



BV „Mehr Wohnen in der Mitte“, Karlsruhe

Teil 1: Baugrunderkundung und Gründungsberatung

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung	- 3 -
2 Unterlagen	- 3 -
3 Bestandssituation und Beschreibung der Baumaßnahme	- 3 -
4 Geologie	- 4 -
5 Durchgeführte Untersuchungen	- 5 -
6 Baugrund	- 5 -
6.1 Beschreibung	- 5 -
6.2 Klassifizierung und bodenmechanische Bodenkenngößen	- 7 -
7 Grundwasser	- 9 -
8 Wasserhaltung / Entwässerung:	- 11 -
8.1 Haus B und Haus C.....	- 11 -
8.2 Häuser A und D bis I	- 12 -
9 Geotechnische Empfehlungen zur Gründung der Tiefgarage / Wohnhäuser - 13 -	
9.1 Allgemeines	- 13 -
9.2 Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte	- 13 -
9.2.1 Häuser B und C	- 13 -
9.2.2 Haus A, D bis I	- 14 -
9.2.3 Nicht überbaute Untergeschosse	- 15 -
9.3 Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten	- 15 -
10 Baugrubenböschung	- 16 -
10.1 Haus B und D	- 16 -
10.2 Haus A, D bis I	- 18 -
11 Baugrubenverfüllung	- 18 -
12 Bauwerksabdichtung / Bauwerksdränungen	- 18 -
13 Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens	- 19 -
14 Sicherung der Bestandsbebauung	- 20 -

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1	Auszug aus der topografischen Karte mit Lage der Baumaßnahme
Anlage 2	Auszug aus der geologischen Karte mit Lage der Baumaßnahme
Anlage 3	Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte
Anlage 4	Zeichnerische Darstellung der Schichtenprofile der Aufschlüsse
Anlage 5	Ergebnisse der Bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage 6	Analysebericht der chemischen Grundwasseruntersuchung

1 Veranlassung

Die Volkswohnung GmbH (VoWo) plant den Neubau von 9 Wohnhausanlagen inkl. Unterkellerung / Tiefgarage.

Unser Büro wurde von der VoWo am 18.07.2018 mit der Baugrunderkundung und Gründungsberatung beauftragt.

Grundlage der Beauftragung ist unser Angebot Nr. 18S 376 vom 30.05.2018.

Inhalt der gutachterlichen Stellungnahme ist Teil 1 des Angebotes, die Darstellung und Auswertung der Baugrunderkundung, Beurteilung der Versickerungsfähigkeit und das Erarbeiten von Empfehlungen zur Gründung der geplanten Baumaßnahme.

2 Unterlagen

- [1] Grundrisse, Ansichten (teilweise), Schnitte (teilweise), Lehen drei Architektur Stadtplanung, Feketics . Schuster . Gbr, 70176 Stuttgart, diverse Maßstäbe, 27.10.2017
- [2] Geotechnischer Bericht „BV Rintheim, Forststraße 9 – 21a“, Umwelt- und geotechnische Untersuchungen, Ingenieurbüro Roth und Partner GmbH, Karlsruhe, 20.10.2014

3 Bestandssituation und Beschreibung der Baumaßnahme

Das Areal der geplanten Baumaßnahme liegt im Osten von Karlsruhe, südöstlich des Hauptfriedhofes, zwischen der Kreuzung Haid- und Neu-straße / Hirtenweg und Staudenplatz (südlich der Heilbronner Straße).

Das Areal liegt in einer Höhenlage von ca. 114,32 – 115,15 m NHN nahezu eben vor.

Das Baufeld erstreckt sich ca. 180 m in Nord-Süd-Richtung und ca. 60 m in Ost-West-Richtung.

Das Areal ist mit einer Grasnarbe und teilweise mit Bäumen und Sträuchern bewachsen. Im Bereich des Staudenplatzes sind die Geländeoberflächen mit Pflaster und Asphalt versiegelt. Im Süden und Norden des Baufeldes bestehen Gebäude, welche im Vorfeld der Baumaßnahme zurückgebaut werden müssen.

Geplant ist der Neubau von 9 Wohnhausanlagen (Haus A bis Haus I) mit 5 – 7 Geschossen inkl. Unterkellerung/Tiefgarage. Die Wohnhausanlagen besitzen Grundrissabmessungen von 11 x 32 m bis 15 x 29 m.

Der Grundriss der Unterkellerungen/Tiefgaragen der Häuser A, D bis I besitzt Abmessungen von 32 m bis 53 m x 36 m bis 47 m. die Grundrisse der Unterkellerungen und Tiefgaragen sind demnach wesentlich größer als die Grundrisse der Häuser. Der Grundriss der Tiefgarage/Unterkellerung ragt demnach über den Grundriss der Wohnhausanlagen hinaus. Die Tiefgaragen/Unterkellerungen sind in diesem Bereich nicht überbaut.

Bei den Häusern B und C entspricht der Grundriss der Tiefgarage/Unterkellerung dem Grundriss der Wohnhausanlagen. Eine Aussparung der Tiefgarage bzw. des Kellergeschosses ist im Bereich der bestehenden Nahwärmeleitung vorgesehen.

In den exemplarischen Schnitten aus [1] ist kein Höhenbezug der Baukote +- 0,00 m und einer NHN Höhe vorhanden. Wir gehen im Folgenden davon aus, dass die Baukote +- 0,00 m einer angenommenen Höhenlage von 114,80 m NHN entspricht. Dies wäre zu prüfen bzw. zu berücksichtigen.

Die Oberkante der Fertigfußböden der Untergeschosse kommt demnach bei Baukote - 2,60 m = 112,20 m NHN (Haus B, Haus C) Baukote -3,55 bis 5,35 m = 111,25 bis 109,45 m NHN (Haus D, Haus E) zu liegen. Schnitte der Häuser A, F, G, H, I liegen nicht vor. Wir gehen davon aus, dass die Tiefenlage der Unterkellerung/Tiefgarage denen der Häuser D und E entspricht. Dies wäre ebenfalls zu prüfen und zu berücksichtigen.

Der Flächeninhalt der vertieften Tiefgaragenbereiche (Parklift für Doppelparker) und deren Lage ist nicht explizit in [1] dargestellt. Wir gehen davon aus, dass ca. 30 – 70 % des UG Grundrisses vertieft hergestellt werden [1].

Das Untergeschoss der Häuser B und C besitzt keine Vertiefungen.

Lastangaben liegen nicht vor. Wir gehen auf dem Niveau Unterkante Bodenplatte Tiefgarage/Unterkellerung von einer mittleren, charakteristischen Flächenlast von 100 – 140 kN/m² aus (20 kN/m² je Stockwerk). Dies wäre vom Statiker zu prüfen. Gegebenenfalls sind unsere Angaben zum Bettungsmodul und Setzungen zu überarbeiten.

4 Geologie

Das Bauprojekt befindet sich auf der östlichen zentralen Grabenscholle des Rheintalgrabens, die im Zusammenhang mit dem Einbruch des Rheintalgrabens im Eozän entstanden ist. Die Entstehung des Rheintalgrabens zeichnet sich durch eine ausgeprägte Bruchtektonik aus, die sich in verschiedenen Abschiebungen äußert.

Die Baumaßnahme liegt auf der östlichen Randscholle des Oberrheingrabens, wie dies die HGK¹ aufweist.

Gemäß der geologischen Kartierung Blatt Karlsruhe Nord (Blatt Nr. 6916, siehe Anlage 2) stehen oberflächennah gering mächtige difluviale Ablagerungen (dos) in Form zum kiesigen Rheinsanden und Flugsanden an. Aus Erfahrungen ist bekannt, dass speziell im Erkundungsbereich oberflächennahe siedlungsbedingte Auffüllungen anstehen können.

¹ Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Raum Karlsruhe – Speyer, Fortschreibung 1986-2005, Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg/Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz, 2007

Diese „Deckschichten“ werden von jungquaternären Kiesen und Sanden der Oberen kiesig-sandigen Abfolge (OksA) und Mittleren sandig-kiesigen Abfolge (MskA) mit Mächtigkeiten bis ca. 18 m u. GOK unterlagert.

Darunter folgt der Festgesteinshorizont des oberen Buntsandsteins (so).

Das Baugebiet liegt in der Erdbebenzone 1. Die geologische Untergrundklasse ist gemäß DIN 4149 der Untergrundklasse S zuzuordnen. Der Baugrund entspricht der Baugrundklasse C.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Im Zeitraum vom 03.08. bis 06.08.2018 wurden von uns

- 10 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 10) bis in eine maximale Tiefe von 10,00 m u. GOK
- 5 schwere Rammsondierungen (DPH 1, DPH 2, DPH 3, DPH 8, DPH 9, im Bereich RKS 1, RKS 2, RKS 3, RKS 8, RKS 9) bis in eine maximale Tiefe von 10,0 m unter GOK
- 1 temporärer 2“ Grundwasserpegel im Bereich der RKS 3 (GWM 3)

abgeteuft.

Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden bodenmechanisch nach DIN EN ISO 14688 angesprochen und sind in Anlehnung an DIN 4023 in Säulenprofilen in der Anlage 4 dargestellt.

Den Aufschlüssen wurden aus jeder verschiedenen Schicht Bodenproben entnommen. Sämtliche Bodenproben wurden organoleptisch untersucht und in unser Labor gebracht. Typische Proben wurden hier bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen (Ergebnisse siehe Anlage 5 ff).

Die Erkundungspunkte wurden auf die bestehenden Wege in der Lage eingemessen und sind in Anlage 3 dargestellt.

6 Baugrund

6.1 Beschreibung

An der Geländeoberkante lagern in den Bereichen RKS 1, RKS 3, RKS 4, RKS 6 bis RKS 10 gewachsene und aufgefüllte Oberböden in einer Mächtigkeit von 0,10 (RKS 1, RKS 4) bis 0,40 m (RKS 6 bis RKS 10). Im Bereich der RKS 6, RKS 7 wurden Ziegelbruchstücke mit einem Anteil von ca. 5 % erkundet. In diesem Bereich ist der Oberboden aufgrund der Fremdbestandteile unseres Erachtens nicht als schützenswert gemäß § 202 BauGB einzustufen.

Im Bereich der RKS 2 ist die Geländeoberkante mit einer 0,06 m starken Asphaltsschicht versiegelt.

Die Oberfläche im Bereich RKS 5 ist mit 0,10 m starken Pflastersteinen versiegelt.

In den Bereichen RKS 1, RKS 2, RKS 4 bis RKS 6 und RKS 8 bis RKS 10 konnten die oberflächennah anstehenden Böden als Auffüllungen definiert werden. Die Auffüllungen reichen bis in Tiefen von 0,65 (RKS 5) bis 1,50 m unter GOK (RKS 2) und bestehen überwiegend aus schwach organischen, schwach schluffigen bis schluffigen, schwach kiesigen bis kiesigen Sanden ([SE], [SU*], [SU/SU*] nach DIN 19196; ein Feinkornanteil von 22,6 M.-% und ein Kieskornanteil von 18 M.-% wurde bei der Probe RKS 1/0,1-1,4 m mittels Nasssiebung ermittelt). Im Bereich RKS 2 und RKS 10 wurden aufgefüllte, schwach schluffige bis schluffige, sandige Kiese ([GU], [GW]) aufgeschlossen. Fremdbestandteile wie Ziegel-, Beton-, Glas-, Naturstein- und Asphaltbruch wurden in den Auffüllungen erkundet. Der Anteil an Fremdbestandteilen wurde auf max. ca. 30 % geschätzt.

Bis auf RKS 3 (0,30 – 0,70 m), hier stehen schwach kiesige, schluffige Sande (SU*) an, folgen unter den Auffüllungen und unter den gewachsenen Oberböden schwach schluffige, schwach bis stark kiesige, Sande (SU, SE, SI; Feinkornanteile von 3,0 – 7,8 M.-% und Kieskornanteile von 3,4 – 38,5 M.-% wurden bei den Proben RKS 1/1,4–2,5 m, RKS 1/1,4-2,5 m, RKS 2/3,6-4,9 m, RKS 3/1,9-3,6m, RKS 4/3,3-5,1m, RKS 10/2,3-3,0 m, mittels Nasssiebung ermittelt) und schwach schluffige, sandige bis stark sandige Kiese (GU, GI, GW; ein Feinkornanteil von 5,1 M.-% und ein Kieskornanteil von 58,1 m.-% wurden bei der Probe RKS 2/4,9-7,8m mittels Nasssiebung ermittelt) bis zur Tiefe von 10 m unter GOK.

Die anstehenden Sande und Kiese können anhand der durchgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) wie folgt eingestuft werden:

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über den Zusammenhang von Schlagzahlen und der vorhandenen Lagerungsdichte (nach DIN EN ISO 22476, EC 7).

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Schlagzahlen und der bezogenen Lagerungsdichte

Lagerung	bezogene Lagerungsdichte I_D	weit gestufte Sande u. Kiese im Grundwasser Schlagzahlen $[N_{10}]$	eng gestufte Sande u. Kiese im Grundwasser Schlagzahlen $[N_{10}]$	eng gestufte Sande u. Kiese über Grundwasser Schlagzahlen $[N_{10}]$	weit gestufte Sande u. Kiese über Grundwasser Schlagzahlen $[N_{10}]$
locker gelagert	0,15 - 0,35	0 - 3	0 – 2	1 – 3	3 - 7
mitteldicht gelagert	0,35 - 0,65	4 - 18	3 – 13	4 – 18	8 - 27
dicht gelagert	> 0,65	> 18	> 13	> 18	> 27

Die anstehenden Sande und Kiese können generalisiert bis zu einer Tiefe von im Mittel 6,30 m unter GOK als locker bis mitteldicht gelagert angenommen werden. Darunter stehen die Sande und Kiese in mitteldichter bis dichter Lagerung an.

6.2 Klassifizierung und bodenmechanische Bodenkenngrößen

Die einzelnen Bodenschichten können anhand einer Diskussion der Laborversuche und aufgrund von Erfahrungen gemäß nachfolgender Tabelle 2 klassifiziert werden, wobei zugehörige mittlere Bodenkenngrößen in Tabelle 3 angegeben sind.

Die Auffüllungen sind gemäß ihren Hauptbestandteilen den aufgeführten Bodenarten zuzuordnen.

Nach VOB/C, Ausgabe 2015 sind die einzelnen Bodenarten für jedes Gewerk bzw. auch gewerkübergreifend in Homogenbereiche einzuteilen.

Das Bauvorhaben ist gemäß DIN EN 1997 in die geotechnische Kategorie 2 (GK 2)

Dabei ist ein Homogenbereich als ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten definiert, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abhebt.

Die Homogenbereiche sowie deren Parameter sind in den Tabellen 2.1 und 2.2 dargestellt. Ergänzend sind zu den Tabellen 2.1 und 2.2 auszuführen, dass einige Parameter aufgrund des Erkundungsverfahrens nicht genauer bestimmt werden konnten und daher geschätzt sind.

Es ist auch nicht auszuschließen, dass die Bestandteile der Böden im Baufeld variieren und daher die Streubreite der Parameter ebenfalls noch variieren kann.

Die angegebenen Homogenbereiche nach VOB/C, Ausgabe 2015 sind als Empfehlungen bzw. Vorschläge zu verstehen.

Die Böden können hinsichtlich ihrer weiteren Verwendung ggfs., z. B. aufgrund der Bearbeitbarkeit und der Witterungsempfindlichkeit, in weitere Homogenbereiche unterteilt werden. Hierzu liegen uns jedoch keine Angaben vor.

Mit fortschreitender Planung kann es daher erforderlich sein, die Homogenbereiche neu abzustimmen, zu ergänzen oder neu zu definieren.

Im vorliegenden Fall lässt sich der Baugrund generalisierend in 4 Homogenbereiche nach DIN 18300 einteilen. Wir gehen davon aus, dass die oberflächennah vorhandenen gemischtkörnigen Böden beim Aushub nicht separiert werden und sehen hierfür einen Homogenbereich vor.

Gemäß DIN 18300 und DIN 18320 kann der Baugrund in folgenden Homogenbereiche eingeteilt werden:

Homogenbereich 320-A : Oberboden

Homogenbereich 300-B: SU*, [SU*], SU/SU*, [SU/SU*]

Homogenbereich 300-C: SU, [SU], SE, [SE], SI, GU, [GU], GI, [GI], locker bis mitteldicht

Homogenbereich 300-D: SU, [SU], SE, [SE], SI, GU, [GU], GI, [GI], mitteldicht bis dicht

Umwelttechnische Untersuchungen wurden im Rahmen der Baugrunderkundung nicht durchgeführt. Durch diese kann sich eine weitere Unterteilung ergeben.

Tab. 2.1: Klassifizierung des angetroffenen Oberbodens

Bodenbezeichnung	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18915	2 – 5
Homogenbereich DIN 18320 : 2015	320-A

Tab. 2.2: Klassifizierung der angetroffenen Böden

Bodenbezeichnung	schluffige bis stark schluffige Sande	Kiese und Sande locker bis mitteldicht	Kiese und Sande locker bis mitteldicht
Bodengruppe DIN 18196	SU*, [SU*], SU/SU*, [SU/SU*]	SU, [SU], SE, [SE], SI, GU, [GU], GI, [GI],	SU, [SU], SE, [SE], SI, GU, [GU], GI, [GI],
Bodengruppe nach DIN 18915	---	---	---
Bodenart DIN ISO EN 14688-1	Mg: sigrSa sigrSa Mg: grsiSa grsiSa	cosisaGr cosigrSa cogrsiSa Mg: cosisaGr Mg: cosigrSa Mg: cogrsiSa	cosisaGr cosigrSa cogrsiSa Mg: cosisaGr Mg: cosigrSa Mg: cogrsiSa
Homogenbereich DIN 18300 : 2015	300-B	300-C	300-D
Frostempfindlichkeits-klasse ZTVE-StB	F 2 – F 3	F 1 / F 2	F 1 / F 2
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB	V 2 - V 3	V 1	V 1
Konsistenz	---	---	---
Plastizität	---	---	---
Konsistenzzahl I _c	---	---	---
Plastizitätszahl I _p [%]	---	---	---
undrainierte Scherfestigkeit cu, _k [kN/m ²]	---	---	---
organischer Anteil [%]	0,0 – 8,0	0,0 – 130	0,0 – 130
Masse an Steinen (geschätzt) [%]	0,0 – 30,0	0 – 20	0 – 20
Masse an Blöcken (geschätzt) [%]	0,0 – 15,0	0	0
Masse an großen Blöcken (geschätzt) [%]	0,0 – 5,0	0	0
Lagerung	locker bis dicht	locker bis mitteldicht	Mitteldicht bis dicht
Abrasivität (Erfahrungswert)	stark	stark bis extrem	stark bis extrem
Rammpbarkeit nach EAU 2012	mittelschwer	mittelschwer	mittelschwer bis schwerst
Wassergehalt [M.-%] (teilw. geschätzt) (Erfahrungswerte)	3,0 – 20,0	2,0 – 16,0	2,0 – 16,0
Feuchtwichte γ _k [kN/m ³]	17,5 – 21,0	18,0 – 20,0	19,0 – 21,0
Wichte unter Auftrieb γ' _k [kN/m ³] (Erfahrungswerte)	7,5 – 11,0	9,0 – 11,0	10,0 – 12,0
Scherfestigkeit φ' _k [°] (Erfahrungswerte)	27,5 – 32,5	30,0 – 32,5	32,5 – 37,5

¹⁾ Können bei Nässeinfluss und dem Eintrag von mechanischer Energie verschlammen und in den breiigen bis flüssigen Konsistenzbereich übergehen

Tab. 3: Kenngrößen der angetroffenen Böden

Bodenbezeichnung	Dim.	schluffige bis stark schluffige Sande	Sande	Kiese
			locker / mitteldicht / dicht	locker / mitteldicht / dicht
Feuchtwichte $\text{cal } \gamma$	kN/m^3	19,5	18,5 / 19,5 / 20,5	19,0 / 20,0 / 21,0
Wichte unter Auftrieb $\text{cal } \gamma'$	kN/m^3	9,5	9,5 / 10,5 / 11,5	10,0 / 11,0 / 12,0
Scherfestigkeit $\text{cal } \varphi'$	°	30,0	30,0 / 32,5 / 35,0	32,5 / 35,0 / 37,5
Kohäsion $\text{cal } c'$	kN/m^2	2,5	2,5***	0,0
Steifemodul E_s	MN/m^2	15,0	15,0 / 50,0 / 80,0	25,0 / 80,0 / 130,0
Durchlässigkeit k_f	m/s	---	$1,7 \cdot 10^{-4} - 3,6 \cdot 10^{-4}$ ** $2,0 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-3}$ ***	$1,1 \cdot 10^{-4} - 1,7 \cdot 10^{-4}$ ** $2,0 \cdot 10^{-3} - 2,8 \cdot 10^{-3}$ ***

* ermittelt aus Kornverteilungskurve mittels empirischer Gleichungen

** Werte entnommen aus der HGK

*** scheinbare Kohäsion

7 Grundwasser

Bei der Erkundung zwischen dem 03.08. und 07.08.2018 wurden folgende Grundwasserstände ermittelt:

Tab. 4: Grundwasserstände in den Aufschlüssen

Aufschluss	Grundwasserstand [m unter GOK]	Grundwasserstand [m ü. NN]
RKS 1	3,53	111,24
RKS 3	3,70	111,15
RKS 4	3,72	111,27
RKS 5	3,70	111,00
RKS 8	3,75	111,00
RKS 9	3,67	110,92
GWM 3	3,76	111,09

Bei den Aufschlüssen RKS 2, 6, 7, 10 war aufgrund von verbrochenen Bohrlöchern kein Wasserstand messbar.

Laut Hydrogeologischer Kartierung^[1] (HGK), Karte 12, ist in dem untersuchten Baugebiet mit Grundwasserständen von ca. 3,00 bis 5,00 m unter GOK (gemäß Grundwassergleichen bei ca. 110,70 - 111,00 m ü. NN) zu rechnen. Diese Angaben der Grundwasserflurabstände der Karte 12 resultieren aus einer Modellierung deren Grundlage Pegeldaten einer Stichtagsmessung (29.09 - 01.10.2003) sind. Ob es sich hierbei um Hoch-, Mittel- oder Niedrigwasserstände handelt ist nicht ersichtlich.

Eine Abnahme des Grundwasserstandes vom südöstlichen zum nordwestlichen Baufeldbereich von ca. 0,30 m ist gemäß den Isolinien der HGK vorhanden.

Anhand der Ergebnisse aus [2] lassen sich folgende Wasserstände für das Baufeld transferieren.

Tab. 5: Maßgebende Grundwasserstände

Wasserstände	südöstliches Baufeld [m NHN]	nordwestliches Baufeld [m NHN]	im Mittel [m NHN]
HGW / Bemessungswasserstand	112,51	112,21	112,36
MGW	111,25	110,95	111,10
NGW	110,19	109,89	110,04
HGW _{Bau}	111,80	111,50	111,65

Wir empfehlen die Baumaßnahme in Jahreszeiten mit zu erwartenden Niedrigwasserständen durchzuführen. Diese liegen in der Regel in den Monaten zwischen August und November. Mit jahreszeitliche Schwankungen ist zu rechnen.

Entsprechend dem Merkblatt BWK-M8² sind Bemessungswasserstände auf Basis ausreichender Messzeiträume von 30 Jahren zu ermitteln.

Liegen Messreihen über solche Zeiträume nicht vor, ist es nicht erforderlich, den gemessenen Höchstwert mit einem Sicherheitszuschlag zu versehen. Im vorliegenden Fall empfehlen wir, den HGW als Bemessungswasserstand anzusetzen.

Am 07.03.2018 wurde durch uns auf dem Baufeld eine Grundwasserprobe aus dem Pegel GWM 3 gewonnen.

Die gewonnene Grundwasserprobe wurde zur Beurteilung der Beton-/ Stahlaggressivität auf den Parameterumfang der DIN 4030 und DIN 50929 durch ein chemisches Labor untersucht. Das Analyseprotokoll ist im Anhang enthalten (siehe Anlage 6).

Die Analysewerte der Grundwasserprobe unterschreiten die unteren Grenzwerte der DIN 4030, Tabelle 4. Demnach ist das Grundwasser als nicht angreifend einzustufen.

^[1] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe – Speyer, Umweltministerium Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Fortschreibung 1986 - 2005

² BWK-Regelwerk, Merkblatt BWK-M8, Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft (BWK), September 2009

Gemäß DIN 50929 ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sowie Flächenkorrosion von unlegierten und niedriglegierten Stählen durch das Grundwasser als sehr gering einzustufen.

8 Wasserhaltung / Entwässerung:

8.1 Haus B und Haus C

In diesem Bereich ist mit maximalen Grundwasserständen von ca. 112,35 m ü. NN (HGW) zu rechnen.

Bei einer angenommenen Dicke des Bodenaufbaus von 0,60 m liegt die Aushubsohle bei ca. 111,60 m HNH.

Zum Verdichten der Gründungssohlen ist das Grundwasser dann bis auf 0,30 m unter die Gründungssohlen (111,30 m NHN) abzusenken.

Unseres Erachtens ist im anstehenden Baugrund (Sand-Kies-Gemische) mit einer offenen Wasserhaltung eine Absenkung des Grundwasserspiegels von ca. 0,20 – 0,30 m zu erreichen. Dieses Absenkmaß wäre nur dann ausreichend, wenn der Grundwasserstand während der Bauzeit der Tiefgarage auf einem Niveau von (111,60 m ü. NHN) liegt. Bezogen auf den $HGW_{\text{Bau}} = 111,65 \text{ m NHN}$ gehen wir davon aus, dass eine optionale, offene Grundwasserhaltung mittel Drainagepackungen, Pumpensümpfen und Bauwasserpumpen ausreichend ist. Wenn die Bauzeit in Jahreszeiten mit mittleren und niedrigen Grundwasserständen (siehe Kapitel 7) fällt, sind keine Grundwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Für die Bemessung der Grundwasserhaltungsmaßnahme empfehlen wir einen Bauwasserstand von 111,65 m NHN anzusetzen. Dieser Wert wurde nur in einer Zeit von ca. 10 % des Beobachtungszeitraumes überschritten. Das Absenkziel beträgt demnach dann ca. 0,35 m (111,65 m NHN – 111,30 m NHN).

Spätestens nach der Herstellung der Bodenplatte kann die Grundwasserhaltung dann abgeschaltet werden.

Auftriebssicherungsmaßnahmen für Grundwasserstände $> HGW_{\text{Bau}}$ wären vorzusehen.

Bei den oben genannten Verhältnissen ist davon auszugehen, dass keine Beeinflussung der Funnel & Gate Anlage, welche sich ca. 1,5 km südwestlich des Baufeldes besteht, erfolgt. Dies empfehlen wir in Abstimmung mit den Stadtwerken Karlsruhe zu erörtern.

Wir weisen darauf hin, dass für die Trockenlegung der Baugrube mittels Grundwasserhaltung eine wasserrechtliche Erlaubnis der Behörde erforderlich ist. Für das wasserrechtliche Verfahren sind Zeit und Kosten für die Antragsstellung, die Erstellung eines wasserrechtlichen Erläuterungsberichts, und die Bearbeitung durch die Wasserbehörden einzukalkulieren.

8.2 Häuser A und D bis I

In diesem Bereich ist mit maximalen Grundwasserständen von ca. 112,35 - 112,50 m ü. NN (HGW) zu rechnen.

Bei einer angenommenen Dicke des Bodenaufbaus von 0,60 m liegt die Aushubsohle bei ca. 108,85 (Vertiefungen) - 110,65 m HNH.

Zum Verdichten der Gründungssohlen ist das Grundwasser dann bis auf 0,30 m unter die Gründungssohlen (108,55 – 110,35 m NHN) abzusenken.

Hieraus ergibt sich ein erforderliches Absenkmaß bezogen auf den HGW_{Bau} von 2,00 – 3,95 m.

Aus unseren Erfahrungen in anderen Projekten (z.B. [2]), ist bekannt, dass bei oben genannter Grundwasserabsenkung mit einer Nordumströmung der F & G Anlage und damit eine Schadstoffverfrachtung zu rechnen ist. Auch eine Sicherungsmaßnahme mittels Gegenpumpen an einem Abwehrbrunnen, südlich der F & G Anlage, ist unseres Erachtens bei den oben genannten Absenkzielen kaum möglich bzw. sehr kostenintensiv (Einleitgebühren, Reinigung des Grundwassers über eine Aktivkohlefilteranlage, Monitoring, etc.). Detaillierte Angaben und eine Grundwassermodellierung können bei den Stadtwerken Karlsruhe eingeholt werden.

Des Weiteren ist eine grundsätzliche Genehmigung durch das Umweltamt Karlsruhe in Frage zu stellen.

In den anstehenden Böden mit den hohen Durchlässigkeiten ist eine Absenkung von 2,00 – 3,95 m technisch nicht zu realisieren.

Wir empfehlen daher, keine Grundwasserhaltung vorzunehmen, sondern eine Trockenlegung der Baugrube mittels „wasserdichter“ Baugrubenumschließung in Kombination mit einer tiefliegenden, d.h. in auftriebssicherer Tiefe liegenden Weichgel-Dichtsohle. Dies ist ein in Karlsruhe gut erprobtes und bei den Wasserbehörden bekanntes Bauverfahren. Eine Ergänzungserkundung abgestimmt auf die Belange einer wasserdichten Baugrubenumschließung und Weichgelsohle wäre dann noch durchzuführen.

Falls es planerisch möglich ist, die Gebäude soweit anzuheben, dass eine Grundwasserhaltung technisch machbar wäre (Absenkung schätzungsweise ca. 1,50 m), kann es je nach Einleitmengen, Einleitgebühren, Bauzeiten, Kosten für Abwehrmaßnahmen (F&G-Anlage) möglich sein, dass eine Trockenlegung der Baugruben mittels Weichgelsohle und „wasserdichtem“ Verbau wirtschaftliche Vorteile bringt.

Nach Rücksprache mit dem Umweltamt Karlsruhe und anhand der Informationen des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg (LGRB) wurde von der Volkswohnung eine Tiefbohrung ca. 250 m östlich der Baumaßnahme durchgeführt. Nach ersten Aussagen des LGRB (Bohrprofil liegt noch nicht vor) steht ab einer Tiefe von ca. 15 m unter GOK das Tertiär aus Tonschichten an. Im Rahmen der ergänzenden Erkundung für die Gewerke Weichgelsohle / Verbau könnte geprüft werden, ob die tertiären Schichten ebenfalls in vernünftigen Tiefen, Mächtigkeiten und Zusammensetzung im Baufeldbereich vorliegen. Ergänzend mit geoelektrischen Untersuchungen könnte geprüft werden, ob diese annähernd vollflächig vorhanden sind.

Bei positiven Versuchsergebnissen könnte dann die „wasserdichte“ Baugrubenumschließung bis in den natürlichen Stauer eingebunden werden, sodass die Herstellung einer Weichgelsohle entfallen kann. Eine Restwasserhaltung und wasserrechtliche Genehmigung wäre auch hier erforderlich.

Eine Ausarbeitung der Themen Baugrubenumschließung inkl. Rückverankerung und Weichgelsohle etc. sollen nach Rücksprache mit der VoWo aktuell noch nicht ausgearbeitet werden.

Bezüglich einer potentiellen Schadstoffverfrachtung infolge einer Grundwasserhaltungsmaßnahme empfehlen wir die Altlastensituation im Umfeld der Baumaßnahme zu prüfen. Angaben hierzu können beim Umweltamt der Stadt Karlsruhe eingeholt werden.

9 Geotechnische Empfehlungen zur Gründung der Tiefgarage / Wohnhäuser

9.1 Allgemeines

Generell können die Bauwerke über Einzel- und Streifenfundamente als auch über elastisch gebettete Bodenplatten gegründet werden.

Einzel- und Streifenfundamente besitzen in der Regel größere Stärken wie Plattengründungen. Das heißt die Aushubtiefe vergrößert sich und damit einhergehend auch der Eingriff in den Grundwasserbereich und die Verbaubemessung.

Dies wäre bei der Gründungswahl zu prüfen bzw. zu berücksichtigen.

Die Frostsicherheit ist durch die Unterkellerungen/Tiefgaragen gewährleistet. Hierzu sind keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich.

In der Regel werden unter den Gründungssohlen 0,05 bis 0,10 m starke Sauberkeitsschichten aus Magerbeton hergestellt. Diese sind aus bodenmechanischer Sicht nicht erforderlich und dienen konstruktiv als „sauberes“ Bewehrungsauflager.

Die Gründungssohlen werden beim Aushub oberflächennah stark aufgelockert, diese sind vor dem Einbau weitere Schichten gegebenenfalls inkl. Befeuchtung mit mindestens 3 Übergängen mit einer Rüttelpatte (Betriebsgewicht > 750 kg) zu verdichten. Alternativ können hierfür Anhängelplatten für Walzenzüge benutzt werden.

Werden im Gründungsbereich bindige Linsen angetroffen, so sind diese bis in eine Tiefe von 0,30 m unter GOK mit Aushubmaterial (SE, SI, GI, GW) zu ersetzen.

9.2 Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte

9.2.1 Häuser B und C

Die Gründungssohle liegt unter Berücksichtigung eines ca. 0,60 m starken Gesamtbodenaufbaus bei ca. 3,20 m unter GOK in den locker bis mitteldicht gelagerten Kiesen und Sanden.

Ob die 2 Häuser statisch getrennt sind, ist nicht bekannt.

Im Stoßbereich der 2 Häuser verläuft unterirdisch die Nahwärmeleitung. Die Nahwärmeleitung soll lastfrei überbaut werden. Das heißt hier ist ein bettungsfreier Bereich zu gewährleisten. Die Gebäudelasten können dann über vertiefte Streifenfundamente oder Brunnengründungen unterhalb der Rohrsohlen in den Baugrund abgetragen werden. Wir empfehlen zu prüfen, ob es nicht sinnvoll wäre dies so zu planen, dass die Leitungen nach der Gebäudeerstellung zugänglich bleiben (Schachtbauwerk / Unterführung). Die erforderlichen Gründungskennwerte können von uns dann erarbeitet werden.

Bei der Ermittlung der Bettungsziffer wird eine Vorbelastung durch Geländeabtrag in einer Höhe von 50 kN/m² berücksichtigt.

Haus B:

Bei dem 5-geschossigen Haus ist mit Setzungen von ca. 0,5 – 1,0 cm zu rechnen. Wir gehen davon aus, dass ca. 75 % der Setzungen in der Bauphase abklingen werden. Die Restsetzungen werden zeitnah bei „Vollbelastung“ des Bauwerks abklingen.

Für die statischen Berechnungen kann eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 17,5 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Haus C:

Bei dem 7-geschossigen Haus ist mit Setzungen von ca. 1,0 – 1,5 cm zu rechnen. Wir gehen davon aus, dass ca. 75 % der Setzungen in der Bauphase abklingen werden. Die Restsetzungen werden zeitnah bei „Vollbelastung“ des Bauwerks abklingen.

Für die statischen Berechnungen kann eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 12,5 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

9.2.2 Haus A, D bis I

Haus A (teilweise), E und G

Die Gründungssohle der 7-geschossigen Gebäude liegt unter Berücksichtigung eines ca. 0,60 m starken Gesamtbodenaufbaus bei ca. 4,10 bis 6,00 m unter GOK (Vertiefungen) in den locker bis mitteldicht gelagerten Kiesen und Sanden und im Bereich der Vertiefungen in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen und Sanden.

Im nicht vertieften Bereich können die Werte für Haus B angesetzt werden.

In den vertieften Bereichen ist mit Setzungen von < 0,5 cm zu rechnen. Zum Setzungsverhalten verweisen wir auf die Angaben zum Haus B.

Für die statischen Berechnungen kann eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 30,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Haus A (teilweise), H und I

Die Gründungssohle der 5 geschossigen Gebäude liegt unter Berücksichtigung eines ca. 0,60 m starken Gesamtbodenaufbaus bei ebenfalls bei ca. 4,10 bis 6,00 m unter GOK (Vertiefungen) in den locker bis mitteldicht gelagerten Kiesen und Sanden und im Bereich der Vertiefungen in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen und Sanden.

Im nicht vertieften Bereich ist mit Setzungen von $< 0,5$ cm zu rechnen. Zum Setzungsverhalten verweisen wir auf die Angaben zum Haus B.

Für die statischen Berechnungen kann in den nicht vertieften Bereichen eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 30,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

In den vertieften Bereichen ergeben sich aufgrund der Vorbelastung keine rechnerischen Setzungen. Mit baubetrieblichen Setzungen von bis zu 0,5 cm ist jedoch zu rechnen.

Für die statischen Berechnungen kann in den vertieften Bereichen eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 50,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Haus F

Die Gründungssohle des 6 geschossigen Gebäudes liegt unter Berücksichtigung eines ca. 0,60 m starken Gesamtbodenaufbaus bei ebenfalls bei ca. 4,10 bis 6,00 m unter GOK (Vertiefungen) in den locker bis mitteldicht gelagerten Kiesen und Sanden und im Bereich der Vertiefungen in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen und Sanden.

Im nicht vertieften Bereich ist mit Setzungen von ca. 0,5 cm zu rechnen. Zum Setzungsverhalten verweisen wir auf die Angaben zum Haus B.

Für die statischen Berechnungen kann in den nicht vertieften Bereichen eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 20,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

In den vertieften Bereichen ist mit Setzungen $< 0,5$ cm zu rechnen.

Für die statischen Berechnungen kann in den vertieften Bereichen eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 40,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

9.2.3 Nicht überbaute Untergeschosse

Die Gründungssohle des nicht überbauten Gebäudes liegt unter Berücksichtigung eines ca. 0,60 m starken Gesamtbodenaufbaus bei ebenfalls bei ca. 4,10 bis 6,00 m unter GOK (Vertiefungen) in den locker bis mitteldicht gelagerten Kiesen und Sanden und im Bereich der Vertiefungen in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen und Sanden.

Aufgrund der Vorbelastung ergeben sich generell keine rechnerischen Setzungen in diesem Bereich. Mit baubetrieblichen Setzungen von bis zu 0,5 cm ist jedoch zu rechnen.

Für die statischen Berechnungen kann eine Bettungsziffer von im Mittel $k_s = 50,0 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

9.3 Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten

Die Gründungssohlen von Einzel- und Streifenfundamenten liegt generalisiert in den lockeren – bis mitteldichten und mitteldichten bis dichten Kiesen und Sanden.

Für die Sohlwiderstände können die Werte der Tabelle A 6.2 der DIN 1054 angesetzt werden.

Demnach kann bei 1,00 m breiten Streifenfundamenten mit einer Einbindung von 0,50 m ein Sohlwiderstand $\sigma_{R,d} = 420,00 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Mit Setzungen bis zu 1,0 cm ist dann zu rechnen. Die Entlastungswerte in Folge Voraushub können bei der Setzungsabschätzung von den charakteristischen Sohlspannungen abgezogen werden.

Sohlwiderstände für andere Fundamentbreiten und Einbindetiefen können der Tabelle A 6.2 der DIN 1054 entnommen werden.

Abminderungen und Zuschläge hinsichtlich der Sohlwiderstände infolge Geometrie und Grundwasser sind gemäß DIN 1054 zu berücksichtigen.

10 Baugrubenböschung

10.1 Haus B und D

Für die Erstellung der Untergeschosse sind ca. 3,20 m tiefe Baugruben erforderlich.

Bei den geplanten Bauwerken gehen wir davon aus, dass die Baugruben im Bereich Unterkellerung eine Tiefe von in der Regel 5,0 m nicht überschreiten. In Anlehnung an die DIN 4124 können dann in den angetroffenen Böden ohne weitere Nachweise maximale Baugrubenböschungen

- unter 45° rolligen Böden

hergestellt werden. Die Vorgaben bzw. die Randbedingungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Nach DIN 4124, gelten die o. g. Neigungen nicht, wenn eine ungünstige Gegebenheit oder ein ungünstiger Einfluss die Standsicherheit gefährdet. Im vorliegenden Fall können dies z. B. sein:

- Nicht oder nur wenig verdichtete Verfüllungen oder Aufschüttungen.
- Erhebliche Anteile an organischen Bestandteilen und ähnlichen festigkeitsmindernden Bodenarten im Fall eines weichen bindigen Bodens.
- Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltung in Feinsand- oder Schluffböden.
- Zufluss von Schichtenwasser.
- Nicht entwässerter, im wassergesättigten Zustand zum Fließen neigender Boden.
- Der Verlust der Kapillarkohäsion eines nicht bindigen Bodens durch Austrocknen.
- Starke Erschütterungen, z. B. aus Verkehr, Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten oder Sprengungen.

Sollten solche Randbedingungen vorliegen, ist die Standsicherheit von Böschungen rechnerisch nachzuweisen. Die Standsicherheit ist ebenfalls rechnerisch nachzuweisen, wenn z. B.:

- Eine Böschung mehr als 5,00 m hoch ist
- Die oben genannten Böschungswinkel überschritten werden, wobei jedoch ein Böschungswinkel von mehr als 80° bei nicht bindigen oder bindigen Böden und von mehr als 90° bei Fels nicht zulässig ist.
- Die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann.

- Das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m eine steiler als 1:2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapellasten von mehr als 10 kN/m² zu erwarten sind.

Bei einer bis 1:1 geneigten Erdaufschüttung darf der geforderte Standsicherheitsnachweis entfallen, wenn die Tiefe der Baugrube bzw. des Grabens zusammen mit der Höhe der Erdaufschüttung das Maß von 5,00 m nicht übersteigt

Ansonsten verweisen wir auf die DIN 4124. Wir empfehlen, für die Erdarbeiten nur Fachfirmen zuzulassen und die DIN 4124 vertraglich zu vereinbaren.

Sollten z. B. bei Aushub Wasseraustritte oder abweichende Bodenarten festgestellt werden, so sind die Arbeiten einzustellen und es ist ein geotechnischer Sachverständiger hinzuzuziehen.

Auch bei Planungsänderungen, die Auswirkungen auf den Erdbau haben, sind die Auswirkungen vor Ausführungsbeginn von einem geotechnischen Sachverständigen zu prüfen.

Erfahrungen im Umfeld haben gezeigt, dass Böschungen mit Neigungen von 50°, einer Abdeckung mit Folien und einem lastfreien Streifen am Böschungskopf mit einer Breite von mindestens 1,00 m über eine mehrmonatige Bauzeit standsicher waren. Die Ausführung einer Böschung mit einem Böschungswinkel von 50° sollte final jedoch auch mit dem Prüfstatiker/Sicherheits- und Gesundheitskoordinator und dem Gewerbeaufsichtsamt der Stadt Karlsruhe abgestimmt werden. Bei Erfordernis können wir hierzu noch eine Standsicherheitsbetrachtung durchführen.

Falls Verkehrswege oder nicht bebaute Flächen im Bereich der Böschungsgeometrie liegen, empfehlen wir diese in Rücksprache mit der Behörde rückzubauen und gegebenenfalls teilweise zu sperren. Ein Verbau könnte dann entfallen. Liegen Leitungen im Bereich dieser Verkehrsflächen, so sind diese mittels Verbau zu sichern.

Sollten Baugruben verbaut werden, bietet sich ein Bohlträgerverbau mit Holzausfachung an. Bei Bedarf können hierzu weitere Angaben gemacht bzw. weitere Berechnungen durchgeführt werden.

Die Bemessung des endgültigen Verbaus empfehlen wir, dem Unternehmer zu überlassen, da dieser in der Regel „seine Systeme“ hat.

Ansonsten verweisen wir auf die Vorgaben der EAB³ (Lastansätze etc.).

Bei der Fragestellung nach einer Rückverankerung der Verbauten wäre der Untergrund im Umfeld der Baumaßnahme bezüglich Hindernissen (Kabel, Leitungen, Kanäle, Fundamentierungen, Unterkellerungen, etc.), Servitutsrechte und Kampfmittel zu prüfen. Auch die Ankertrassen wären im Falle eines Kampfmittelverdacht freizumessen.

³ Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 5. Auflage, Berlin, September 2012

10.2 Haus A, D bis I

Für die Erstellung der Kellergeschoße und Unterkellerungen sind Baugruben erforderlich. Die Baugrubensohlen liegen in einer Tiefe von ca. 4,00 – 6,00 m unter GOK.

Eine Abböschung ist aus Gründen der Baugrubentiefe, der Grenzabstände, der Grundwasserverhältnisse, der Bestandsbebauung insbesondere am Staudenplatz und der angrenzenden Verkehrswege nicht möglich.

Als „wasserdichte“ Baugrubenumschließung empfehlen wir anhand des aktuellen Kenntnisstandes im vorliegenden Fall eine Umschließung mittels rückverankertem Spundwandverbau.

11 Baugrubenverfüllung

Die anstehenden Auffüllungen und die gewachsenen schluffigen Sande (SU/SU*, SU*, GU*, GU/GU*) Böden empfehlen wir aufgrund ihrer Heterogenität, Witterungsempfindlichkeit nicht wieder einzubauen. Wir empfehlen, zur Arbeitsraumverfüllung nur die anstehenden Kiese und Sande zu verwenden.

Wir empfehlen, für die Baugrubenverfüllung/Arbeitsraumverfüllung in überbauten Bereichen einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ zu fordern. In den Restbereichen empfehlen wir einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ zu fordern. Des Weiteren ist die Wahl des Bodenmaterials auf das Abdichtungskonzept anzupassen.

Die oberflächennah anstehenden Böden SU/SU*, GU/GU*, GU*, SU sind als witterungsempfindlich einzustufen. Ein Befahren der stark bindigen gemischtkörnigen Böden ist daher nur bei guter Witterung möglich. Wir empfehlen daher, insbesondere auf Aushubniveaus in den bindigen Böden oder Auffüllungen die Herstellung von Baustraßen und Arbeitsebenen vorzusehen.

12 Bauwerksabdichtung / Bauwerksdrainagen

Die geplanten Unterkellerungen/Tiefgaragen liegen ca. 3,20 bis 6,00 m unter GOK. Unterhalb einer Tiefe von 109,50 m NHN liegt gemäß DIN 18533-1 die Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E vor. In einer Tiefenlage von 109,50 – 113,00 m NHN liegt die Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E vor. Über 113,00 m NHN liegt je nach Abdichtungskonzeption entweder die Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E oder W 1.2-E vor. Wird der Arbeitsraum mit durchlässigem Material ($k_f \geq 1,0 \times 10^{-4}$ m/s) verfüllt und ist die Durchlässigkeit im darunterliegenden Baugrund gewährleistet, liegt die Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E vor.

Die erdüberschütteten, nicht überbauten Untergeschosse werden gemäß DIN 18533-1 mit der Wassereinwirkungsklasse W 3-E beansprucht.

Oberirdisch sind die Sockelbereiche gemäß DIN 18533-1 durch die Wassereinwirkungsklasse W4-E beansprucht.

Die Ausführung von Licht- und Luftschächte sind gemäß der geplanten Bauwerksabdichtungskonzeption anzupassen.

13 Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens

Für die Versickerung von nicht verunreinigtem Niederschlagswasser sind die Durchlässigkeiten der im Untergrund anstehenden Lockergesteinen sowie die Mächtigkeiten der Schichten über der Grundwasseroberfläche von wesentlicher Bedeutung.

Ein Abstand von der Beckensohle zum mittleren, jährlichen Grundwasserhöchststand von MHGW = 111,48 m NHN ist einzuhalten.

Nach DWA-A 138⁴ kommen für Versickerungsanlagen Böden in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) im Bereich von $1 \times 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 1 \times 10^{-3}$ liegen.

Gemäß dem Leitfaden „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“, Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg, 1999 ist eine gezielte Versickerung auf Flächen mit schädlichen Bodenveränderungen auszuschließen.

Die im Baufeld anstehenden heterogenen Auffüllungen und gewachsenen sind hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit $k_f \approx 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s} - 1,0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$; umwelttechnische Eignung wurde nicht nachgewiesen) für eine Versickerung ungeeignet.

Demnach empfehlen wir bis Auffüllungen und gewachsenen, schluffigen Sande bis zum Erreichen der geeigneten Kiese/Sande (SE, SI, GI, GW) auszutauschen. Alternativ könnte mittels lokalen hydraulischen Kurzschlüssen in gewissen Rastern (verfüllte Bohrungen oder Schächte) durchlässige Bereiche geschaffen werden.

Das Material für den oben genannten Bodenaustausch muss hinsichtlich des Grundwasserschutzes ein gutes Filtrations- und Sorptionsvermögen aufweisen. Die Durchlässigkeiten sollten in einem Rahmen von $k_f = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < k_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ liegen. Im vorliegenden Fall empfehlen wir Durchlässigkeiten von $k_f = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s} < k_f < k_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ zu erreichen. Einzelheiten zu dem zu verwendenden Bodenaustauschmaterial sind mit der unteren Wasserschutzbehörde abzustimmen. Unseres Erachtens würden sich die anstehenden Aushubböden der Bodengruppe SE/SI/GW/GI nach DIN 18196 anbieten. Diesen Böden kann erfahrungsgemäß ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ zugeordnet werden. Die Durchlässigkeit des Bodenaustauschmaterials ist im Vorfeld zur Eignung zu prüfen. Im Zuge einer Abstimmung mit der unteren Wasserschutzbehörde können hier noch ergänzende, detaillierte Anforderungen an das Bodenaustauschmaterial gestellt werden. Diese Angaben/Vorderungen gelten auch für die Oberbodenbedeckung.

Da die Oberbodenabdeckung im vorliegenden hinsichtlich der Durchlässigkeit das limitierende Element wäre, ist dieser zu wählen, dass er eine möglichst hohe Durchlässigkeit aufweist.

Nach einem Besprechungstermin vom 09.03.2018 mit dem Umweltamt Karlsruhe wurde von Frau Huhn mitgeteilt, dass der Einsatz von karbonathaltigem Sand anstelle einer Oberbodenschicht, bei einer gezielten Versickerung, nicht akzeptiert wird. Als Ersatz für eine Oberbodenschicht wäre ein speziell hergestelltes Filtersubstrat einzusetzen.

⁴ Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., April 2005

Im Rahmen der Planung wäre zu prüfen, ob und in welcher Tiefenlage Drainagen vorhanden sind, um einen Fremdwasserzutritt durch die Versickerung zu vermeiden. Dies gilt auch für die angrenzenden baulichen Anlagen, wie z.B. Straßenkörper und eventuell angrenzende Wohnhäuser. Bei unterkellerten Bauwerken, ist der horizontale Abstand der Versickerungseinrichtung zu Gebäuden gemäß DWA-A 138 einzuhalten. Kann dieser Abstand nicht gewährleistet werden, sind die Bauteile wasserdicht auszubilden.

Generell bedarf die Errichtung einer Versickerungseinrichtung im vorliegenden Fall der Genehmigung der Behörde.

14 Sicherung der Bestandsbebauung

Hinsichtlich des Bestandsschutzes ist zu prüfen ob die Aushubgrenzen gemäß DIN 4123 (siehe Bild 2) eingehalten sind. Die Gründungssituation des Bestandes ist demnach im Vorfeld zu prüfen.

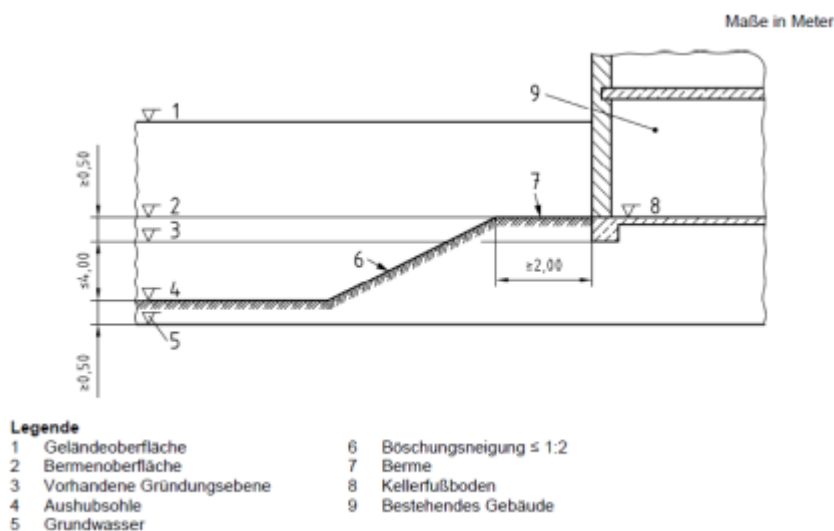
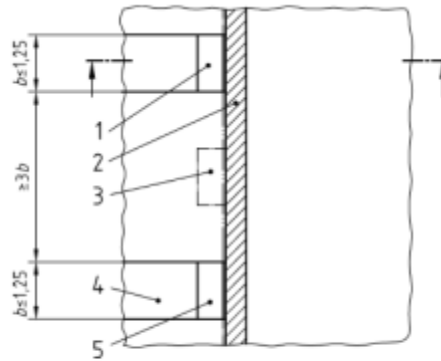


Bild 1: Auszug aus der DIN 4123, Bild 1, Bodenaushubgrenzen

In Bereichen, in denen die Aushubgrenzen nicht eingehalten werden können, sind z.B. Sicherungsmaßnahmen wie Unterfangungen, ein abschnittsweises Vorgehen nach DIN 4123 oder das „Anheben“ des geplanten Bauwerks oder Sicherungen durch sehr steife Verbauarten mit sehr geringen Horizontalverformungen erforderlich. Alternativ könnte rechnerisch geprüft werden, ob die Standsicherheit auch bei Unterschreitung der Aushubgrenzen besteht. Hierzu wären dann noch folgende Angaben erforderlich:

- Angaben zu den Gründungslasten der bestehenden Gebäude
- Breite und Tiefe der bestehenden Gründungen
- Bemessungsschnitte mit der Darstellung der maximal möglichen Böschung im lichten Raum zwischen geplantem und bestehendem Bauwerk unter der Berücksichtigung von Arbeitsraumbreiten, max. Böschungsneigungen etc.



Legende

b	Breite Stichgraben/Schacht	3	Folgender Bauabschnitt
1	1. Bauabschnitt	4	Stichgraben
2	Kellerwand	5	1. Bauabschnitt

Bild 2: Auszug aus der DIN 4123, Bild 3, abschnittsweises Vorgehen

Der durchgeführte Erkundungsumfang entspricht den Empfehlungen des EC 7. Aufgrund der punktuellen Aufschlüsse sind Abweichungen des erkundeten Baugrundes nicht auszuschließen.

Beim Antreffen eines abweichenden Baugrundes ist nochmals Rücksprache mit unserem Büro erforderlich.

Für eventuelle Erläuterungen oder Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Dieser Bericht besteht aus 21 Seiten (inkl. Deckblatt) und den Anlagen 1 bis 6.

INGENIEURBÜRO ROTH
& PARTNER GMBH

Projektleiter

Projektbearbeiter



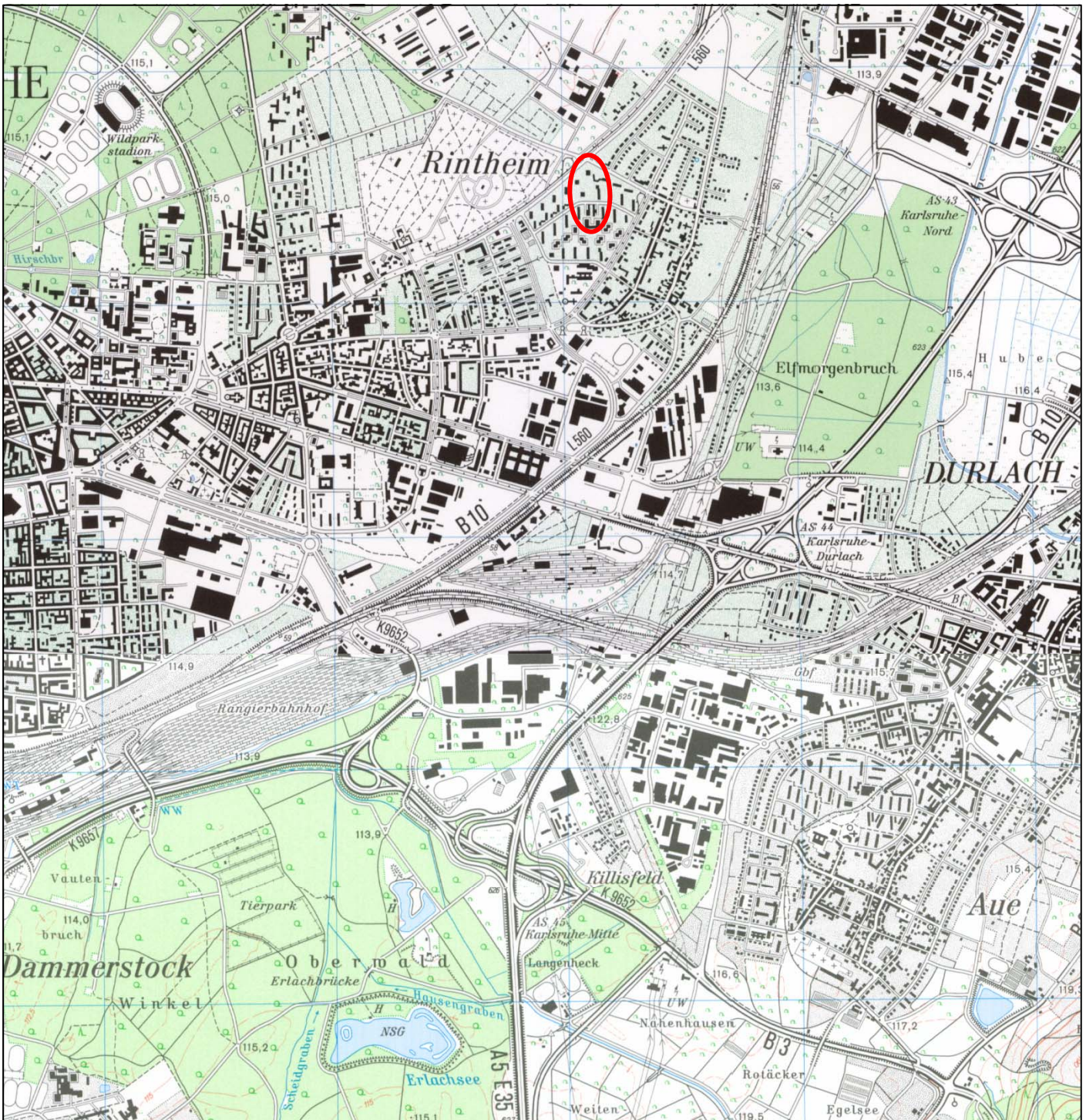
ppa. Dipl.-Ing. (FH) Peter Cuntz



i.A. Dipl.-Ing. (FH) Devid Trunk

Anlage 1

Auszug aus der topografischen Karte mit Lage der Baumaßnahme

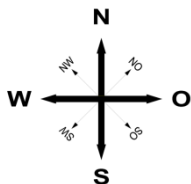


Plangrundlage : Topografische Karte Blatt-Nr. 6916/7016

Legende:



Untersuchungsbereich



Projekt :

**BV „Mehr Wohnen in der Mitte“ Staudenplatz
Rintheimer Straße, Karlsruhe**

Baugrunderkundung und Gründungsberatung

Planinhalt:

**Auszug aus der
topografischen Karte**

Maßstab :

1:25.000

Anlage-Nr.:

1

Auftraggeber:



INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER



Karlsruhe, August 2018

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Anlage 2

Auszug aus der geologischen Karte mit Lage der Baumaßnahme

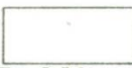


Plangrundlage : Geologischen Karte Blatt-Nr. 6916/7016

Legende:



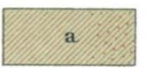
Untersuchungsbereich


Künstlich bewegtes Land

 dos
Rheinsand, z.T. kiesig, und horizontal ausgebreiteter Flugsand mächtiger als 8-10dm.

 a
Lehm und Schlack, mächtiger als 8-10dm, kalthaltig, z.T. sandig

 dos
Flugsand hügelig (Dünen)

 a
Derselbe, an der Oberfläche entkalkt

 dor
Sandiger Rheinkies

Projekt :

BV „Mehr Wohnen in der Mitte“ Staudenplatz Rintheimer Straße, Karlsruhe

Baugrunderkundung und Gründungsberatung

Planinhalt:

Auszug aus der geologischen Karte

Maßstab :

1:25.000

Anlage-Nr.:

2

Auftraggeber:


VOLKS WOHNUNG

INGENIEURBÜRO ROTH & PARTNER



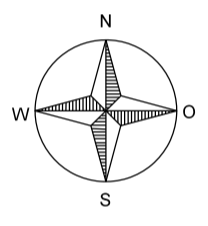
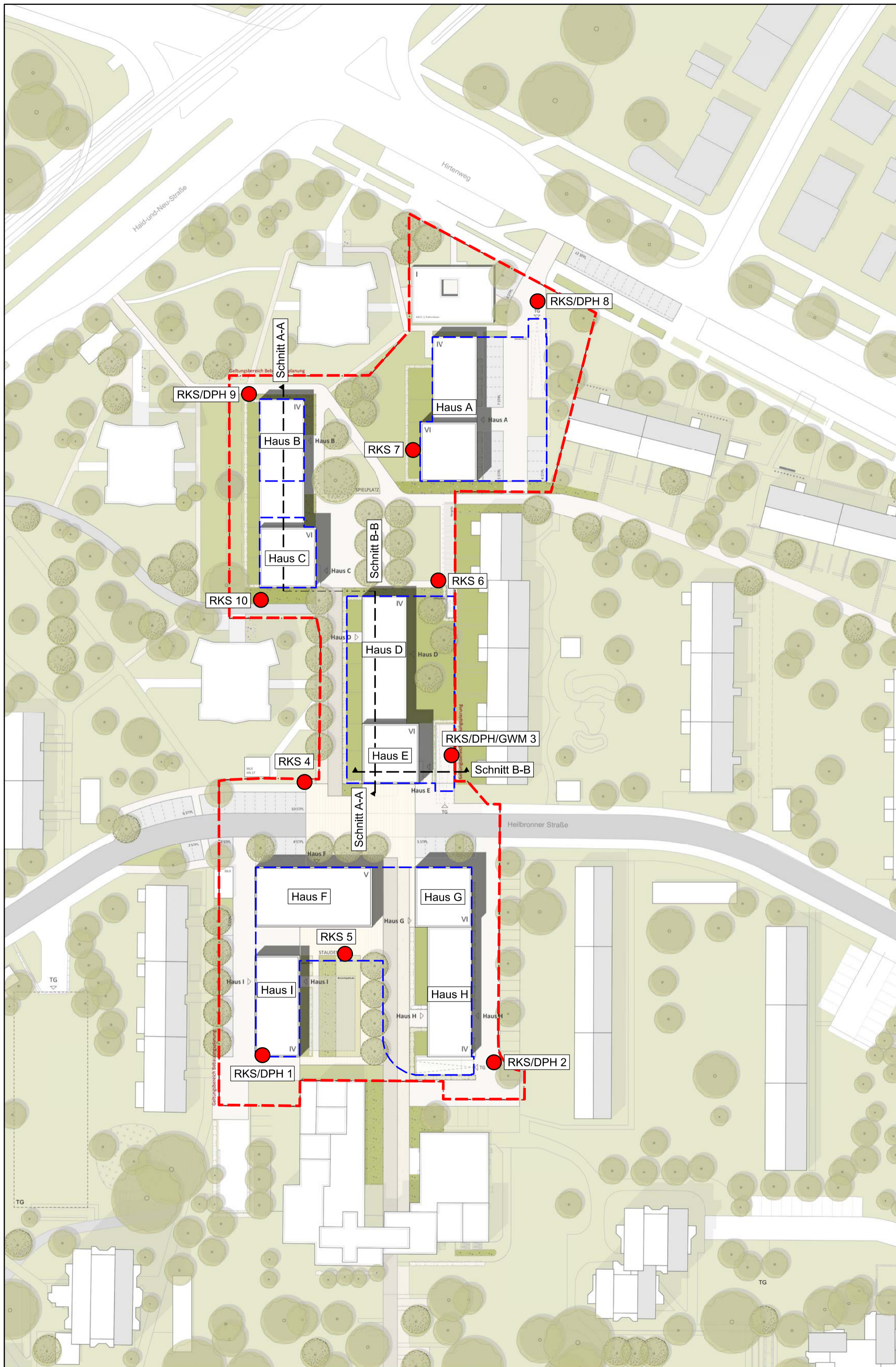
Karlsruhe, August 2018

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Anlage 3

Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte





Legende

- RKS Rammkernsondierung
- DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde
- GWM Grundwassermessstelle
- Geltungsbereich Bebauungsplan
- Grundriss TG/KG
- IV Geschossanzahl

Plangrundlage: Lageplan, Lehen drei Gbr, Rosenbergstraße 52a, 70176 Stuttgart

Projekt
**BV „Mehr Wohnen in der Mitte“ Staudenplatz
 Rintheimer Straße, Karlsruhe**
 Baugrunderkundung und Gründungsberatung

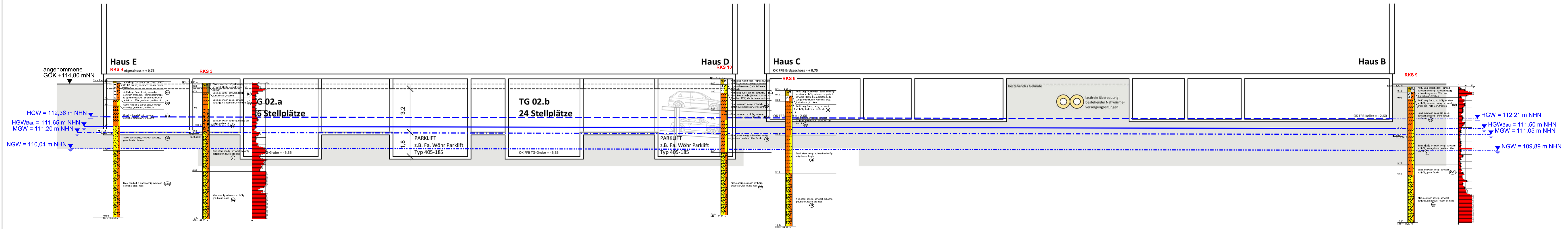
Planinhalt	Massstab	Anlage-Nr.
Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte	1:750	3.1



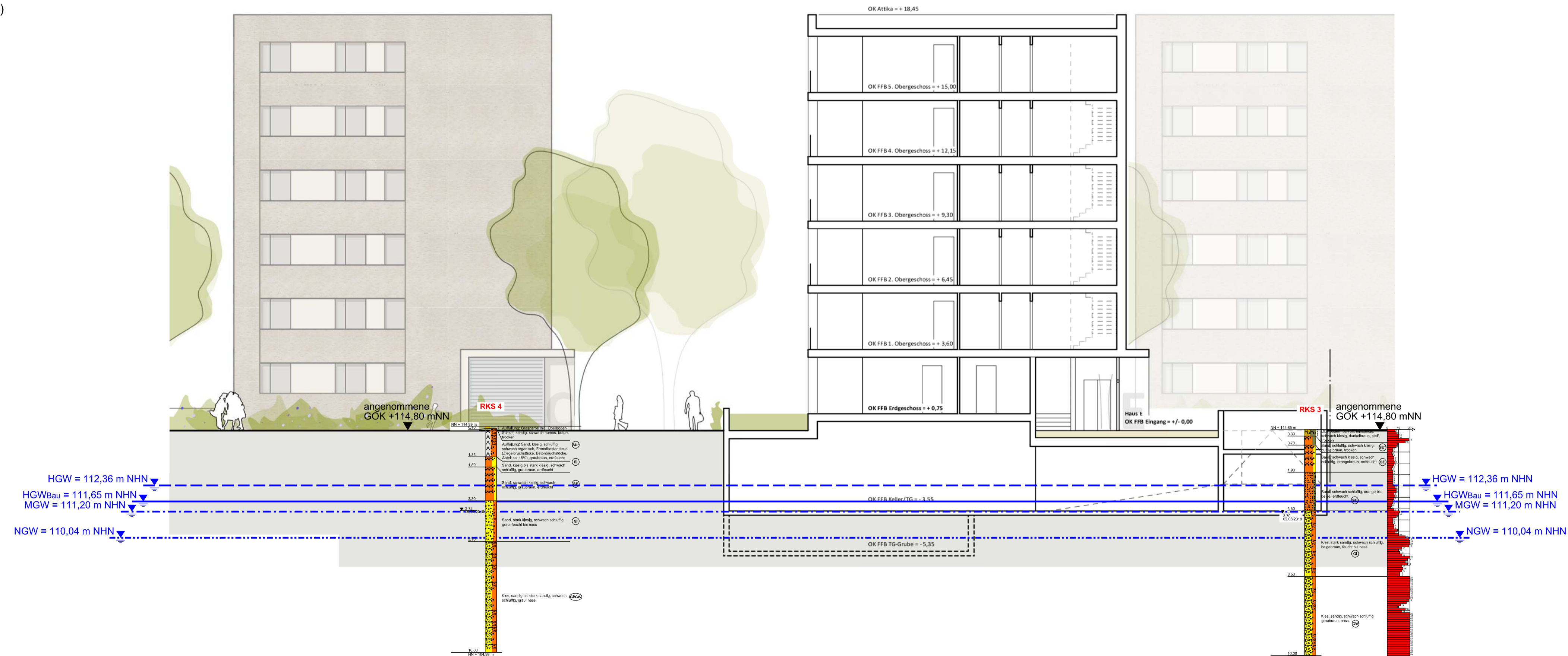
INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER R
 Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
 Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
 Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Karlsruhe, August 2018

Schemaschnitt A-A (Profil projiziert)



Schemaschnitt B-B (Profil projiziert)



Profile auf Schnittlinie projiziert!

Plangrundlage: Schnitte, Lehen drei Gbr, Rosenbergstraße 52a, 70176 Stuttgart

Projekt
 BV „Mehr Wohnen in der Mitte“ Staudenplatz
 Rintheimer Straße, Karlsruhe

Baugrunderkundung und Gründungsberatung

Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Schnitte	1:125	3.2

Auftraggeber

VOLKSWOHNUNG
 INGENIEURBÜRO
 ROTH & PARTNER
 Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
 Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
 Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com
 Karlsruhe, August 2018

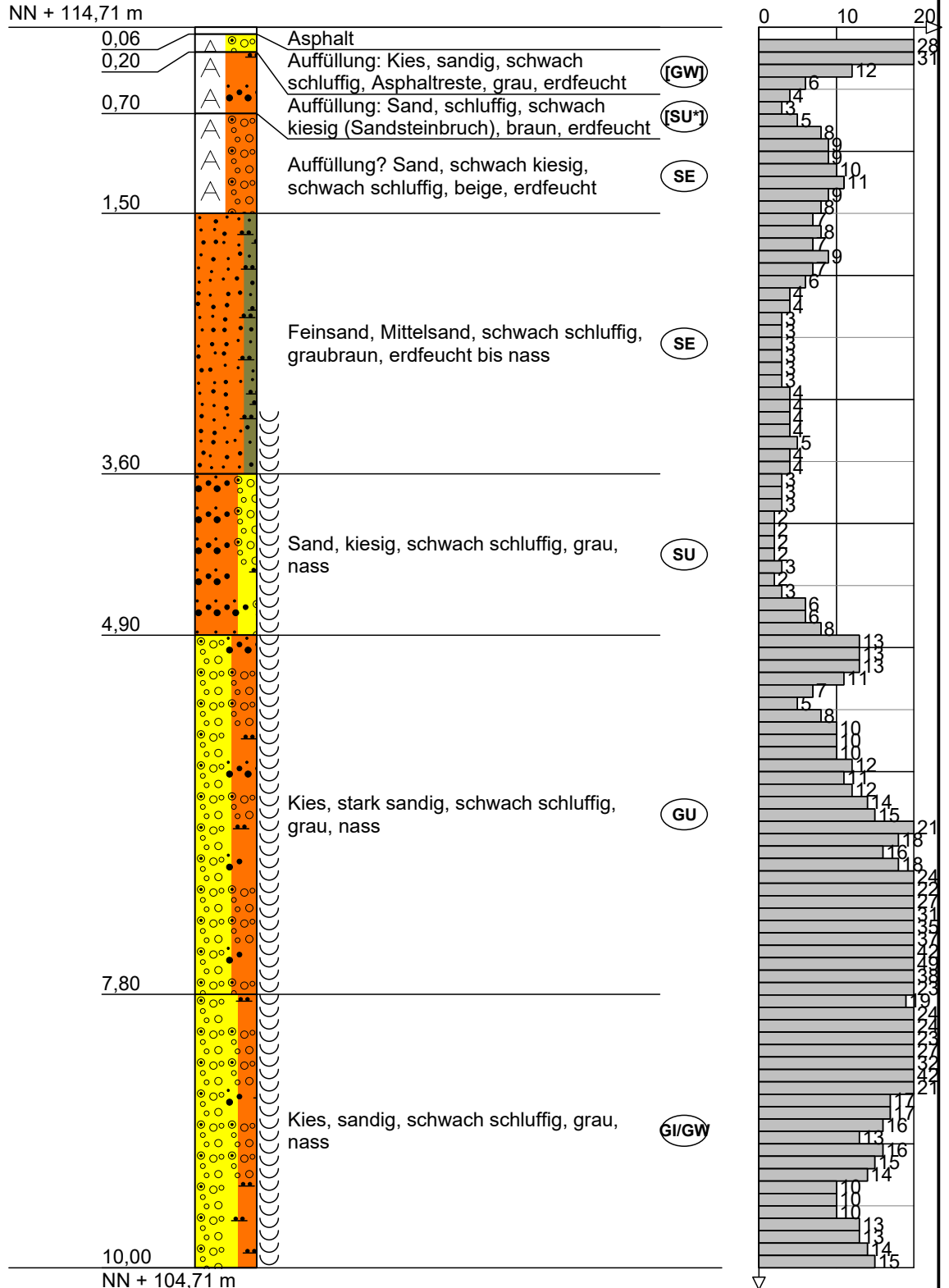
Anlage 4

Zeichnerische Darstellung der Schichtenprofile der Aufschlüsse



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

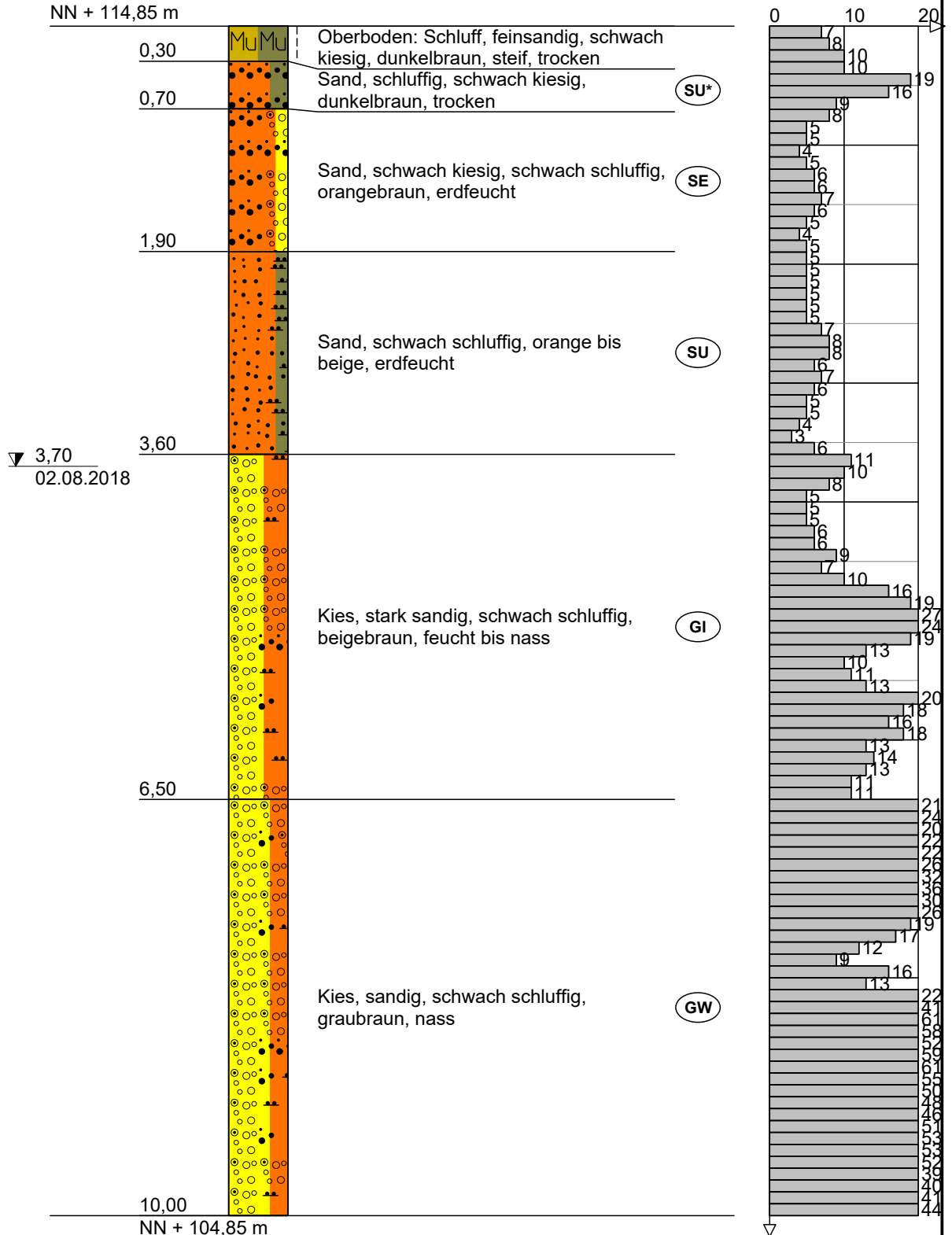
RKS 2 / DPH 2



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

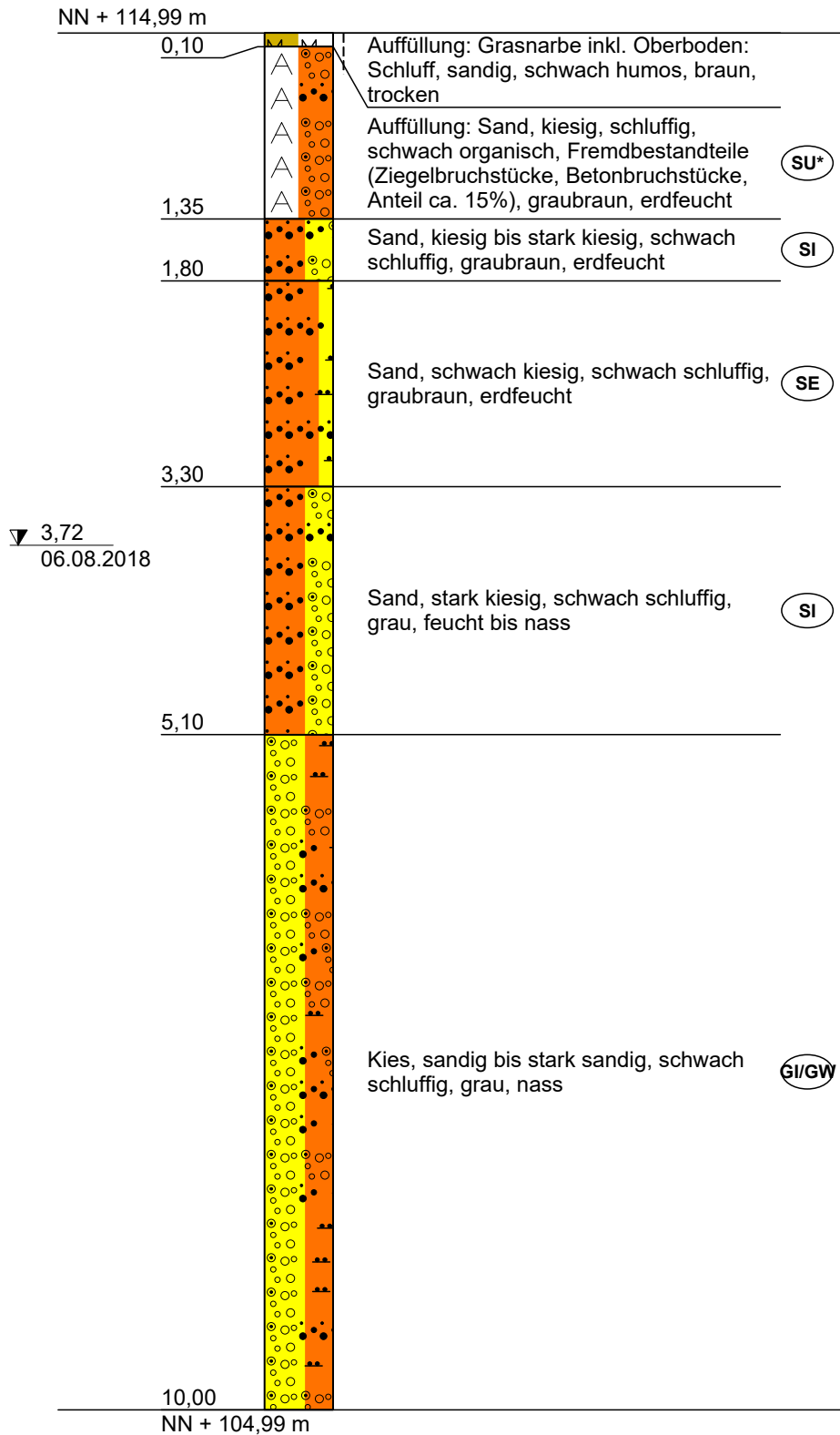
RKS 3 / DPH 3



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

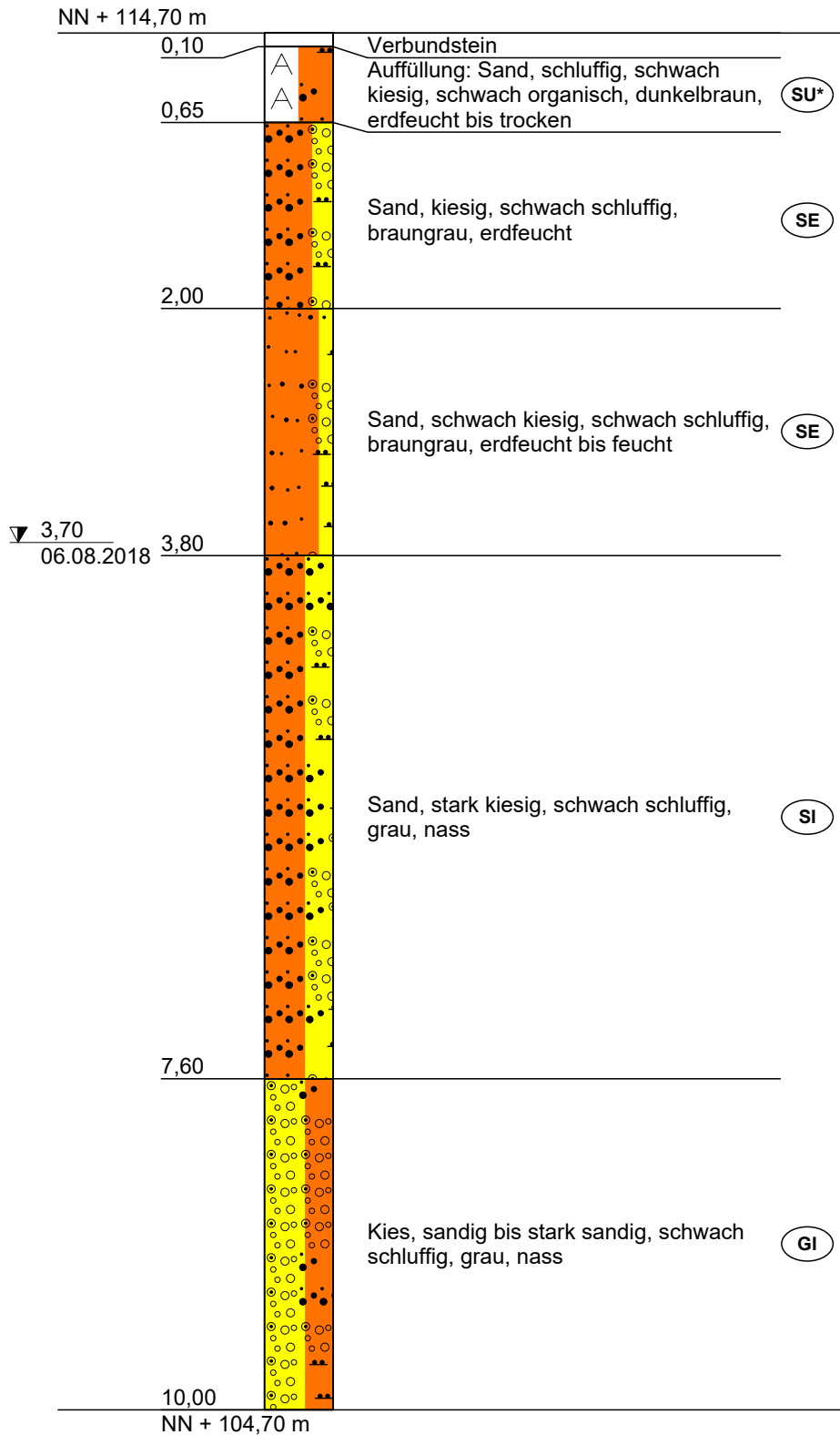
RKS 4



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

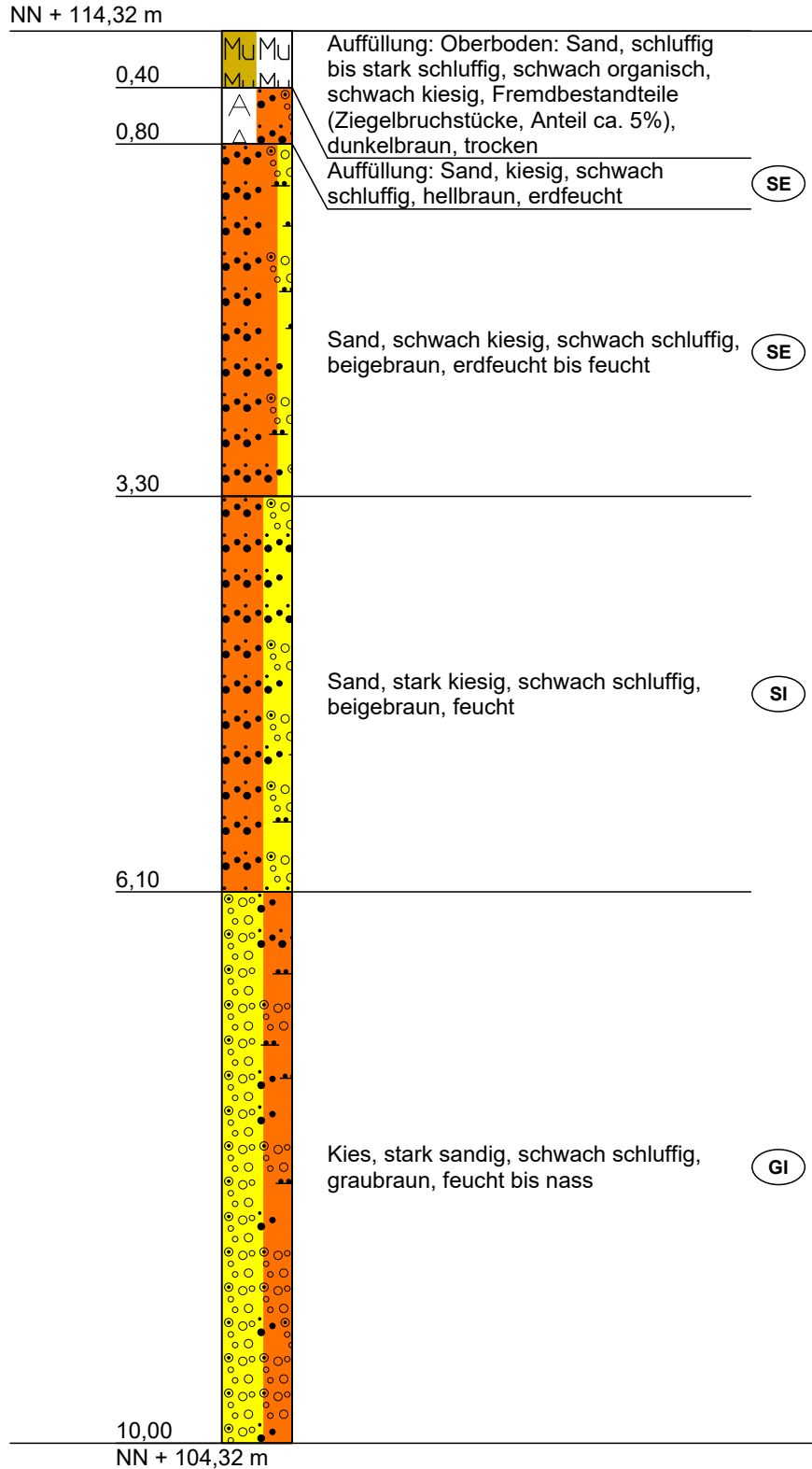
RKS 5



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

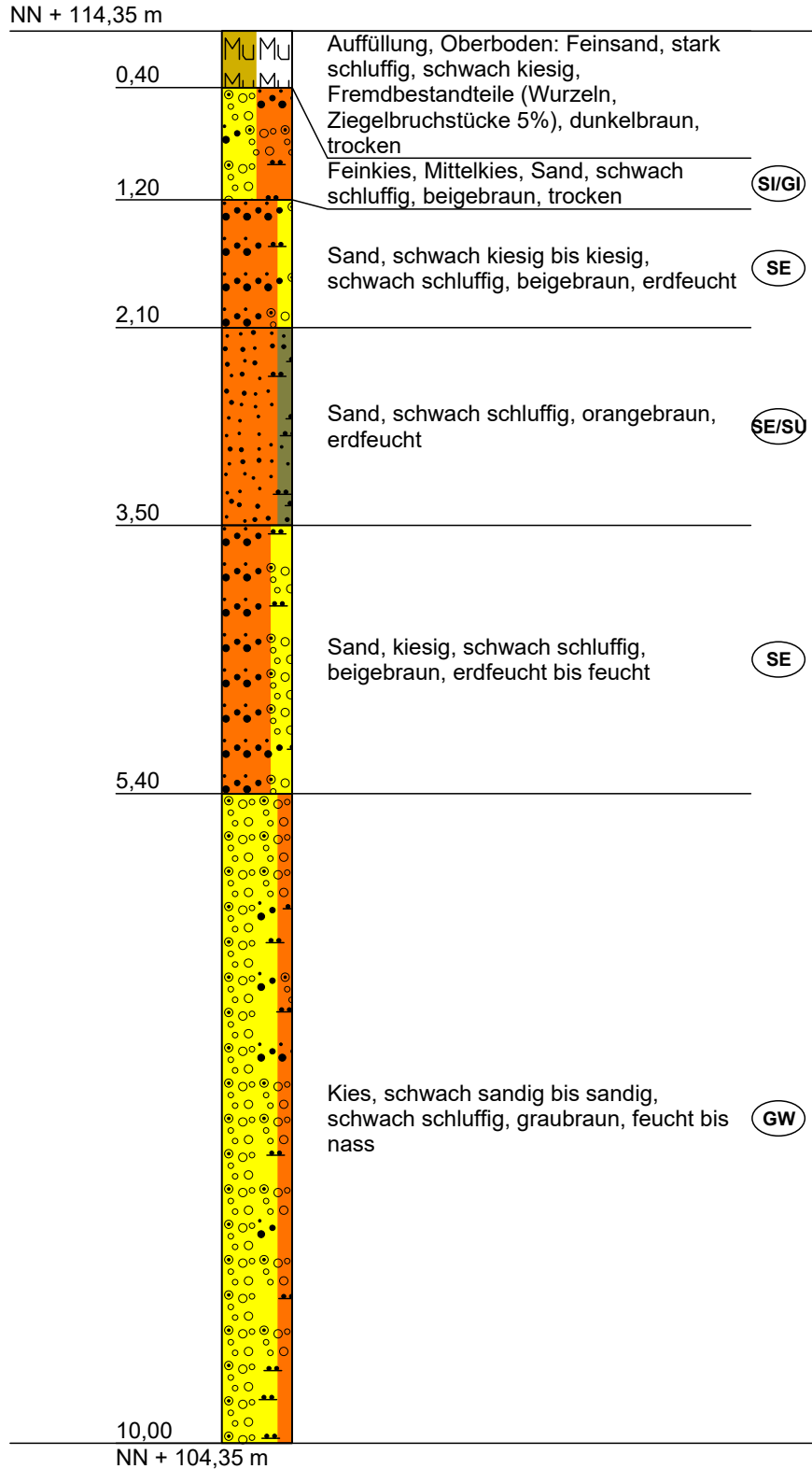
RKS 6



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

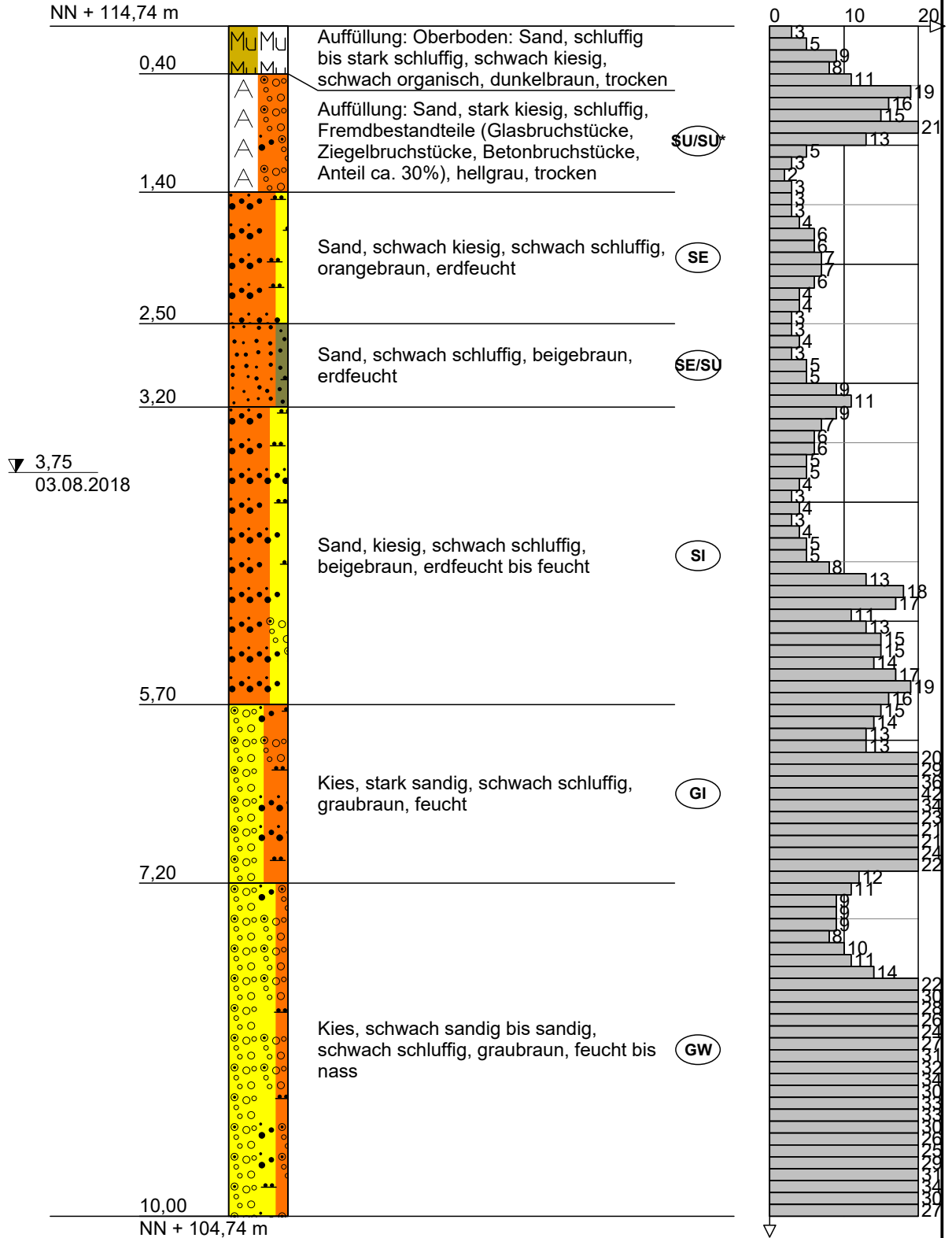
RKS 7



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

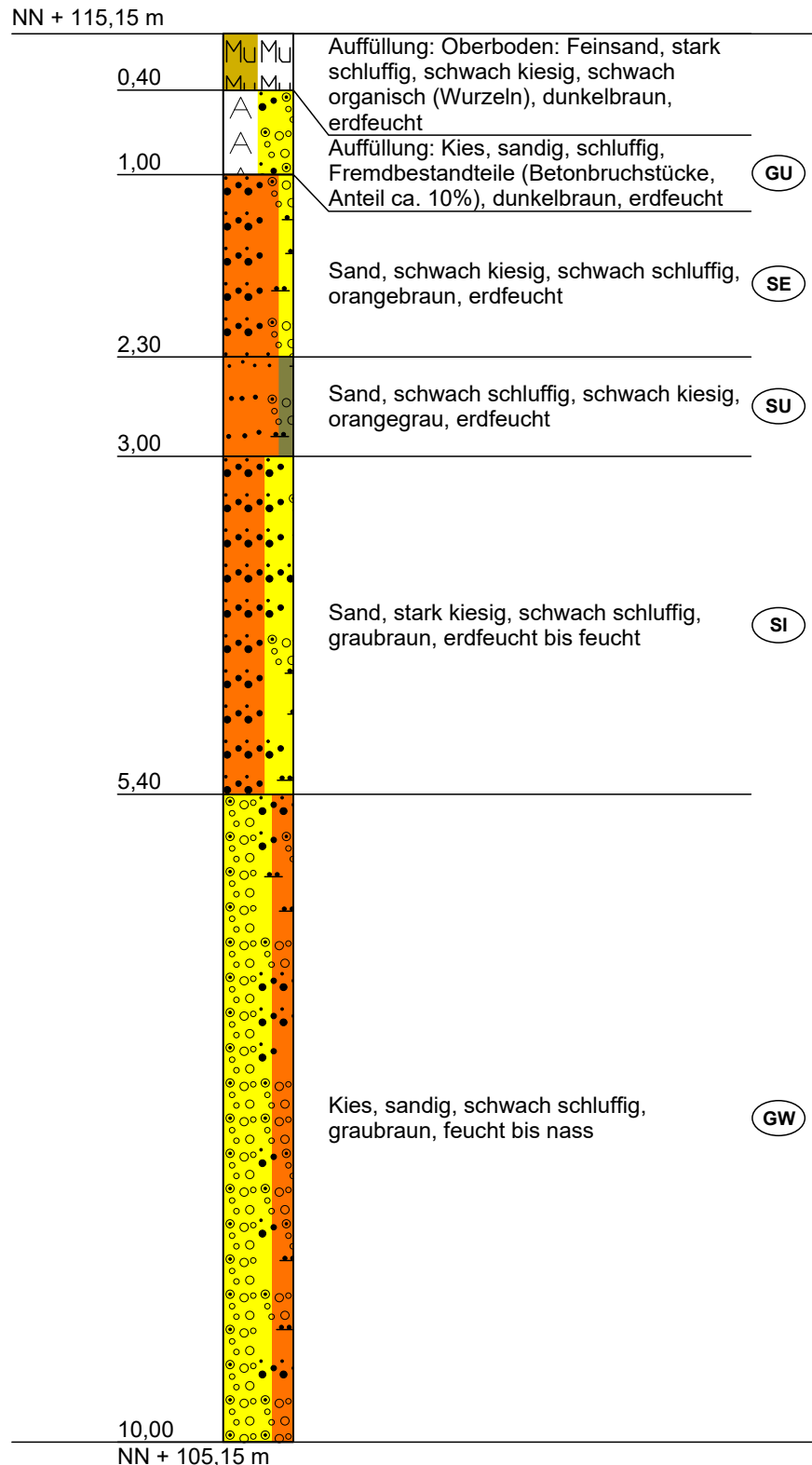
RKS 8 / DPH 8



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 10

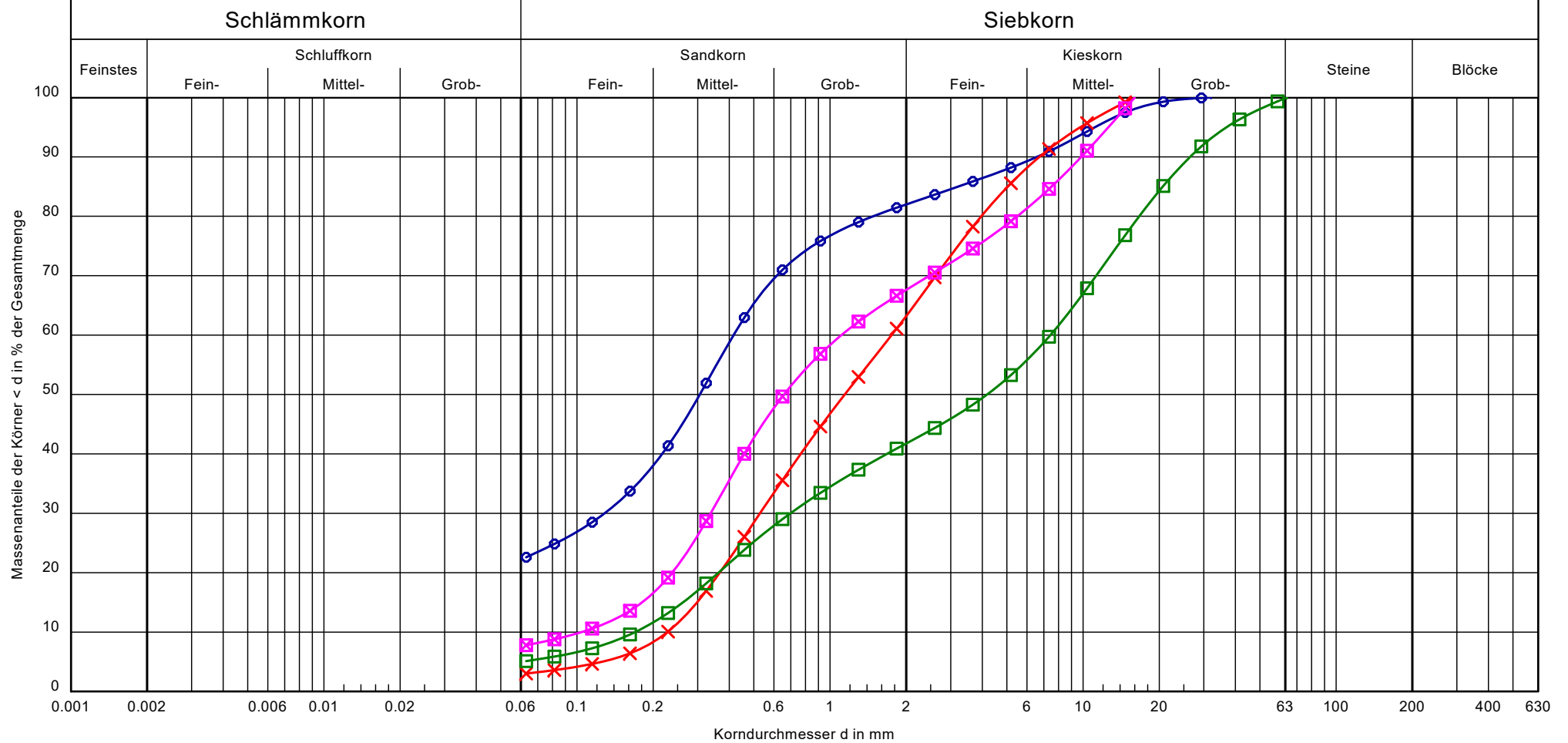


Höhenmaßstab 1:50

Anlage 5

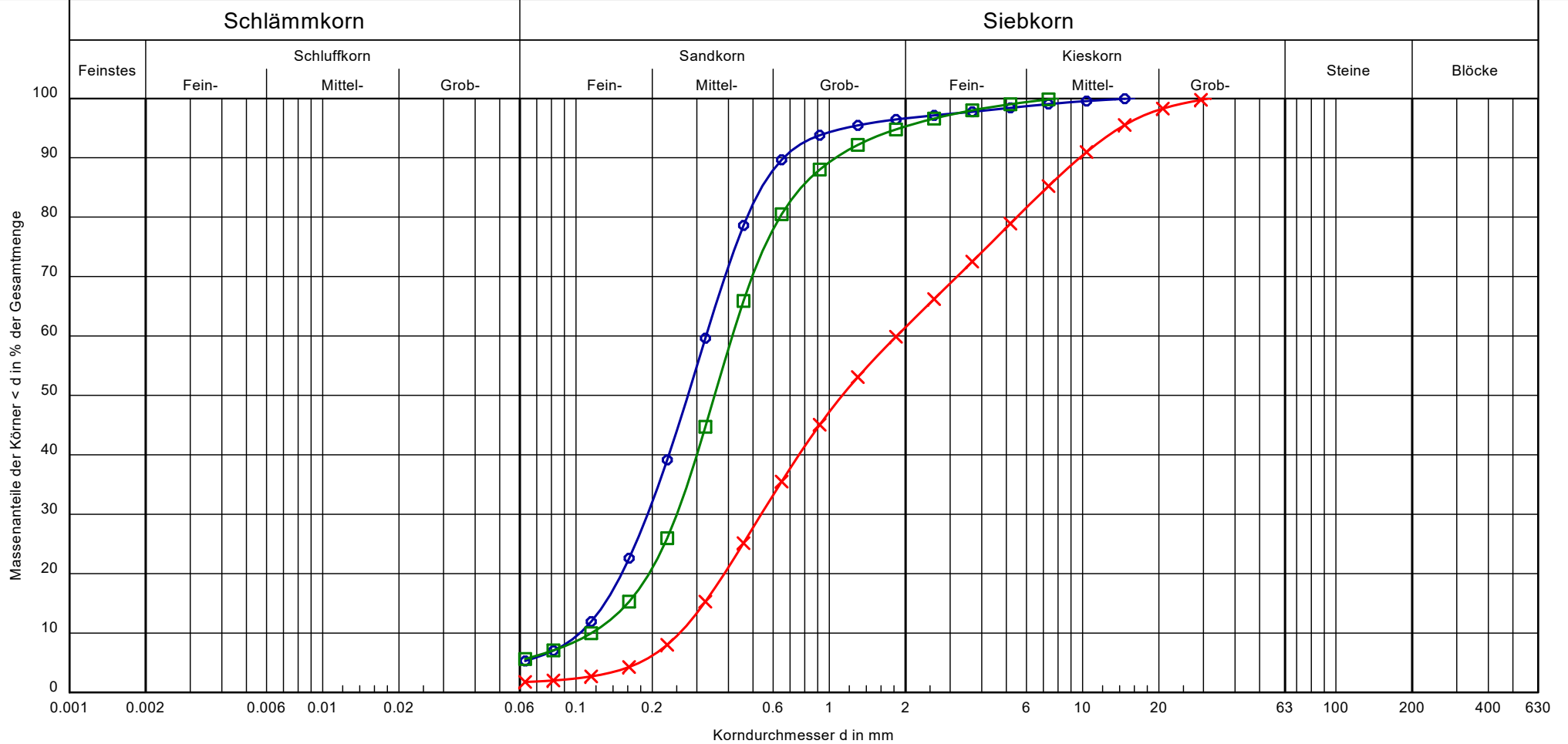
Ergebnisse der Bodenmechanischen Laboruntersuchungen





Entnahmestelle:	RKS 1	RKS 1	RKS 2	RKS 2
Tiefe:	0,1 - 1,4 m	1,4 - 2,5 m	4,9 - 7,8 m	3,6 - 4,9 m
Bodenart:	fg ^r mg ^r cs ⁱ sa	mg ^r fg ^r sa	cs ⁱ fs ^a cs ^a ms ^a gr	cs ⁱ fg ^r mg ^r sa
Bodengruppe:	SU*	SI	GU	SU
T/U/S/G [%]:	- /22.6/59.4/18.0	- /3.0/60.2/36.8	- /5.1/36.6/58.1	- /7.8/59.8/32.4
U/Cc:	- /-	7.7/0.7	43.9/0.4	10.7/1.0
Wassergehalt [%]:	4,2	2,18	6,75	9,73
Frostempfindlichkeit:	F3	F1	F2	F1

Anlage:
5



Entnahmestelle:	RKS 3	RKS 4	RKS 10
Tiefe:	1,9 - 3,6 m	3,3 - 5,1 m	2,3 - 3,0 m
Bodenart:	csi'csa'fSaMSa	mgrfgrSa	csi'fsacsaMSa
Bodengruppe:	SU	SI	SU
T/U/S/G [%]:	- /5.3/91.3/3.4	- /1.8/59.7/38.5	- /5.6/89.6/4.7
U/Cc:	3.2/1.1	7.2/0.6	3.6/1.3
Wassergehalt [%]:	5,85	9,05	6,91
Frostempfindlichkeit:	F1	F1	F1

Anlage:
5

Anlage 6

Analysebericht der chemischen Grundwasseruntersuchung



SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Otto-Hahn-Straße 18 -
76275 Ettlingen

WST - GmbH & Co.KG
Hr. Heck
Elly-Beinhorn-Str. 6
69214 Eppelheim

Standort Ettlingen

Telefon: +49-7243-939-1288
Telefax: +49-821-22780-604
E-Mail: sui-ettlingen@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 18.09.2018

Prüfbericht Nr.: UET-18-0113667/01-1
Auftrag-Nr.: UET-18-0113667
Ihr Auftrag: mündlich vom 29.08.2018
Projekt: 180801 - BV Mehr wohnen in der Mitte, Karlsruhe
Eingangsdatum: 29.08.2018
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 29.08.2018
Prüfzeitraum: 29.08.2018 - 18.09.2018
Probenart: Wasser



Probenbezeichnung: 180801 - GWM 3

Probe Nr.: UET-18-0113667-01

Laboruntersuchungen

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Geruch	--	ohne	DEV B 1/2:1971 (UAU)
Geruch - angesäuerte Probe	--	ohne	DEV B 1/2:1971 (UAU)
pH-Wert	--	7,27	DIN 38 404-C5:2009-07 (UAU)
Ammonium	mg/l	<0,04	DIN 38406-E5-1:1983-10 (UAU)
Nitrat	mg/l	12	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (UAU)
Sulfat	mg/l	63	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (UAU)
Chlorid	mg/l	40	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (UAU)
Permanganat-Index (als O ₂)	mg/l	0,89	DIN EN ISO 8467:1995-05 (ULE)
Säurekapazität bis pH 4,3 (Ks 4,3)	mmol/l	5,72	DIN 38 409-H 7-2:2005-12 (UAU)
Härte	mg CaO/l	189	DIN 4030-2:2008-06 (UAU)
Härtehydrogenkarbonat	mg CaO/l	160	DIN 4030-2:2008-06 (UAU)
Nichtkarbonathärte	mg CaO/l	28	DIN 4030-2:2008-06 (UAU)
Kohlendioxid, kalklösend	mg CO ₂ /l	<0,1	DIN 4030-2:2008-06 (UAU)
Sulfid leicht freisetzbar (S)	mg/l	<0,010	DIN 38 405-D 27:2017-10 (UAU)

Elemente nach Aufschluss

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Calcium	mg/l	116	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (UAU)
Kalium	mg/l	12,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (UAU)
Magnesium	mg/l	11,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (UAU)
Natrium	mg/l	26,6	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02 (UAU)

(UAU) - Augsburg;(ULE) - Marktleeburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 18.09.2018 um 12:12 Uhr durch Birgitt Stichling (Kundenbetreuerin) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.