

ERDE & BODEN MITTELDEUTSCHLAND GMBH, STEINWEG 9, 34613 SCHWALMSTADT

D5 Bauträger GmbH
Burgstraße 66
35435 Wettenberg

ALTLASTENUNTERSUCHUNGEN
BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN
BODENAUSHUBÜBERWACHUNG
ERDBAULABOR
GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG
GRÜNDUNGSBERATUNG
SACHVERSTÄNDIGENGUTACHTEN
SANIERUNGSKONZEPTE
UMWELTMANAGEMENT

Ingenieurgeologisches Gutachten für das Vorhaben:

**Neubau von Mehrfamilienwohnhäusern und Gewerbeimmobilien in 35315 Homberg (Ohm)
OT Nieder-Ofleiden, Unterstraße | Flur 1, Flurstück 39/12 & 39/13 39/14.**

Projekt Nr. 220914

Bericht vom 24. Mai 2023

Orientierte geologische Voruntersuchung gemäß DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie Gründungs- und Bauausführungsempfehlung für das:

VORHABEN: Neubau von Mehrfamilienwohnhäusern und
Gewerbeimmobilien
Unterstraße | Flur 1, Flurstück 39/12 & 39/13 39/14
D-35315 Homberg (Ohm) OT Nieder-Ofleiden

BAUHERRSCHAFT: D5 Bauträger GmbH
Burgstraße 66
D-35435 Wettenberg

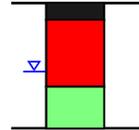
PLANUNG / PLANERSTELLER: Goldbeck Nord GmbH – Niederlassung Gießen
Im Westpark 15
D-35435 Wettenberg

Hiermit wird das beauftragte ingenieurgeologische Gutachten auf den folgenden Seiten vorgelegt.

Geschäftsführer: Torsten Sponer
St.-Nr. 025 232 30446
Amtsgericht Marburg
Handelsregisternummer: HRB 6185

Telefon: 066 91 / 25 00 76 8
Fax: 066 91 / 25 02 37 0
Mobil: 0176 / 34 56 01 72
E-Mail: info@erde-boden.net

Bankverbindung
Sparkasse Fulda
IBAN: DE 67 5305 0180 0000 0335 34
BIC: HELADEF1FDS



Zusammenfassung¹

Kapitel 1 Auftrag und Planvorgaben

Der Bericht umfasst das Vorhaben: **Neubau von Mehrfamilienwohnhäusern und Gewerbeimmobilien**, welches über aktuell geplant **vier Stockwerke** und ggf. weitere Nebenanlagen verfügt.

Kapitel 2 Baugrunderkundungen

Nach der durchgeführten geotechnischen Erkundung im Baufeld ist mit einem durchgehend **ausreichend tragfähigen** Baugrund zu rechnen.

Sofern die Bauausführung in der trockenen Jahreszeit durchgeführt wird, ist die geplante Gründung **im Lehm bzw. Sand-Lehm** sicher und ohne signifikante Verzögerungen umzusetzen.

Zur Baufeldvorbereitung ist ggf. angetroffener Mutterboden abzutragen und das **Erdplanum** anschließend **ebenerdig-plan** herzustellen. Von diesem ausgehend ist bis zur Unterkante der Bodenplatte ein Schotterpolster lagenweise aufzubauen und ordentlich zu verdichten.

Kapitel 3 Gründungsempfehlungen

Die durch den Ersteller vorgeschlagene und im Gutachten errechnete **Gründung** des Vorhabens **erfolgt jeweils über eine tragende Fundamentplatte auf einem Gründungspolster**.

Als Unterbau für die **Punkthäuser** dient ein **Schotterpolster** mit einer Mächtigkeit von mindestens **$h_{sp.} > 0,40$ m** und einer vorgeschlagenen **Körnung** von **$\sim 0 - 45$ mm**. Das verwendete Material ist den örtlichen Gegebenheiten entsprechend auszuwählen. Basierend auf der vorläufig zulässigen **Bodenpressung** von **$\sigma_0 = 200$ kN / m²** resultiert für das Vorhaben ein angesetzter korrigierter **Bettungsmodul** von **$k_{s,k} \sim 13.000$ kN / m³**.

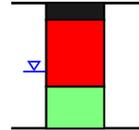
Als Unterbau für das **Ärztehaus** dient ein **Schotterpolster** mit einer Mächtigkeit von mindestens **$h_{sp.} > 0,60$ m** und einer vorgeschlagenen **Körnung** von **$\sim 0 - 45$ mm**. Das verwendete Material ist den örtlichen Gegebenheiten entsprechend auszuwählen. Basierend auf der vorläufig zulässigen **Bodenpressung** von **$\sigma_0 = 190$ kN / m²** resultiert für das Vorhaben ein angesetzter korrigierter **Bettungsmodul** von **$k_{s,k} \sim 10.000$ kN / m³**.

Als Unterbau für den **Kindergarten** dient ein **Schotterpolster** mit einer Mächtigkeit von mindestens **$h_{sp.} > 0,60$ m** und einer vorgeschlagenen **Körnung** von **$\sim 0 - 45$ mm**. Das verwendete Material ist den örtlichen Gegebenheiten entsprechend auszuwählen. Basierend auf der vorläufig zulässigen **Bodenpressung** von **$\sigma_0 = 180$ kN / m²** resultiert für das Vorhaben ein angesetzter korrigierter **Bettungsmodul** von **$k_{s,k} \sim 9.000$ kN / m³**.

Kapitel 4 Kanal- und Straßenbau

Die Herstellung der Kanalgräben sollte vorzugsweise mittels Verbauboxen erfolgen. Unterhalb der Kanalsohlen und Schachtbauwerke ist jeweils eine wenigstens 0,30 m mächtige Gründungsschicht (Sohlstabilisierungsschicht) einzubauen. In den Kanalgräben ist eine Wasserhaltung vorzusehen. Eine Wiederverwendung der Aushubböden zum Zweck der Kanalgrabenverfüllung wird nur nach Bindemittelbeigabe empfohlen. Für den vorgesehenen Straßenbau ist vorab mit einem Mehraufbau von wenigstens 0,20 m zum Normaufbau zu kalkulieren.

¹ Die hier aufgeführten zusammengefassten **Punkte sind zwingend im Kontext** des jeweiligen Kapitels zu betrachten und die **dort aufgeführten Besonderheiten** zwingend zu beachten.



Kapitel 5 Hydrologische Situation

Zum Zeitpunkt der Erkundungen wurde **bei 2,45 m unter der Geländeoberkante eine Grund-,** respektive **Schichtenwasserführung** angetroffen, welche bautechnisch ebenfalls als örtlich auftretendes Grundwasser anzusprechen ist.

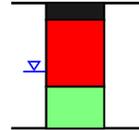
Der angetroffene Baugrund ist generell als **Wasser gering durchlässig** anzusehen. Mit einem Bauwerk relevanten Grundwasserspiegel ist prinzipiell **zu rechnen**.

Auf Grundlage der DIN 18533 und der Ausführung des Vorhabens ist das Grundbauwerk jeweils gegen die Wassereinwirkungsklasse **W2.1-E | drückendes Wasser** abzudichten. Sollte die Möglichkeit bestehen, das Wasser (u.a. durch eine **Dränage mit Kanalanschluss bzw. Versickerung, etc.**) vom Vorhaben abzuleiten, kann eine abweichende Abdichtung vorgenommen werden. Die **Versickerung** von anfallendem Niederschlags-, respektive Oberflächenwasser ortsnah auf dem Grundstück ist **prinzipiell möglich**.

Kapitel 6 Ausführungshinweise und Risikoabschätzungen

Das Vorhaben liegt im Bereich der **Erdbebenzone EZ < 0** sowie weiterhin in **keiner relevanten Zone** von außerordentlicher Bodenbeschaffenheit, welche signifikante Probleme für das Vorhaben darstellt.

Eine in Auftrag gegebene geochemische Untersuchung des Baugrundes ist nicht Bestandteil dieses Berichtes, sondern wird in einem gesonderten Bericht zu einem späteren Zeitpunkt übermittelt.

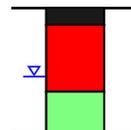


Inhaltsverzeichnis

1. Auftrag und Planvorgaben.....	1
1.1. Verwendete Unterlagen.....	1
1.2. Verwendete Planungsvorgaben.....	2
2. Baugrunderkundungen.....	3
2.1. Untersuchungskonzept.....	3
2.2. Erkundungsergebnisse.....	5
2.2.1. Geologie / Schichtbeschreibung.....	5
2.2.2. Dynamischer Eindringwiderstand.....	6
2.2.3. Grundwassersituation.....	6
2.3. Durchlässigkeit über Open- End- Test.....	6
2.4. Bodenkennwerte.....	7
3. Gründungsempfehlungen.....	8
3.1. Bewertung der Gründung.....	8
3.2. Baufeldvorbereitung durch Bodenverbesserung.....	9
3.3. Gründung auf tragenden Fundamentplatten.....	9
3.4. Setzungsberechnungen zum Gründungsvorschlag.....	11
3.5. Gründungsvorschlag Nebenbauwerke.....	13
3.6. Frostsicherheit.....	13
4. Kanal- und Straßenbau.....	13
4.1. Herstellung Kanäle.....	13
4.2. Gründung Schachtbauwerke.....	14
4.3. Wasserhaltungsmaßnahmen.....	15
4.4. Grabenaushub und Grabensicherung.....	15
4.5. Grabenverfüllung.....	16
4.6. Straßenbau.....	16
5. Hydrologische Situation.....	17
5.1. Grundwasser und Wasserschutzgebiete.....	18
5.2. Abdichtung des Grundbauwerkes.....	18
6. Ausführungshinweise und Risikoabschätzungen.....	19
6.1. Hinweise zur Bauausführung.....	19
6.2. Risikoabschätzungen.....	20
7. Abschlussbemerkungen.....	20

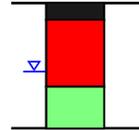
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).....	4
Abbildung 2: Schematische Skizze zum Aufbau eines Gründungspolster.....	10
Abbildung 3: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).....	17



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Quellen und Unterlagen.....	1
Tabelle 2: Beschreibung und Dimensionen des Vorhabens.....	2
Tabelle 3: Höhenangaben zum Grundbauwerk.....	2
Tabelle 4: Anzahl und Art der direkten Untersuchungsmethoden.....	4
Tabelle 5: Detail- Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten.....	5
Tabelle 6: Zuordnung von Lagerungsdichte bzw. Konsistenz zu Schlagzahlen*1.....	6
Tabelle 7: Auswertung der Untersuchungsergebnisse.....	6
Tabelle 8: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test im Sandhorizont.*1	7
Tabelle 9: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test im Schwemmlehm.*1	7
Tabelle 10: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	7
Tabelle 11: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	8
Tabelle 12: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	8



1. AUFTRAG UND PLANVORGABEN

Die Bauherrschaft beabsichtigt das Vorhaben: Neubau von Mehrfamilienwohnhäusern und Gewerbeimmobilien. Für die erwarteten Baugrundverhältnisse mit Gründungsvorschlag soll zur Gewährleistung der zulässigen geotechnischen Rahmenbedingungen, insbesondere aber zur Sicherstellung einer technisch einwandfreien und sicheren Ausführung eine **geologische Voruntersuchung** der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse durchgeführt werden.

In diesem Zusammenhang ist die **Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH** beauftragt, die anstehenden Baugrundverhältnisse durch eine orientierte Erkundung festzustellen und auf deren Grundlage sowie unter Berücksichtigung der Planungsvorgaben eine Empfehlung für die Gründung zum Vorhaben zu erarbeiten. Gemäß dieser Zielsetzung ist das Ergebnis im vorliegenden **ingenieurgeologischen Gutachten** dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

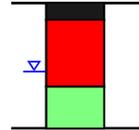
Die Erstattung dieses Gutachtens erfolgt gemäß **DIN 4020 (09.03)** und **EN 1997-1, EC7**.

1.1. VERWENDETE UNTERLAGEN

Als Grundlage zur Bearbeitung dieses Berichtes werden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen. Weiterhin werden zusätzliche Quellen zur Beschreibung sowie die seitens des Auftraggebers übermittelten Unterlagen verwendet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Verwendete Quellen und Unterlagen

Ref.Nr.	Art der Unterlagen mit Datum und Erläuterungen
[1]	DIN EN ISO 22475 (2007) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen.
	DIN EN ISO 22476 (2012) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen – Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck.
	DIN EN ISO 22476 (2012) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Teil 2: Rammkernsondierungen.
	DIN EN ISO 14688 (2016) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden.
	EN 1997-1 /EC 7 Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln.
	DIN 4124 (10.02) Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
	DIN 18300 Erdarbeiten - Bodenklassen vs. Homogenbereiche.
	DIN 4095 Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen.
	DIN 18195 (2017), DIN 18531 - 18535 Schutz von Bauwerken gegen Feuchtigkeit und Wasser.
[2]	Topografische Karte von Deutschland (2000) im Maßstab 1 : 25.000.
[3]	Geologische Übersichtskarte (GÜK200) mit zugehörigem Blatt, im Maßstab 1 : 200.000 sowie die Geologische Übersichtskarte (GÜK1000) Deutschland im Maßstab 1 : 1.000.000.
[4]	Planunterlagen zu dem Vorhaben (Lageplan, Schnitt, Profil, etc.), bereitgestellt seitens des AG / der Planung mit Datum: 22. Mai 2023.
[5]	Beauftragtes Angebot zur Durchführung eines Baugrundgutachtens seitens des AG / der Planung übermittelt an den Ersteller.



1.2. VERWENDETE PLANUNGSVORGABEN

Das Vorhaben umfasst folgende Dimensionen (siehe Tabelle 2, vgl. Anlage 1). Gemäß dieser Parameter (siehe bereitgestellte Unterlagen [4], ansonsten Annahmen des Erstellers) bezüglich der Ausmaße des Vorhabens ist das Gutachten erstellt. Sofern sich im Rahmen der weiteren Planung signifikante Änderungen auftun, sind diese dem Ersteller mitzuteilen, um zu prüfen ob ggf. eine gesonderte Begutachtungen notwendig wird.

Tabelle 2: Beschreibung und Dimensionen des Vorhabens

Beschreibung	Dimensionen
Punkthäuser	
Anzahl der Geschosse:	vier Stockwerke
Langseite des Vorhabens:	~ 18,00 [m]
Kurzseite des Vorhabens:	~ 14,50 [m]
Ärztelhaus	
Anzahl der Geschosse:	drei Stockwerke
Langseite des Vorhabens:	~ 36,00 [m]
Kurzseite des Vorhabens:	~ 16,00 [m]
Kindergarten	
Anzahl der Geschosse:	ein Stockwerk
Langseite des Vorhabens:	~ 38,60 [m]
Kurzseite des Vorhabens:	~ 23,60 [m]

Die hier benannten Längen sind im Weiteren als Teil der statischen Berechnung genutzt. Ggf. vorhandene Nebenanlagen zum Vorhaben sind in einem separaten Kapitel näher erläutert.

In dem Bericht verwendete Höhenangaben sind bei Fehlen eines Höhenplans in „Meter Relativ“ (m rel) angegeben. Bei einem vorliegendem Vermessungsplan werden diese Werte in „Meter Normal Höhen Null“ (m NHN) gemäß der Unterlagen angegeben. Die Werte beziehen sich hierbei auf das aktuell gültige und lokal verwendete Höhenbezugssystem, gemäß dem Haupthöhennetz. Laterale Abweichungen der Punkte bedingen eine intrinsische Variation der Werte im cm- Bereich.

Für die Gründung des Vorhabens ist die Höhenlage der Unterkante der Bodenplatte als Maßgebende für den weiteren Aufbau des Gründungspolsters gewählt (siehe Tabelle 3). Die aus den Planunterlagen [4] herangezogene Oberkante ist diesen zu entnehmen.

Tabelle 3: Höhenangaben zum Grundbauwerk

Beschreibung / Objekt	Höhe ^{*1} [m NHN]	Mächtigkeit [m]
Punkthäuser (exemplarisch nordwestliches Punkthaus)		
Unterkante Bodenplatte KG (mit Dämmung)	~ 204,04 (UK)	~ 0,39
Oberkante Erdplanum (ebenerdig)	~ 203,64 (OK)	~ 0,40 ^{*2}



Ärztehaus		
Unterkante Bodenplatte EG (mit Dämmung)	~ 210,61 (UK)	~ 0,39
Oberkante Erdplanum (ebenerdig)	~ 210,01 (OK)	~ 0,60 ^{*2}
Kindergarten		
Unterkante Bodenplatte EG (mit Dämmung)	~ 210,46 (UK)	~ 0,39
Oberkante Erdplanum (ebenerdig)	~ 209,86 (OK)	~ 0,60 ^{*2}

^{*1} (Ober- / Unterkante) | ^{*2} (Inkl. der oberen 0,1 m als kapillar brechende Schicht)

Zur Baufeldvorbereitung ist, sofern noch vorhanden, der Mutterboden fachtechnisch abzutragen. Anschließend ist die Oberkante des Erdplanums ebenerdig zu errichten und statisch vorzuverdichten. Sofern zwischen hier bezifferter Höhe und der tatsächlich im Baufeld abgezogenen Höhe eine Diskrepanz besteht, ist diese durch Fortführung des Schotterpolsters bis OK EP zu beheben.

Alternativ kann, sofern bautechnisch sinnvoll oder durch den Ersteller empfohlen, mit lokalem (ggf. verbesserten) Boden die ggf. vorhandene Diskrepanz behoben werden.

Sollten auf dem hergestellten Erdplanum wassergesättigte Lehmböden vorgefunden werden, wird empfohlen unterhalb des Gründungspolsters eine 0,40 m starke **Bodenverbesserung** mit Mischbindemittel (Siehe Kap. 3.2) auszuführen.

Die Lastabtragung der Vorhaben ist seitens der Planunterlagen [4], respektive Empfehlungen des Erstellers, jeweils vorgesehen über eine:

- **Fundamentplatte auf einem Gründungspolster.**

Weitergehende Lastangaben zum Bauvorhaben sowie weitere Ausführungsdetails sind dem Ersteller nicht übermittelt.

Hinweis: Ein genereller und exemplarischer Überblick über das Baufeld und die nähere Umgebung ist der Abbildung 1 und Abbildung 3 auf den folgenden Seiten zu entnehmen.

2. BAUGRUNDERKUNDUNGEN

Das geplante Vorhaben liegt am südöstlichen Ausläufer des Amöneburger Beckens im Vogelsbergkreis in 35315 Homberg (Ohm) OT Nieder-Ofleiden [2]. Am nördlichen Ortsrand sollen auf dem Gelände einer ehemaligen Gärtnerei westlich des Herrenhauses „Schenckscher Hof“ anstelle abgerissener Bauten und Anlagen fünf Mehrfamilienwohnhäuser, ein Ärztehaus und ein Kindergarten errichtet werden. Das Projekt soll im ländlichen Raum entstehen. Die Ohm entwässert das Gebiet nach Nordwesten. Das direkte Baufeld liegt in der Talaue auf einer schwach nach Westen geneigten Fläche mit einem Höhenunterschied von ~ 6,50 m. Das gesamte Gelände ist anthropogen überprägt.

2.1. UNTERSUCHUNGSKONZEPT

Für einen orientierten Überblick über die Boden- & Baugrundverhältnisse, die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse im Gründungsbereich und um auf deren Grundlage eine Vorbeurteilung der erd- & grundbautechnischen Arbeiten zu treffen, ist u. a. folgende (vgl. Tabelle 4) Untersuchung, am 19. Mai 2023 gemäß erteiltem Auftrag durchgeführt worden.

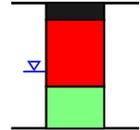


Abbildung 1: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).

Diese Untersuchungen sind bis zur angesetzten, respektive technisch erreichbaren Erkundungstiefe in den Bodenklassen 1 bis 5 ausgeführt. Ab jeweils benannter Tiefe (vgl. Anlage 2) ist die geplante Endteufe erreicht, respektive ist auf Grund zu hoher Eindringwiderstände kein weiterer Bohrfortschritt erzielt worden. Es erfolgt somit eine Interpretation auf Grundlage der direkten Erkundungen an den in Anlage 1 näher veranschaulichten punktuellen Sondierungsstellen bis in eine Tiefe von:

- ~ 5,00 m unter Geländeoberkante (m u.GOK).

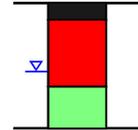
Auf dieser Grundlage sind weitergehende Betrachtungen aus unterschiedlichen Quellen zur weiteren Beschreibung der örtlichen Baugrundsituation herangezogen, um aus den punktuellen Erkundungen eine flächenhafte Beschreibung des Baugrundes zu ermöglichen.

Tabelle 4: Anzahl und Art der direkten Untersuchungsmethoden²

Art	Beschreibung
16 Rammkernsondierungen (RKS)	Schuppenbohrungen (Ø 40 – 50 mm)
7 Rammsondierungen (DP-M)	Dynamic Probing - Medium (~ 20 kg Fallgewicht, N ₁₀ , 15 cm ²)

Anmerkung: Eine Abweichung des Bodenaufbaus in den umliegenden Bereichen ist naturgemäß gegeben und kann örtlich zu einer unterschiedlichen Ausprägung und Bewertung des Baugrundes sowie seiner erd- und grundbautechnischen Eigenschaften führen. Insbesondere im Bereich von Verwitterungshorizonten ist mit starken Schwankungen im Verlauf der Verwitterungshorizont-Oberkante zu rechnen. Diese möglichen Abweichungen sind in der weiteren Planung als mögliche Eventualitäten mit zu berücksichtigen sowie bei der Ausführung zu kontrollieren.

² Gemäß erteiltem Auftrag an die örtlichen Gegebenheiten interpoliert, angepasst und repräsentativ abgebildet.



2.2. ERKUNDUNGSERGEBNISSE

2.2.1. GEOLOGIE / SCHICHTBESCHREIBUNG

Bei den Geländearbeiten (vgl. Tabelle 4) ist gemäß der DIN 4022 und DIN 4023 [1] folgender Schichtenaufbau erkundet und dieser in Anlage 2 in Form von Einzelprofilen, die ebenfalls auf Rechercheergebnisse sowie Erfahrungswerten beruhen können, abgebildet.

Tabelle 5: Detail- Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten³.

HomBer Schicht	Schichtgrenze* ¹ [m u.GOK]	Kurzform * ² (gem. DIN 4022)	Beschreibung / Ausformulierung der Schicht / bzw. des Homogenbereichs (HomBer)
1	2,3	U, g'-G, s', t'	Auffüllungen Schluff, schwach kiesig-Kies, schwach sandig, schwach tonig bindig steif - halbfest
2	> 5,0 * ³	U, s'-s, t-t*	Schwemm-Lehm Schluff, schwach sandig – sandig, tonig-stark tonig nicht bindig weich bis halbfest
3	> 5,0 * ³	fS, u'-U	Schwemm-Sand Feinsand, schwach schluffig - Schuff schwach bindig dicht

*¹ (Untere Schichtgrenze) | *² (Anteile: * = starker Anteil und ' = schwacher Anteil) | *³ (Unterkante der Schicht nicht erkundet)

Anhand dieser ingenieurgeologischen Bodenansprache und Profilaufnahme sind die angetroffenen Schichten zusammengefasst (nach Homogenbereichen) beschrieben (siehe Tabelle 5).

Die generellen weitgefassten **geologischen Verhältnisse** und Schichten sind gemäß vorliegendem Kartenwerk [3] geprägt durch:

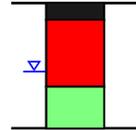
- känozoische Sedimente des Pleistozän | fluviatile Ablagerungen: Sand, Schluff,
- känozoische Sedimente des Pleistozän | äolische Ablagerungen: Löss,
- känozoische Festgesteine des Miozän | Vulkanite: Alkalibasalte,
- känozoische Sedimente des Oligozän | marine bis limnische Ablagerungen: Sand, Schluff, Ton,
- känozoische Sedimente des Eozän | marine bis limnische Ablagerungen: Sand, Ton.

Im Gebiet des Vorhabens stehen känozoische Tone und Schluffe in diversen Formen und Lagerungszuständen an und werden diskordant durch die Effusiva des Vogelsberg- Vulkanismus durchschlagen und überdeckt. Im Baufeld finden sich im westlichen Teil unter diesen pelitischen Sedimenten psephitische Ablagerungen des Tertiärs.

Sofern angetroffen, ist der Mutterboden als organisches Wertgut im Rahmen der Baufeldvorbereitung abzutragen und daher bautechnisch nicht weiter von Relevanz. Die mittlere erkundete Mächtigkeit des Mutterbodens ist mit 0,3 m anzusehen.

Sollten auf dem hergestellten Erdplanum wassergesättigte Lehm Böden vorgefunden werden, wird empfohlen unterhalb des Gründungspolsters eine 0,4 m starke **Bodenverbesserung** mit Mischbindemittel (Siehe Kap. 3.2) auszuführen. Die Oberkante des verbesserten Bodens sollte durch einen Baugrundsachverständigen abgenommen oder vom örtlichen Bauleiter für die nachfolgenden Arbeiten eigenverantwortlich frei gegeben werden.

³ Zusammengefasste Ergebnisse der Erkundungen. Für aufgeschlüsselte Informationen ist die Anlage 2 zu nutzen.



2.2.2. DYNAMISCHER EINDRINGWIDERSTAND

Zur Überprüfung der Lagerungsdichte des anstehenden Bodens ist eine mittelschwere Rammsondierung (RS, DPM, N₁₀, 15 cm²) nach DIN 4094 [1] angesetzt. Die Sondierung ist an der gleichen Stelle einer Rammkernsondierung (vgl. Anlage 2) im Vorfeld ausgeführt, um einen ungestörten Untergrundaufbau zu erhalten.

Die Auswertung erfolgt unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze der DIN 4094 [1] auf der Grundlage einer Gegenüberstellung (vgl. Tabelle 6) von Schlagzahlbereich und Lagerungsdichte (bei nicht-bindigen Böden), respektive Konsistenz (bei bindigen Böden).

Bei Vorliegen einer wenigstens steifen Konsistenz bzw. mitteldichten Lagerung ist im Sinne der DIN 1054 [1] von einem ausreichend tragfähigen Untergrund auszugehen. Gemäß dieser Beurteilungskriterien nach DIN 4094 [1] ist das Ergebnis beschrieben (siehe Tabelle 7).

Die Tragfähigkeit (gemäß DIN 1054 [1]) zur Absetzung der Bauwerkslasten in den gründungsrelevanten Schichten ist:

- **ausreichend.**

Tabelle 6: Zuordnung von Lagerungsdichte bzw. Konsistenz zu Schlagzahlen*¹.

(Schlagzahl N ₁₀) bei Lagerung: rollig		(Schlagzahl N ₁₀) bei Lagerung: bindig	
0 - 4	sehr locker	0 - 3	breiig
4 - 11	locker	3 - 8	weich
11 - 26	mitteldicht	8 - 14	steif
26 - 44	dicht	14 - 28	halbfest
> 44	sehr dicht	> 28	fest

¹ (Empirische Zuordnung der mittelschweren Rammsonde (DPM) bezogen auf 10 cm Rammfortschritt (N₁₀))

Tabelle 7: Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Schicht	Kurzname	Lagerung / Konsistenz	Schlagzahlbereich (N ₁₀)
1	Auffüllungen	steif - halbfest	03 – 15
2	Schwemm-Lehm	weich bis halbfest	06 – 24
3	Schwemm-Sand	dicht	15 – 44

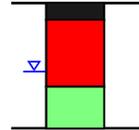
2.2.3. GRUNDWASSERSITUATION

Im Rahmen der Erkundungen erfolgt nach Bohrende eine Prüfung auf vorhandene Staunässe in den Bodenschichten sowie auf einen eingestellten Ruhewasser-, respektive Grundwasserspiegel. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen ergibt sich das Ergebnis, dass sich bis zur Erkundungstiefe bei 206,53 m NHN ein Wasserspiegel eingestellt hat (RKS 04). Gemäß der Stichtagesmessung (vom 19. Mai 2023) weist der Bodenaufbau:

- **bei 2,45 m unter der Geländeoberkante eine Grund- / Schichtenwasserführung auf.**

2.3. DURCHLÄSSIGKEIT ÜBER OPEN- END- TEST

Die Bodendurchlässigkeit der nicht gesättigten Bodenzone ist in einer Rammkernsondierung in definierter Tiefe mittels einer in- situ- Untersuchung nach dem Verfahren des Open- End- Tests durchgeführt (siehe Tabelle 8).



Hierzu ist das voll verrohrte und sohlenoffene Bohrloch mit Wasser aufgefüllt und der Pegel über ein Infiltrometer konstant gehalten. Die Messung erfolgt nach anfänglicher Wassersättigung und ist solange wiederholt, bis sich reproduzierbare Ergebnisse eingestellt haben. Bei konstantem Druck und Messung der infiltrierten Wassermenge gilt dann für den Durchlässigkeitsbeiwert im wasserungesättigten Bereich (vgl. z. B. Hölting 1996):

$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h} \text{ [m/s]}$$

Die Parameter und Ergebnisse der Tests sind in Tabelle 8 und Tabelle 9 sowie in Anlage 4 zusammengefasst.

Tabelle 8: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test im Sandhorizont.*1

Kürzel	Begriff	Angaben / Werte
	Messtiefe [m]	3,50
Q =	Wasserzugabe in m³/s	3,74 * 10 ⁻⁵
r =	Radius der Verrohrung [m]	0,02
h =	Wasserstand über Sohle [m]	4,00

*1 = Vollständige Daten & Auswertung in Anlage 4

Der aus dem Open- End- Test ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für den Sandhorizont beträgt:

- **$k_f = 8,5 * 10^{-5} \text{ m/s}$.**

Tabelle 9: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test im Schwemmlehm.*1

Kürzel	Begriff	Angaben / Werte
	Messtiefe [m]	2,00
Q =	Wasserzugabe in m³/s	7,19 * 10 ⁻⁸
r =	Radius der Verrohrung [m]	0,02
h =	Wasserstand über Sohle [m]	2,50

*1 = Vollständige Daten & Auswertung in Anlage 4

Der aus dem Open- End- Test ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für den Lehmhorizont beträgt:

- **$k_f = 2,6 * 10^{-7} \text{ m/s}$.**

2.4. BODENKENNWERTE

Für den Bodenaufbau sind auf Grundlage der Erkundungsergebnisse, Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten und anhand von Literatur-Vergleichswerten die **mittleren Bodenkennwerte** (siehe Tabelle 10 - 12) der erörterten Horizonte zum Zwecke der statischen Berechnung abgeleitet. Die Einteilung erfolgt gemäß Tabelle 5 in Schichten sowie in Homogenbereichen (**HomBer**).

Tabelle 10: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

Kurzname	HomBer Schicht	Bodenklasse (DIN 18300)	Bodengruppe (DIN 18196)	Bösch-Winkel*1 (ü./u.W.)*2 β [°]	Eignung für die Wiederverfüllung
Auffüllungen	1	4	[GW], [UM]-[UL]	60 < 60	Bindemittelzugabe
Schwemm-Lehm	2	4	UM-UL	60 < 60	Bindemittelzugabe
Schwemm-Sand	3	3	SE-SW, SU*	45 < 45	Ja

*1 (Böschungswinkel zur Standsicherheit, vom natürlichen Wassergehalt abhängig) | *2 (über / unter Wasser)

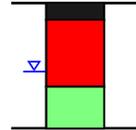


Tabelle 11: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

HomBer Schicht	Tragfähigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Frostempfindlichkeit (Klasse ZTVE & Tiefe Zf)	Fließempfindlichkeit
1	mäßig	gering	hoch F3 90 cm	mäßig bis hoch
2	gering - mäßig	gering	hoch F3 90 cm	hoch
3	gut	gut	mittel F2 60 cm	gering

Tabelle 12: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

HomBer Schicht	Dichte, Wichte* ¹ $\gamma / \gamma' \text{ [kN / m}^3\text{]}$	Reibungswinkel* ¹ $\phi' \text{ [}^\circ\text{]}$	Kohäsion* ¹ $c' / c_u \text{ [kN / m}^2\text{]}$	Steifemodul* ² $E_s \text{ [kN / m}^2\text{]}$	K_f Wert* ² [m/s]
1	20,5 / 10,5	27,5	10 / 25	8.000	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$
2	19,5 / 9,5	25	10 / 40	12.000	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6}$
3	20 / 12	37,5	0 / 0	42.000	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$

*¹ (Mittelwert) | *² (Werte gemäß Erfahrung abgeschätzt)

3. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN

Auf Grund des Eingriffes in das Gelände sind in allen Fällen zwingend die **Vorgaben** der **DIN 4124** [1] sowie die Angaben zum Böschungswinkel gemäß Tabelle 10 zu **beachten**. Bei einem Abweichen der benannten Vorgaben, Normen und Angaben sind jegliche Arbeiten, mindestens anhand eines separaten Standsicherheitsnachweises, zu prüfen.

3.1. BEWERTUNG DER GRÜNDUNG

Das Vorhaben kommt in einem Bereich mit vormaliger Bestandsbebauung zu liegen. Das betroffene Gelände weist einen Höhenunterschied von < 7,0 m auf.

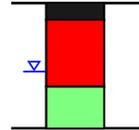
Für die **Punkthäuser** ist die Unterkante der geplanten Bodenplatte (exemplarisch nordwestliches Punkthaus) auf ~ 204,04 m NHN beziffert. Für den Aufbau unterhalb der BP ist seitens des Erstellers eine Mächtigkeit von ~ 0,40 m vorgesehen.

Für das **Ärztehaus** ist die Unterkante der geplanten Bodenplatte auf ~ 210,61 m NHN beziffert. Für den Aufbau unterhalb der BP ist seitens des Erstellers eine Mächtigkeit von ~ 0,60 m vorgesehen.

Für den **Kindergarten** ist die Unterkante der geplanten Bodenplatte auf ~ 210,46 m NHN beziffert. Für den Aufbau unterhalb der BP ist seitens des Erstellers eine Mächtigkeit von ~ 0,60 m vorgesehen.

Das Erdplanum liegt im schleifenden Übergang der erkundeten Schichten und schneidet diese daher im Baufeld diskordant an. Für eine einheitliche und sichere Gründung ist das Gutachten mit den ungünstigsten (Boden-) Parametern kalkuliert und die weitere Baumaßnahme dahingehend anzupassen.

Durch den generellen Eingriff in bindige Böden ist bei dem Herstellen einer geböschten Baugrube zwingend der normgerechte Böschungswinkel einzuhalten. Jedenfalls ist bei freier Abschachtung eine laufende und verantwortliche Prüfung der Standsicherheit der Grubenwandungen erforderlich. Beim Auftreten von Böschungsinstabilitäten sind unverzüglich Sicherungsarbeiten einzuleiten, um jegliche Unfallgefährdung auszuschließen. Weiterhin schlägt der Ersteller zum Schutz gegen Witterungseinflüsse (z. B. Feuchtigkeit) und dadurch bedingtes Nachsacken der Böschungen vor, diese flächig mit beschwerten Folien abzudecken.



Sofern die Grubensohle höchstens 1,75 m tief einbindet darf nach DIN 4124 auch eine senkrechte Baugrubenböschung hergestellt werden, wobei die oberen 0,5 m im 45°-Winkel geböscht sind.

Im Anschluss der Baufeldvorbereitung ist das Erdplanum so herzustellen, dass das vorgesehene Schotterpolster unterhalb der Bodenplatte ordentlich errichtet werden kann.

Das profilierte Abtragsplanum ist prinzipiell vor lang anhaltendem Witterungseinfluss zu schützen und intensiv (vorzugsweise statisch) zu verdichten. Ein Aufweichen ist unbedingt zu vermeiden. Auf dem Erdplanum ist anschließend ein **Geotextil oder Geogitter** (z. B. Baustellenvlies, GRK 3: > 180 g/m³) flächenhaft aufzulegen, um eine einheitliche Gründung zu gewährleisten.

Gemäß der bereitgestellten Planunterlagen [4] oder abweichend durch die Einschätzung des Erstellers ist die Lastabtragung des Vorhabens vorgesehen über eine:

- **Fundamentplatte auf einem Gründungspolster.**

Das Vorhaben bindet mit seinem Erdplanum in Lehm bzw. Sand-Lehm ein und die Tragfähigkeit der weiter in die Tiefe anstehenden Böden ist je nach Wassergehalt der Böden als eingeschränkt bis ausreichend anzusehen. Sofern auf dem Gründungsniveau wassergesättigte Lehmböden anstehen, sollten diese durch das ca. 0,4 m tiefe Einfräsen eines Mischbindemittels (Kalk- Zement-Gemisch) unterhalb der geplanten Gründungspolster stabilisiert werden (vgl. Kapitel 3.2.).

3.2. BAUFELDVORBEREITUNG DURCH BODENVERBESSERUNG

Die örtlichen Bodenverhältnisse sind durch bindige, teilweise wassergesättigte Böden geprägt, welche unbedingt durch eine Bodenverbesserung zu behandeln sind, um verdichtungsfähige und tragfähige Eigenschaften aufzuweisen. Zur Bodenverbesserung ist ein geeignetes Mischbindemittel zu wählen, welches sowohl den Boden als auch die Witterungsverhältnisse einbezieht.

Für die lokalen Verhältnisse wird vorab die Verwendung eines Mischbindemittels (70 % Kalk / 30 % Zement) mit einem Massenanteil von 3,5 - 4,0 % empfohlen. Die mit dem Bindemittel versetzten Böden sind in Lagen von < 0,4 m zu behandeln und einzubauen bzw. ist das Mischbindemittel ca. 0,4 m tief in die anstehenden Böden einzufräsen.

Mit den obigen Vorgaben resultiert eine Menge von ~ 66,5 – 76,0 kg Mischbindemittel pro Kubikmeter Boden, was bei einem lagenweisen Einbau bzw. bei einer Einfrästiefe von ~ 0,4 m einer Menge von ~ 26,5 – 30,5 kg Mischbindemittel je Quadratmeter entspricht.

- **Zur Bodenverbesserung wird ein Mischbindemittel (70 % Kalk / 30 % Zement) empfohlen.**

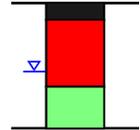
Auf der Oberkante des mit Mischbindemittel verbesserten Bodens ist ein Tragfähigkeitsnachweis zu führen, wobei ein dynamischer Verformungsmodul $E_{v_d} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden sollte.

Auf dem verbesserten Erdplanum ist anschließend der weitere Aufbau gemäß der nachfolgend beschriebenen Vorgaben auszuführen.

3.3. GRÜNDUNG AUF TRAGENDEN FUNDAMENTPLATTEN

Die geplanten Vorhaben binden in einen ausreichend tragfähigen Horizont ein. Nach Auswertung der gründungsrelevanten Erfordernisse und Bedingungen sowie unter Zugrundelegung der bekannten Planungsdaten [4], erfolgt die Lastabsetzung jeweils über eine:

- **Stahlbetonfundamentplatte** (bewehrt) auf einem **Gründungspolster.**



Im Lastabtragungswinkel (von $\alpha = 45^\circ$) des Bauwerks ist ein Schotterpolster unter Einhaltung eines seitlichen Überstands (über das Bauwerk hinaus) von $> 0,5$ m als Widerlager zur Verdichtung zu errichten. Das Polster ist lagenweise (mit $d \leq 0,25$ m) ab der Oberkante des Erdplanums aufzubauen (siehe Abbildung 2) und auf jeder Lage intensiv zu verdichten.

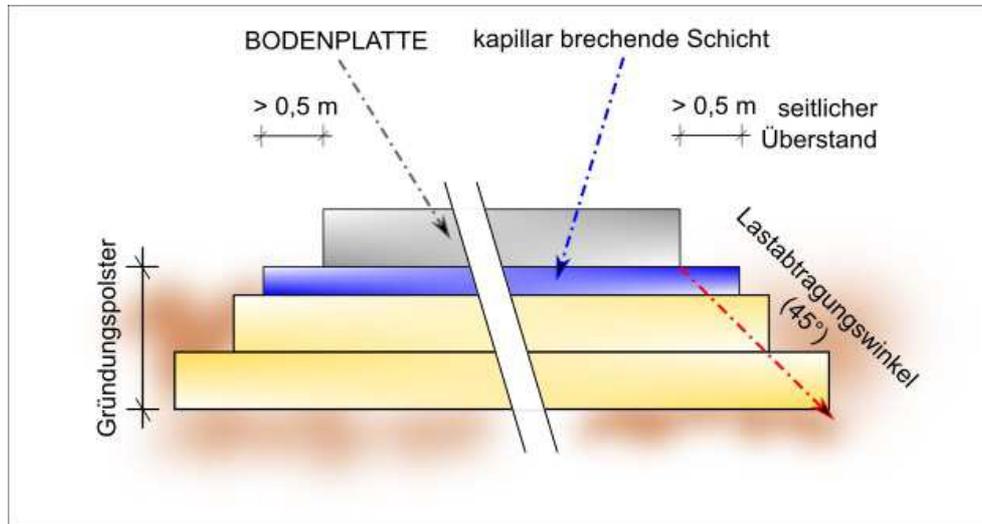


Abbildung 2: Schematische Skizze zum Aufbau eines Gründungspolster

Die vorgesehene **Mindestaufbaumächtigkeit** des Gründungspolsters beträgt:

- **~ 0,40 m (unterkellerte Punkthäuser) bzw. 0,60 m (nicht unterkellerte Gebäude).**

Hinweis: Die Aufbaumächtigkeit ist Grundlage der statischen Berechnung. Sollte seitens der weiteren Planung von diesem Wert nach unten abgewichen werden, so ist zu prüfen, ob die errechneten Angaben ihre Gültigkeit bewahren.

Das Schotterpolster ist an der Oberfläche mit einer geringmächtigen Schicht aus passendem Material abzuschließen, welches als **gekörnte Sauberkeitsschicht**, respektive **kapillarbrechende Filter- und Ausgleichsschicht** wirkt. Das zu nutzende Material richtet sich nach der örtlichen Verfügbarkeit.

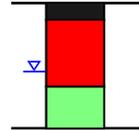
Für das Gründungspolster sind **ausschließlich gut verdichtungsfähige und kornstabile Erdbaustoffe** wie Splitt, Schotter oder Kies zu verwenden. Die durch den Ersteller empfohlene Körnung (praktisch) liegt bei:

- **~ 0 - 45 mm.**

Hinweis: Die hier vorgeschlagene Körnung ist eine Näherung und kann durch ein qualifiziertes Unternehmen je nach der örtlichen Materialverfügbarkeit angepasst werden. Es sind bei Abweichungen im Größtkorn weiterhin die unten bezifferten Verdichtungsangaben einzuhalten.

Anmerkung: Sollte unterhalb der Gründungspolster auf eine Bodenverbesserung mit Mischbindemittel verzichtet werden, erhöht sich die Aufbaumächtigkeit des Gründungspolsters jeweils um ca. 0,40 m. In diesem Fall ist auf dem Erdplanum ein kombiniertes Geogitter mit Geotextil flächenhaft aufzulegen, um eine einheitliche Gründung zu gewährleisten. Weiterhin sind die unteren ca. 0,6 m jeweils mit einem Grobschotter der Körnung 0 – 150 mm herzustellen. Darauf folgt ein 0,2 – 0,4 m mächtiges Feinplanum der Körnung 0 – 45 mm.

Als **Verdichtungsvorgabe** des Schotterpolsters ist jeweils eine Einbaudichte von $D_{pr} \geq 97\%$ einzuhalten. Anschließend ist ein Tragfähigkeitsnachweis auf dem Polster über Fallplatten-druckversuche nach TP BF 8.3 durchzuführen, wobei ein dynamischer Verformungsmodul $E_{vd} \geq 30$ MN / m² zu erreichen ist.



Alternativ können Lastplattenversuche nach DIN 18134-300 [1] ausgeführt werden, durch welche ein statischer Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN} / \text{m}^2$ mit einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} \leq 3,0$ nachzuweisen ist. Die endgültige Festlegung der Anforderung erfolgt nach Wahl des verwendeten Materials.

Auf dem hergestellten Gründungspolster wird anschließend die Bodenplatte errichtet, deren Bewehrung den statischen Vorgaben folgt. Die Stärke der Bodenplatte inkl. Dämmung (mit 0,39 m, vgl. Tabelle 3) kann je nach Anforderung variieren und richtet sich nach den Berechnungen des Statikers. Die Bodenplatte wird mit einer elastischen Bettung auf dem Gründungspolster bemessen.

Zur Errichtung des Gründungspolsters sind im Einzelnen folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Baufeldvorbereitung:
 - Abschieben des Mutterbodens,
 - Entfernen bzw. intensives Nachverdichten von vorhandenen Auffüllungen,
 - ca. 0,4 m tiefes Einfräsen eines Mischbindemittels unterhalb der vorgesehenen Gründungspolster,
- Herstellen der Baugrube (gemäß DIN 4124 [1]),
- Herstellen eines intensiv verdichteten Erdplanums,
- optional (wenn unter dem Gründungspolster keine Bodenverbesserung ausgeführt wird): Abdecken des Erdplanums mit einem kombinierten Geogitter mit Geotextil,
- Aufbauen & Verdichten des Schotterpolsters (in Lagen $\leq 0,25 \text{ m}$), ggf. getrennt nach Grob- und Feinplanum (wenn unter dem Gründungspolster keine Bodenverbesserung ausgeführt wird).

3.4. SETZUNGSBERECHNUNGEN ZUM GRÜNDUNGSVORSCHLAG

Anhand der bereitgestellten Planunterlagen [4] zu dem Vorhaben und basierend auf den Erkundungsergebnissen (vgl. Kapitel 2.2) ist für die hier vorgeschlagene Gründungsvariante eine Setzungsberechnung (siehe Anlage 3) zur Ermittlung der maßgebenden statischen Kennwerte durchgeführt.

Die **Punkthäuser** (exemplarisch nordwestliches Punkthaus) verfügen über vier Stockwerke und die Dimensionen der Bodenplatten sind mit Langseite: 18,00 m und Kurzseite: 14,50 m angesetzt.

Die vorläufig zulässige, mittlere **charakteristische Bodenpressung** (σ_0) für die Unterkante der Bodenplatte ist unter der Berücksichtigung oben stehender Vorgaben angegeben zu:

- $\sigma_0 = 200 \text{ kN} / \text{m}^2$.

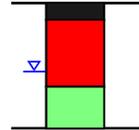
Zur Dimensionierung der Fundamentplatten mit einem flächenhaften Lastabtrag wird objektbedingt eine Auflast ($\sigma_{0 \text{ Sohldruck}}$) von $\sigma_{0 \text{ Sohldruck}} = 75 \text{ kN} / \text{m}^2$ angenommen.

Zur Dimensionierung der Fundamentkonstruktionen ergibt sich aus der Berechnung nach obigen Eingabedaten nach dem Bettungsmodulverfahren ein vorläufig anzusetzender (korrigierter) Bettungsmodul ($k_{s,k}$) von:

- $k_{s,k} \sim 13.000 \text{ kN} / \text{m}^3$.

Dabei ist eine Vorbelastung für das geplante Erdplanum von $20 \text{ kN} / \text{m}^2$ angesetzt.

Die errechnete **Setzung** (s) des Grundbauwerkes liegt für ein setzungsunempfindliches Bauwerk mit $s = < 1,2 \text{ cm}$ innerhalb der technisch tolerierbaren Parameter.



Das **Ärztehaus** verfügt über drei Stockwerke und die Dimensionen der Bodenplatte sind mit Langseite: 36,00 m und Kurzseite: 16,00 m angesetzt.

Die vorläufig zulässige, mittlere **charakteristische Bodenpressung** (σ_0) für die Unterkante der Bodenplatte ist unter der Berücksichtigung oben stehender Vorgaben angegeben zu:

- $\sigma_0 = 190 \text{ kN} / \text{m}^2$.

Zur Dimensionierung des Fundamentes mit einem flächenhaften Lastabtrag wird objektbedingt eine Auflast ($\sigma_{0 \text{ Sohldruck}}$) von $\sigma_{0 \text{ Sohldruck}} = 60 \text{ kN} / \text{m}^2$ angenommen.

Zur Dimensionierung der Fundamentkonstruktion ergibt sich aus der Berechnung nach obigen Eingabedaten nach dem Bettungsmodulverfahren ein vorläufig anzusetzender (korrigierter) Bettungsmodul ($k_{s,k}$) von:

- $k_{s,k} \sim 10.000 \text{ kN} / \text{m}^3$.

Dabei ist keine Vorbelastung für das geplante Erdplanum angesetzt.

Die errechnete **Setzung** (s) des Grundbauwerkes liegt für ein setzungs**unempfindliches** Bauwerk mit $s = < 1,3 \text{ cm}$ innerhalb der technisch tolerierbaren Parameter.

Der **Kindergarten** verfügt über ein Stockwerk und die Dimensionen der Bodenplatte sind mit Langseite: 38,60 m und Kurzseite: 23,60 m angesetzt.

Die vorläufig zulässige, mittlere **charakteristische Bodenpressung** (σ_0) für die Unterkante der Bodenplatte ist unter der Berücksichtigung oben stehender Vorgaben angegeben zu:

- $\sigma_0 = 180 \text{ kN} / \text{m}^2$.

Zur Dimensionierung des Fundamentes mit einem flächenhaften Lastabtrag wird objektbedingt eine Auflast ($\sigma_{0 \text{ Sohldruck}}$) von $\sigma_{0 \text{ Sohldruck}} = 30 \text{ kN} / \text{m}^2$ angenommen.

Zur Dimensionierung der Fundamentkonstruktion ergibt sich aus der Berechnung nach obigen Eingabedaten nach dem Bettungsmodulverfahren ein vorläufig anzusetzender (korrigierter) Bettungsmodul ($k_{s,k}$) von:

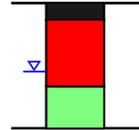
- $k_{s,k} \sim 9.000 \text{ kN} / \text{m}^3$.

Dabei ist keine Vorbelastung für das geplante Erdplanum angesetzt.

Die errechnete **Setzung** (s) des Grundbauwerkes liegt für ein setzungs**unempfindliches** Bauwerk mit $s = < 0,7 \text{ cm}$ innerhalb der technisch tolerierbaren Parameter.

Aus der Gesamtsetzung der Vorhabens kann die **Sofortsetzung während der Bauphase** mit einem Anteil von $\sim 50 \%$ berücksichtigt werden, weshalb der aufgeführte **Bettungsmodul** als **korrigierter** Wert bereits verdoppelt ist.

Anmerkung: Ein genauerer Ansatz ist grundsätzlich unter Berücksichtigung des Sohldrucks und der Setzung nachzuweisen. Hierfür können zwei alternative Möglichkeiten berücksichtigt werden: Ansatz des vorhandenen Sohldrucks aus den Lasten der Bauwerkskonstruktion und der zu erwartenden Setzung nach DIN 4019 [1] oder des zulässigen Sohldrucks und der maximal zulässigen Setzung.



3.5. GRÜNDUNGSVORSCHLAG NEBENBAUWERKE

Dem Vorhaben angegliedert sollen weitere Nebenbauwerke errichtet werden. Diese Teilvorhaben sind angesichts der gering zu erwartenden Bodenpressung und Lasteinwirkung frostfrei (vgl. Tabelle 11) über Einzel- / Streifenfundamente in die an der Oberfläche anstehenden Bodenhorizonte zu gründen. Die hierzu vorläufig zulässige, mittlere Bodenpressung (σ_0) ist angegeben mit:

- $\sigma_0 = 180 \text{ kN} / \text{m}^2$.

3.6. FROSTSICHERHEIT

Zur Einhaltung der Frostsicherheit ist das Vorhaben entsprechend auszulegen. Hierzu ist ausgehend vom später geplanten Fertiggelände eine Frosttiefe $Z_F \sim 0,9 \text{ m}$ zu berücksichtigen.

Die Angaben zur Frostsicherheit (vgl. Tabelle 11) sind zu beachten. Die folgend getroffenen Angaben inkludieren den weiteren Aufbau bis zum späteren Fertiggelände, weshalb die getroffenen Angaben teils geringer ausfallen als für die Frosttiefe Z_F gefordert.

Sofern in der späteren Planung eine Abweichung der hier betrachteten Mächtigkeiten und Einbindetiefen vorgenommen wird, sind zur Gewährleistung der Frostsicherheit die schichtrelevanten **Einbindetiefen** zwingend zu **beachten**.

Durch die Einbindetiefe der Kellergeschosse bei den **Punkthäusern** ist eine **intrinsische Frostsicherheit** (Einbindetiefe $>$ Frosttiefe (Z_F)) gewährleistet. Die Mächtigkeit im SP ist somit für den statischen Lastabtrag relevant.

Durch den Ersteller wird eine frostfreie Gründung des **Ärztehauses** & des **Kindergartens** mit einer ausreichenden Mächtigkeit unterhalb der **Bodenplatte** vorgeschlagen. Basierend auf den Planunterlagen und der Höhenverortung des Grundbauwerkes ist die angesetzte Mächtigkeit des Schotterpolsters aus Frostschutzmaterial der Frostklasse F1 von $\sim 0,60 \text{ m}$ ⁴:

- **ausreichend**.

4. KANAL- UND STRASSENBAU

Die planungsseitigen Vorgaben umfassen die Bekanntgabe der Lageanordnung des vorgesehenen Kanal- und Straßenbaus. Es findet eine komplette Neuverlegung der Rohrführungen statt. Die zu verwendenden Rohrtypen wurden noch nicht benannt. Die Rohrsohlen liegen vorab bis etwa 3,0 m unter der Geländeoberkante. Die exakten Einbindetiefen wurden noch nicht bekannt gegeben. Der geplante Leitungsbau wird in einer offenen Bauweise vorgesehen.

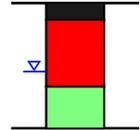
Nachfolgend werden auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse Vorschläge und grundbautechnische Empfehlungen bekannt gegeben. Bei Änderungen der Detailplanungen sollten die erd- und grundbautechnischen Vorschläge und Empfehlungen nach Fertigstellung der Ausführungsplanung projektbezogen überarbeitet werden.

4.1. HERSTELLUNG KANÄLE

Prinzipiell ist die Einschränkung der Tragfähigkeit dort gegeben, wo die Konsistenz bzw. Lagerungsdichte **geringer als „steif“** bzw. **geringer als „mitteldicht“** ansteht.

Alle anderen Gründungsbereiche sind gemäß den Erkundungsfeststellungen als ausreichend tragfähig zu beurteilen.

⁴ Die Werte dienen in der weiteren Betrachtung als Grundlage für die statische Berechnung. Bei einer Abweichung der gegebenen Werte ist die Berechnung dementsprechend anzupassen, um die neu gültigen Kennwerte zu erhalten.



Die Baugrundgegebenheiten im Baugebiet haben gezeigt, dass auf dem Niveau der Kanalsohlen in fast allen Bereichen des Baugebietes mit wassergesättigten, eingeschränkt tragfähigen Bodenschichten zu rechnen ist. Daher wird zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Druckverteilung im Auflagerbereich und zur Stabilisierung der unteren Bettungsschicht eine durchlaufende Gründungsschicht (Sohlstabilisierungsschicht), die in Grabenbreite eingebaut wird, als unumgänglich angesehen.

Prinzipiell sind hierzu grobkörnige Erdbaustoffe geeignet, die gleichmäßig kornabgestuft sind sowie einbau- und verdichtungsfähige Eigenschaften besitzen (z.B. Sand, Kies, etc.). Diese sollten mit einer eingelagerten Dränung vollständig in ein Geotextil (GRK 3: mind. 180 g/m²) eingehüllt werden, um ein Einspülen von Feinkornanteilen aus den anstehenden Böden in das Füllmaterial des Rohrgrabens (Suffosion) in jedem Fall zu verhindern. Die Aufbaumächtigkeit der Gründungsschicht (Sohlstabilisierungsschicht) beträgt vorab 0,30 m. Alternativ kann unterhalb der unteren Bettungsschicht eine 0,30 m tiefe Bodenverbesserung durch das Einfräsen eines Mischbindemittels (vgl. Kapitel 3.2.) vorgesehen werden.

Für die untere Bettungsschicht der Kanalleitungen wird vorgeschlagen, eine Mindestdicke von $d \geq 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ vorzusehen. Die Bettungsschicht dient gleichzeitig zur Herstellung eines einheitlichen bzw. gleichmäßigen Gefälles.

Sofern unterhalb der unteren Bettungsschicht eine 0,30 m tiefe Bodenverbesserung vorgesehen ist, sollte angesichts der hydrologischen Verhältnisse (gering durchlässige Böden) für die untere Bettungsschicht eine Mindestdicke $d \geq 300 \text{ mm}$ einkalkuliert werden.

Als Erdbaustoffe für die untere Bettungsschicht kommen zur Verwendung:

- Sand oder stark sandiger Kies mit einem Größtkorn bis 20 mm,
- Brechsand oder Splitt mit Größtkorn von 11 mm.

Für die Herstellung der Rohrbettung und Seitenverfüllung sowie die Abdeckzone gelten die Vorgaben der DIN EN 1610.

Die obere Bettung ist in Abhängigkeit der zur Verwendung gelangenden Rohre festzulegen.

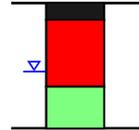
Generell ist zu beachten, dass die obere Bettungsschicht sorgfältig einzubauen ist, um zu gewährleisten, dass die Zwickel unter dem Rohr mit verdichtetem Material verfüllt sind.

Die Erdbaustoffe sind bis 0,50 m über OK Rohr auf 95 %, maximal jedoch 97 % Proctordichte zu verdichten: Entscheidung je nach Rohrtyp und Einbauboden.

4.2. GRÜNDUNG SCHACHTBAUWERKE

Nach dem Aushub der Gruben für die Schachtbauwerke sollte zum Schutz der Gründungssohle unverzüglich eine $d = 0,10 \text{ m}$ dicke Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (C 7 -10 o. ä.) eingebracht werden.

Unterhalb der Schachtsohlen ist ein wenigstens 0,30 m mächtiges Schotterpolster einzubringen, das auf einem Geotextil (s.o.) im Lastabtragungsbereich des Bauwerks zzgl. eines randlichen Verdichtungsstreifens von 0,5 m eingebracht wird. Die Dimensionierung des Schotterpolsters erfolgt nach bekannt werden der Bauwerklasten und örtlicher Abnahme des Planums im Einvernehmen mit dem Baugrundsachverständigen.



4.3. WASSERHALTUNGSMASSNAHMEN

Zur Zeit der Erkundungsarbeiten ist örtlich Grund- bzw. Schichtenwasser festgestellt worden. Grundsätzlich wird daher bei der Anordnung der Kanalleitungen unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse mit einer Beeinträchtigung der Baumaßnahme durch den Einfluss von Grund-, bzw. Schichtenwasser gerechnet, welches besonders in längeren Anschnitten bzw. in niederschlagsreichen Perioden in den Gräben eintreten kann.

Vorsorglich sollten daher Wasserhaltungsmaßnahmen eingeplant werden, die sicherstellen müssen, dass die erd- und grundbautechnischen Arbeiten ohne Behinderungen durchgeführt werden können.

Es wird vorgeschlagen, eine **offene Wasserhaltung** entlang der Grabensohle vorzusehen. Zur Durchführung wie Auffangung und Ableitung anfallender Restbodenwässer in der Grabensohle wird prinzipiell empfohlen:

- Herstellung eines Vorflutanschlusses im Bereich des Kanalsohlentiefpunktes ggf. als Pumpensumpf mit einer Sohltiefe von ≥ 50 cm ab Grabensohle.
- Vom Vorflutanschluss ausgehender Einbau eines Dränrohrsammlers in schaufelbreitem Graben mit allseitiger mindestens 15 cm dicker Kiessandummantelung der Körnung 0,06 - 32 mm (filterwirksam) entlang einer Grabenseite, außerhalb des Lasteinflussbereichs des Rohraufagers.
- Einbau einer $d = 30$ cm dicken Entwässerungsschicht aus Hartsteinsplitt der Körnung 0,06 - 32 mm in der gesamten Grabenbreite und Verdichtung auf 95 % der einfachen Proctordichte.

Die $d = 30$ cm dicke Hartsteinsplittentwässerungsschicht kann gleichzeitig als ohnehin erforderliche Gründungsschicht (Sohlstabilisierungsschicht) mitgenutzt werden.

Nach Beendigung der Bauarbeiten und erfolgter Verfüllung der Grabenzone ist die Dränage „tot zu legen“ (Ausschluss der Abwanderung von Bodenfeinstteilchen in Richtung des hydraulischen Grundwassergefälles mit der Gefahr von Rohrverformungen).

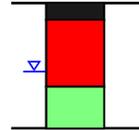
4.4. GRABENAUSHUB UND GRABENSICHERUNG

Aufgrund der anstehenden Bodenverhältnisse wird die freie Grabenprofilierung unter Anpassung eines für den Bodenaufbau erforderlichen Böschungswinkels $\beta \leq 45 - 60^\circ$ in den Lockerböden als durchführbar angesehen. In wassergesättigten Bereichen ist ein Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ zulässig. Steilere Böschungswinkel können nur bei sehr geringer Einbindetiefe der Kanalleitungen und nach Abnahme durch den Baugrundsachverständigen zugelassen werden. Jedenfalls ist bei freier Abschachtung eine laufende und verantwortliche Prüfung der Standsicherheit der Grabenwandungen erforderlich. Beim Auftreten von Böschungsstabilitäten sind unverzüglich Sicherungsarbeiten einzuleiten, um jegliche Unfallgefährdung auszuschließen.

Sofern die Grabensohle höchstens 1,75 m tief einbindet darf nach DIN 4124 auch ein senkrechter Graben hergestellt werden, wobei die oberen 0,5 m im 45° -Winkel geböscht sind.

Alternativ kann die Sicherung der Grabenwände mittels Verbau erfolgen. Zur Herstellung des Verbaus in den Kanalleitungen können Verbauboxen zum Einsatz gelangen. Die Dimensionierung der entsprechenden Verbauboxen muss dem maximalen Rohrdurchmesser angepasst werden.

Zur Sicherung der Gräben sind grundsätzlich die Ausführungen der **DIN 4124 - Baugruben und Gräben** - und die **DIN 18303 - Verbauarbeiten** - sowie alle anderen einschlägigen Vorschriften zu beachten.



4.5. GRABENVERFÜLLUNG

Bis etwa 30 cm über Rohrscheitel sind die Kanalleitungen mit steinfreiem Material abzudecken.

Nach ZTVE - StB sollte als Baustoff nur Boden mit einem Größtkorn von 20 mm verwendet werden, wobei der Sandanteil überwiegen muss.

Bei den Verfüllarbeiten im Bereich der Leitungszonen ist besonders darauf zu achten, dass die Verfüllung und Verdichtung an beiden Rohrseiten gleichzeitig und gleichmäßig ausgeführt werden.

Gemäß ATV-A 139 darf die Verdichtung des Verfüllmaterials in der Leitungszone nur von Hand oder leichten Verdichtungsgeräten erfolgen. Der Einsatz von Fallgewichten sowie eine Verdichtung durch Schlagen oder Drücken z. B. mit dem Baggerlöffel ist nicht zulässig.

Die anstehenden, vorwiegend bindigen Böden weisen eine geringe Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit auf. Zur Prüfung der Einbau- und Verdichtungskriterien sollten in Anlehnung an die Richtlinien der ZTVE - StB und ZTVT - StB baubegleitend Proctorversuche nach DIN 18127 zur Bestimmung des günstigsten Wassergehaltes und der zu erreichenden Proctordichte bzw. den verlangten Verdichtungsgrad durchgeführt werden. Es kann auf dieser Grundlage über die Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden entschieden werden.

Eine Wiederverwendung der Böden unterhalb von tragenden Bauteilen oder Befestigungsflächen sowie zur Kanalgrabenverfüllung wird nur nach Bindemittelbeigabe (Mischbindemittel: Kalk / Zement- Gemisch) empfohlen.

4.6. STRASSENBAU

Der geplante Straßenbau wird vorab der Belastungsklasse BK 1.0 zugeordnet. Bei der örtlichen Höhenlage und einem stark frostempfindlichem Untergrund der Frostklasse F 3 resultiert für die Belastungsklassen BK 1.0 eine erforderliche Aufbaumächtigkeit des Oberbaus der Verkehrsflächen einschließlich Frostschutzschicht von $d = 0,6$ m.

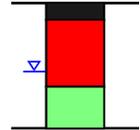
Außerdem wird ein statischer Verformungsmodul $Ev_2 \geq 120$ MN/m² für Asphaltflächen bzw. $Ev_2 \geq 150$ MN/m² für Pflasterflächen bei einem Verdichtungsverhältnis $Ev_2 / Ev_1 \leq 2,2$ gefordert, was auf Höhe OK Erdplanum einen statischen Verformungsmodul $Ev_2 \geq 45$ MN/m² bzw. einem dynamischen Verformungsmodul $Ev_d > 20$ MN/m² voraussetzt.

Der auf dem Erdplanum geforderte statische Verformungsmodul $Ev_2 \geq 45$ MN/m² wird in den Auelehm- und Schwemmlößablagerungen erfahrungsgemäß nicht flächenhaft erreicht. Daher wird zur Herstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit der Fahrflächen ein Mehraufbau von wenigstens $\sim 0,2$ m zum Normaufbau empfohlen. Dabei sind die unteren $\sim 0,5$ m aus einem Hartsteinschotter der Körnung 0 - 200 mm oder vergleichbar herzustellen. Darauf folgt ein $\sim 0,2$ m mächtiges Feinplanum der Körnung 0 - 32 mm oder vergleichbar sowie der Asphaltaufbau bzw. die Pflastersteine mit Bettungsschicht.

Der Mindestaufbau von 0,8 m Gesamtmächtigkeit sollte keinesfalls unterschritten werden, um die Anforderungen von $D_{pr} \geq 103$ % auf der Oberkante der Tragschicht flächenhaft zu erreichen.

Das profilierte Abtragsplanum sowie die untere Lage des Schotterkörpers ist intensiv sowie ausschließlich statisch zu verdichten, um ein Verbreiten des Erdplanums durch Vibrationseinwirkung zu verhindern. Auf dem hergestellten Erdplanum ist ein Baustellenvlies (GRK 3: mind. 150 g / m²) bzw. ein Geogitter flächenhaft auszulegen, um eine einheitliche Gründung zu gewährleisten.

Das Gründungspolster ist jeweils lagenweise in Lagen von $d \leq 0,25$ m einzubauen und intensiv zu verdichten. Es erhält einen seitlichen Überstand von 0,50 m als Widerlager zur Verdichtung.



Alternativ kann die 0,40 m mächtige Bodenverbesserung mit Mischbindemittel (vgl. Kapitel 3.2.) auch unterhalb der Fahrflächen vorgesehen werden. Darauf wird ein 0,40 m mächtiges Gründungspolster aus Hartsteinsplitt der Körnung 0 - 32 mm oder vergleichbar aufgebaut.

5. HYDROLOGISCHE SITUATION

Die Bodenwasserverhältnisse konnten insoweit festgestellt werden, dass bis in die gründungsrelevante Tiefe (Erdplanum minus 0,5 m) Grundwasser angetroffen wurde. Mit einem ruhenden Grundwasserspiegel ist somit innerhalb des gründungsrelevanten Horizonts der **Punkthäuser** (mit Keller) zu rechnen. Für die Gebäude ohne Keller (**Ärztehaus & Kindergarten**) ist mit einem ruhenden Grundwasserspiegel unterhalb des gründungsrelevanten Horizonts zu rechnen.

Für das Baufeld ist seitens der Planung bei den örtlichen Behörden der maximal zu erwartende Wasserstand in Erfahrung zu bringen. Alternativ können über in der Umgebung befindliche Grundwassermessstellen Näherungswerte herangezogen und interpoliert werden.

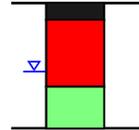
Sofern diese Informationen nicht verfügbar oder sinnvoll nutzbar sind, ist im Zweifel als Bemessungswasserstand die GOK am Tiefpunkt heranzuziehen.



Abbildung 3: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).

Die mittlere Wasserstand der Ohm im betreffenden Gebiet liegt bei 199,00 m NHN. Die Höhe des Entwässerungsgrabens (trocken liegend) neben dem Baufeld beträgt 206,00 m NHN.

Wenn für das Bauvorhaben keine verwertbaren Angaben zum langjährigen Grundwasserhochstand (Bemessungswasserstand) vorliegen und um die "Im Zweifel GOK"-Angabe genauer bestimmen zu können, wird eine Beobachtung der örtlichen Grundwassersituation über Langzeitbrunnen vorgeschlagen. Hierzu bietet der Ersteller die Installation einer Messstelle im Baufeld an, welche bevorzugt in einer feuchten Witterungsphase auszuführen ist.



5.1. GRUNDWASSER UND WASSERSCHUTZGEBIETE

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen besteht das folgende Ergebnis, dass sich bis zur Erkundungstiefe in den Sondierlöchern bei 206,53 m NHN ein Wasserspiegel eingestellt hat.

Auf gering durchlässigen Horizonten (z. B. Ton, Schluff, Fels) kann eindringendes Oberflächenwasser aufstauen und örtlich Schichtenwasser ausbilden, das beim Anschnitt oft ausblutet, jedoch bautechnisch als örtlich auftretendes Grundwasser anzusprechen ist. Dies ist bei der Planung und Ausführung ebenfalls mit einzukalkulieren und / oder durch technische Maßnahmen zu vermeiden.

Anmerkung: Bei gering- durchlässigen Böden kann es bei lang anhaltendem Starkregen zu einem Einfließen und **Aufstauen von Oberflächenwasser innerhalb der Baugrube** kommen, was insbesondere während der Bauausführung zu Beeinträchtigungen führen kann. Hierzu sind diese Eventualitäten in der weiteren Planung und explizit in der Ausführung zu beachten. Weiterhin sind Vermeidungs- sowie Kompensationsmaßnahmen vorzusehen und vorzuhalten.

Bei einem obig beschriebenen Fall ist der Ersteller hierüber zu kontaktieren, um zu prüfen, ob eine Beeinträchtigung respektive Änderung der Baugrundsituation zustande gekommen ist.

Für die Bauausführung ist zum Herstellen einer Baugrube für die **Punkthäuser** ein Grundwasserspiegel 0,5 m unterhalb des Erdplanums einzustellen. Durch die eingeschätzte Tiefenlage des Kellergeschosses wird der **Abstand vrs. nicht eingehalten**. Es sind somit im Vorfeld der Bauausführung **aktive Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen**, um eine trockene Baugrube zu errichten.

Für die Bauausführung für des **Ärztehauses & Kindergartens** ist zum Herstellen einer Baugrube ein Grundwasserspiegel 0,5 m unterhalb des Erdplanums einzustellen. Gemäß der Stichtagesmessung ist der Abstand eingehalten, jedoch im Vorfeld der Maßnahme zu verifizieren.

Auf Grundlage der verfügbaren Fachdaten wurde die das Vorhaben betreffende Region auf ausgewiesene Schutz- & Überschwemmungsgebiete hin untersucht, mit folgendem Ergebnis:

- Das Vorhaben liegt innerhalb der Schutzzone III B des Trinkwasserschutzgebietes „WSG Wohratal- Stadtallendorf“,
- Das Vorhaben liegt innerhalb der Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebietes „WSG TB Erfurtshausen“,
- weitere ausgewiesene Schutz- & Risikogebiete sind nicht betroffen.

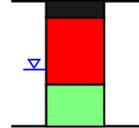
Bei Eingriffen in den Gewässerhaushalt ist prinzipiell mit den zuständigen Behörden zu klären, ob für die geplanten Maßnahmen anzeigepflichtige Tatbestände vorliegen und diese im Vorfeld der Ausführung dementsprechend anzumelden sind.

Wir weisen hiermit ausdrücklich darauf hin, dass die **Angabe** zum Grundwasserstand eine **Stichtagesmessung** vom 19. Mai 2023 ist. Zur Beurteilung des Grundwasserstandes ist eine jahreszeitlich bedingte und niederschlagsabhängige Veränderlichkeit zu Grunde zu legen. Im Verlauf lang anhaltender, niederschlagsreicher Zeiten ist daher mit einem geringeren Flurabstand (Grundwasserstand unter GOK) zu kalkulieren.

5.2. ABDICHTUNG DES GRUNDBAUWERKES

Das Vorhaben ist gemäß der gültigen Vorschriften gegen von außen wirkendes Wasser abzuschirmen. Hierzu bedingen die geologischen Parameter ggf. die Notwendigkeit einer zusätzlichen Abdichtung. Gemäß der Untersuchungen (siehe u. a. Kapitel 2.2.3.) und der Vorhaben- Parameter ist das Bauwerk gemäß DIN 18533 [1] gegen die Wassereinwirkungsklasse abzudichten:

- **W2.1-E | drückendes Wasser.**



Die Art der Abdichtung kann hierbei z.B. mittels einer s.g. „Weißen Wanne“ ausgeführt werden. Die endgültige Entscheidung unterliegt der Projektplanung.

Besteht die Erlaubnis des Anschlusses der **Dränage an den Kanal**, respektive die **Errichtung einer Versickerungsanlage**, was eine beständige und sichere Abfuhr von eindringendem Wasser gewährleistet, kann die Abdichtung abweichend der Empfehlung des Erstellers gegen die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (nicht drückendes Wasser) ausgeführt werden.

Sofern eine Abdichtung gemäß W1.2-E ausgeführt wird, ist der entstandene Arbeitsraum zwingend mit einem kornstabilen, beständig gut durchlässigem Material ohne Feinanteil zu verfüllen. Weiterhin ist mittels einer Dränage sicherzustellen, dass sich kein Wasser gegen das Bauwerk aufstauen kann. Sofern ein natürlich bindiger Boden ansteht, ist dieser weiterhin mittels Vlies so abzusichern, dass keine Ausspülung durch und / oder ein Zusetzen in das Schotterpolster / den Arbeitsraum erfolgen kann.

Diese Möglichkeit ist seitens des Auftraggebers zu prüfen und sicherzustellen, dass alle notwendigen Erlaubnisse vorliegen bzw. eine bautechnische Umsetzung überhaupt erfolgen kann.

6. AUSFÜHRUNGSHINWEISE UND RISIKOABSCHÄTZUNGEN

Bei sämtlichen Arbeiten, das hier beschriebene Vorhaben betreffend, sind zwingend alle zutreffenden **Regeln** und **Normen** in ihrer jeweils aktuell gültigen Fassung einzuhalten. Insbesondere bei der Herstellung von Baugruben, Fundamentgräben und Gräben (DIN 4124, Kap.4.2.4 [1]) sowie bei Arbeiten an Hängen und Böschungen sind alle gültigen und zutreffenden Vorgaben (gemäß Normen und Regelwerken) **zwingend zu beachten**. Weiterhin ist den gültigen Sicherheitsvorschriften im Rahmen der Bauausführung Folge zu leisten.

6.1. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

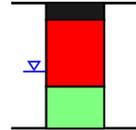
Zur Errichtung der Baugrube und dem tiefen Erdplanum ist im Vorfeld der Bauausführung der Grundwasserstand mittels Pegelbrunnen oder vergleichbaren Überwachungsinstallationen zu prüfen und zu beobachten. Es ist für die Ausführung ein Abstand von mindestens $\gg 0,5$ m unterhalb des Erdplanums einzuhalten.

Sofern der natürliche Grundwasserstand diesen Abstand (**GW > 0,5 m u. EP**) nicht einhält, ist mittels „aktiver Grundwasserhaltung“ (u. a. Gravitationsbrunnen, ggf. offene Wasserhaltung) oder einem „wasserdichtem Verbau“ die Baugrube zu sichern. Zur Dimensionierung der tatsächlichen Wasserhaltung dienen die hier vorgestellten Durchlässigkeiten als Näherungswerte und sind im Vorfeld anhand von **Pumpversuchen** zu verifizieren bzw. zu ermitteln.

Die bindigen Böden sind stark witterungsabhängig und können bei lang anhaltender Nässe stark aufweichen und ausfließen. Daher ist ein Schutz des Erdplanums während der Bauausführung unbedingt vorzusehen. Arbeiten am Boden sind in statischer Weise auszuführen und Vibrationen zwingend zu vermeiden, um ein Verbreiten (Reduktion von BK 4 zu BK 2, gem. DIN 18300 [1]) des Bodens zu verhindern.

Während der Bauphase kann es durch lang anhaltende **Starkregenereignisse** zu einer direkten und nachteiligen **Beeinträchtigung der Baugrube** kommen.

Durch den tiefen Einschnitt in das Gelände ist ein sicherer Abfluss von durchdrückendem Grund- / Schichtenwasser durch das Baufeld zu gewährleisten.



Dieser Fakt ist bereits in der Planung mit einzukalkulieren. Insbesondere während der Bauausführung sind geeignete Maßnahmen vorzuhalten oder direkt zu errichten, um die Baugrube bei ggf. auftretendem Wassereindrang trocken zu halten oder trocken legen zu können.

Aufgrund der **Topographie** ist das Grundstück gezielt nach technischen Normen und Vorgaben so abzusichern, respektive abgesichert herzustellen, dass eine gleichmäßig flächige Belastung des Baugrundes gewährleistet werden kann. Hierzu ist das Gelände ggf. durch **Stützmauern** oder vergleichbare Methoden abzusichern. Eine Berechnung hierzu ist seitens der Statik zu erstellen.

Das hergestellte Schotterplanum ist hinsichtlich der einwandfreien Oberflächenbeschaffenheit entweder vom Baugrundsachverständigen abzunehmen oder vom örtlichen Bauleiter, verantwortlich für die nachfolgenden Arbeiten, freizugeben.

6.2. RISIKOABSCHÄTZUNGEN

Das Baugrundstück liegt nach der DIN EN 1998-1 im Bereich folgender Einstufung:

- **EZ < 0.**

Das Gebiet **außerhalb der Erdbebenzonen: < Zone 0** ist einer sehr geringen seismischen Aktivität ausgesetzt. Das Gefährdungsniveau erreicht nicht die Intensität 6 auf der Europäischen Makroseismischen Skala (EMS-98), die etwa einer Magnitude von 2,8 – 4,5 gleichzusetzen ist.

Auf Grund der Lage in einem **fluviatil überprägtem Gebiet** (rezente und vergangene Gewässer) ist prinzipiell mit dem Vorhandensein von grobem (u.a. Grobkies und Steine) und feinem Material zu rechnen, welches in kurzer Abfolge, teils ineinander Verzahnt auftreten kann. Es ist daher mit kleinräumig starken Schwankungen in der Kornzusammensetzung zu rechnen.

Auf Grund der Lage in einem **glazial überprägtem Gebiet** (Einfluss der Eiszeiten) ist generell mit dem Vorhandensein von grobem Material (u.a. Steine, Blöcke, ggf. Findlinge) zu rechnen. Dies ist in der weiteren Planung durch das mögliche Vorhandensein der Bodenklassen 6+ (gemäß der DIN 18300) zu berücksichtigen.

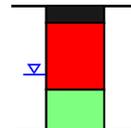
Das Vorhaben liegt im Bereich vormaliger / rezenter **vulkanischer Aktivitäten**. In der Region können daher kleinräumig u. a. vulkanische Schloten oder Gänge mit einer geringen Ausdehnung vorhanden sein. Ebenfalls können erkundete feste Gesteine von kleinräumiger Dimension sein und nicht das gesamte Baufeld abdecken, wodurch weichere Böden auftreten können.

Basierend auf vorhandenem Kartenwerk und fachlicher Einschätzung ist mit einem oberflächennah anstehendem Festgestein (Bodenklasse > 5, gemäß DIN 18300) zu rechnen, welches unterhalb der Erkundungstiefe vermutet wird. Sollte in der weiteren Planung ein tiefer gehender Eingriff in den Untergrund vorgesehen werden, ist dieser Fakt mit zu berücksichtigen.

7. ABSCHLUSSBEMERKUNGEN

Wir weisen hiermit ausdrücklich darauf hin, dass die durchgeführte Erkundungen eine punktuelle Untersuchung zu einem definierten Zeitpunkt darstellen. Basierend auf diesen Informationen erfolgt eine räumliche Interpretation, welche mit zunehmender Distanz an Schärfe verliert. Eine Abweichung im Interpretationsraum ist daher einzukalkulieren. Die Untersuchungsmethoden weisen zudem eine intrinsische Selektion des Materialspektrums auf, wodurch prinzipiell mit einer groben Fraktion zu rechnen ist.

Der Untersuchungsumfang wurde nach Vorgabe des Auftraggebers durchgeführt.



Der hier festgelegte Grundwasserstand ist eine im jahreszeitlichen Verlauf schwankende Größe und kann daher abweichen. Eine genaue langzeitliche Angabe kann über Messpegel im Vorfeld der Arbeiten ermittelt werden.

Die in diesem Bericht getätigten Aussagen, Bewertungen, Empfehlungen und Hinweise basieren auf dem Stand, der zu den Erkundungen zur Verfügung stehenden Eingangsparmeter. Die hierbei gewonnenen Daten liefern in Kombination mit den bereitgestellten Parametern die Grundlage für den vorliegenden Bericht.

Treten im Verlauf der weiteren Planungen signifikante Abweichung dieser auf, so ist der Ersteller darüber zu informieren und es ist zu prüfen ob eine Neubewertung erfolgen muss. Der vorliegende Bericht hat nur als **projektspezifisches Gesamtwerk** seine Gültigkeit. Eine Verwendung für andere Projekte oder benachbarte Grundstücke ist ausdrücklich untersagt. Es besteht Haftungsausschluss gegenüber Dritten sowie aufgrund von leichter Fahrlässigkeit.

Eine Vervielfältigung in Teilen oder als Ganzes ohne Genehmigung des Besitzers ist nicht zulässig. Dies gilt explizit für eine Verbreitung über moderne Medien. Der Besitz geht an den Auftraggeber über. Die Urheberrechte und das geistige Eigentum verbleiben beim Ersteller.

Sollten bei den Ausführungsarbeiten abweichende geologische Verhältnisse aufgeschlossen werden, respektive die Baugrube in einer nachteiligen Weise beeinträchtigt worden sein, so ist die **Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH** unverzüglich zu informieren. Sofern ggf. weitere Maßnahmen, Untersuchungen und Anpassungen notwendig werden sollten, stehen wir Ihnen gerne zur **erneuten Zusammenarbeit** bereit.

Verteiler:

- an Bauherrschaft (1x schriftlich, digital) | - ggf. an Planung (digital) | - z.d.A des Erstellers

Schwalmstadt, 24. Mai 2023

Torsten Sponer (Geschäftsführung)

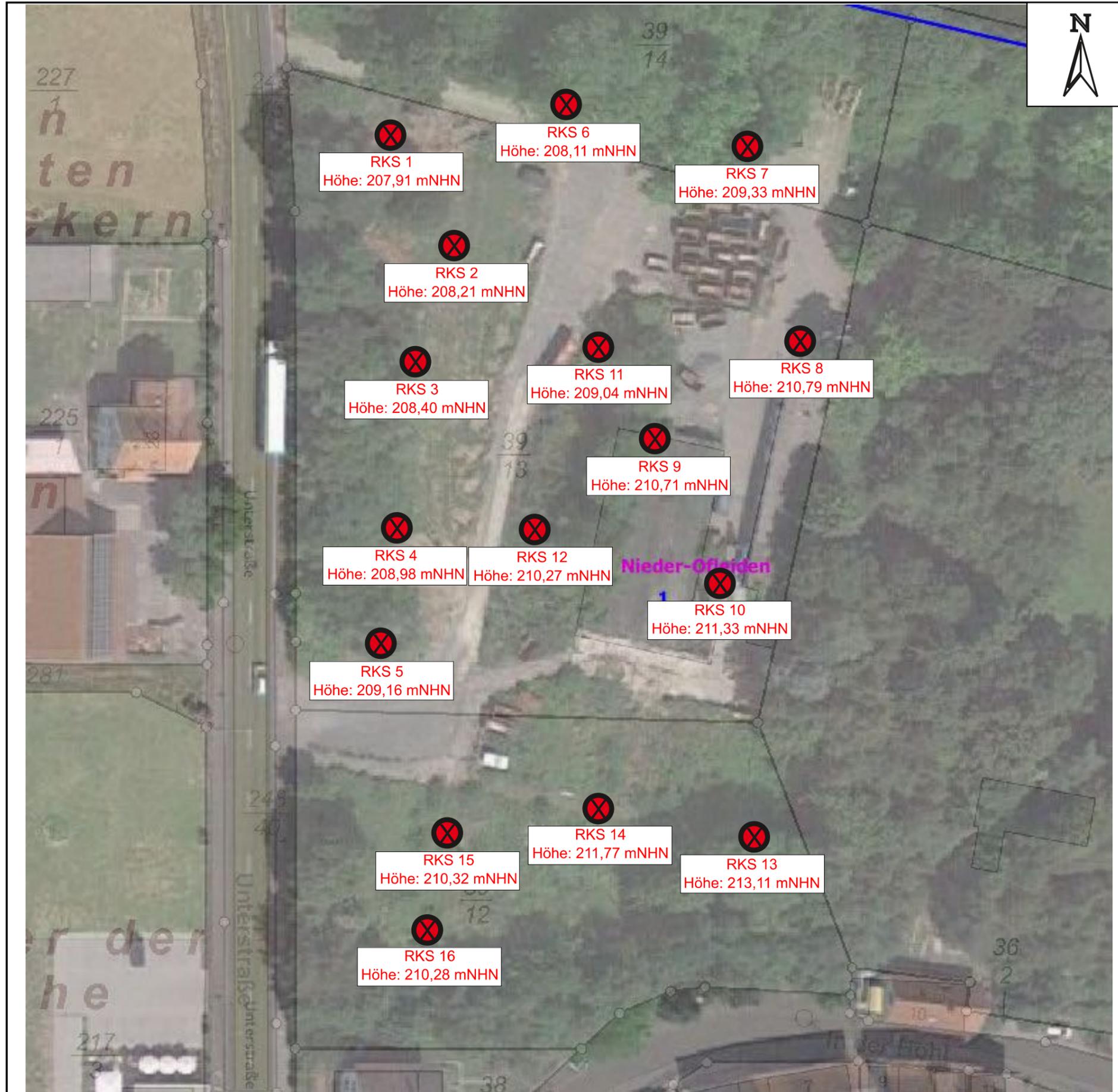
Sören Höppner (Geologe)

Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH
Steinweg 9 34613 Schwalmstadt

Tel.: 06691 25 00 768

Mail: info@erde-boden.net

Web: www.erde-boden.net



(Quelle: Bereitgestellte Planunterlagen zum Projekt)



(Quelle: www.openstreetmaps.org © OpenStreetMap-Mitwirkende)



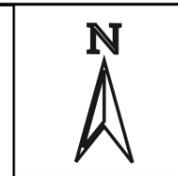
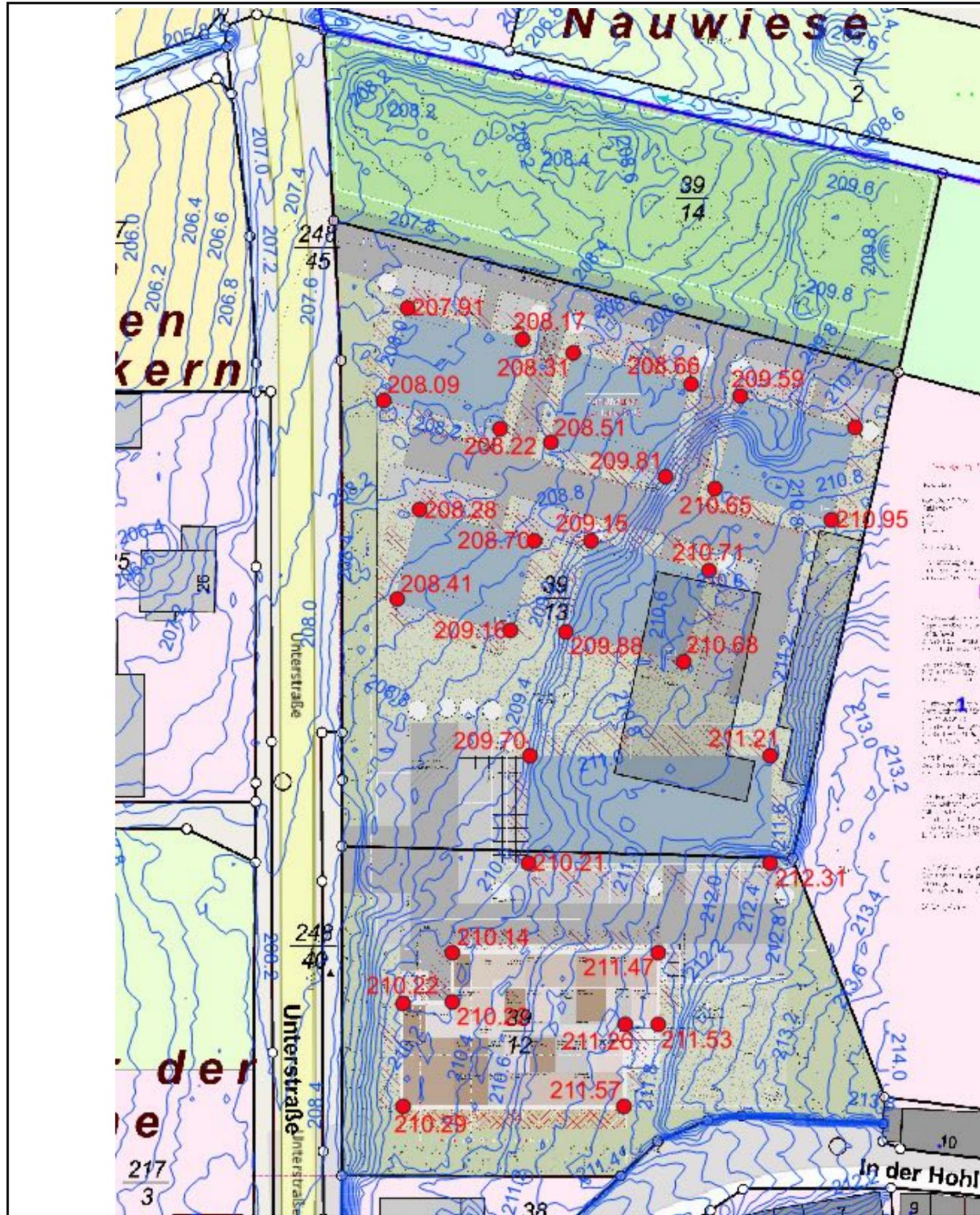
Anlage / Art:	 Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH Ingenieur- und Umweltgeologie
- 1 - / - Lageplan -	

Bauvorhaben in: 35315 Homberg (Ohm), Stadtteil Nieder-Ofleiden, Fl.1, Flstk. 39/12,39/13&39/14

Erläuterung / Legende:
 19. Mai 2023
 Erkundungsarbeiten ausgeführt am:

-  Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS)
-  Bezugspunkt zur Einmessung

Projekt Nr.:	Maßstab:	Datum (Planerstellung):	Ersteller:
- 220914 -	1:600	19. Mai. 2023	Schäfer



(Quelle: www.openstreetmaps.org © OpenStreetMap-Mitwirkende)

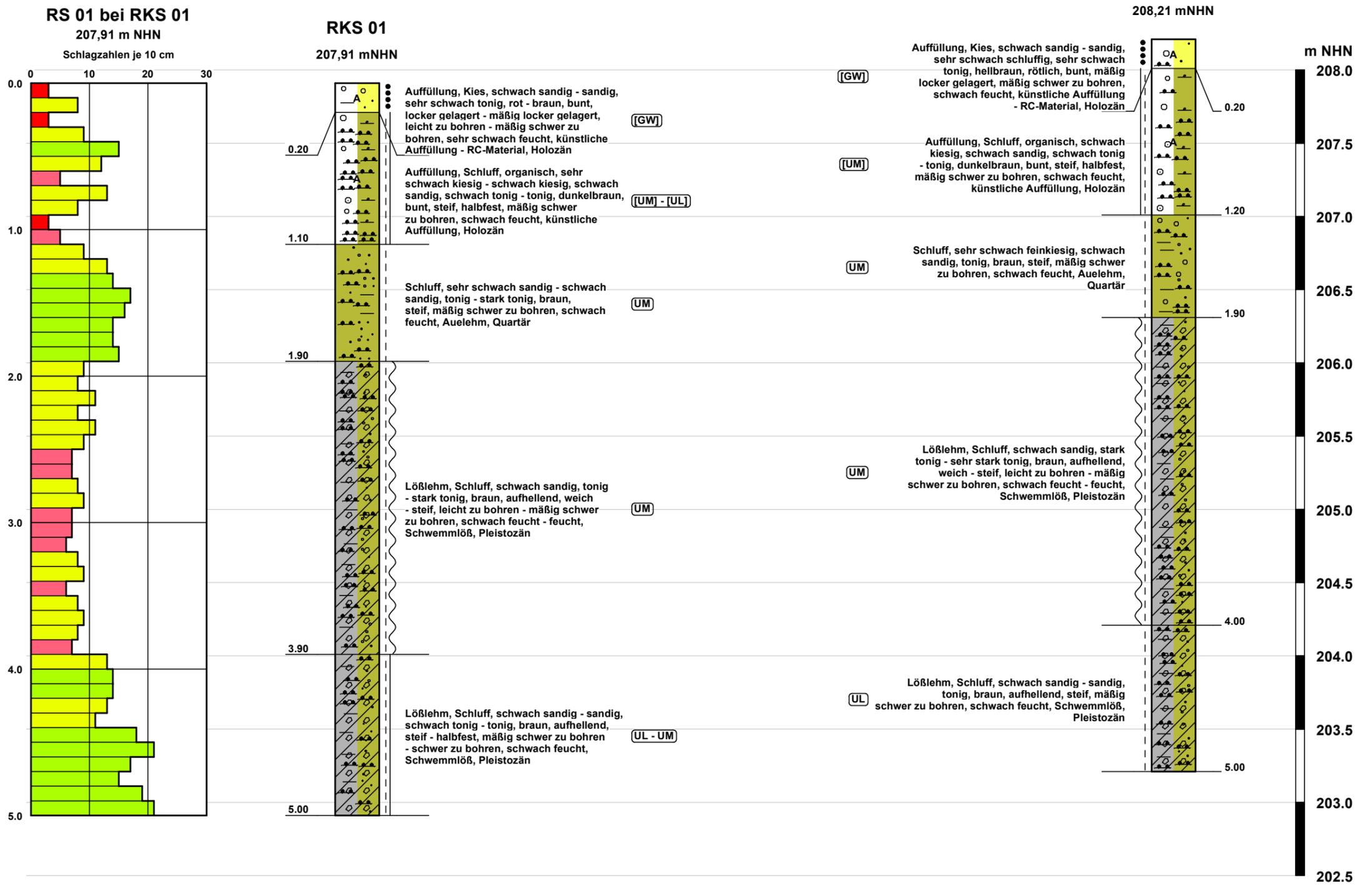


Anlage / Art: - 1 - / - Lageplan -		Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH Ingenieur- und Umweltgeologie	
Bauvorhaben in: 35315 Homberg (Ohm), Stadtteil Nieder-Ofleiden, Fl.1, Flstk. 39/12,39/13&39/14			
Erläuterung / Legende: 19. Mai 2023		Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) Bezugspunkt zur Einmessung	
Erkundungsarbeiten ausgeführt am:	Projekt Nr.:	Maßstab:	Datum (Planerstellung):
	- 220914 -	1:600	23. Mai. 2023
		Ersteller: Henkel	

(Quelle: Bereitgestellte Planunterlagen zum Projekt)

Konsistenzen & Bodenarten

	klüftig		tonig
	fest		Schluff
	halbfest - fest		schluffig
	halbfest		sandig
	steif - halbfest		Kies
	steif		kiesig
	weich - steif		feinkiesig
	weich		Auffüllung
	breiig - weich		muddig
	breiig		Lößlehm
	naß		
	sehr locker		
	locker		
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		



Profildarstellung der Sondierungen
 - Maßstab 1 : 30 -

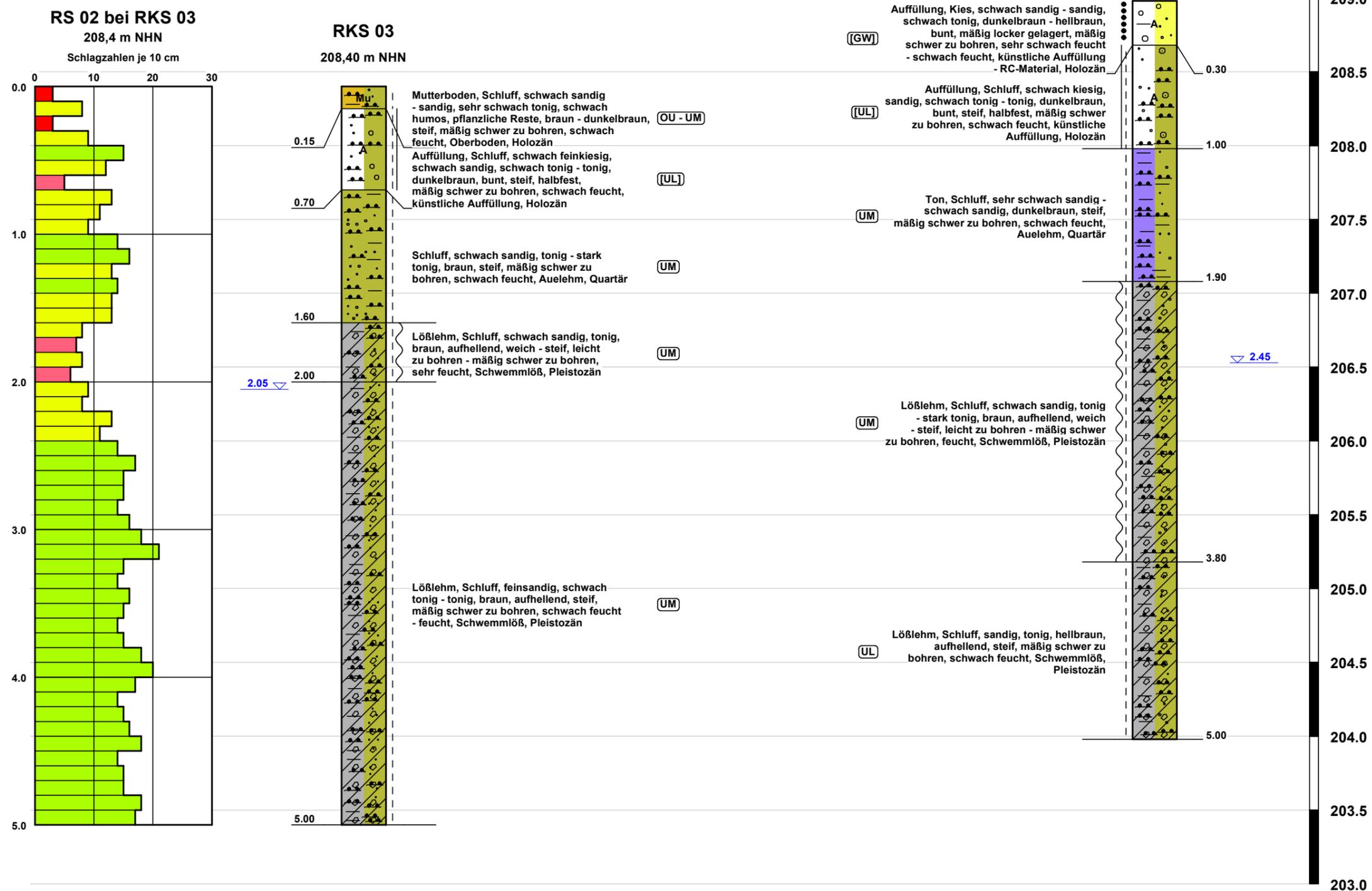
Grundwasser
 19.05.2023 GW angetroffen

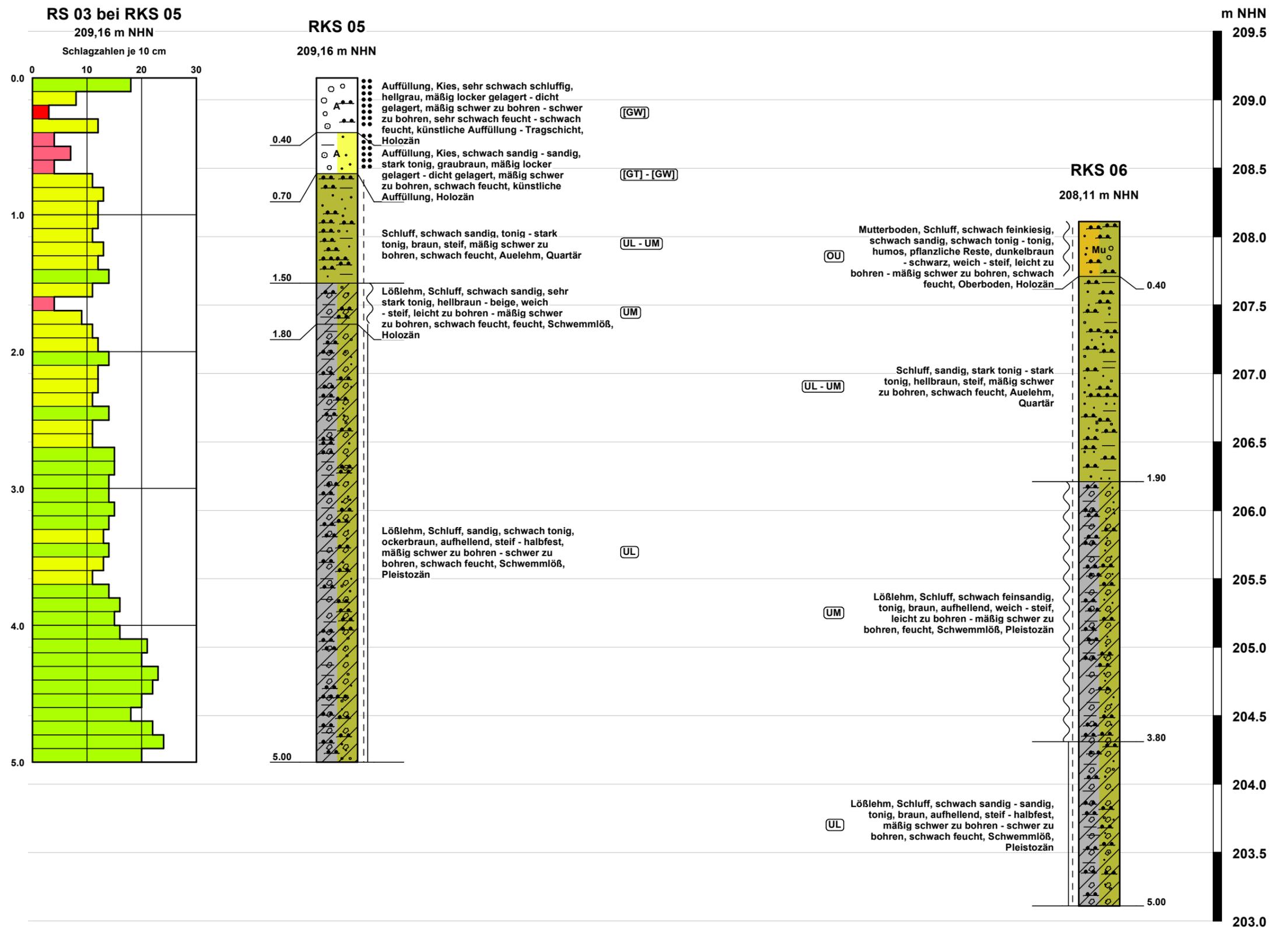
Rammsondierung (DPM, 15 cm²)

- sehr locker / breiig
- locker / weich
- mitteldicht / steif
- mitteldicht / halbfest
- dicht / fest

Konsistenzen & Bodenarten

	klüftig		Ton
	fest		tonig
	halbfest - fest		Schluff
	halbfest		sandig
	steif - halbfest		feinsandig
	steif		Kies
	weich - steif		kiesig
	weich		feinkiesig
	breiig - weich		Mutterboden
	breiig		Auffüllung
	naß		Lößlehm
	sehr locker		
	locker		
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		





Profildarstellung der Sondierungen
 - Maßstab 1 : 30 -

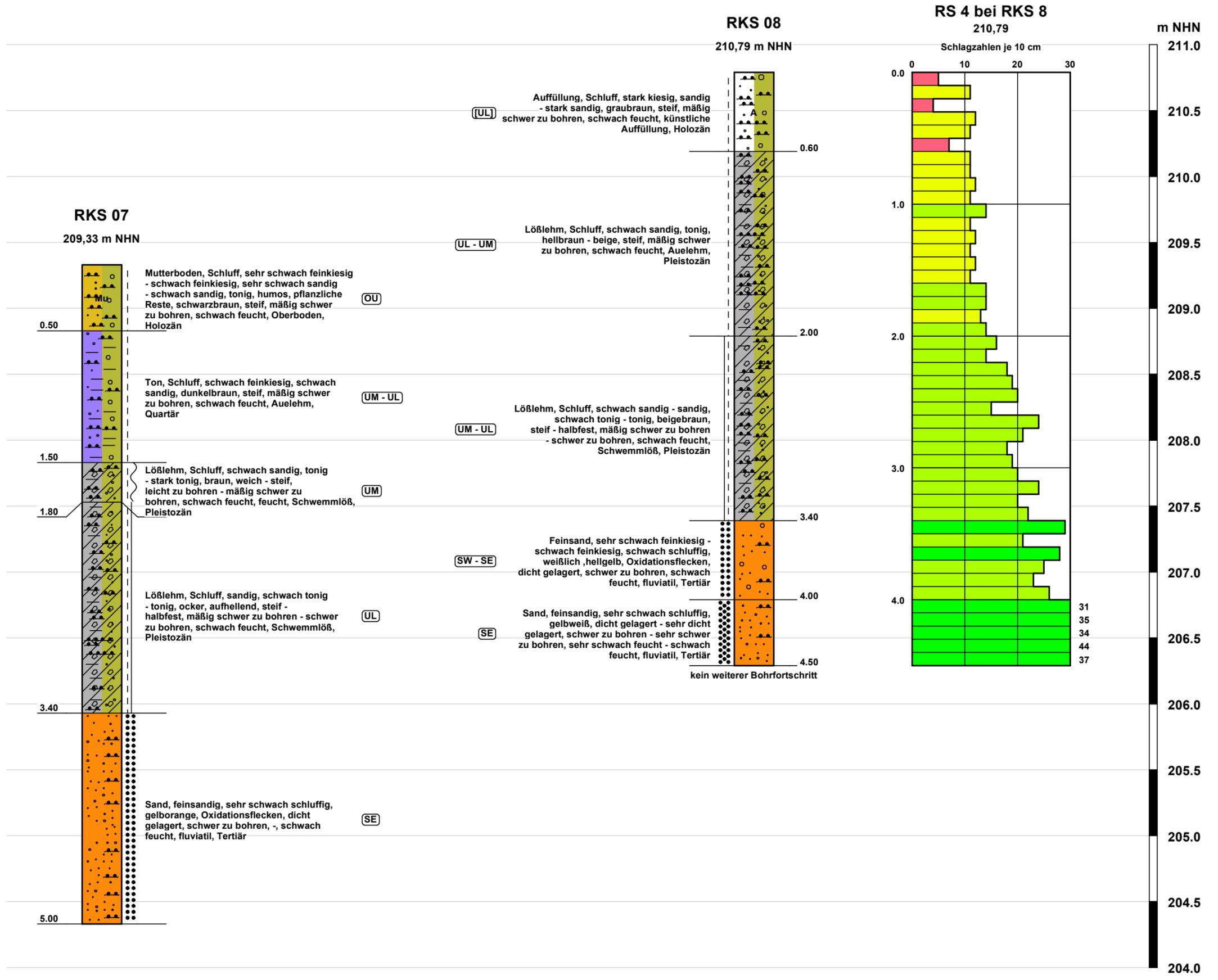
Grundwasser
 19.05.2023 GW angetroffen

Rammsondierung (DPM, 15 cm²)

- sehr locker / breiig
- locker / weich
- mitteldicht / steif
- mitteldicht / halbfest
- dicht / fest

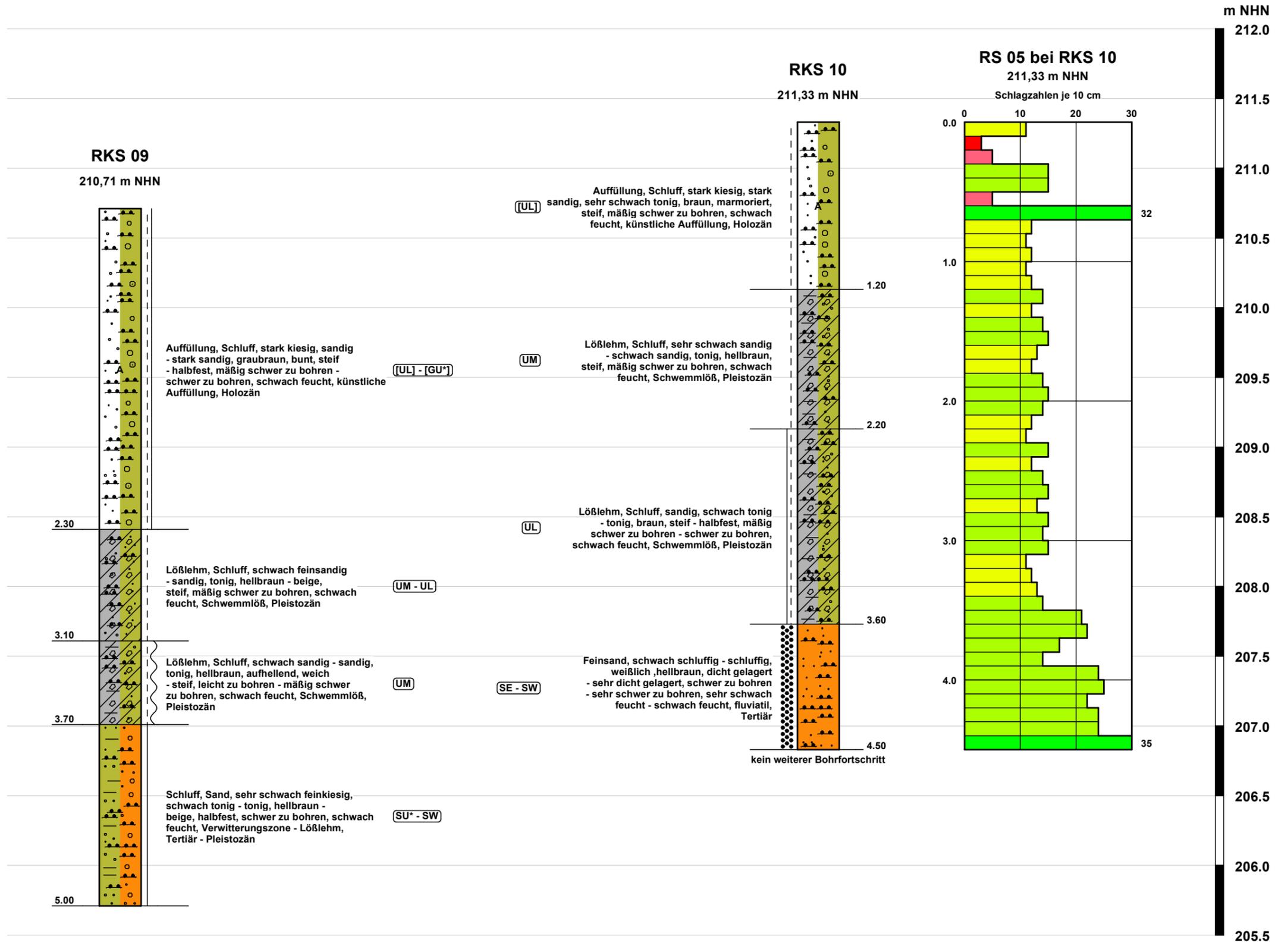
Konsistenzen & Bodenarten

<ul style="list-style-type: none"> klüftig fest halbfest - fest halbfest steif - halbfest steif weich - steif weich breiig - weich breiig naß sehr locker locker mitteldicht dicht sehr dicht 	<ul style="list-style-type: none"> Ton tonig Schluff schluffig Sand sandig Feinsand feinsandig kiesig feinkiesig Mutterboden Auffüllung Lößlehm
---	---

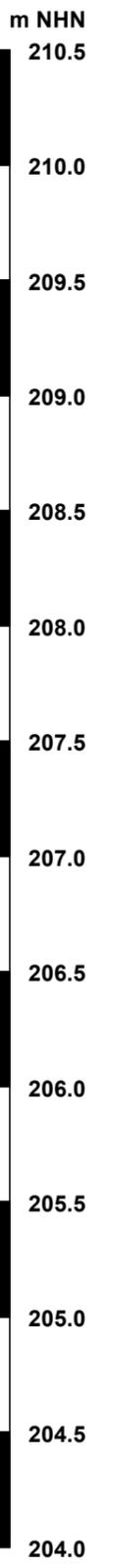
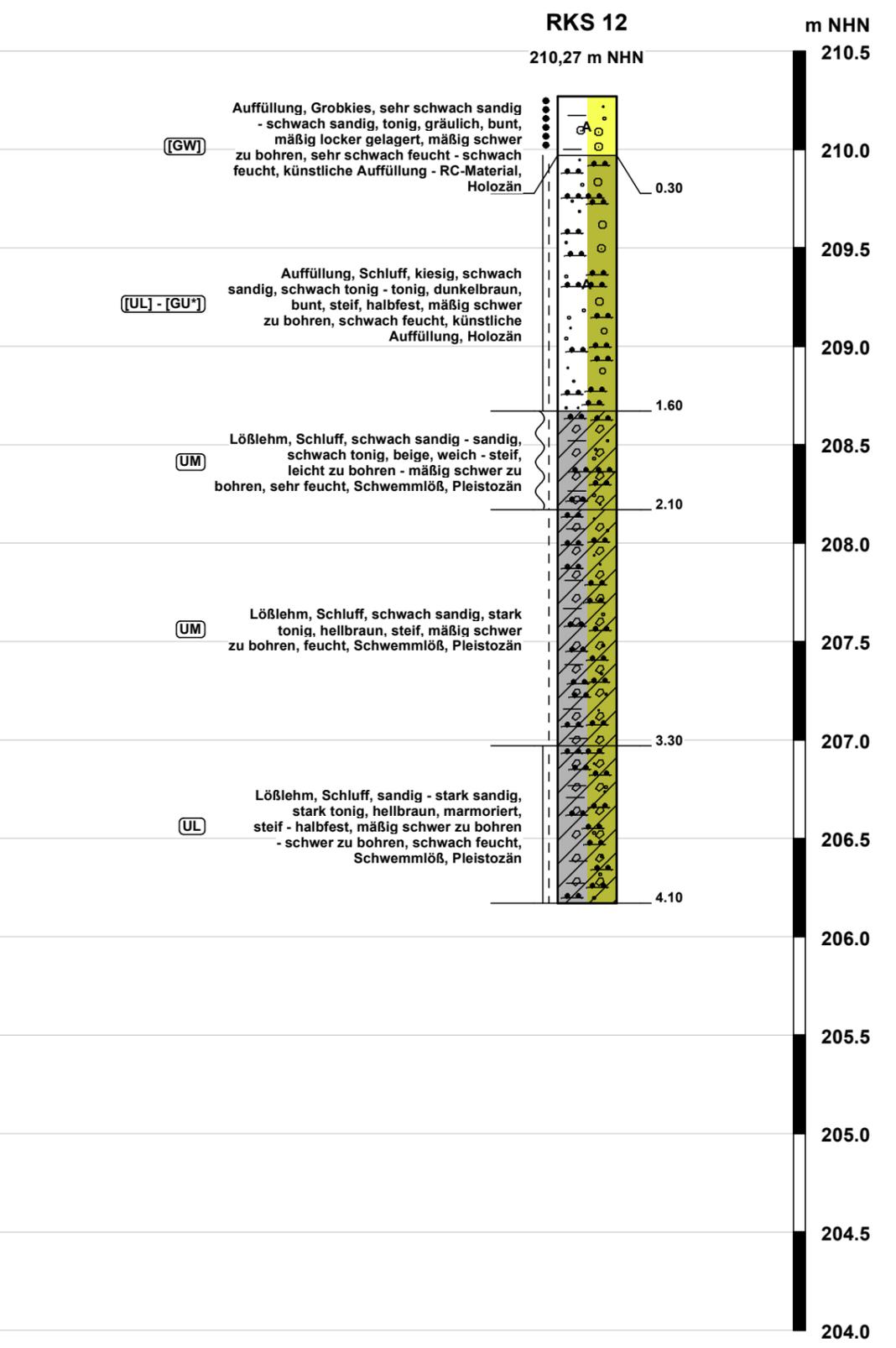
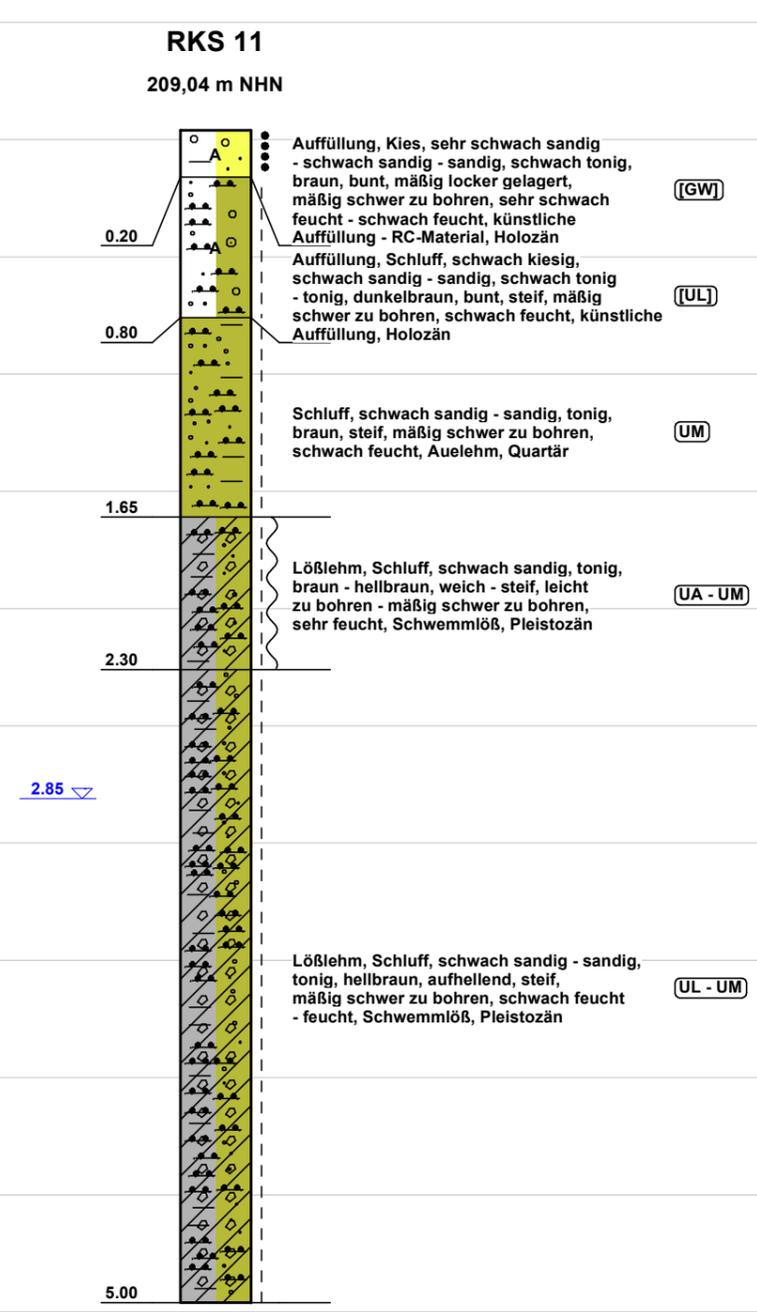
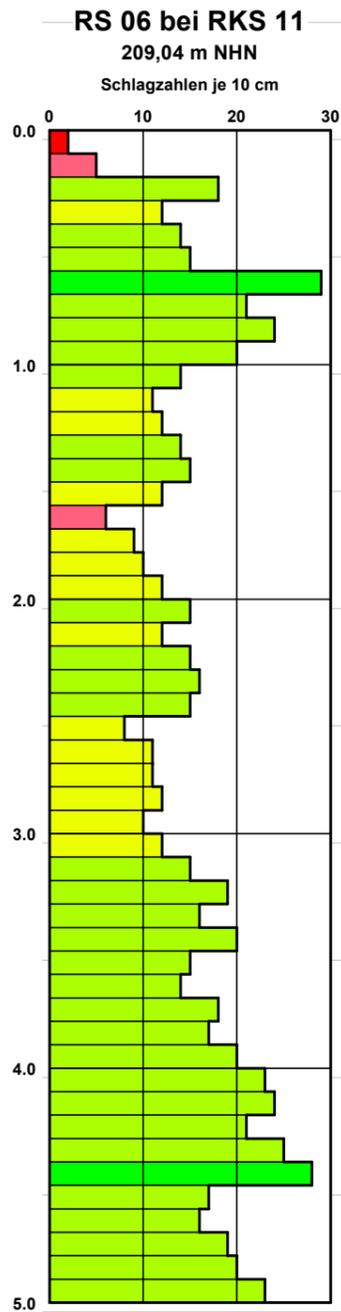


Konsistenzen & Bodenarten

	klüftig		tonig
	fest		Schluff
	halbfest - fest		schluffig
	halbfest		Sand
	steif - halbfest		sandig
	steif		Feinsand
	weich - steif		feinsandig
	weich		Kies
	breiig - weich		kiesig
	breiig		feinkiesig
	sehr locker		Auffüllung
	locker		Lößlehm
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		



	klüftig		tonig
	fest		Schluff
	halbfest - fest		sandig
	halbfest		Kies
	steif - halbfest		kiesig
	steif		Grobkies
	weich - steif		Auffüllung
	weich		Lößlehm
	breiig - weich		
	breiig		
	naß		
	sehr locker		
	locker		
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		



Profildarstellung der Sondierungen
 - Maßstab 1 : 30 -

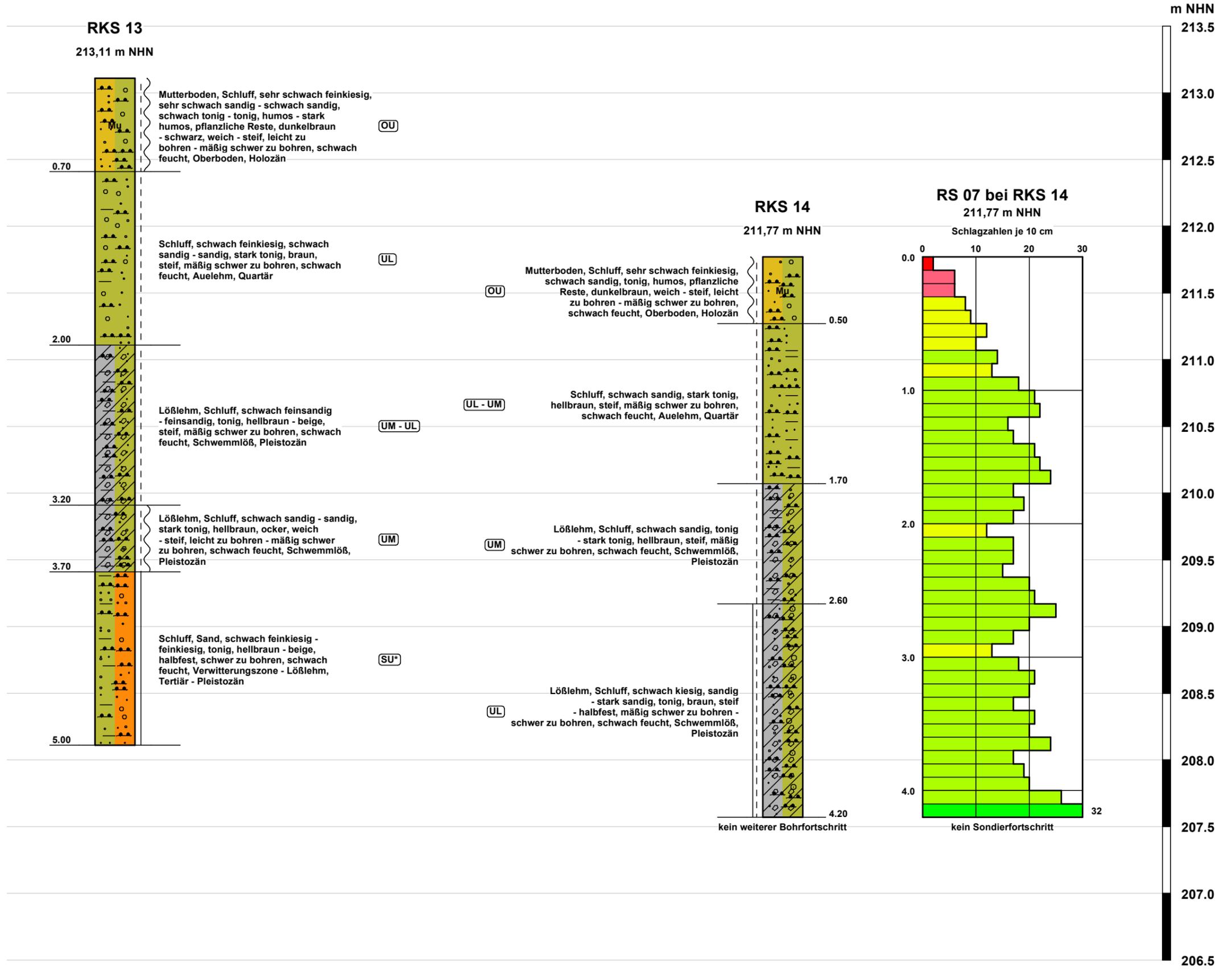
Grundwasser
 19.05.2023 GW angetroffen

Rammsondierung (DPM, 15 cm²)

	sehr locker / breiig
	locker / weich
	mitteldicht / steif
	mitteldicht / halbfest
	dicht / fest

Konsistenzen & Bodenarten

	klüftig		tonig
	fest		Schluff
	halbfest - fest		Sand
	halbfest		sandig
	steif - halbfest		feinsandig
	steif		kiesig
	weich - steif		feinkiesig
	weich		Mutterboden
	breiig - weich		Lößlehm
	breiig		
	naß		
	sehr locker		
	locker		
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		



Profildarstellung der Sondierungen
 - Maßstab 1 : 30 -

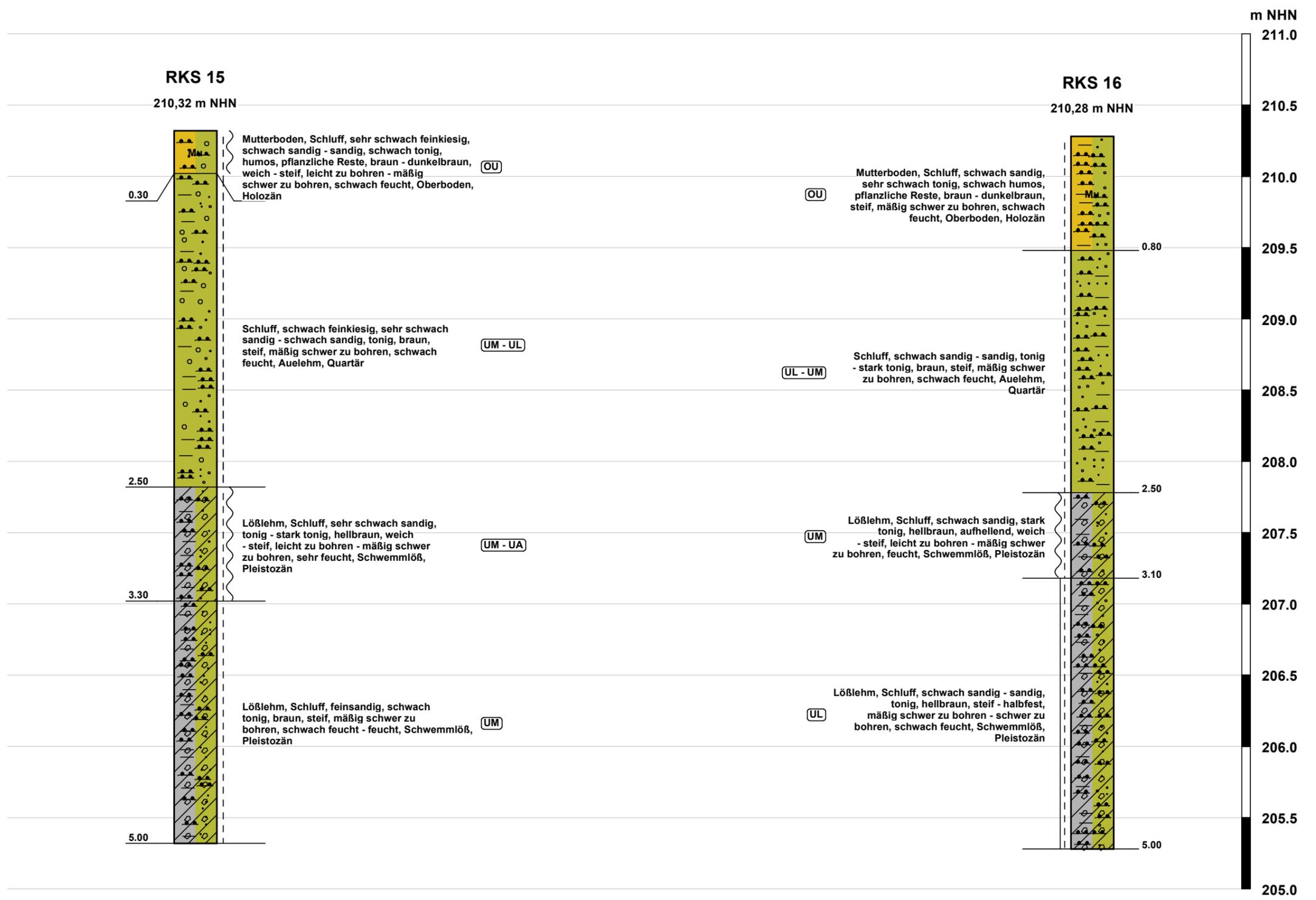
Grundwasser
 19.05.2023 GW angetroffen

Rammsondierung (DPM, 15 cm²)

	sehr locker / breiig
	locker / weich
	mitteldicht / steif
	mitteldicht / halbfest
	dicht / fest

Konsistenzen & Bodenarten

	klüftig		tonig
	fest		Schluff
	halbfest - fest		sandig
	halbfest		feinsandig
	steif - halbfest		feinkiesig
	steif		Mutterboden
	weich - steif		Lößlehm
	weich		
	breiig - weich		
	breiig		
	naß		
	sehr locker		
	locker		
	mitteldicht		
	dicht		
	sehr dicht		



Gründung & Setzung

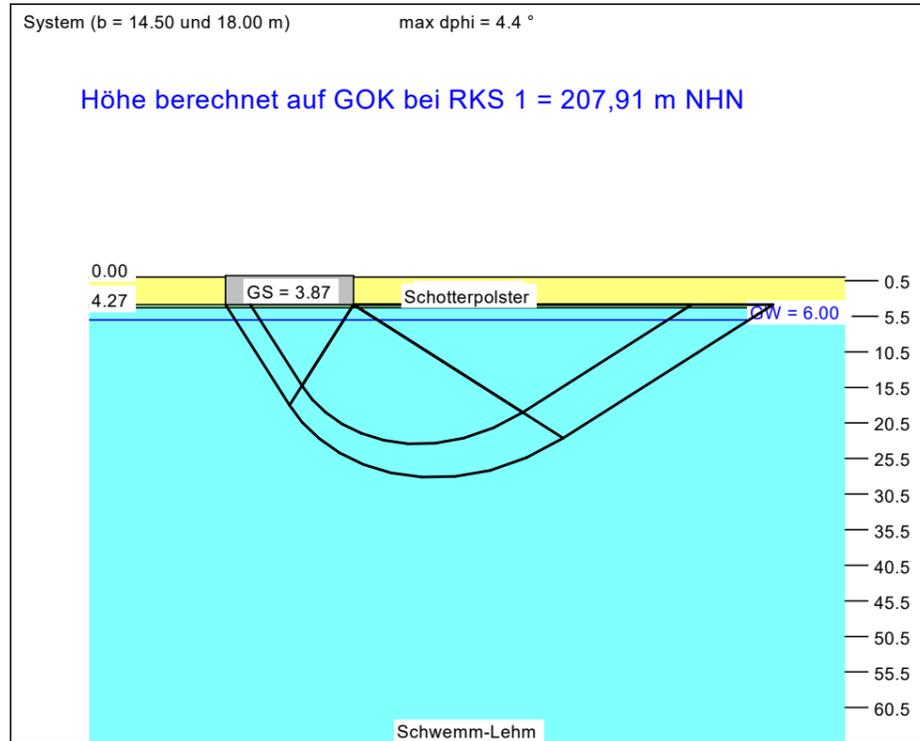
Projektnummer: 220914

Berechnungsgrundlagen:
 Einzelfundament (a/b = 1.24)
 eta (Grundbruch) = 2.00
 zul sigma auf 75.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 3.87 m
 Grundwasser = 6.00 m
 Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — zulässige Bodenpressung
 — Setzungen in cm

Boden	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ °	c kN/m ²	Es MN/m ²	v -	Bezeichnung
Arbeitsraum	19.5	9.5	25.0	10.0	10.0	0.40	Arbeitsraum
Schotterpolster	21.0	13.0	37.5	0.0	70.0	0.30	Schotterpolster
Schwemm-Lehm	19.5	9.5	25.0	40.0	12.0	0.40	Schwemm-Lehm

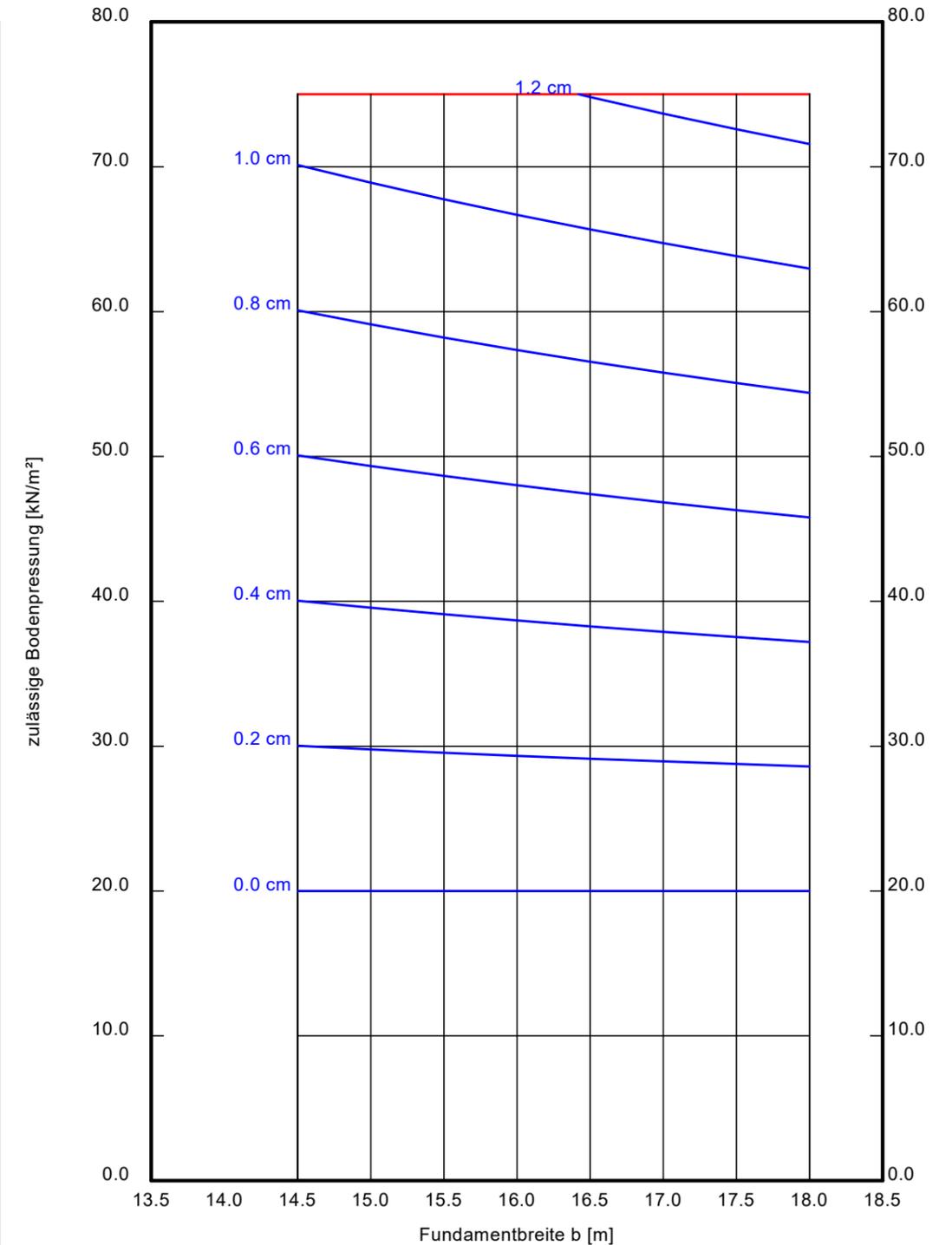
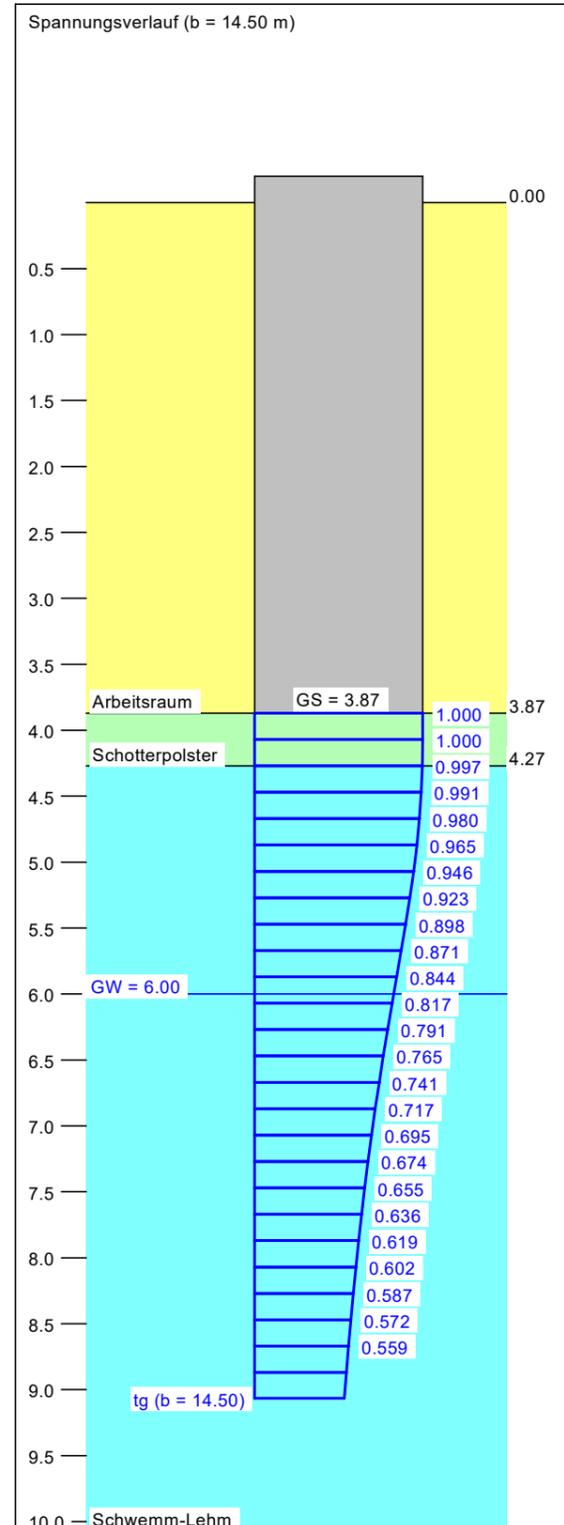
Gründungsannahme: Neubau eines Punkthauses mit Keller, Fundamentplatte auf Gründungspolster

Bodenaufbau bei: RKS 1



a [m]	b [m]	zul sig [kN/m ²]	zul V [kN]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m ²]	gam(2) [kN/m ³]	sig(ü) [kN/m ²]
17.91	14.50	75.0	19474.4	1.10 *	25.1 **	39.36	11.21	75.46
18.53	15.00	75.0	20840.6	1.12 *	25.1 **	39.38	11.15	75.47
19.14	15.50	75.0	22253.2	1.15 *	25.1 **	39.40	11.10	75.47
19.76	16.00	75.0	23712.0	1.18 *	25.1 **	39.42	11.05	75.47
20.38	16.50	75.0	25217.2	1.20 *	25.1 **	39.44	11.01	75.46
21.00	17.00	75.0	26768.6	1.23 *	25.1 **	39.45	10.96	75.47
21.61	17.50	75.0	28366.4	1.25 *	25.1 **	39.47	10.92	75.47
22.23	18.00	75.0	30010.5	1.28 *	25.1 **	39.48	10.88	75.47

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert



Erde & Boden
 Postfach 1107
 34601 Schwalmstadt
 Tel. 0 66 91 - 25 00 76 8

Anlage 3

Gründung & Setzung

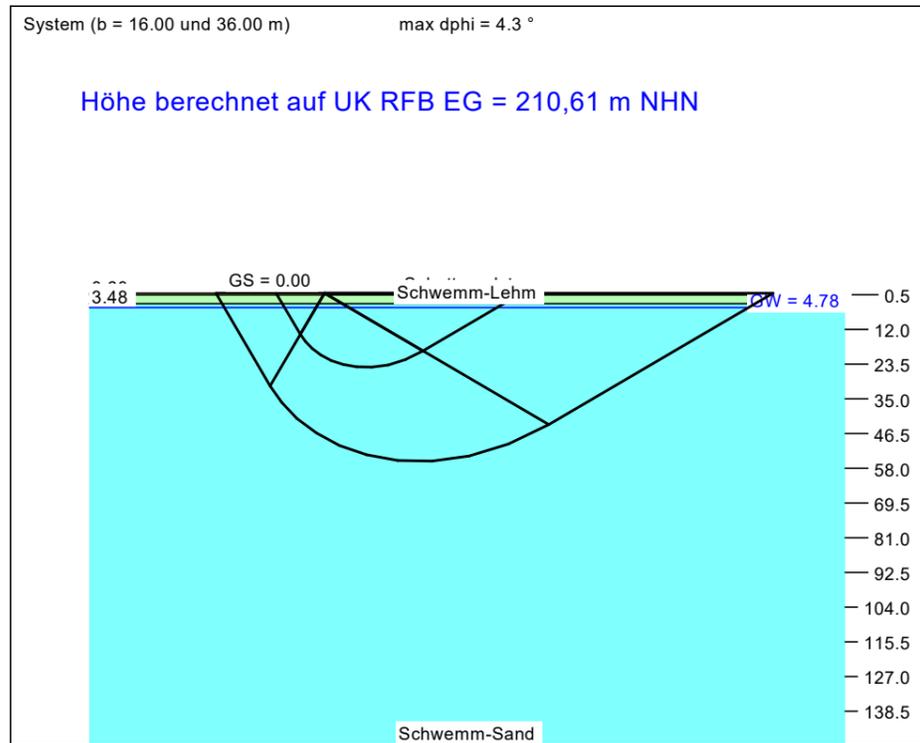
Projektnummer: 220914

Berechnungsgrundlagen:
 Einzelfundament (a/b = 2.25)
 eta (Grundbruch) = 2.00
 zul sigma auf 60.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 4.78 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — zulässige Bodenpressung
 — Setzungen in cm

Boden	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ °	c kN/m ²	Es MN/m ²	v	Bezeichnung
■	21.0	13.0	37.5	0.0	70.0	0.30	Schotterpolster
■	19.5	9.5	25.0	40.0	12.0	0.40	Schwemm-Lehm
■	20.0	12.0	37.5	0.0	42.0	0.30	Schwemm-Sand

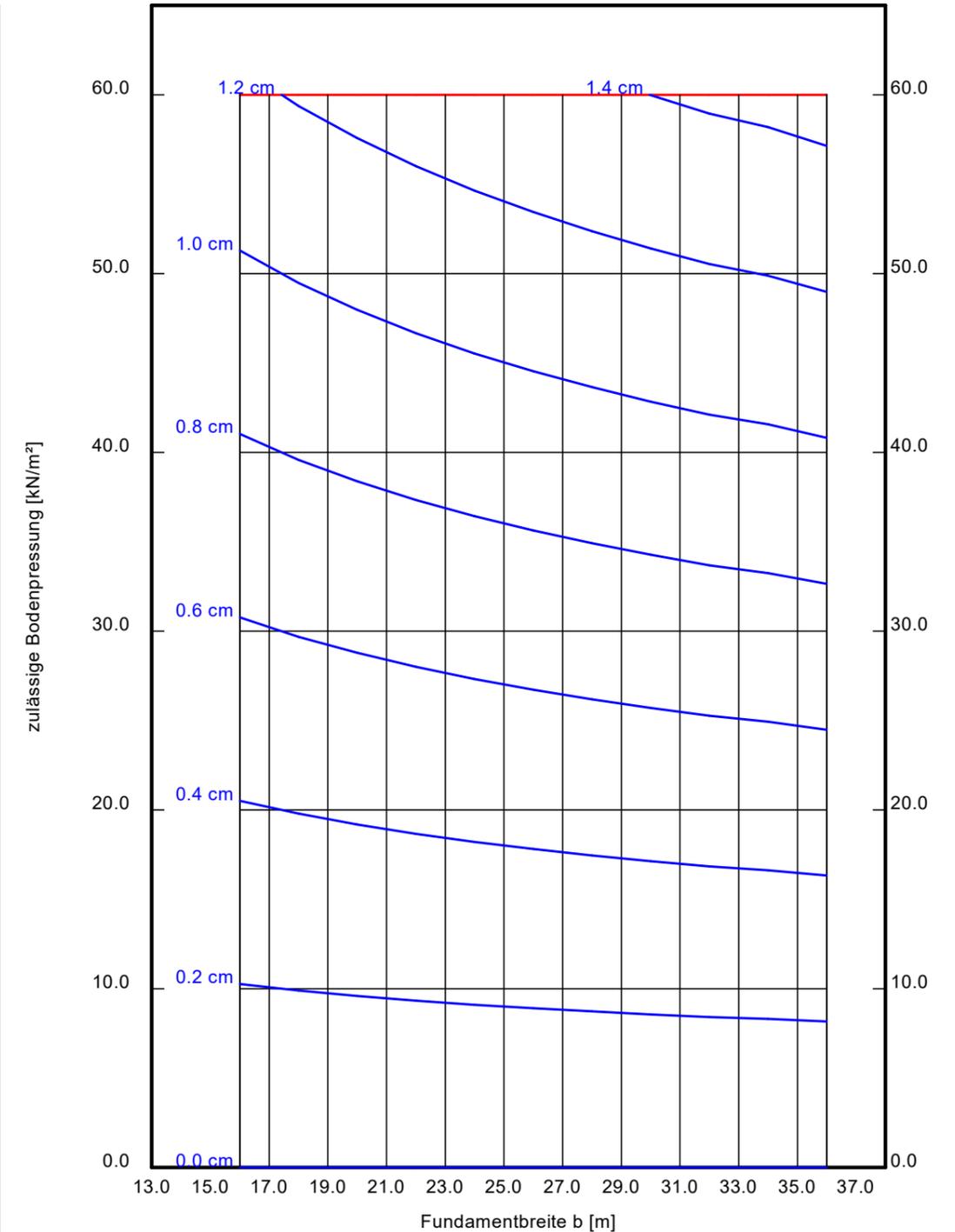
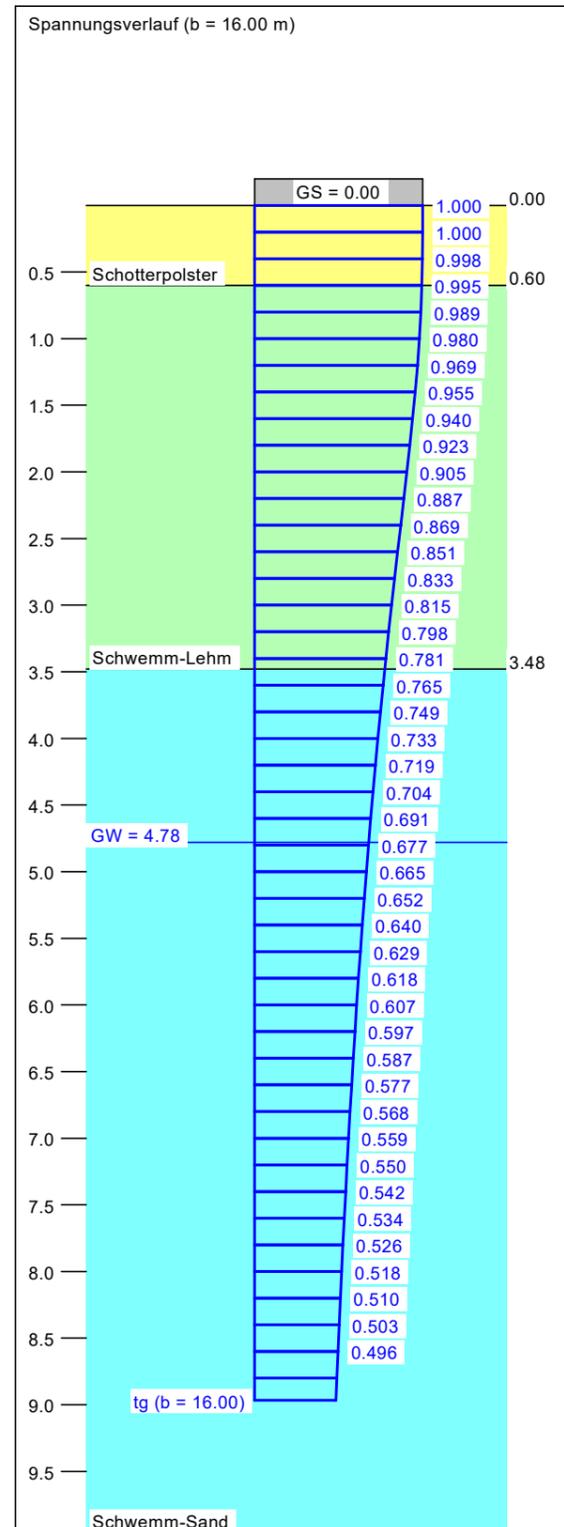
Gründungsannahme: Neubau eines Ärztehauses ohne Keller, Fundamentplatte auf Gründungspolster

Bodenaufbau bei: RKS 10



a [m]	b [m]	zul sig [kN/m ²]	zul V [kN]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m ²]	gam(2) [kN/m ³]	sig(ü) [kN/m ²]
36.00	16.00	60.0	34560.0	1.17	29.1 *	3.65	14.24	0.00
40.50	18.00	60.0	43740.0	1.21	29.1 *	3.24	14.01	0.00
45.00	20.00	60.0	54000.0	1.25	29.2 *	2.91	13.82	0.00
49.50	22.00	60.0	65340.0	1.29	29.2 *	2.64	13.66	0.00
54.00	24.00	60.0	77760.0	1.32	29.2 *	2.42	13.53	0.00
58.50	26.00	60.0	91260.0	1.35	29.3 *	2.23	13.41	0.00
63.00	28.00	60.0	105840.0	1.37	29.3 *	2.07	13.31	0.00
67.50	30.00	60.0	121500.0	1.40	29.3 *	1.93	13.23	0.00
72.00	32.00	60.0	138240.0	1.42	29.3 *	1.81	13.15	0.00
76.50	34.00	60.0	156060.0	1.44	29.3 *	1.70	13.09	0.00
81.00	36.00	60.0	174960.0	1.47	29.3 *	1.61	13.03	0.00

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert



Erde & Boden
 Postfach 1107
 34601 Schwalmstadt
 Tel. 0 66 91 - 25 00 76 8

Anlage 3

Gründung & Setzung

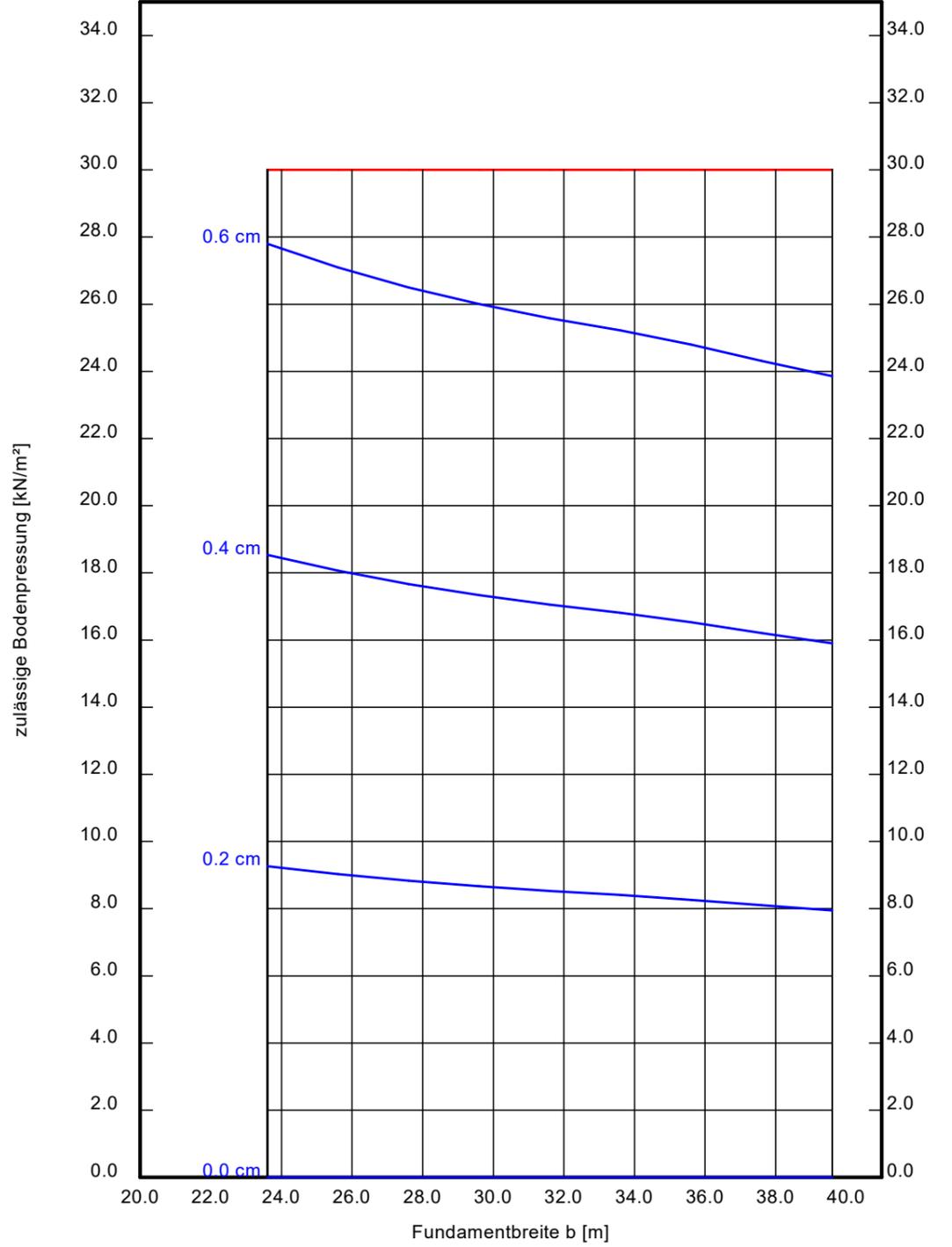
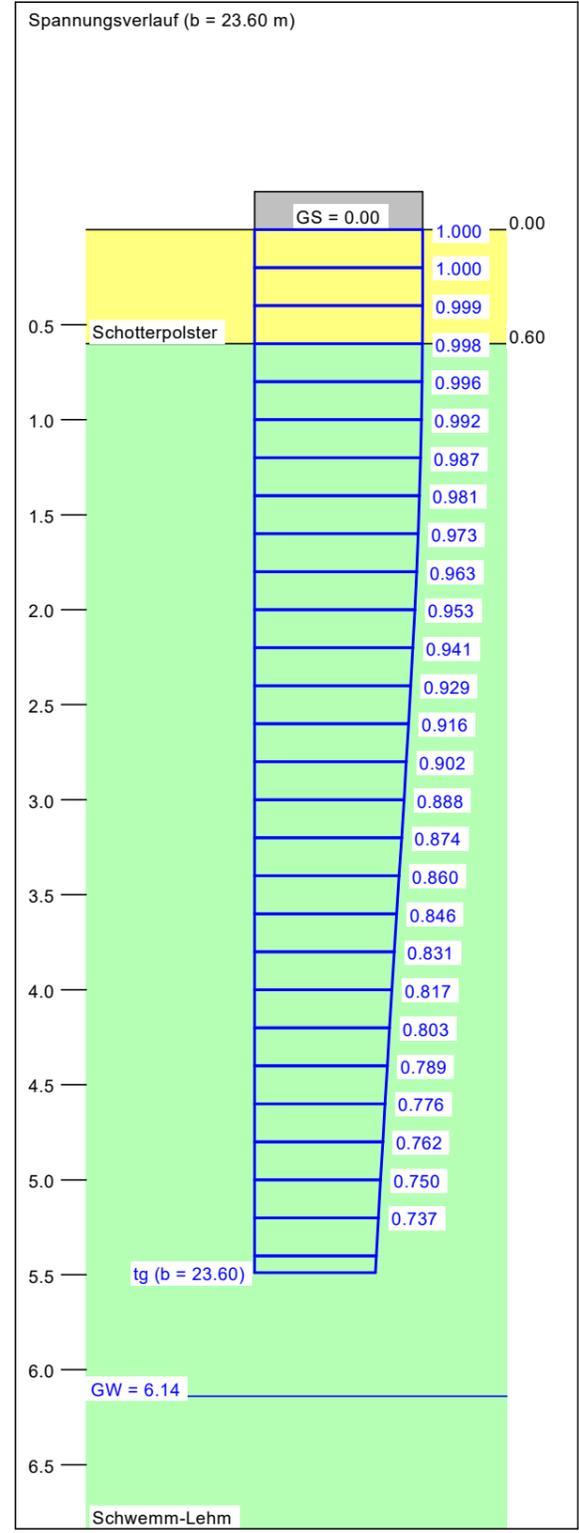
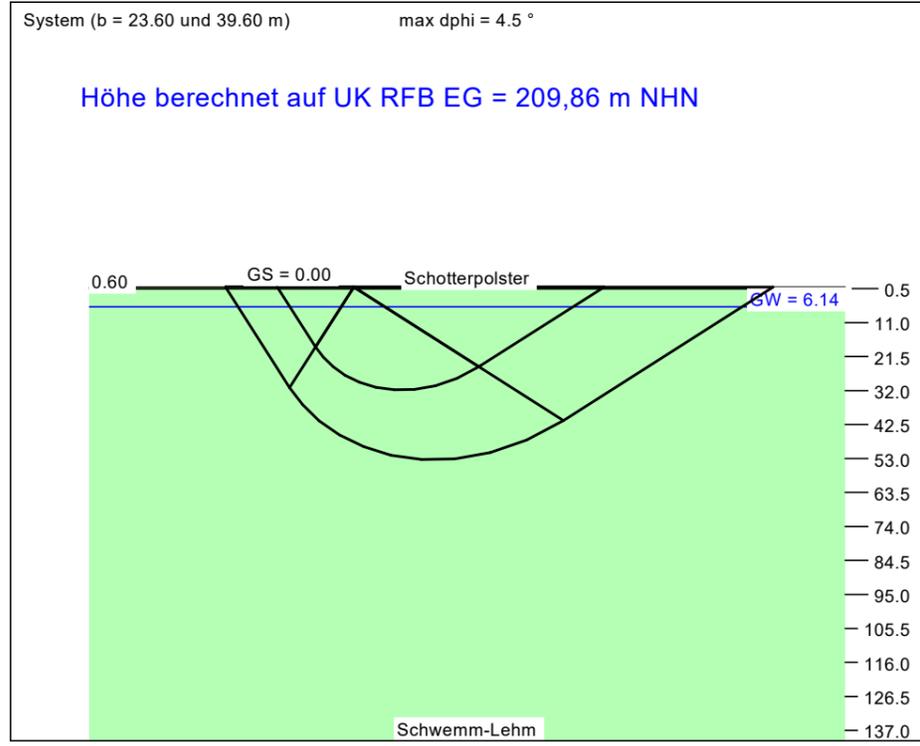
Projektnummer: 220914

Berechnungsgrundlagen:
 Einzelfundament (a/b = 1.64)
 eta (Grundbruch) = 2.00
 zul sigma auf 30.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 6.14 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — zulässige Bodenpressung
 — Setzungen in cm

Boden	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ °	c kN/m ²	Es MN/m ²	v	Bezeichnung
■	21.0	13.0	37.5	0.0	70.0	0.30	Schotterpolster
■	19.5	9.5	25.0	40.0	12.0	0.40	Schwemm-Lehm

Gründungsannahme: Neubau eines Kindergartens ohne Keller, Fundamentplatte auf Gründungspolster

Bodenaufbau bei: RKS 15

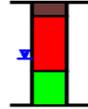


a [m]	b [m]	zul sig [kN/m ²]	zul V [kN]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m ²]	gam(2) [kN/m ³]	sig(ü) [kN/m ²]
38.61	23.60	30.0	27335.6	0.65	25.1 *	39.41	12.39	0.00
41.88	25.60	30.0	32165.1	0.66	25.1 *	39.46	12.18	0.00
45.15	27.60	30.0	37387.2	0.68	25.1 *	39.50	12.00	0.00
48.43	29.60	30.0	43001.9	0.69	25.1 *	39.53	11.84	0.00
51.70	31.60	30.0	49009.3	0.70	25.1 *	39.56	11.70	0.00
54.97	33.60	30.0	55409.4	0.71	25.0 *	39.59	11.57	0.00
58.24	35.60	30.0	62202.0	0.73	25.0 *	39.61	11.46	0.00
61.51	37.60	30.0	69387.3	0.74	25.0 *	39.63	11.36	0.00
64.79	39.60	30.0	76965.3	0.75	25.0 *	39.65	11.27	0.00

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

Erde & Boden
 Postfach 1107
 34601 Schwalmstadt
 Tel. 0 66 91 - 25 00 76 8

Anlage 3



Open-End-Test

Allgemeine Angaben		Datum:	19.05.2023		
Standort:	35315 Homberg (Ohm) OT Nieder-Ofleiden				
Bodenart:	Feinsand, sehr schwach feinkiesig - schwach feinkiesig, schwach schluffig				
Flächennutzung:	Bauland				
Messpunkt:	RKS 8				
Versuchs-Nr.:	1	Messtiefe:	3,50 m	Beginn:	12:30 Uhr
				Ende:	12:31 Uhr

Gerätekonstanten

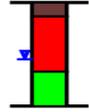
Radius des Messrohres:	r=	2,0	cm
Länge des Messrohres:	Hr=	400,0	cm
Grundfläche des Wasserbehälters:	A=	21,5	cm ²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Messdauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmerhöhe hs	H=Hr-Hs	Q= A*dh/t	k= Q/(5,5*r*H)
			Beginn	Ende	dh				
		dt	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³ /min]	[m/s]
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12:30	0,50	50,00	1,00	49,00	24,50	375,5	2107,00	8,5E-05
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Bemerkungen:

Wasserzugabe: 3,741E-005



Open-End-Test

Allgemeine Angaben		Datum:	19.05.2023	
Standort:	35315 Homberg (Ohm) OT Nieder-Ofleiden			
Bodenart:	Schluff, schwach feinkiesig, sehr schwach sandig – schwach sandig, tonig – stark tonig			
Flächennutzung:	Bauland			
Messpunkt:	RKS			
Versuchs-Nr.:	1	Messtiefe:	2,00 m	Beginn: 14:30 Uhr
				Ende: 14:40 Uhr

Gerätekonstanten

Radius des Messrohres:	r=	2,0	cm
Länge des Messrohres:	Hr=	250,0	cm
Grundfläche des Wasserbehälters:	A=	21,5	cm ²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Messdauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmerhöhe hs	H=Hr-Hs	Q= A*dh/t	k= Q/(5,5*r*H)
			Beginn	Ende	dh				
		dt	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³ /min]	[m/s]
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14:30	10,00	50,00	48,00	2,00	1,00	249,0	4,30	2,6E-07
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Bemerkungen:

Wasserzugabe: 7,195E-008