

Ingenieurteam GmbH Rösrather Straße 571 in 51107 Köln

BBF Opladen GmbH & Co. KG
Füssenichstraße 53c

50126 Bergheim

Projektnummer: 21K102P055
Köln, den 20.09.2021

BV Sandstraße in Leverkusen (Opladen)
Bericht zur Baugrunderkundung (1. Fortschreibung)

1 Allgemeine Projektdaten

1.1 Lage/Situation

Auf einem unbebauten Grundstück in der **Sandstraße in Leverkusen (Gemarkung: Opladen, Flur 1, Flurstück 1045)** soll ein neues unterkellertes Mehrfamilienhaus errichtet werden. Wir erhielten den Auftrag, für das o.g. Projekt eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und ein Gutachten zur Gründung / Geotechnik zu erstellen. Hierzu wurde bereits ein Bericht mit Datum vom 23.03.2021 von uns vorgelegt. Darin sind 2 verschiedene Konzepte für das UG inkl. Doppelparker berücksichtigt. Nun wurde sich für ein Konzept ohne Doppelparker entschieden, weshalb eine Fortschreibung des damaligen Berichts erforderlich ist.

Die Beurteilung evtl. im Boden vorhandener Schadstoffe oder Fremdanteile ist in einer separaten Stellungnahme dargestellt.

1.2 Unterlagen

Es wurden uns die folgenden, aktualisierten Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- | | | |
|----------------|---------------|-------------------|
| • 1 Lageplan | Maßstab 1:200 | Übergabe: 09/2021 |
| • 4 Grundrisse | Maßstab 1:100 | Stand: 06/2021 |
| • 2 Schnitte | Maßstab 1:100 | Stand: 08/2021 |
| • 4 Ansichten | Maßstab 1:100 | Stand: 08/2021 |

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 Leverkusen (4907) | | Maßstab 1:25.000 | Stand 1911 |
| • 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:

- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben, DGGT, 5. Auflage 2013
- 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/>)

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Die folgenden Geländearbeiten wurden durchgeführt am 24.02.2021:

8 Rammkernsondierungen RKS bis max. 7,1 m unter Gelände

Alle Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen sind in den Anlagen dargestellt.

Die entnommenen Bodenproben aus dem gewachsenen Lehm wurden dem chem. Labor zur **abfalltechnischen Untersuchung** eingereicht. Wir verweisen hierzu auf unsere gesonderte Stellungnahme.

2 Untersuchungsergebnisse

2.1 Gelände

Das Gelände ist relativ eben ausgebildet. Nach den uns vorliegenden topografischen Karten liegt die mittlere Geländehöhe bei ca. 73,5 mNHN.

2.2 Geologie

Im Untergrund stehen Sande und Kiessande der Mittelterrasse des Rheins über Sandablagerungen aus dem Tertiär an. Darüber lagern Hochflutablagerungen, welche sich aus sandigen Schluffen und schluffigen Sanden zusammensetzen. Den Abschluss nach oben bildet der durch Ackerbau überprägte humose Oberboden.

Nach DIN EN 1998-1/NA in Zusammenhang mit der vorliegenden Karte der Erdbebenzonen liegt das Grundstück (Gemarkung: Opladen) in der Erdbebenzone 0. 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.

2.3 Grundwasser

Das zu bebauende Grundstück befindet sich außerhalb von Trinkwasserschutzzonen.

Das Grundwasser wurde in den von uns durchgeführten Sondierungen vereinzelt in Tiefen zwischen 1,6 (RKS 2) und 3,90 (RKS 1) m unter Gelände erreicht. Im überwiegenden Teil der Sondierungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Zur Festlegung eines für die Standzeit des Gebäudes relevanten Bemessungswasserstands ist darüber hinaus die Auswertung zusätzlicher Datenquellen erforderlich.

Aus der uns vorliegenden Grundwassergleichenkarte ergibt sich ein Grundwasserstand bei ca. 70 mNHN. Dies entspricht einem Grundwasserflurabstand von ca. 3,0 m. Dieser Wasserstand wurde bei der Erstellung des Kartenwerks rechnerisch ermittelt und kann auch deutlich überschritten werden.

Fazit:

Der bislang höchste dokumentierte Grundwasserstand liegt bei ca. 70,0 mNHN = 3,0 m unter Gelände. Bei den Geländeuntersuchungen wurden vereinzelt Grundwasserstände bis 1,6 m unter Gelände gemessen, was einem Wasserstand bei ca. 72 mNHN entspricht.

Insbesondere aufgrund des begrenzten Beobachtungszeitraumes (Momentaufnahme während der Sondierungsarbeiten) können auch höhere Wasserstände, wenn auch seltener, nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Unter Berücksichtigung eines angemessenen Sicherheitszuschlages von + 1,0 m ergibt sich für das BV damit ein **Bemessungsgrundwasserstand** von

$$\text{HGW} = 73,0 \text{ mNHN}$$

= 0,5 m unter mittlerer GOK.

Es muss sich hierbei nicht um einen großflächigen und zusammenhängenden Grundwasserkörper handeln. Es können auch einzelne Schicht- und Stauwasserlinsen vorhanden sein. Für die Abdichtung des Baukörpers ist der Unterschied unerheblich, nicht jedoch für eine evtl. erforderliche Wasserhaltung. Es wird daher dringend angeraten die Grundwassersituation im Baggerschurf weiter zu erkunden.

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 humoser Boden

Der humose Boden (durch Ackerbau überprägt) reicht etwa 0,50 m unter Gelände. Da es sich um umgelagertes Material handelt, entspricht das Material nicht der Bodenklasse 1 nach DIN 18.300-2012. Es können Fremddanteile enthalten sein.

3.2 Schluff

Unter dem humosen Boden folgen bis zwischen 0,5 m (RKS 3) und 3,1 m (RKS 4) unter GOK sandige Schluffe. Die Schluffe zeigen überwiegend steife 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 - 10	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.

3.3 Kiessand

Unter dem Schluff folgen bis zwischen 2,1 m (RKS 1) und 3,9 m (RKS 3) kiesige Sande der Mittelterrasse des Rheins.

Es handelt sich um eine überwiegend mitteldicht gelagerte Abfolge von Sanden mit Kiesanteilen in örtlich wechselnder Zusammensetzung. Hohe oder überwiegende Kiesanteile sind erst mit zunehmender Tiefe vorhanden. Es können auch schluffige und steinige Lagen auftreten.

Wichte:	19 – 20	kN / m ³
Reibungswinkel:	32,5 - 35	°
Kohäsion c':	0	kN / m ²
Steifemodul Es:	55 – 65	MN / m ²
Bodenklasse DIN 18.300-2012:	3, ggf. 4	

3.4 Feinsand

Unter den Kiessanden der Mittelterrasse folgen bis zur Endteufe der Sondierungen leicht schluffige Feinsande aus dem Oberoligozän (Tertiär). Es handelt sich um eine überwiegend mitteldicht gelagerte Abfolge von sehr homogen aufgebauten gleichförmigen Feinsanden mit untergeordnetem Schluffanteil.

Wichte:	19 – 20	kN / m ³
Reibungswinkel:	30,0 – 32,5	°
Kohäsion c':	0 - 2	kN / m ²
Steifemodul Es:	45 – 55	MN / m ²
Bodenklasse DIN 18.300-2012:	3, ggf. 4	

3.5 Zusammenfassung Schichtenprofile:

	Höhe Ansatzpunkt [mNHN]	Schluff [bis m u.GOK]	Kiessand [bis m u.GOK]	Feinsand [ab m u.GOK]	Endtiefe [m u.GOK]	Grundwasser [m u.GOK]
RKS 1	73,37	1,3	2,1	2,1	4,1	3,90
RKS 2	73,51	1,2	3,5	3,5	4,1	1,6
RKS 3	73,76	0,5	3,9	3,9	5,0	-
RKS 4	73,53	3,1	-	3,1	7,1 (KBF)	-
RKS 5	73,73	0,9	2,5	2,5	5,1	-
RKS 6	73,86	1,3	3,5	3,5	5,0	2,95
RKS 7	73,90	1,0	3,1	3,1	4,0	2,05
RKS 8	73,37	0,8	2,2	2,2	4,0	

KBF = kein weiterer Bohrfortschritt

4 Homogenbereiche

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

Parameter	A1	B	C	D
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Schluff	Kiessand	Feinsand
Kornverteilung in % U+T S G	k.A.	50 - 80 10 - 40 0 - 1	0 - 10 20 - 80 0 - 80	0 - 10 20 - 90 0 - 1
Massenanteil in % Steine > 63mm/ Blöcke > 200mm/ große Blöcke > 630mm	0 0 0	0 0 0	0 - 10 0 - 5 0 - 1	0 0 0
Dichte, erdfeucht in g/cm³	k.A.	1,7 - 1,9	1,8 - 2,1	1,8 - 2,1
undränierete Scherfestigkeit in kN/m²	k.A.	15 - 200	k.A.	k.A.
Abrasivität	k.A.	schwach	abrasiv - extrem	abrasiv - extrem
Wassergehalt in %	k.A.	18 - 30	5 - 10	5 - 10
Glühverlust in %	k.A.	0 - 5	0	0
Plastizitätszahl Ip Konsistenzzahl Ic = Konsistenz	k.A.	5 - 15 0,5 - 1 weich bis halbfest	k.A.	k.A.
Lagerungsdichte	k.A.	k.A.	0,4 - 0,8 locker bis dicht	0,4 - 0,8 locker bis dicht
Durchlässigkeit	k.A.	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵
Bodengruppe DIN 18196	OH	TM, UL, UM, SU	SW, SE, SI, GW, GI	SW, SE, SI
Bodenklasse DIN 18.300 alt	1	4, nass 2	3 + 5	3 + 4

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

Auf Grund der möglichen hohen Grundwasserstände und der damit verbundenen Notwendigkeit einer entsprechend sicheren Bauwerksabdichtung empfehlen wir im vorliegenden Fall die Ausbildung des Kellers/Tiefgarage als „weiße Wanne“ und damit eine Gründung über eine tragende Bodenplatte.

5.3 Gründung über elastisch gebettete Bodenplatte (tragend)

Unterhalb der Bodenplatte ist dann eine mindestens 40 cm dicke Tragschicht vorzusehen. Die Tragschicht muss allseitig mindestens 40 cm über den Rand der Bodenplatte hinausreichen.

Zur Bemessung der Platte kann auf der Tragschicht dann ein mittleres

Bettungsmodul von $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$

angesetzt werden. Für die Randbereiche der Bodenplatte kann das Bettungsmodul um den Faktor 1,5 erhöht werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich beim Bettungsmodul nicht um einen Bodenkennwert, sondern um eine Fundament- und lastabhängige Größe handelt.

6 Bauausführung

6.1 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. Soweit auf der OK Tragschicht der Nachweis eines bestimmten Verformungsmoduls (Lastplattendruckversuch) vorgesehen ist, sollte u.a. aus Gründen der Gewährleistung bereits das Rohplanum geprüft werden, wobei auf einem bindigen Planum ein E_{v2} -Wert von 45 MPa nachzuweisen ist. Kann der Wert hier nicht nachgewiesen werden, besteht frühzeitig die Möglichkeit, geeignete weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit einzuleiten.

Bei bindigem Planum und anhaltend nasser Witterung wird an der Basis der Tragschicht die Verlegung eines Geotextils der Robustheitsklasse RBK II = min. 200g/m² empfohlen.

Die Auffüllung / Tragschicht ist aus weitgestuftem verdichtungsfähigem Material der Körnung 0/32 oder 0/45 einzubauen, wobei der 0-Anteil max. 10 % betragen darf. Soweit die Tragschicht frostsicher sein soll, darf der Feinkornanteil max. 5% betragen und es ist vom Lieferanten ein entsprechendes AKTUELLES Prüfzeugnis vorzulegen.

Als Tragschichtmaterial geeignet ist auf Grund der deutlich besseren Verdichtbarkeit gebrochenes Material 0/45 (Naturschotter, Mineralgemisch). Aus bodenmechanischer Sicht ist auch RCL Material 0/45 geeignet.

Der Einbau von RCL Material ist 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 Mineralgemisch erreichen.

Es ist aber darauf hinzuweisen, dass auch RCL I Material, welches mit einer wasserrechtlichen Erlaubnis eingebaut wird, bei einem eventuellen zukünftigen Rückbau in der abfalltechnischen Bewertung gegebenenfalls in eine ungünstige Deponieklasse zu stellen wäre.

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.

Auf der OK Tragschicht muss der Verdichtungserfolg durch Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden.

Dabei ist auf der OK Tragschicht ein Verformungsmodul $E_{v2} > 80 \text{ MPa} = E_{v\text{dyn}} > 40 \text{ MPa}$ zu erreichen. Soweit von anderer Seite ein höherer Verformungsmodul gefordert wird, ist dieser maßgebend.

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.

6.2 Aushub, Entsorgung, Analytik

Die beim Aushub anfallenden Bodenklassen sind oben aufgeführt.

Zur abfalltechnischen Bewertung der beim Aushub oberflächennah anfallenden Schluffe wurde eine chem. Analytik veranlasst. Wir verweisen hier auf unsere gesonderte Stellungnahme.

Aufgrund praktischer und gelebter Erfahrung, welche sich in jüngster Vergangenheit aus den Forderungen / Anforderungen Dritter ergeben haben, bitten wir die nachfolgenden Hinweise zur Vermeidung von Stillständen und Mehrkosten gleich zu Beginn der Aushub- / Erdarbeiten dringend zu beachten:

- Hinsichtlich der zeitlichen Abhängigkeiten der chem. Analytik ist auch zu beachten, dass diese von der Deponie oftmals nicht mehr anerkannt werden, wenn sie älter als 6 Monate sind.
- Die entnommenen Proben werden bei uns bis 6 Monate nach den Sondierarbeiten eingelagert und dann ohne besondere Ankündigung entsorgt.

- Die Laborlaufzeit für eine Analytik beträgt rund 2 Wochen.
- Für Rückfragen / weitere Beratung zu diesem leider zunehmend komplexer werdenden Themenkreis stehen wir gerne bereit

6.3 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).

Soweit spätere Setzungen / Sackungen ausgeschlossen werden sollen, muss die Verfüllung mit weitgestuftem nichtbindigem Kiessand 0/32 der Bodengruppe GW DIN 18.196 (diese Bezeichnung ist genau so auch in Ausschreibungstexten/Leistungsverzeichnissen zu verwenden) erfolgen. Die Verfüllung ist lagenweise (Schüttlagen: 30 cm) einzubauen und zu verdichten. Auch die nichtbindigen Anteile des hier ausgehobenen Kiessandes können bei getrenntem Aushub und Zwischenlagerung zur Wiederverfüllung verwendet werden. Das Material ist in diesem Fall vor Niederschlägen / Nässe zu schützen. Der Einbau kann nur in max. erdfeuchtem Zustand erfolgen.

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 $Ev2 > 80$ MPa nachzuweisen.

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.

Im schluffigen Feinsand sind die Gründungssohlen der Fundamente unmittelbar nach Aushub mit Beton abzudecken.

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

6.4 Bauzeitliche Böschungen

Unter Beachtung der DIN 4124 müssen über die gesamte Baugrubenhöhe bindiges Material (Schluff) mit 60° und rolliges Material (Sand / Kiessand) mit 45° geböscht werden. Dies gilt nur für Material im erdfeuchten Zustand. Da der Schluff nur rund 1 m mächtig ist, empfehlen wir, einen einheitlichen Böschungswinkel von 45° vorzusehen.

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.

Zwischen Kranfundamenten und Böschungsrand muss ein Mindestabstand von 2 m eingehalten werden. Auch bei Einhaltung dieses Mindestabstands bleibt für das Kranfundament ein Grundbruchnachweis erforderlich.

Die Böschungen sind gegen Erosion durch Oberflächenwasser zu schützen.

6.5 Verbau

Sofern bei unterkellelter Bauweise auf dem zu bebauenden Grundstück frei geböscht werden soll, ist im Kiessand in erster überschlägiger Betrachtung eine Böschungsbreite entsprechend der Baugrubentiefe zzgl. 0,5 m Arbeitsraumbreite erforderlich. Bei einer Baugrubentiefe von 4,0 m ist im Kiessand demnach z.B. ein Abstand zwischen Kelleraußenwand und Böschungskrone von $b \geq 4,5$ m einzuhalten.

Weiterhin muss, um auf einen Verbau verzichten zu können, oberhalb der Böschung ein mind. 2 m breiter lastfreier Streifen vorhanden sein, d.h. es darf dort kein Gebäude stehen oder eine Garagenzufahrt o.ä. vorhanden sein. Befindet sich ein nichtunterkellertes Gebäude in einem Abstand von weniger als 3 m zur Böschungskrone, ist eine objektbezogene Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Da die Böschungskrone südlich bis auf das Nachbargrundstück reicht und sowohl westlich als auch östlich zumindest in Teilbereichen die genannten Abstände unterschritten werden, ist in diesen Abschnitten die Anordnung eines Verbaus erforderlich.

Bemessung und Ausführung des Verbaus müssen nach EAB (Regelwerk „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrube in akt. Fassung“) erfolgen. 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.

Bei Auffüllungen sind für das Einbringen der Verbauträger / Spunddielen Bedarfspositionen zur Hindernisbeseitigung abzufragen. Im Kiessand müssen ggf. Lockerungsbohrungen vorgesehen werden.

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.

6.6 Unterfangung

Nach den vorliegenden Unterlagen werden Maßnahmen zur Unterfangung nicht erforderlich.

6.7 Wasserhaltung

Für die Dauer der Bauzeit ist ggf. eine Wasserhaltung erforderlich.

Wenn sich aus den in Kap. 2.3 empfohlenen Baggerschürfen ergibt, dass sich hier nur begrenzte linsenförmige Schichten- oder Stauwasserlinsen befinden, ist hierfür voraussichtlich eine offene Wasserhaltung ausreichend. Hierzu sind entsprechende Gräben und Pumpensümpfe vorzusehen. Wasserstand und -anfall sind dann auch von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen abhängig.

Tritt aus der Böschung Schichtenwasser aus, so muss diese entsprechend abgeflacht und durch ein Schwerkraftfilter gesichert werden (Filtervlies mit Kiesabdeckung).

Im ungünstigen Fall eines durchgehend hohen Grundwasserhorizontes wird jedoch eine aufwändigere Wasserhaltung erforderlich.

Unabhängig vom Verfahren gilt hierfür generell:

Bezogen auf den Wasserstand am Tag der Geländearbeiten muss das Wasser dann um bis zu ca. 4 m abgesenkt werden. Dies ist rel. viel und kann nur bei fachgerechter Ausführung erreicht werden. Zudem

ist aus dem gut durchlässigen Kiessand mit hohem Wasserandrang zu rechnen. Die Arbeiten sind daher nur an ein Unternehmen mit entsprechender Erfahrung zu beauftragen.

Jede Wasserhaltung bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis, welche bei der zuständigen Behörde zu beantragen ist. Hierzu ist die Wasserhaltung zu planen, zu bemessen und darzustellen. Der Einfluss der Wasserhaltung auf die umliegende Bebauung und die Vegetation muss untersucht und bewertet werden (das ist in der Regel eine Auflage der Behörde). Es muss geklärt werden, wohin das geförderte Wasser abgeleitet werden kann. Eine Einleitung in den Kanal ist kostenpflichtig. Allein für dieses Verfahren sind 4 bis 6 Wochen zu veranschlagen. Mit der Wasserhaltung darf erst begonnen werden, wenn die Erlaubnis vorliegt.

Die Wasserhaltung muss den Aushubarbeiten vorausseilen. Nur dann ist sichergestellt, dass der Wasserspiegel soweit abgesenkt ist, dass der Aushub „im trockenen“ erfolgt. Zwischen Inbetriebnahme der Wasserhaltung und Beginn der Aushubarbeiten sollte min. 1 Woche liegen.

Das Wasser muss gepumpt werden, Pumpen machen Lärm. Auch nachts und am Wochenende. Abschalten kann man sich nicht (jedenfalls dann nicht, wenn die Baugrube trocken bleiben soll). Bei Bedarf müssen daher entsprechend leise Pumpen vorgesehen werden oder sie müssen eingehaust werden.

Im Regelfall werden die Pumpen elektrisch betrieben. Es muss somit geklärt werden, was geschieht, wenn der Strom ausfällt: redundante Notstromversorgung (kann man mieten/organisieren, teuer) oder kontrolliertes Fluten der Baugrube (vorzugsweise so, dass der Keller nicht aufschwimmt)

Grundsätzlich kommen im vorliegenden Fall auf Grund der geologischen Gegebenheiten für die Wasserhaltung nur Vakuumlanzen in Frage.

Vakuumlanzen (werden im 1,5 m Abstand rund um die Baugrube eingespült und saugen das Wasser aus dem Boden), die zudem den Vorteil haben, hinter der Baugrubenböschung zu liegen, sodass diese mit trocken gehalten wird. Nachteil: Das Verfahren benötigt Platz (vorher zu Prüfen) und die Baugrube ist allseitig von den Lanzen umschlossen.

Die Absenkung muss bis 0,5 m unter Baugrubensohle reichen und darf erst beendet werden, wenn eine ausreichende Auflast vorhanden ist. Vor Beginn der Absenkung ist an setzungsgefährdeten Bauten im Bereich des Absenktrichters eine Beweissicherung durchzuführen.

6.8 Baukran

Soweit der Baukran im schluffigen Feinsand / Schluff aufgestellt wird, kann für die Kranfundamente bei einer maximalen Fundamentbreite von 2 m und einer Mindesteinbindetiefe von 50 cm ein zulässiger Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ (EC-7, aktueller Nachweis) von 350 kN/m² 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 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.

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.

6.9 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
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	

Begründung der Einordnung und Hinweise zu Ausführung:

Der höchste nicht auszuschließende Grundwasserstand liegt bei 73,0 mNHN. Dieser Wasserstand ist auch als Bemessungswasserstand für die Auftriebssicherung zugrunde zu legen.

7 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.

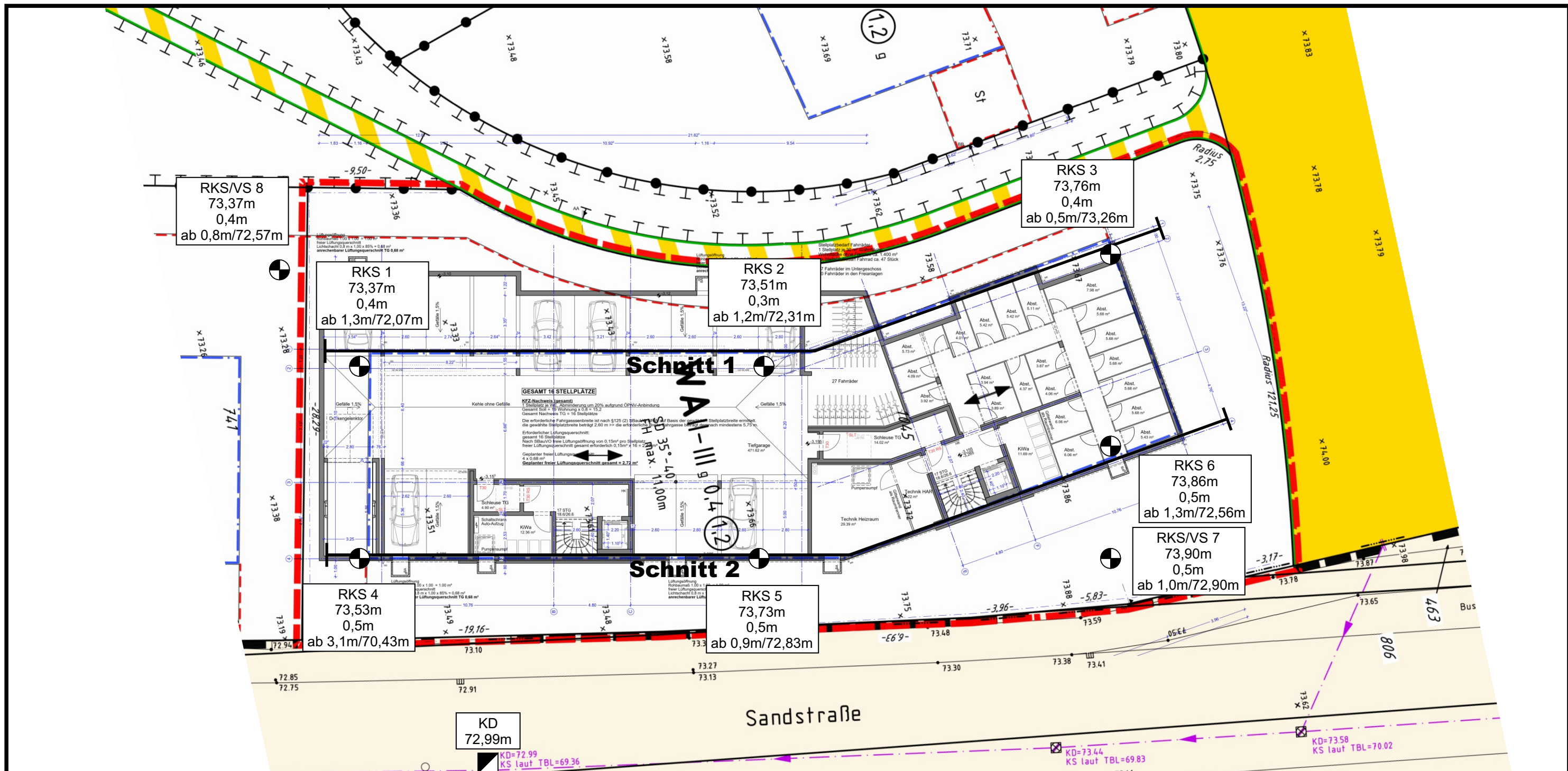
Aufgestellt am 20.09.2021

**Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker
Baugrund GmbH**



Dipl.-Geol. U. Becker

i.A. Dr. H. Meidow



Lageplan

Legende

- RKS = Rammkernsondierung
Höhe Bohransatzpunkte in mNHN
Dicke der Auffüllungen in m
OK Kiessand ab m u. GOK/ in mNHN
- VS = Versickerungsversuch
- KD = Höhenbezugspunkt (Kanaldeckel)
Höhe in mNHN

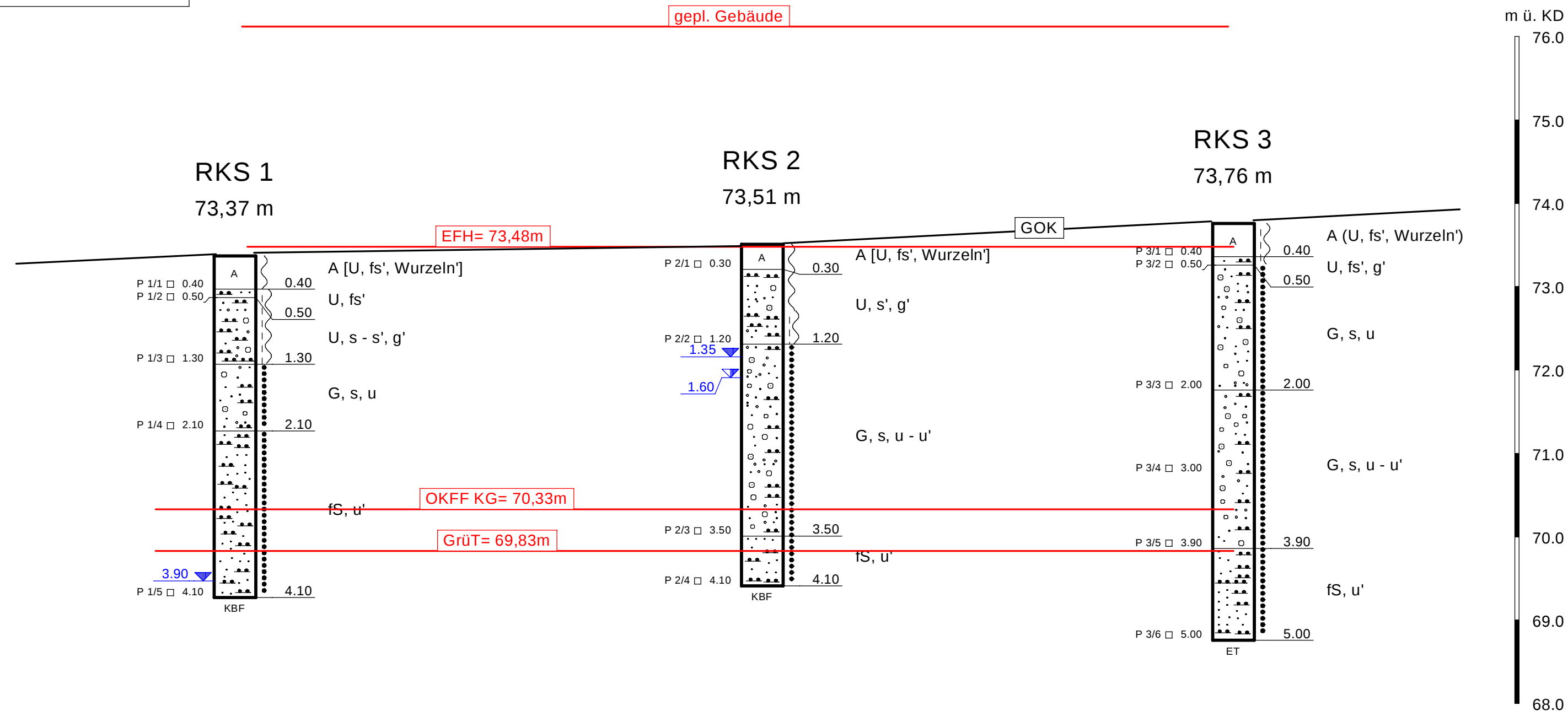
Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen
Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil



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

Maßnahme	Sandstraße 51379 Leverkusen	
Auftraggeber	BBF Opladen GmbH & Co. KG 50126 Bergheim	
Bearbeiter	Meidow	Projekt - Nr.
Gezeichnet	Voß, Diederichs	21K102P055
Datum	20.09.2021	Anlage
Maßstab	1:250	1

Schnitt 1



Legende

	weich - steif		Auffüllung (A)		feinsandig (fs)
	weich		Kies (G)		sandig (s)
	mitteldicht		kiesig (g)		Schluff (U)
			Feinsand (fS)		schluffig (u)

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	Sandstraße 51379 Leverkusen	
Auftraggeber	BBF Opladen GmbH & Co. KG 50126 Bergheim	
Bearbeiter	Meidow	Projekt - Nr.
Gezeichnet	Voß, Diederichs	21K102P055
Datum	20.09.2021	Anlage
Maßstab	Länge: 1:200 Höhe: 1:50	2.1

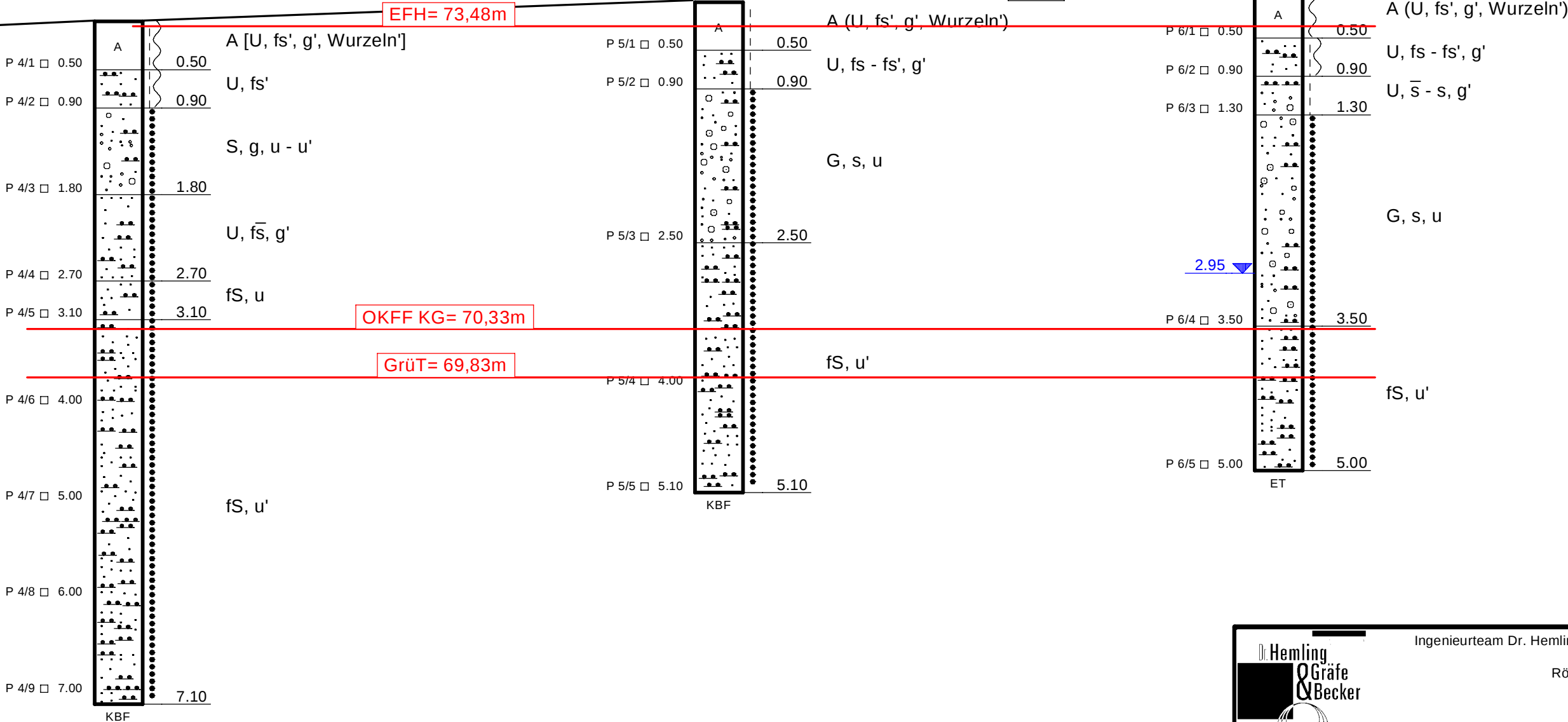
Schnitt 2

gepl. Gebäude

RKS 4
73,53 m

RKS 5
73,73 m

RKS 6
73,86 m



Legende

steif	A	Auffüllung (A)	feinsandig (fs)	schluffig (u)
weich - steif	Kies (G)		Sand (S)	
weich	kiesig (g)		sandig (s)	
mitteldicht	Feinsand (fS)		Schluff (U)	

Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt.

Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen

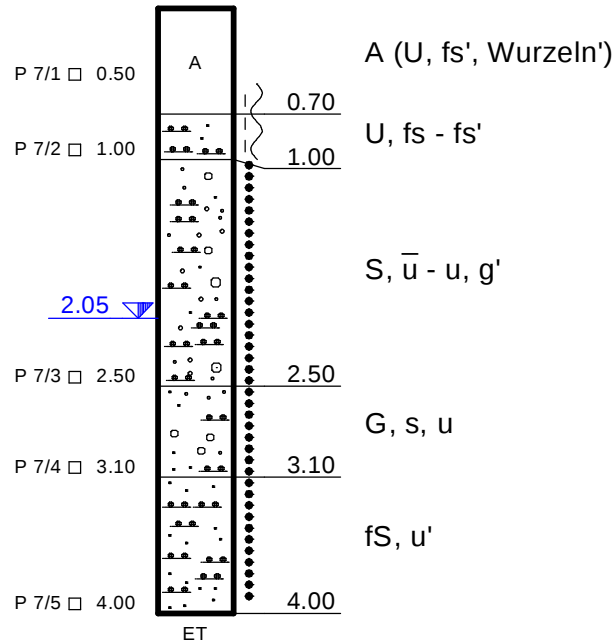
Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt

Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

Dr. Hemling Gräfe & Becker Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH Rösrather Straße 571 51107 Köln Tel.: 0221 / 95 23 915 Mail: post@baugrundkoeln.de		
Maßnahme	Sandstraße 51379 Leverkusen	
Auftraggeber	BBF Opladen GmbH & Co. KG 50126 Bergheim	
Bearbeiter	Meidow	Projekt - Nr.
Gezeichnet	Voß, Diederichs	21K102P055
Datum	20.09.2021	Anlage
Maßstab	Länge: 1:200 Höhe: 1:50	2.2

RKS 7

73,90 m



Legende

	weich - steif		Auffüllung (A)
	mitteldicht		Kies (G)
			kiesig (g)
			Feinsand (fs)
			Sand (S)
			sandig (s)
			Schluff (U)
			schluffig (u)

Umgelagerte Böden werden in eckigen Klammern dargestellt.

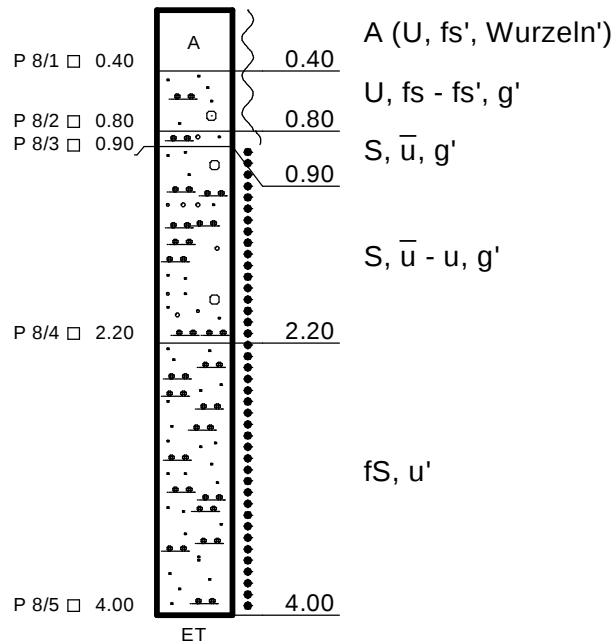
Alle Maße und Höhen sind bauseits zu prüfen
Schichtgrenzen sind interpoliert und nur in den Aufschlußpunkten belegt
Gilt nicht zur Massenermittlung und nur in Verbindung mit dem Textteil

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

Maßnahme	Sandstraße 51379 Leverkusen	
Auftraggeber	BBF Opladen GmbH & Co. KG 50126 Bergheim	
Bearbeiter	Meidow	Projekt - Nr. 21K102P055
Gezeichnet	Voß	
Datum	15.03.2021	Anlage 2.3
Maßstab	Höhe: 1:50	

RKS 8

73,37 m



Legende

	weich - steif		Auffüllung (A)
	weich		kiesig (g)
	mitteldicht		Feinsand (fs)
			Sand (S)
			Schluff (U)
			schluffig (u)

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

Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH Rösrather Straße 571 51107 Köln Tel.: 0221 / 95 23 915 Mail: post@baugrundkoeln.de		
Maßnahme	Sandstraße 51379 Leverkusen	
Auftraggeber	BBF Opladen GmbH & Co. KG 50126 Bergheim	
Bearbeiter	Meidow	Projekt - Nr. 21K102P055
Gezeichnet	Voß	
Datum	15.03.2021	Anlage 2.4
Maßstab	Höhe: 1:50	