

Ingenieurteam GmbH Rösrather Straße 571 in 51107 Köln

StadtServiceBetrieb Brühl
Gebäudemanagement
Herrn Hollmann
Engelsdorfer Straße 2

50321 Köln

Projektnummer: 22K116P071
Köln, den 09.08.2022

BV Neubau einer Feuerwache, Römerstraße in 50321 Brühl Bericht zur Baugrunderkundung

1 Allgemeine Projektdaten

1.1 Lage/Situation

Auf einem unbebauten Grundstück an der Römerstraße, ca. 100 m südlich der Einmündung Liblarer Straße in Brühl (**Gemarkung: Brühl Flur 7, Flurstück 1650**) soll eine neue Feuerwache errichtet werden.



Bild 1: Lage des Grundstücks (aus Bericht Dr. Hausmann 2022)

Bereits 2013 wurde zum Projekt eine Voruntersuchung durchgeführt. Nun erhielten den Auftrag, für das Projekt auf Grundlage der aktuellen Planung eine vertiefende Baugrunduntersuchung durchzuführen und ein Baugrundgutachten / Gründungsvorschlag für die konkrete Planung vorzulegen.

Eine Beurteilung evtl. im Boden vorhandener Schadstoffe oder Fremdanteile sowie sich daraus ergebender Maßnahmen ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes. Hierzu verweisen wir auf die ausführliche und aktuelle Bearbeitung durch das Büro Dr. Spoerer & Dr. Hausmann.

1.2 Unterlagen

Mit Auftragserteilung vom 28.03.2022 und im Zuge der weiteren Bearbeitung wurden uns die folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- | | | |
|--|---------------|-------------------------|
| • 1 Lageplan | Maßstab 1:500 | Stand/Übergabe: 06/2022 |
| • 5 Grundrisse | Maßstab 1:100 | Stand/Übergabe: 05/2022 |
| • 3 Ansichten / Schnitte | Maßstab 1:100 | Stand/Übergabe: 05/2022 |
| • Abschätzung Lasten für Pfahlgründung | | Stand 5 / 2022 |

Wir bitten um Nachricht, wenn sich in den hier zugrunde gelegten Unterlagen Änderungen ergeben, die ggf. eine Überarbeitung des Gutachtens erforderlich machen. Weiterhin wurde zur Erstellung des Gutachtens folgendes Kartenmaterial verwendet:

- | | | | |
|---|------------|-------------------|------------|
| • Geologische Karte NRW | C5106 Köln | Maßstab 1:100.000 | Stand 1986 |
| • Geologische Karte | 5107 Köln | Maßstab 1:25.000 | Stand 1930 |
| • Hydrologische Karte | 5107 Köln | Maßstab 1:25.000 | Stand 1981 |
| • Grundwassergleichenkarte | L5106 Köln | Maßstab 1:50.000 | Stand 1988 |
| • Karte der Erdbebenzone NRW zur DIN 4149 | | Maßstab 1:350.000 | Stand 2006 |

Neben den weiter unten im Text angegebenen einschlägigen DIN Normen wurden auch die folgenden Regelwerke und Datenquellen verwendet:

- ZTVE-StB09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009
- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, DGGT, 5. Auflage 2013
- EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle, DGGT, 2. Auflage 2012
- Fachinformationssystem ELWAS-WEB des LANUV NRW (<https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/>)
- Geologische Karte 1:100.000 des Geologischen Dienstes NRW im GEOportal.NRW (<https://www.geoportal.nrw/>)
- Bohrungsdatenbank DaBo des Geologischen Dienstes NRW
- Bericht zur abfalltechnischen Untersuchung 2022, Dr. Spoerer & Dr. Hausmann GmbH, 2022

1.3 Durchgeführte Untersuchungen 2022

- 8 Rammkernsondierungen RKS bis max. 8,0 m unter Gelände
- 8 schwere Rammsondierungen DPH bis max. 12 m unter Gelände
- 4 Bohrungen mit der Hohlbohrschnecke bis max. 24,6 m unter Gelände
- 4 schwere Rammsondierungen im Bohrloch zur Prüfung der Bohrlochsohle
- 8 Standard-Penetration Tests SPT im Kiessand

Alle Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen sind in den Anlagen dargestellt.

Zur Erläuterung:

Ausgehend von der Oberfläche konnte der anstehende Kiessand aufgrund hoher Widerstände weder mit den Rammkernsondierungen noch mit den schweren Rammsondierungen durchteuft werden. Da die Sondierungen alle oberhalb der Absetztiefe einer geplanten Pfahlgründung endeten, wurden ergänzende Linerbohrungen zum Aufschluss der Kiessand bis zur UK Kiessand vorgesehen.

Auch hierbei zeigten sich hohe Bohrwiderstände, sodass die Liner nicht eingeschlagen werden konnten. Die Bohrungen wurden dann mit der Hohlbohrschnecke abgeteuft und zur Dokumentation der Bohrwiderstände im Kiessand wurden SPT-Tests und nach Verfüllung der Bohrlöcher schwere Rammsondierungen DPH ab Bohrlochsohle durchgeführt.

2 Untersuchungsergebnisse

2.1 Gelände/Altbebauung

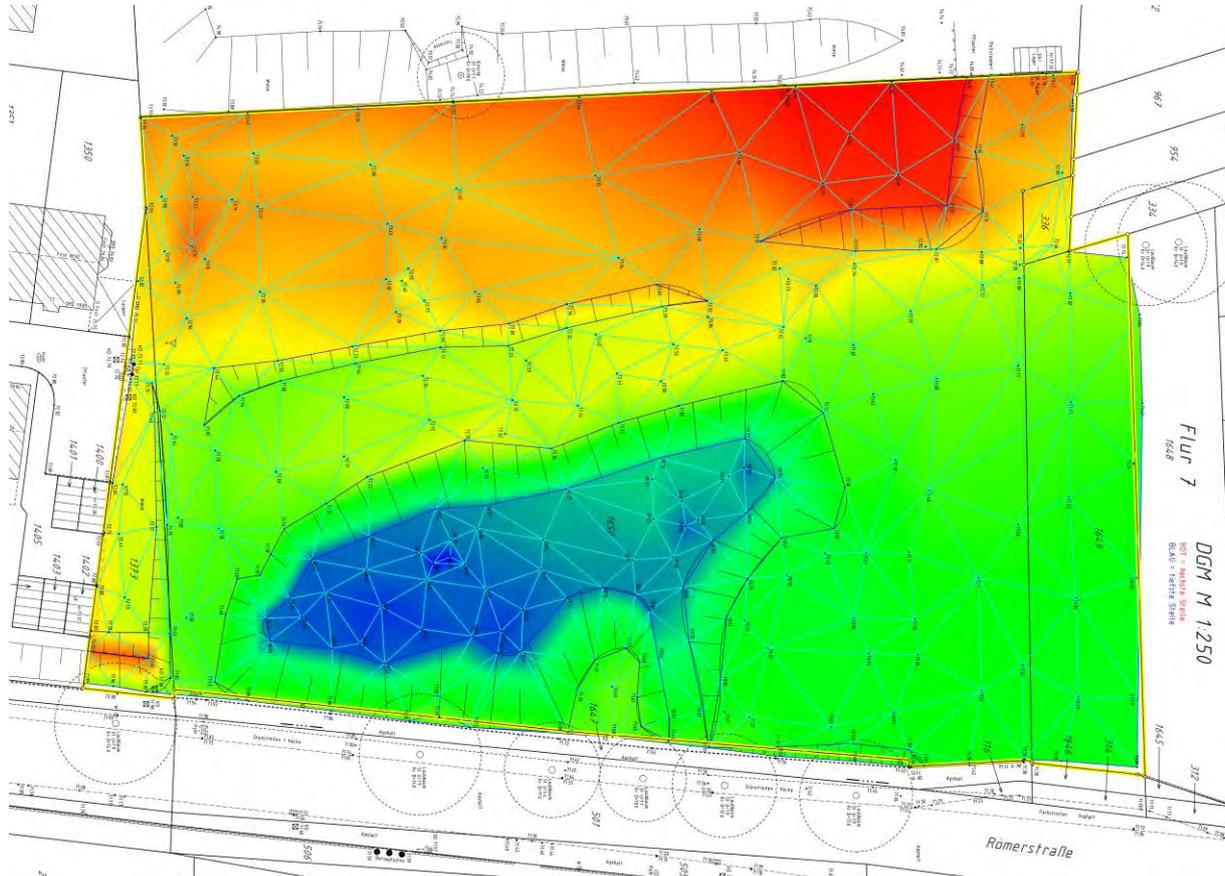
Das Baufeld liegt im Randbereich einer ehemaligen Ziegeleigrube, der zentrale Bereich der Grube lag weiter westlich im Bereich des heutigen Senioren-Stifts. Für weitere Informationen zur Historie / Ausdehnung / Verfüllung der Grube sei auf den Bericht Dr. Spoerer & Dr. Hausmann 2022 verwiesen.

Die Geländehöhen im Bereich des Baufelds sind sehr uneinheitlich ausgebildet. Am westlichen Rand zum Seniorenstift liegen die Höhen bei 73,4 bis 74,2 m NHN.

Am östlichen Rand entlang der Straße liegen die Höhen zwischen 71 und 71,5 m NHN, was auch ungefähr der Straßenhöhe entspricht.

Der Bereich dazwischen ist aber nicht als kontinuierlicher flacher Hang ausgebildet, sondern durch Abgrabungen und Böschungen weiter zergliedert. Im zentralen Bereich liegt eine Abgrabung, die mit 68,5 m NHN deutlich tiefer als das Straßenniveau liegt.

Die nachfolgende Abbildung, welche uns mit Auftragserteilung zur Verfügung gestellt wurde, stellt die unterschiedlichen Geländehöhen farblich dar:



2.2 Geologie

Im tieferen Untergrund stehen tertiäre Feinsande und Ton, teils braunkohlenführend, an. Darüber lagern die Kiessande der Mittelterrasse des Rheins. In der natürlichen Schichtenfolge lagern oberhalb der Kiessand rund 15 m Schluff (Löß / Lößlehm).

Diese Schluffe wurden in der Vergangenheit in Gruben abgebaut und zu Ziegeln gebrannt. Nach dem Abbau wurden die Gruben mit Erdaushub, Bauschutt und auch Hausmüll verfüllt. So auch hier.

Der zentrale Teil der hier relevanten Ziegeleigrube lag im Bereich des westlichen Nachbargrundstücks. Das hier zu beurteilende Baufeld liegt eher im Randbereich der ehemaligen Grube. Dementsprechend wurde hier weniger tief ausgekoffert und die Auffüllungen weisen gegenüber dem zentralen Bereich entsprechend geringere Mächtigkeiten nur bis 8 m auf.

2.3 Erdbeben

Nach DIN EN 1998-1/NA (Fassung 2011-01) in Zusammenhang mit der vorliegenden Karte der Erdbebenzonen liegt das Grundstück (Gemarkung Brühl) in der **Erdbebenzone 2**.

Nach der aktuellen DIN EN 1998-1/NA (Fassung 2021-07) ist der neue maßgebliche Gefährdungsparameter die spektrale Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$ im Plateaubereich des Antwortspektrums für das Untergrundverhältnis A-R. Für die Referenz-Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre ergibt sich für den Standort des Bauvorhabens

$$S_{aP,R} = 1,9772 \text{ m/s}^2.$$

Der lokale Untergrund ist in die Untergrundklasse T und die Baugrundklasse C (stark verwitterte Festgesteine oder grobkörnige bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz oder feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) einzustufen.

2.4 Grundwasser

Das zu bebauende Grundstück befindet sich außerhalb von Trinkwasserschutzzonen.

Das Grundwasser wurde in den von uns durchgeführten Sondierungen nicht erreicht. Zur Festlegung eines für die Standzeit des Gebäudes relevanten Bemessungswasserstands ist daher die Auswertung zusätzlicher Datenquellen erforderlich.

Aus der uns vorliegenden Grundwassergleichenkarte ergibt sich ein Grundwasserstand bei 46 bis 47 mNHN. Dies entspricht einem Grundwasserflurabstand von ca. 25 m. Dieser Wasserstand wurde bei der Erstellung des Kartenwerks rechnerisch ermittelt und kann in der Realität deutlich überschritten werden.

Aussagen zu tatsächlich gemessenen Grundwasserständen lassen sich den Ganglinien aus Grundwassermessstellen entnehmen. Nach Auskunft des elektronischen wasserwirtschaftlichen Verbundsystems (ELWAS) des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW wurde in einer westlich gelegenen Grundwassermessstelle im Zeitraum 1976 bis 1983 Wasserstände um 45 m NHN gemessen, was sich mit den Angaben der Grundwassergleichenkarte deckt.

Für den Lastfall der Abdichtung für das geplante Gebäude ist der Grundwasserstand somit ohne Belang.

Der feinkörnige Boden in der Gründungssohle ist jedoch nicht ausreichend sickerfähig, sodass je nach Niederschlagsituation in der Baugrube / im Arbeitsraum mit austauendem Wasser zu rechnen und das Abdichtungskonzept entsprechend anzupassen ist, siehe hierzu weiter unten.

3 Schichtenbeschreibung / Bodenkennwerte

Die unten angegebenen Bodenkennwerte gelten bei steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung des beschriebenen Bodenmaterials und können für weitere Berechnungen als charakteristische Bodenkenngröße zugrunde gelegt werden. Soweit eine Spannweite angegeben ist, kann jeweils der Mittelwert als charakteristische Größe angesetzt werden.

3.1 Mutterboden/humoser Oberboden

Der humose Oberboden reicht etwa 0,30 m unter Gelände. Da es sich um umgelagertes Material handelt, entspricht das Material nicht der Bodenklasse 1 nach DIN 18.300-2012. Es können Fremdanteile enthalten sein.

Es ist darauf hinzuweisen, dass nahezu das gesamte Gelände mit Holzhäcksel bedeckt ist. Dieser darf NICHT mit dem anstehenden Boden vermischt werden, da dieser aufgrund des dann gegebenen hohen organischen Anteils nur sehr ungünstig entsorgt werden kann. Das Häckselmaterial ist daher nach gesonderter Position zu separieren und getrennt zu entsorgen.

3.2 Auffüllungen

Die Auffüllung reicht bis zwischen 0,3 m (RKS 103) und 7,5 m (RKS 105) unter Gelände. Es handelt sich im Wesentlichen um einen teils bindigen Kiessand mit Anteilen von Bauschutt, Ziegeln und wenig Schlacke und Kohle.

Die Auffüllung ist überwiegend locker, lagenweise aber auch mitteldicht bis dicht gelagert. Die Konsistenz der Schluff- und Tonlagen in der Auffüllung ist überwiegend steif.

Nach DIN 18 300-2012 handelt es sich im Wesentlichen um die Bodenklassen 3 und 4. Aufgrund möglicher Steinanteile kann in Teilbereichen auch die Bodenklasse 5 (= Steinlagen) auftreten. An der Basis kann die Auffüllung auch durchnässt sein, dann Bodenklasse 2 nach DIN 18 300-2012.

Im Bereich von Auffüllungen können grundsätzlich, auch wenn in den hier durchgeführten Sondierungen nicht angetroffen, massive Hindernisse unterschiedlichster Art enthalten sein. Im Zuge von Erdarbeiten / Spezialtiefbauarbeiten sind daher entsprechende Bedarfspositionen / Kolonnenstunden zur Hindernisbeseitigung abzufragen / vorzusehen.

Wichte:	19 – 19,5	kN / m ³
Reibungswinkel:	27,5	°
Kohäsion c':	0 – 5	kN / m ²
Steifemodul Es:	5 – 15	MN / m ²
Bodenklasse DIN 18.300-2012:	3, 4, (bei einem Steinanteil > 30 % auch 5)	

3.3 Schluff/Löss/Lehm

Die Unterkante des Schluffs wurde in den Rammsondierungen indirekt durch den deutlichen Anstieg der Schlagzahlen aufgeschlossen. Weiterhin wurde die UK Schluff durch die Bohrungen mit der Hohlbohrschnecke / Liner auch direkt aufgeschlossen.

Demnach reicht der Schluff bis zwischen 9,5 m (B4) und 15 m (B2) unter Gelände. Die unterschiedlichen Mächtigkeiten sind durch entsprechend unterschiedliche Geländehöhen der Bohransatzpunkte bedingt. Bezogen auf NHN liegt die Unterkante der Schluffe recht einheitlich bei rund 59 m NN.

Die Schluffe zeigen überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz. Das Material ist sehr frost- und feuchtigkeitsempfindlich und weicht bei Zutritt von Wasser und mechanischer Beanspruchung tiefgründig auf.

Wichte:	19 – 19,5	kN / m ³
Reibungswinkel:	27,5 - 30	°
Kohäsion c':	5 - 15	kN / m ²
Steifemodul Es:	5 – 15	MN / m ²
Bodenklasse DIN 18.300-2012:	4 (aufgeweicht auch Bodenklasse 2)	

Für die Bemessung eines Verbaus dürfen im Schluff die angegebenen Kennwerte nur in ungünstigster Kombination (**fett**) zugrunde gelegt werden.

3.4 Sand/Kiessand

Unter dem Schluff folgen die Kiessande der Mittelterrasse des Rheins. Bezogen auf NHN beginnt der Kiessand recht einheitlich bei 59 +/- 0,5 mNHN. Eine Ausnahme ergibt sich bei B1. Hier ist der obere Bereich der Terrasse tonig-sandig ausgebildet, der weitgestufte Kiessand beginnt bei 57 m NHN.

Es handelt sich um eine dicht bis sehr gelagerte Abfolge von Sanden mit Kiesanteilen in örtlich wechselnder Zusammensetzung. Es können auch schluffige und steinige Lagen auftreten. Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde lagen im Kiessand durchweg bei $n \gg 30$, in weiten Bereichen auch deutlich über 50 Schläge / 10 cm Eindringtiefe.

Wichte:	19 – 20	kN / m ³
Reibungswinkel:	35 - 40 °	
Kohäsion c':	0	kN / m ²
Steifemodul Es:	120 - 150	MN / m ²
Bodenklasse DIN 18.300-2012:	3, ggf. 4 + 5	

Die Höhenlage der OK Kiessand korreliert mit den Daten einer von uns im Jahr 2007 durchgeführten Baugrunduntersuchung auf dem westlichen Nachbargrundstück.

Auch eine nahe gelegene Bohrung (Ecke Liblarer Straße / An der Ziegelei) aus der Bohrungsdatenbank des geol. Dienstes NRW gibt die Höhenlage der OK Kiessand bei 59 m NHN an.

Die Unterkante der Kiessande ist dort bei 43 m NHN = 32 m unter Gelände angegeben. In den von uns durchgeführten Bohrungen wurde der Kiessand / tragfähiger Boden mit hohen Schlagzahlen in der schweren Rammsondierung bis min. 47 m NHN reichend aufgeschlossen. Auf der sicheren Seite liegend wird dieses höhere Niveau für die weiteren Überlegungen als Unterkante des Kiessandes zugrunde gelegt.

4 Homogenbereiche

Homogenbereiche DIN 18.300 Erdarbeiten GK 2+3 DIN 18.301 Bohrarbeiten DIN 18.304 Rammarbeiten

Parameter	A1	A2	B	C
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllung	Schluff	Kiessand
Kornverteilung in % U+T S G	k.A.	50 - 70 10 - 30 0 - 5	50 - 80 10 - 40 0 - 1	0 - 30 20 - 80 10 - 80
Massenanteil in % Steine > 63mm/ Blöcke > 200mm/ große Blöcke > 630mm	0 0 0	0 - 20 0 - 10 0 - 5	0 0 0	0 - 30 0 - 20 0 - 1
Dichte, erdfeucht in g/cm³	k.A.	1,7 - 1,9	1,7 - 1,9	1,8 - 2,1
undräniertere Scherfestigkeit in kN/m²	k.A.	k.A.	15 - 200	k.A.
Abrasivität	k.A.	schwach - stark	schwach	abrasiv - extrem
Wassergehalt in %	k.A.	15-25	18 - 30	5 - 10
Glühverlust in %	k.A.	0 - 5	0 - 5	0
Plastizitätszahl Ip Konsistenzzahl Ic = Konsistenz	k.A.	k.A. weich bis halfest	5 - 15 0,5 - 1 weich bis fest	k.A.
Lagerungsdichte	k.A.	k.A.	k.A.	0,4 - >0,8 mitteldicht bis sehr dicht
Durchlässigkeit	k.A.	10 ⁻³ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵
Bodengruppe DIN 18196	OH	UL, UM, SU, GU, GW	TM, UL, UM, SU	SW, SE, SI, GW, GI, TA, TM
Bodenklasse DIN 18.300 alt	1	3, 4 + 5	4, nass 2	3 + 5

Soweit keine Laboruntersuchungen veranlasst / beauftragt wurden, sind Erfahrungswerte angegeben.

5 Gründungsangaben

5.1 Geplantes Gebäude

Auf dem Grundstück soll eine Rettungswache der Feuerwehr errichtet werden. Das ausgedehnte Gebäude wird weitestgehend mit einem Tiefgeschoss unterkellert, nur entlang der Römerstraße ist in einem rund 11 m breiten Teilabschnitt keine Unterkellerung vorgesehen.

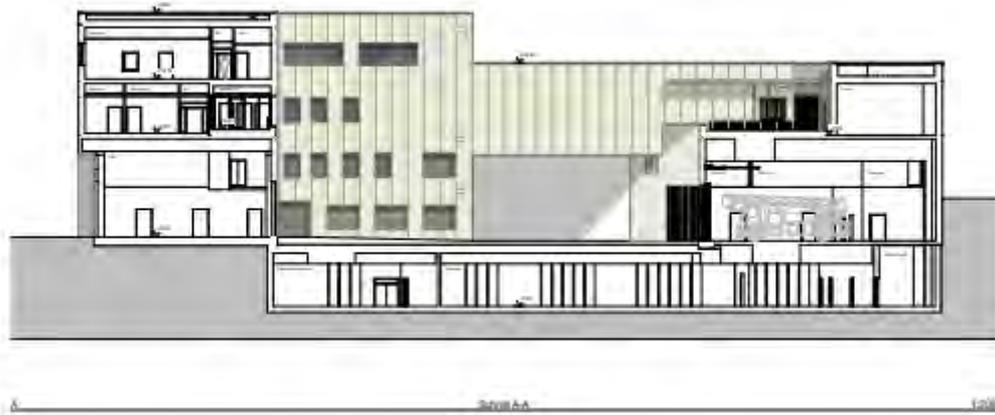


Abb. oben: Profilschnitt senkrecht zur Straße



Abb. unten: Profilschnitt parallel zur Straße

5.2 Gründungssohle

Es werden folgende Höhenkoten zugrunde gelegt, die den uns vorliegenden Planunterlagen entnommen oder daraus abgeleitet wurden. Es handelt sich hierbei um Angaben, die durch den Auftraggeber / Architekten zu überprüfen sind. Soweit im Zuge der weiteren Planung / Bauausführung hiervon deutlich abgewichen wird, bitten wir um Nachricht, um das Gründungskonzept ggf. überarbeiten zu können. Geringfügige Änderungen im Dezimeterbereich haben genauso wie der Unterschied zwischen Höhenangaben in Normalnull (NN) und dem Nachfolgesystem Normalhöhennull (NHN) keinen Einfluss auf das Gründungskonzept.

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| • Geländehöhe | 68 bis 74 mNHN |
| • OK Straße: | 71,4 bis 71,9 mNHN |
| • OKF EG: | 71,5 mNHN |
| • OKF Untergeschoss: | 66,2 mNHN |
| • Gründungssohle (nicht unterkellert) | 70,7 mNHN frostfrei |
| • Gründungssohle Untergeschoss: | 65,7 mNHN |

Damit liegt die Gründungssohle für das Untergeschoss durchgehend im nur bedingt tragfähigen Schluff, der noch rund 7 m tiefer reicht. Siehe Profilschnitt 1 und 2 in der Anlage 2.

Für den nicht unterkellerten Bauteil entlang der Römerstraße liegt die Gründungssohle noch in der nicht tragfähigen Auffüllung, die noch bis zwischen 1 und 3 m tiefer reicht, siehe Profilschnitt 3 in der Anlage 2.

Bedingt durch die Unterkellerung mit einer Tiefgarage erfolgt die Lastabtragung für den Baukörper weitgehend über ein rel. weites Stützenraster. Der Lasteintrag findet somit überwiegend punktförmig mit hohen Einzelasten statt.

Die gammafachen Bemessungswerte für die Einzelstützen sind durch die Statik mit 3200 bis 8400 kN vorbemessen.

6 Gründungsvarianten

6.1 Gründung über Fundamente, nicht empfohlen

Für eine Gründung im Schluff kann für die Fundamente ein Bemessungswert des Sohlwiderstands

$$\sigma_{\text{Rd}} = 350 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Problematisch ist das zu erwartende Setzungsmaß.

Bei einer Fundamentgründung im Schluff ergeben sich dann Setzungen im Bereich der Einzelstützen von 4 bis 7 cm (Anlage 5.1). Auch unter Berücksichtigung eines 1 m dicken Bodenaustauschs unterhalb der Fundamente beträgt das Setzungsmaß noch immer zwischen 3 und 5 cm (Anlage 5.2). Gering oder nicht belastete Bauteile setzen sich deutlich weniger, entsprechend groß und ggf. bauwerksschädlich sind die Setzungsdifferenzen.

Für den nicht unterkellerten Bauteil kommt eine Gründung in den dort anstehenden nur locker bis sehr locker gelagerten Auffüllungen generell nicht in Frage. Hier wären die Fundamente mit Magerbeton bis auf den Schluff zu vertiefen. Aufgrund der dann aber noch immer größeren Dicke der kompressiblen Schicht unterhalb der Fundamente sind die Setzungen dann um 1 bis 2 cm größer als angegeben.

Aus den genannten Gründen besteht unter Berücksichtigung des gegebenen statischen Konzeptes für eine Fundamentgründung aufgrund der unvermeidbar großen Setzungen / Setzungsunterschiede die Gefahr von Rissen und Schiefstellungen. Diese Gründungsvariante wird daher von uns nicht empfohlen.

6.2 Gründung über elastisch gebettete Bodenplatte (tragend)

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit einer Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte. Soweit die Platte hinreichend dick und steif bemessen wird, ggf. auch über lokale Aufwutungen, wirkt sie lastverteilend und setzungsmindernd. Es bleibt zu prüfen, ob die hier erforderliche Bodenplatte eine wirtschaftliche Alternative gegen andere Bauweisen darstellt.

Unterhalb der Bodenplatte ist eine 50 cm dicke Tragschicht aus gebrochenem Material 0/45 vorzusehen. Hinweise zum Einbau siehe weiter unten.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte kann ein mittlerer Bettungsmodul

$$k_s = 2 \text{ MN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden, siehe Anlage 6. Damit ergibt sich im Bereich der hoch belasteten Einzelstützen ein hohes Verformungsmaß, dem durch einen entsprechend hohen Bewehrungsanteil / einer großen Plattenstärke zu begegnen ist. Auch stellt eine Bemessung mit einem einheitlichen mittleren Bettungsmodul eine konservative und eher unwirtschaftliche Lösung dar.

In Abstimmung mit dem Statiker können für die „Lastfelder“ im Bereich der Einzelstützen / Linienlasten auch differenzierte Bettungsmodule ermittelt / angegeben werden. Anhaltswerte hierzu können der Tabelle in der Anlage 5.2 entnommen werden. Es sind dort für die unterschiedlichen Fundamentgrößen, die angebunden an eine Bodenplatte als „Lastbereiche“ zu definieren sind, in der letzten Spalte die entsprechenden Bettungsmodule angegeben. Die Größenordnung der Bettungsmodule liegt dann zwischen 4 und 11 MN/m³ und damit deutlich günstiger als der mittlere Bettungsmodul.

Grundsätzlich ist das Verfahren der Bemessung einer Bodenplatte über den Bettungsmodul ein zwar hinreichend sicheres, aber immer und zwangsläufig nur ein überschlägiges Verfahren. Das ist allein aus den Toleranzen bei der Ermittlung des Bettungsmoduls bedingt.

Ein deutlich genaueres aber auch deutlich aufwändigeres Verfahren ist eine Bemessung der Bodenplatte nach dem Steifemodulverfahren. Bodenkennwerte hierzu sind oben angegeben. Dem höheren Aufwand für den Bemessungsgang steht im Regelfall eine wirtschaftlichere Bemessung der Bodenplatte gegenüber.

Im Bereich des nicht unterkellerten Bauteils sind die unterhalb der Bodenplatte anstehenden Auffüllungen auszukoffern und durch lagenweise eingebauten und verdichteten Kiessand zu ersetzen. Kosten hierfür müssen bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt werden.

6.3 Rüttelstopfverdichtung, nicht empfohlen

Aufgrund des gegebenen Schichtenbaus bietet sich grundsätzlich eine Rüttelstopfverdichtung als baugrundverbessernde Maßnahme an. Hierbei werden mit einem Schleusenrüttler sog. „Kiesstopfsäulen“ in den gering tragfähigen Schluff eingerüttelt und so dessen Scherparameter und die Tragfähigkeit verbessert. Die Gründung erfolgt dann zweckmäßigerweise über eine Bodenplatte, die aber mit günstigeren Bodenkennwerten bemessen werden kann. Der Bettungsmodul erhöht sich wie der Steifemodul Es um den Faktor 2 bis 3.

Das Raster der Säulen wird hierbei an die Lastverteilung unterhalb der Bodenplatte angepasst. Für das rund 7000m² große Baufeld ergäben sich min.1500 Säulen 6 bis 7 m Tiefe.

Das Verfahren ist eine bewährte Standardbauweise und wurde durch den Unterzeichner beim Bau des benachbarten Seniorenheims vorgeschlagen und technisch erfolgreich ausgeführt.

Es haben sich hier allerdings erhebliche Probleme mit den angrenzenden Nachbarn ergeben. Die Lärmbelastung beim Einrütteln ist groß und es treten auch systembedingt Erschütterungen auf, die sich, wenn auch nicht zwangsläufig bauwerkschädigend, im Umkreis von 100 m auf die Nachbarbebauung übertragen. Die Erschütterungen werden als solche sensorisch wahrgenommen, auch kann das Geschirr im Schrank anfangen zu klirren und Treppenharfen schwingen sich auf. Ängste der Nachbarn und Sorge und Rissbildungen sind die Folge. Das Bauverfahren findet daher wenig Akzeptanz und kann durch, wenn auch letztendlich unbegründete Einwände der Nachbarn, juristisch vorgetragen, zeit- und

kostenmäßig deutlich expandiert werden. Aus diesem Grunde kann das Verfahren aus gelebter Erfahrung hier nicht empfohlen werden.

6.4 Pfahlgründung

Als technisch sicheres Verfahren zur setzungsarmen Gründung ist eine Abtragung der Pfahllasten bis in den unterlagernden Kiessand vorzusehen. Nach derzeitigem Planstand wird diese Lösung auch durch den Bauherrn präferiert.

Die Pfähle können grundsätzlich gebohrt oder gerammt in den Untergrund eingebracht werden. Bei Rammpfählen ergibt sich eine Problematik ähnlich wie oben für die Rüttelstopfverdichtung beschrieben, daher werden auch diese hier nicht empfohlen.

Bohrpfähle hingegen können erschütterungsarm (nicht erschütterungsfrei !!) in verrohrter und unverrohrter Bauweise hergestellt werden, auch sind ggf. auftretende Erschütterungen auf einen deutlich kleineren Umkreis beschränkt.

Unverrohrte Bohrpfähle (sog. SOB-Pfähle) können i. allg. deutlich schneller und preiswerter hergestellt werden. Wir legen im Folgenden zugrunde, dass diese Pfahlart zur Ausführung kommt.

Die Pfahlköpfe müssen wegen der Lage des Baufeldes in der Erdbebenzone 2 biegesteif untereinander verbunden werden. Das kann mittels Zerrbalken oder einfacher durch direkte Anbindung der Pfahlköpfe an die Bodenplatte erreicht werden. Die zur Ausführung kommende Bauweise ist im Vorfeld mit dem Statiker abzustimmen. Sie hat erheblichen Einfluss auf den Bauablauf / Kosten für die weitere Pfahlherstellung und muss daher frühzeitig in den Planungen berücksichtigt werden.

Es sollte angestrebt werden, die Pfähle direkt und ohne Balkenrost in die Bodenplatte einzubinden. Dies erspart Aufwand für zusätzlichen Aushub- und Schalarbeiten für den Balkenrost und letztendlich auch den Balkenrost selbst.

Bei unverrohrten Bohrpfählen muss im Vorfeld mit dem Statiker, dem Prüfstatiker und der ausführenden Firma geklärt werden, welche Bewehrung / Bewehrungslänge für die Pfähle gefordert wird. Der Aufwand für das Einbringen eines Bewehrungskorbes der erforderlichen Länge ist technisch und kalkulatorisch zu berücksichtigen.

Für das Pfahlgerät muss ein hinreichend standfestes Arbeitsplanum sichergestellt sein. Der hier vorhandene Schluff ist nicht ausreichend tragfähig. **Deshalb muss eine min. 40 cm dicke Tagschicht aus gebrochenem Material vorgesehen werden.** Hinweise zum Einbau siehe weiter unten.

Bemessung und Ausführung der Pfähle müssen nach DIN 1054, DIN EN 1536 und unter Beachtung der Empfehlungen des „Arbeitskreis Pfähle“ (EA Pfähle) erfolgen, auf die wir hier verweisen.

Im Kiessand muss generell mit Bohrhindernissen in Form einzelner Steine / verkitteter Lagen gerechnet werden. Positionen zur Hindernisbeseitigung sind daher im LV zumindest als Bedarfspositionen abzufragen. Generell ist bei der Gerätewahl die im Kiessand teils sehr hohe Lagerungsdichte zu berücksichtigen.

Für die horizontale Bettung der Pfähle kann angesetzt werden:

$$k_{sh} = E_s / d$$

mit d = Pfahldurchmesser in m. Bei Pfahlgruppen sind die Hinweise / Bemessungsansätze nach EA Pfähle zu beachten und die Tragfähigkeiten wie dort angegeben abzumindern.

Die Lastabtragung erfolgt ausschließlich im Kiessand, die Mindesteinbindetiefe ab OK Kiessand muss 2,5 m betragen.

Die Basis des Kiessandes wird hier mit 47 NHN zugrunde gelegt. Die Pfähle sind somit

oberhalb 51 m NHN abzusetzen.

Bei einer **OK Kiessand von 59 m NHN** ergibt sich somit eine

max. zulässige Einbindetiefe von 8 m.

Die Pfahlspitze ist immer im Kiessand absetzen. Sofern sich in planmäßiger Absetztiefe eine Schlufflage befindet, ist dies zu durchbohren. Der in Bohrlochsohle anstehende Boden ist im Zuge der Bauausführung zu protokollieren.

Zur Bemessung der SOB-Pfähle können bei einer Einbindung im Kiessand folgende charakteristischen Werte zugrunde gelegt werden:

- **Spitzendruck $q_{b,k} = 4.500 \text{ kN/m}^2$**
- **Mantelreibung $q_{s,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ (nur Kiessand)**

Für die Auffüllungen / Schluff darf keine Mantelreibung angesetzt werden.

Die mit den Pfahlköpfen verbundene Bodenplatte ist, sofern freitragend bemessen, nur durch Eigengewicht und Verkehrslasten belastet, so dass für diese nur mit geringen Setzungen im mm-Bereich zu rechnen ist. Der rechnerische Setzungsunterschied zwischen Pfahlkopf und Bodenplatte liegt somit in der Größenordnung der Absolutsetzung am Pfahlkopf (bis 20 mm). Die Bodenplatte ist auf die schadlose Aufnahme der hieraus resultierenden Verformungen / Zwängungen zu bemessen.

Alternativ zum vorbeschriebenen Bemessungsansatz einer zwischen den Pfählen frei tragenden Bodenplatte kann dem Untergrund auch eine nur für die Bodenplatte nebst Verkehrslasten ausreichende Tragfähigkeit zugeordnet werden, insbesondere nach dem Einbau einer 40 cm dicken Tragschicht als Arbeitsplanum für das Pfahlgerät.

In diesem Fall kann

nur für die Bodenplatte ein Bettungsmodul $k_s = 3 \text{ MN/m}^3$

angesetzt werden. Der dann über die Tragschicht abgetragene Lastanteil mindert die Pfahllasten.

Für die Pfähle kann zur Vorbemessung eine **Federsteifigkeit von 150 MN/m** zugrunde gelegt werden.

Für jeden Bohrpfahl ist im Vorfeld eine Freimessung auf Kampfmittel erforderlich. Dies ist in Auffüllungen (hier nur im Bereich des nicht unterkellerten Bauteils noch vorhanden) im Regelfall nicht möglich. In diesem Fall müssen

- die betreffenden Bereiche mit einem Bagger aufgegraben werden

oder

- es muss eine Detektion durch „Kontaktbohrungen“ (=Schneckenbohrung mit kleinem Durchmesser) erfolgen

oder

- es sind geophysikalische Messungen mit der „3-Achsen-Sonde“

vorzusehen. Finanzieller und insbesondere zeitlicher Aufwand im Vorfeld der Maßnahme sind einzukalkulieren. Es ist angeraten, die entsprechenden Arbeiten / Maßnahmen im LV für die Bohrarbeiten mit abzufragen und den zeitlichen Aufwand im Zuge der Herstellung der Pfähle zu berücksichtigen.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die nach derzeitigem Planstand erforderlichen Bohrpfähle / Pfahllängen:

TYP	Anzahl Stück	Last D kN	Freie Länge ab UG in m	Einbindung m	Gesamtlänge m	lfd. m
1	65	4300	7	7,5	14,5	942
2	35 (70)	8400 (4200)	7	7,1	14,1	987
3	35	3200	7	3,8	10,8	378
4	64	2150	7	2,5	9,5	608
5	112	3600	7	5,1	12,1	1355
5a	20	3600	13	5,1	18,1	362
366						4633

Anmerkung zu Pfahltyp 2: Pfahllasten von 8400 kN sind nicht möglich/herzustellen. Daher werden hier jeweils 2 Doppelpfähle a 4200 kN vorgesehen

Anmerkung zu freie Länge: etwa 20 Pfähle liegen im Bereich des nicht unterkellerten Bauteils, der Abstand Bodenplatte bis Kiessand (=freie Länge) ist hier entsprechend um 6 m größer

Die Tabelle dient nur zur Übersicht und ist unverbindlich. Lasten, Pfahllängen und Anzahl der Bohrpfähle werden verbindlich erst im Zuge der Pfahlstatik festgelegt.

7 Bauausführung

7.1 Hinweise zum Einbau von Tragschichten

Die Arbeiten sind nach Möglichkeit bei trockener Witterung auszuführen. Bei anhaltend nasser Witterung müssen bei Erfordernis weitere Maßnahmen (zusätzliche Bodenverbesserung oder Bodenaustausch, abschnittsweises Arbeiten u.ä.) vorgesehen werden. Gegebenenfalls müssen die Arbeiten auch unterbrochen werden.

Vor dem Einbau des Füllmaterials müssen evtl. vorhandene aufgeweichte bindige Bereiche zusätzlich aus dem Planum entfernt oder durch Einarbeiten von Grobschlag stabilisiert werden. Vom Einbau eines Geotextils ist aufgrund der Bohrpfähle abzusehen.

Als Tragschichtmaterial empfehlen wir aufgrund der deutlich besseren Verdichtbarkeit, gebrochenes Material 0/45. Hier ist zu unterscheiden zwischen einem natürlichen Baustoff (Kalkschotter, Basaltschotter, Grauwacke) und einem Sekundärbaustoff aus aufbereitetem Bauschutt (RCL-Mineralgemisch).

Der Einbau von RCL Material ist vorab mit den zuständigen Umweltbehörden abzustimmen und kann genehmigungspflichtig bzw. mit weiteren Auflagen verbunden sein. Bei Verwendung von qualitativ gutem RCL I Material lassen sich hohe Verdichtungswerte vergleichbar mit natürlichem Mineralgemisch erreichen.

Der Einbau muss in Lagen von max. 30 cm erfolgen, welche einzeln und in mind. 3 Übergängen zu verdichten sind. Die Verdichtungsarbeiten müssen sorgfältig und mit geeigneten Geräten ausgeführt werden, wobei auch Auswirkungen auf Nachbarbauten, Kellerwände u.ä. zu berücksichtigen sind.

Bei großen Aufbauhöhen bzw. vielen Einbaulagen sollte bereits ein Zwischenplanum durch Lastplattendruckversuche überprüft werden.

Auf der OK Tragschicht muss der Verdichtungserfolg durch Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden. Dabei ist auf der OK Tragschicht ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80$ MPa zu erreichen.

Zwischen Einbau und Prüfung sollte ein Zeitraum von min 24 Stunden liegen. Nach erfolgreicher Prüfung ist die Tragschicht / Auffüllung sofort weiter abzudecken, da ansonsten die Gefahr besteht, dass eine Auflockerung durch Witterungseinflüsse erfolgt und eine zusätzliche Nachverdichtung erforderlich wird. Ggf. ist eine Nachverdichtung im Bauablauf zwingend vorzusehen und einzukalkulieren.

Soweit eine Gründung über eine Bodenplatte vorgesehen und die Auffüllung im nichtunterkellerten Bauteil ausgetauscht wird, kann hierfür Kiessand 0/32 Bodengruppe GW DIN 18.196 als Füllmaterial verwendet werden. Der Verdichtungserfolg ist auf jeder 2ten Einbaulage im Lastplattendruckversuch ($E_{v2} > 80$ MPa) nachzuweisen.

7.2 Aushub, Entsorgung, Analytik

Beim Aushub fallen Auffüllungen und Schluff an. Zur abfalltechnischen Bewertung der beim Aushub anfallenden Böden verweisen wir auf unsere gesonderte Stellungnahme des Büros Dr. Spoerer & Dr. Hausmann.

Besonders hinzuweisen ist auf den Hölzhäcksel aus vorangegangenen Rodungen, mit dem das Baufeld in weiten Teilen bedeckt ist. Das Material ist gesondert zur Entsorgung auszuschreiben und zu erfassen, es darf nicht mit den mineralischen Bodenarten vermischt werden. Deutlich höhere Kosten für die Entsorgung des Mischmaterials wären die Folge.

Für Auffüllungen gilt generell: diese können eine kleinräumig wechselnde Zusammensetzung, auch mit deutlichen Fremdanteilen und wechselnden Qualitäten aufweisen. Ggf. ist der Gutachter zu verständigen.

Das Thema Entsorgung ist aufgrund gesetzlicher Vorgaben, wegen der unterschiedlichen Interessenlage der Beteiligten und wegen der naturgemäß gegebenen Inhomogenität des zu beurteilenden Materials „Boden“ leider recht komplex und mit Stolpersteinen verbunden.

Aufgrund praktischer und gelebter Erfahrung bitten wir die nachfolgenden Hinweise zur Vermeidung von Stillständen und Mehrkosten bereits bei den weiteren Planungen / Überlegungen zum Bauablauf und auch unmittelbar zu Beginn der Aushub- / Erdarbeiten dringend zu beachten:

- Für aufgefülltes Material mit Fremdanteilen wird vom Erdbauer / der annehmenden Deponie im Regelfall immer eine chem. Analytik verlangt. Hierbei ist aber zu beachten:
- Die Analytik ist nach aktuellem Regelwerk nur 6 Monate gültig. Danach wird im Regelfall von der Deponie eine neue, aktuelle Analytik verlangt. Hierzu ist ggf. eine erneute Probennahme erforderlich, da aus der hier durchgeführten Untersuchung zum einen nicht mehr genügend Probenmaterial vorliegt und dieses zum anderen dann auch zu alt wäre.
- Im Regelfall wird für je 500 m³ = 1000 t eine Analytik gefordert. Soweit also im Zuge des Baugrubenaushubs mehr Material anfällt, werden entsprechend zusätzliche Analysen erforderlich. Diese baubegleitende Analytik wird im Regelfall, soweit erforderlich, zu Beginn der Maßnahme durch Probennahme im Baggerschurf durchgeführt und veranlasst. Zeit, Aufwand und Kosten sind einzukalkulieren.
- Alle vorgenannten Punkte gelten, je nach Anforderung der annehmenden Deponie, in zunehmendem Maße auch für natürlich gewachsenen Boden wie Lehm, Schluff, Löß, o.ä. Bitte stimmen Sie daher mit Ihrem Erdbauer rechtzeitig ab ob und in welchem Umfang chem. Analysen (z.B. nach LAGA und/oder Deponieklassenbestimmung nach DepV, ggf. erforderliche zusätzliche Parameter über den Standardanalysenumfang hinaus) benötigt werden und veranlassen Sie diese rechtzeitig. Es kann ohne Analytik nicht vorausgesetzt werden, dass

natürlich gewachsener Boden immer eine LAGA Z0-Qualität aufweist und entsprechend günstig entsorgt werden kann.

- Böden, natürlich anstehend und insbesondere aufgefüllt, bestehen aus vielen unterschiedlichen Einzelkomponenten mit in vielerlei Hinsicht schwankenden Eigenschaften. Dies gilt auch für ihre chem. Zusammensetzung bzw. den Schadstoffgehalt. Hierbei können auch harmlose Substanzen wie der Gehalt an organischem Kohlenstoff (z.B. durch Wurzelwerk) zu einer ungünstigen Klassifizierung und damit entsprechend teuren Entsorgung, auch bei natürlich gewachsenen Böden, führen.
- Es ist somit grundsätzlich nicht auszuschließen, dass bei den Aushubarbeiten oder im Zuge der oben beschriebenen Nachuntersuchungen bzw. der zusätzlichen Untersuchungen auch andere Bodenqualitäten als bisher beschrieben festgestellt werden. Da die Bodenproben bei der Baugrunderkundung nur stichprobenartig und punktuell entnommen werden können, ist dies auch bei sorgfältigster Probennahme / Bearbeitung nicht zu verhindern.
- Neben der Einteilung in die LAGA- und Deponieklassen ist bei der Findung eines geeigneten Entsorgungsweges auch der Anteil von Bauschutt im abzufahrenden Material von Bedeutung.

Ein nur als „Boden“ beschriebenes Material darf KEINERLEI Fremdanteile enthalten. Diese Bezeichnung ist daher nur für natürlich gewachsene Böden zu verwenden.

Auffüllungen enthalten nahezu immer mehr oder weniger hohe Anteile von Bauschutt u.ä.. Auf diese Anteile ist bei der Ausschreibung / im LV explizit hinzuweisen. Sofern Fremdanteile nur untergeordnet (< 10%) auftreten, ist das Material als „bauschutthaltiger Boden“ oder „Boden mit Fremdanteilen“ zu beschreiben.

Bei Bauschuttanteilen >10% handelt es sich um ein Boden-Bauschutt Gemisch, welches nach LAGA für nicht aufbereiteten Bauschutt zu bewerten und gesondert zu entsorgen ist.

Der Begriff „Bauschutt“ ist nur zu verwenden, wenn das Material tatsächlich weit überwiegend aus mineralischem Bauschutt ohne relevante bindige Anteile, allenfalls mit Beimengungen aus Sand und / oder Kies besteht. Nur solches Material kann z.B. in einer Recycling-Anlage sinnvoll verarbeitet werden.

7.3 Wiederverfüllung, Schutz des Planums

Das anfallende bindige Material kann nur dort zur Wiederverfüllung eingesetzt werden, wo spätere Setzungen in Kauf genommen werden können (z.B. Grünanlagen). Zur Wiederverfüllung der Arbeitsräume ist es nicht geeignet.

Soweit spätere Setzungen / Sackungen ausgeschlossen werden sollen, muss die Verfüllung mit weitgestuftem nichtbindigem Kiessand 0/32 der Bodengruppe GW DIN 18.196 (diese Bezeichnung bitte

genau so auch in Ausschreibungstexten/Leistungsverzeichnissen zu verwenden) erfolgen. Die Verfüllung ist lagenweise (Schüttlagen: 30 cm) einzubauen und zu verdichten.

Wenn der Verdichtungserfolg geprüft werden soll, kann dies mittels der leichten Rammsonde DPL-10 erfolgen. Sofern bauvertraglich nicht anders vereinbart, sind hierbei im Mittel über 0,5 m Schlagzahlen $n=15$ Schläge / 10 cm Eindringtiefe nachzuweisen. Bei Versuchen mit der dynamischen Fallplatte ist auf halber Arbeitsraumhöhe und auf OK der Verfüllung ein Verformungsmodul $E_{v2} > 80$ MPa nachzuweisen. Aufgrund der großen Arbeitsraumtiefe werden baubegleitende Verdichtungsüberprüfungen dringend empfohlen, da später eine Nachbesserung bei unzureichender Verdichtung nicht bzw. nur mit großem Aufwand möglich ist.

Bindiges Bodenmaterial wie das hier anfallende ist stark frost-, feuchtigkeits- und bewegungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser und / oder Befahren mit schwerem Gerät weicht es tiefgründig auf und lässt sich dann nicht mehr bearbeiten. Der Aushub sollte deshalb nur mit einem Löffel ohne Zähne und „über Kopf“ erfolgen. Bei starken / anhaltenden Niederschlägen müssen die Erdarbeiten ggf. unterbrochen werden.

Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums nach VOB sind einzuhalten, ggf. müssen Baustraßen angelegt werden.

7.4 Bauzeitliche Böschungen

Einzuhaltende Böschungswinkel nach DIN 4124:

- Auffüllungen: 45°
- Schluff, Gesamtböschungshöhe < 5 m: 60°
- Schluff, Gesamtböschungshöhe > 5 m: 45° und rechnerischer Nachweis.

Dies gilt nur für Material im erdfeuchten Zustand.

Im Bereich der Böschungskrone dürfen keine Lasten abgesetzt werden, auch darf der Bereich nur eingeschränkt befahren werden.

- Baugeräte mit mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht und Fahrzeuge, welche die nach §34 Abs.4 der StVZO zulässigen Achslasten überschreiten, müssen zur Böschungskante einen Mindestabstand von 2 m einhalten.
- Baugeräte mit bis zu 12 t Gesamtgewicht und Fahrzeuge, welche die zulässigen Achslasten einhalten (z.B. PKW), müssen einen Mindestabstand von 1 m einhalten.

Wir empfehlen für Baustellenfahrzeuge grundsätzlich einen Mindestabstand von 2 m einzuhalten und nur für PKW einen Abstand von 1 m zuzulassen.

Bei Böschungshöhen über 5 m sind die vorgenannten Werte jeweils um 1 m zu vergrößern.

Zwischen Kranfundamenten und Böschungsrand muss ein Mindestabstand von 3 m eingehalten werden. Auch bei Einhaltung dieses Mindestabstands bleiben für das Kranfundament ein Grundbruchnachweis und für die Böschung ein Nachweis gegen Böschungsbruch erforderlich.

Im Ergebnis muss der Abstand dann deutlich vergrößert oder für die Kranfundamente muss eine deutliche Einbindung (ggf. mehrere Meter) in den Untergrund vorgesehen werden.

Es sollte bei den gegebenen Böschungshöhen grundsätzlich angestrebt werden, den Kran IN der Baugrube aufzustellen.

In den Bereichen, in denen die Böschung durch ggf. zulaufendes Schichtenwasser ausfließt, ist sie entsprechend abzuflachen bzw. ein Schwerkraftfilter (Filtervlies mit Kiessandabdeckung) vorzusehen.

7.5 Verbau

Dort, wo der Platz für die o.a. Böschungswinkel zzgl. einer Arbeitsraumbreite von min. 50 cm nicht ausreicht, ist die Anordnung eines Verbau vorzusehen.

Bemessung und Ausführung des Verbaus müssen nach EAB (Regelwerk „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrube in akt. Fassung) erfolgen. Als Standardbauweise ist hier ein Trägerbohlwandverbau vorzusehen.

Bodenkennwerte siehe oben. Im Schluff dürfen bei der Bemessung des Verbaus die angegebenen Bodenkennwerte nur in ungünstigster Kombination angesetzt werden.

Bei der Bemessung müssen die max. in Kauf zu nehmenden Verformungen berücksichtigt werden. Ggf. ist eine Rückverankerung vorzusehen, wenn der Verbau verformungsarm erfolgen soll. Ab einer Verbauhöhe von 4 m (hierbei sind auch Bauzwischenzustände wie temporärer Aushub z.B. für Bodenaustausch zu berücksichtigen) wird eine Rückverankerung von uns empfohlen. Trotz des Mehraufwandes für die Verankerung stellt ein rückverankerter Verbau oftmals die wirtschaftlichere Lösung dar, da die übrigen Verbauteile schlanker ausfallen und auch der Abstand der Verbauträger größer festgelegt werden kann. Hinsichtlich der Kopfverformung stellt er immer die sicherere Lösung dar.

Bei einem frei stehenden Verbau, bemessen auf einfachen aktiven Erddruck ist mit Kopfverschiebungen von min. 1% der freien Höhe zu rechnen. Schäden am dahinterliegenden Gelände / Gehweg / Versorgungsleitungen können die Folge sein. Das in Kauf zu nehmende Verformungsmaß ist daher gegen mögliche Schäden abzuwägen.

Für eine Verankerung ist die Zustimmung des betroffenen Nachbarn erforderlich, auch im Straßenland.

Für die Ausführung / Bemessung von Litzenankern gelten DIN 4125, EN 1537 und DIN 1054:2010. Die Krafteintragungsstrecke sollte nach Möglichkeit vollständig im Kiessand liegen. Hierbei ist aber die die große Tiefenlage des Kiessandes problematisch, welche zu unwirtschaftlichen Ankerlängen führt.

Liegt die Krafteintragungsstrecke im Schluff, so können zur Bemessung nur deutlich ungünstigere Kennwerte als im Kiessand zugrunde gelegt werden. Weiterhin ist zu beachten, dass die westliche Böschung (zum Seniorenheim) auch näher zum zentralen Deponiebereich mit größeren Auffüllungsmächtigkeiten liegt.

Das bedeutet, auch um den geringer tragfähigen Schluff zu erreichen, muss der Anker hier ggf. rel. lang werden. In der dabei zu durchbohrenden Auffüllung sind ggf. massive Bohrhindernisse vorhanden, für welche eine Bedarfsposition zur Durchörterung vorzusehen ist.

Entsprechend den Regeln der Technik wird die Tragfähigkeit von Ankern nicht durch Berechnung, sondern durch Probelastungen ermittelt. Zur VORDIMENSIONIERUNG kann auf Erfahrungswerte, z.B. in Form der Diagramme nach Ostermeyer zurückgegriffen werden.

Für eine Länge der Krafteintragungsstrecke von 5 m und bei einem Bohrlochdurchmesser von 150 mm liegt die Grenztragfähigkeit demnach bei

Ra,k = 600 kN ohne Nachinjektion

und

Ra,k = 850 kN mit Nachinjektion

Der Wert gilt bei einer Mindestüberdeckung der Verpreßstrecke von 4 m.

Es sein nochmals darauf hingewiesen, dass dieser Herauszieh Widerstand nur im Rahmen einer Vorbemessung verwendet werden darf. Zur Nachweisführung MUSS ein charakteristischer Herauszieh Widerstand aus den Ergebnissen von Eignungsprüfungen abgeleitet bzw. durch Abnahmeprüfungen bestätigt werden.

Bei Auffüllungen sind für das Einbringen der Verbauträger Bedarfspositionen zur Hindernisbeseitigung abzufragen.

Bitte beachten Sie auch, dass für das Bohren / Einrammen / Einvibrieren der Verbauträger sowie für die Herstellung von Ankern eine Freigabe durch den Kampfmittelräumdienst erforderlich ist und die hierzu erforderlichen Maßnahmen, wie z.B. eine Freimessung zeit- und kostenmäßig berücksichtigt werden müssen.

7.6 Wasserhaltung

Beim derzeit beobachteten Wasserstand ist eine Wasserhaltung nicht erforderlich. Es muss jedoch verhindert werden, dass dem Planum Oberflächenwasser zuläuft. Das Planum ist vor Niederschlägen zu schützen.

7.7 Baukran

Soweit der Baukran im Schluff aufgestellt wird, können für die Kranfundamente die zulässigen Bodenpressen wie oben angegeben zugrunde gelegt werden, **jedoch nur dann, wenn auch die dort angegebenen Einbindetiefen** der Fundamente, z.B. durch einen Unterbeton **hergestellt werden**. In der Praxis werden die Fundamente aus Fertigbetonteilen häufig ohne Einbindung auf die nachverdichtete Baugrubensohle gelegt. Für solche Fundamente ergeben sich aus der nicht gegebenen Einbindung erheblich abgeminderte zul. Bodenpressungen. Für solche Fundamente wie auch für den Fall, dass der Kran nicht in der Baugrube, sondern außerhalb aufgestellt wird und dann in der Auffüllung / im Schluff gründet, sind objektbezogene Grundbruchnachweise zu veranlassen. Dabei können auch Empfehlungen eingeholt werden, wie für eine vom Statiker ermittelte Fundamentlast die erforderliche Tragfähigkeit z.B. durch einen Bodenaustausch hergestellt werden kann.

Wird der Kran oberhalb der Böschung aufgestellt, ist für diese zusätzlich ein Nachweis gegen Böschungsbruch unter Berücksichtigung der Kranlast erforderlich. Im Ergebnis werden oftmals umfangreiche Maßnahmen wie Tiefgründungen für den Kran oder eine deutliche Vergrößerung des Abstands zwischen Kran und Böschung erforderlich. Es wird daher angeraten, die Nachweise rechtzeitig vor Baubeginn zu veranlassen.

Der Grundbruchnachweis ersetzt nicht die statische Bemessung der Kranfundamente, welche unter Berücksichtigung der Eckdrücke, H-Lasten und Drehmomente durch einen Statiker vorzunehmen ist. Eine Gegenüberstellung von Eckdruck und zul. Bodenpressung allein ist nicht ausreichend.

7.8 Abdichtung / Dränage

Für die Beurteilung des Lastfalls der Wassereinwirkung sowie zur Planung und Ausführung der Bauwerksabdichtung sind folgende Regelwerke zu beachten:

- DIN 18.533 für bituminöse Abdichtungen, sog. Schwarzabdichtungen
- WU-Richtlinie des deutschen Ausschusses für Stahlbeton DafStB für Betonbauweisen, „weiße Wanne“
- DIN 4095 Dränung von Bauwerken.

Hinweis: In der neuen DIN 18.533 ist jetzt auch eine Bauweise mit Bodenplatte als WU-Betonkonstruktion (nach WU-Richtlinie des DafStB) in Kombination mit einer Schwarzabdichtung der Wand geregelt. Wir verweisen hier auf Kap. 9.2 der DIN 18.533-1.

Es ergeben sich nach DIN 18.533 für die Bemessung der Abdichtung erdberührter Bauteile folgende Wassereinwirkungsklassen:

Klasse	Art der Einwirkung	Anmerkung	Abdichtung DIN 18.533	Beanspruchungsklasse nach WU-Richtlinie
Kellerwände und Bodenplatte				
W2.1-E	Drückendes Wasser mäßige Einwirkung	ohne Drainage Eintauchtiefe ≤ 3 m	Kap. 8.6.1	1
Anmerkung: die Arbeitsraumtiefe beträgt $t > 3$ m. Es steht aber nicht zu erwarten, dass dem Arbeitsraum so viel Wasser zuläuft, dass eine Aufstauhöhe $h > 3$ m erreicht wird. Daher wurde W2.1-E zugrunde gelegt				
Tiefgaragendecke				
W3-E	Nichtdrückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	TG Dach mit max. 10 cm Aufstauhöhe, sonst W2.1-E	Kap. 8.7	
Sockelbereiche				
W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	gilt für den Sockelbereich	Kap. 8.8	

Die Anordnung einer Drainage ist mangels geeigneter Vorflut nicht möglich.

Begründung der Einordnung und Hinweise zu Ausführung:

Der höchste Grundwasserstand liegt $> 0,50$ m unter der tiefsten Bodenplatte und ist für die Einordnung ohne Bedeutung.

Der anstehende Baugrund weist jedoch eine Durchlässigkeit $k_f \ll 1 \times 10^{-4}$ m/s auf. Damit ist ohne Drainage nach DIN 18.533 mit aufstauendem Wasser zu rechnen.

Die Anordnung einer Drainage ist hier nicht möglich, da Dränwasser im Regelfall nicht über die Kanalisation abgeleitet werden darf und eine Versickerung im Untergrund hier nicht möglich ist.

Lichtschächte sind in das Abdichtungskonzept einzubinden.

7.9 Versickerung

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist auf dem Grundstück wegen des anstehenden bindigen Bodens nicht möglich.

8 Schlussbemerkung

Der Umfang der Baugrunderkundung ist ebenso wie der Inhalt dieses Berichtes auf das konkrete Bauvorhaben abgestimmt. Die Angaben zum Bodenaufbau sind verfahrensbedingt nur punktuell in den Aufschlusspunkten und dort nur bis zur jeweiligen Erkundungstiefe sicher belegt. Zur Vermeidung von Schäden und im Interesse eines reibungslosen Bauablaufs bitten wir daher dringend darum, folgende Punkte zu beachten:

- Die Angaben dieses Berichtes sind nicht allgemeingültig und können nicht auf andere Baukörper als hier zugrunde gelegt übertragen werden. Wir bitten um Nachricht, wenn sich an den hier zugrunde gelegten Planunterlagen Änderungen ergeben, weil dann ggf. eine Überarbeitung / Ergänzung des vorliegenden Berichtes erforderlich wird.
- Dies gilt auch, wenn der Baukörper oder eine Bauhilfsmaßnahme (z.B. Pfahlgründung, Verbau, Wasserhaltung) so verlegt oder erweitert werden, dass sie in bislang nicht untersuchte Gelände- oder Tiefenbereiche hineinreichen.
- Der Vorschlag oder die Nennung eines Bauverfahrens oder die Angabe von Bemessungswerten hierfür entbindet den Planer / Unternehmer nicht von der eigenverantwortlichen Prüfung, ob dieses Verfahren unter den uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannten konkreten Baustellenbedingungen anwendbar ist. Für weitere Beratung hierzu stehen wir gerne bereit.
- Nach Aushub der Baugrube ist eine abschließende Überprüfung der Angaben und der daraus abgeleiteten Maßnahmen erforderlich. Bis zur Abnahme der Baugrube / Fundamentgräben bleiben Änderungen / Ergänzungen zum vorliegenden Bericht vorbehalten.

Die Aussagen dieses Berichtes beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund, ausschließlich einer Beurteilung evtl. auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen. Der Bericht ist nur vollständig und mit allen Anlagen gültig.

Aufgestellt am 09.08.2022

Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker

Baugrund GmbH



Dipl.-Geol. U. Becker

Anlage 1

Lageplan Aufschlusspunkte

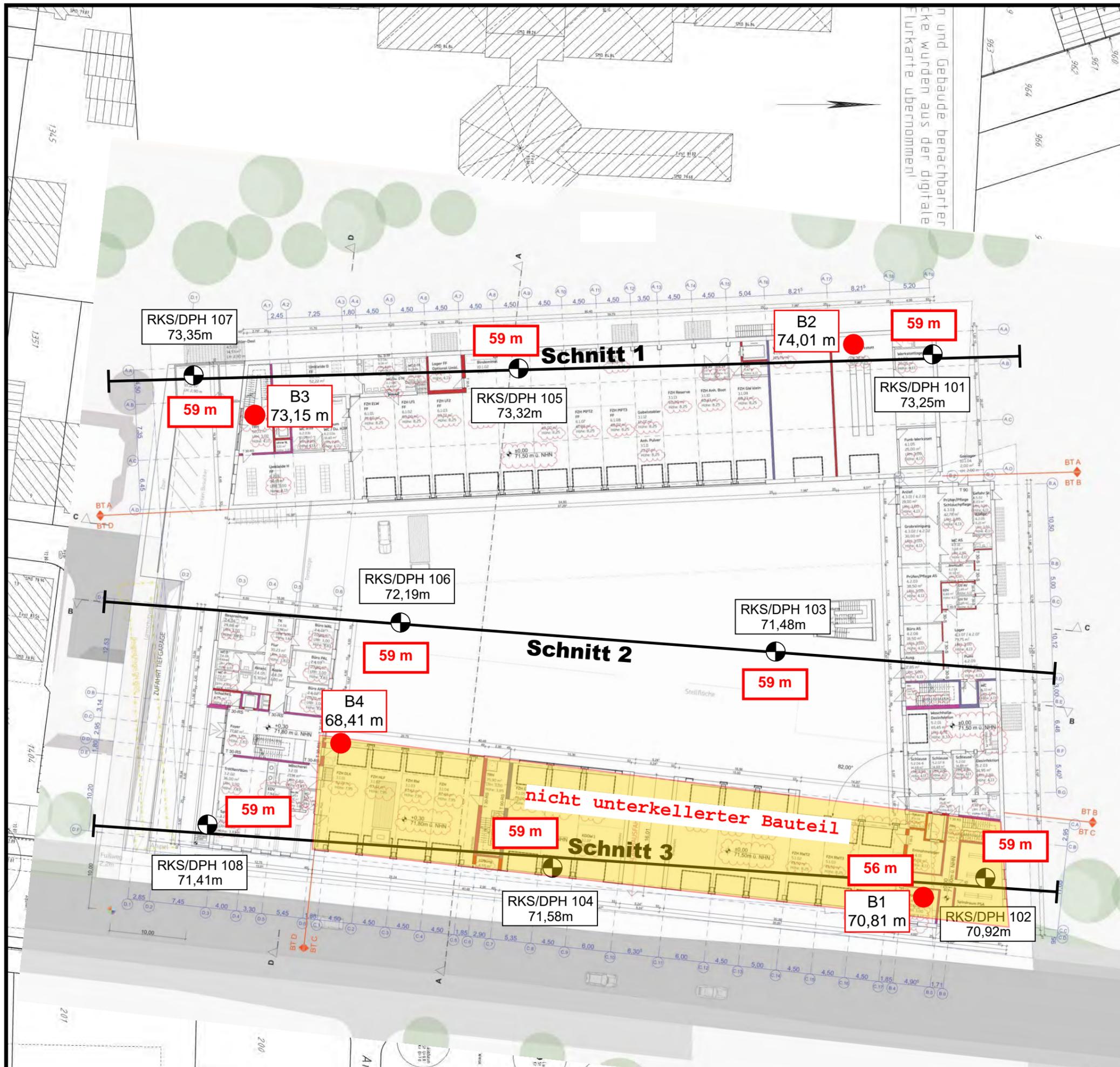
Lageplan

Legende

 RKS = Rammkernsondierung
Höhe Bohrersatzpunkte in mNHN

 59 m Oberkante Kiessand NHN

Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen
Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil



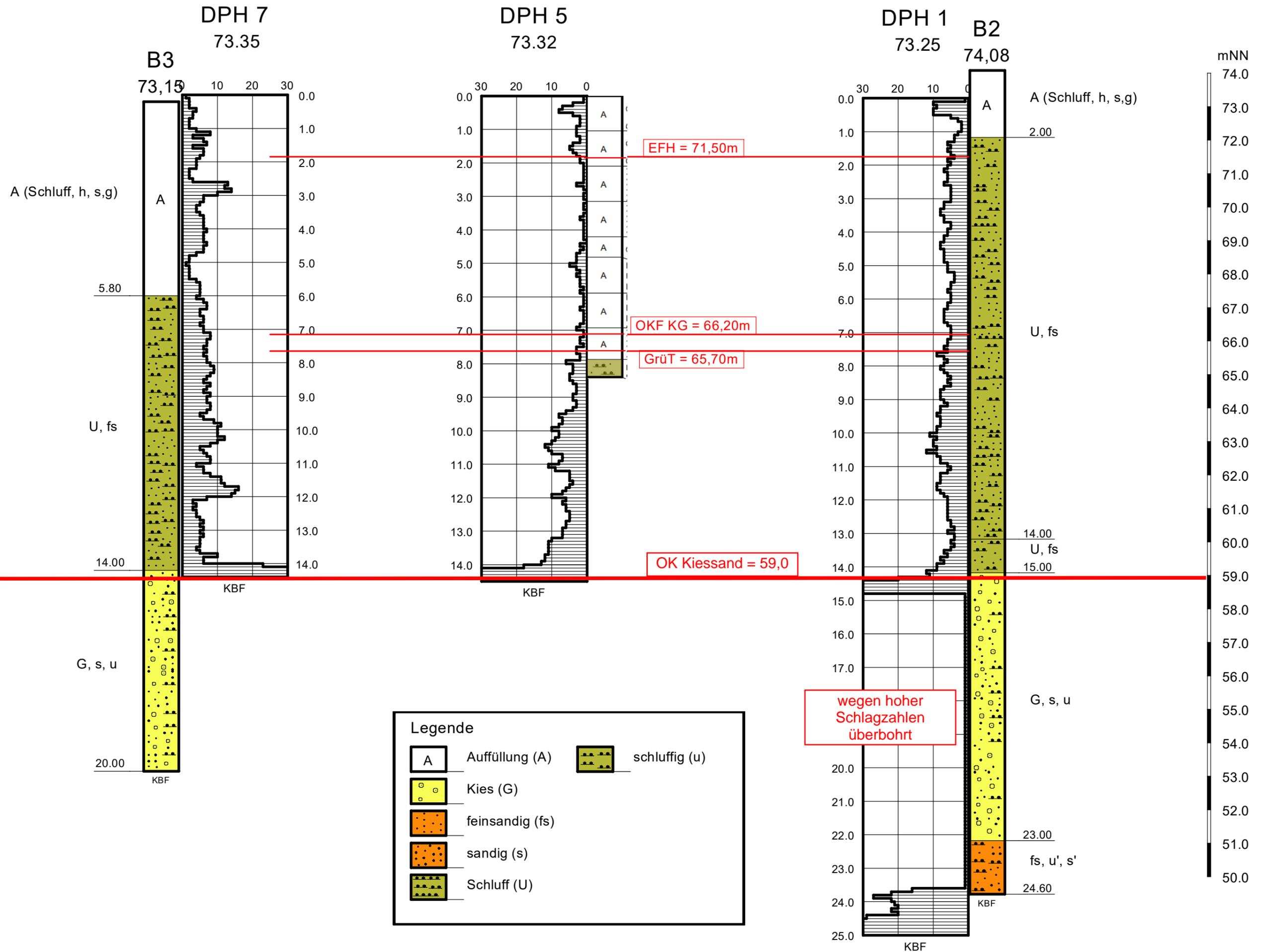
Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker
Baugrund GmbH
Rösrather Straße 571
51107 Köln

Tel.: 0221 / 95 23 915
Mail: post@baugrundkoeln.de

Maßnahme	Römerstraße (Feuerwache Brühl) 50321 Brühl	
Auftraggeber	StadtServiceBetrieb Brühl 50321 Brühl	
Bearbeiter	Becker	Projekt - Nr.
Gezeichnet	Voß	22K116P071
Datum	09.06.2022	Anlage
Maßstab	1:500	1

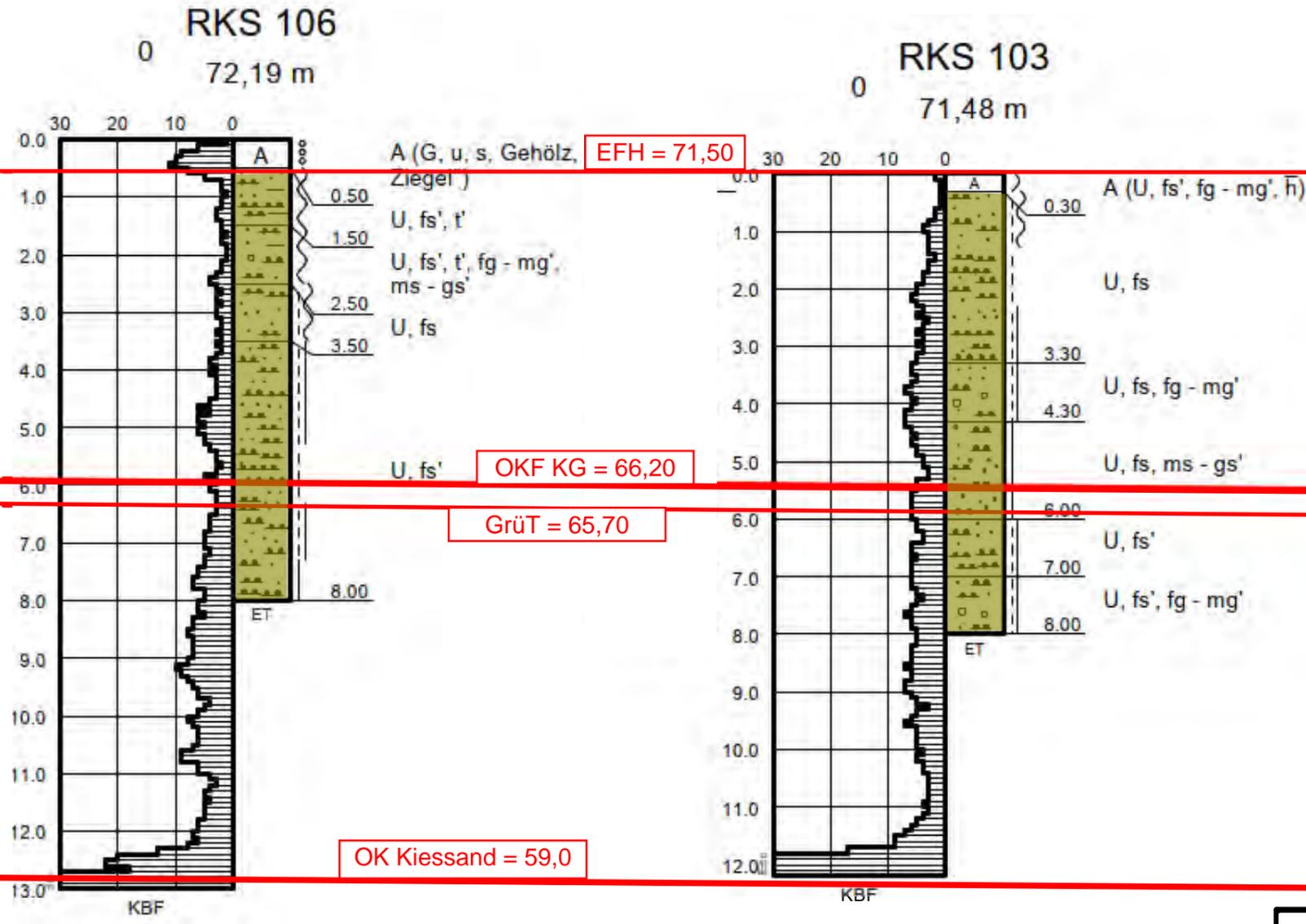
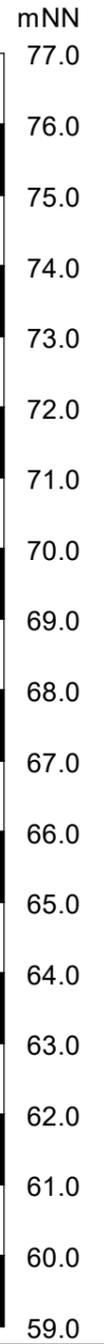
Anlage 2

Profilschnitte
Baugrund



Schnitt 2

geplante Feuerwache



Legende

Dr. Hemling, Gräfe & Becker
 Ingenieureteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker
 Baugrund GmbH
 Rösrather Straße 571
 51107 Köln
 Tel.: 0221 / 95 23 915
 Mail: post@baugrundkoeln.de

Maßnahme	Römerstraße (Feuerwehr Brühl) 50321 Brühl	
Auftraggeber	StadtServiceBetrieb Brühl 50321 Brühl	
Bearbeiter	Becker	Projekt - Nr.
Gezeichnet	Voß	22K116P071
Datum	11.07.2022	Anlage
Maßstab	Länge: 1:500 Höhe: 1:100	2.2

Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt.

Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen

Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt

Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

Anlage 3

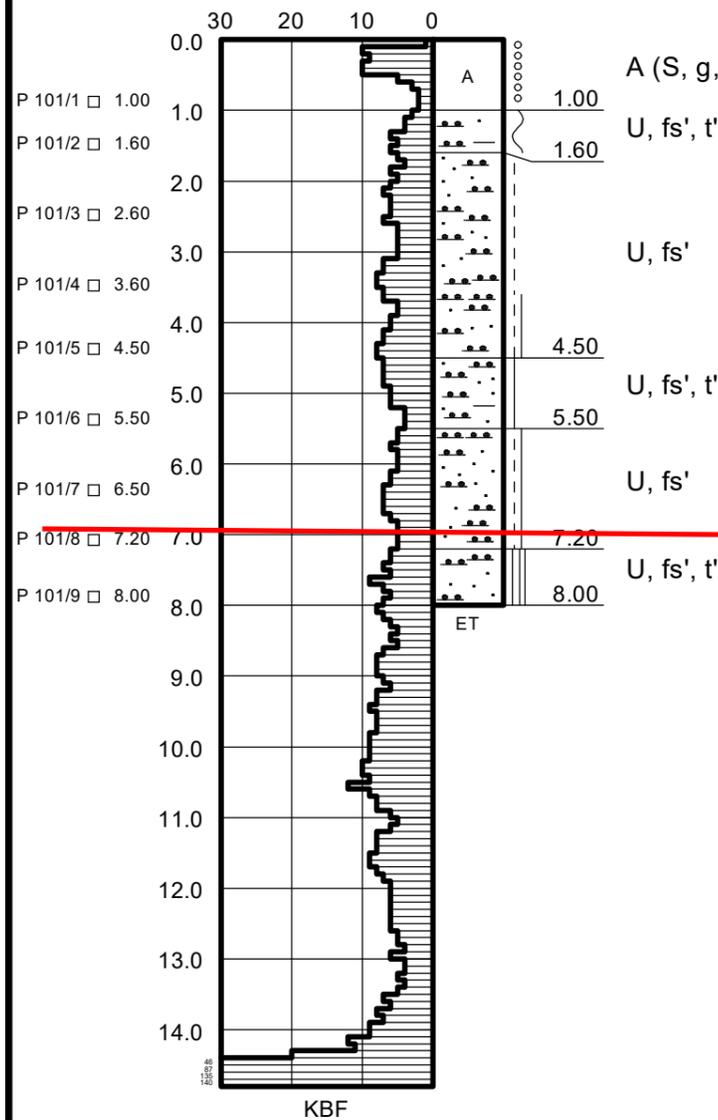
Einzeldarstellung

Rammkernsondierungen RKS 2022

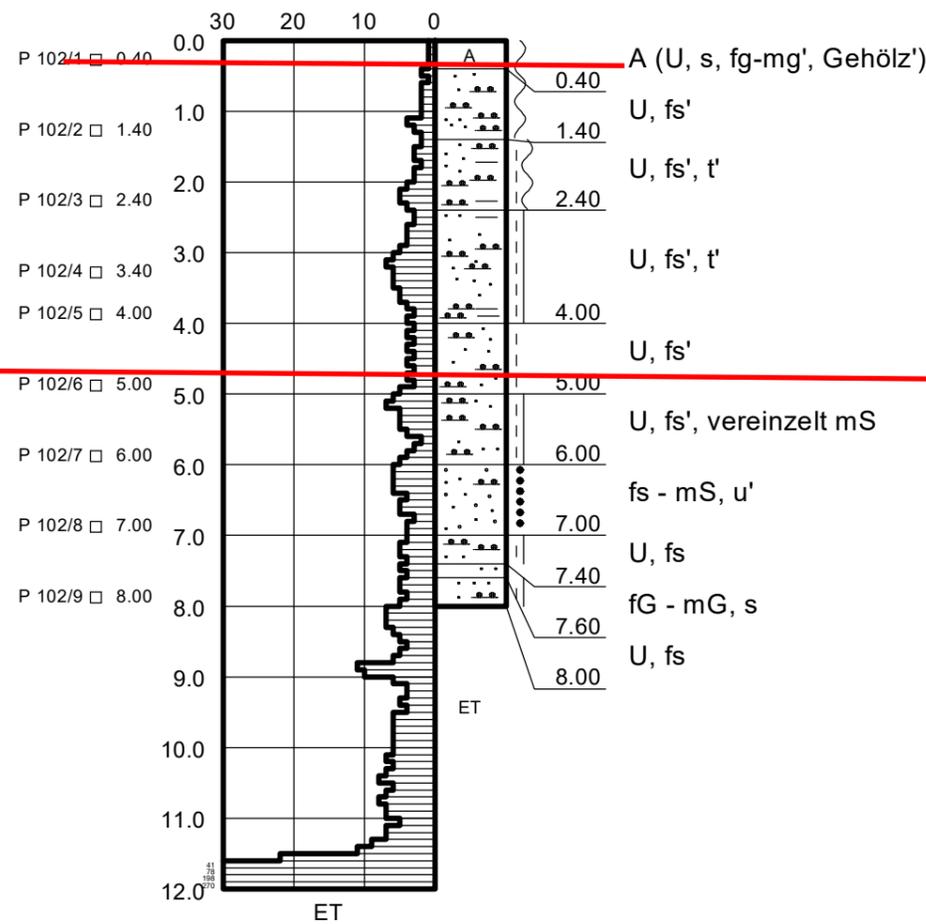
Schwere Rammsondierungen DPH 2022

RKS 1-3

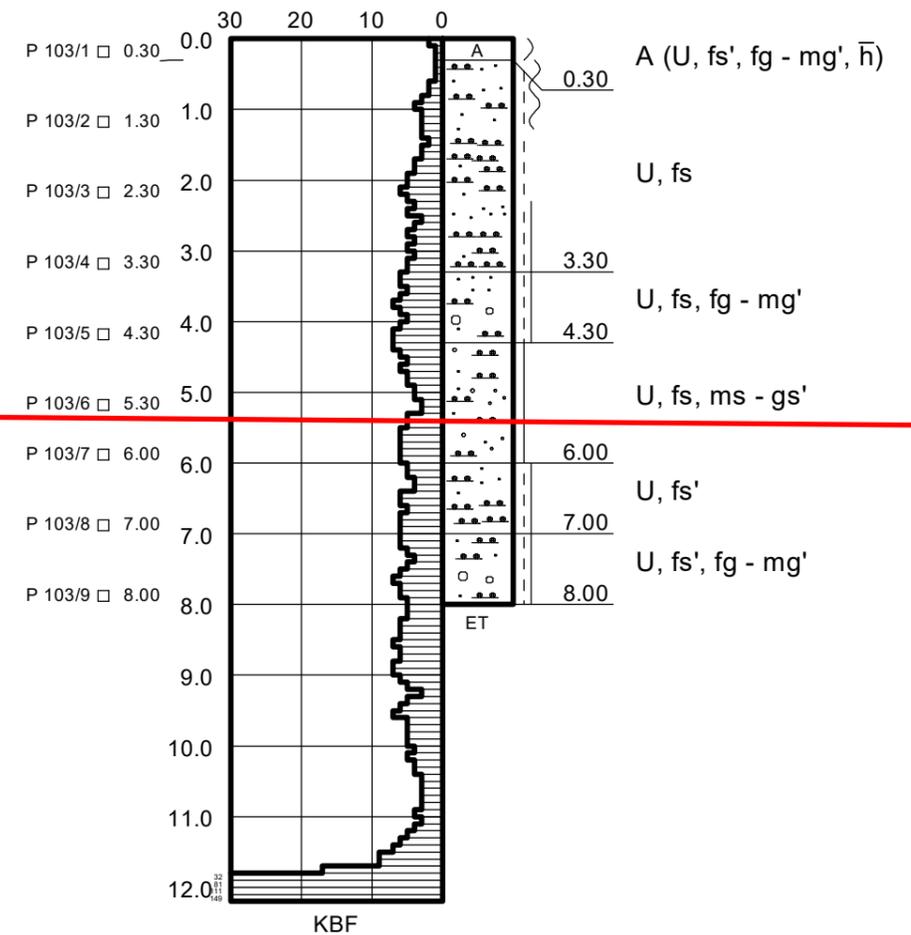
RKS 101
73,25 m



RKS 102
70,92 m



RKS 103
71,48 m



Legende

	halbfest - fest		Auffüllung (A)		tonig (t)
	halbfest		feinsandig (fs)		
	steif - halbfest		sandig (s)		
	steif		Schluff (U)		
	weich - steif		schluffig (u)		
	weich				
	locker				
	mitteldicht				

Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen

Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt

Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

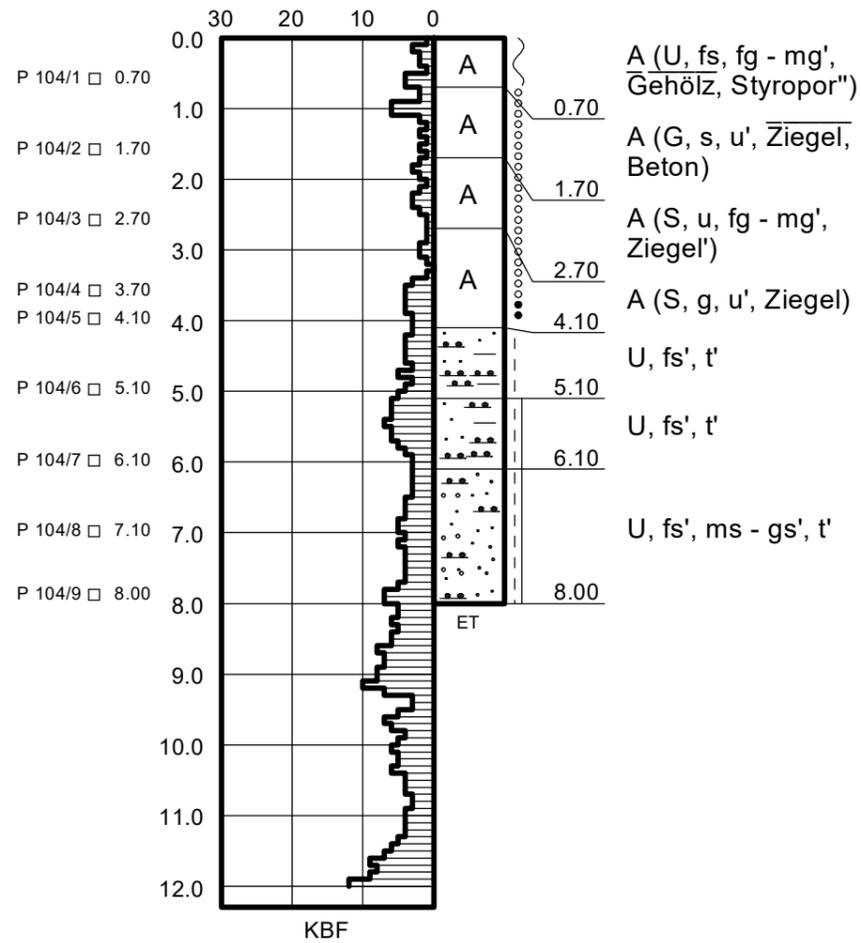
Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt.

		Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH Rösrather Straße 571 51107 Köln Tel.: 0221 / 95 23 915 Mail: post@baugrundkoeln.de	
Maßnahme	BV		
	BV Ort		
Auftraggeber	Name		
	Ort		
Bearbeiter	Name	Prüfung - Nr.	
Gezeichnet	Name	005200	P000
Datum	DD.MM.JJJJ	Anlage	
Maßstab	Länge: 1:100 Höhe: 1:100		2.1

RKS 4-5

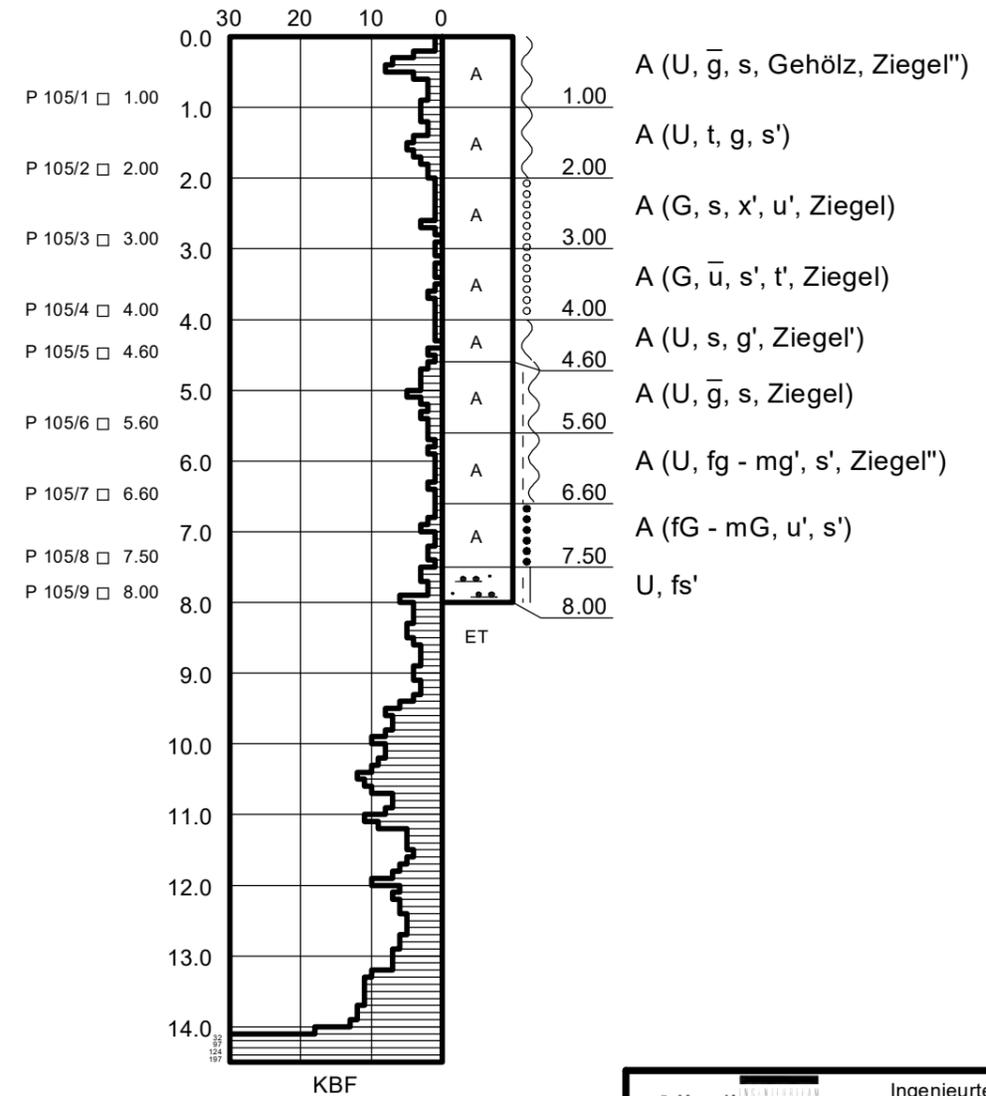
RKS 104

71,58 m



RKS 105

73,32 m



Legende

	steif - halbfest		Auffüllung (A)
	steif		feinsandig (fs)
	weich - steif		Schluff (U)
	weich		tonig (t)
	locker		
	mitteldicht		

Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH Rösrather Straße 571 51107 Köln Tel.: 0221 / 95 23 915 Mail: post@baugrundkoeln.de	
Maßnahme	BV
	BV Ort
Auftraggeber	Name Ort
Bearbeiter	Name
Gezeichnet	Name
Datum	DD.MM.JJJJ
Maßstab	Länge: 1:100 Höhe: 1:100
	Prüfung - Nr. 005200 51107
	2.1

Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt.

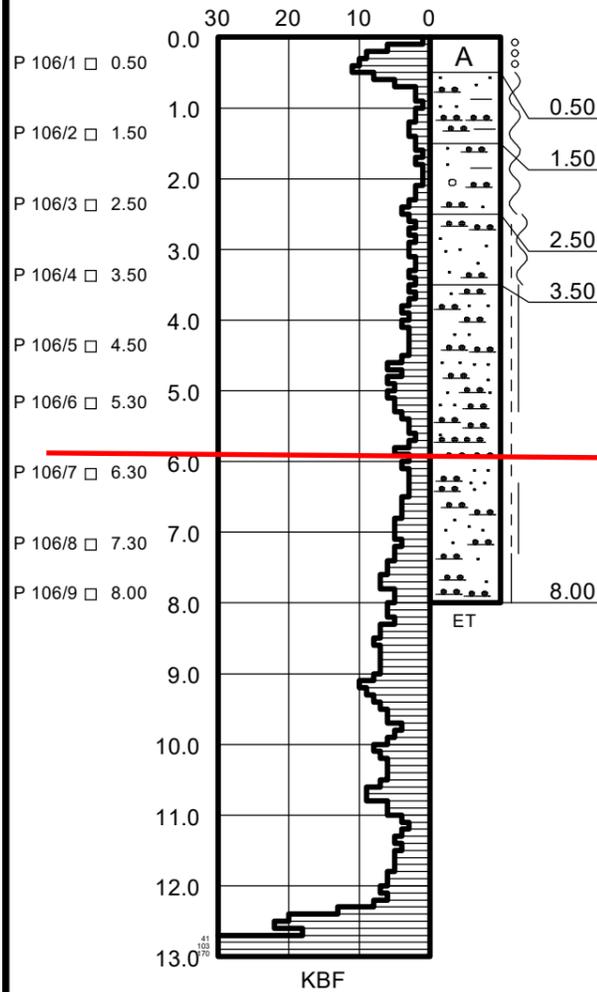
Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen

Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt

Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

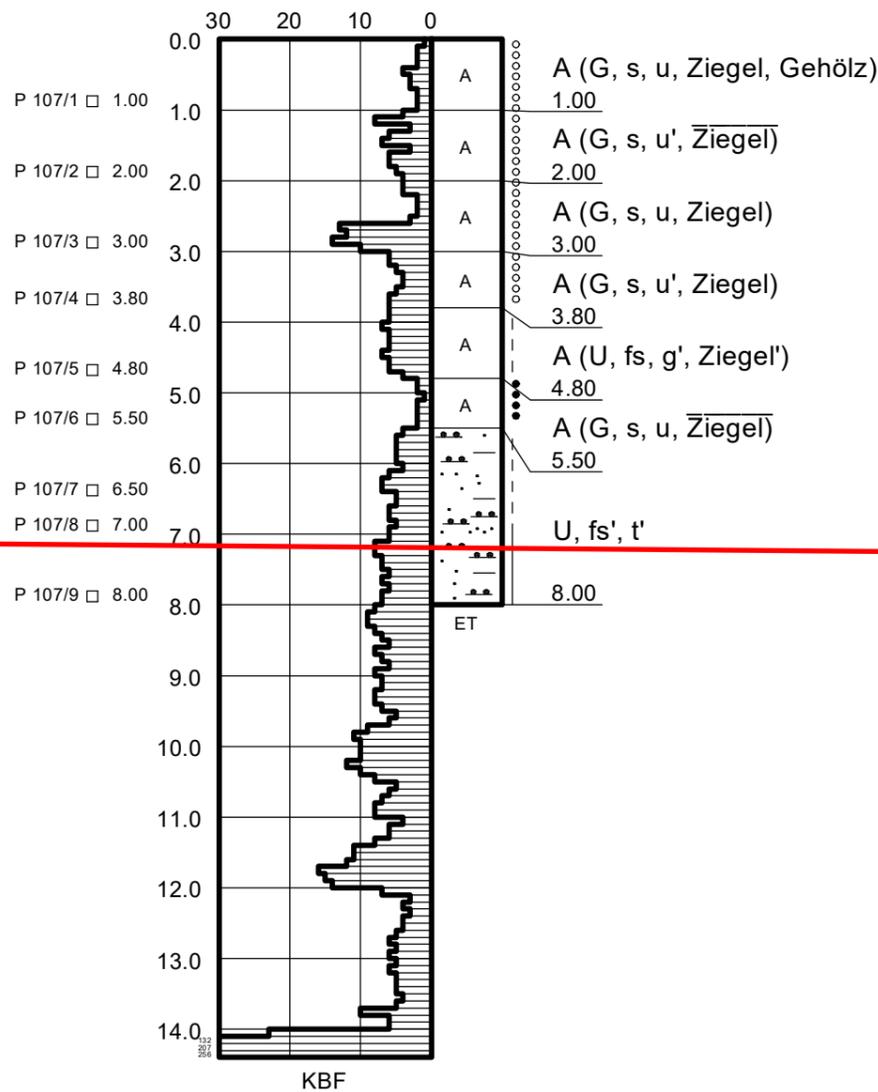
RKS 6-8

RKS 106
72,19 m



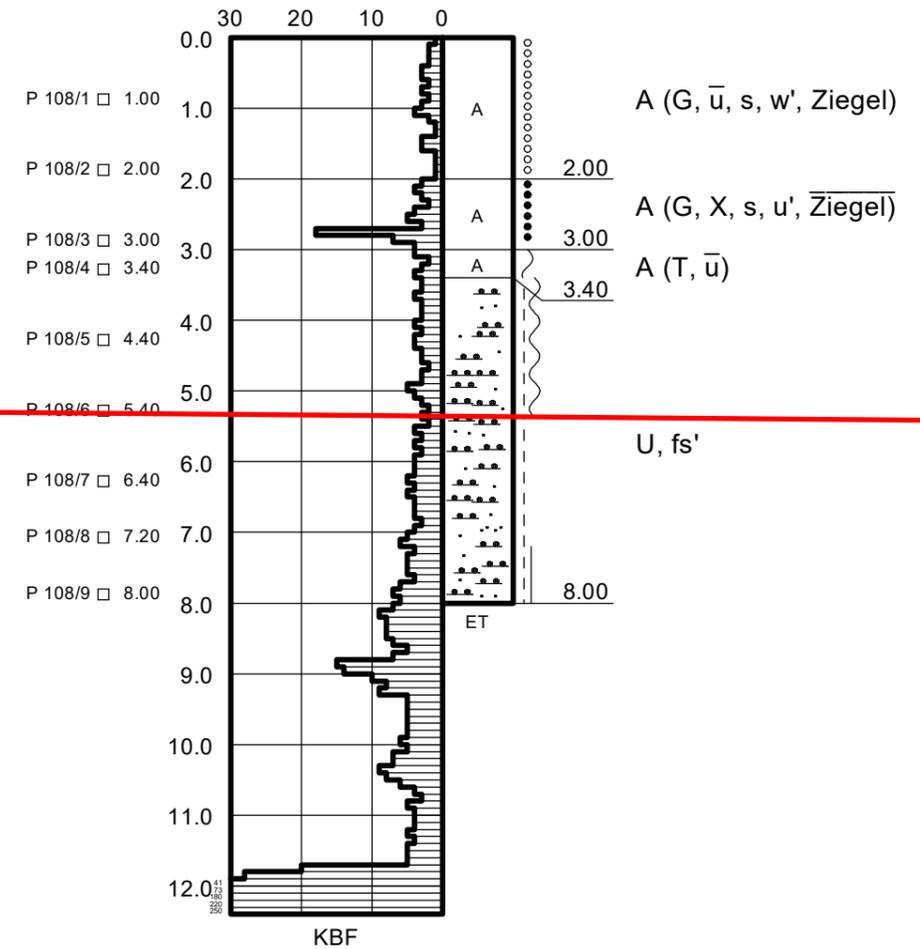
A (G, u, s, Gehölz, Ziegel")
U, fs', t'
U, fs', t', fg - mg', ms - gs'
U, fs
U, fs'

RKS 107
73,35 m



A (G, s, u, Ziegel, Gehölz)
A (G, s, u', Ziegel)
A (G, s, u, Ziegel)
A (G, s, u', Ziegel)
A (U, fs, g', Ziegel')
A (G, s, u, Ziegel)
U, fs', t'
ET

RKS 108
71,41 m



A (G, ū, s, w', Ziegel)
A (G, X, s, u', Ziegel)
A (T, ū)
U, fs'

Legende

	halbfest		Auffüllung (A)
	steif - halbfest		feinsandig (fs)
	steif		Schluff (U)
	weich - steif		tonig (t)
	weich		
	locker		
	mitteldicht		

Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen

Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt

Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt. Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

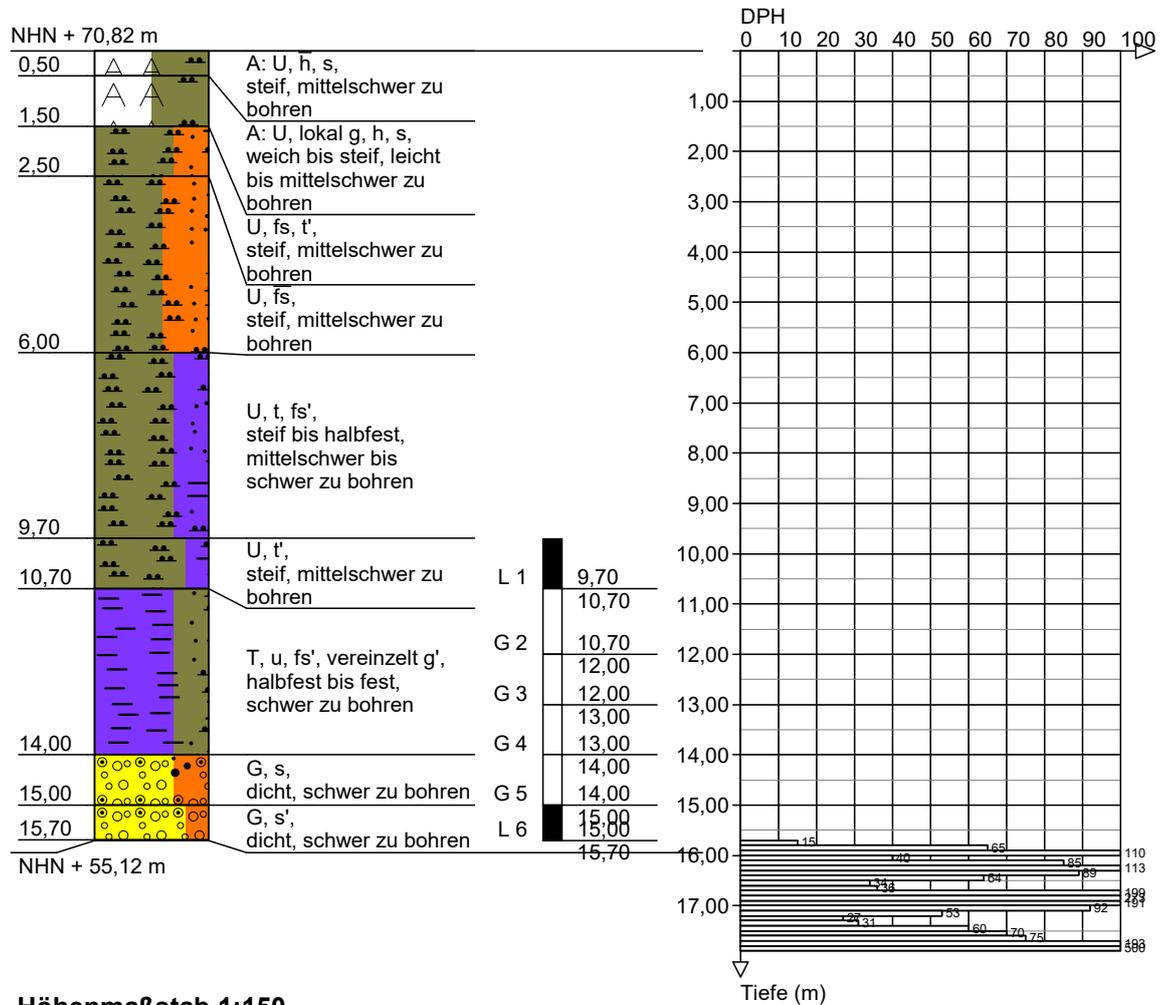
Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH Rösrather Straße 571 51107 Köln Tel.: 0221 / 95 23 915 Mail: post@baugrundkoeln.de	
Maßnahme	BV BV Ort
Auftraggeber	Name Ort
Bearbeiter	Name mNN 52.0
Gezeichnet	Name 00K000P000
Datum	DD.MM.JJJJ 51.0
Maßstab	Länge: 1:100 Höhe: 1:100 500

Anlage 4

Schichtverzeichnisse
Bohrungen 2022
mit SPT & DPH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Bohrung 1



Höhenmaßstab 1:150

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 1 /Blatt 1					Datum: 05.07.2022			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,50	a) A: U, \bar{n} , s							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h)	i)				
1,50	a) A: U, lokal g, h, s							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) weich bis steif	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2,50	a) U, fs, t'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
6,00	a) U, \bar{fs}							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
9,70	a) U, t, fs'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif bis halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr Bohrung 1 /Blatt 2						Datum: 05.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
10,70	a) U, t'					A	L 1	10,70
	b) d: 205, schwach feucht, rote Oxidationsschlieren							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grau bis hellgrau					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i) 0				
14,00	a) T, u, fs', vereinzelt g'					C C C	G 2 G 3 G 4	12,00 13,00 14,00
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) halbfest bis fest	d) schwer zu bohren	e) hellgrau					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
15,00	a) G, s					C	G 5	15,00
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
15,70	a) G, s'					A	L 6	15,70
	b) rote Oxidationsschlieren/-bänder							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige bis rotbraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Messprotokoll für Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Rammsondierung: Bohrung 1

Sondiergerät: (DPL)

feste Sondenspitze

fester Amboss

massives Gestänge

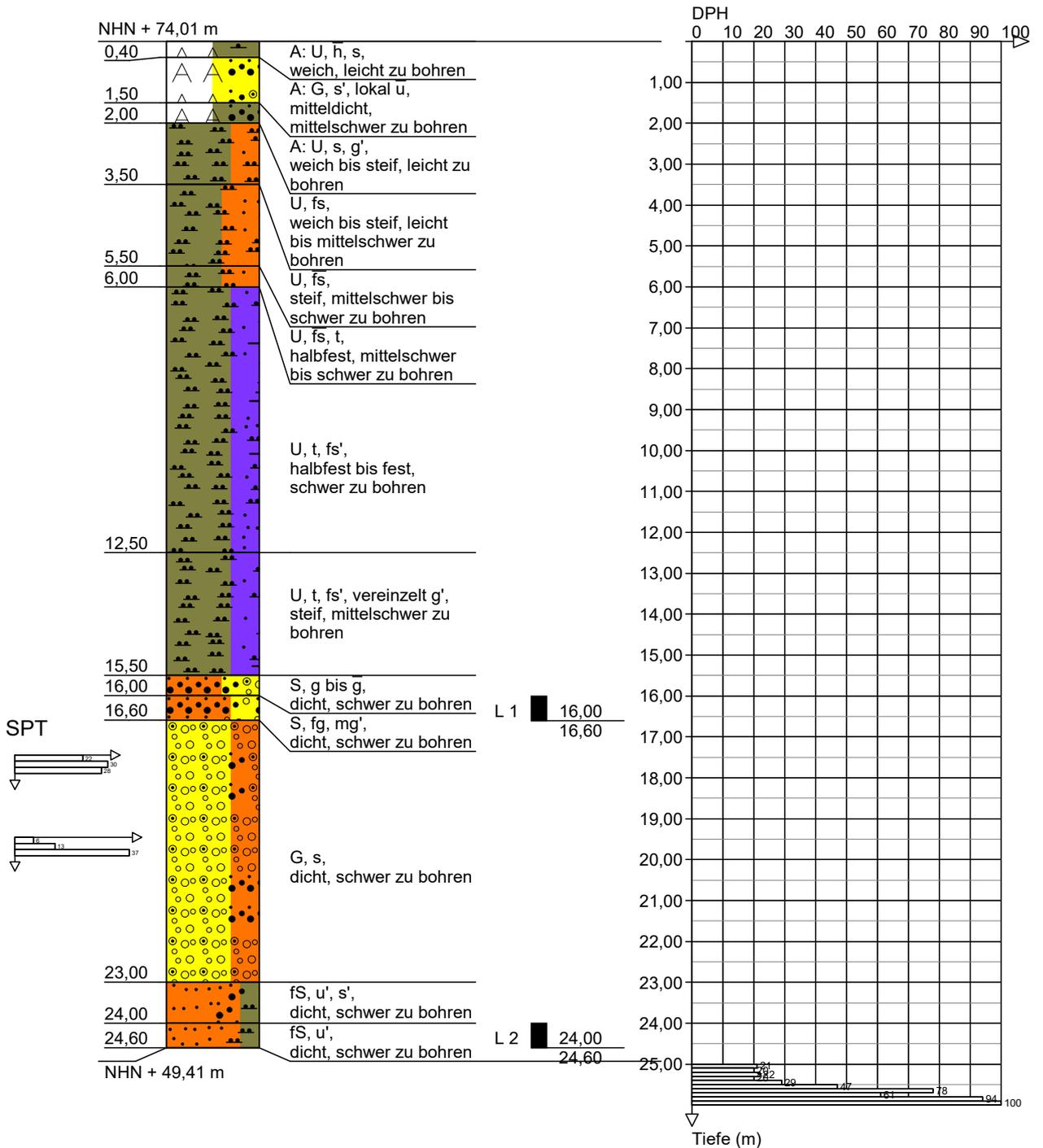
Wetter:

x: 90,0 m y: 90,0 m FP: 0,00 m

Tiefe [m]	N ₁₀												
0,10	0	3,60	0	7,10	0	10,60	0	14,10	0	17,60	70		
0,20	0	3,70	0	7,20	0	10,70	0	14,20	0	17,70	75		
0,30	0	3,80	0	7,30	0	10,80	0	14,30	0	17,80	193		
0,40	0	3,90	0	7,40	0	10,90	0	14,40	0	17,90	500		
0,50	0	4,00	0	7,50	0	11,00	0	14,50	0				
0,60	0	4,10	0	7,60	0	11,10	0	14,60	0				
0,70	0	4,20	0	7,70	0	11,20	0	14,70	0				
0,80	0	4,30	0	7,80	0	11,30	0	14,80	0				
0,90	0	4,40	0	7,90	0	11,40	0	14,90	0				
1,00	0	4,50	0	8,00	0	11,50	0	15,00	0				
1,10	0	4,60	0	8,10	0	11,60	0	15,10	0				
1,20	0	4,70	0	8,20	0	11,70	0	15,20	0				
1,30	0	4,80	0	8,30	0	11,80	0	15,30	0				
1,40	0	4,90	0	8,40	0	11,90	0	15,40	0				
1,50	0	5,00	0	8,50	0	12,00	0	15,50	0				
1,60	0	5,10	0	8,60	0	12,10	0	15,60	0				
1,70	0	5,20	0	8,70	0	12,20	0	15,70	0				
1,80	0	5,30	0	8,80	0	12,30	0	15,80	15				
1,90	0	5,40	0	8,90	0	12,40	0	15,90	65				
2,00	0	5,50	0	9,00	0	12,50	0	16,00	110				
2,10	0	5,60	0	9,10	0	12,60	0	16,10	40				
2,20	0	5,70	0	9,20	0	12,70	0	16,20	85				
2,30	0	5,80	0	9,30	0	12,80	0	16,30	113				
2,40	0	5,90	0	9,40	0	12,90	0	16,40	89				
2,50	0	6,00	0	9,50	0	13,00	0	16,50	64				
2,60	0	6,10	0	9,60	0	13,10	0	16,60	34				
2,70	0	6,20	0	9,70	0	13,20	0	16,70	36				
2,80	0	6,30	0	9,80	0	13,30	0	16,80	199				
2,90	0	6,40	0	9,90	0	13,40	0	16,90	273				
3,00	0	6,50	0	10,00	0	13,50	0	17,00	191				
3,10	0	6,60	0	10,10	0	13,60	0	17,10	92				
3,20	0	6,70	0	10,20	0	13,70	0	17,20	53				
3,30	0	6,80	0	10,30	0	13,80	0	17,30	27				
3,40	0	6,90	0	10,40	0	13,90	0	17,40	31				
3,50	0	7,00	0	10,50	0	14,00	0	17,50	60				

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Bohrung 2



Höhenmaßstab 1:150

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 2 /Blatt 1						Datum: 05.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) A: U, \bar{h} , s							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h)	i)				
1,50	a) A: G, s', lokal \bar{u}							
	b) d: 205, schwach feucht, ca. 15% Ziegelbruch							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2,00	a) A: U, s, g'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,50	a) U, fs							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) weich bis steif	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
5,50	a) U, $\bar{f}s$							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 2 /Blatt 2						Datum: 05.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
6,00	a) U, \bar{s} , t							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
12,50	a) U, t, fs'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) halbfest bis fest	d) schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
15,50	a) U, t, fs', vereinzelt g'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
16,00	a) S, g bis \bar{g}							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
16,60	a) S, fg, mg'					A	L 1	16,60
	b) d: 205, schwach feucht, rotbraune Oxidationsschlieren							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 2 /Blatt 3						Datum: 05.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
23,00	a) G, s							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
24,00	a) fS, u', s'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Tertiär	g)	h)	i)				
24,60	a) fS, u'					A	L 2	24,60
	b) d: 205, schwach feucht, glimmerführend							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Tertiär	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Messprotokoll für Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Rammsondierung: Bohrung 2

Sondiergerät: (DPL)

feste Sondenspitze

fester Amboss

massives Gestänge

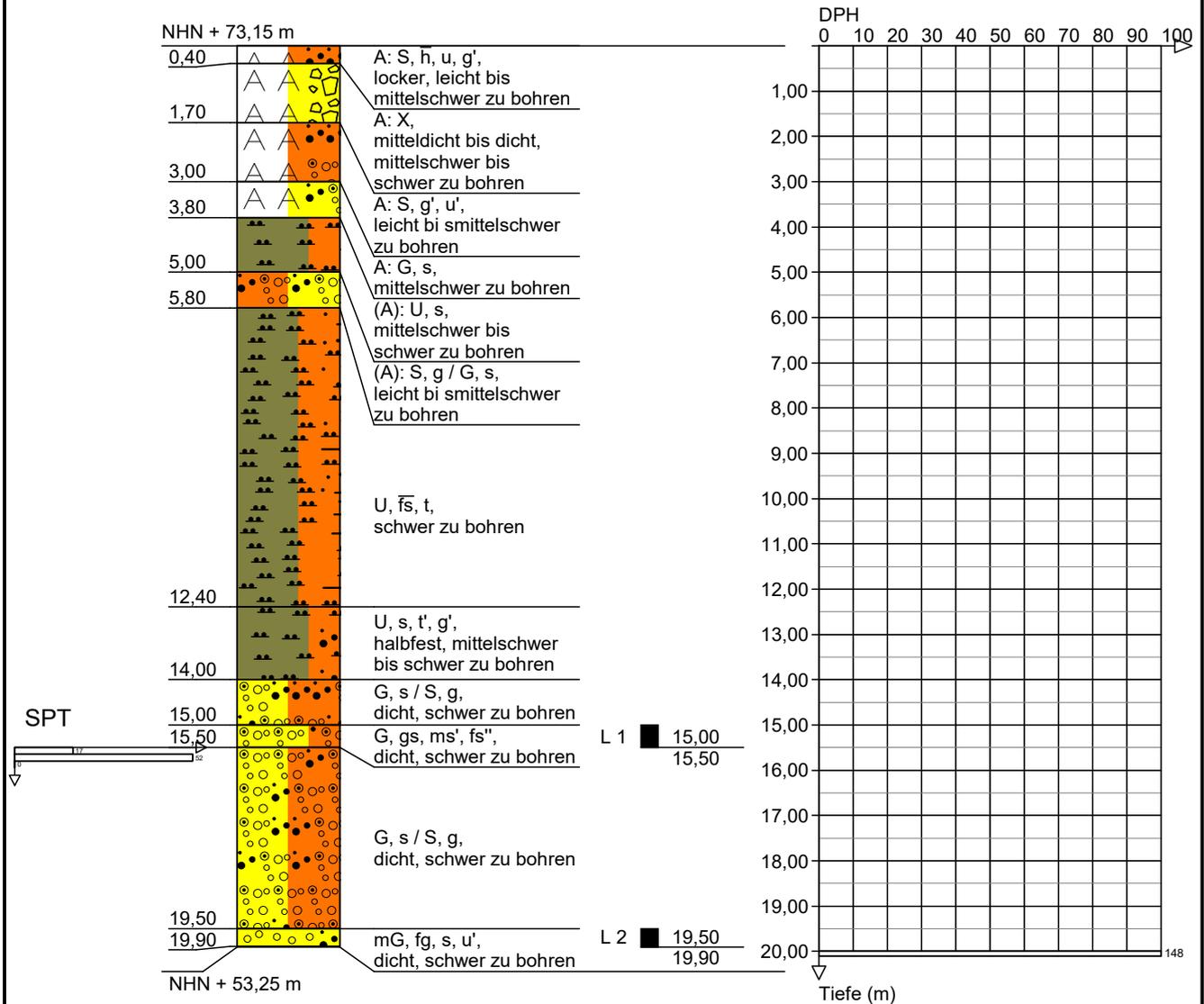
Wetter:

x: 90,0 m y: 90,0 m FP: 0,00 m

Tiefe [m]	N ₁₀												
0,10	0	3,60	0	7,10	0	10,60	0	14,10	0	17,60	0	21,10	0
0,20	0	3,70	0	7,20	0	10,70	0	14,20	0	17,70	0	21,20	0
0,30	0	3,80	0	7,30	0	10,80	0	14,30	0	17,80	0	21,30	0
0,40	0	3,90	0	7,40	0	10,90	0	14,40	0	17,90	0	21,40	0
0,50	0	4,00	0	7,50	0	11,00	0	14,50	0	18,00	0	21,50	0
0,60	0	4,10	0	7,60	0	11,10	0	14,60	0	18,10	0	21,60	0
0,70	0	4,20	0	7,70	0	11,20	0	14,70	0	18,20	0	21,70	0
0,80	0	4,30	0	7,80	0	11,30	0	14,80	0	18,30	0	21,80	0
0,90	0	4,40	0	7,90	0	11,40	0	14,90	0	18,40	0	21,90	0
1,00	0	4,50	0	8,00	0	11,50	0	15,00	0	18,50	0	22,00	0
1,10	0	4,60	0	8,10	0	11,60	0	15,10	0	18,60	0	22,10	0
1,20	0	4,70	0	8,20	0	11,70	0	15,20	0	18,70	0	22,20	0
1,30	0	4,80	0	8,30	0	11,80	0	15,30	0	18,80	0	22,30	0
1,40	0	4,90	0	8,40	0	11,90	0	15,40	0	18,90	0	22,40	0
1,50	0	5,00	0	8,50	0	12,00	0	15,50	0	19,00	0	22,50	0
1,60	0	5,10	0	8,60	0	12,10	0	15,60	0	19,10	0	22,60	0
1,70	0	5,20	0	8,70	0	12,20	0	15,70	0	19,20	0	22,70	0
1,80	0	5,30	0	8,80	0	12,30	0	15,80	0	19,30	0	22,80	0
1,90	0	5,40	0	8,90	0	12,40	0	15,90	0	19,40	0	22,90	0
2,00	0	5,50	0	9,00	0	12,50	0	16,00	0	19,50	0	23,00	0
2,10	0	5,60	0	9,10	0	12,60	0	16,10	0	19,60	0	23,10	0
2,20	0	5,70	0	9,20	0	12,70	0	16,20	0	19,70	0	23,20	0
2,30	0	5,80	0	9,30	0	12,80	0	16,30	0	19,80	0	23,30	0
2,40	0	5,90	0	9,40	0	12,90	0	16,40	0	19,90	0	23,40	0
2,50	0	6,00	0	9,50	0	13,00	0	16,50	0	20,00	0	23,50	0
2,60	0	6,10	0	9,60	0	13,10	0	16,60	0	20,10	0	23,60	0
2,70	0	6,20	0	9,70	0	13,20	0	16,70	0	20,20	0	23,70	0
2,80	0	6,30	0	9,80	0	13,30	0	16,80	0	20,30	0	23,80	0
2,90	0	6,40	0	9,90	0	13,40	0	16,90	0	20,40	0	23,90	0
3,00	0	6,50	0	10,00	0	13,50	0	17,00	0	20,50	0	24,00	0
3,10	0	6,60	0	10,10	0	13,60	0	17,10	0	20,60	0	24,10	0
3,20	0	6,70	0	10,20	0	13,70	0	17,20	0	20,70	0	24,20	0
3,30	0	6,80	0	10,30	0	13,80	0	17,30	0	20,80	0	24,30	0
3,40	0	6,90	0	10,40	0	13,90	0	17,40	0	20,90	0	24,40	0
3,50	0	7,00	0	10,50	0	14,00	0	17,50	0	21,00	0	24,50	0

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Bohrung 3



Höhenmaßstab 1:150

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 3 /Blatt 1						Datum: 07.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) A: S, \bar{n} , u, g'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) locker	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h)	i)				
1,70	a) A: X							
	b) d: 205, schwach feucht, Ziegelbruch und Geröll							
	c) mitteldicht bis dicht	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) dunkelbraun, grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,00	a) A: S, g', u'							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c)	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,80	a) A: G, s							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e)					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
5,00	a) (A): U, s							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c)	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e)					
	f) Lösslehm, ggf umgelagert	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr Bohrung 3 /Blatt 2						Datum: 07.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
5,80	a) (A): S, g / G, s							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c)	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e)					
	f) Lösslehm, ggf umgelagert	g)	h)	i)				
12,40	a) U, $\bar{f}s$, t							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c)	d) schwer zu bohren	e)					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
14,00	a) U, s, t', g'							
	b) d: 205							
	c) halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e)					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
15,00	a) G, s / S, g							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e)					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
15,50	a) G, gs, ms', fs''					A	L 1	15,50
	b) d: 205, nass							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr Bohrung 3 /Blatt 3						Datum: 07.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
19,50	a) G, s / S, g							
	b) d: 205, kein Bohrgut							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e)					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
19,90	a) mG, fg, s, u'					A	L 2	19,90
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Messprotokoll für Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Rammsondierung: Bohrung 3

Sondiergerät: (DPL)

feste Sondenspitze

fester Amboss

massives Gestänge

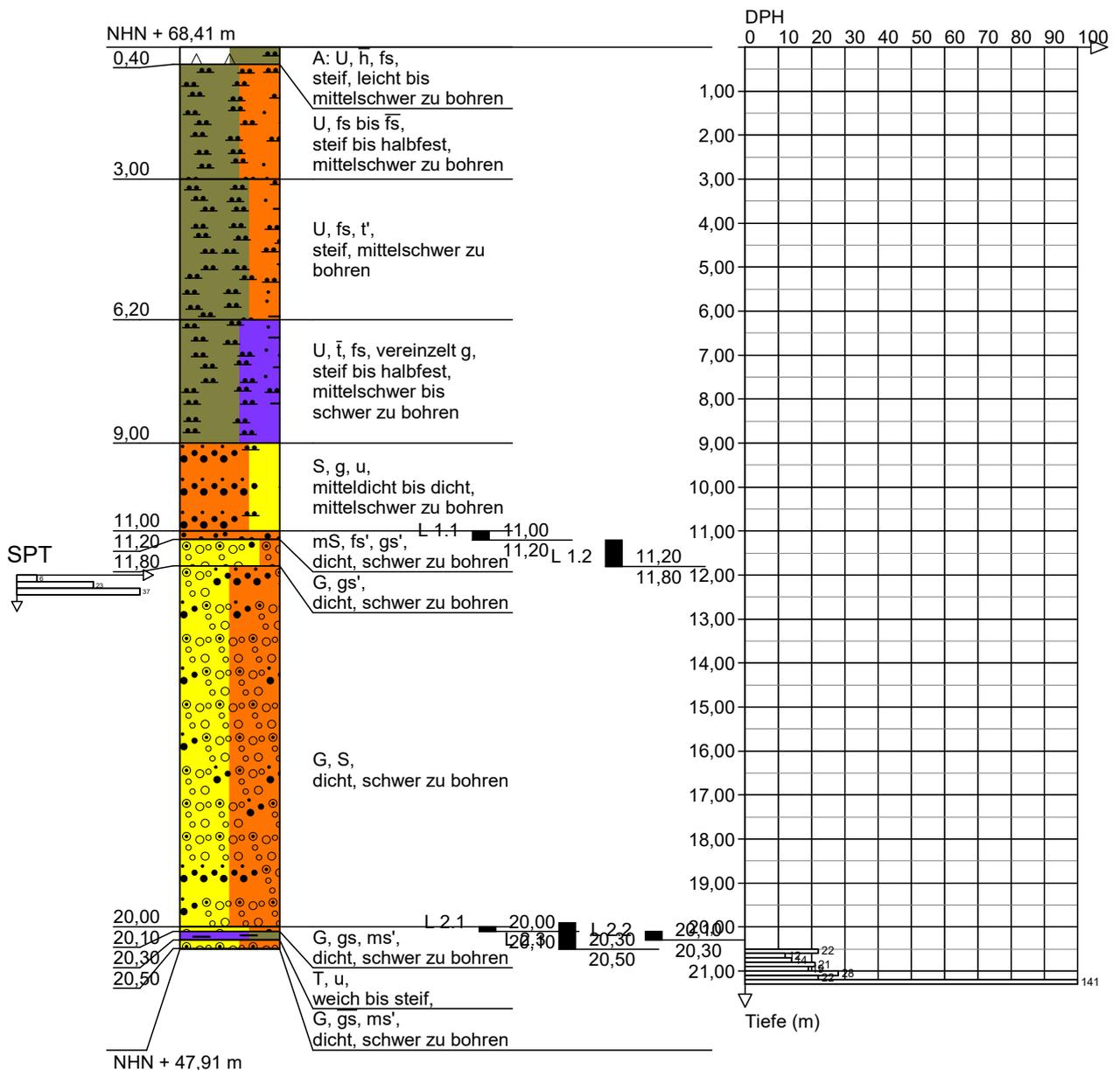
Wetter:

x: 90,0 m y: 90,0 m FP: 0,00 m

Tiefe [m]	N ₁₀												
0,10	0	3,60	0	7,10	0	10,60	0	14,10	0	17,60	0		
0,20	0	3,70	0	7,20	0	10,70	0	14,20	0	17,70	0		
0,30	0	3,80	0	7,30	0	10,80	0	14,30	0	17,80	0		
0,40	0	3,90	0	7,40	0	10,90	0	14,40	0	17,90	0		
0,50	0	4,00	0	7,50	0	11,00	0	14,50	0	18,00	0		
0,60	0	4,10	0	7,60	0	11,10	0	14,60	0	18,10	0		
0,70	0	4,20	0	7,70	0	11,20	0	14,70	0	18,20	0		
0,80	0	4,30	0	7,80	0	11,30	0	14,80	0	18,30	0		
0,90	0	4,40	0	7,90	0	11,40	0	14,90	0	18,40	0		
1,00	0	4,50	0	8,00	0	11,50	0	15,00	0	18,50	0		
1,10	0	4,60	0	8,10	0	11,60	0	15,10	0	18,60	0		
1,20	0	4,70	0	8,20	0	11,70	0	15,20	0	18,70	0		
1,30	0	4,80	0	8,30	0	11,80	0	15,30	0	18,80	0		
1,40	0	4,90	0	8,40	0	11,90	0	15,40	0	18,90	0		
1,50	0	5,00	0	8,50	0	12,00	0	15,50	0	19,00	0		
1,60	0	5,10	0	8,60	0	12,10	0	15,60	0	19,10	0		
1,70	0	5,20	0	8,70	0	12,20	0	15,70	0	19,20	0		
1,80	0	5,30	0	8,80	0	12,30	0	15,80	0	19,30	0		
1,90	0	5,40	0	8,90	0	12,40	0	15,90	0	19,40	0		
2,00	0	5,50	0	9,00	0	12,50	0	16,00	0	19,50	0		
2,10	0	5,60	0	9,10	0	12,60	0	16,10	0	19,60	0		
2,20	0	5,70	0	9,20	0	12,70	0	16,20	0	19,70	0		
2,30	0	5,80	0	9,30	0	12,80	0	16,30	0	19,80	0		
2,40	0	5,90	0	9,40	0	12,90	0	16,40	0	19,90	0		
2,50	0	6,00	0	9,50	0	13,00	0	16,50	0	20,00	0		
2,60	0	6,10	0	9,60	0	13,10	0	16,60	0	20,10	148		
2,70	0	6,20	0	9,70	0	13,20	0	16,70	0				
2,80	0	6,30	0	9,80	0	13,30	0	16,80	0				
2,90	0	6,40	0	9,90	0	13,40	0	16,90	0				
3,00	0	6,50	0	10,00	0	13,50	0	17,00	0				
3,10	0	6,60	0	10,10	0	13,60	0	17,10	0				
3,20	0	6,70	0	10,20	0	13,70	0	17,20	0				
3,30	0	6,80	0	10,30	0	13,80	0	17,30	0				
3,40	0	6,90	0	10,40	0	13,90	0	17,40	0				
3,50	0	7,00	0	10,50	0	14,00	0	17,50	0				

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Bohrung 4



Höhenmaßstab 1:150

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr Bohrung 4 /Blatt 1						Datum: 13.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) A: U, \bar{h} , fs							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) leicht bis mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h)	i)				
3,00	a) U, fs bis $\bar{f}s$							
	b) d: 205, schwach feucht bis trocken							
	c) steif bis halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
6,20	a) U, fs, t'							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
9,00	a) U, \bar{t} , fs, vereinzelt g							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) steif bis halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) braun					
	f) Hochflutlehm	g)	h)	i)				
11,00	a) S, g, u							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) mitteldicht bis dicht	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr Bohrung 4 /Blatt 2						Datum: 13.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
11,20	a) mS, fs', gs'					A	L 1.1	11,20
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
11,80	a) G, gs'					A	L 1.2	11,80
	b) d: 205, schwach feucht bis feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
20,00	a) G, S							
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
20,10	a) G, gs, ms'					A	L 2.1	20,10
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
20,30	a) T, u					A	L 2.2	20,30
	b) d: 205, stark feucht							
	c) weich bis steif	d)	e) hellbraun					
	f) Tonlinse / Terrassenlehm	g)	h)	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Brühl, Römerstraße								
Bohrung Nr. Bohrung 4 /Blatt 3						Datum: 13.07.2022		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
20,50	a) G, \overline{gs} , ms'					A	L 2.3	20,50
	b) d: 205, schwach feucht							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Messprotokoll für Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Rammsondierung: Bohrung 4

Sondiergerät: (DPL)

feste Sondenspitze

fester Amboss

massives Gestänge

Wetter:

x: 90,0 m y: 90,0 m FP: 0,00 m

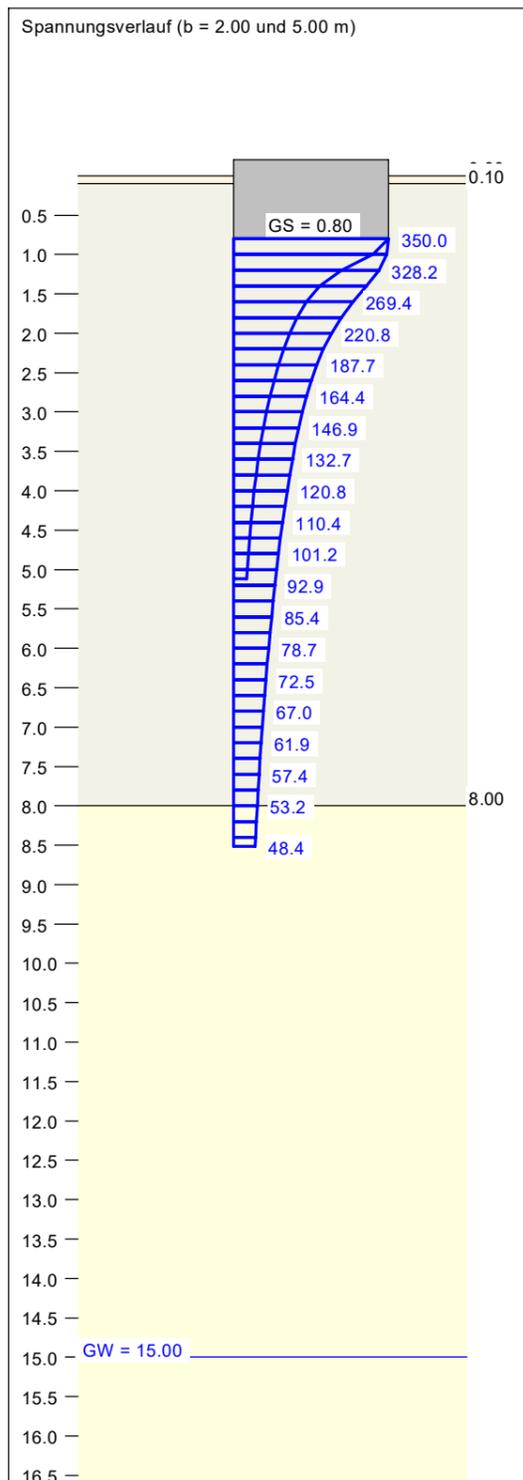
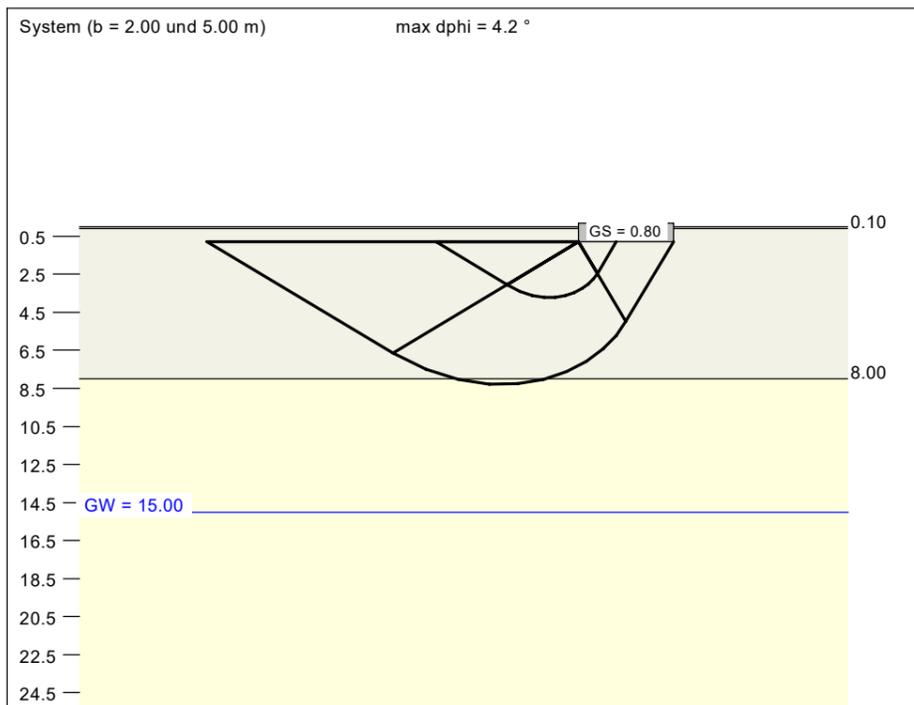
Tiefe [m]	N ₁₀												
0,10	0	3,60	0	7,10	0	10,60	0	14,10	0	17,60	0	21,10	28
0,20	0	3,70	0	7,20	0	10,70	0	14,20	0	17,70	0	21,20	22
0,30	0	3,80	0	7,30	0	10,80	0	14,30	0	17,80	0	21,30	141
0,40	0	3,90	0	7,40	0	10,90	0	14,40	0	17,90	0		
0,50	0	4,00	0	7,50	0	11,00	0	14,50	0	18,00	0		
0,60	0	4,10	0	7,60	0	11,10	0	14,60	0	18,10	0		
0,70	0	4,20	0	7,70	0	11,20	0	14,70	0	18,20	0		
0,80	0	4,30	0	7,80	0	11,30	0	14,80	0	18,30	0		
0,90	0	4,40	0	7,90	0	11,40	0	14,90	0	18,40	0		
1,00	0	4,50	0	8,00	0	11,50	0	15,00	0	18,50	0		
1,10	0	4,60	0	8,10	0	11,60	0	15,10	0	18,60	0		
1,20	0	4,70	0	8,20	0	11,70	0	15,20	0	18,70	0		
1,30	0	4,80	0	8,30	0	11,80	0	15,30	0	18,80	0		
1,40	0	4,90	0	8,40	0	11,90	0	15,40	0	18,90	0		
1,50	0	5,00	0	8,50	0	12,00	0	15,50	0	19,00	0		
1,60	0	5,10	0	8,60	0	12,10	0	15,60	0	19,10	0		
1,70	0	5,20	0	8,70	0	12,20	0	15,70	0	19,20	0		
1,80	0	5,30	0	8,80	0	12,30	0	15,80	0	19,30	0		
1,90	0	5,40	0	8,90	0	12,40	0	15,90	0	19,40	0		
2,00	0	5,50	0	9,00	0	12,50	0	16,00	0	19,50	0		
2,10	0	5,60	0	9,10	0	12,60	0	16,10	0	19,60	0		
2,20	0	5,70	0	9,20	0	12,70	0	16,20	0	19,70	0		
2,30	0	5,80	0	9,30	0	12,80	0	16,30	0	19,80	0		
2,40	0	5,90	0	9,40	0	12,90	0	16,40	0	19,90	0		
2,50	0	6,00	0	9,50	0	13,00	0	16,50	0	20,00	0		
2,60	0	6,10	0	9,60	0	13,10	0	16,60	0	20,10	0		
2,70	0	6,20	0	9,70	0	13,20	0	16,70	0	20,20	0		
2,80	0	6,30	0	9,80	0	13,30	0	16,80	0	20,30	0		
2,90	0	6,40	0	9,90	0	13,40	0	16,90	0	20,40	0		
3,00	0	6,50	0	10,00	0	13,50	0	17,00	0	20,50	0		
3,10	0	6,60	0	10,10	0	13,60	0	17,10	0	20,60	22		
3,20	0	6,70	0	10,20	0	13,70	0	17,20	0	20,70	12		
3,30	0	6,80	0	10,30	0	13,80	0	17,30	0	20,80	14		
3,40	0	6,90	0	10,40	0	13,90	0	17,40	0	20,90	21		
3,50	0	7,00	0	10,50	0	14,00	0	17,50	0	21,00	19		

Anlage 5

Grundbruch- / Setzungsberechnung Einzelfundamente

- 5.1 ohne Tragschicht
- 5.2 mit 1 m Tragschicht

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	120.0	0.00	Tragschicht
	20.0	11.0	27.5	10.0	10.0	0.00	Schluff
	19.0	10.0	32.5	0.0	120.0	0.00	Sand



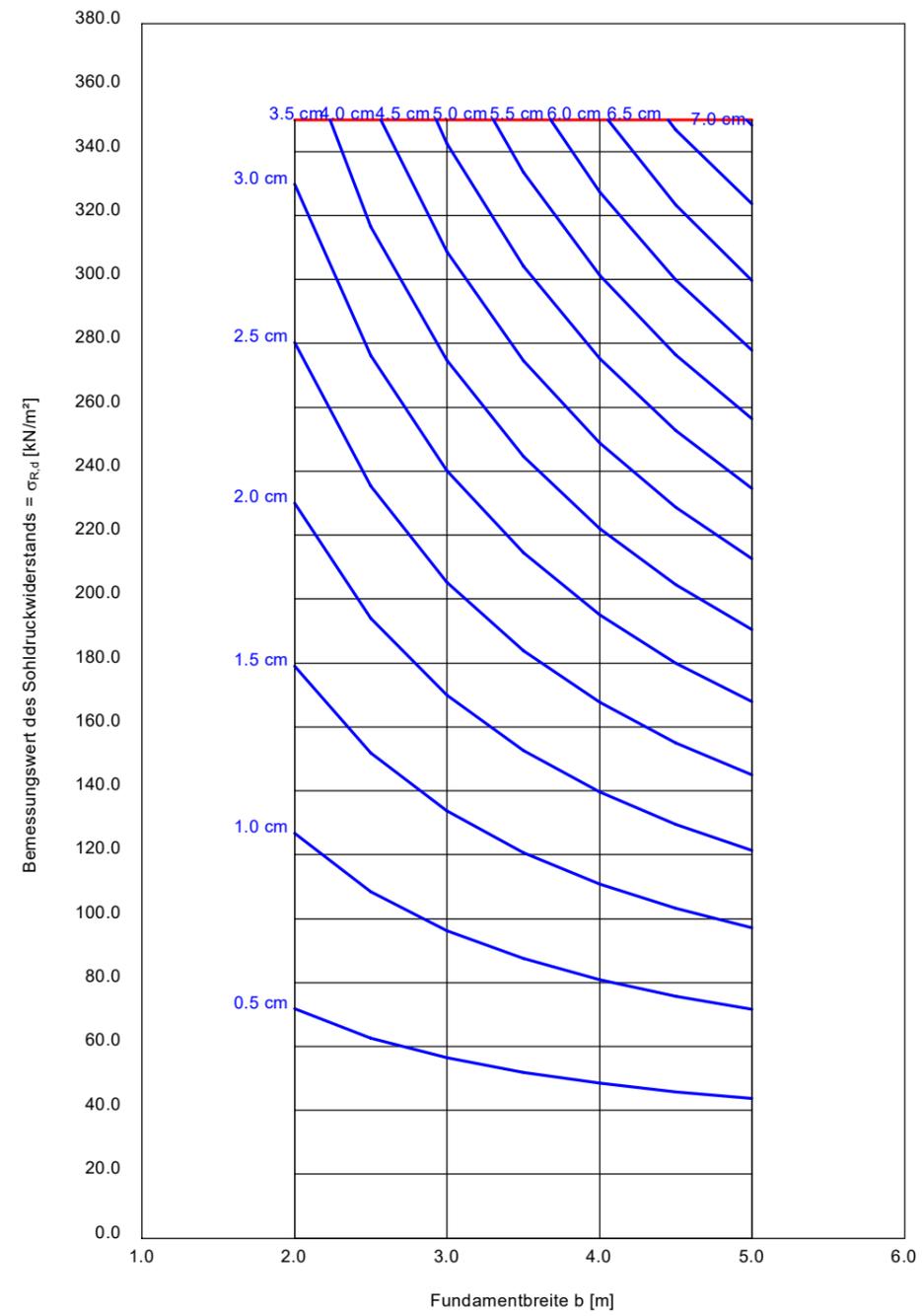
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 350.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 15.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

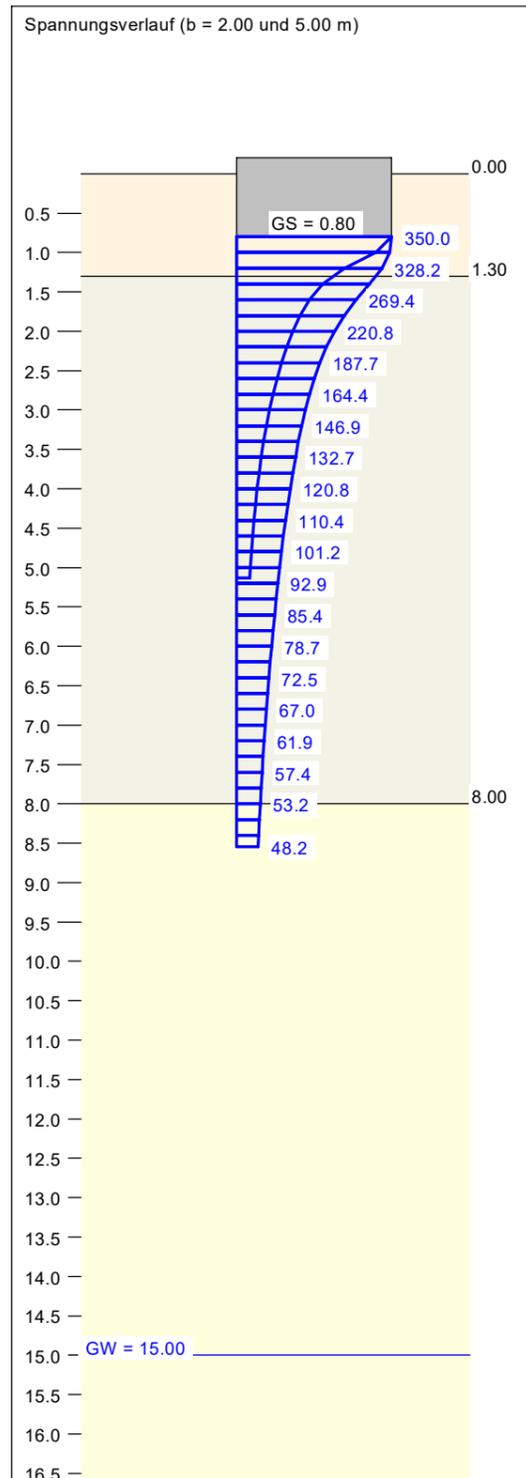
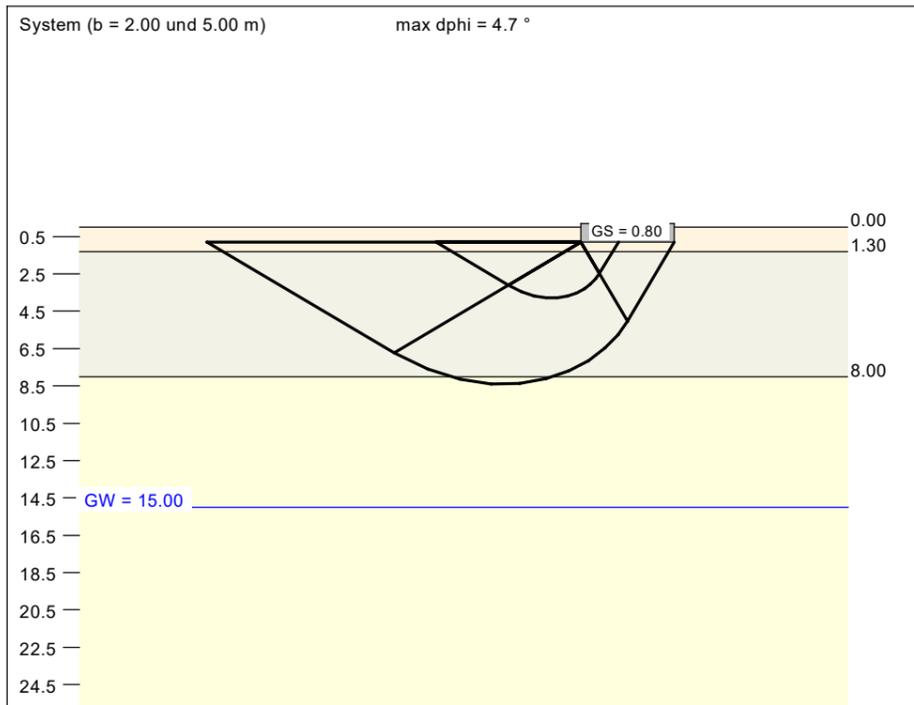
— Sohldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
2.00	2.00	350.0	1400.0	245.6	3.21	27.5	10.00	20.00	15.90	5.11	3.71	7.7
2.50	2.50	350.0	2187.5	245.6	3.92	27.5	10.00	20.00	15.90	5.79	4.44	6.3
3.00	3.00	350.0	3150.0	245.6	4.61	27.5	10.00	20.00	15.90	6.41	5.16	5.3
3.50	3.50	350.0	4287.5	245.6	5.28	27.5	10.00	20.00	15.90	6.98	5.89	4.6
4.00	4.00	350.0	5600.0	245.6	5.94	27.5	10.00	20.00	15.90	7.52	6.62	4.1
4.50	4.50	350.0	7087.5	245.6	6.57	27.5	10.00	20.00	15.90	8.03	7.35	3.7
5.00	5.00	350.0	8750.0	245.6	7.03	28.3	8.43	19.99	15.90	8.52	8.27	3.5

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	120.0	0.00	Tragschicht
	20.0	11.0	27.5	10.0	10.0	0.00	Schluff
	19.0	10.0	32.5	0.0	120.0	0.00	Sand



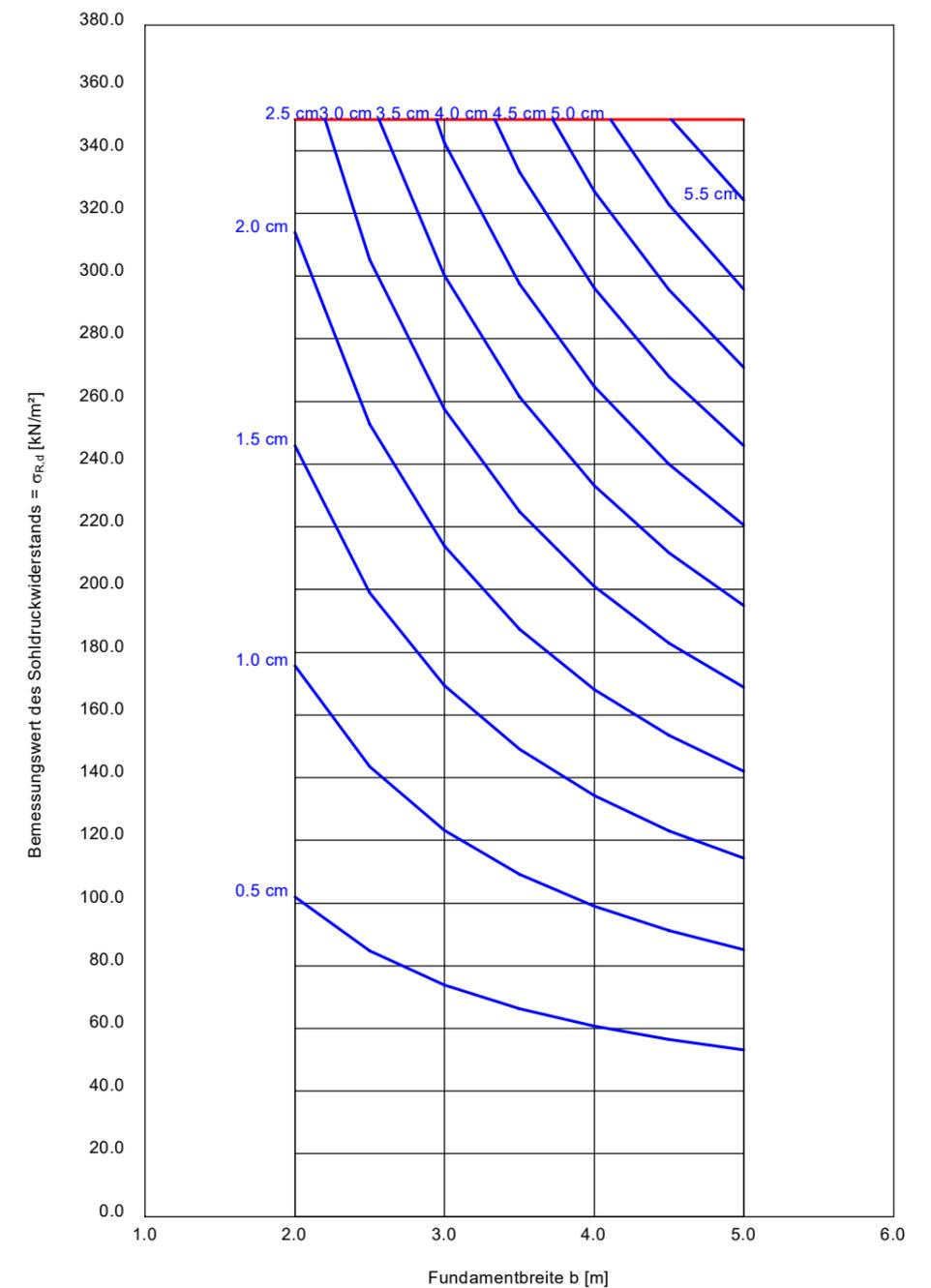
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 350.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 15.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
2.00	2.00	350.0	1400.0	245.6	2.27	28.2	8.69	19.75	15.20	5.13	3.78	10.8
2.50	2.50	350.0	2187.5	245.6	2.93	28.0	8.95	19.80	15.20	5.81	4.51	8.4
3.00	3.00	350.0	3150.0	245.6	3.59	28.0	9.12	19.83	15.20	6.43	5.23	6.8
3.50	3.50	350.0	4287.5	245.6	4.24	27.9	9.25	19.85	15.20	7.01	5.96	5.8
4.00	4.00	350.0	5600.0	245.6	4.88	27.8	9.34	19.87	15.20	7.55	6.68	5.0
4.50	4.50	350.0	7087.5	245.6	5.49	27.8	9.41	19.88	15.20	8.05	7.41	4.5
5.00	5.00	350.0	8750.0	245.6	5.94	28.7	7.68	19.89	15.20	8.54	8.39	4.1

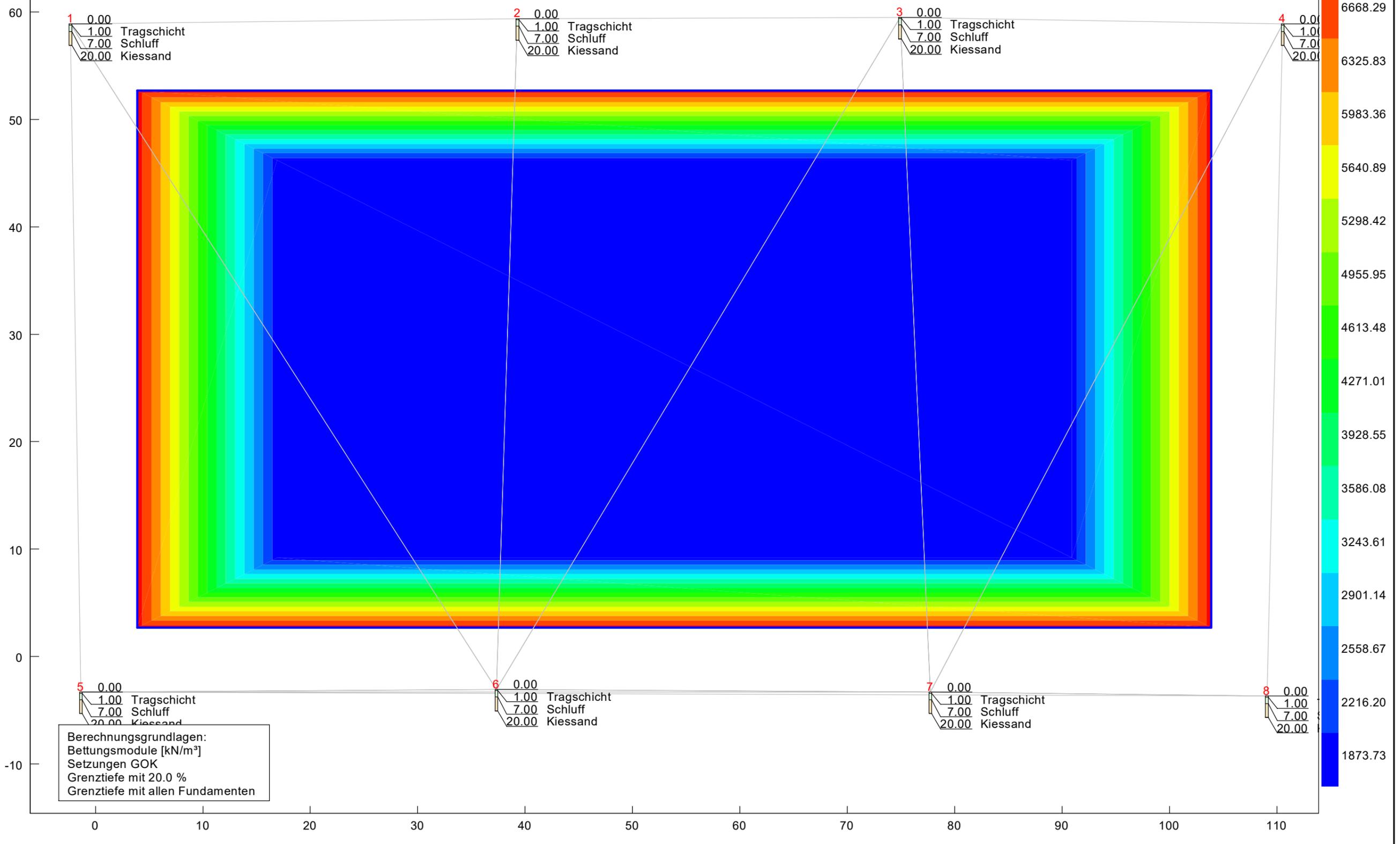
$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Anlage 6

Bettungsmodul
Bodenplatte

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.00	120.00	0.000	Tragschicht
	19.00	12.00	0.000	Schluff
	18.00	120.00	0.000	Kiessand



Berechnungsgrundlagen:
 Bettungsmodul [kN/m³]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %
 Grenztiefe mit allen Fundamenten