

Baugrundgutachten

- nach DIN 4020 -

zum Bauvorhaben

„Bebauungsplangebiet Rb 01“

53332 Bornheim-Rösberg

Auftraggeber: Hauspartner Projekt GmbH
Barbarossastraße 15
53721 Siegburg

Auftrag Nr. / Zeichen: 9280.1/ta

Datum: 10.04.2019

Inhalt

1	Situation	4
2	Geologie	7
3	Bodenaufschlüsse	8
4	Grundwasser	9
5	Bodenmechanische Beurteilung.....	10
6	Baugrundbeurteilung	12
7	Gründungsempfehlungen.....	13
7.1	Unterkellerte Gebäude	13
7.1.1	Fundamentgründung	14
7.1.2	Plattengründung	15
7.2	Nicht unterkellerte Gebäude.....	15
7.2.1	Fundamentgründung auf dem sandigen Kies	16
7.2.2	Plattengründung auf dem sandigen Kies	17
7.2.3	Plattengründung auf dem feinsandigen Schluff.....	18
8	Hinweise zur Bauausführung	18
9	Gebäudeabdichtung	19
10	Baugrubenböschungen	20
11	Bodenklassen / Bodengruppen	21
12	Erdbebenzone	21
13	Schlussbemerkung.....	22

Dokumentation

Anlagen 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Detaillageplan

Anlage 2 Zeichenerklärung

Anlagen 3 Bohrprofile und Rammdiagramme

Anlage 3.1 Bohrprofile KRB 1 bis 4, Rammdiagramm DPH 2

Anlage 3.2 Bohrprofile KRB 5 bis 8, Rammdiagramm DPH 8

Anlage 3.3 Bohrprofile KRB 10 bis 14

Anlage 3.4 Bohrprofile KRB 15 bis 18, Rammdiagramm DPH 17

Anlage 3.5 Bohrprofile KRB 19 und 20, Rammdiagramme DPH 19, 21 und 22

Anlage 3.6 Rammdiagramme DPH 23 und 24

Anlagen 4 Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 4.1 Körnungslinie Probe 9280_8.6

Anlage 4.2 Zustandsgrenzen Probe 9280_6.2

Anlage 4.3 Wassergehaltsbestimmungen

1 Situation

In Bornheim-Rösberg entsteht ein etwa 2,08 Hektar großes Neubaugebiet mit dem Namen „Bebauungsplan Rb 01“. Dieses liegt am südlichen Rand des Ortsteils Rösberg und wird im Nordwesten von dem Rüttersweg beziehungsweise der Eifelstraße und im Südosten vom Kuckucksweg begrenzt. Südwestlich liegen Ackerflächen. Im Nordosten liegen die Wohnhäuser der Schwarzwaldstraße. (vgl. Anl. 1.1).

Hier plant die Hauspartner Projekt GmbH auf 32 Grundstücken den Neubau von freistehenden Einfamilienhäusern und Doppelhäusern. Auf zwei Grundstücken am südöstlichen Rand des Bebauungsplangebiets sind weiterhin zwei Mehrfamilienhäuser mit gemeinsamer Tiefgarage vorgesehen.

Es liegen seitens des Planungsbüro zwei Varianten als Vorentwürfe zur Ausgestaltung des Bebauungsplans vor (vgl. Bilder 1 und 2). Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen stand noch nicht fest welche Variante ausgeführt werden soll. Zur Festlegung der Bohrpunkte wurde seitens unseres Büros die Variante 2 gewählt und der Bohrplan dem Planungsbüro zur Abstimmung vorgelegt. Im Folgenden wird diese Variante beschrieben. Aufgrund der großen Ähnlichkeit der beiden Entwürfe können die Ergebnisse der Untersuchungen analog für beide Bauplanungen verwendet werden.

Das Neubaugebiet wird in der Variante 2 über den Rüttersweg sowie in seiner Verlängerung über die Planstraße A erschlossen. Diese verläuft zunächst in Nordwest-Südost-Richtung und verspringt im obersten Drittel des Baugebietes um eine Grundstücksbreite nach Osten. Von dieser Straße gehen drei Stichstraßen rechtwinklig nach Nordosten ab. Im Südosten ist ein Wendehammer vorgesehen (vgl. Anl. 1.2).

Im Süden des Geländes ist ein Spielplatz geplant. Die Ortslage soll eine Randeingrünung erhalten, die in einem Streifen von ca. 5,00 m das Neubaugebiet im Südosten und Südwesten umfasst.



Bild 1: Bebauungsplan Rb01 – Variante 1



Bild 2: Bebauungsplan Rb01 – Variante 2

Das Gelände ist weitgehend eben. Innerhalb des gesamten Neubaugebiets wurde im Rahmen der Untersuchung ein Höhenunterschied von maximal 41,0 cm festgestellt. Zum Zeitpunkt der Arbeiten lag das vormals als Ackerfläche genutzte Gelände brach. Es wies überwiegend einen niedrigen Wiesenbewuchs auf. Örtlich befanden sich einzelne Bäume sowie Büsche (vgl. Bilder 3 und 4).

Unser Büro wurde mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung nach DIN 4020 (vgl. EC7) und Begutachtung beauftragt. Die Geländearbeiten wurden durch Mitarbeiter unseres Büros am 05.02.2019 und am 11.02.2019 durchgeführt. Die Baumaßnahme ist in die Geotechnische Kategorie GK2 einzustufen.



Bild 3: Blick über das geplante Neubaugebiet nach Nordwesten mit den Bestandsgebäuden der Eifelstraße im Hintergrund



Bild 4: Blick über das Baufeld nach Nordosten entlang des Kuckuckswegs

2 Geologie

Regionalgeologisch liegt der Raum Bornheim am westlichen Rand der Niederrheinischen Bucht, die mit Beginn des Miozäns bei gleichzeitiger Hebung der Nordeifel als Senkungsfeld in das Rheinische Schiefergebirge eingebrochen ist. Dieser tektonische Prozess führte zu einer Zerlegung in Einzelschollen, die sich herausgehoben haben. Westlich des Untersuchungsgeländes befindet sich der Villehorst, der einen morphologischen Höhenzug bildet.

In größeren Tiefen ist das devonische Grundgebirge zu erwarten. Darauf lagern die mächtigen Sedimentfolgen der tertiären Formationen, die sich überwiegend aus limnisch-fluviatilen Sanden, Kiesen und Tonen zusammensetzen, in die die Braunkohlenflöze eingelagert sind. Im Hangenden der Braunkohlenformationen folgen die pliozänen Serien *Hauptkies*, *Rotton* und *Reuver*. Im Untersuchungsgebiet sind sie ab einer Tiefe von etwa 10 m unter Geländeoberkante (GOK) zu erwarten.

Über den tertiären Böden treten die pleistozänen Flussablagerungen des Rheins in Form seiner Mittel- und Niederterrassen auf. Sie werden überwiegend aus gerundeten Kiesen und Sanden mit unterschiedlichen Anteilen an Schluff aufgebaut. Zu den Rändern hin keilen sie aus. Im Untersuchungsgebiet erreichen sie Mächtigkeiten von etwa 6 m.

Überlagert werden die Terrassen weiträumig von Löß, einem äolischen Sediment, das in den oberen Schichthorizonten im Zuge der Verwitterung entkalkt und in Lößlehm übergegangen ist. Im Bereich des Untersuchungsgeländes werden die Terrassen von geringmächtigen Hochflächenlehmen überdeckt.

Im Holozän ist es im Bereich von Vorflutern durch Flussaufschüttungen zur Bildung von Hochflutablagerungen gekommen, die aus Kies, Sand und Schluff in wechselnder Zusammensetzung bestehen.

3 Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung des Untergrundes wurden die 19 Kleinrammbohrungen KRB 1 bis 8 sowie 10 bis 20 durchgeführt, die über das Neubaugebiet verteilt wurden. Hiervon wurden zwölf Bohrungen für die Baugrunderkundung sowie sieben für die hydrogeologische Untersuchung abgeteuft, die für die Bewertung mit herangezogen werden. Die genaue Lage der Bohransatzpunkte ist dem Detaillageplan auf Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sind höhenorientiert in Form von Bohrprofilen auf den Anlagen 3.1 bis 3.6 dargestellt. Als Höhenbezugspunkt diente der Kanaldeckel auf der Kreuzung Eifelstraße/Rüttersweg, der im Lageplan mit einer Höhe von 158,92 m+NHN angegeben ist (vgl. Anl. 1.2). Die Zeichenerklärungen können der Anlage 2 entnommen werden.

Entsprechend den Bohrprofilen wurde überall eine ungestörte, natürliche Schichtenfolge angetroffen. Sie beginnt in allen Bohrungen mit Mutterboden, der als sandiger, teilweise kiesiger Schluff mit organischen Beimengungen vorliegt. Die Mächtigkeit variiert zwischen 0,20 m (vgl. Bohrungen KRB 3, 4 und 17) und 0,55 m (vgl. Bohrung KRB 11).

Darunter folgen die Hochflutsedimente des Rheins, die zunächst als gering feinsandiger bis feinsandiger beziehungsweise sandiger Schluff aus-

geprägt sind. Er ist zum Teil aus dem auf der Ville abgelagerten Lößlehm hervorgegangen und enthält örtlich variierende Anteile an Kies. Im Bereich der Bohrungen KRB 10 und 11 nimmt der Sandanteil mit der Tiefe zu, so dass ab Tiefen von 1,30 m (vgl. Bohrung KRB 11) beziehungsweise 1,70 m (vgl. Bohrung KRB 10) unter GOK schluffiger, kiesiger Sand beziehungsweise stark schluffiger Sand ansteht. Die Hochflutsedimente wurden bis in Tiefen zwischen 0,45 m (vgl. Bohrung KRB 16) und 2,60 m (vgl. Bohrung KRB 10) unter Bohransatzpunkt aufgeschlossen. Im Bereich von Bohrung KRB 13 fehlt dieser Horizont.

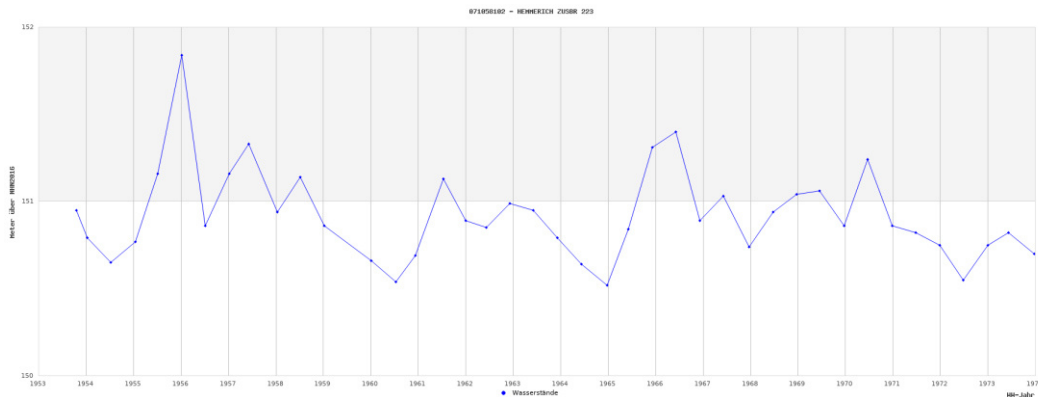
Im Liegenden stehen die Terrassenschotter der Hauptterrasse des Rheins an. Diese sind als sandige bis stark sandige Kiese ausgeprägt, die variierende Anteile an Schluff enthalten. Der Schluffanteil betrug in der Probe 8.6, die aus Bohrung KRB 8 entnommen wurde, 11,92 Gew.-%, so dass die Terrassensedimente hier schwach schluffig ausgeprägt sind. In Bohrung KRB 2 gehen die Terrassenschotter in einer Tiefe von 3,40 m unter GOK in einen gering kiesigen, gering schluffigen Sand über. Aufgrund des mit der Tiefe stark zunehmenden Bohrwiderstandes mussten die Bohrungen KRB 1, 3 bis 7, 10 bis 14 sowie 17 bis 20 in Tiefen zwischen 1,60 m (vgl. Bohrung KRB 20) und 3,80 m (vgl. Bohrung KRB 10) unter GOK eingestellt werden.

4 Grundwasser

Zur Zeit dieser Untersuchung wurde in den Bohrungen KRB 6, 8 und 14 in Tiefen zwischen 0,28 m (vgl. Bohrung KRB 14) und 0,62 m (vgl. Bohrung KRB 8) unter GOK ein Wasserspiegel angetroffen. Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Schluffböden ist es in Folge von Regenereignissen temporär zur Bildung von Stauwasser innerhalb der Schluffböden gekommen.

Zur Beurteilung der Grundwassersituation wurde eine Grundwasserrecherche über das ELWAS des Landesministeriums NRW für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LaNUV) durchgeführt. Diese ergab, dass in der etwa 800 m südöstlich des Untersuchungsgeländes gelegenen Grundwassermessstelle „071058102 - HEMMERICH ZUSBR 223“ im Winter 1956 ein maximaler Grundwasserstand von 151,84 m+NHN bei einem

Flurabstand von 6,26 m aufgetreten ist. Die Ganglinie der Messstelle ist in Bild 3 dargestellt.



**Bild 3: Ganglinie der Messstelle „071058102 - HEMMERICH ZUSBR 223“
(aus Elwas, Stand 09.04.2019)**

5 Bodenmechanische Beurteilung

Ergänzend zu den Aufschlussbohrungen wurden acht schwere Rammsondierungen (DPH 2, 8, 17, 19 sowie 21 bis 24) entsprechend DIN EN ISO 22476-2:2012 ($m = 50 \text{ kg}$, $A_c = 15 \text{ cm}^2$) niedergebracht. Die erzielten Schlagzahlen N_{10} sind dabei ein Maß für die Lagerungsdichte bei nichtbindigen Böden und lassen darüber hinaus Rückschlüsse auf die Konsistenz von bindigen Böden zu. Die Rammdiagramme sind neben den Bohrungen auf den Anlagen 3.1 und 3.2 sowie 3.4 bis 3.6 dargestellt.

Weiterhin wurden mit den anstehenden, bindigen Böden eine Konsistenzbestimmung nach DIN 18122 sowie Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121 durchgeführt. Die Ergebnisse sind den Anlagen 4.2 und 4.3 zu entnehmen. Während der Schluff überwiegend eine steife Konsistenz aufweist, ist er örtlich aufgrund eines erhöhten Wassergehalts aufgeweicht und weist eine weiche beziehungsweise weich bis steife Zustandsform auf. Entsprechend der Zustandsgrenzenbestimmung nach DIN 18122 („Atterberg-Versuch“) auf Anlage 4.2 ist die Konsistenz der Probe 6.2, die aus dem Tiefenabschnitt 0,40 m bis 1,40 m in der Bohrung KRB 4 entnommen wurde mit einer Konsistenzzahl $I_c = 0,74$ und einem Wassergehalt von 23,4 Gew.-% auf der Grenze zwischen weich und steif. Es handelt sich um einen leicht plastischen Schluff, der bereits bei geringen Wassergehaltsschwankungen seine Zustandsform ändert. Entsprechend

Anlage 4.3 wurden Wassergehalte zwischen 20,0 Gew.-% und 24,3 Gew.-% ermittelt.

Die unterlagernden Terrassenschotter sind entsprechend den Rammdiagrammen im obersten Schichthorizont örtlich noch locker bis mitteldicht gelagert, gehen aber bereits in geringen Tiefen in eine mitteldichte Lagerung über. Mit der Tiefe nehmen die Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe deutlich zu, so dass die Rammsondierungen innerhalb der Kiese in Tiefen zwischen 1,80 m (vgl. Rammsondierung DPH 23) und 5,00 m (vgl. Rammsondierung DPH 2) unter GOK aufgrund des hohen Rammwiderstandes abgebrochen werden mussten.

Die folgenden *Bodenkennwerte* können angegeben werden:

Schluff, sandig/feinsandig, kiesig, weich

Wichte über Wasser	γ	=	18 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	8 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	27,5°
Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	2 – 4 MN/m ²

Schluff, sandig/feinsandig, kiesig, steif – halbfest

Wichte über Wasser	γ	=	19 – 20 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	9 – 10 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	27,5 – 30°
Kohäsion	c'	=	2 – 4 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	6 – 12 MN/m ²

Sand, stark schluffig, steif

Wichte über Wasser	γ	=	19 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	10 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	27,5 – 30°
Kohäsion	c'	=	0 – 2 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	10 – 20 MN/m ²

Sand, kiesig, schluffig, mitteldicht

Wichte über Wasser	γ	=	19 – 20 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	10 – 11 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	30 – 32,5°
Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	30 – 50 MN/m ²

Kies, sandig, schluffig, mitteldicht bis dicht

Wichte über Wasser	γ	=	21 – 22 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	11 – 12 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	32,5 – 35°
Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	80 – 100 MN/m ²

Kies, sandig, gering schluffig, mitteldicht bis dicht

Wichte über Wasser	γ	=	21 – 22 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	11 – 12 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	35 – 37,5°
Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	120 MN/m ²

Sand, gering kiesig, gering schluffig, mitteldicht bis dicht

Wichte über Wasser	γ	=	20 – 21 kN/m ³
Wichte unter Wasser	γ'	=	11 – 12 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	=	32,5 – 35°
Kohäsion	c'	=	0 kN/m ²
Steifeziffer	E_s	=	40 – 80 MN/m ²

6 Baugrundbeurteilung

Der Mutterboden ist aufgrund seiner organischen Bestandteile zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet. Wegen der mikrobiellen Umsetzungsprozesse ist mit einem Volumenschwund zu rechnen.

Der als Schluff- und Sandböden ausgeprägte Hochflutlehm ist bei mindestens steifer Konsistenz als tragfähig anzusehen. In Abhängigkeit von der Belastung und den Fundamentdimensionen ist mit Setzungen im Bereich von Zentimetern zu rechnen. Bei Konsistenzen geringer als steif, wie sie

örtlich angetroffen wurden, sind sie nicht Gründungsfähig. Bei Belastung sind erhebliche Verformungen bis hin zum Grundbruch zu erwarten.

Die Terrassensedimente sind im oberen Bereich noch locker bis mitteldicht gelagert und besitzen dort bei Belastung ein erhöhtes Setzungsrisiko. In Tiefen ab ca. 2,00 m sind sie hingegen in allen Rammsondierungen mitteldicht bis dicht und damit als gut tragfähig anzusehen. Sie bieten bei vergleichsweise geringen Setzungen eine hohe Tragwirkung. Setzungen stellen sich in diesem Horizont, in Abhängigkeit vom Feinkornanteil, mehr oder minder schnell zum Aufbringen der Bauwerkslasten ein.

7 Gründungsempfehlungen

Es sind 32 Einfamilienhäuser und zwei Mehrfamilienhäuser geplant. Da eine genaue Planung noch nicht vorliegt, werden für die Gründungsempfehlungen sowohl die unterkellerte, als auch die nicht unterkellerte Ausführung betrachtet. Bei der unterkellerten Version wird von einer Einbindetiefe von 3,00 m ausgegangen.

Im Hinblick auf ein gleichmäßiges Trag- und Setzungsverhalten ist generell die Gründung der einzelnen Gebäude auf jeweils einheitlichem Boden empfehlenswert. Während die unterkellerten Gebäude einheitlich auf den Hauptterrassenschottern zum Liegen kommen, befindet sich die Gründungssohle der nicht unterkellerten Gebäude teilweise noch in dem überlagernden Hochflutlehm.

7.1 *Unterkellerte Gebäude*

Grundsätzlich bestehen die folgenden Möglichkeiten: Eine Gründung über

1. Fundamente sowie über
2. eine tragende Bodenplatte

Diese Gründungsmöglichkeiten werden nachfolgend beschrieben und die benötigten Bemessungsparameter werden angegeben.

7.1.1 Fundamentgründung

Bei einer Fundamentgründung werden die Bauwerkslasten über Streifenfundamente abgetragen, die eine Breite von mindestens 0,50 m sowie 0,50 m in den Untergrund einbinden.

Die zulässigen Bodenpressungen σ_{zul} [kN/m²] können für eine Gründung auf den mindestens mitteldichten Hauptterrassenschottern der Tabelle 1.1 entnommen werden. Die zugehörigen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] sind in Tabelle 1.2 angegeben.

Tabelle 1.1: Bodenpressungen σ_{zul} in kN/m² für Streifenfundamente auf den Terrassenschottern $\geq$ mitteldicht

Einbindetiefe (m)	Streifenfundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	211	326	450*
1,00	343	500*	400*

* Abminderung wegen Setzung

Tabelle 1.2: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ in kN/m² für Streifenfundamente auf den Terrassenschottern $\geq$ mitteldicht

Einbindetiefe (m)	Streifenfundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	295	456	630*
1,00	480	700*	560*

* Abminderung wegen Setzung

Eine geradlinige Interpolation ist zulässig. Die zu erwartenden Setzungen liegen bei Einhaltung der o.a. Tabellenwerte rechnerisch in der Größenordnung zwischen ca. 0,6 und 2,5 cm.

Für Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis von a/b beziehungsweise a'/b' $\geq$ und einer Breite von maximal 1,50 m können die Tabellenwerte um bis zu 20% erhöht werden.

Bei nicht lotrechtem Angriff der Resultierenden in der Sohlfläche sind die angegebenen Bodenpressungen entsprechend DIN 1054 auf σ_{zul}' zu reduzieren.

Fall 1: $\sigma_{zul}' = (1-H/V) \cdot \sigma_{zul}$, wenn $a/b \geq 2$ und H parallel zu a

Fall 2: $\sigma_{zul}' = (1-H/V)^2 \cdot \sigma_{zul}$, wenn Fall 1 nicht zutrifft.

7.1.2 Plattengründung

Bei einer Plattengründung werden die anfallenden Lasten auf eine große Fläche verteilt. Unstetigkeiten des Untergrundes werden in Verbindung mit einer Tragschicht gut ausgeglichen. Die Schalarbeiten reduzieren sich dann auf die Randschalung.

Für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte kann für einen Plattenabschnitt von ca. 10,00 m x 10,00 m und einer mittleren Last von 80 kN/m² eine Bettungsziffer

$$k_s = 30 \text{ MN/m}^3$$

auf den Terrassenschottern angesetzt werden. Unter den tragenden Außenwänden kann die Bettungsziffer verdoppelt werden. Die Bettungsziffer ist mit dem Aufstellen der Statik zu verifizieren. Die Randspannung ist auf 300 kN/m² zu begrenzen. Rechnerisch können dabei Verformungen in der Größenordnung von bis zu 0,3 cm auftreten.

7.2 Nicht unterkellerte Gebäude

Während örtlich unterhalb des Mutterbodens direkt die sandigen, gering schluffigen bis schluffigen Kiese anstehen, liegt insbesondere im Bereich der Bohrungen KRB 8 und 10 bis 12 in der Gründungssohle noch feinsandiger bis sandiger, teilweise kiesiger Schluff vor. Grundsätzlich bestehen die folgenden Gründungsmöglichkeiten:

1. Fundamentgründung auf dem sandigen Kies,
2. Plattengründung auf dem sandigen Kies und
3. Plattengründung auf dem feinsandigen Schluff

Diese werden nachfolgend beschrieben und die jeweiligen Bemessungsparameter werden angegeben.

7.2.1 Fundamentgründung auf dem sandigen Kies

Im Falle einer Gründung über Fundamente sind diese bis auf die sandigen, schluffigen Terrassenschotter zu führen. Außenliegende Fundamente sind dabei mindestens in einer frostsicheren Tiefe von $\geq 0,80$ m zu gründen. Für innenliegende Fundamente reicht eine Einbindetiefe von 0,50 m aus.

Sollten in der planmäßigen Gründungssohle noch Schluffböden anstehen, so ist unter den Fundamenten ein Bodenaustausch mit Beton der Güte C25/30, beziehungsweise im frostsicheren Bereich unterhalb von 80 cm unter GOK mit C16/20, durchzuführen.

Die zulässigen Bodenpressungen σ_{zul} [kN/m²] für eine Gründung über Streifenfundamente können der nachfolgenden Tabelle 2.1 entnommen werden. Die jeweiligen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] sind in Tabelle 2.1 aufgeführt.

Tabelle 2.1: Bodenpressungen σ_{zul} in kN/m² für Streifenfundamente auf den Terrassenschottern $\geq$ mitteldicht

Einbindetiefe (m)	Streifenfundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	190	266	341
0,80	263	342	420
1,00	312	394	473

Tabelle 2.2: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ in kN/m² für Streifenfundamente auf den Terrassenschottern $\geq$ mitteldicht

Einbindetiefe (m)	Streifenfundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	266	372	477
0,80	368	478	588
1,00	436	551	6

Eine geradlinige Interpolation ist zulässig. Die zu erwartenden Setzungen liegen bei Einhaltung der o.a. Tabellenwerte rechnerisch in der Größenordnung zwischen ca. 0,4 und 1,9 cm.

7.2.2 Plattengründung auf dem sandigen Kies

Die Gründungssohle im Kies ist optimal zu verdichten. In den Bereichen, in denen in der planmäßigen Gründungssohle noch Schluff ansteht, ist dieser gegen weitgestuftes, verdichtungsfähiges Material entsprechend Kapitel 8 auszutauschen. Während der Bodenaustausch weiträumig nur wenige Dezimeter tief ausgeführt werden muss, beträgt er bei dieser Gründungsvariante im Bereich der Bohrungen KRB 8, 10 und 11 bis zu 2,60 m. Hier empfiehlt sich daher die Ausführung einer Fundamentgründung beziehungsweise die vollständige Unterkellerung der Gebäude.

Für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte kann für einen Plattenabschnitt von ca. 8,00 m x 8,00 m und einer mittleren Last von ca. 60 kN/m² eine Bettungsziffer

$$k_s = 19 \text{ MN/m}^3$$

auf dem schluffigen, sandigen Kies angesetzt werden. Unter den tragenden Außenwänden kann die Bettungsziffer verdoppelt werden. Die Bettungsziffer ist nach Erstellung der Statik zu verifizieren. Die Randspannung ist auf 200 kN/m² zu begrenzen. Rechnerisch können dabei Verformungen von bis zu 0,3 cm auftreten.

7.2.3 Plattengründung auf dem feinsandigen Schluff

In den Bereichen des Plangebiets, in denen der Hochflutlehm in der Gründungssohle ansteht, kann ebenfalls eine Gründung über eine tragende Bodenplatte ausgeführt werden. Dabei ist eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,50 m entsprechend Kapitel 8 einzubringen und fachgerecht optimal zu verdichten. In den Bereichen, in denen weiche Schluffe in der planmäßigen Gründungssohle anstehen ist als unterste Lage grobes Vorsiebmaterial der Körnung 80/160 mm einzubringen und so lange statisch in den Untergrund einzudrücken, bis ein stabiles Korngerüst aufgebaut ist.

Für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte kann für einen Plattenabschnitt von ca. 8,00 m x 8,00 m und einer mittleren Last von ca. 60 kN/m² eine Bettungsziffer

$$k_s = 5 \text{ MN/m}^3$$

auf dem Schluff angesetzt werden. Unter den tragenden Außenwänden kann die Bettungsziffer verdoppelt werden. Die Randspannung ist auf 130 kN/m² zu begrenzen. Rechnerisch können dabei Verformungen von bis zu 1,1 cm auftreten. Mit der Aufstellung der statischen Bemessung ist die Bettungsziffer anzupassen.

8 Hinweise zur Bauausführung

Der Mutterboden ist unter den Baukörpern vollständig abzuschieben und fachgerecht zu lagern. Er kann gegebenenfalls für die Gestaltung der Außenanlagen wieder verwendet werden.

Auflockerungen in der Gründungssohle sind zu vermeiden, beziehungsweise zu beseitigen. Für den Bodenaushub ist ein Baggerlöffel mit Schneide zu verwenden.

Insbesondere bei feuchter Witterung ist mit Stauwasser zu rechnen, das aus den Böschungen als Schichtenwasser austritt. Für diesen Fall ist eine Wasserhaltung vorzusehen. Hierfür sind an den Ecken der Baugruben Pumpensäumpfe vorzusehen, über die das Wasser abgepumpt wird, oder durch die wasserstauenden Schluffschichten hindurch in den unterlagern-

den, sandigen Kies geführt wird. Das Planum ist mit Gefälle zu den Pumpensümpfen hin anzulegen. Alternativ sind an Rand der Baugrube Gräben anzulegen, welche ein Gefälle zu den Pumpensümpfen besitzen.

Die anstehenden Schluffe sind sehr wasserempfindlich und daher vor Wasserzutritt zu schützen. Anfallendes Oberflächenwasser ist zügig abzuleiten. Aufgeweichte Böden sind gegen verdichtungsfähiges Material auszutauschen.

Zur Erstellung einer Tragschicht ist kornstabiles, gut abgestuftes Kies-, Lava- oder Schottermaterial (Körnung 0/45 beziehungsweise 0/56 mm) zu verwenden. Dieses ist lagenweise einzubauen und auf $\geq 100\%$ D_{Pr} zu verdichten. Der Feinkorngehalt sollte zur Gewährleistung einer ausreichenden Sickerfähigkeit unter 5 Gew.-% liegen. Gegebenenfalls ist partiell unter der Tragschicht Grobmaterial (Körnung 80/150 mm) in den Untergrund einzudrücken.

Bei der Verwendung von frostsicherem Material und einer Erhöhung der Tragschichtstärke auf $\geq 0,80$ m ist die Frostsicherheit bei den nicht unterkellerten Gebäuden gewährleistet. Auf den Einbau von Frostschrägen kann dann verzichtet werden.

Bei den Aufschlussbohrungen wurden keine Fremdbestandteile festgestellt. Ein Verdacht auf Schadstoffhaltigkeit besteht daher nicht.

Der beim Bodenaushub anfallende, sandige, gering schluffige Kies ist zum Wiedereinbau geeignet. Demgegenüber können die bindigen Hochflutsedimente für den Wiedereinbau nicht verwendet werden, da sie nicht ausreichend verdichtet werden können.

9 Gebäudeabdichtung

Bei den nicht unterkellerten Gebäuden beschränken sich die erdberührten Bauteile auf den Erdgeschossfußboden. Dieser ist entsprechend DIN 18533, Wassereinwirkungsklasse W1.1-E, „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ abzudichten. Unter der Bodenplatte ist eine kapillarbrechende Schicht in einer Stärke von mindestens 0,15 m einzubringen. Falls das Tragschichtmaterial unter 5 Gew.-% Feinkornanteile enthält, kann auf die kapillarbrechende

Schicht verzichtet werden. Bei der Verwendung von frostsicherem Material ist gemäß Kapitel 8 die Frostsicherheit gewährleistet. Die Entwässerung der Tragschicht ist sicherzustellen. Oberflächenwasser ist gezielt abzuleiten.

Die anstehenden Schluffböden sind wasserstauend. Auch die unterlagernden, sandigen, schluffigen Kiese weisen bei dichter Lagerung erfahrungsgemäß keine ausreichende Sickerfähigkeit auf und können wasserstauend wirken. Für die unterkellerten Gebäude ist daher die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E, „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung“ in Verbindung mit einer umlaufenden Drainage nach DIN 4095 anzusetzen. In diesem Fall ist ein Sickerschacht vorzusehen, der das Drainagewasser in die unterlagernden, sandigen Kiese ableitet. Ein ausreichendes Rückstauvolumen ist vorzusehen.

Alternativ können die Gebäude als Wanne entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe“ beziehungsweise W2.2-E, „Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe“ ausgeführt werden.

10 Baugrubenböschungen

Für den vorübergehenden Zeitraum der Aushubarbeiten während der Bauphase können oberhalb von wasserführenden Schichten bei Regelfällen gemäß DIN 4124 Böschungswinkel entsprechend Tabelle 3 zugelassen werden. Die Böschungen empfehlen wir vor Witterungseinflüssen, zum Beispiel durch das Abhängen mit Folien, zu schützen.

Tabelle 3: Zulässige Böschungswinkel oberhalb des Grundwasserspiegels für den vorübergehenden Zeitraum während der Bauphase

Bodenarten	Böschungswinkel
Mutterboden $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
Schluff , feinsandig/sandig, kiesig, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
Schluff , feinsandig/sandig, kiesig, $\leq$ weich	$30 \leq \beta \leq 45^\circ$
Sand , stark schluffig, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$

Fortsetzung Tabelle 3

Bodenarten	Böschungswinkel
Sand , kiesig, schluffig	$\beta \leq 45^\circ$
Kies , sandig, schluffig	$\beta \leq 45^\circ$
Kies , sandig, gering schluffig	$\beta \leq 45^\circ$
Sand , gering schluffig, gering kiesig	$\beta \leq 45^\circ$

Bei Abweichungen von den Regelfällen der o.a. DIN sind Baugrubenböschungen erdstatisch nachzuweisen.

11 Bodenklassen / Bodengruppen

Die angetroffenen Böden können entsprechend Tabelle 4 in *Bodenklassen* und *-gruppen* gemäß DIN 18 300 und DIN 18 196 eingeordnet werden.

Tabelle 4: Bodenklassen und Bodengruppen

Bodenart	Bodenklassen (DIN 18 300)	Bodengruppen (DIN 18 196)
Mutterboden	1	OH
Schluff , feinsandig/sandig, kiesig	4 ¹⁾	UL
Sand , stark schluffig	4 ¹⁾	SU*
Sand , kiesig, schluffig	4	SU*
Kies , sandig, schluffig	4	GU*
Kies , sandig, gering schluffig	3 – 4	GU
Sand , gering schluffig, gering kiesig	4	SU

¹⁾ Kann bei Wassersättigung in Bodenklasse 2 übergehen. * = stark

12 Erdbebenzone

Entsprechend DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist Bornheim-Rösberg in die Erdbebenzone 2 und die Untergrundklasse T eingeordnet. Gemäß den Untersuchungsergebnissen ist der Baugrund in die Baugrundklasse C

einzustufen. Bei der Planung und konstruktiven Ausbildung des Gebäudes sind die Vorgaben der o.a. DIN zu beachten.

13 Schlussbemerkung

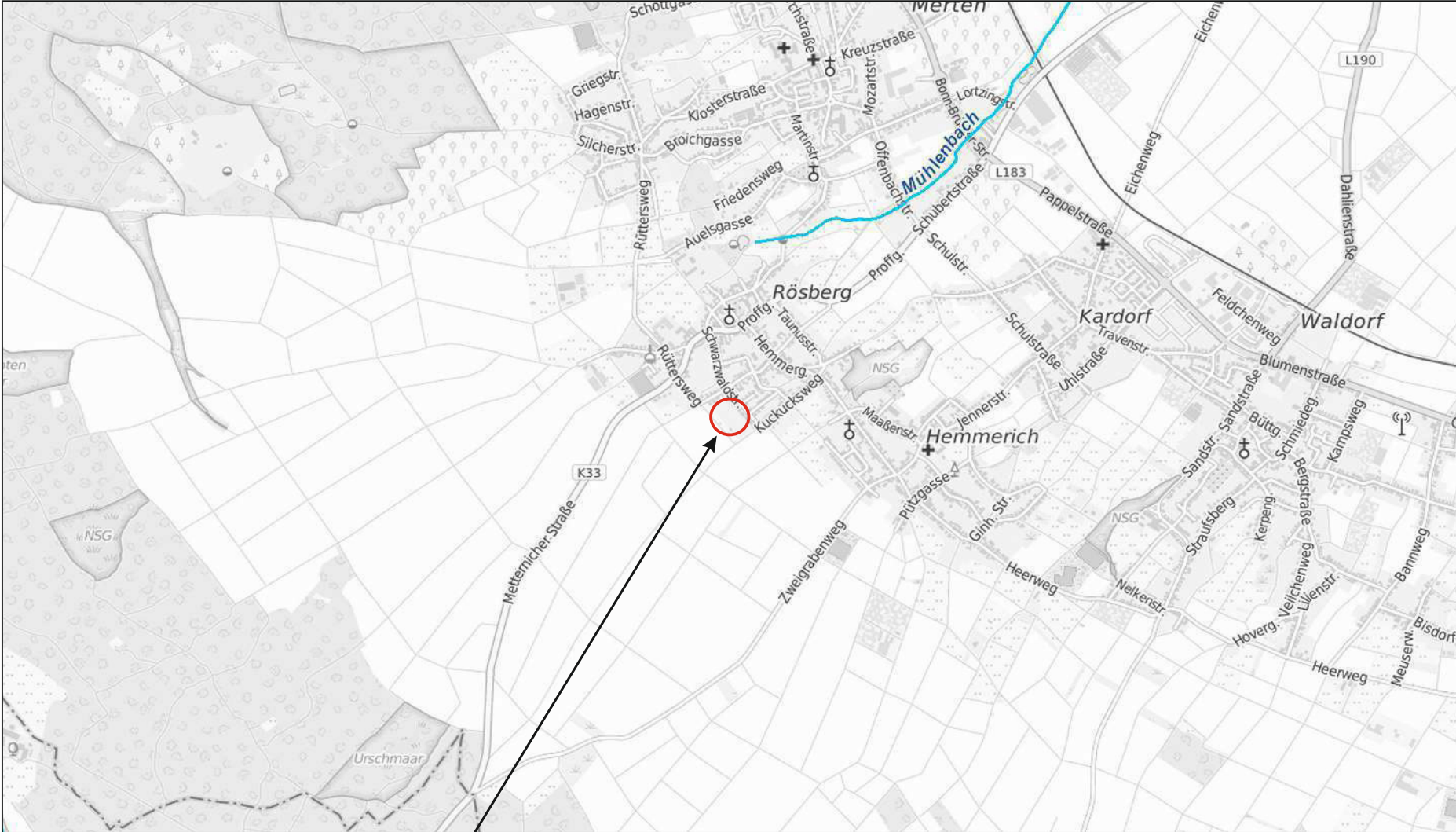
Die durchgeführten Bohrungen und Rammsondierungen stellen punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die nur Angaben über die Beschaffenheit des Baugrundes an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbereich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich. Die Erdarbeiten sind deshalb von der Bauleitung zu überwachen und die beim Aushub angetroffenen Böden durch einen Baugrundsachverständigen mit den Angaben dieses Baugrundgutachtens zu vergleichen.



Tobias Ackermann, M.Sc.



Dr. A. Leischner-Fischer-Appelt



Lage des Bauvorhabens

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr. 1.1	
		Auftrag Nr. 9280	
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg		Maßstab: 1:25.000	
Übersichtsplan		gez. mf	Datum 15.02.2019



Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH	Zeichenerklärung für Bohrprofile (EN ISO 14688-1 / DIN 4023)	Anlage 2
---	--	----------

Untersuchungsstellen

	KRB	Kleinrammbohrung
	DPL	Leichte Rammsondierung
	DPH	Schwere Rammsondierung
	V	Versickerungsversuch
	GWM	Grundwassermessstelle
	B	Brunnen
	S	Schurf
	P	Probenahmepunkt
	AB	Asphaltbeprobung

Zusatzzeichen

GOK	Geländeoberkante
KV	Kernverlust
KBF	Kein Bohrfortschritt
' / *	gering / stark

Grundwasser

	Wasserstand (angebohrt)
	Ruhewasserspiegel
	Wasserstand (Bohrende)

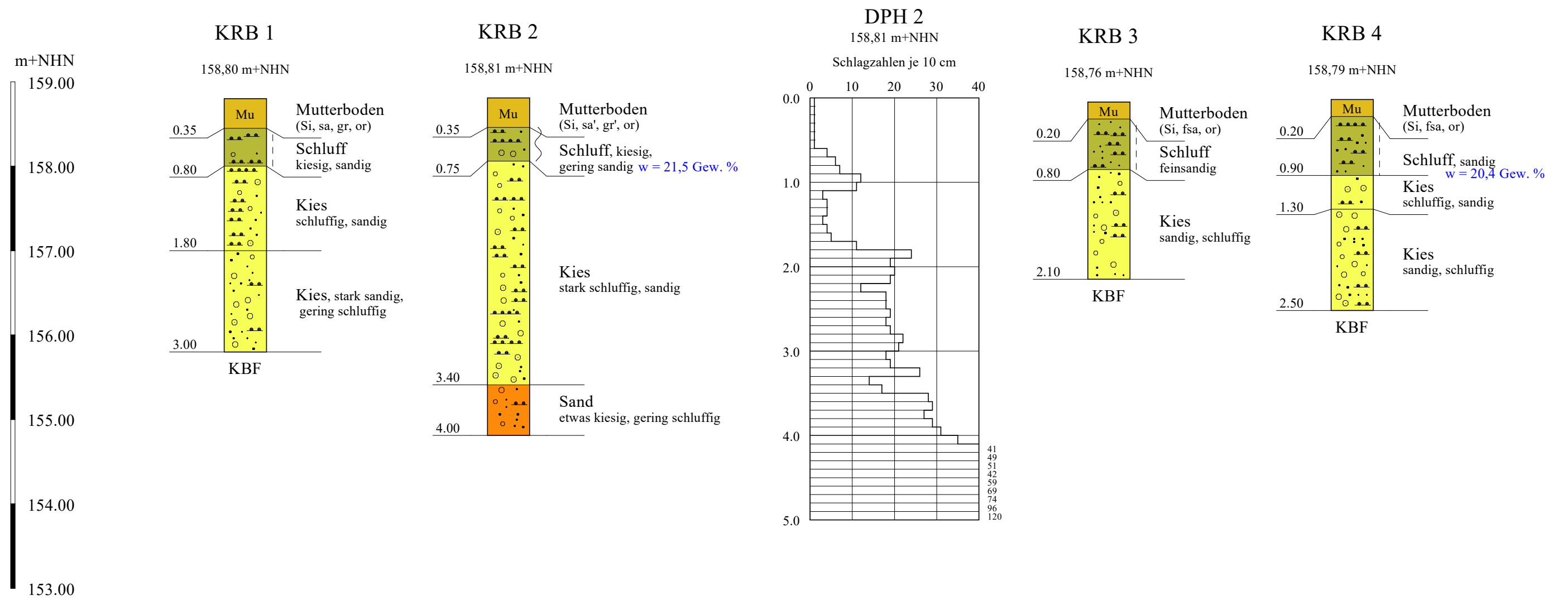
Zustandsform

	fest
	halbfest
	steif
	weich
	breiig
	naß

Bodenarten nach EN ISO 14688-1

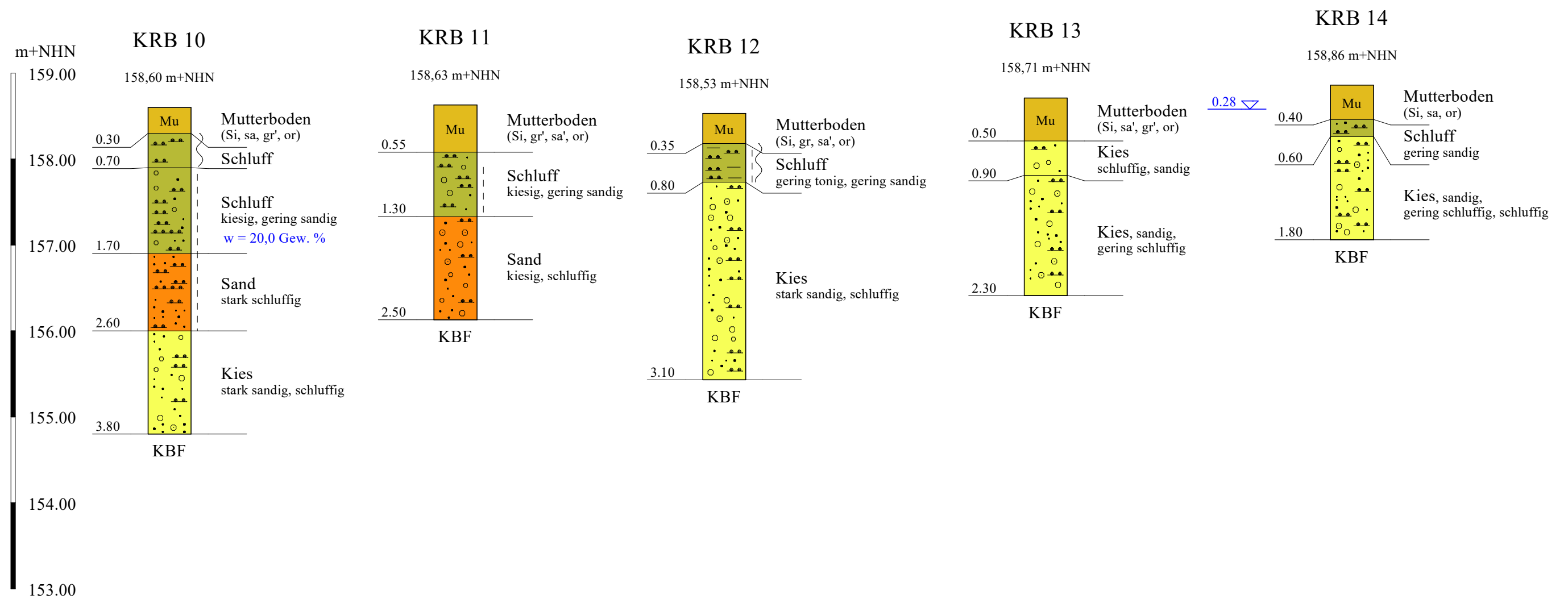
Benennung		Kurzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	
Kies	kiesig	Gr	gr	
Grobkies	grobkiesig	CGr	cgr	
Mittelkies	mittelkiesig	MGr	mgr	
Feinkies	feinkiesig	FGr	fgr	
Sand	sandig	Sa	sa	
Grobsand	grobsandig	CSa	csa	
Mittelsand	mittelsandig	MSa	msa	
Feinsand	feinsandig	FSa	fsa	
Schluff	schluffig	Si	si	
Ton	tonig	Cl	cl	
Organischer Boden	organisch	Or	or	
Auffüllung		Mg		A
Steine	steinig	Co	co	

Benennung	Kurzzeichen	Zeichen	Benennung	Kurzzeichen	Zeichen
Fels, allgemein	Z		Vulkanasche	V	
Fels, verwittert	Zv		Braunkohle	Bk	
Sandstein	Sast		Bauschutt	BS	A
Schluffstein	Sist		Schlacke	Schl	A
Tonstein	Clst		Schotter	Scho	A
Mutterboden	Mu		Asphalt	At	A
Hanglehm	L		Beton	B	A
Hangschutt	Lx		Ziegelbruch	ZB	A
Löß	Lö		Asche	As	A
Lößlehm	Löl		Kohle	K	A



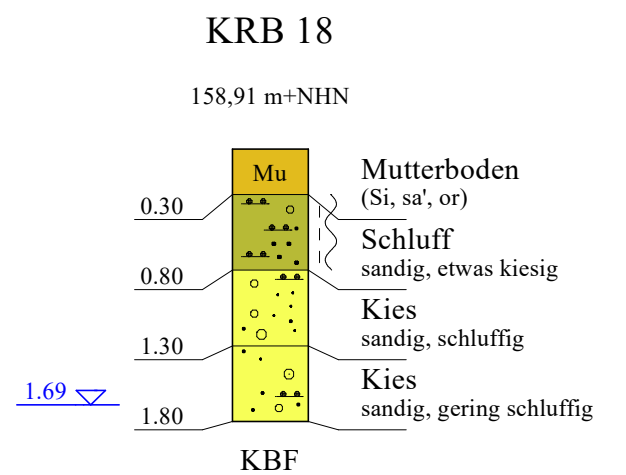
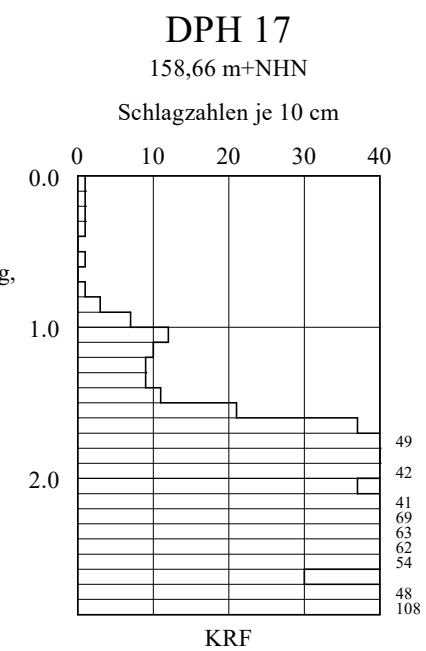
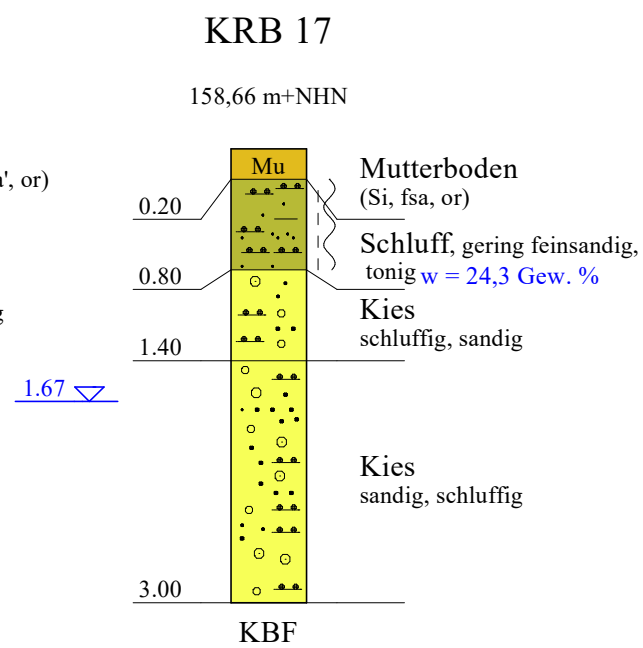
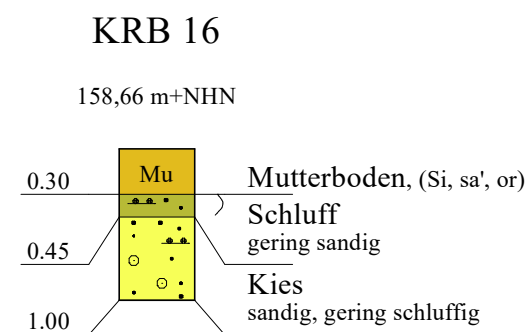
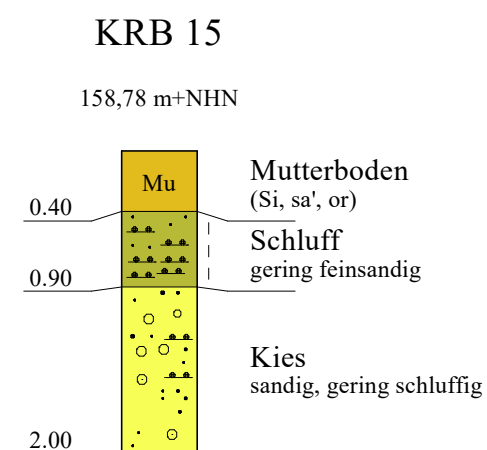
Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.1
	Auftrag Nr.	9280
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg	Maßstab der Höhe: 1:50	
	gez. mf	Datum 27.02.2019



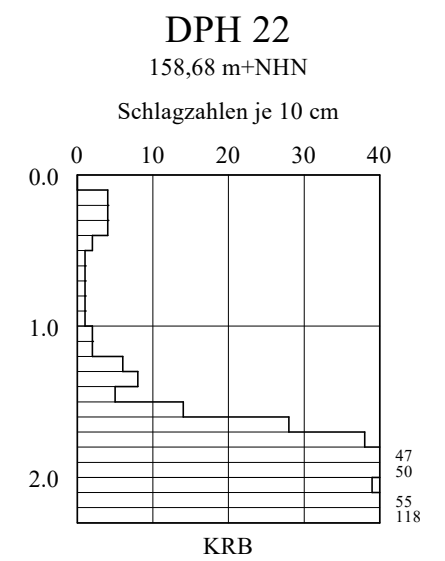
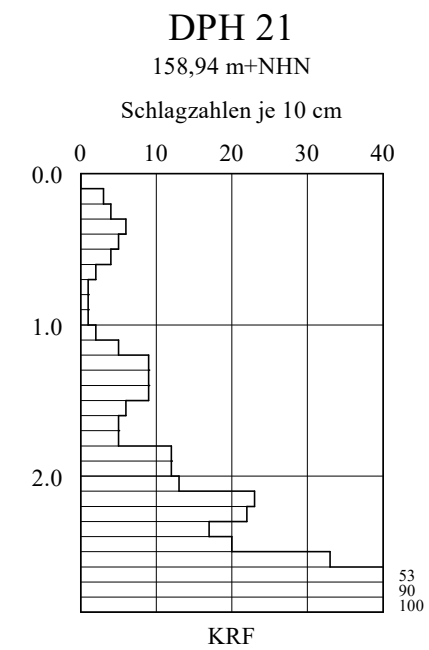
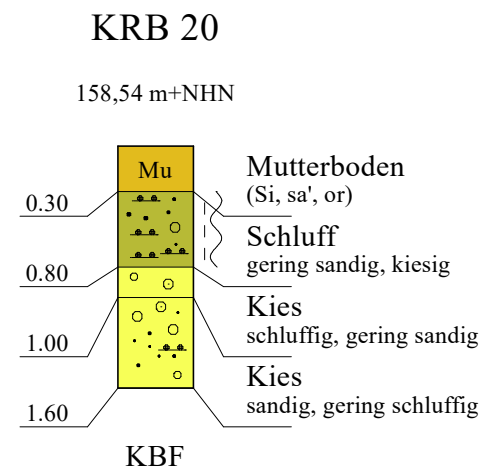
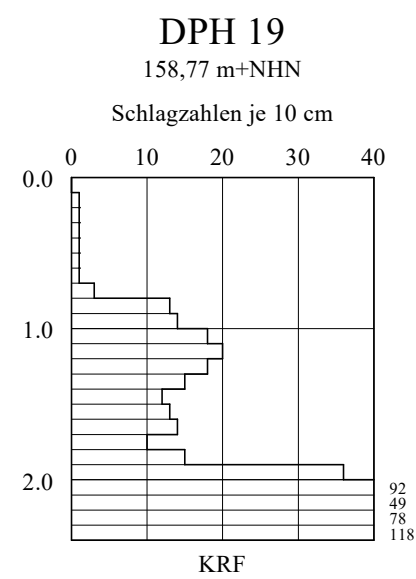
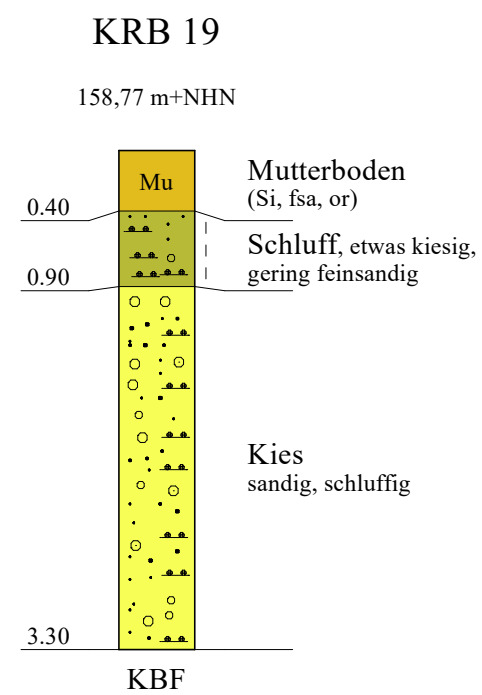
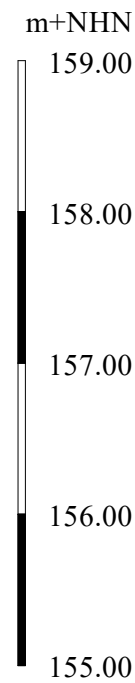
Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr.	3.3
		Auftrag Nr.	9280
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg		Maßstab der Höhe: 1:50	
		gez. mf	Datum 27.02.2019



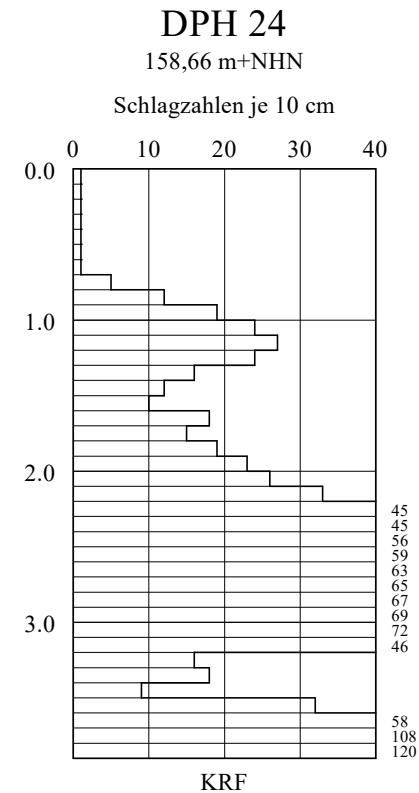
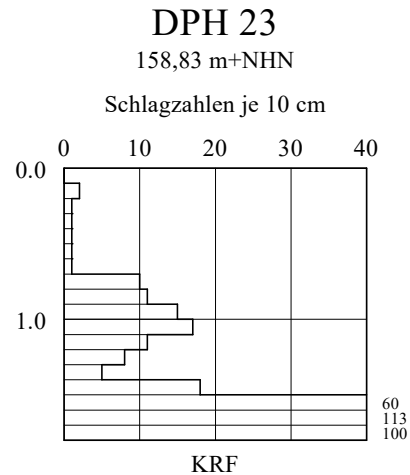
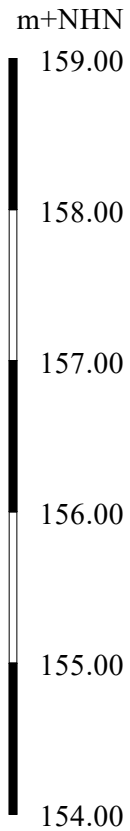
Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr. 3.4	
	Auftrag Nr. 9280	
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg	Maßstab der Höhe: 1:50	
	gez. mf	Datum 27.02.2019
Bohrprofile und Rammdiagramme		

Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr.	3.5
		Auftrag Nr.	9280
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg		Maßstab der Höhe: 1:50	
Bohrprofile und Rammdiagramme		gez.	Datum
		mf	27.02.2019



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr. 3.6	
	Auftrag Nr. 9280	
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb 01 Bornheim-Rösberg	Maßstab der Höhe: 1:50	
Rammdiagramme	gez. mf	Datum 27.02.2019

Geotechnisches Büro

DR. LEISCHNER GmbH

Gartenstraße 123, 53229 Bonn

Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: mf

Datum: 13.03.2019

Körnungslinie

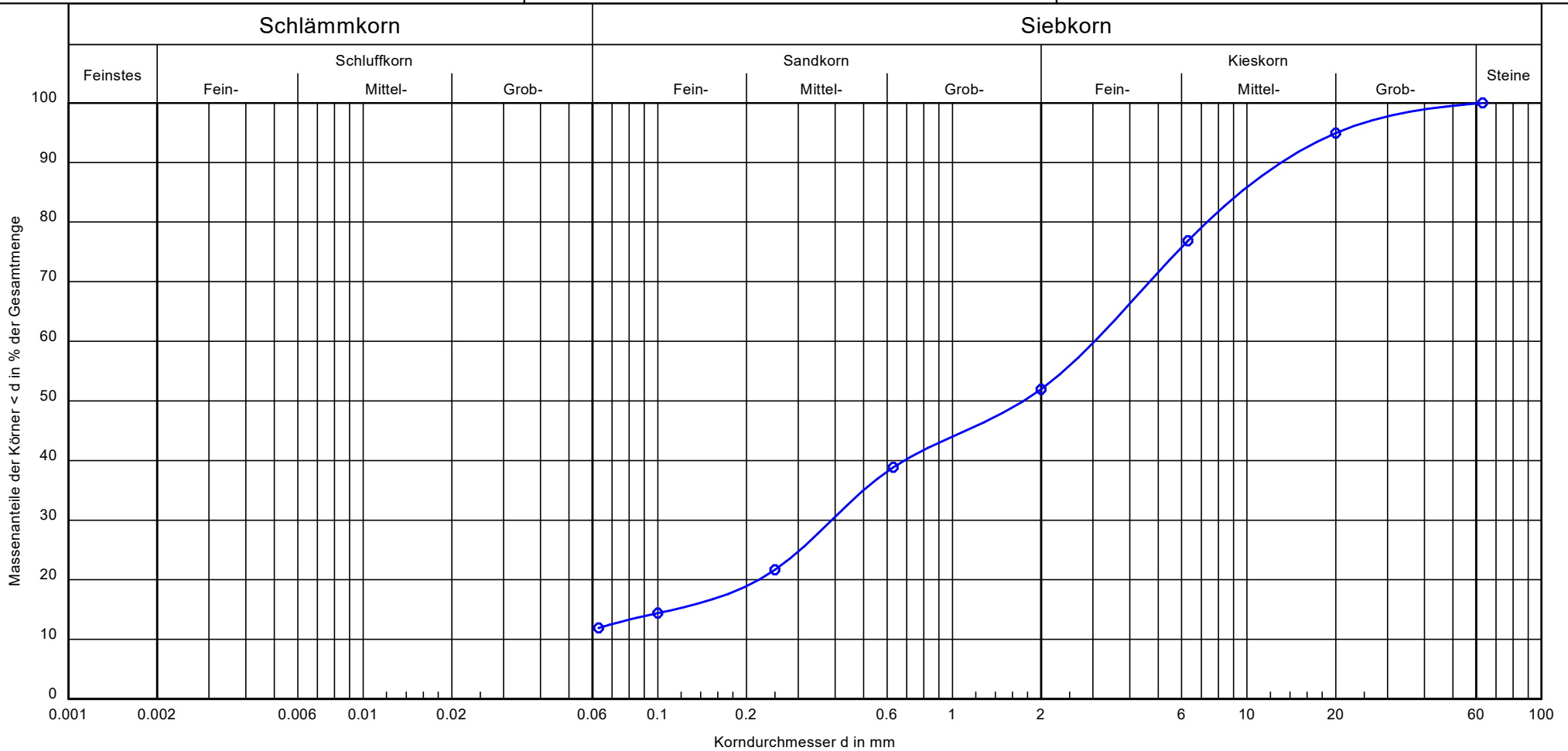
Bebauungsplangebiet Rb 01 in Bornheim-Rösberg
gemäß DIN EN 17892-4

Prüfungsnummer: 9280_8.6

Probe entnommen am: 11.02.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:

Gr, sa, si

Bodenart:

GU

Bodengruppe:

-/-

U/Cc

Entnahmestelle:

KRB 8

Tiefe:

2,80 - 5,00 m

Bemerkungen:

Feinkornanteil: 11,92 %

Auftragsnummer:
9280
Anlage:
4.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

BV Bebauungsplangebiet Rb01

Bornheim-Rößberg

Bearbeiter: mc

Datum: 01.04.2019

Prüfungsnummer: 9280_6.2

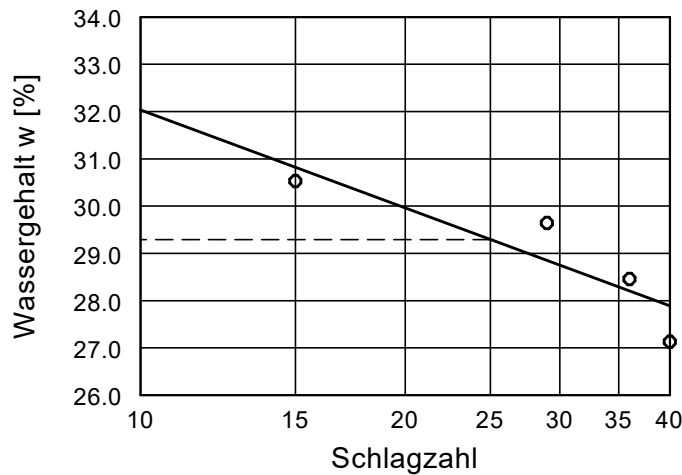
Entnahmestelle: Bohrung KRB 6

Tiefe: 0,40 - 1,40 m

Art der Entnahme: Rammkernsonde

Bodenart: Si, fsa', cl'

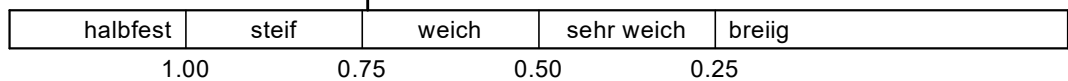
Probe entnommen am: 11.02.2019



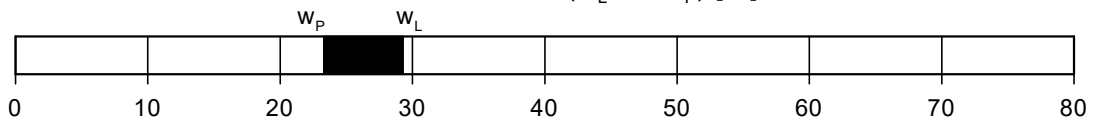
Wassergehalt $w = 23.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 23.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 6.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.74$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 8.8 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 8.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 24.8%

Zustandsform

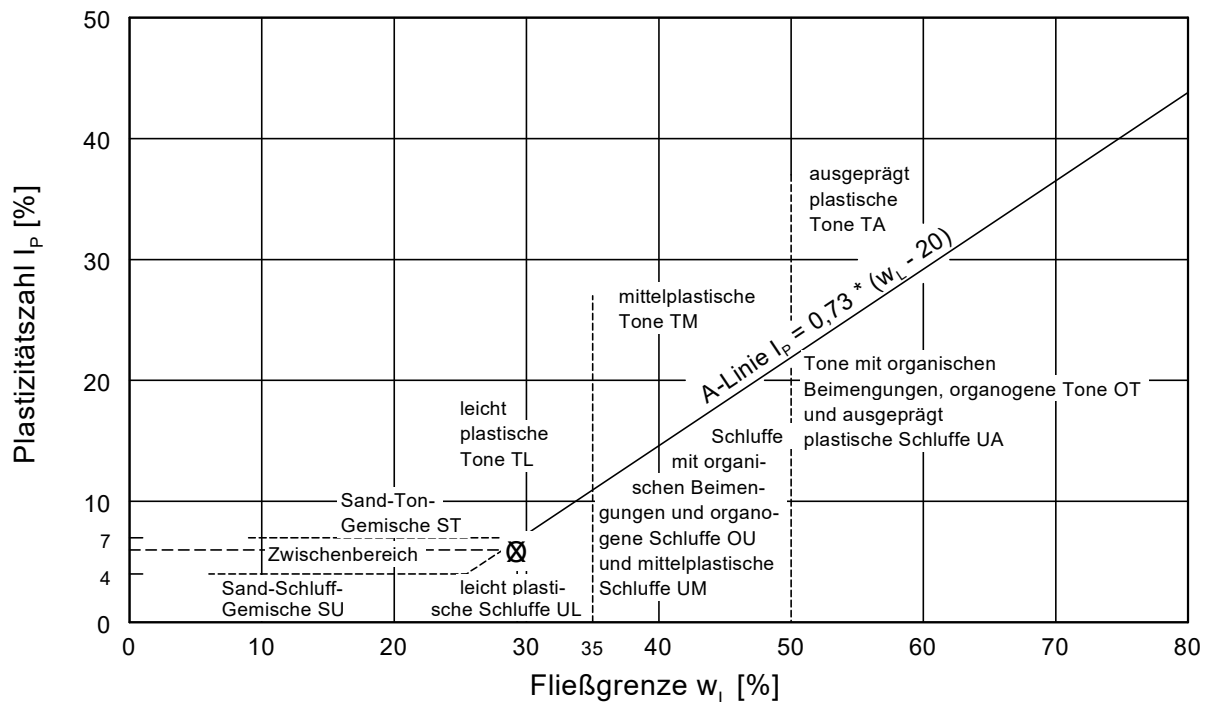
$I_c = 0.74$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	Wassergehalt nach DIN 18 121	Anlage: 4.3 Auftrags-Nr. 9280 Datum: 01.04.19
--	---	---

Datum der Untersuchung: 12.03.2019
Datum der Probennahme: 11.02.2019
Objekt: BV Bebauungsplangebiet Rb01
Ort: Bornheim-Rößberg

Bohrung	KRB 2	Probennummer	2.2	Tiefe	0,35 – 0,75 m
		Bodenart	Si, gr, sa‘	Wassergehalt	21,5 Gew.- %
Bohrung	KRB 4	Probennummer	4.2	Tiefe	0,20 – 0,90 m
		Bodenart	Si, sa, cl	Wassergehalt	20,4 Gew.- %
Bohrung	KRB 6	Probennummer	6.2	Tiefe	0,40 – 1,40 m
		Bodenart	Si, fsa‘, cl‘	Wassergehalt	23,4 Gew.- %
Bohrung	KRB 8	Probennummer	8.4	Tiefe	1,50 – 2,10 m
		Bodenart	Si+Sa, cl	Wassergehalt	21,1 Gew.- %
Bohrung	KRB 10	Probennummer	10.3	Tiefe	0,70 – 1,70m
		Bodenart	Si, gr, sa‘	Wassergehalt	20,0 Gew.- %
Bohrung	KRB 17	Probennummer	17.2	Tiefe	0,20 – 0,80 m
		Bodenart	Si, cl, fsa‘	Wassergehalt	24,3 Gew.- %

Kurzzeichen siehe Anlage 2