

*Dr. E. Horsthemke
Ingenieurgeologisches Büro
Hagenberg 30
49186 Bad Iburg
Tel.: 05403 - 780279
ehorsthemke@osnanet.de*

Stadt Verl,
Bauvorhaben zur Errichtung eines
Feuerwehrgerätehauses
und Planung eines
Bevölkerungsschutzzentrums
auf dem Gelände zwischen der
Thaddäusstraße und dem
Alten Ölbach in Verl-Sürenheide

Baugrunduntersuchungen

29.11.2021

Auftraggeber :

Stadt Verl
Postfach 11 64

33398 Verl

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	2
2. Örtliche Situation / geplantes Bauvorhaben	2
3. Untersuchungsumfang	3
4. Untersuchungsergebnisse	3 - 7
Bodenaufbau	3 - 5
Rammwiderstände	5
Grundwasserverhältnisse	5 - 6
Kornverteilungen	6
Organische Bestandteile	7
5. Bautechnische Beurteilung der Böden, Einstufungen, Wasserhaltung etc.	7 - 10
6. Gründung der Verkehrsflächen auf der Planungsfläche der Feuerwehr	11
7. Gründung des Feuerwehrgerätehauses	12
8. Gründungsbedingungen in der Fläche des Bevölkerungsschutzzentrums	13
9. Versickerungsfähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser	13 - 14

Anlagenverzeichnis

Anlagen 1.1 - 1.2	Lageplan, Lage der Sondierungen
Anlagen 2	Bohrprofile, Darstellungen des Bodenaufbaus, Rammdiagramme
Anlagen 3.1 - 3.3	höhenvergleichende Darstellungen zu den Bohrergebnissen
Anlagen 4	Summenkurven zu den Kornverteilungen

1. Vorgang

Die Stadt Verl sieht für den Bereich südöstlich der Thaddäusstraße in Verl-Sürenheide die Errichtung eines Feuerwehrgerätehauses vor. Zusätzlich plant der Kreis Gütersloh in dem angrenzenden Areal die Einrichtung eines Bevölkerungsschutzzentrums. Durch die Stadt Verl wurde ich beauftragt, auf der Planungsfläche der Feuerwehr Baugrunduntersuchungen durchzuführen und Gründungsvorschläge für das geplante Gebäude zu unterbreiten. Zusätzlich sollte die Fläche des angrenzenden Bevölkerungsschutzzentrums orientierend untersucht werden, um allgemeine Baugrundbedingungen für Gebäude, zur Erschließung der Fläche und zur Beseitigung des Niederschlagswassers zu erkunden.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden mir ein Lageplan der Gesamtfläche und Geschosspläne sowie Ansichts- und Profildarstellungen des Feuerwehrgerätehauses zur Verfügung gestellt. Zu dem Bevölkerungsschutzzentrum lagen noch keine konkreten Planungen vor.

2. Örtliche Situation/ geplantes Bauvorhaben

Das Planungsareal der beiden Projekte liegt in einer zurzeit als Acker genutzten Fläche von insgesamt 41.500 m² zwischen der Thaddäusstraße im Nordwesten und dem Alten Ölbach im Südosten. (Flur 19, Flurstücke 188 und 220 Gemarkung Verl). Die südwestliche Begrenzung bildet die Straße Im Merschkamp, nordöstlich erstreckt sich das Gelände bis zur Zufahrt des Anwesens Thaddäusstr. 147.

Das Planungsgrundstück der Feuerwehr Sürenheide liegt im nördlichen Teilbereich und weist eine Fläche insgesamt 5.250 m² auf. Geplant ist ein nicht unterkellertes Feuerwehrgerätehaus rechteckiger Grundfläche von 42,2 m Länge und 25,2 m Breite. Mit Ausnahme einer Fahrzeughalle und eines kleineren Luftraums soll das Gebäude zwei oberirdische Geschosse erhalten. In den Außenbereichen ist die Anlage von Verkehrsflächen, der Aufstellfläche auf der Nordwestseite sowie PKW-Stellplätzen auf der Südostseite vorgesehen.

Das Gelände ist weiträumig von einer Region mit schwach ausgeprägter, flacher Oberflächengestalt umgeben. Das Oberflächenniveau liegt im Bereich der Feuerwehrplanungsfläche etwa zwischen 83,50 und 83,80 m NHN. In der Planungsfläche für das Bevölkerungsschutzzentrum fällt die Geländeoberfläche nach Süden auf etwa 82,8 m NHN ab. Für das Gebäude wurde das Oberflächenniveau der Erdgeschosssohle noch nicht angegeben

Die geologische Karte Blatt 4116 „Rietberg“ (1:25.000) weist hier weiträumig pleistozäne (eiszeitliche) Niederterrassen- und Uferwallsande als oberflächennahe Böden aus, die im Nahbereich des Alten Ölbach noch von nacheiszeitlichen Ablagerungen der Bachniederung überdeckt werden. Unter den eiszeitlichen Ablagerungen wird in etwa 11 bis 14 m Tiefe der Übergang zum Festgestein, den Mergelgesteinen der Oberkreide erwartet.

3. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden in der Zeit vom 21.10. bis zum 28.10.2021 insgesamt neun Rammkernsondierbohrungen (RKS, $\varnothing = 50 - 60$ mm) bis in maximal 6 m Tiefe und fünf Sondierungen mit der schweren Rammsonde bis in maximal 8 m Tiefe niedergebracht. Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe NHN eingemessen. Als Höhenbezug diente ein Kanaldeckel in der Fahrbahn der Schinkenstraß (KD = 83,89 m NHN).

Dem aufgeschlossenen Boden wurden gestörte Proben entnommen, von denen fünf Bodenproben im bodenmechanischen Labor hinsichtlich der Korngrößenverteilungen und eine weitere zur Ermittlung der organischen Anteile (Glühverlustanalysen) untersucht wurden.

4. Untersuchungsergebnisse, Bodenaufbau

Die Positionen der Bohransatzpunkte sind in den Lageplänen der Anlagen 1.1 und 1.2 markiert. Der angetroffene Bodenaufbau geht aus den Profildarstellungen der Anlagen 2 und 3 hervor.

- Die obere Bodenschicht bildet der organische Oberboden, der hier aus humosen, örtlich schwach schluffigen Fein- bis Mittelsanden besteht (OH). Der dunkelbraune bis dunkelgraue Mutterboden wurde in weitgehend gleichmäßiger Mächtigkeit von 0,25 bis 0,35 m angetroffen.
- Unterhalb des organischen Oberbodens besteht der Untergrund bis in den erbohrten Endtiefen ausschließlich aus sandigen bzw. sanddominierten Böden. Es handelt sich überwiegend um Fein- bis Mittelsande, die wechselnde, meist geringe Schluffanteile aufweisen. In der Planungsfläche der Feuerwehr werden die Sande vorwiegend als „enggestuft“ (SE) und in Zwischenlagen auch als „schwach schluffig“ (SU) beurteilt. Mit Ausnahme geringer Unterschiede in den Kornverteilungen und in den hellbraunen, beigebräunten und in tieferen Bereichen auch grauen Farben ist der sandige Untergrund des geplanten Feuerwehrgebäudes insgesamt als sehr homogen zu bezeichnen.

In den etwas tiefer liegenden Bereichen der südlichen und südöstlichen Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums stehen bis in den erbohrten Endtiefen ebenfalls Sande bzw. sanddominierte Böden an (SE, SU, untergeordnet auch SU*). In der oberen Sandabfolge war an drei Stellen eine dünne Zwischenlage mit deutlichen Anteilen an Pflanzenresten vorzufinden (OH). Die dunkel- bis schwarzbraune humose Schicht war bis in maximal 1,8 m Tiefe und in wechselnder Mächtigkeit von 15 - 35 cm anzutreffen. In der oberen Abfolge waren die Sande hier leicht zu bohren, sodass eine geringe „lockere“ Lagerungsdichte angezeigt war. Der Übergang zu

den unterlagernden Sanden höherer, mindestens mitteldichter Lagerung wurde jeweils durch einen abrupten Übergang zu stark abnehmendem Bohrvortrieb markiert. Die oberen locker gelagerten, z.T. schwach torfigen Sande werden nacheiszeitlichen Ablagerungen der Bachaue zugeordnet, die dann in wechselnder Tiefe von 1,6 m (RKS 7) bis 2,7 m (RKS 6) zu eiszeitlichen Sanden mittlerer Lagerungsdichte überwechseln.

Durch die Aufschlussbohrungen wurden in den gründungsrelevanten Tiefen vorwiegend Sande nachgewiesen. Die aufgeschlossenen Sandböden entsprechen regionaltypischen Vorkommen homogener weichselzeitlicher Niederterrassensande. Im Bereich der geplanten Feuerwehranlagen werden die eiszeitlichen Sande nur durch den organischen Oberboden geringer Mächtigkeit überdeckt.

Die in der Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums durchgeführten Bohrungen weisen ebenfalls weichselzeitliche Sande nach, die aber in geringer Mächtigkeit von 1,6 bis 2,7 m durch jüngere, nacheiszeitliche Sande überlagert werden.

Im Hinblick auf die geplante Gebäudegründung des Feuerwehrgerätehauses und die hier in den Außenbereichen vorgesehenen Verkehrsflächen werden die angetroffenen Sande als grundsätzlich tragfähige und wenig setzungsempfindliche Böden beurteilt. Die Verhältnisse können m.E. auf die unmittelbar angrenzenden Flächen des Bevölkerungsschutzzentrums übertragen werden. In den durch die Bohrungen RKS 6 bis RKS 9 erfassten Bereichen ergeben sich aber Einschränkungen durch die geringe Lagerungsdichte der nacheiszeitlichen Sande. Hier ist außerdem zu beachten, dass die nacheiszeitlichen Ablagerungen organische und organogene Böden (Torfe und Torf-Sandgemische) sowie Auenlehm aufweisen können, die als außerordentlich setzungsempfindlich zu bewerten sind. Entsprechende organische Böden wurden durch die Aufschlüsse zwar nicht nachgewiesen. Zu berücksichtigen ist aber, dass die Geländeoberfläche im Übergang zur Nacheiszeit ein etwas stärker ausgeprägtes Relief vermuten lässt, das vor Ablagerung der Auensedimente durch Erosion entstand. Entstandene erosive Einschnitte oder Vertiefungen wurden im Zuge von Bachsedimentation und Verlandungsprozessen in unterschiedlicher Weise eingeebnet. Mit kleinräumig begrenzten Vorkommen organischer Böden, die auch eine Mächtigkeit vom mehreren Dezimetern aufweisen können, ist in der Planungsfläche grundsätzlich zu rechnen (Torfnester). In der Fläche des Feuerwehrgrundstückes sind entsprechende organische Böden nicht zu erwarten.

Die in den Bohrungen aufgeschlossenen Böden waren nach Farbe und Geruch unauffällig. Hinweise auf mögliche Belastungen des Untergrundes durch Schadstoffe liegen nicht vor. Es wurden ausschließlich geogene (natürlich abgelagerte) Böden angetroffen, anthropogene Materialien (Auffüllungen) waren nicht vorzufinden.

Rammwiderstände

Die in den Rammdiagrammen DPH 1 bis DPH 5 angegebenen Schlagzahlen (N_{10}) entsprechen jeweils der Anzahl der Schläge, die notwendig waren, um die Sonde 10 cm in den Untergrund zu rammen.

Der Mutterboden wurde jeweils mit geringen Widerständen von $N_{10} \leq 2$ penetriert, die geringe „lockere“ Lagerungsdichten markieren.

In den unterlagernden pleistozänen Sanden waren höhere Widerstände nachzuweisen, die vorwiegend im Spektrum von $N_{10} = 4$ bis 11 lagen und die damit für den baugrundrelevanten feinsanddominierten Untergrund des geplanten Feuerwehrgerätehauses durchgehend „mitteldichte“ Lagerungen belegten. Den entsprechenden Schichten werden Spitzendrucke von $q_c = 6 - 12 \text{ MN/m}^2$ zugeordnet.

Im Nordosten der Planungsfläche wies die Sondierung DPH 4 in einer Tiefe von 5,5 bis 7,7 m eine Abnahme der Schlagzahlen auf ein Spektrum von $N_{10} = 2 - 3$ nach. In den feinsanddominierten Böden der Region treten vergleichbare Schwankungen der Lagerungsdichten häufig auf und werden oft auf lokal sehr unterschiedliche Entkalkungsstadien der anstehenden, ursprünglich kalkigen Sande zurückgeführt. Im Hinblick auf das Bauvorhaben werden die unterhalb von 5,5 m auftretenden „lockeren“ Lagerungsdichten nicht als Einschränkung der Tragfähigkeit des Untergrundes bewertet.

Grundwasserverhältnisse

Die Grundwassergleichenkarte weist für den Untergrund der Planungsfläche einen Grundwasserfluss in südlicher bis südwestlicher Richtung aus. Aus den gemessenen Werten lässt sich eine entsprechend geringe Neigung der Grundwasseroberfläche erkennen.

Bohrung	GW in m unter Geländeoberfläche	GW in m ü NN
RKS 1	1,35	82,48
RKS 2	1,39	82,35
RKS 3	1,20	82,40
RKS 4	1,25	82,52
RKS 5	1,26	82,46
RKS 6	1,22	81,74
RKS 7	1,44	82,11
RKS 8	1,27	82,29
RKS 9	1,05	82,07

Zur Beurteilung möglicher Schwankungen der Grundwasserstände wird der etwa 100 m nördlich des Feuerwehrgeländes in der Zeit von 1964 bis 2013 regelmäßig gemessenen Grundwasserpegels 693 LGD herangezogen. Das Spektrum schwankender Grundwasserstände wird hier mit 82,20 bis 84,00 m NHN angegeben. Das vertikale Schwankungsspektrum von etwa 1,8 m kann auf die Planungsfläche übertragen werden. Aufgrund der regionalen Grundwasserfließrichtung in südliche bis südwestliche Richtung liegen die absoluten Werte um einige Dezimeter tiefer.

Für das Feuerwehrgelände wird mit einem maximalen Grundwasserstand von 83,50 m NHN gerechnet. Für Auftriebsbemessungen, die auch in extremen Situationen eine ausreichende Sicherheit gewährleisten müssen, wird ein Bemessungswert von 83,60 m ü NN angegeben. Für den Südrand der Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums wird ein maximaler Grundwasserstand von 82,20 m NHN angenommen. Zwischenbereiche der angenommenen Höchststände sind innerhalb der Fläche zu interpolieren.

In den Gefahren- und Risikokarten der HWRM-RL werden Nahbereiche des Alten Ölbach und der Südrand der Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums als Hochwassergebiete „geringer Wahrscheinlichkeit“ ausgewiesen.

Die Planungsfläche der Feuerwehr liegt vollständig außerhalb ausgewiesener Hochwasser- oder Überflutungsgebiete.

Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilungen führte zu den nachfolgenden Bezeichnungen gemäß EN ISO 14688 und DIN 18 196, die Ergebnisse sind den Summenkurven der Anlage 4 zu entnehmen.

Probe / Entnahmetiefe	Bezeichnung nach EN ISO 14688 / DIN 18196	Durchlässigkeit (Hazen)
RKS 1 (0,80 - 1,80 m)	Feinsand, mittelsandig / SE	$k_f = 9,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 2 (2,60 - 3,00 m)	Feinsand, mittelsandig / SE	$k_f = 5,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 3 (1,20 - 2,00 m)	Feinsand, stark mittelsandig / SE	$k_f = 8,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 4 (5,00 - 6,00 m)	Feinsand, mittelsandig schwach schluffig / SU	$k_f = 5,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 6 (1,50 - 2,50 m)	Feinsand, stark mittelsandig / SE	$k_f = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Die den weichselzeitlichen Sanden entnommenen Proben sind vorwiegend als mittelsandige bis stark mittelsandige Feinsande einzustufen. Der Feinkornanteil lag in den oberflächennahen Sanden jeweils unter 5 % (SE). Abweichend waren nur für die tieferen Sande aus 5 bis 6 m Tiefe der Bohrung RKS 4 Schluffanteile von etwa 7 % festzustellen (SU). Für die Sande waren rechnerisch nach Hazen Durchlässigkeitsbeiwerte im Spektrum von $k_f = 5,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ bis $1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ zu ermitteln.

Organische Bestandteile

Eine der im Bereich des geplanten Bevölkerungsschutzzentrums, aus den mit geringen Anteilen an organischem Material angereicherten Bodenschichten entnommene Probe wurden nach DIN 18 129 hinsichtlich der Glühverlustanteile untersucht. Hierbei wurden folgende Resultate erzielt:

Probe /Bohrung	Entnahmetiefe	Glühverlust V_{gl}	Wassergehalt w_n
RKS 9	1,60 - 1,80 m	3,62 %	32,49 %

Glühverlustanteile von 3,62 % werden als schwach torfiger Boden bewertet, der hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften zu geringen Anteilen aus organischem Material besteht (Nach DIN 4022 „humoser Sand“). Volumenanteile von unter 4 % werden noch so beurteilt, dass das mineralkorngestützte Bodengefüge durch die organischen Anteile nicht erheblich beeinträchtigt wird.

5. Bautechnische Beurteilung der Böden

Zur Beurteilung des lasttragenden Baugrundes stehen im Bereich des geplanten Feuerwehrgebäudes die Tragfähigkeitseigenschaften der pleistozänen Sande im Vordergrund. Generell gelten Sande als tragfähige Böden mit vergleichsweise hoher Scherfestigkeit und geringer Setzungsempfindlichkeit. In den Bereichen des geplanten Bevölkerungsschutzzentrums ist zu beachten, dass die tragfähigen pleistozänen Sande noch von nacheiszeitlichen Ablagerungen überdeckt werden, die eine geringere Lagerungsdichte erwarten lassen und örtlich auch lokale Vorkommen organischer Böden aufweisen können. Die angetroffenen Böden werden nach Beurteilung im Gelände gemäß EN ISO 14 688 für Bodenarten, DIN 18 196 für Bodengruppen, DIN 18 300 für Bodenklassen (alt) und DIN 18 301 für Bohrbarkeitsklassen gemäß nachfolgender Auflistung eingeordnet.

Bodenbeschreibung	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse 18300	Bohrbarkeit 18301
<i>Mutterboden</i>				
Fein- bis Mittelsand, humos	fS, mS, h, (u´)	OH	3	BN 1
<i>Geogene Sande</i>				
Fein- bis Mittelsand, schwach torfig	Fs, mS, h	OH	2	BN 1
Fein- bis Mittelsand	fS, mS, (gs´)	SE	3	BN 1
Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig	fS, ms, u´	SU	3	BN 1
Feinsand, mittelsandig, schluffig	fS, ms, u	SU*	4	BN 2

Den baugrundrelevanten geogenen Böden werden folgende Einstufungen und charakteristische Kennwerte zugeordnet:

Sande, z.T. schwach schluffig

Bodengruppen SE, SU

Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht
Wichte	$\gamma = 18,0 - 19,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Wasser	$\gamma' = 10 - 11,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 30^\circ - 33^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 25 - 50 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k_f = 4 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
Frostempfindlichkeit	F 1 (nicht frostempfindlich)

Sande, schluffig

Bodengruppe SU*

Lagerungsdichte/Konsistenz	mitteldicht, steif
Wichte	$\gamma = 18,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Wasser	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 30^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 20 - 35 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k_f = 5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
Frostempfindlichkeit	F 3 (stark frostempfindlich)

Feinsand, mittelsandig, schwach torfig

Bodengruppe	OH
Lagerungsdichte	locker
Wichte	$\gamma = 16 - 18 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Wasser	$\gamma' = 7 - 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 18 - 27^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 3 - 20 \text{ MN/m}^2$
Frostempfindlichkeit	F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Frostgefährdung

Die im überwiegenden Teil der Fläche unterhalb des Mutterbodens anstehenden oberflächennahen Sande werden gemäß ZTVE-StB als „nicht frostempfindlich“ eingestuft (F1-Böden). Zur Planung der Verkehrsflächen steht hier die Tragfähigkeit des ungebundenen Aufbaus im Vordergrund. Für den Bereich des Feuerwehrgeländes es ergeben sich hinsichtlich der Bodenarten keine Vorgaben zur Mindestmächtigkeit des frostfreien Aufbaus.

Dies gilt auch für den Bereich des geplanten Bevölkerungsschutzzentrums, soweit die durch die Bohrungen RKS 6 bis RKS 9 angetroffenen Bodenarten oberflächennah anstehen. In Teilbereichen muss hier zusätzlich mit lokalem Vorkommen von Auelehm oder Torfen gerechnet werden, die als feinkörnige bzw. organische Bodenarten einen stark frostempfindlichen Untergrund darstellen (F 3 - Böden).

Homogenbereiche

Im Hinblick auf die vorgesehenen Tiefbaumaßnahmen besteht der Untergrund aus dem organischen Oberboden, und den unterlagernden unverfestigten Sanden. Der organische Oberboden ist gesondert aufzunehmen (Homogenbereich A).

Hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften können die unterhalb des Mutterbodens anstehenden Böden zur Erfüllung der Vorgaben der VOB Teil C für das Gewerk Erdbauarbeiten zu dem „Homogenbereich I“ zusammengefasst werden.

Gefährdungspotentiale des Untergrundes

In der Auflistung der Gefährdungspotentiale des Untergrundes weist der geologische Dienst NRW für das betreffende Kilometerquadrat 27437 keine Gefährdungen aus.

Die Fläche liegt außerhalb der gemäß DIN 4149 aufgeführten Erdbebenzonen (Zonen 0 bis 3).

Baugrubenherstellung / Wasserhaltung / Auftriebssicherung

Baugrubenwände können in den angetroffenen Sanden im Winkel von $\leq 50^\circ$ abgeböschert werden, sofern die angeschnittenen Böden keine Grundwassersättigung aufweisen (Wasserhaltung).

Falls erwogen wird, Verbaukörper wie Spundwände oder Doppel-T-Träger einzubringen, ist die ausreichende Rammfähigkeit bis in mindestens 8 m Tiefe nachgewiesen. Der Untergrund erlaubt grundsätzlich ein konventionelles Herunterführen von Verbaukörpern durch Rammen, Schlagen oder Rütteln. Ortsüblich werden Doppel-T-Träger bevorzugt durch „Einspülen“ heruntergeführt. Hier ist zu beachten, dass das Verfahren bei unkontrollierter Herausführung von Bodenpartikeln nicht den anerkannten Regeln der Technik entspricht. Die Art der Einbringung von Verbaukörpern ist mit dem Bodengutachter abzustimmen.

Für das geplante Feuerwehrgerätehaus ist kein Untergeschoss geplant. Sollten dennoch Untergeschosse oder andere im tieferen Untergrund eingelassene Gebäude oder Anlagen vorgesehen werden, sind Maßnahmen zur Grundwasserhaltung vorzusehen. Aufgrund der nachgewiesenen Grundwasserstände und möglicher Anstiege bis auf wenige Dezimeter unter der Geländeoberfläche ist dann davon auszugehen, dass für die Herstellung der Baugrube eine Absenkung des Grundwassers durch Maßnahmen zur geschlossenen Grundwasserhaltung erforderlich wird. Die durch Erdaushub angeschnittenen Sande können im wassergesättigten Zustand keine standsicheren Böschungen bieten. Ortsüblich werden Grundwasserhaltungsmaßnahmen meist über Vakuumlanzen und leistungsfähige Unterdruckpumpen durchgeführt.

Sofern Untergeschosse oder andere im Untergrund einbindende Gebäude oder Anlagen geplant werden, sind diese aufgrund der ermittelten Grundwasserstände gegen von außen drückendes Wasser und gegen Schäden durch Auftrieb zu sichern. In der Bauphase darf die Grundwasserhaltung erst beendet werden, wenn eine ausreichende Sicherheit gegen Auftrieb gegeben ist. Der Bemessungswasserstand wird im Bereich des Feuerwehrgeländes mit 83,60 m NHN angegeben.

Wiederverwendung auszuhebenden Erdreichs

Der freigelegte organische Oberboden ist abzuschleppen, das Material kann an anderer Stelle als kulturfähiger Mutterboden wiederverwendet werden.

Darüber hinaus besteht das im Zuge von Tiefbaumaßnahmen auszuhebende Erdreich weitgehend aus verwertbarem Sand. Der Boden ist hinsichtlich der Verdichtungsfähigkeit und der Tragfahigkeits-eigenschaften vielseitig wiederverwendbar. Einschränkungen zur Wiederverwendbarkeit können sich bei erhöhten Einbauwassergehalten ergeben. Zur Wiederverfüllung von Arbeitsräumen, Leitungsgräben oder als Frostschutzschicht ist der sandige Aushub hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften grundsätzlich geeignet.

In der Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums können lokale Vorkommen von organischen Böden oder auch bindigen Böden (Auenlehm) auftreten. Sofern sie als Aushub vorliegen, sollten beide Bodenarten nicht in Bereichen wiederverwendet werden, die einen trag- und verdichtungsfähigen Untergrund voraussetzen. Organische oder bindige Böden können zur Erdaufschüttung nicht überbauter Außenbereiche verwendet werden.

In den untersuchten Flächenbereichen wurden ausschließlich geogene Böden angetroffen. Erfahrungsgemäß können auch in bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen örtliche Vorkommen anthropogener Ablagerungen (Bauschuttreste, vergrabene Baumstubben o.ä.) auftreten. Sollten im Zuge von Erdbauarbeiten vergleichbare Auffüllungen vorgefunden werden, ist das Material zu separieren und es sind chemische Analysen zur abfallrechtlichen Bewertung des Materials zu veranlassen.

6. Gründung der Verkehrsflächen des Feuerwehrgeländes

Nach den vorliegenden Planungsunterlagen ist es vorgesehen, in weiten Bereichen des Feuerwehrgeländes Verkehrsflächen anzulegen (Zufahrt, Parkplätze). In den Bereichen geplanter Verkehrsflächen ist der Mutterboden zunächst vollständig abzutragen. Die freigelegte Oberfläche weist dann ein Niveau von etwa 83,30 bis 83,50 m NHN auf. Nach Abgleich mit dem Niveau der angrenzenden Fahrbahnoberfläche der Thaddäusstraße wird angenommen, dass die Oberfläche der Verkehrsflächen etwa 2 bis 4 dm über der aktuellen Geländeoberfläche liegen soll.

Nach Abtrag des Mutterbodens besteht die freigelegte Aushubsohle aus eng gestuften bis schwach schluffigen Sanden, die als tragfähiger und nicht frostempfindlicher Untergrund eingestuft werden. Es ergeben sich keine Vorgaben an die Mindestmächtigkeit des frostfreien Aufbaus gemäß RStO.

Zur Einebnung des Untergrundes können die vor Ort unterhalb des Mutterbodens ggf. als Aushub anfallende Sande wiederverwendet werden.

Sollte zur Anhebung des Geländeniveaus örtlich der Einbau von Füllboden erforderlich werden, sind zur Bodenauffüllung trag- und verdichtungsfähige sowie nicht frostempfindliche Böden zu verwenden, die lagenweise einzubauen und sorgfältig auf eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten sind.

Der für den Untergrund von Verkehrsflächen erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ist auf der Oberfläche des hergestellten Planums nachzuweisen.

Unterhalb des vorhandenen Mutterbodens kann in Phasen hoher Grundwasserstände eventuell eine eingeschränkte Tragfähigkeit des freigelegten Untergrundes vorherrschen. Es ist dann zu erwägen unter dem zur Bodenauffüllung einzubringendem Material ein trennendes Geovlies einzubauen. Generell ist für die beiden Planungsflächen anzustreben, erforderliche Erdbauarbeiten nach eher niederschlagsarmen Phasen vorzunehmen. Bei bauzeitlich hohen Grundwasserständen können Erdbauarbeiten hier einen erheblichen Mehraufwand erfordern.

Der oberflächennahe Untergrund sollte durch die Auffüllungen soweit eingeebnet werden, dass unter dem Bereich der PKW-Parkplätze eine Schottertragschicht von mindestens 0,3 m Mächtigkeit eingebaut werden kann. Auch die eingebaute Schotterlage ist sorgfältig zu verdichten, das Verdichtungsmaß von $D_{Pr} \geq 100 \%$ ist durch Lastplattendruckversuche nachzuweisen (Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$). Zu verwenden ist abgestuftes Brechkorngemisch.

In Bereichen, welche wie die geplante Aufstellfläche auch durch Schwerlastverkehr genutzt werden sollen, empfiehlt sich ein verstärkter Aufbau. Hier wird empfohlen, den ungebundenen Aufbau so herzustellen, dass auf dessen Oberfläche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden kann ($E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ bei Tragschichten unter Betonpflaster). Für die Schottertragschicht empfiehlt sich hier eine Mächtigkeit von 0,4 m.

7. Gründung des Feuerwehrgerätehauses

Für das Feuerwehrgerätehaus wird angenommen, dass das Oberflächenniveau der Erdgeschosssohle dem der angrenzenden Fahrbahnoberfläche der Thaddäusstraße entsprechen oder um 1-2 dm darüber liegen soll (ca. 89,0 bis 89,3 m NHN). Unter Berücksichtigung einer Gesamtmächtigkeit der Sohle aus Beton, Belag und Dämmung von etwa 0,4 bis 0,5 m wird für die Basis der Gebäudesohle dann ein Niveau von 83,5 bis 83,9 m NHN angenommen. Nach Abtrag des organischen Oberbodens liegt die Geländeoberfläche zwischen etwa 83,20 bis 83,50 m ü NN. Ein erheblicher Aufwand zur Herrichtung der Gebäudesohle (wie Geländeauffüllungen) ist nach Abgleich der angegebenen Höhendifferenzen nicht erforderlich.

Bei einer konventionellen Gründung auf Streifen oder Einzelfundamenten und deren frost- und grundbruchsicheren Einbindung im Untergrund von mindestens 0,8 m Tiefe würden die mitteldicht gelagerten pleistozänen Sande den unmittelbar tragenden Untergrund bilden. Die Sande bilden einen tragfähigen Untergrund, der für eine konventionelle Gründung auf Streifen- oder Einzelfundamenten eine gute Eignung erwarten lässt.

Zu den Gründungen von Einzel- oder Streifenfundamenten wurden überschlägig Setzungsberechnungen durchgeführt, die Fundamentbreiten von 0,5 bis 1,5 m berücksichtigen. Auf Grundlage der Setzungsermittlungen wird für die zulässige Bodenpressung (aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054, 2005) ein Wert von $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ genannt. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird mit $\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$ angegeben. Es sind dann Konsolidationssetzungen von 0,5 bis 0,8 cm zu erwarten. In den sandigen Böden kann erwartet werden, dass sich die Setzungen kurzfristig, bereits in der Rohbauphase einstellen.

Je nach festgelegtem Gründungsniveau ist der Untergrund der Gebäudesohle einzuebnen bzw. örtlich auch aufzufüllen. Zur Auffüllung ist trag- und verdichtungsfähiges Material zu verwenden, das sorgfältig auf ein Maß von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten ist. Für den Untergrund der Fahrzeughalle wird der Einbau eines Bettungspolsters von mindestens 0,3 m Mächtigkeit empfohlen. Auf der Oberfläche des Bettungspolsters ist durch statische Lastplattendruckversuche ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

In der Fahrzeughalle kann dann zur statischen Bemessung der Gebäudesohle ein Bettungsmodul von $k_s = 30 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden.

8. Gründungsbedingungen in der Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums

In der orientierend erkundeten Planungsfläche des Bevölkerungsschutzzentrums wurden ähnliche Gründungsbedingungen wie in der Feuerwehrplanungsfläche angetroffen. Der Untergrund besteht aus Sanden bzw. sanddominierten Böden, die von organischem Oberboden überlagert werden.

Zu beachten ist aber, dass die unmittelbar unter dem Mutterboden anstehenden Sande in weiten Teilen der Fläche zunächst aus nacheiszeitlichen Sanden bestehen, die eine geringe „lockere“ Lagerungsdichte aufweisen und die örtlich auch organische Böden (Torfe) oder bindige Böden (Auenlehm) enthalten können. Der Übergang zu den festeren eiszeitlichen Sanden wurde hier erst in wechselnder Tiefe von 1,6 bis 2,7 m angetroffen.

Zur Planung von Gebäuden, Verkehrsflächen oder im Vorfeld von Tiefbaumaßnahmen zur Verlegung von Versorgungsleitungen oder Kanalbauwerken sollten daher projektbezogene Baugrunduntersuchungen der jeweiligen Planungsbereiche veranlasst werden.

9. Versickerungsfähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser

Die über Korngrößenanalysen ermittelten Durchlässigkeiten weisen für die oberflächennahen Böden Durchlässigkeitsbeiwerte im Spektrum von $k_f = 5,0 \times 10^{-5}$ m/s bis $1,3 \times 10^{-4}$ m/s nach. In Anlehnung an DIN 18 300 T 1 werden Lockersedimente mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s als „durchlässig“ bezeichnet. Nach Arbeitsblatt A 138 der DWA gilt zusätzlich, dass die dezentrale Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Grundwasser in Böden mit k_f -Werten von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s erfolgen sollte. Die über Kornverteilungen ermittelten Werte liegen für die oberflächennahen Sandböden im Bereich der durch die Vorgaben der DWA gebotenen Durchlässigkeit.

Für den Bereich der Feuerwehrplanungsfläche wird für die Bemessung von Versickerungseinrichtungen empfohlen, einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8 \times 10^{-5}$ m/s anzusetzen.

In Anlehnung an DIN 18 300 T 1 werden Lockersedimente mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s als „durchlässig“ bezeichnet. Nach Arbeitsblatt A 138 der DWA gilt zusätzlich, dass die dezentrale Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Grundwasser nur in Lockergesteinen mit k_f -Werten von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s erfolgen sollte. Die über Kornverteilungen ermittelten Werte liegen für die oberflächennahen Sandböden im Bereich der durch die Vorgaben der DWA gebotenen Durchlässigkeit.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in den Bereichen sandiger Böden grundsätzlich gute Durchlässigkeiten vorherrschen. Neben der nachgewiesenen ausreichenden Durchlässigkeit setzt die Errichtung von Versickerungsanlagen gemäß DWA - A 138 einen Flurabstand voraus, der für die Mächtigkeit des Sickerraumes ein Mindestmaß von 1,0 m gewährleistet (bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand). Dies gilt auch nach dem Runderlass des MURL (NRW) vom 18.05.1998.

Die hydrogeologischen Gegebenheiten der Feuerwehr-Planungsfläche werden unter Berücksichtigung der ermittelten Grundwasserstände und der für den Ortsbereich verfügbaren Daten zu Grundwasserschwankungen so beurteilt, dass die Grundwasseroberfläche im Niveau von etwa 81,7 bis 83,5 m NHN variiert. Der gemäß DWA - A 138 maßgebliche mittlere höchste Grundwasserstand wird für den Bereich des Feuerwehrgeländes mit etwa 83,00 m NHN angenommen. Demnach ist hier mit Mindestfluranständen von etwa 0,7 m zu rechnen. Der genannte Mindest-Sickerwasserabstand von 1,0 m wird zwar deutlich unterschritten, dennoch sollte angestrebt werden, das nicht verunreinigte Niederschlagswasser der Dachflächen über flache Einrichtungen (Muldenversickerung) aufzunehmen, um zur Grundwasserneubildung beizutragen. Das Vorgehen ist mit der Unteren Wasserbehörde des Kreises Gütersloh abzustimmen.

Für die wenige Dezimeter tiefer liegenden Bereiche des Bevölkerungsschutzzentrums liegen hinsichtlich der Mindestflurabstände ähnliche Bedingungen vor. In den z.T. hochwassergefährdeten Teilflächen können aber hinsichtlich der Sickerabstände keine erheblichen Maße mehr berücksichtigt werden. Hier wird empfohlen, Rückhaltebereiche einzurichten, die eine Teilversickerung zulassen und die eine kontrollierte Abgabe an die Vorflut ermöglichen.

Bei Anlage der Versickerungseinrichtungen ist darauf zu achten, dass in deren Gründungsebenen keine starken, durchlässigkeitshemmenden Verockerungen auftreten. In Bereichen dunkelbrauner Verockerungen empfiehlt es sich, den entsprechenden Boden gegen ausreichend durchlässige Sande auszutauschen.

Dr. E. Horsthemke

Körnungslinie

Stadt Verl, Feuerwehr Sürenheide
und Bevölkerungsschutzzentrum

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21. - 28.10.2021

Art der Entnahme: gestört

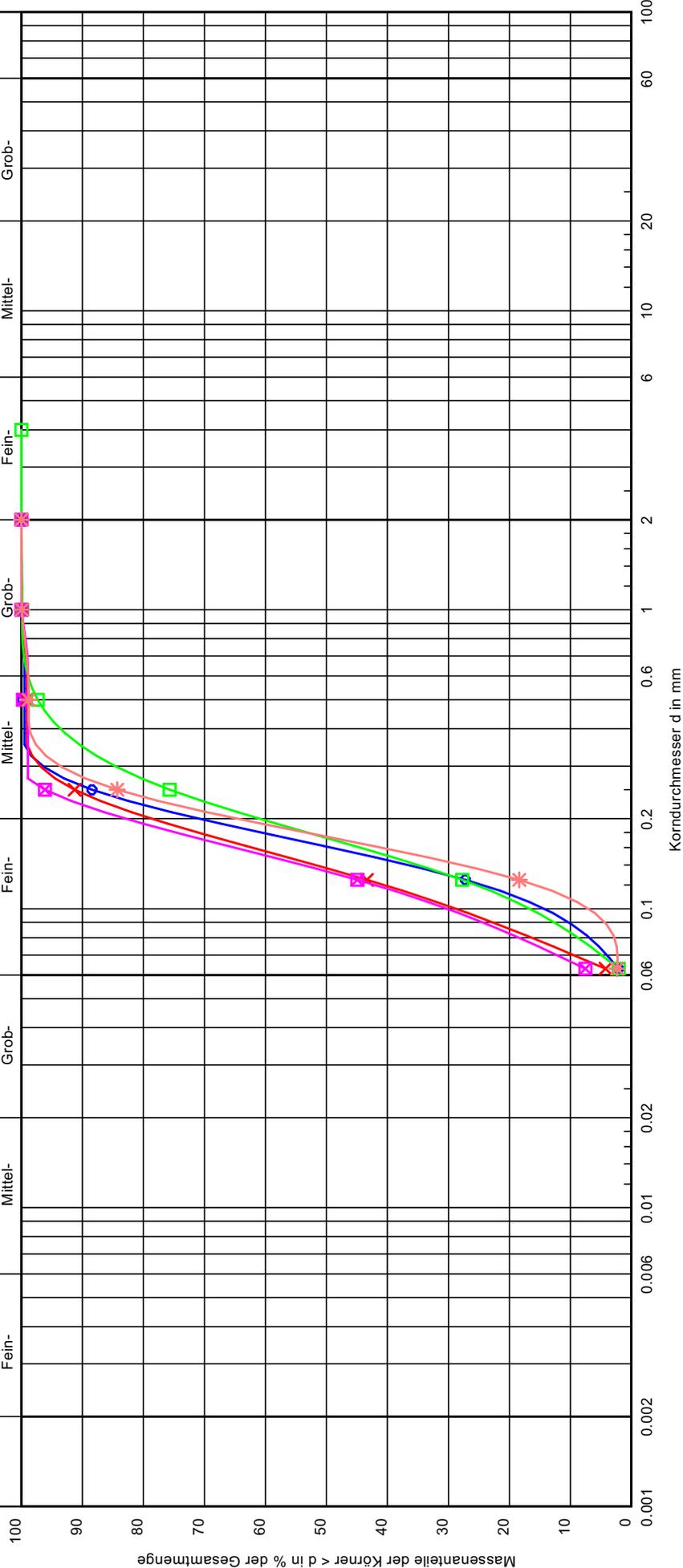
Arbeitsweise: Siebanalyse

Schlammkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

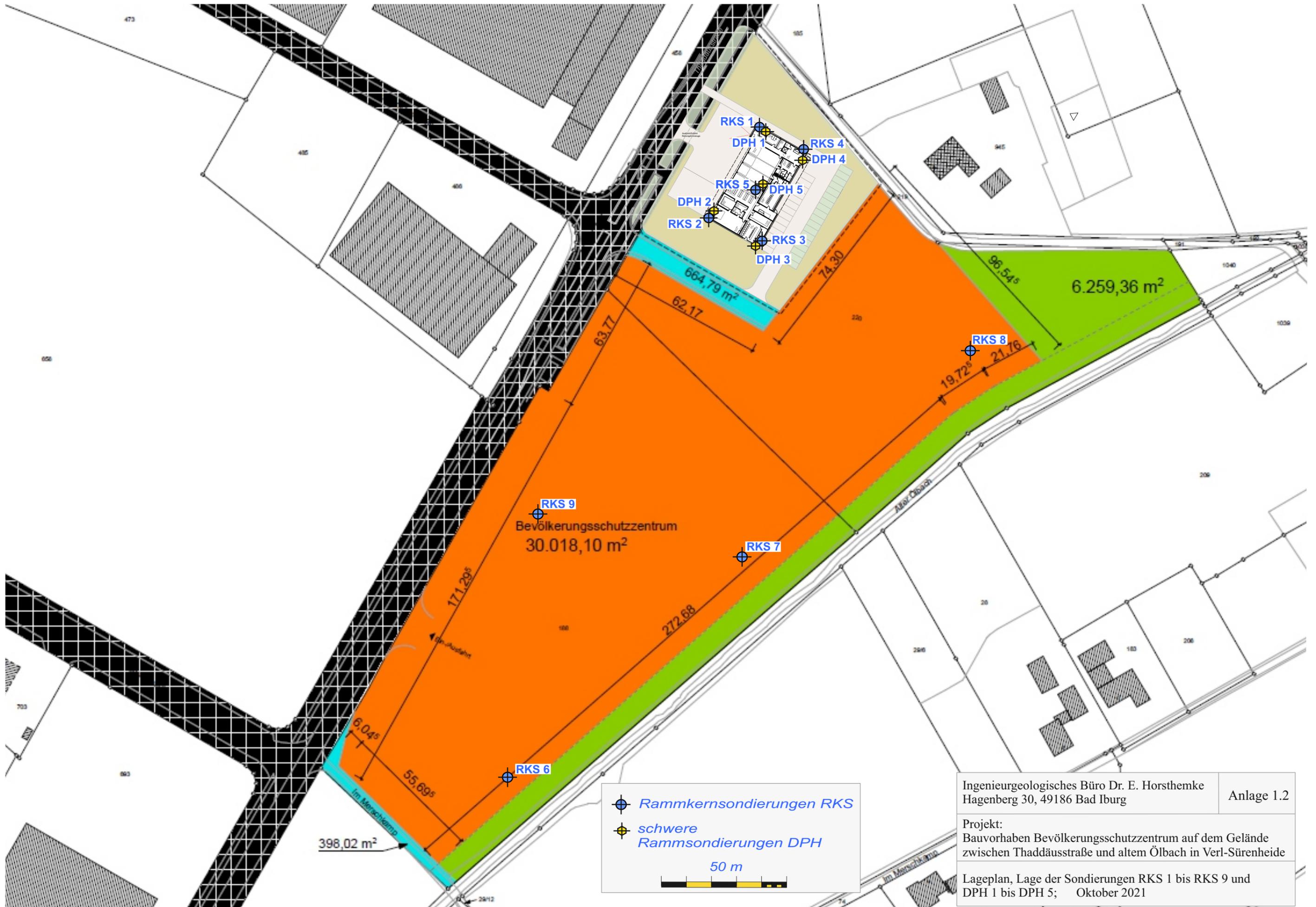
Fein- Mittel- Grob- Kieskorn Mittel- Grob- Steine



Bezeichnung:	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Bodenart:	fS, ms 0,80 - 1,80 m	fS, ms 2,60 - 3,00 m	fS, ms 1,20 - 2,00 m	fS, ms 5,00 - 6,00 m	fS, ms 1,50 - 2,50 m
Tiefe:	9.2 · 10 ⁻⁵	5.8 · 10 ⁻⁵	8.0 · 10 ⁻⁵	5.1 · 10 ⁻⁵	1.3 · 10 ⁻⁴
k [m/s] (Hazen):	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 6
Entnahmestelle:	2.0/1.1	2.2/0.9	2.4/1.0	2.3/1.0	1.8/1.0
U/Cc					

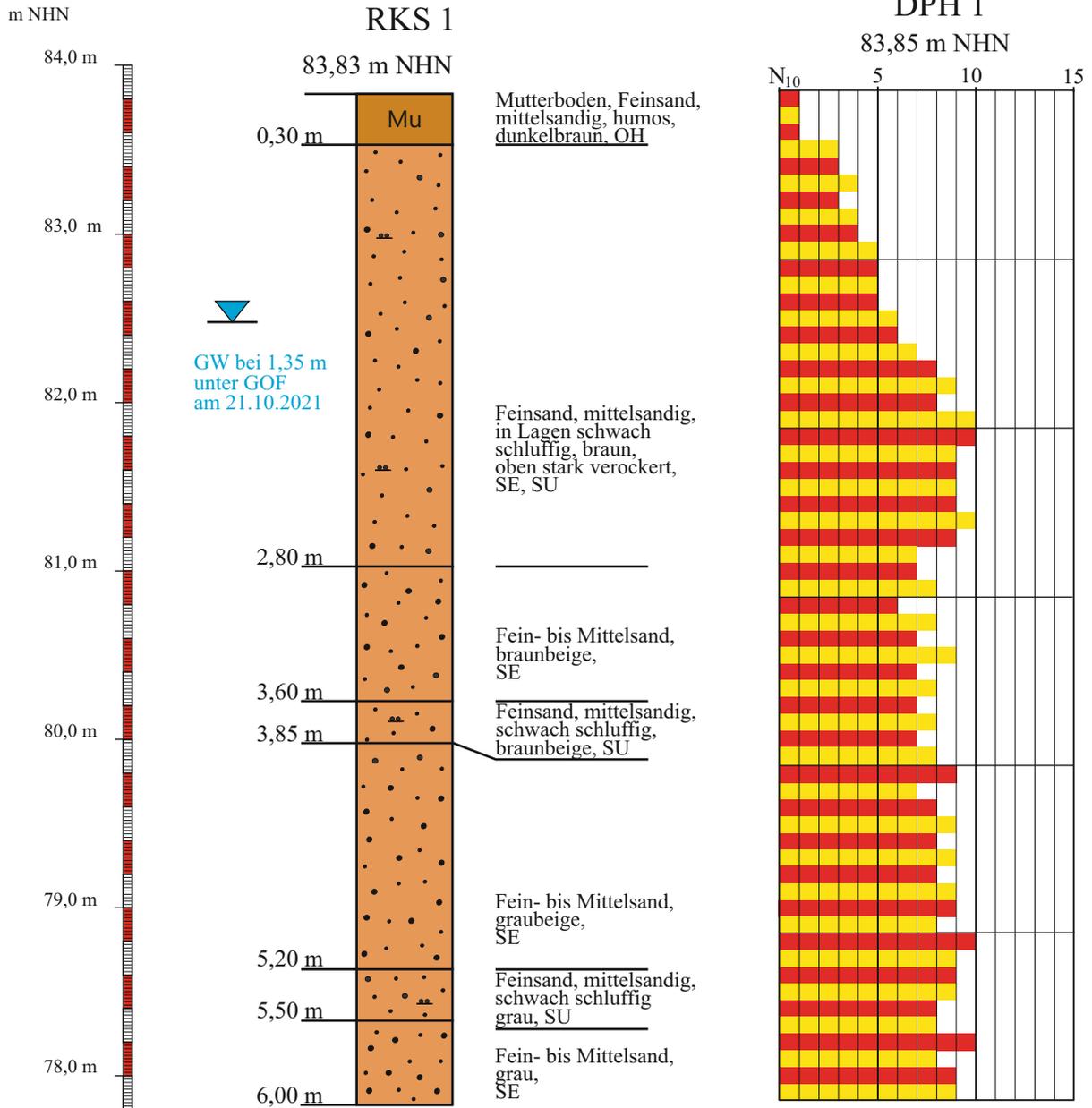
Bemerkungen:

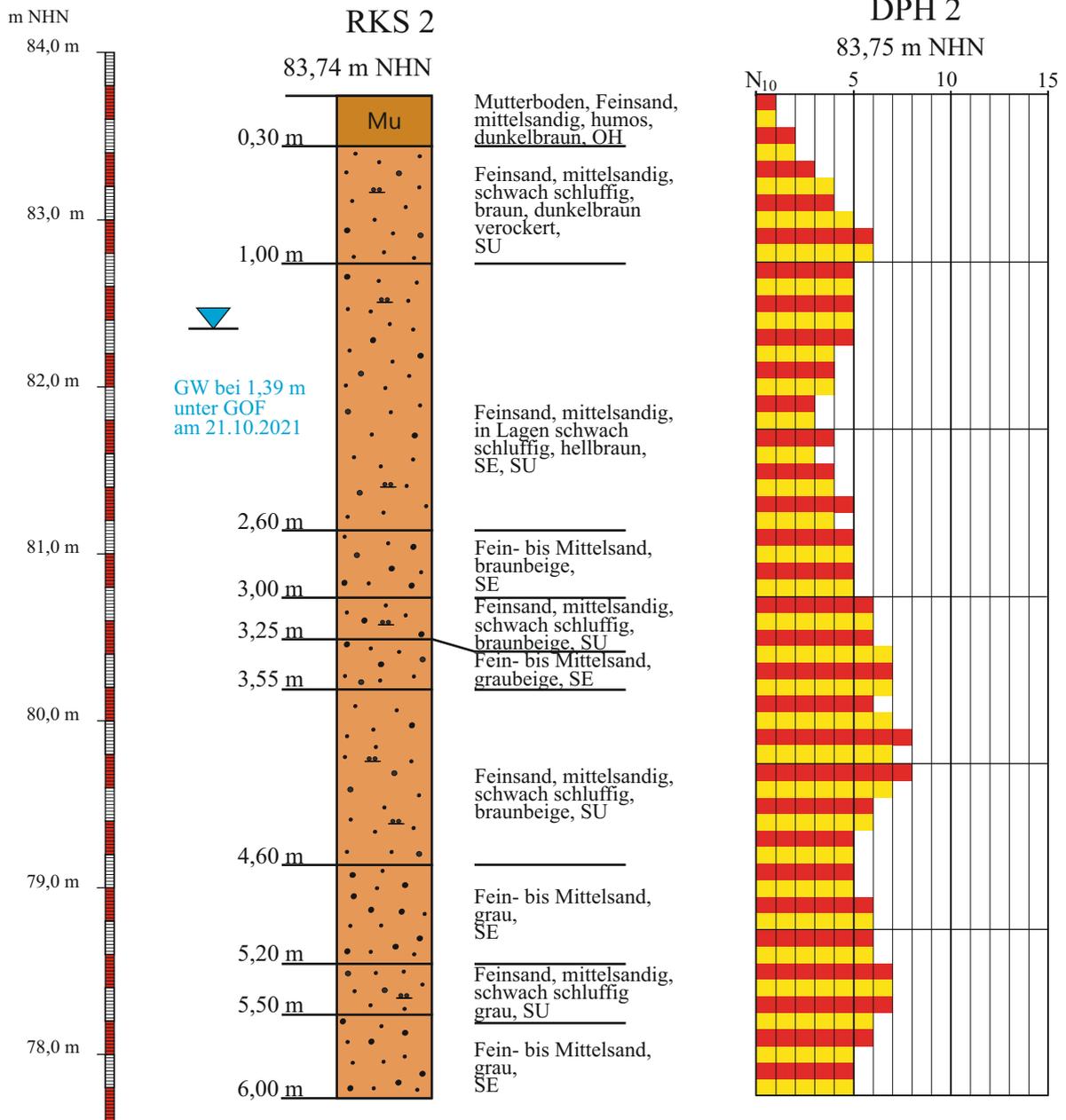
Bericht:
20/0924/04/00
Anlage: 4

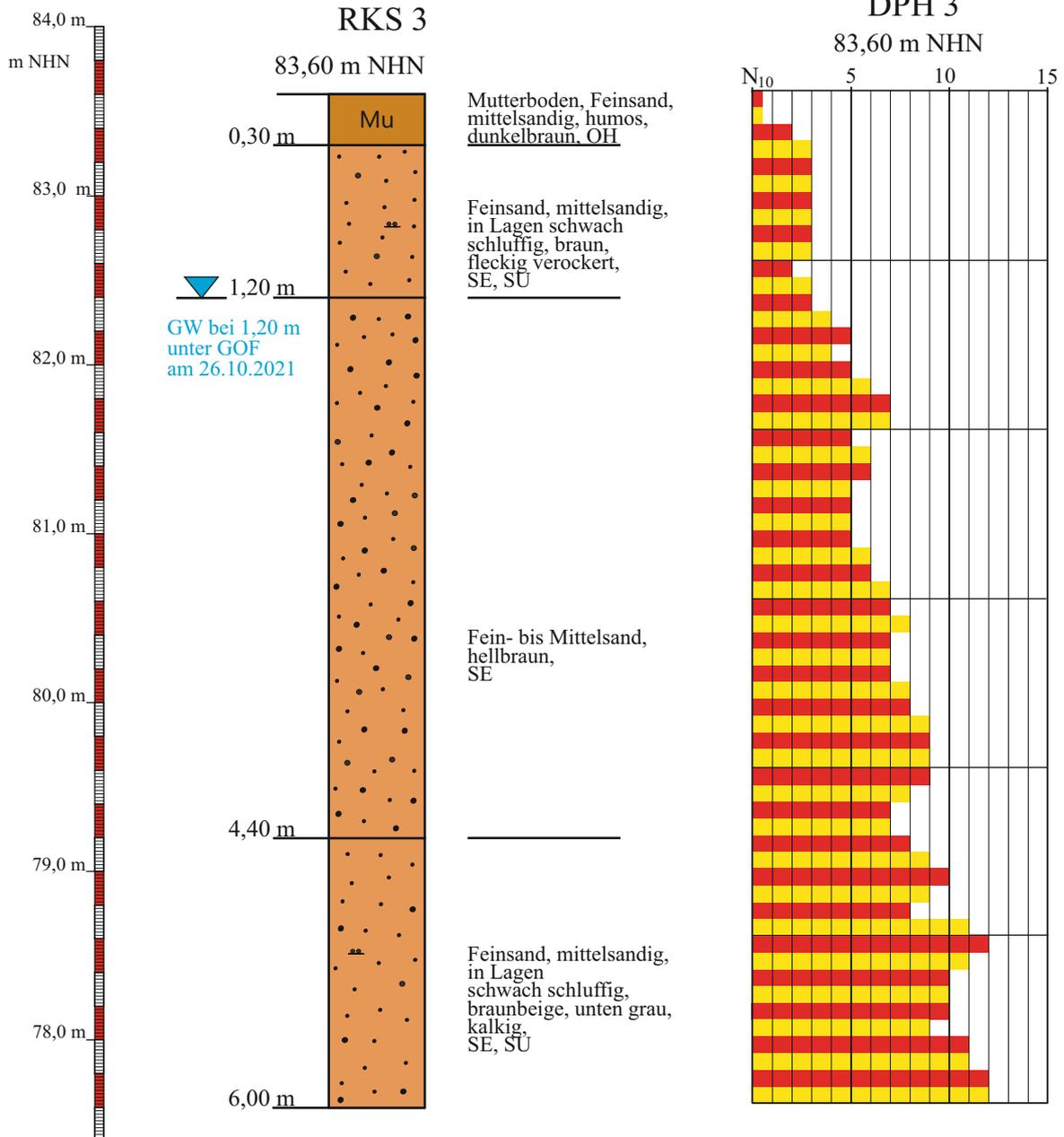


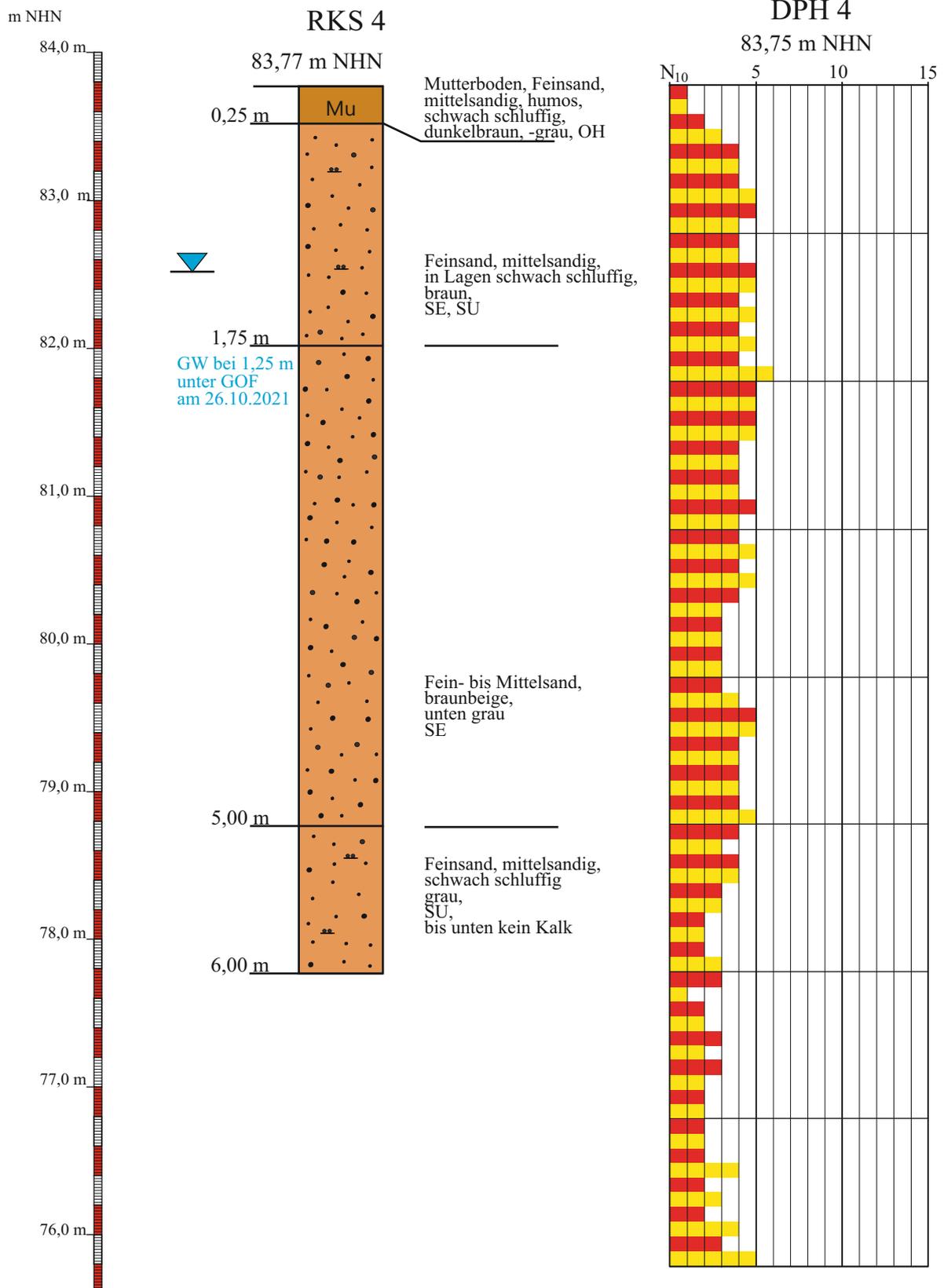
 *Rammkernsondierungen RKS*
 *schwere Rammsondierungen DPH*
 50 m

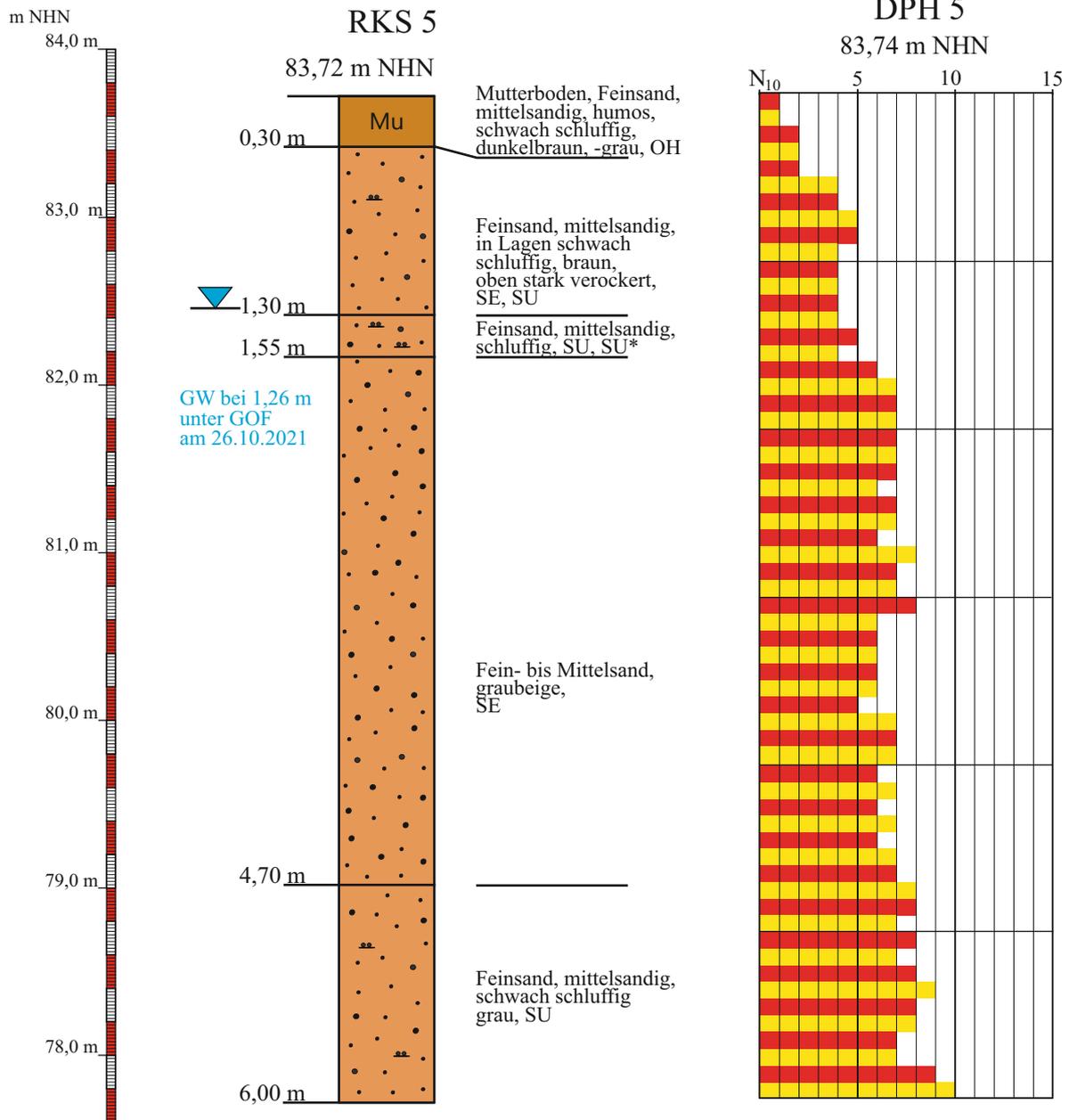

Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg	Anlage 1.2
Projekt: Bauvorhaben Bevölkerungsschutzzentrum auf dem Gelände zwischen Thaddäusstraße und altem Ölbach in Verl-Sürenheide	
Lageplan, Lage der Sondierungen RKS 1 bis RKS 9 und DPH 1 bis DPH 5; Oktober 2021	











Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke
Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg

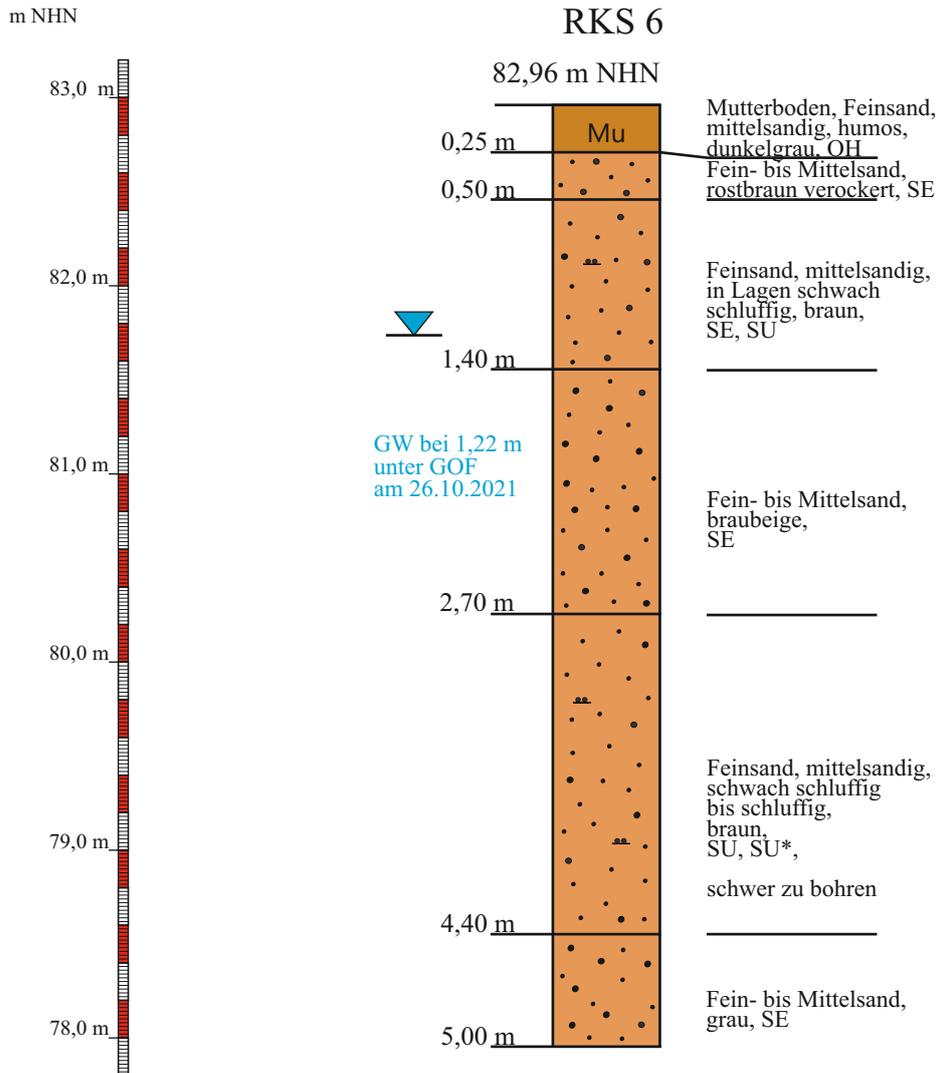
Anlage 2.6

Projekt Stadt Verl, BV Bevölkerungsschutzzentrum auf dem Gelände
Flur 19, Flurstücke 188 und 220, Thaddäusstraße in Sürenheide

Datum 26.10.2021

Bohrung RKS 6

Bearbeiter Dr. E. Horsthemke



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke
Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg

Anlage 2.7

Projekt Stadt Verl, BV Bevölkerungsschutzzentrum auf dem Gelände
Flur 19, Flurstücke 188 und 220, Thaddäusstraße in Sürenheide

Datum 28.10.2021

Bohrung RKS 7

Bearbeiter Dr. E. Horsthemke

m NHN

84,0 m

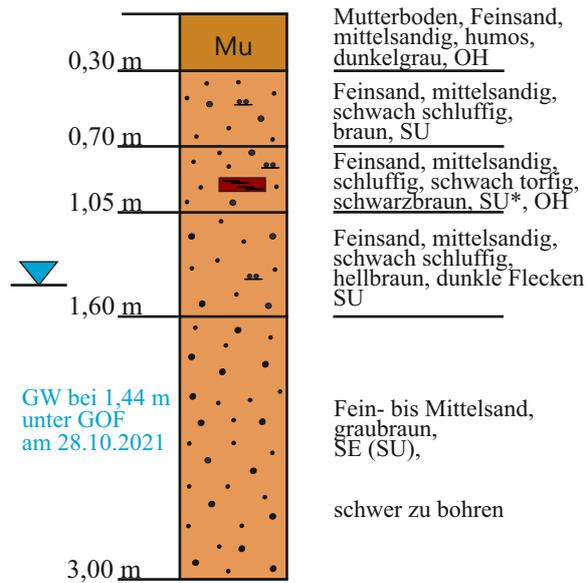
83,0 m

82,0 m

81,0 m

RKS 7

83,55 m NHN



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke
Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg

Anlage 2.8

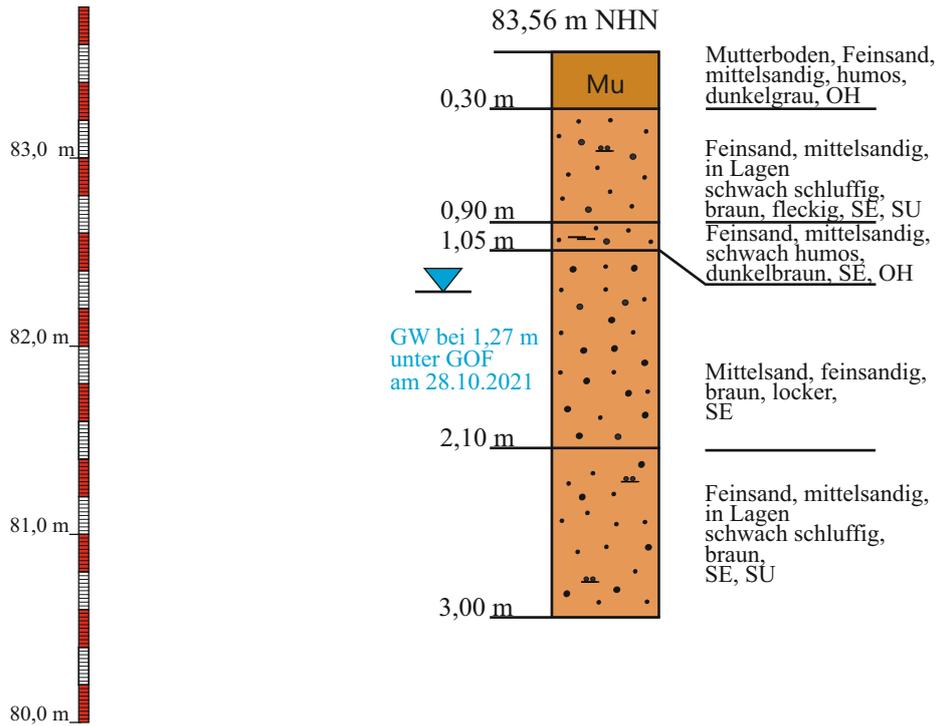
Projekt Stadt Verl, BV Bevölkerungsschutzzentrum auf dem Gelände
Flur 19, Flurstücke 188 und 220, Thaddäusstraße in Sürenheide

Datum 28.10.2021

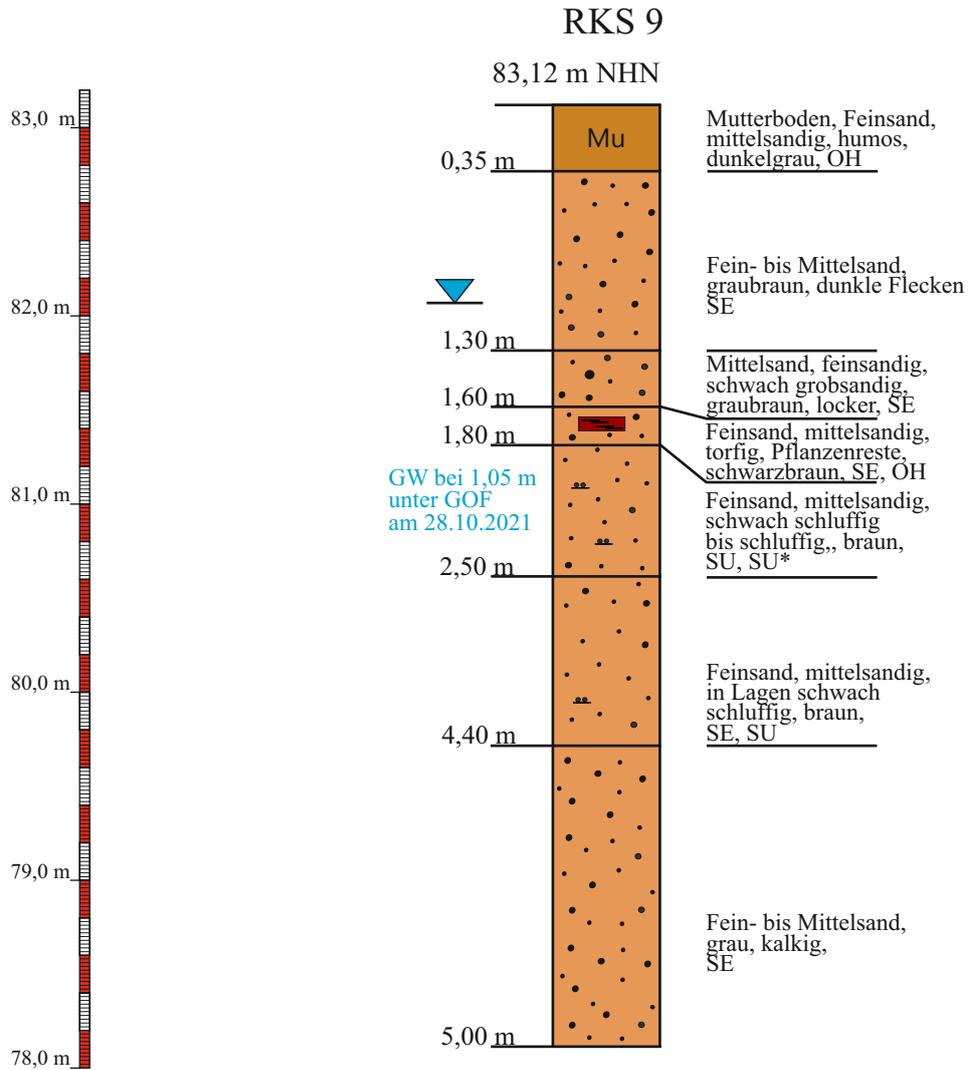
Bohrung RKS 8

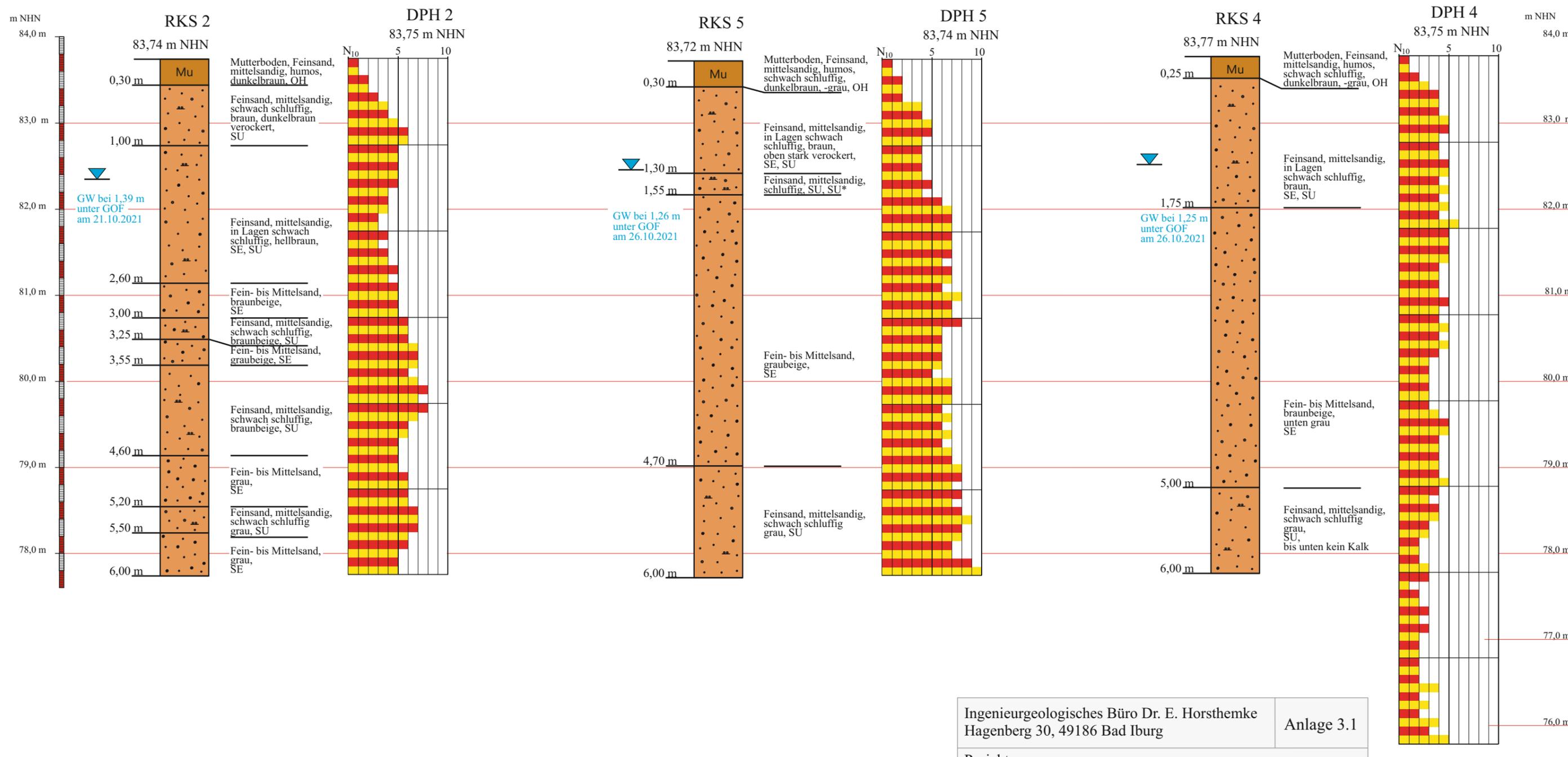
Bearbeiter Dr. E. Horsthemke

m NHN

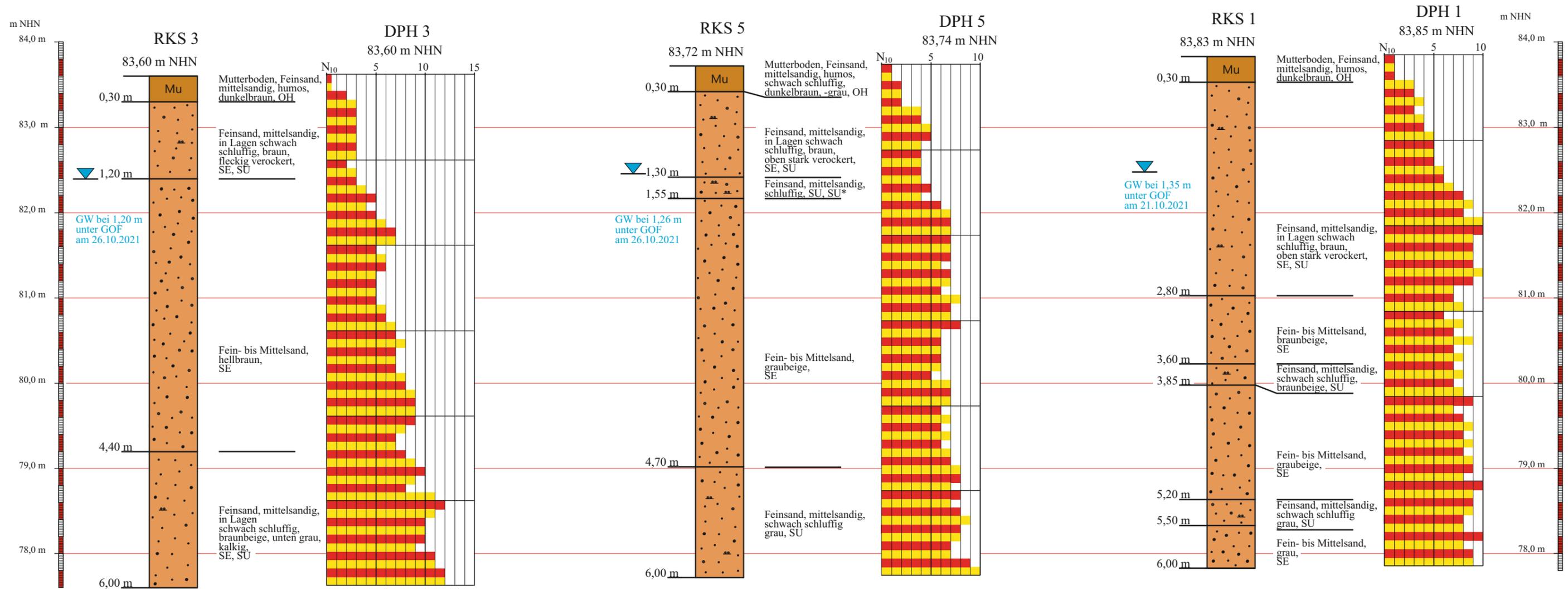


m NHN

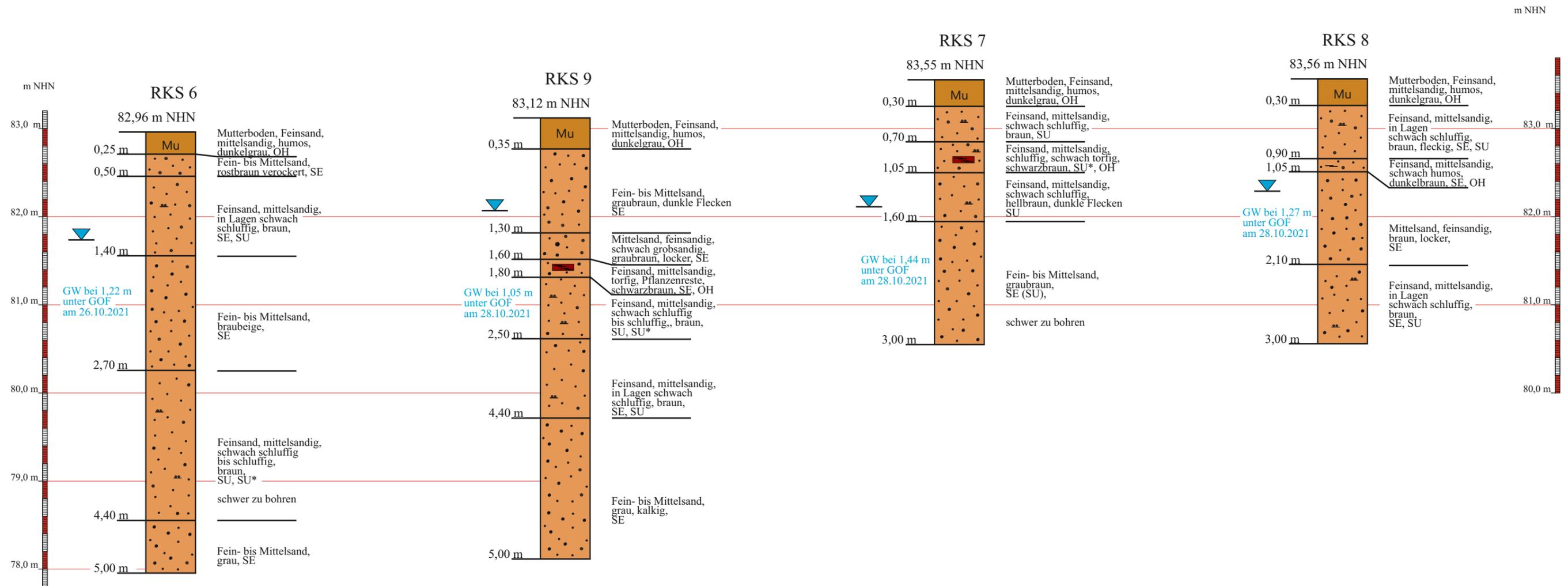




Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg	Anlage 3.1
Projekt: Stadt Verl, Bauvorhaben Feuerwehrgerätehaus auf dem Gelände Thaddäusstraße, Flurstück 220 in Verl-Sürenheide	
Bodenaufbau, vergleichende Darstellung zu den Sondierungen RKS 2, RKS 4 und RKS 5 sowie DPH 2, DPH 4 und DPH 5; Oktober 2021	



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg	Anlage 3.2
Projekt: Stadt Verl, Bauvorhaben Feuerwehrgerätehaus auf dem Gelände Thaddäusstraße, Flurstück 220 in Verl-Sürenheide	
Bodenaufbau, vergleichende Darstellung zu den Sondierungen RKS 1, RKS 3 und RKS 5 sowie DPH 1, DPH 3 und DPH 5; Oktober 2021	



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Hagenberg 30, 49186 Bad Iburg	Anlage 3.3
Projekt: Bauvorhaben Bevölkerungsschutzzentrum auf dem Gelände zwischen Thaddäusstraße und altem Ölbad in Verl-Sürenheide	
Bodenaufbau, vergleichende Darstellung zu den Sondierungen RKS 6 bis RKS 9; Oktober 2021	