Heuberg“
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bearbeiter: SB

Datum: 07.08.2023

Prüfungsnummer: 230650

Probe entnommen am: 30.08.2023

Art der Entnahme: Bohrung

Arbeitsweise: Siebung

Bezeichnung: BS 15 0,40-1,00
Bodenart: mS, fs, u', gs', g'
Tiefe: 0,40 m bis 1,00 m
k [m/s] (Beyer): -
Entnahmestelle: BS 15
U/Cc -/-
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.192 / 0.398
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 2103.60

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
16.0	0.00	0.00	100.0
8.0	86.30	4.11	95.9
6.3	23.90	1.14	94.8
4.0	67.10	3.20	91.6
2.0	43.10	2.05	89.5
1.0	81.50	3.88	85.6
0.5	211.00	10.05	75.6
0.25	897.10	42.73	32.8
0.125	225.40	10.74	22.1
0.1	52.70	2.51	19.6
0.063	158.30	7.54	12.1
Schale	253.00	12.05	-
Summe	2099.40		
Siebverlust	4.20		

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neubau des Solarparks "Solarpark Heuberg"

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bearbeiter: SB

Datum: 07.-08.08.2023

Prüfungsnummer: 230650

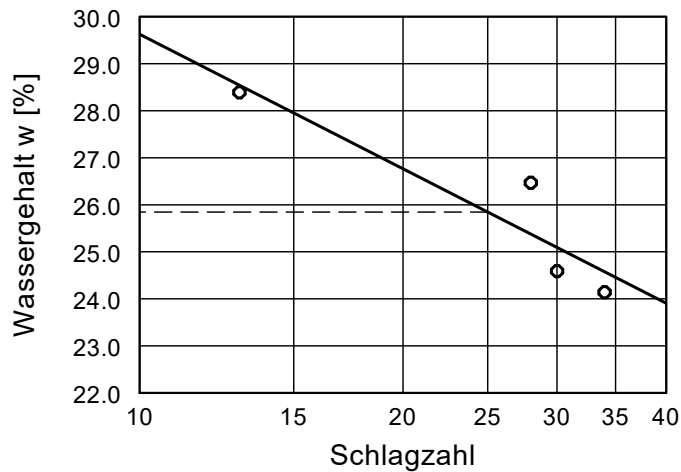
Entnahmestelle: BS 5

Tiefe: 0,40 - 2,00

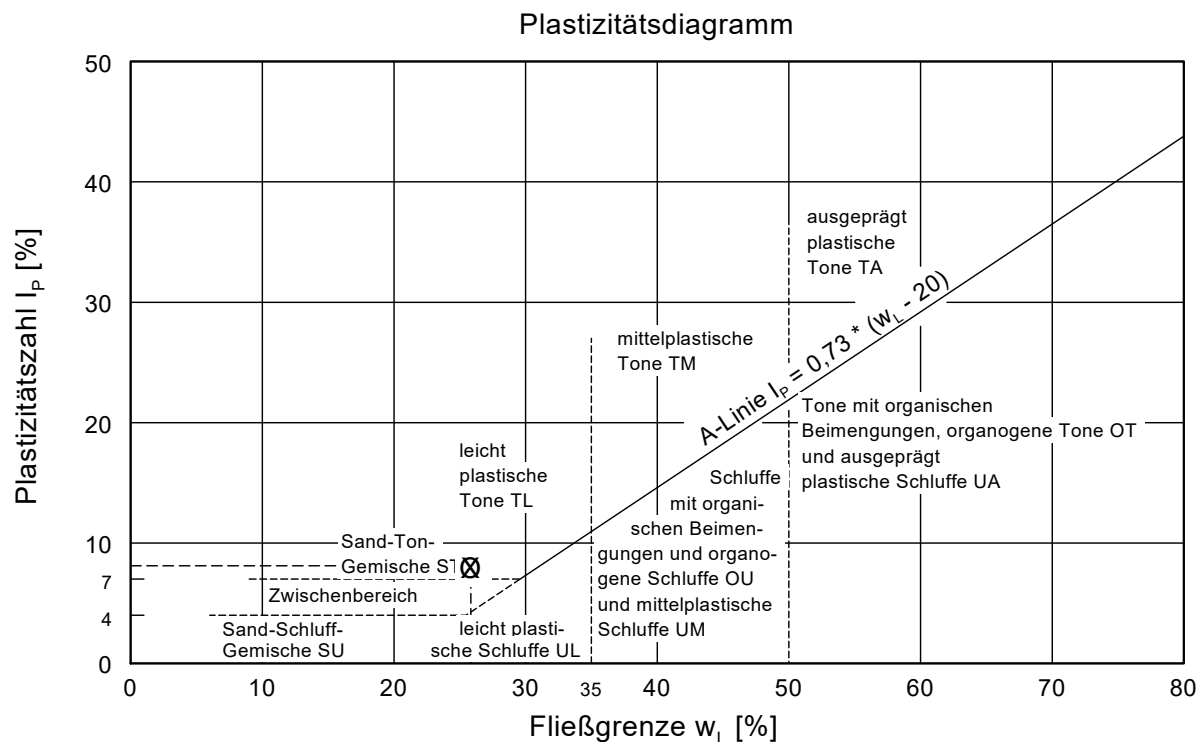
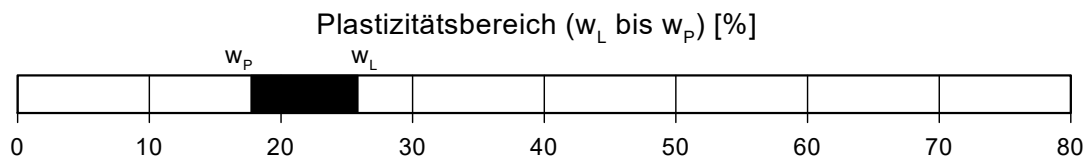
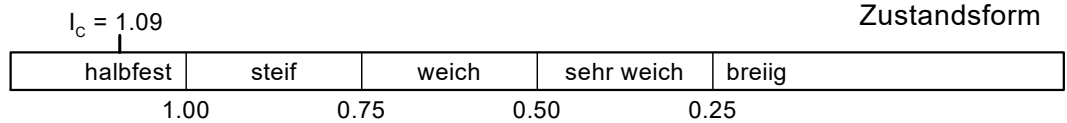
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Bodenart: fS, ms, gs', g', u, t

Probe entnommen am: 31.08.2023



Wassergehalt $w = 9.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 25.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 8.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.09$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 44.9 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 17.0%



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neubau des Solarparks "Solarpark Heuberg"

D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Bearbeiter: SB

Datum: 07.-08.08.2023

Prüfungsnummer: 230650

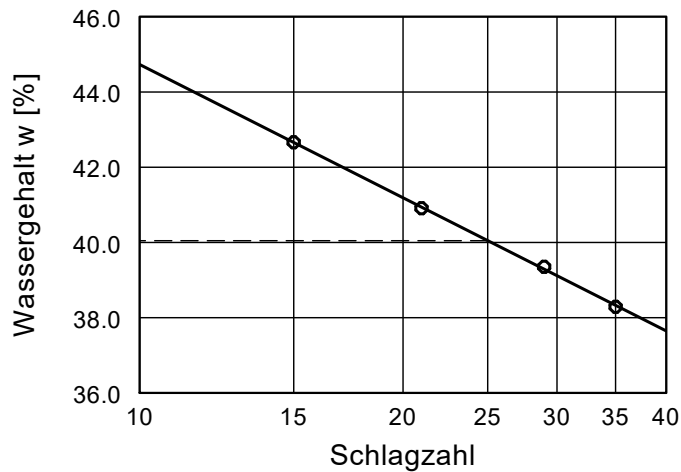
Entnahmestelle: BS 7

Tiefe: 0,40 - 1,50

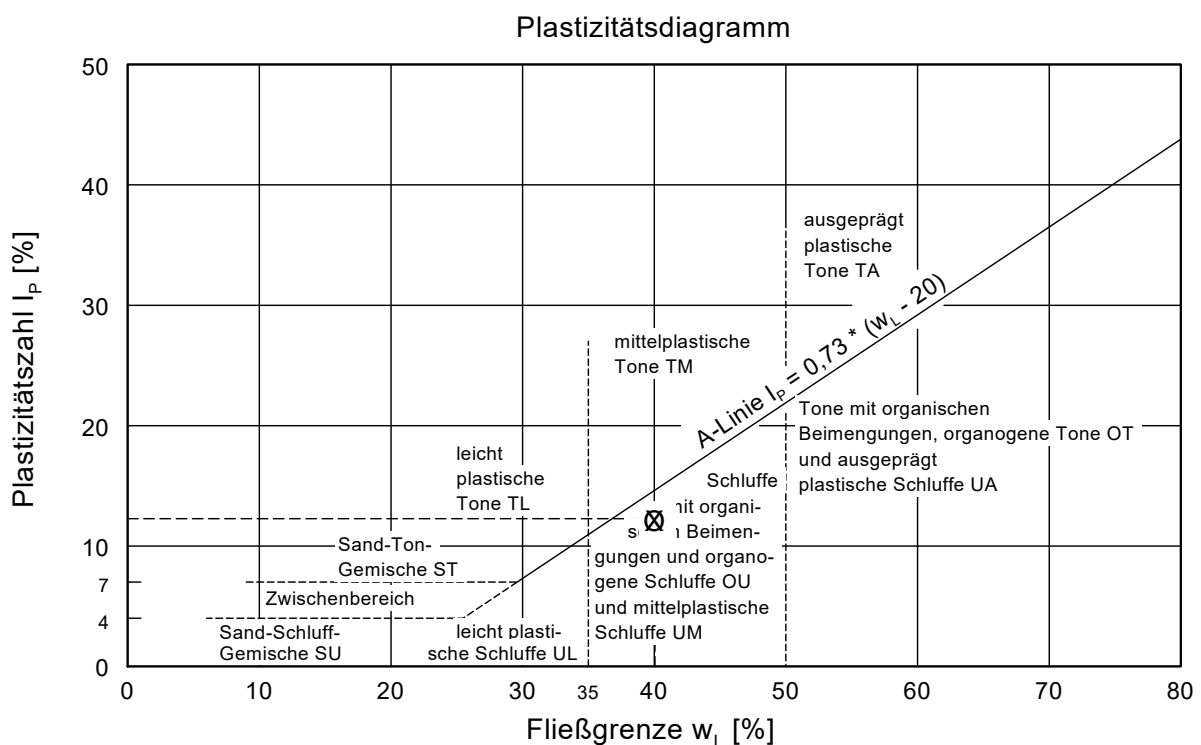
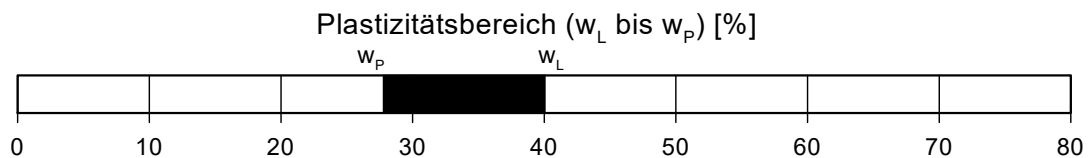
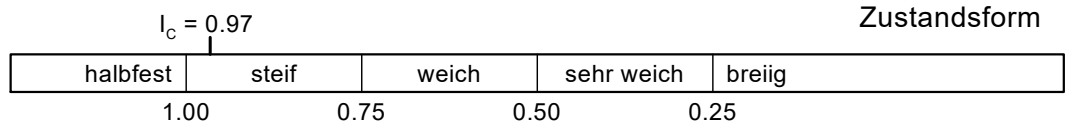
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Bodenart: U, t, fs'

Probe entnommen am: 30.08.2023



Wassergehalt $w = 28.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 40.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 27.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 12.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.97$





PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 7.0

Laborergebnisse der Analytik
auf Stahl- und Betonaggressivität

AGROLAB Agrar&Umwelt Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

PORADA GEOCONSULT GMBH & CO.KG
Auf dem Klingenberg 4a
21698 Harsefeld

Datum 19.09.2023
Kundennr. 27059902

PRÜFBERICHT

Auftrag **2303687** Projekt: BV:Wartenberg-Rohrbach, AZ: 230650
Analysennr. **183731** Mineralisch/Anorganisches Material
Probeneingang **07.09.2023**
Probenahme **06.09.2023**
Probenehmer **Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

pH-Wert (H ₂ O)	u)	°	5,60	0,1	DIN EN 12176:1998-06(PL)
Trockensubstanz	u)	%	91,2	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03(PL)
Säuregrad n. Baumann-Gully	u) *)	ml/kg	100	0,1	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug	u) *)	mg/kg	156	100	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug	u) *)	mmol/kg	2	1	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfid leicht freisetzbar	u) *)	mg/kg	<4,0	4	DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.)(PL)
Chlorid (Cl)	u) *)	mg/kg	34	10	DIN 4030-2 : 2008-06(PL)
Bodenart	u) *)	°	Sand	0	VDLUF A I, D 2.1 : 1997(PL)
pH-Wert (CaCl ₂)	u)	°	4,4	0,1	DIN ISO 10390 : 2005-12(PL)
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	u)	%	<0,2 (NWG)	0,4	DIN EN 15936 : 2012-11(PL)
Sulfid, gesamt	u) *)	mg/kg	<0,10	0,1	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03(PL)

Eluat

Eluatherstellung	u)	°	+		DIN 38414-4 (S 4) (mod.)(PL)
Neutralsalze	mmol/kg	°	0,732	0,02	Berechnung
Chlorid (Cl)	u)	mg/l	0,80	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)
Sulfat (SO ₄)	u)	mg/l	7,7	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)
Basekapazität pH 7,0	u)	mmol/kg	<0,400	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)
Säurekapazität pH 4,3	u)	mmol/kg	<0,400	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.

Datum 19.09.2023
Kundennr. 27059902

PRÜFBERICHT

Auftrag **2303687** Projekt: BV:Wartenberg-Rohrbach, AZ: 230650
Analysennr. **183731** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

Untersuchung durch

(PL) AWV-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.); DIN 4030 (mod.); DIN 4030-2 : 2008-06; DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03; VDLUFA I, D 2.1 : 1997

(PL) AWV-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14087-01-00 DAkkS

Methoden

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07; DIN EN 12176:1998-06; DIN EN 14346 : 2007-03; DIN EN 15936 : 2012-11; DIN ISO 10390 : 2005-12; DIN 38409-7 : 2005-12; DIN 38414-4 (S 4) (mod.)

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 07.09.2023

Ende der Prüfungen: 19.09.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

L. Gorski

AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581
Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "N" gekennzeichnet.



AGROLAB Agrar&Umwelt Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

PORADA GEOCONSULT GMBH & CO.KG
Auf dem Klingenberg 4a
21698 HarsefeldDatum 19.09.2023
Kundennr. 27059902

PRÜFBERICHT

Auftrag 2303687 Projekt: BV:Wartenberg-Rohrbach, AZ: 230650
 Analysennr. 183732 Mineralisch/Anorganisches Material
 Probeneingang 07.09.2023
 Probenahme 06.09.2023
 Probenehmer Auftraggeber
 Kunden-Probenbezeichnung MP 2

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
--	---------	----------	-----------	---------

Feststoff

pH-Wert (H ₂ O)	u)	°	5,66	0,1	DIN EN 12176:1998-06(PL)
Trockensubstanz	u)	%	89,9	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03(PL)
Säuregrad n. Baumann-Gully	u) *)	ml/kg	140	0,1	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug	u) *)	mg/kg	<100	100	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug	u) *)	mmol/kg	<1 x)	1	DIN 4030 (mod.)(PL)
Sulfid leicht freisetzbar	u) *)	mg/kg	<4,0	4	DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.)(PL)
Chlorid (Cl)	u) *)	mg/kg	<10	10	DIN 4030-2 : 2008-06(PL)
Bodenart	u) *)		stark lehmiger Sand	0	VDLUF A I, D 2.1 : 1997(PL)
pH-Wert (CaCl ₂)	u)	°	4,3	0,1	DIN ISO 10390 : 2005-12(PL)
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	u)	%	<0,2 (NWG)	0,4	DIN EN 15936 : 2012-11(PL)
Sulfid, gesamt	u) *)	mg/kg	0,25	0,1	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03(PL)

Eluat

Eluatherstellung	u)		+		DIN 38414-4 (S 4) (mod.)(PL)
Neutralsalze	mmol/kg	°	1,29	0,02	Berechnung
Chlorid (Cl)	u)	mg/l	1,1	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)
Sulfat (SO ₄)	u)	mg/l	14	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)
Basekapazität pH 7,0	u)	mmol/kg	<0,400	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)
Säurekapazität pH 4,3	u)	mmol/kg	1,32	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.

Datum 19.09.2023
Kundennr. 27059902

PRÜFBERICHT

Auftrag **2303687** Projekt: BV:Wartenberg-Rohrbach, AZ: 230650
Analysennr. **183732** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Untersuchung durch

(PL) AWV-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.); DIN 4030 (mod.); DIN 4030-2 : 2008-06; DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03; VDLUFA I, D 2.1 : 1997

(PL) AWV-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14087-01-00 DAkkS

Methoden

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07; DIN EN 12176:1998-06; DIN EN 14346 : 2007-03; DIN EN 15936 : 2012-11; DIN ISO 10390 : 2005-12; DIN 38409-7 : 2005-12; DIN 38414-4 (S 4) (mod.)

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 07.09.2023

Ende der Prüfungen: 19.09.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

L. Gorski

AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-581
Service Team Umwelt 1, Email: umwelt1.kiel@agrolab.de

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "N" gekennzeichnet.

Parameter	Einheit	BG	Methode		
pH-Wert (H ₂ O)		0,1	DIN EN 12176:1998-06	5,6	5,66
Trockensubstanz	%	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03	91,2	89,9
Säuregrad n. Baumann-Gully	ml/kg	0,1	DIN 4030 (mod.)	100	140
Sulfat aus salzsauren Auszug	mg/kg	100	DIN 4030 (mod.)	156	<100
Sulfat aus salzsauren Auszug	mmol/kg	1	DIN 4030 (mod.)	2	<1
Sulfid leicht freisetzbar	mg/kg	4	DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.)	<4,0	<4,0
Chlorid (Cl)	mg/kg	10	DIN 4030-2 : 2008-06	34	<10
Bodenart		0	VDLUFA I, D 2.1 : 1997	Sand	stark lehmiger Sand
pH-Wert (CaCl ₂)		0,1	DIN ISO 10390 : 2005-12	4,4	4,3
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,4	DIN EN 15936 : 2012-11	<0,2 (NWG)	<0,2 (NWG)
Sulfid, gesamt	mg/kg	0,1	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03	<0,10	0,25
Eluatherstellung			DIN 38414-4 (S 4) (mod.)	+	+
Neutralsalze	mmol/kg	0,02	Berechnung	0,732	1,29
Chlorid (Cl)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07	0,8	1,1
Sulfat (SO ₄)	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07	7,7	14
Säurekapazität pH 4,3	mmol/kg	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12	<0,400	1,32
Basekapazität pH 7,0	mmol/kg	0,4	DIN 38409-7 : 2005-12	<0,400	<0,400



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 8.0

Spezifischer Erdwiderstand

Spezifischer Erdwiderstand

Bauvorhaben: Neubau eines Solarparks "Solarpark Heuberg"
D-67681 Wartenberg-Rohrbach

Datum: 31.08.2023



Auf dem Klingenberg 4a | 21698 Harsefeld
T: +49 (0)4164 6767 | F: +49 (0)4164 6768
Online: www.Porada-GeoConsult.de
e-Mail: info@Porada-GeoConsult.de

Wartenberg-Rohrbach

Messreihe	Abstand	Rc [kΩ]	Rp [kΩ]	ρ earth [Ωm]
1	5 m	2,4	2,6	400
2	5 m	2,2	2,0	432
3	5 m	2,9	2,5	256
4	5 m	2,2	2,2	261



PORADA GEOCONSULT

GMBH & CO. KG

Anlage 9.0

Versickerungsmöglichkeit
„WELL PERMEAMETER METHOD“

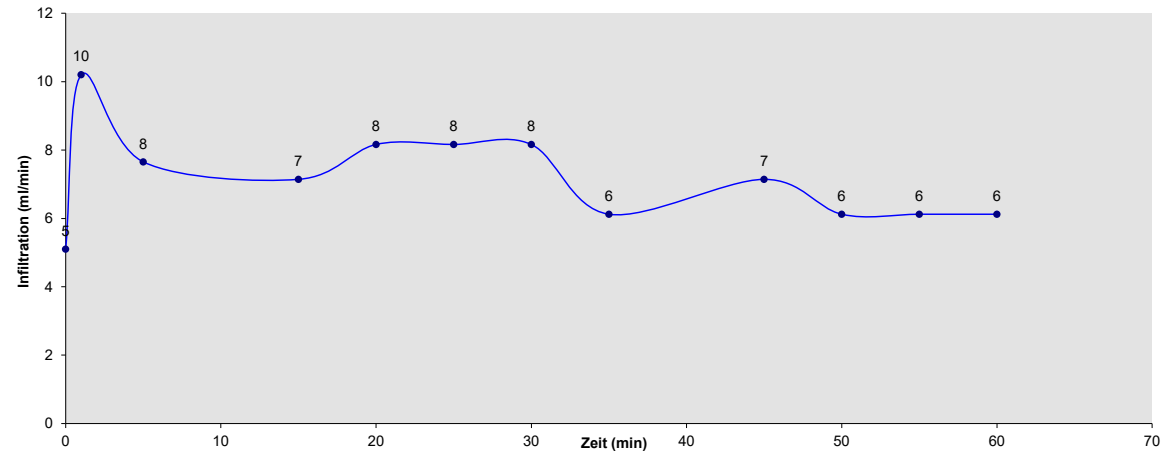
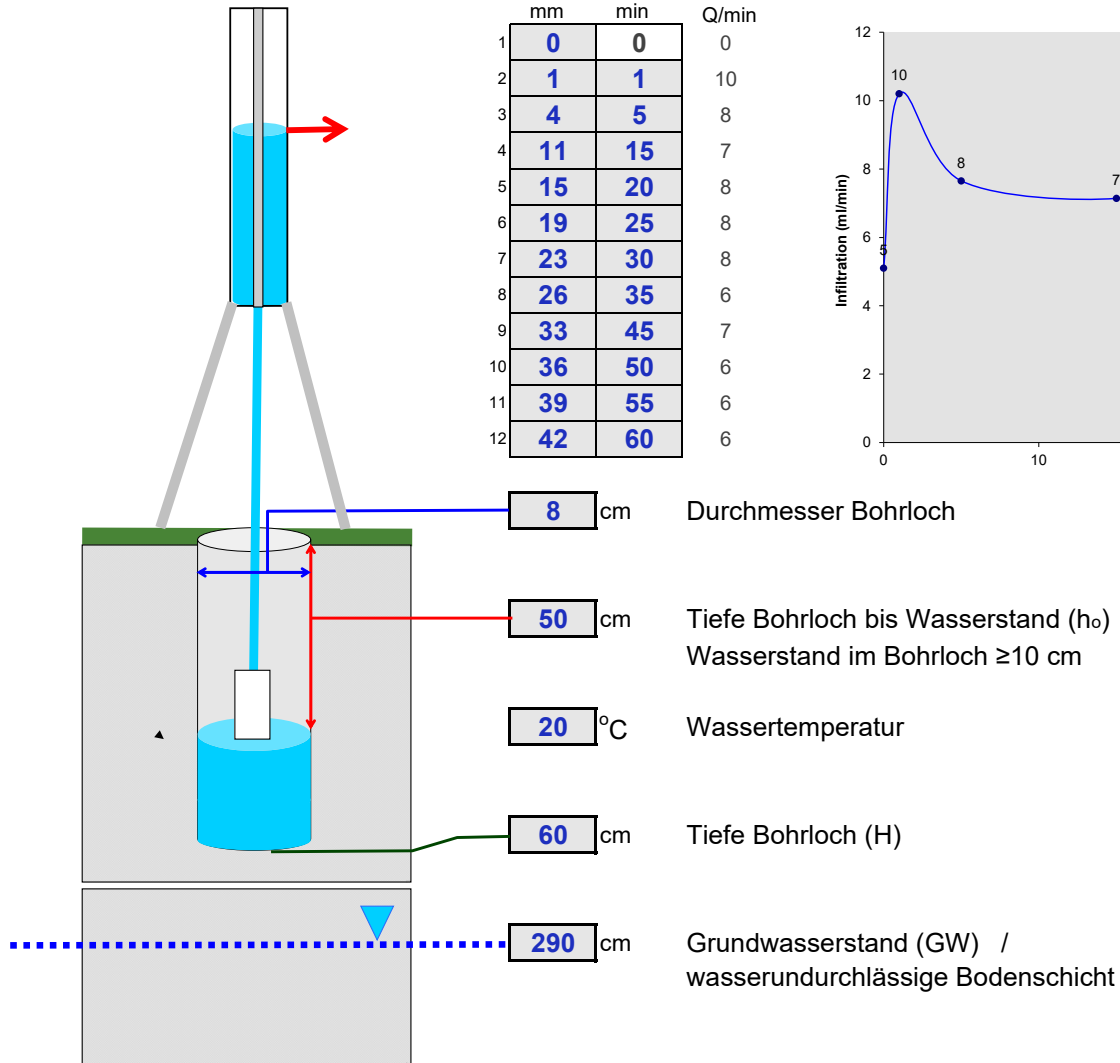
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert **Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD**

Projekt: **Wartenberg-Rohrbach**

Test: **V1/BS 3**

Datum: **29.08.2023**

Bearbeiter: **MT/JPf**



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,10 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	6,1 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	230 cm	
Viskosität "V"	1,0	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2} \quad [\text{m/s}] \quad \text{WAHR } 1,05\text{E-6}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)} \quad [\text{m/s}] \quad \text{FALSCH } 1,82\text{E-7}$$

$k_{f(20)}$ -Wert:

1,1 * 10⁻⁶ m/s

0,09 m/Tag

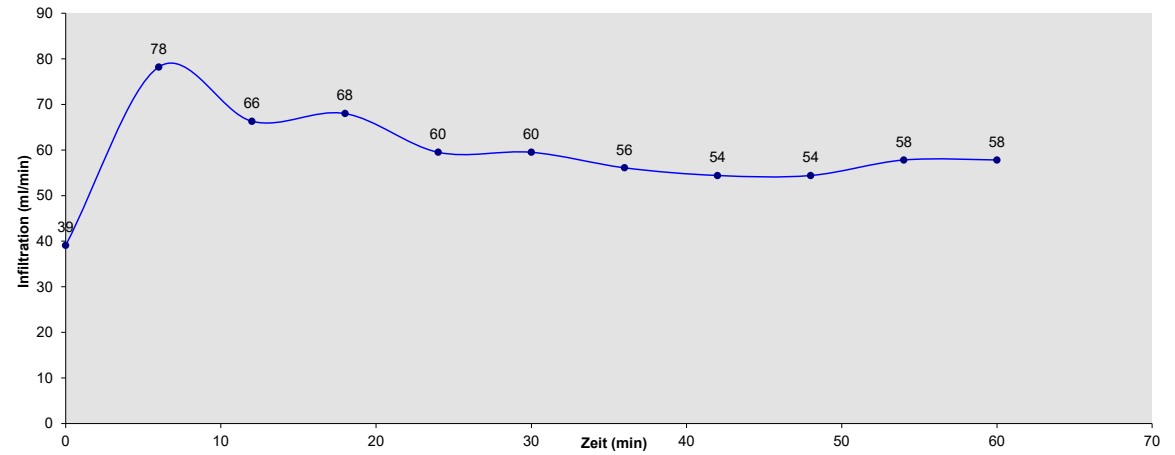
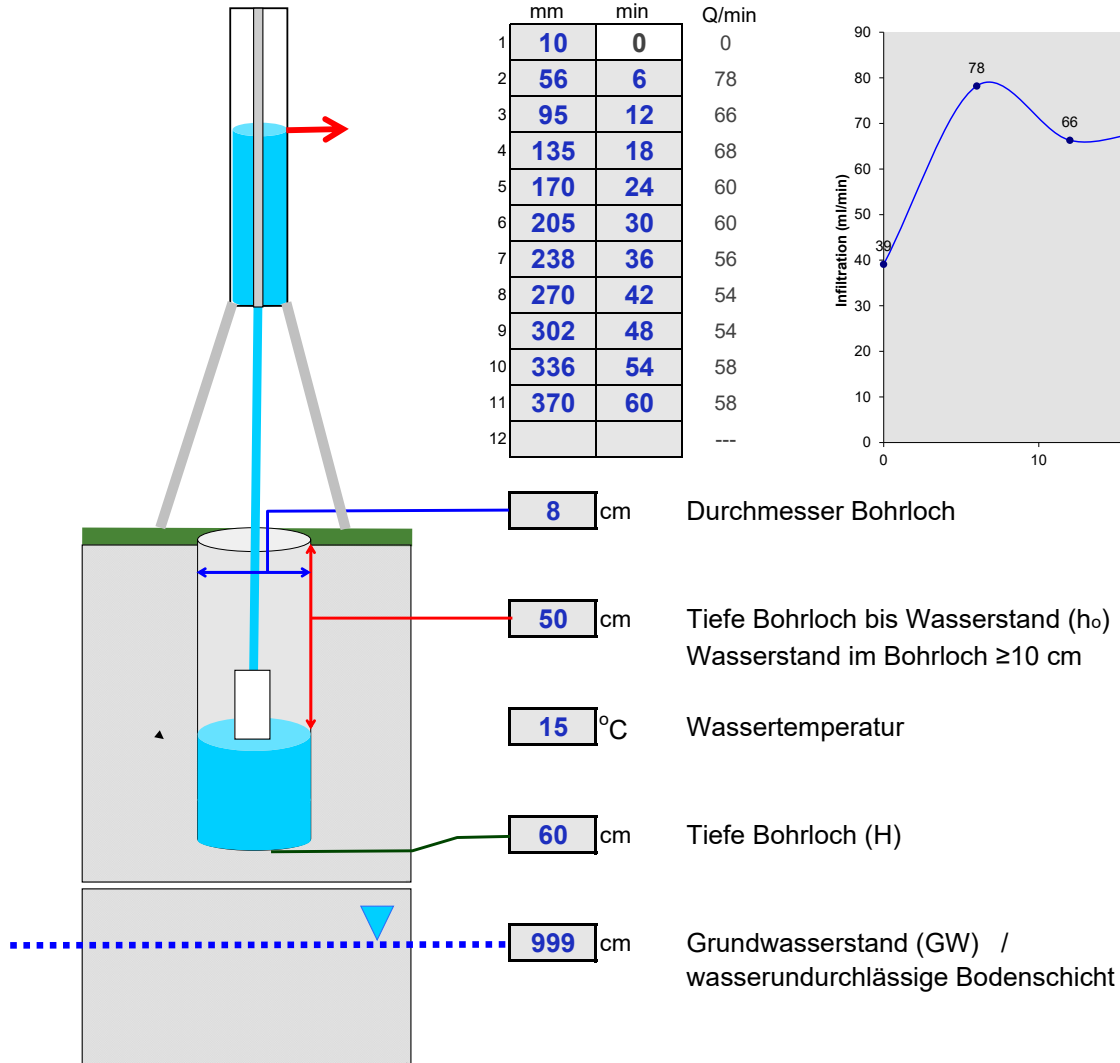
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: **Wartenberg-Rohrbach**

Test: **V2/BS 9**

Datum: **29.08.2023**

Bearbeiter: **MT/JPf**



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,96 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	57,8 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	939 cm	
Viskosität "V"	1,1	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

wenn $S \geq 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2} \quad [\text{m/s}]$ WAHR 1,12E-5

wenn $S < 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)} \quad [\text{m/s}]$ FALSCH 5,01E-7

$k_{f(20)}$ -Wert: **1,1 * 10⁻⁵ m/s**
0,97 m/Tag

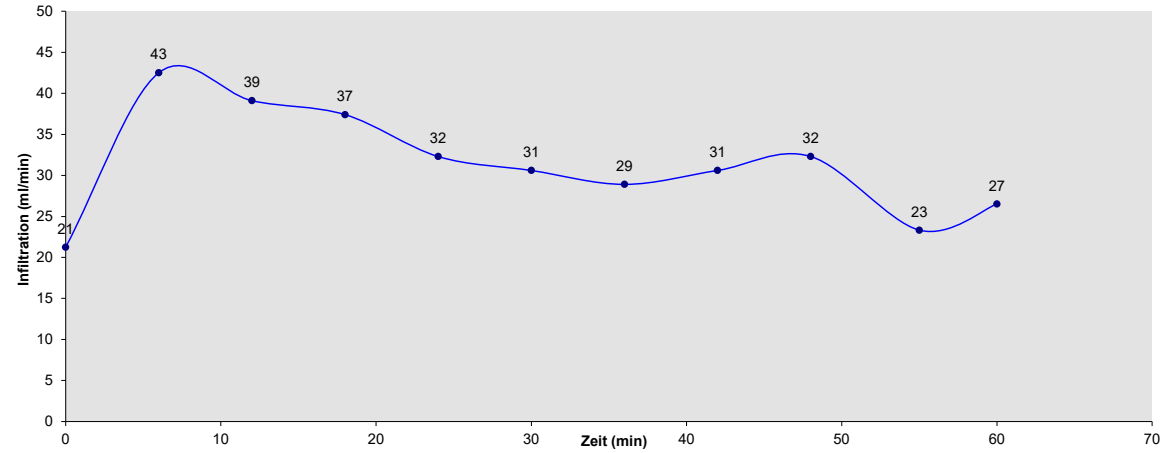
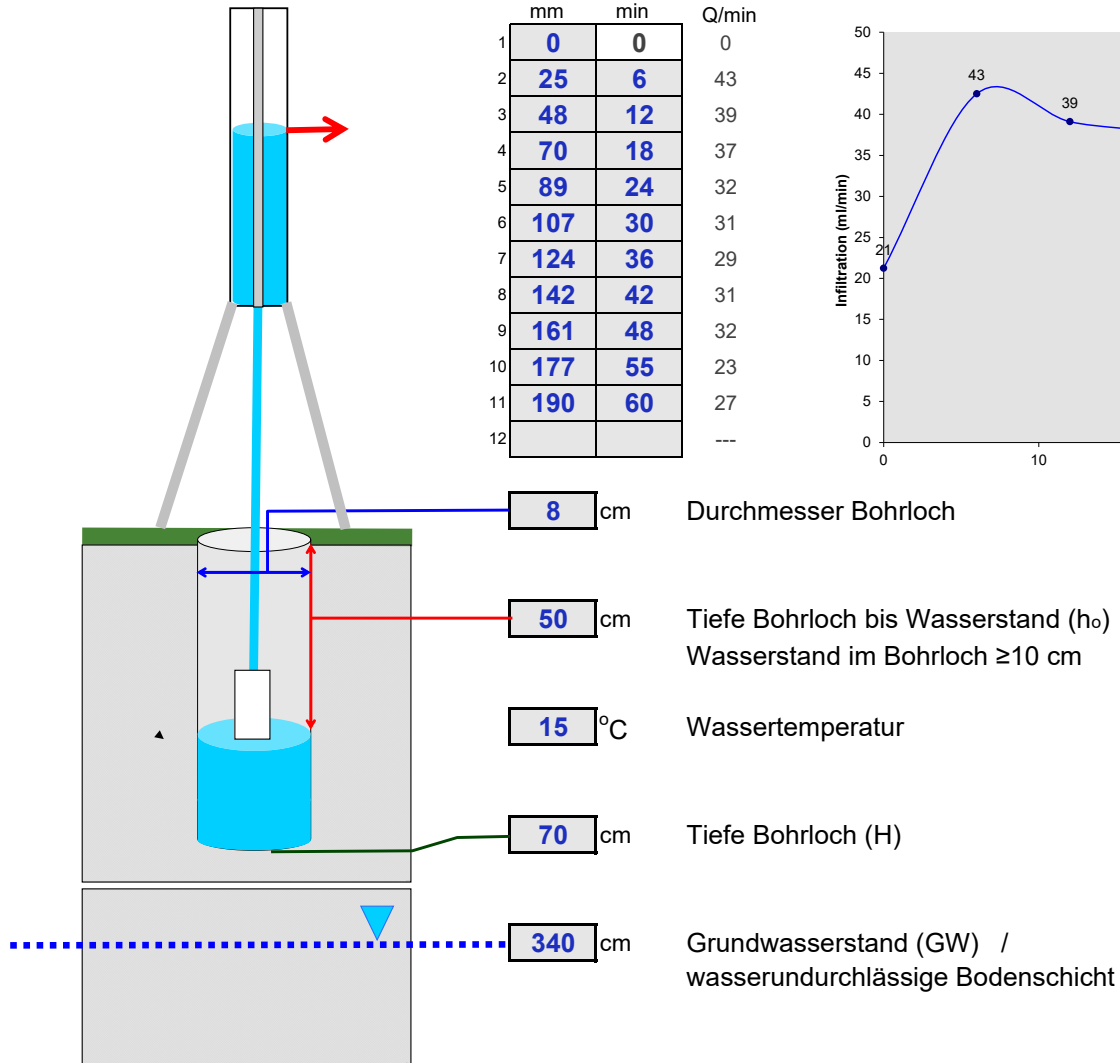
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: **Wartenberg-Rohrbach**

Test: **V3/BS 15**

Datum: **29.08.2023**

Bearbeiter: **MT/JPf**



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,44 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	26,5 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	20 cm	
Wert "S" = GW-H	270 cm	
Viskosität "V"	1,1	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

wenn $S \geq 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2}$ [m/s] WAHR 2,62E-6

wenn $S < 2h$ dann $k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$ [m/s] FALSCH 6,41E-7

$k_{f(20)}$ -Wert: **2,6 * 10⁻⁶ m/s**
0,23 m/Tag

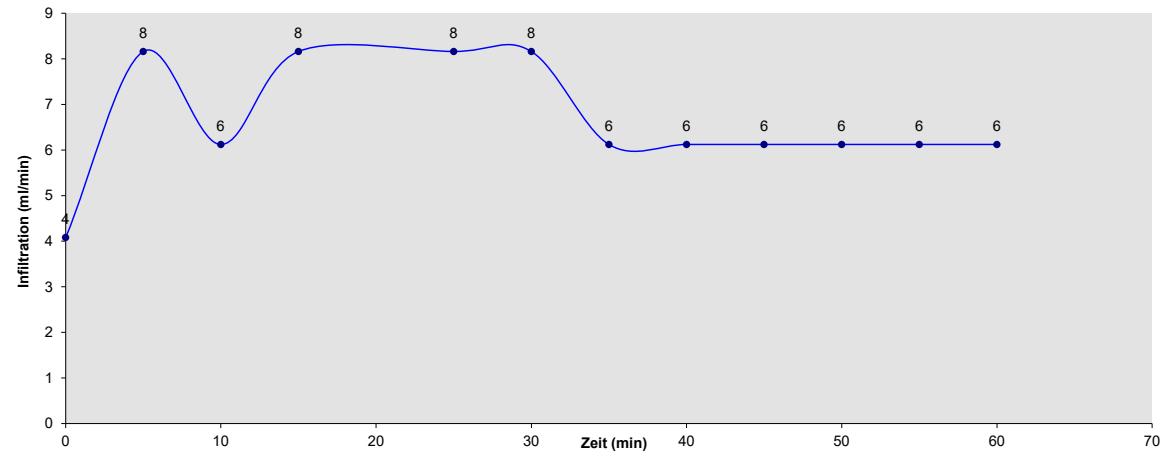
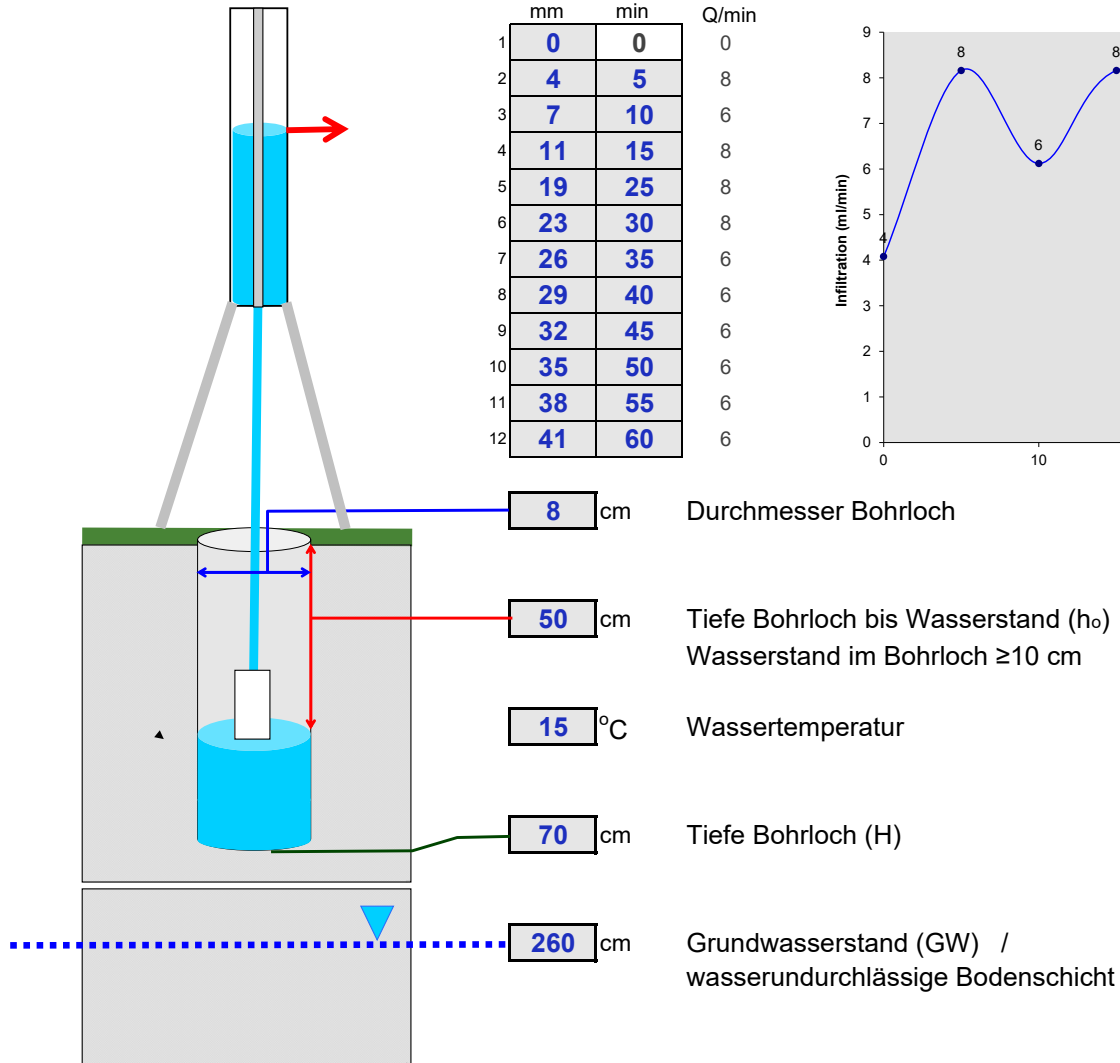
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: **Wartenberg-Rohrbach**

Test: **V4/BS 6**

Datum: **29.08.2023**

Bearbeiter: **MT/JPf**



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,10 ml/sec	Wasserbehälter Ø mm : 114
	6,1 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	20 cm	
Wert "S" = GW-H	190 cm	
Viskosität "V"	1,1	$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = Q \cdot V \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2} \quad [\text{m/s}] \quad \text{WAHR } 6,03\text{E-7}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = Q \cdot V \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)} \quad [\text{m/s}] \quad \text{FALSCH } 2,02\text{E-7}$$

6,0 * 10⁻⁷ m/s
k_{f(20)}-Wert:
0,05 m/Tag

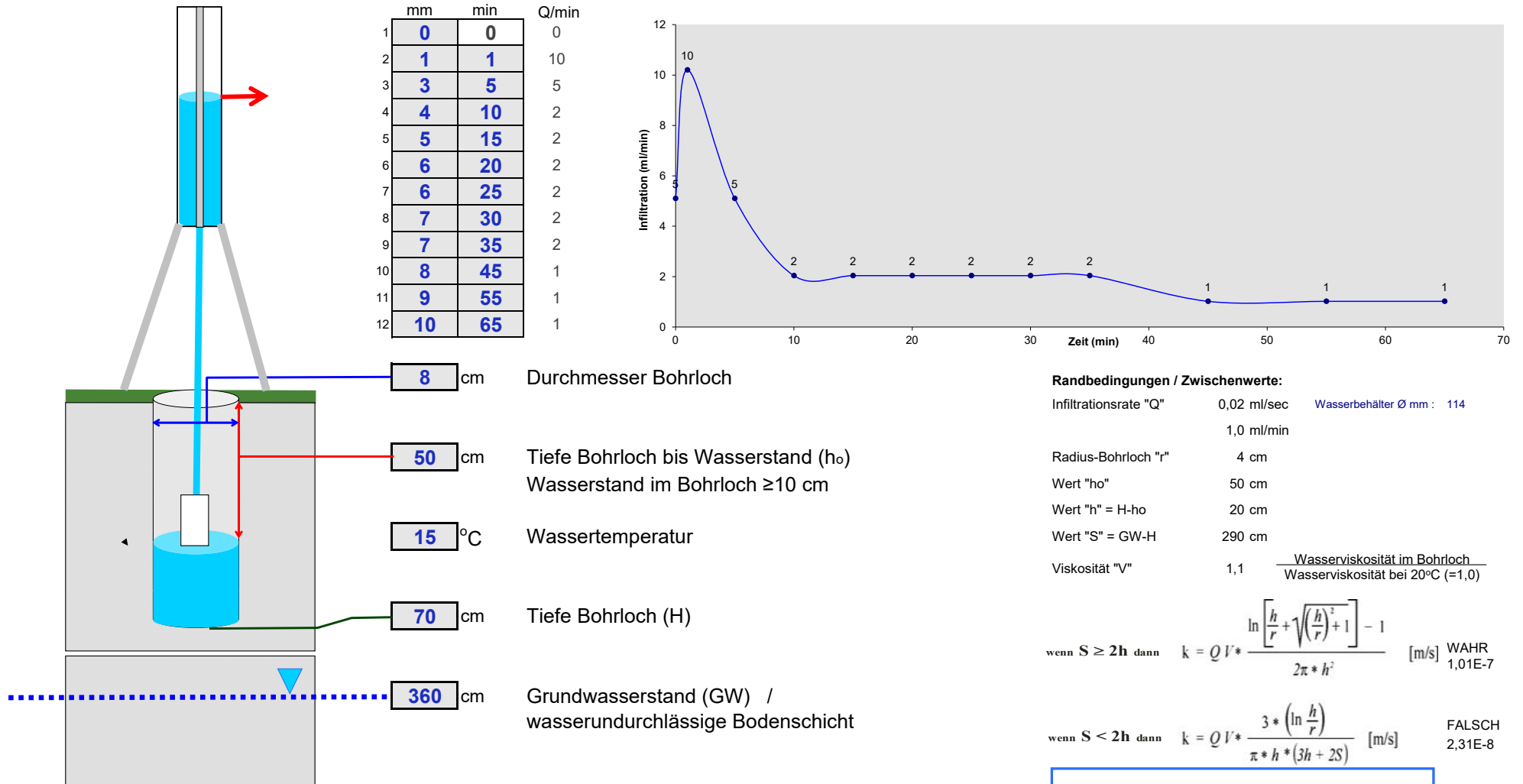
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: **Wartenberg-Rohrbach**

Test: **V5/BS 11**

Datum: **29.08.2023**

Bearbeiter: **MT/JPf**



© Geotechnisches Büro Wiltscut 2010
www.wiltscut.de
Gerät Nr.

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

k_{f(20)}-Wert:
1,0 * 10⁻⁷ m/s
0,01 m/Tag