

Gutachten
zur Boden- und Baugrunduntersuchung
sowie zur Versickerungsfähigkeit
B-Plan-Gebiete „Bra/18 – Bra/32 – Bra/12 c“ im Holtfeld,
Brüggen-Bracht

Gutachten Nr. VS 18.07.03

erstellt am 09.08.2018

im Auftrag von:
Burggemeinde Brüggen
Klosterstraße 38
41379 Brüggen

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Vorgang	3
2	Geographischer und geologischer Überblick	4
3	Durchgeführte Untersuchungen	4
4	Untersuchungsergebnisse	5
4.1	Bodenaufbau	5
4.2	Grundwasser	5
4.3	Bodenkennwerte	6
4.3.1	Bodengruppen nach DIN 18196	6
4.3.2	Bodenklassen nach DIN 18300	6
4.3.3	Bodenmechanische Kennwerte	7
5	Gründung	8
6	Versickerung	11
7	Zusammenfassung	12

Anlagen

Anlage 1.1	Lageplan der B-Plan-Gebiete, M 1 : 3000
Anlage 1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1 : 3000
Anlage 2.1	Schichtenverzeichnisse der Rammkernbohrungen
Anlage 2.2	Bohrprofile der Rammkernbohrungen
Anlage 2.3	Rammprofile der Rammsondierungen
Anlage 3	Nivellement

Dipl.-Geol. V. Steinberg Hauptstr. 43 · 47929 Grefrath

Burggemeinde Brüggen
Klosterstraße 38
41379 Brüggen

Grefrath, 09.08.2018

Gutachten Nr. VS 18.07.03

Gutachten
zur Boden- und Baugrunduntersuchung
sowie zur Versickerungsfähigkeit
B-Plan-Gebiete „Bra/18 – Bra/32 – Bra/12 c“ im Holtfeld,
Brüggen-Bracht

1 Vorgang

Für die nördlich der Straße Mevissenfeld und westlich der Brüggener Straße liegenden Ackerflächen sowie einige der südlich der Straße liegenden Brachflächen der Ortslage „Im Holtfeld“ in Brüggen-Bracht sollen B-Pläne aufgestellt werden, um diese Flächen für ein Wohngebiet (Bra/18), einen Kindergarten (Bra/32) sowie die Erweiterung des Gewerbegebietes Holtweg (Bra/12c) zu erschließen. Die Erschließung des Wohngebietes und des Kindergartens soll von der Straße Mevissenfeld aus erfolgen.

Zur Erhöhung der Planungssicherheit, wurde unser Büro von der Gemeinde Brüggen auf Grundlage unseres Angebots vom 23.04.2018 am 22.05.2018 beauftragt, die Fläche hinsichtlich der Bodenverhältnisse und gründungstechnischer Anforderungen sowie der Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser zu untersuchen. Eine historische Recherche bzw. Bauaktenrecherche war nicht beauftragt.

2 Geographischer und geologischer Überblick

Die Untersuchungsflächen befinden sich am südlichen Ortsrand von Brüggen-Bracht westlich der Brüggener Straße und überwiegend nördlich der Straße Mevissenfeld. Die Umgebung ist geprägt durch ein- bis zweigeschossige Wohnbebauung im Osten und Süden an der Brüggener Straße, das nördlich gelegene Gewerbegebiet an der Solferinostraße, ein Altenwohnheim Haus St. Franziskus am Tulpenweg sowie landwirtschaftliche Flächen. Die Flächen liegen überwiegend in Flur 20, Gemarkung Bracht (053234), einige Flächen westlich des Tulpenweges auch in Flur 26 (Anlage 1.1). Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten wurde auf den westlich gelegenen Flächen beiderseits des Tulpenweges noch Spargel angebaut, die übrigen Ackerflächen als Heuwiesen genutzt. Im Bereich des zukünftigen Kindergartens war ein früherer Gebäudebestand bereits abgebrochen. Das Untersuchungsgelände weist insgesamt ein ganz leichtes Gefälle in südöstlicher Richtung auf.

Laut Geologischer Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1 : 100.000, Blatt C 4702 Krefeld, stehen im Untersuchungsbereich Flugsande und schluffige Sande über Sanden und Kiesen der Jüngerer Hauptterrasse an.

Hydrogeologisch bilden die Sande und Kiese der Jüngerer Hauptterrasse das obere Grundwasserstockwerk. Nach den uns vorliegenden Daten des Landesgrundwasserdienstes liegt das Grundwasser in diesem Bereich bei 43,00 bis 44,00 mNHN und damit rund 10 m unter Gelände. Die generelle Grundwasserfließrichtung ist nach West bis Nordwest gerichtet.

Das zu untersuchende Gelände befindet sich nicht in einer Wasserschutzzone.

Die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen NRW (M 1 : 350.000) weist Brüggen-Bracht im Bereich der Erdbebenzone 1 sowie der Untergrundklasse S aus.

Die Untergrundverhältnisse entsprechen der Baugrundklasse C.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Am 27.06.2018 wurden auf den zu untersuchenden Flächen 12 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 12) DN 60/50 mit Endteufen von max. 5,0 m uGOK (unter Geländeoberkante) ausgeführt. Zur Kontrolle der Lagerungsdichte wurden 4 Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) als Doppelaufschluss bis in eine Tiefe von 4 m bis max. 6 m ausgeführt.

Zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Sedimente wurden in temporär ausgebauten Bohrlöchern der RKB 3, RKB 6 sowie RKB 9 und RKB 11 je ein Versickerungsversuch ausgeführt.

Die Lage der Rammkernbohrungen und Rammsondierungen sowie der Versickerungsversuche kann der Anlage 1.2 entnommen werden. Die erbohrten Schichten wurden vor Ort vom Gutachter nach DIN aufgenommen und angesprochen. Die Schichten sind in den einzelnen Schichtenverzeichnissen detailliert aufgeführt und in den Bohrprofilen zeichnerisch dargestellt (Anlagen 2.1 und 2.2). Die Rammprofile sind als Anlage 2.3 beigefügt. Zur Bestimmung der Lage und Höhe diente ein Kanaldeckel (2275) auf der Brüggener Straße (Gehweg Westseite) vor Zufahrt Haus Nr. 54 mit einer Höhe von 54,35 mNHN (Anlage 3).

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Bodenaufbau

In den Bohrungen wurde ein humoser bis schwach humoser, locker gelagerter schwach schluffiger Feinsand (Mutterboden) bis durchschnittlich 0,4/0,5 m Tiefe angetroffen. Darunter folgt in allen Bohrungen ein locker bis mitteldicht gelagerter schwach bis sehr schwach schluffiger Feinsand. In der östlichen Teilfläche des zukünftigen Wohngebietes reicht dieser Feinsand bis in eine Tiefe von 1,3 bis 1,5 m. Im Bereich des Kindergartens hat der Feinsand nur eine Mächtigkeit bis ca. 1,0 m unter Gelände. Auch im zukünftigen Gewerbegebiet reicht dieser obere Feinsand nur bis etwa 0,8 m bis 1,0 m unter Gelände.

Darunter folgt im Osten ein toniger Schluff von steifer bis weicher Konsistenz bis in 4,3 bzw. 4,5 m Tiefe. In der Fläche des zukünftigen Kindergartens reicht der Schluff bis etwa 4,0 m unter Gelände. In den westlichen und nördlichen Flächen der geplanten Gewerbegebietserweiterung folgt unter dem Feinsand eine Wechselfolge von tonigem Schluff, tonig-feinsandigem und steinigem Schluff, die ebenfalls etwa bis 4,0 m unter Gelände reicht. Die unteren Partien der Schluffe und tonigen Schluffe sind durchweg klopfnaß und sehr weich.

Unter den bindigen Schichten stehen die fein- bis mittelkiesigen, gelegentlich grobkiesigen Mittel- bis Grobsande sowie Feinsande der Jüngeren Hauptterrasse an. Diese können durch Eisenhydroxid rostrot bzw. rostbraun gefärbt sein. Im oberen Abschnitt sind oftmals noch schluffige Zwischenlagen eingeschaltet.

Die mittelschweren Rammsondierungen (DPM) ergaben für den humosen Feinsand (Mutterboden) bis etwa 0,5 m bzw. 0,6 m Tiefe Schlagzahlen n_{10} (pro 10 cm Eindringtiefe) zwischen 1 und 7. Damit sind lockere Lagerungsverhältnisse belegt. Durch ackerbauliche Tätigkeit (befahren, pflügen) können oberflächennah verdichtete Bereiche vorhanden sein mit Schlagzahlen n_{10} über 10 (RS 3, RS 6: Weg).

Die schluffigen Feinsande darunter zeigen mit Schlagzahlen von 7 bis 12, teilweise sogar bis 17 (RS 11) überwiegend lockere bis mitteldichte Lagerung bzw. steife Konsistenzen an. Die tonigen Schluffe sind mit geringeren Schlagzahlen von 2 bis 5 als weich zu bezeichnen.

Mit deutlichem Sprung in den Schlagzahlen n_{10} heben sich die dicht gelagerten, schwach kiesigen bis kiesigen Mittel- bis Grobsande der Jüngeren Hauptterrasse ab. Wenn die oberen Partien der Sande und Kiese noch schluffige Anteile aufweisen, liegen die Schlagzahlen bei 6 bis 8 (z.B. RS 11), ansonsten deutlich über 20. Zur Tiefe nimmt die Lagerungsdichte generell zu. Bei Schlagzahlen über 30 bzw. 40 wurden die Rammsondierungen beendet.

4.2 Grundwasser

Das Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten nicht aufgeschlossen. Im Untersuchungsgebiet wird das obere, freie Grundwasserstockwerk von den sandigen und sandig-kiesigen Sedimenten der Hauptterrasse gebildet. Der mittlere Flurabstand liegt nach den Daten des Landesgrundwasserdienstes etwa bei 44 mNN und damit rund 10 m unter Flur. Maximale Grundwasserstände sind bei ca. 45 bis 45,50 mNN zu erwarten. Für Gebäude und Versickerungseinrichtungen ist der Grundwasserstand aufgrund des hohen Flurabstandes ohne Belang.

Die untersuchten Flächen befinden sich nicht in einer Wasserschutzzone.

4.3 Bodenkennwerte

4.3.1 Bodengruppen nach DIN 18196

Die erbohrten Bodenschichten können nach DIN 18196 wie folgt klassifiziert werden:

Feinsand, humos	OH
Feinsand, schluffig oder Feinsand	SE
Schluff, tonig oder Schluff, feinsandig	UM/UL - SU
Mittel- bis Grobsand, teils feinsandig, teils schluffig, fein- bis mittel- oder grobkiesig, mitteldicht bis dicht	SW

4.3.2 Bodenklassen nach DIN 18300

Die während der Sondierarbeiten angetroffenen Schichten sind nach DIN 18300:2012 folgenden Bodenklassen zuzuordnen:

Feinsand, humos Lagerung: locker	Bodenklasse 1
Feinsand, schluffig oder Feinsand	Bodenklasse 3
Schluff, tonig oder Schluff, feinsandig	Bodenklasse 4 vernässt 2
Mittel- bis Grobsand, teils feinsandig, teils schluffig, fein- bis mittel- oder grobkiesig Lagerung: mitteldicht bis dicht, zur Tiefe sehr dicht	Bodenklasse 3 bis 5

Bei einer angenommenen OKFF-Höhe (Oberkante Fertigfußboden) zukünftiger Gebäude im Bereich der aktuellen Geländehöhen fallen beim Aushub für eine frostfreie Gründung natürliche Böden der Bodenklassen 1 und 3 an.

Für eine Ausweisung von Homogenbereichen nach DIN 18300:2015 werden labortechnische Untersuchungen erforderlich, auf die im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet wurde. Die nachfolgende Zuordnung erfolgt ausschließlich nach der Bodenansprache.

Feinsand, humos Lagerung: locker	Homogenbereich A
Feinsand, schluffiger Feinsand	Homogenbereich B
Schluff, tonig Schluff, feinsandig Schluff, kiesig oder steinig	Homogenbereich C
Mittel- bis Grobsand, feinsandig, fein- bis mittel- oder grobkiesig Lagerung: mitteldicht bis dicht	Homogenbereich D

4.3.3 Bodenmechanische Kennwerte

Nachfolgend sind die bodenmechanischen Kennwerte für die unterhalb der Gründungsebene angetroffenen Schichten aufgeführt. Die angegebenen Werte stellen Erfahrungswerte dar.

Bodenmechanische Kennwerte:

Bodenart	Reibungswinkel φ °	Kohäsion c (kN/m ²)	Steifemodul E_s (MN/m ²)	Wichte γ_f (kN/m ³)	Auftrieb γ' (kN/m ³)
Feinsand	30-34	0	10-30	16-18	10
Schluff, tonig Schluff, feinsandig	26-31	10-30	8-15	19-20	11
Mittelsand, fein- und grobsandig, kiesig	35-42	0	100-180	19-22	11

Humose Schichten müssen unterhalb einer zukünftigen Bebauung (Gebäude, Wege, Straßen) entfernt werden.

Die locker bis mitteldicht gelagerten Feinsande und schluffigen Feinsande ab etwa 0,5 m Tiefe stellen -nach ausreichender Nachverdichtung- einen tragfähigen Baugrund dar.

5 Gründung

Der humose Oberboden muss unterhalb der geplanten Bebauung vollständig entfernt und ggf. seitlich in Mieten bis max. 1,3 m Höhe und 3 m Breite gelagert werden.

Die unter dem humosen Boden anstehenden Feinsande und schluffigen bis schwach schluffigen Feinsande sollten nach Abtrag des humosen Oberbodens gut nachverdichtet werden.

Höhenkoten, Last- oder Fundamentpläne zu Bauvorhaben liegen uns derzeit nicht vor. Die folgenden Höhenangaben beruhen auf der Annahme, dass sich zukünftige Erdgeschoss-höhen (OKFF-Höhe) von Gebäuden an den aktuellen Geländehöhen orientieren werden.

Die Gründung kann auf Streifenfundamenten oder alternativ auf einer Gründungsplatte vorgenommen werden. Bei Gründung auf einer Gründungsplatte sollten die Tragwerkslasten über eine rechnerisch nachgewiesene Bewehrung abgetragen werden. In den übrigen Bereichen kann konstruktiv bewehrt werden.

Nicht unterkellerte Gebäude:

Ein Gründungsplanum für ein nicht unterkellertes Gebäude würde bei frostfreier Gründung über Streifenfundamente bei -0,8 m im östlichen Flächenbereich in den locker bis mitteldicht gelagerten Feinsanden liegen. Diese sollten nachverdichtet werden. Da sich enggestufte Sande insbesondere im zu trockenen Zustand schlecht verdichten lassen, müssen diese ggf. leicht angefeuchtet werden.

Bei rolligen Böden und mindestens mitteldichten Lagerungsverhältnissen können gemäß EC 7/ DIN 1054:2010 für setzungsempfindliche Bauwerke Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ kN/m² von

kleinste Einbindetiefe	Fundamentbreite <i>b</i> bzw. <i>b'</i>			
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
0,5 m	280	420	460	390
1,0 m	380	520	500	430
1,5 m	480	620	550	480
2,0 m	560	700	590	500

zugrunde gelegt werden¹. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Bei mittiger Auslastung können Rohbausetzungen von ca. 1-2 cm auftreten.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_x : b_y < 2$ bzw. $b'_x : b'_y < 2$ darf der Bemessungswert des Sohlwiderstands um 20 % erhöht werden.

Bei allen Erdarbeiten in enggestuften, rolligen Böden ist rückschreitend und abschnittsweise zu arbeiten. Ein Befahren der Schichten mit schweren Baufahrzeugen ist zu vermeiden. Bei Auflockerungen infolge von Auskofferungsarbeiten ist eine Nachverdichtung vorzusehen.

¹ Hinweis: Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Bemessungswerte des Sohlwiderstands und nicht um aufnehmbare Sohlrücke nach DIN 1054:2005 bzw. zulässige Bodenpressungen nach DIN 1054:1976

Das freigelegte Planum ist durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. abplanen, insbesondere vor Regen und Frost zu schützen.

Für den Kindergarten und in den westlichen Flächen (geplante Gewerbegebietserweiterung) liegt ein Gründungsplanum vermutlich gerade schon in den feinsandigen oder tonigen Schluffen. Diese müssen – je nach Jahreszeit und Zustand (Konsistenz) – ggf. baugrundtechnisch verbessert werden. Dies kann z.B. durch Eindrücken von kantigem Material in die Gründungssohle, Aufbringen eines Geotextils oder eines Bodenaustauschpolsters erfolgen.

Bei mind. steifen Konsistenzen des Schluffs sollten für ein Gründungsplanum im oder knapp oberhalb des Schluffs gemäß EC 7/ DIN 1054:2010 für setzungsempfindliche Bauwerke Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] von

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Fundamentbreite b bzw. b' 0,5 bis 2,0 m
0,5 m	180
1,0 m	250
1,5 m	310
2,0 m	350
<u>Voraussetzung:</u> mittlere einaxiale Druckfestigkeit	$q_{u,k} > 120$

zugrunde gelegt werden. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Bei mittlerer Auslastung können Setzungen von ca. 2-4 cm auftreten. Bei den Setzungen handelt es sich nur z.T. um Rohbausetzungen.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_x : b_y < 2$ bzw. $b'_x : b'_y < 2$ darf der Bemessungswert des Sohlwiderstands um 20 % erhöht werden.

Bei einer Plattengründung bei nicht unterkellelter Bauweise kann nach Abschieben des Mutterbodens auf einem Austauschpolster gegründet werden. Das Austauschpolster sollte aus Sand-Kies-Gemisch, Schotter oder beispielsweise RC-Material unterhalb der Gründungsplatte hergestellt werden.

Das Austauschpolster sollte den Anforderungen an Frostschutzschichten genügen. Hierdurch kann eine frostfreie Gründung sichergestellt und ggf. auf die Erstellung von Frostschutzschürzen verzichtet werden. Bei der Festlegung der Flächengröße des Austauschpolsters sind die Lastabtragswinkel zu beachten. Austauschpolster müssen grundsätzlich im Winkel von 45° über die Plattenränder hinaus hergestellt werden.

Das Austauschpolster ist unter lagenweiser Verdichtung zu erstellen. Die Lagenstärken sollten jeweils 0,3 m nicht überschreiten, wobei ein Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 98\%$ erreicht werden sollte. Die erste Lage auf einem schluffigen Planum darf nur statisch, also ohne V

Als bodenabhängiger Bettungsmodul kann auf dem Austauschpolster für die Vordimensionierung der Gründungsplatte auf Feinsand

$$k_s = 60.000 \text{ kN/m}^3 \text{ angesetzt werden.}$$

Auf einem Austauschpolster über Schluff kann als bodenabhängiger Bettungsmodul für eine Vordimensionierung der Gründungsplatte

$$k_s = 40.000 \text{ kN/m}^3 \text{ angesetzt werden.}$$

Gebäudeteile mit unterschiedlicher Setzungsdynamik sollten aus gutachterlicher Sicht statisch entkoppelt werden (Bewegungsfuge).

Die Gebäudeabdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser ist nach DIN 18533 gemäß W 1.1-E auszuführen (alte DIN 18195-4). Die Raumnutzungs- und Rissklassen sind vom Planer zu berücksichtigen.

Bei **unterkellert Bauweise** läge ein Planum in den eher weichen Schluffschichten. Die angetroffenen bindigen Schichten sind bei mindestens steifer Konsistenz als Baugrund grundsätzlich geeignet. Sie weisen im erdfeuchten Zustand eine normale Scherfestigkeit auf. Im aufgeweichten Zustand ist diese jedoch stark vermindert. Dies gilt insbesondere auch für die staunassen Bereiche. Hier wird in jedem Fall eine Bodenverbesserung durch Einbau einer kapillARBrechenden Schicht erforderlich. Bei stark aufgeweichtem Schluff in der Gründungsebene muss zur Stabilisierung ggf. kantiges Material in den Schluff eingedrückt werden.

Die Gebäudeabdichtung der unterkellerten Gebäude gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser ist nach DIN 18533 gemäß W 1.2-E auszuführen (alte DIN 18195-6). Auch hier sind die Raumnutzungs- und Rissklassen vom Planer zu berücksichtigen.

Bei der **Verlegung von Leitungen und Hausanschlussleitungen**, die mit der Grabensohle in den bindigen Schichten liegen, ist für Zeiten mit wechselhafter Witterung ein abschnittsweises Arbeiten zu empfehlen, um das Planum nicht völlig zu vernässen. Sollten bindige Schichten an der Baugrubensohle aufgeweicht und breiig sein, müssen diese ausgebaut und durch verdichtungsfähige Fein- bis Mittelsande ausgetauscht werden.

Erschließungsstraßen sollten auf einem frostsicheren Bodenaustauschpolster von mind. 0,8 m Stärke angelegt werden.

Bei allen Erdarbeiten in bindigen und enggestuften, rolligen Böden ist rückschreitend und nur abschnittsweise zu arbeiten. Die Aushubarbeiten sind mit Geräten ohne Reißwerkzeug vorzunehmen. Bindige Böden verlieren bei Vernässung oder Befahren mit schweren Baufahrzeugen schnell ihre Konsistenz und müssen dann für eine Gründung ausgeräumt werden. Ein Befahren der Schichten mit schweren Baufahrzeugen ist zu vermeiden. Bei Auflockerungen infolge von Auskofferungsarbeiten ist eine Nachverdichtung vorzusehen. Das freigelegte Planum ist durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. abplanen, insbesondere vor Regen und Frost zu schützen und ggf. durch Auftragen von kantigem, gut verdichtungsfähigem Material baugrundtechnisch zu verbessern. Bei der Verwendung von Sekundärbaustoffen als Bodenpolster ist eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen.

Für anfallenden Aushub sollte grundsätzlich eine Verwertung angestrebt werden.

6 Versickerung

Gemäß der technischen Richtlinie DWA-A 138² kann eine dauerhafte Versickerung bei Durchlässigkeitsbeiwerten (k_f -Werten) zwischen 1×10^{-3} [m/s] und 1×10^{-6} [m/s] gewährleistet werden.

Auf der Untersuchungsfläche wurden vier Versickerungsversuche in temporär verrohrten Bohrlöchern der RKB 3, RKB 6, RKB 9 und RKB11 durchgeführt. An den Versuchsstellen wurde in einer Tiefe von 4, m bis 5,0 m bzw. 4,8 bis 5,0 m in mitteldicht bis dicht gelagerten kiesigen Sanden versickert. Zunächst wurde mit 2 l Wasser vorgewässert und anschließend wiederholt 500 ml bzw. 300 ml oder 200 ml Wasser versickert. Die Zeitdauer zur Versickerung dieser Wassermengen wurde erfasst. Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 1: Versickerungsversuche

Versuch 1: Bra/18	Menge	Dauer	k_f -Wert
RKB 3: 4,5 – 5,0 m	500 ml	383 Sekunden	$4,03 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	240 Sekunden	$2,86 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	246 Sekunden	$3,76 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	249 Sekunden	$3,72 \times 10^{-6}$ m/s

Versuch 2: Bra/32	Menge	Dauer	k_f -Wert
RKB 6: 4,5 – 5,0 m	300 ml	74 Sekunden	$1,25 \times 10^{-5}$ m/s
	300 ml	104 Sekunden	$8,91 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	100 Sekunden	$9,26 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	146 Sekunden	$6,34 \times 10^{-6}$ m/s
	300 ml	143 Sekunden	$6,48 \times 10^{-6}$ m/s

Versuch 3: Bra/12c	Menge	Dauer	k_f -Wert
RKB 9: 4,8 – 5,0 m	200 ml	61 Sekunden	$4,34 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	63 Sekunden	$4,20 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	64 Sekunden	$4,14 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	69 Sekunden	$3,84 \times 10^{-5}$ m/s

Versuch 4: Bra/12c	Menge	Dauer	k_f -Wert
RKB 11: 4,8 – 5,0 m	200 ml	34 Sekunden	$7,79 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	42 Sekunden	$6,30 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	48 Sekunden	$3,15 \times 10^{-5}$ m/s
	200 ml	52 Sekunden	$5,09 \times 10^{-5}$ m/s

In den teils oberflächlich noch schluffigen kiesigen Mittel- bis Grobsanden lag die Versickerungsrate von 300 ml Wasser in der RKB 3 bei über 4 Minuten, im dicht gelagerten kiesigen Mittel- bis Grobsand mit Schlufflage bei RKB 6 noch bei 1 ½ bis 2 ½ Minuten.

Die ermittelten durchschnittlichen k_f -Werte aus den Versuchen liegen

für das Wohngebiet Bra/18 bei $V 1 = 3,8 \times 10^{-6}$ [m/s]

für den Kindergarten Bra/32 bei $V 2 = 8,7 \times 10^{-6}$ [m/s]

² Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (ATV-DVWK) – DWA-Regelwerk – Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005.

für das Gewerbegebiet Bra/12c bei $V_3 = 4,1 \times 10^{-5}$ [m/s]
bzw. bei $V_4 = 5,5 \times 10^{-5}$ [m/s]

Für weitere Berechnungen sowie die Planung von Versickerungsanlagen sollte gemäß DWA-A 138 ein Bemessungs- k_f -Wert

für das Wohngebiet von 3×10^{-6} [m/s]
für den Kindergarten von 8×10^{-6} [m/s]
für Gewerbeflächen von 4×10^{-5} [m/s] angesetzt werden.

Der k_f -Wert ermöglicht eine dauerhafte Versickerung von unbelastetem Regenwasser in den kiesigen Sanden ab etwa 4,5 m bzw. 4,8 m uGOK. Sollten sich in dieser Zone noch schluffige Partien befinden, ist ein Bodenaustausch mit sauberem Feinsand vorzusehen, um einen dauerhaft funktionstüchtigen hydraulischen Anschluss herzustellen.

Nach dem Bohrergebnis kann der laut DWA-A 138 anzustrebende Abstand von 1,0 m zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und einem mittleren hohen Grundwasserstand im gesamten Gebiet immer eingehalten werden.

Für Versickerungsanlagen kommen wegen der bis etwa 4,0/4,5 m Tiefe anstehenden bindigen Schichten eigentlich nur Rigolen-Systeme in Frage.

Bei der Herstellung des hydraulischen Anschlusses ist darauf zu achten, dass bindige Bereiche vollständig entfernt werden und nach dem Aushub keine Verschlämzung der Sohle, z.B. durch Regenereignisse, erfolgt.

Mögliche Auflagen und Genehmigungen für die Versickerung von Niederschlagswasser sind ortsspezifisch und mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

7 Zusammenfassung

Die aktuell noch als Acker oder Wiesen genutzten Grundstücksflächen nördlich und teils auch südlich der Straße Mevissenfeld sollen als Wohngebiet, Kindergartenfläche oder Gewerbegebietserweiterung in B-Plänen ausgewiesen werden.

Zur Beurteilung der Boden- und Baugrundverhältnisse wurden 12 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 12) sowie 4 Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde ausgeführt. Die maximale Bohrtiefe betrug 5 m. Zudem wurden zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit 4 Versickerungsversuche in den erbohrten schwach kiesigen Sanden ausgeführt.

Auf der Fläche wurden schwach humose Feinsande (Mutterboden), bis etwa 0,5 m Tiefe erbohrt. Darunter folgen schluffige bis schwach schluffige Feinsande, die in Schluffe, tonige Schluffe und feinsandige bis teils kiesige Schluffe übergehen. Die bindigen Schichten reichen teilweise bis 4,8 m, im Schnitt aber mind. bis 4,0 m unter Gelände. Im Liegenden wurden die mitteldichten bis dichten kiesigen bis schwach kiesigen Mittel- bis Grobsande der Jüngeren Hauptterrasse aufgeschlossen.

Das Grundwasser wurde bei den Geländearbeiten im Juni 2018 nicht erbohrt. Der Flurabstand liegt bei etwa 10 m. Der Bemessungswasserstand kann mit 45,50 mNHN angenommen werden, ist aber für Gebäude und Versickerungsanlagen ohne Bedeutung.

Die Gründung eines Gebäudes kann auf Streifenfundamenten oder alternativ auf einer Gründungsplatte erfolgen. Gebäudeteile mit unterschiedlicher Setzungsdynamik sollten statisch entkoppelt werden.

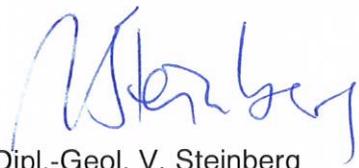
Im östlichen Teil der Untersuchungsfläche, also im zukünftigen Wohngebiet wird ein Gründungsplanum noch in den Feinsanden oder schwach schluffigen Feinsanden liegen. Im Bereich des Kindergartens und im zukünftigen Gewerbegebiet wird ein Planum wohl gerade schon in den tonigen oder feinsandigen Schluffen liegen. Hier müsste dann- je nach Zustand und Konsistenz des Schluffes zur Bauzeit, eine Bodenverbesserung erfolgen. Gleiches gilt bei einer unterkellerten Bauweise. Auch hier müsste ein Planum im Bereich der Schluffe vermutlich gründungstechnisch verbessert werden.

Bei einer Plattengründung oder auch zur Bodenverbesserung sollte ein Polster durch gut verdichtungsfähiges frostsicheres Material geschaffen werden. Auflockerungen infolge der Auskofferungsarbeiten sind nachzuverdichten.

Während der Bauphase sollten mögliche Baugrubenböschungen sowie das Planum gegen Frost sowie den Zutritt von Regen- und Oberflächenwasser geschützt werden. Insbesondere feinsandige Partien neigen stark zum Ausrieseln bzw. zum Ausfließen bei Wasserzutritt. Bindige Schichten können durch Vernässen völlig aufweichen und müssen dann für eine Gründung ausgeräumt werden.

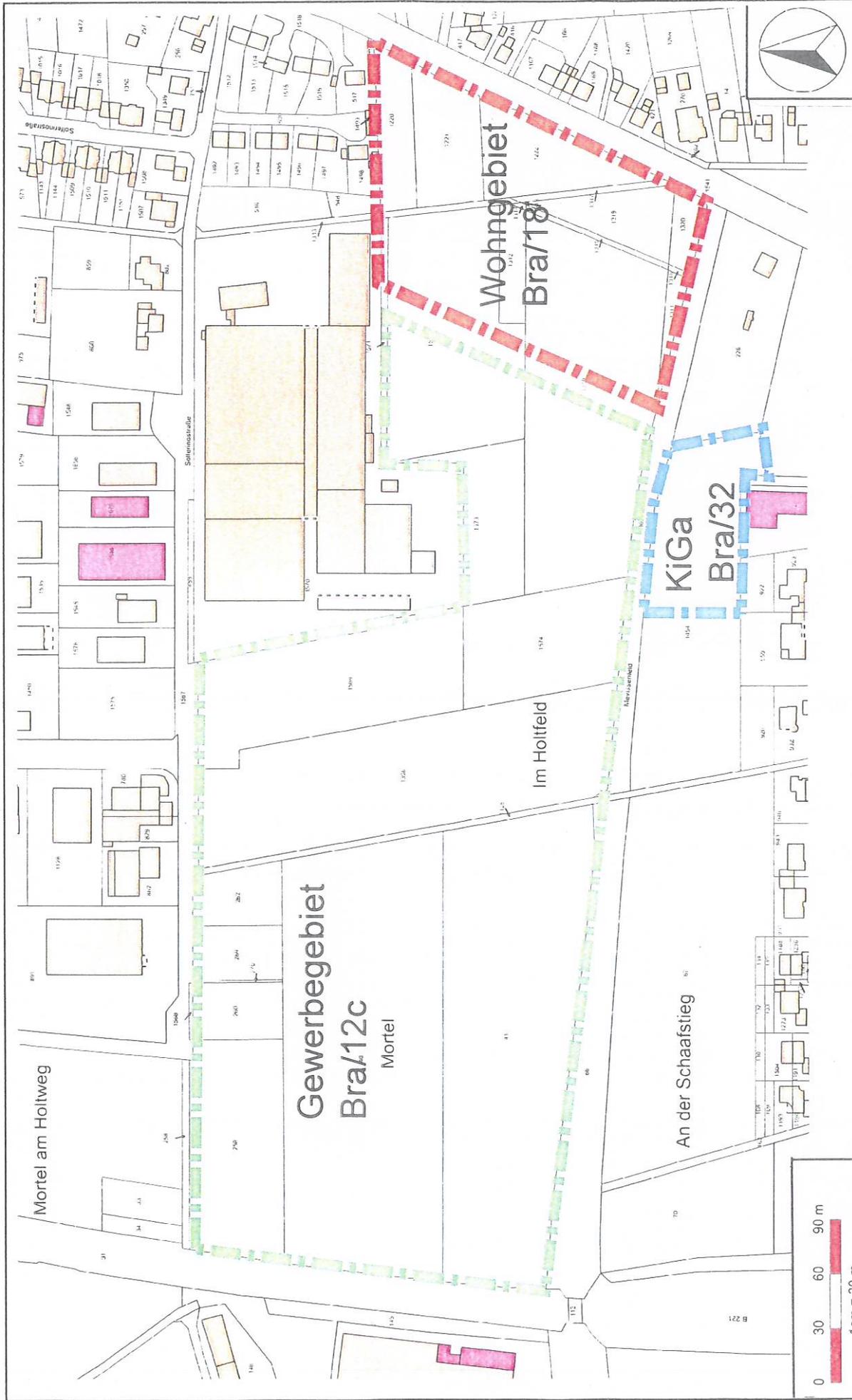
Anfallendes unverschmutztes Dachflächenwasser kann in den sandig-kiesigen Schichten versickert werden. Diese stehen jedoch erst in Tiefen über 4,0 m im Untergrund an. Deshalb muss für die Versickerungseinrichtungen ein hydraulischer Anschluss mit sauberem Kiessand oder Feinsand ohne Feinstanteile geschaffen werden. Auflagen und Genehmigungen für die Versickerung von Niederschlagswasser sind ortsspezifisch und mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

Werden in der Bauphase andere als die bei den Sondierbohrungen erbohrten Schichten angetroffen, ist der Bodengutachter zu verständigen. Zum Zeitpunkt der Erdarbeiten sollte zur Überprüfung der Baugrundverhältnisse sowie zur Abnahme der Gründungsebene ggf. der Bodengutachter hinzugezogen werden.



Dipl.-Geol. V. Steinberg

Anlagen

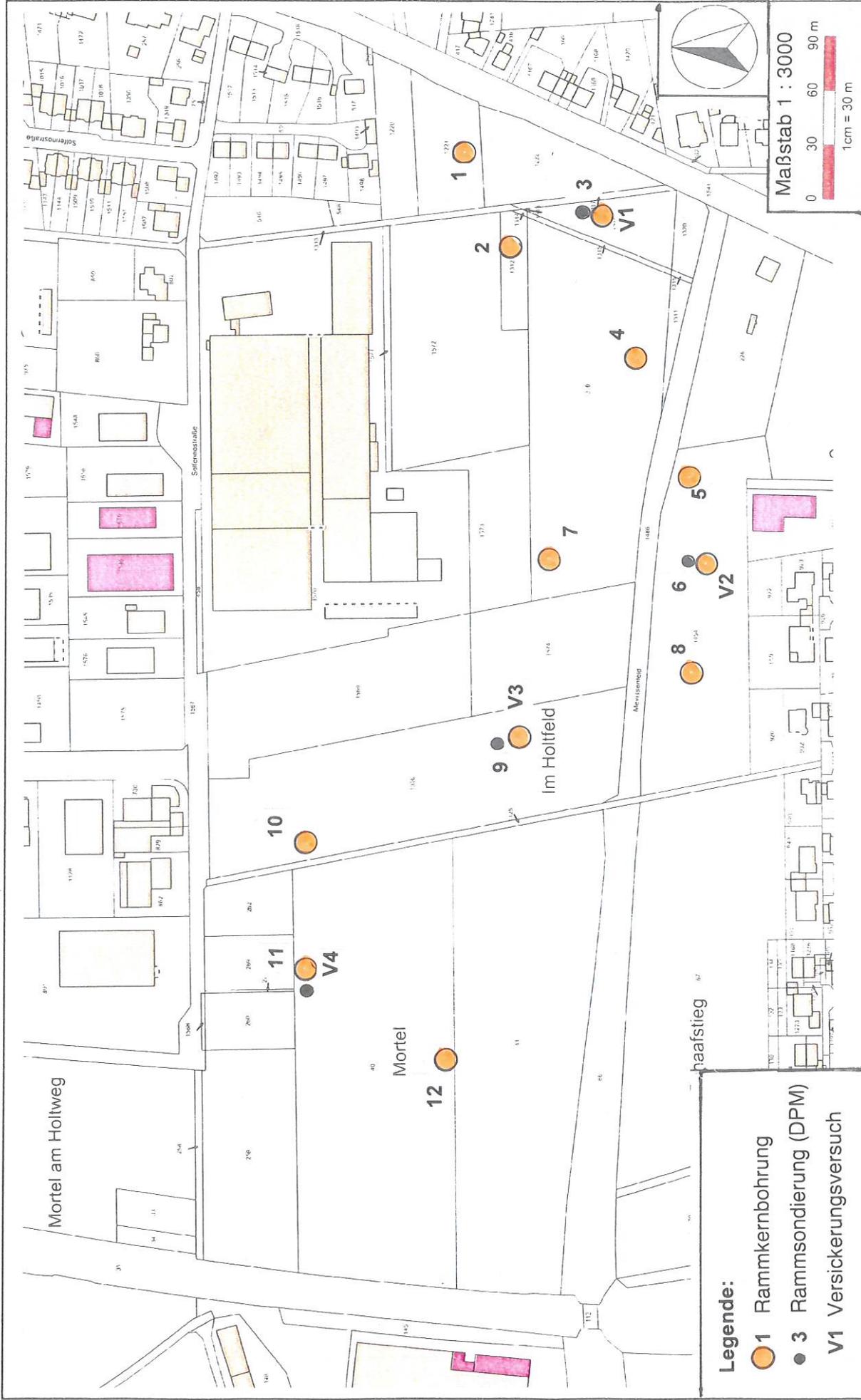


ANLAGE 1.1

Lage der geplanten B-Plan-Gebiete

Gutachten Nr. VS 18.07.03
 Umwelt- und Hydrogeologie.
 Altlasten / aktuelle Schadenfälle

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
 Beratende Geologin



Gutachten Nr. VS 18.07.03

Lageplan der Untersuchungspunkte

ANLAGE 1.2

Umwelt- und Hydrogeologie.
Altlasten / aktuelle Schadenfälle

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
Beratende Geologin

Schichtenverzeichnisse

Anlage 2.1

Rammkernbohrungen in Brüggen-Bracht, Im Holtfeld

27. und 28.06.2017

B-Plangebiete:

Bra/18 – Wohngebiet, Bra/32 – KiGa, Bra/12c – Gewerbegebiet

Bezugshöhe: Kanaldeckel Rad-/Gehweg Brüggener Straße Haus 54 mit 54,35 mNN

Mu = Mutterboden

Wohngebiet Bra/18:

RKB 1 53,47 mNHN

0,0 – 0,3 m	Mu: Feinsand, schwach humos, schwach schluffig, beigebraun, locker
0,3 – 1,6 m	Feinsand, sehr schwach schluffig, beige, mitteldicht
1,6 – 3,0 m	Schluff, tonig, ocker-beige, steif
3,0 – 4,3 m	Schluff, tonig, untere 0,1 m kiesig, ocker-beige, steif, klopfnaß
4,3 – 4,8 m	Mittel- bis Grobsand, fein- bis mittelkiesig, bei 4,5 m Schlufflage, beige bis rostbraun, mitteldicht bis dicht
4,8 – 5,0 m	Feinsand, beige, mitteldicht bis dicht

RKB 2 53,84 mNHN

0,0 – 0,4 m	Mu: Feinsand, schwach humos, schwach schluffig, beigebraun, locker
0,4 – 1,5 m	Feinsand, schwach schluffig, beigebraun, mitteldicht
1,5 – 3,0 m	Schluff, tonig, beige, steif, klopfnaß und weich von 2,5 – 3,0 m

RKB 3 53,87 mNHN

0,0 – 0,5 m	Mu: Feinsand, schwach humos, schwach schluffig, beigebraun, locker
0,5 – 1,5 m	Feinsand, schluffig, beigebraun, mitteldicht
1,5 – 3,0 m	Schluff, tonig, lagenweise feinsandig, ocker-beige, steif
3,0 – 4,5 m	Schluff, tonig, untere 0,1 m kiesig, beige, steif, klopfnaß (weich)
4,5 – 5,0 m	Mittel- bis Grobsand, feinsandig, mittel- bis grobkiesig, teils schwach schluffig, beige bis rostbraun, mitteldicht bis dicht

Versickerungsversuch V1:

2 l vorgewässert,	Versickerungszone 4,5 – 5,0 m
500 ml	versickert in 6 Minuten 23 Sekunden
300 ml	versickert in 4 Minuten
300 ml	versickert in 4 Minuten 6 Sekunden
300 ml	versickert in 4 Minuten 9 Sekunden

RKB 4	53,85 mNHN
0,0 – 0,5 m	Mu: Feinsand, schwach humos, schwach schluffig, beigebraun, locker
0,5 – 1,3 m	Feinsand, schluffig, beigebraun, mitteldicht
1,3 – 3,0 m	Schluff, tonig, feinsandig, ocker-beige, steif

Kindergarten Bra/32:

RKB 5	53,97 mNHN
0,0 – 0,5 m	Mu: Feinsand, Steine, schwach humos, schwach schluffig, braun, locker (umgelagert)
0,5 – 1,0 m	Feinsand, schwach schluffig, beigebraun, locker bis mitteldicht
1,0 – 3,0 m	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, beige, steif, klopfnaß

RKB 6	53,65 mNHN
0,0 – 0,5 m	Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, braun, locker
0,5 – 1,1 m	Feinsand, schluffig, braunrot, mitteldicht
1,1 – 4,0 m	Schluff, tonig, beige, steif, untere 0,1 m kiesig, (klopfnaß - weich)
4,0 – 5,0 m	Mittel- bis Grobsand, feinsandig, fein- bis mittelkiesig, bei 4,5 m Schlufflage, beige bis grau, mitteldicht bis dicht

Versickerungsversuch V2:

2 l vorgewässert, Versickerungszone 4,5 – 5,0 m	
300 ml	versickert in 1 Minute 14 Sekunden
300 ml	versickert in 1 Minute 44 Sekunden
300 ml	versickert in 1 Minute 40 Sekunden
300 ml	versickert in 2 Minuten 26 Sekunden
300 ml	versickert in 2 Minuten 23 Sekunden

Schichtenverzeichnisse

Rammkernbohrungen in Brüggen-Bracht, Im Holtfeld

27. und 28.06.2017

Bezugshöhe: Kanaldeckel Rad-/Gehweg Brüggener Straße Haus 54 mit 54,35 mNN

Mu = Mutterboden

Gewerbegebiet Bra/12c:

RKB 7 53,79 mNHN

0,0 – 0,5 m Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, beige, locker
0,5 – 1,4 m Feinsand, schluffig, schwach tonig, beige, mitteldicht
1,4 – 3,0 m Schluff, tonig, beigebraun, steif, unten klopfnaß

RKB 8: 54,01 mNHN

0,0 – 0,3 m Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, braun, locker
0,3 – 0,8 m Feinsand, schwach schluffig, beige, locker
0,8 – 3,0 m Schluff, feinsandig, tonig, beige, weich bis steif
3,0 – 3,8 m Schluff, tonig, untere 0,1 m kiesig, beige, steif, klopfnaß
3,8 – 4,6 m Mittel- bis Grobsand, feinsandig, fein- bis mittelkiesig, beige, dicht
4,6 – 5,0 m Fein- bis Mittelsand, hellgrau, mitteldicht bis dicht

RKB 9: 54,08 mNHN

0,0 – 0,1 m Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, braun, locker
0,3 – 0,8 m Feinsand, schluffig, beige, locker
0,8 – 3,0 m Schluff, feinsandig, tonig, beige, weich bis steif, lagig feinsandig
3,0 – 3,8 m Schluff, tonig, beige, steif, klopfnaß - weich
3,8 – 4,1 m Schluff, steinig, mittelsandig, beige, steif bis halbfest
4,1 – 5,0 m Mittel- bis Grobsand, fein- bis grobkiesig, beige-hellgrau, dicht

Versickerungsversuch V3:

2 l vorgewässert, Versickerungszone 4,8 – 5,0 m
200 ml versickert in 1 Minute 1 Sekunde
200 ml versickert in 1 Minute 3 Sekunden
200 ml versickert in 1 Minute 4 Sekunden
200 ml versickert in 1 Minute 9 Sekunden

RKB 10: 54,24 mNHN

0,0 – 0,3 m	Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, schwach tonig, braun, locker
0,3 – 0,6 m	Feinsand, schluffig, schwach tonig, beige, locker
0,6 – 1,2 m	Schluff, feinsandig, tonig, beigebraun, weich bis steif
1,2 – 1,4 m	Feinsand, schwach schluffig, beige, locker bis mitteldicht
1,4 – 3,7 m	Schluff, feinsandig, tonig, braunrot, steif, unten klopfnaß - weich
3,7 – 4,0 m	Mittel- bis Grobsand, fein- bis grobkiesig, beige-hellgrau, dicht

RKB 11: 54,55 mNHN

0,0 – 0,4 m	Mu: Feinsand, schluffig, schwach humos, schwach tonig, grau, locker
0,4 – 0,7 m	Feinsand, beige, locker
0,7 – 0,8 m	Schluff, feinsandig, tonig, rostbraun, weich bis steif
0,8 – 1,5 m	Feinsand, schluffig, schwach tonig, beigebraun, locker bis mitteldicht
1,5 – 3,0 m	Schluff, tonig, schwach feinsandig, beige, steif, unten klopfnaß - weich
3,0 – 4,0 m	Schluff, tonig, beige, klopfnaß - weich
4,0 – 4,4 m	Mittel- bis Grobsand, fein- bis grobkiesig, schluffig-tonig, rostbraun-hellgrau, mitteldicht bis dicht
4,4 – 5,0 m	Mittel- bis Grobsand, fein- bis mittelkiesig, grau, dicht

Versickerungsversuch V4:

2 l vorgewässert,	Versickerungszone 4,8 – 5,0 m
200 ml	versickert in 34 Sekunden
200 ml	versickert in 42 Sekunden
200 ml	versickert in 48 Sekunden
200 ml	versickert in 52 Sekunden

RKB 12: 54,42 mNHN

0,0 – 0,4 m	Mu: Feinsand, schwach humos, beigebraun, locker
0,4 – 1,0 m	Feinsand, schwach schluffig, beige, locker
1,0 – 4,0 m	Schluff, stark feinsandig, tonig, beige, weich bis steif
4,0 – 4,3 m	Mittel- bis Grobsand, mittelkiesig, schluffig-tonig, rostbraun-beige, mitteldicht bis dicht
4,3 – 5,0 m	Fein- bis Mittelsand, fein- bis mittelkiesig, beige-grau, dicht

mittlere Rammsondierung

nach DIN 4094

Aktenzeichen:
VS 18.07.03

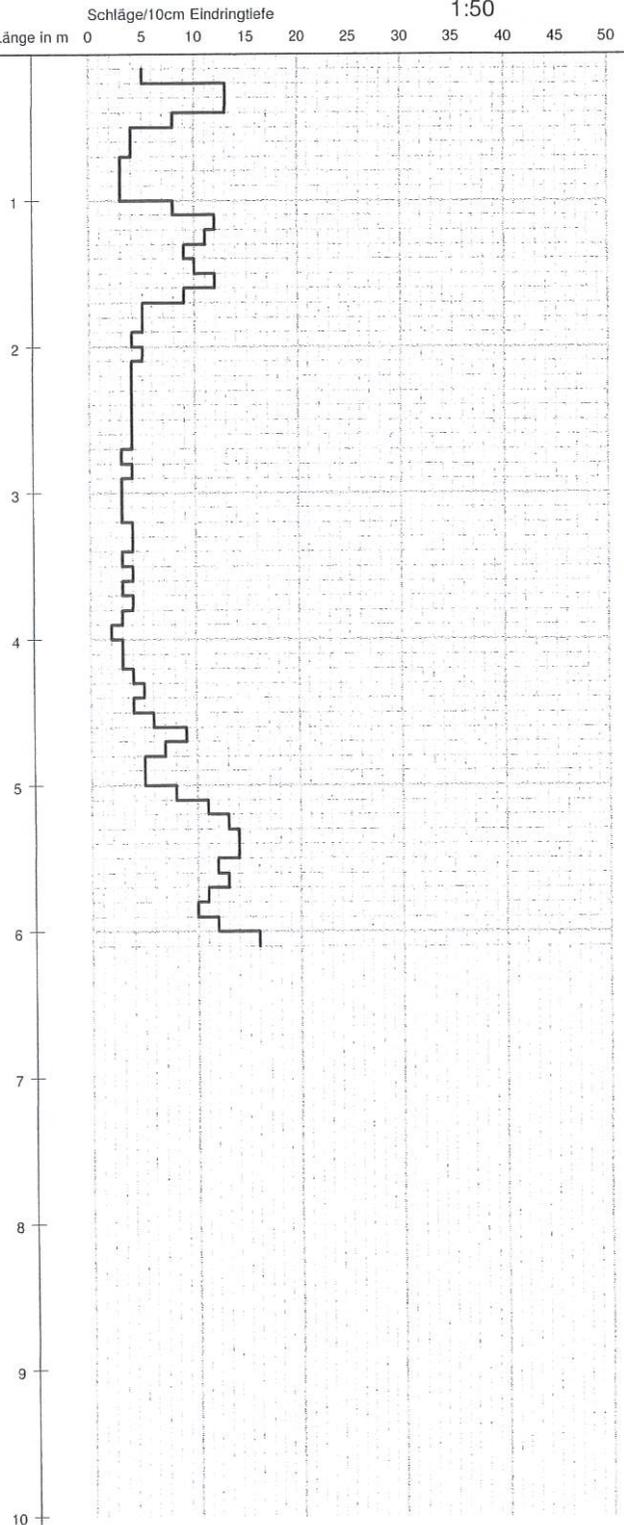
Anlage 2.3

Ort: Brüggen-Bracht, Bra/18 - Wohngebiet
Bohrung: RS 3

Datum:
27.06.2018
Höhenmaßstab:
1:50

+53,87 mNHN Länge in m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Tiefe	N (10)						
0,10	5	5,70	11				
0,20	13	5,80	10				
0,30	13	5,90	12				
0,40	8	6,00	16				
0,50	4						
0,60	4						
0,70	3						
0,80	3						
0,90	3						
1,00	8						
1,10	12						
1,20	11						
1,30	9						
1,40	10						
1,50	12						
1,60	9						
1,70	5						
1,80	5						
1,90	4						
2,00	5						
2,10	4						
2,20	4						
2,30	4						
2,40	4						
2,50	4						
2,60	4						
2,70	3						
2,80	4						
2,90	3						
3,00	3						
3,10	3						
3,20	4						
3,30	4						
3,40	3						
3,50	4						
3,60	3						
3,70	4						
3,80	3						
3,90	2						
4,00	3						
4,10	3						
4,20	4						
4,30	5						
4,40	4						
4,50	6						
4,60	9						
4,70	7						
4,80	5						
4,90	5						
5,00	8						
5,10	11						
5,20	13						
5,30	14						
5,40	14						
5,50	12						
5,60	13						



Umwelt- und Hydrogeologie
Altlasten / Umweltschadstoffe
Hauptstraße 43, 47929 Grefrath

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
Beratende Geologin BDG
Tel. 02158 - 912696

mittlere Rammsondierung

nach DIN 4094

Aktenzeichen:
VS 18.07.03

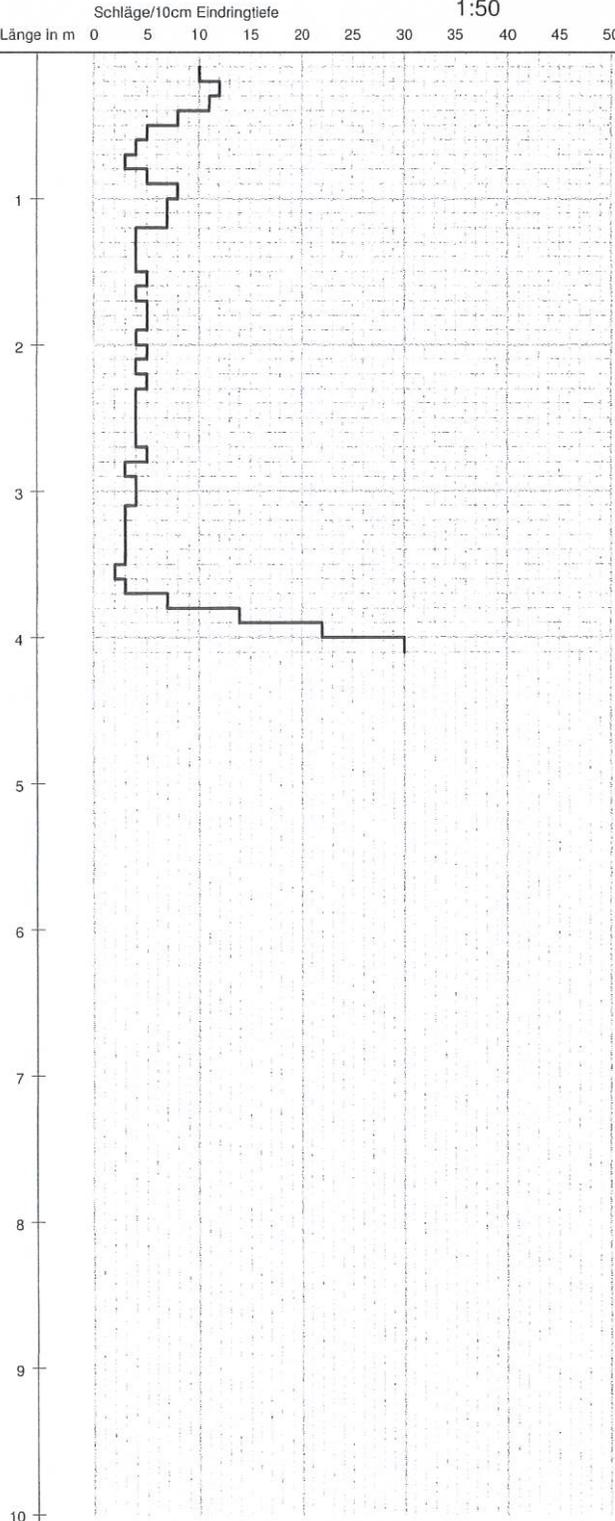
Anlage 2.3

Ort: Brüggen-Bracht, Bra/32 - KiGa
Bohrung: RS 6

Datum:
27.06.2018
Höhenmaßstab:
1:50

+53,65 mNHN Länge in m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Tiefe	N (10)						
0,10	10						
0,20	12						
0,30	11						
0,40	8						
0,50	5						
0,60	4						
0,70	3						
0,80	5						
0,90	8						
1,00	7						
1,10	7						
1,20	4						
1,30	4						
1,40	4						
1,50	5						
1,60	4						
1,70	5						
1,80	5						
1,90	4						
2,00	5						
2,10	4						
2,20	5						
2,30	4						
2,40	4						
2,50	4						
2,60	4						
2,70	5						
2,80	3						
2,90	4						
3,00	4						
3,10	3						
3,20	3						
3,30	3						
3,40	3						
3,50	2						
3,60	3						
3,70	7						
3,80	14						
3,90	22						
4,00	30						



Umwelt- und Hydrogeologie
Altlasten / Umweltschadstoffe
Hauptstraße 43, 47929 Grefrath

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
Beratende Geologin BDG
Tel. 02158 - 912696

mittlere Rammsondierung

nach DIN 4094

Aktenzeichen:
VS 18.07.03

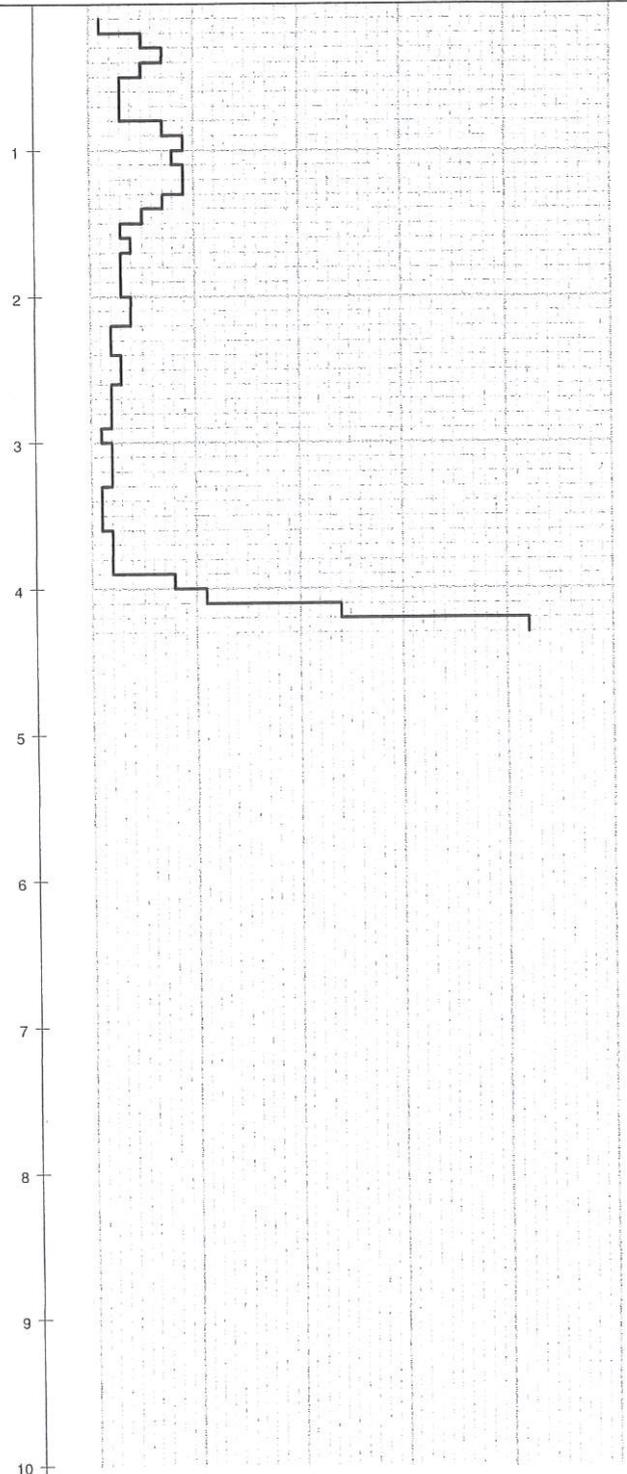
Anlage 2.3

Ort: Brüggen-Bracht, Bra/12c - Gewerbegebiet
Bohrung: RS 9

Datum:
27.06.2018
Höhenmaßstab:
1:50

+54,08 mNHN Länge in m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Tiefe	N (10)						
0,10	1						
0,20	5						
0,30	7						
0,40	5						
0,50	3						
0,60	3						
0,70	3						
0,80	7						
0,90	9						
1,00	8						
1,10	9						
1,20	9						
1,30	7						
1,40	5						
1,50	3						
1,60	4						
1,70	3						
1,80	3						
1,90	3						
2,00	4						
2,10	4						
2,20	2						
2,30	2						
2,40	3						
2,50	3						
2,60	2						
2,70	2						
2,80	2						
2,90	1						
3,00	2						
3,10	2						
3,20	2						
3,30	1						
3,40	1						
3,50	1						
3,60	2						
3,70	2						
3,80	2						
3,90	8						
4,00	11						
4,10	24						
4,20	42						



Umwelt- und Hydrogeologie
Altlasten / Umweltschadstoffe
Hauptstraße 43, 47929 Grefrath

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
Beratende Geologin BDG
Tel. 02158 - 912696

mittlere Rammsondierung

nach DIN 4094

Aktenzeichen:
VS 18.07.03

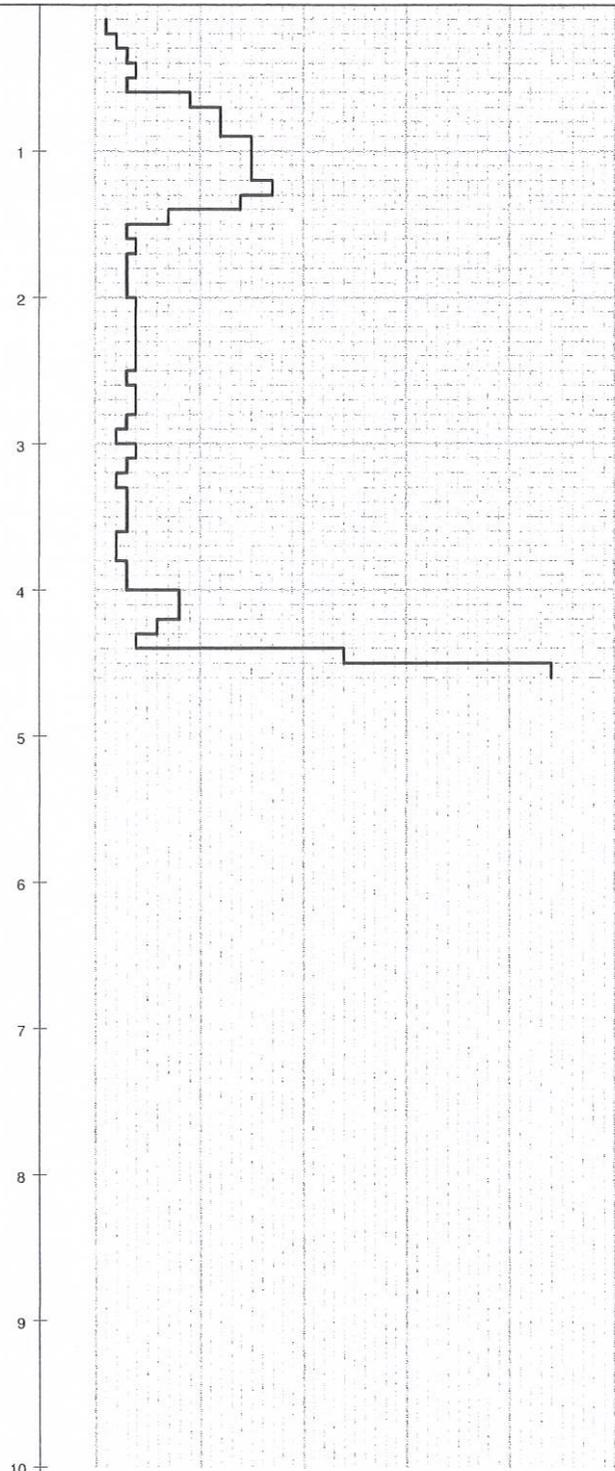
Anlage 2.3

Ort: Brüggen-Bracht, Bra/12c - Gewerbegebiet
Bohrung: RS 11

Datum:
27.06.2018
Höhenmaßstab:
1:50

+54,55 mNHN Länge in m 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

Tiefe	N (10)						
0,10	1						
0,20	2						
0,30	3						
0,40	4						
0,50	3						
0,60	9						
0,70	12						
0,80	12						
0,90	15						
1,00	15						
1,10	15						
1,20	17						
1,30	14						
1,40	7						
1,50	3						
1,60	4						
1,70	3						
1,80	3						
1,90	3						
2,00	4						
2,10	4						
2,20	4						
2,30	4						
2,40	4						
2,50	3						
2,60	4						
2,70	4						
2,80	3						
2,90	2						
3,00	4						
3,10	3						
3,20	2						
3,30	3						
3,40	3						
3,50	3						
3,60	2						
3,70	2						
3,80	3						
3,90	3						
4,00	8						
4,10	8						
4,20	6						
4,30	4						
4,40	24						
4,50	44						



Umwelt- und Hydrogeologie
Altlasten / Umweltschadstoffe
Hauptstraße 43, 47929 Grefrath

Dipl. Geol. Veronika Steinberg
Beratende Geologin BDG
Tel. 02158 - 912696

Brüggjen - Bracht: Bra/18							
Bezeichnung	mNHN	Abl.mitte	Abl. oben	Abl. unten	Entfernung	gon	Grad
KD Radweg Brüggener Straße	54,350	0,705	1,370	0,040	133,0	282,9	254,6
Messbolzen Mevissenfeld	53,795	1,260	1,610	0,910	70,0	76,5	68,9
Ecke Zaun	53,985	1,070	1,200	0,940	26,0	25,7	23,1
RKB 1	53,465	1,590	2,460	0,720	174,0	242,5	218,3
RKB 2	53,840	1,215	1,820	0,610	121,0	239,5	215,6
RKB 3 / RS 3	53,865	1,190	1,730	0,650	108,0	265,0	238,5
RKB 4	53,845	1,210	1,372	1,048	32,4	283,5	255,2
RKB 5	53,970	1,085	1,261	0,910	35,1	37,0	33,3
RKB 6 / RS 6	53,645	1,410	1,820	1,000	82,0	63,5	57,2
RKB 7	53,790	1,265	1,810	0,720	109,0	109,0	98,1
Messbolzen Mevissenfeld	53,795	2,230	2,990	1,470	152,0	337,0	303,3
RKB 9 / RS 9	54,075	1,950	2,206	1,695	51,1	276,0	248,4
RKB 10	54,235	1,790	2,110	1,480	63,0	210,0	189,0
RKB 11 7 RS 11	54,545	1,480	2,290	0,670	162,0	188,5	169,7
RKB 12	54,415	1,610	2,350	0,870	148,0	148,0	133,2
Messnagel Weg	54,250	1,775	1,920	1,630	29,0	1,0	0,9
KD Feldweg	54,442	1,583	1,636	1,530	10,6	0,0	0,0
Messbolzen Mevissenfeld	53,795	1,573	1,927	1,220	70,7	286	257,0
RKB 8	54,008	1,360	1,505	1,215	29,0	376	338,0