

Hydrogeologischer Ergebnisbericht
zur Beseitigung von Niederschlagswasser
zum Bauvorhaben

„Neubau einer Mehrzweckhalle“,

Alte Kölner Straße in 53842 Troisdorf-Altenrath

Bauherr: Stadt Troisdorf
Stadtplanungsamt
Kölner Straße 176
53840 Troisdorf

Auftrag Nr. / Zeichen: 9881/rj

Datum: 19.05.2021

Inhalt

1	Situation	3
2	Geologie	4
3	Bodenaufschlüsse	5
3.1	Kleinrammbohrungen	5
3.2	Schürfe	6
4	Grundwasser	8
5	Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit	9
6	Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes..	10
7	Bemessung.....	10
7.1	Ausgangswerte	11
7.2	Berechnung Rigole	11
8	Hinweise zur Ausführung.....	12
9	Schlussbemerkung	13

Dokumentation

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Zeichenerklärung
Anlagen 3	Bohr- und Schurfprofile
Anlage 3.1	Bohrprofile KRB 21 und 22, Schurfprofil Schurf 1
Anlage 3.2	Bohrprofil KRB 1, Schurfprofil Schurf 2
Anlagen 4	Ergebnisse Versickerungsversuche
Anlage 4.1	Permeameterversuch 1 (Schurf 1)
Anlage 4.2	Permeameterversuch 2 (Schurf 2)

1 Situation

Die Stadt Troisdorf plant im Stadtteil Altenrath den Neubau einer Mehrzweckhalle. Das Grundstück liegt westlich des Ortskerns von Altenrath, etwa 1.700 m östlich der Start- und Landebahn des Flughafens Köln-Bonn. Die Agger verläuft ca. 1.200 m südöstlich des Baufeldes.

Das Grundstück wurde vormals als Acker- und Weideland genutzt. Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchung lag es brach. Es grenzt im Südwesten an die „Alte Kölner Straße“. Entlang der südwestlichen Grundstücksgrenze befindet sich ein Bewuchs aus Bäumen und Sträuchern. Im Nordwesten wird es durch einen Feldweg begrenzt. Im Nordosten liegen die Gärten der Wohnhäuser an der Straße „Rübkamp“ und südöstlich befinden sich eine Scheune sowie ein neu errichtetes Feuerwehrgerätehaus.

Bei dem Baugrundstück handelt es sich um einen von Nordwesten nach Süd-südosten abfallenden Hang. Die Höhendifferenz vom Feldweg im Nordwesten bis zu der bestehenden Scheune beträgt etwa 6,50 m. Innerhalb des Baufeldes der Mehrzweckhalle ergibt sich ein Höhenunterschied von ca. 2,50 m.

Bereits im Vorfeld wurden durch unser Büro für die Mehrzweckhalle sowie das Feuerwehrgerätehaus ein Baugrundgutachten unter der Auftragsnummer 9038.1/ta mit dem Datum vom 06.04.2018 sowie eine schutzgutbezogene Altlastenuntersuchung (Auftrags-Nr. 9038.2/rj vom 13.04.2018) durchgeführt. Darüber hinaus erfolgte unter der Auftragsnummer 9038.4/ta eine hydrogeologische Untersuchung zur Klärung der Dachflächenentwässerung für das Feuerwehrgerätehaus.

Für die Baugenehmigung wurde nun von der Baugenehmigungsbehörde eine Versickerung des auf den Dachflächen der Mehrzweckhalle anfallenden Niederschlagswassers auf dem Grundstück gemäß Landeswassergesetz § 51 verlangt.

Im Bereich der möglichen Versickerungsanlage für die Mehrzweckhalle wurden bei den für die Baugrunduntersuchung durchgeführten Bohrungen KRB 1 sowie KRB 21 und 22 überwiegend gering wasserdurchlässige Bodenschichten in Form von schluffigem bis stark tonigem Sand sowie gering feinsandigem bis

kiesigem und zum Teil tonigem Schluff angetroffen. Hierbei handelt es sich um den vollständig zu einem Lockerboden zersetzten, devonischen Fels. In Tiefen zwischen 1,40 m und 2,60 m unter Geländeoberkante (GOK) wurde in den Bohrungen der verwitterte Fels erreicht (vgl. Anl. 3). Darüber hinaus wurde bei der Baugrunduntersuchung stellenweise Schichtenwasser angetroffen.

Da eine Versickerung von Niederschlagswasser in den Überlagerungsböden aufgrund dieser Ergebnisse nicht möglich ist, soll nun geprüft werden, ob der unterlagernde verwitterte Fels in der Lage ist, das Niederschlagswasser der Mehrzweckhalle aufzunehmen.

Unser Büro wurde mit der Durchführung einer ergänzenden hydrogeologischen Untersuchung und Begutachtung zur Versickerung von Niederschlagswasser im unterlagernden verwitterten Fels beauftragt.

2 Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich regionalgeologisch auf der östlichen Flanke des Rheinischen Schiefergebirges, welches durch das devonische Grundgebirge charakterisiert wird (Geologische Karte, Blatt 5109, Lohmar). Gekennzeichnet ist diese Region durch seine NE-SW-streichenden, ausgeprägten Mulden- und Sattelstrukturen.

Im Untersuchungsgebiet stehen die *Odenspieler-Schichten* der *Siegen-Stufe* des Unterdevons an. Diese sind als bankige Grauwacken mit Sandsteinlagen ausgeprägt, weisen jedoch untergeordnet Tonschiefereinschaltungen auf.

Insbesondere die Hochflächen wurden im Quartär von Löß überdeckt, der infolge von Verwitterungsprozessen entkalkte und in den oberflächennahen Partien in Lößlehm übergegangen ist. Darüber hinaus treten im Untersuchungsbereich weiträumig Flugdecksande auf.

Überlagert wird das Grundgebirge an den Hängen von Hanglehm und Hangschutt. Zum Teil haben sich Schuttkegel ausgebildet, die den Übergang zur Talebene bilden.

3 Bodenaufschlüsse

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit wurde in zwei Bereichen, die zur Errichtung einer Versickerungsanlage in Betracht kommen, jeweils ein Baggerschurf bis in den verwitterten Fels erstellt.

Anhand der im Rahmen der Baugrunduntersuchung durchgeführten Kleinrammbohrungen kann die Schichtenfolge im Bereich der möglichen Versickerungsanlagen abgeleitet werden. Hierfür können westlich der geplanten Mehrzweckhalle bei Schurf 1 die Bohrungen KRB 21 und 22 der Bohrkampagne aus dem Jahr 2018 herangezogen werden. Unmittelbar nordöstlich der Mehrzweckhalle wurde der Schurf 2 bei der damaligen Bohrung KRB 1 erstellt.

Die Bohransatzpunkte sowie Schurfpositionen waren gemäß dem Lageplan auf Anlage 1.2 angeordnet. Die Bohrungen sind höhenorientiert auf Anlage 3.1 und 3.2 aufgetragen. Als Höhenbezugspunkt diente der im Lageplan markierte Kanaldeckel im Heidegraben, der mit einer Höhe von 107,44 m+NHN verzeichnet ist. Die Höhenlage der Schürfe wurde interpoliert, Die Zeichenerklärungen können der Anlage 2 entnommen werden.

3.1 *Kleinrammbohrungen*

Entsprechend den Bohrprofilen beginnt die Schichtenfolge westlich der Mehrzweckhalle mit einem Mutterboden in einer Stärke zwischen 0,15 m (vgl. Bohrung KRB 22) und 0,50 m (vgl. Bohrung KRB 21). Darunter wurde in beiden Bohrungen schluffiger Sand angetroffen, der ab einer Tiefe von 0,80 m beziehungsweise 0,85 m unter Geländeoberkante (GOK) durch Schluff mit unterschiedlich hohen Feinsandanteilen unterlagert wird. Der Schluffboden ist in der Bohrung KRB 21 stark kieshaltig. Demgegenüber enthält er in Bohrung KRB 22 etwas Ton. Kies wurde hier nicht angetroffen.

In Bohrung KRB 21 wurde zwischen 2,10 m und 2,50 m unter Flur ein gering schluffiger, stark feinsandiger Tonhorizont erbohrt. Darunter, beziehungsweise unterhalb des Schluffbodens in der Bohrung KRB 22, folgt stark verwitterter Fels, bei dem es sich um schwach schluffigen Feinsand (vgl. Bohrung KRB 21) sowie tonigen, schluffigen und sandigen Gesteinschutt in Bohrung KRB 22 handelt. Der Verwitterungsgrad nimmt mit der Tiefe ab, so dass die Bohrungen

in einer Tiefe von 3,50 m beziehungsweise 3,60 m aufgrund mangelnden Bohrfortschritts nicht mehr fortgesetzt werden konnten.

Die Bohrung KRB 1 liegt im Bereich der alternativen Positionierung der Versickerungsanlage nordöstlich der geplanten Mehrzweckhalle. Hier steht an der Geländeoberfläche Mutterboden in einer Stärke von 0,30 m an. Er besteht aus einem gering tonigen, stark schluffigen Sand mit organischen Anteilen. Darunter folgt ein stark sandiger Schluff mit etwas Ton und einem geringen Anteil an Steinen. Ab 0,80 m Teufe wird er durch stark tonigen, gering schluffigen bis schluffigen Sand unterlagert. Der stark verwitterte Fels wurde ab einer Tiefe von 1,40 m unter GOK in Form eines stark sandigen Tonsteins aufgeschlossen. Nach unten hin nimmt der Verwitterungsgrad ab. Von 2,30 m bis 3,00 m Tiefe lag ein Tonstein im Wechsel mit Sandstein vor. Die Bohrung wurde aufgrund des hohen Bohrwiderstandes in einer Tiefe von 3,00 m unter Bohransatzpunkt abgebrochen.

3.2 Schürfe

Die beiden Schürfe wurden mit einem 0,90 m breiten Baggerlöffel senkrecht bis in eine Tiefe von 3,50 m in Schurf 1 beziehungsweise 3,20 m in Schurf 2 geführt. Die Schurflänge betrug an der Basis etwa 1,70 m. Da die Schürfe mit senkrechten Wänden erstellt wurden und nicht begehbar waren erfolgte die Schurfaufnahme rein optisch von der Schurfkante aus.

Demnach ist die Mutterbodenüberdeckung in beiden Schürfen etwa 0,30 m stark und besteht aus feinsandigem bis gering sandigem Schluff mit organischen Anteilen.

In Schurf 1 wurde darunter ein gering sandiger und toniger Schluff bis in eine Tiefe von etwa 2,00 m unter GOK aufgeschlossen. Der unterlagernde Fels weist einen hohen Verwitterungsgrad auf und besteht aus einem etwas sandigen, gering schluffigen Tonstein (vgl. Bild 1). Bereits bei der Erstellung des Schurfs hat sich Schichtenwasser angesammelt, das punktuell sichtbar aus den Schurfwänden austrat und sich an der Schurfsohle ansammelte.



Bild 1: Schurf 1 mit Blick auf die westliche Schurfwand mit Ansammlung von Schichtenwasser an der Schurfsohle (Bilddatum 27.04.2021).

In Schurf 2 wird der Mutterboden durch gering sandigen, etwas tonigen Schluff unterlagert, der hier in einer Stärke von etwa 1,00 m vorliegt. Ab ca. 1,30 m unter Geländeoberkante steht ein stark verwitterter Fels an, der im unteren Schurfabschnitt und an der Sohle als gering schluffiger Sandstein vorliegt. Auch hier kam es zum Austritt von Schichtenwasser aus den Schurfwänden, der allerdings wesentlich geringer ausgeprägt war als in Schurf 1.

Das Bild 2 zeigt eine Aufnahme der Südwand des Schurfs 2 nachdem etwa 200 bis 300 l Wasser zum Zwecke einer Schurfversickerung eingeleitet wurden. Hierdurch wurde die durch den Baggerlöffel glattgezogene Schurfwand freigespült und der Übergang von dem Verwitterungslehm zum verwitterten Fels ist deutlich zu erkennen.



Bild 2: Schurf 2 mit Blick nach Süden, nach Einleitung von Wasser mit der Vergrößerung eines Schichtenwasseraustritts rechts (Bilddatum 27.04.2021).

4 Grundwasser

Im Zuge der Baugrunduntersuchung 9038/ta wurden lokal grundwasserführende Bodenschichten beziehungsweise vernässte Bodenhorizonte in Tiefen zwischen 1,10 m und 1,50 m festgestellt. Hierbei handelt es sich um Stauwasser, welches sich als Sickerwasser auf und in den gering wasserdurchlässigen Tonböden aufstaut und gravitativ dem Gefälle folgend als Schichtenwasser abfließt. Diese Sickerwasserhorizonte wurden auch in den nun durchgeführten Schürfen 1 und 2 festgestellt (vgl. Bild 2).

Eine Grundwasserrecherche über das ELWAS (elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung) des Landesministeriums NRW für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LaNUV) ergab

dass es in näherem Umkreis um das Untersuchungsgebiet keine verwertbare Grundwassermessstelle gibt.

Das eigentliche Grundwasser ist erst in größeren Tiefen im Kluftgefüge des unterlagernden devonischen Grundgebirges zu erwarten.

5 Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der anstehenden Böden war geplant, Versickerungsversuche in den Baggerschürfen durchzuführen. Aufgrund der senkrechten Abböschung der 3,20 m und 3,50 m tiefen Schürfe, war ihre Begehung aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Hierfür wäre eine Abböschung der Schürfe auf $\leq 60^\circ$ erforderlich gewesen.

In beiden Schürfen wurde Wasser bis zu einem Aufstau auf der Schurfsohle von 20 cm Höhe eingeleitet. Eine Messung der Versickerung in den Boden war allerdings in beiden Schürfen nicht möglich, da laufend Materialabbrüche in den Schurf fielen. Durch die resultierende Wasserverdrängung konnte eine verlässliche Messung der Versickerungsrate nicht durchgeführt werden.

Es wurde daher entschieden, das Aushubmaterial aus dem Sohlbereich beider Schürfe zu beproben und die Wasserdurchlässigkeit im Labor mittels Permeameterversuchen zu bestimmen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in Tabelle 1 aufgeführt und in der Anlage 4 dokumentiert.

Tabelle 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Versuch-Nr.	Schurf-Nr.	Versickerungsart	Tiefe [m]	Bodenart	k_f Wert [m/s]
-	-	-		-	
Versuch 1	1	Permeameter	3,40 – 3,50	stark verwitterter Fels (Clst, si', sa')	$k_{fV1} = 7,21 \cdot 10^{-8}$
Versuch 2	2	Permeameter	3,10 – 3,20	stark verwitterter Fels (Sast, si')	$k_{fV2} = 3,21 \cdot 10^{-6}$

6 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Der entwässerungstechnisch nutzbare Versickerungsbereich liegt entsprechend DWA bei k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s sickert das Oberflächenwasser so schnell durch die Bodenschicht dem Grundwasser zu, dass keine ausreichende Verweildauer im Boden und damit keine genügende Dauer für biologische Abbauprozesse und chemische Rückhalteprozesse besteht. Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, so besteht die Gefahr, dass sich das Wasser in den Versickerungsanlagen aufstaut und eine Verschlämmung des Porenraums durch Sedimentation von Feinstpartikeln bewirkt.

Für den verwitterten Tonsteinfels aus der Sohle von Schurf 1 dokumentiert der Permeamterversuch 1 einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fV1} = 7,21 \cdot 10^{-8}$ m/s und damit keine ausreichende Wasserdurchlässigkeit für eine Versickerungsanlage.

An der Probe aus dem verwitterten, gering schluffigen Sandstein aus Schurf 2 wurde im Labor, in dem Permeameterversuch 2, ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fV2} = 3,21 \times 10^{-6}$ m/s ermittelt. Damit liegt die Wasserdurchlässigkeit am unteren Ende des in der DWA A-138 empfohlenen Versickerungsbereichs. Eine Einleitung von Niederschlagswasser in den stark verwitterten gering schluffigen Sandstein ist daher möglich.

7 Bemessung

Die Bemessung der Rigole erfolgt nach den DWA-Richtlinien (April 2005) Blatt A 138 für ein 5-jähriges Regenereignis. Das anfallende Niederschlagswasser muss vollständig aufgenommen werden. Die maßgebenden Regenintensitäten wurden dem KOSTRA-Atlas entnommen. Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Sandsteins und der großen Abmessungen der Mehrzweckhalle wird die Versickerungsanlage exemplarisch für eine Sickerboxen-Rigole bemessen.

7.1 Ausgangswerte

Regenspende	$r_{i(n)}$	=	KOSTRA-Atlas
Häufigkeit	n	=	0,2
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	$3,21 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
Dachflächen	A_D	=	1239 m ²
Abflussbeiwert Dach	ψ_{sD}	=	0,95
Zuschlagfaktor	f_z	=	1,2
Porenvolumen Sickerboxen	s_R	=	0,95

Die anzusetzende undurchlässige Fläche errechnet sich als Produkt der anzuschließenden Fläche mit ihrem Abflussbeiwert:

$$A_u = A_D \cdot \psi_{sD} = 1239 \text{ m}^2 \cdot 0,95 = 1177,05 \text{ m}^2$$

7.2 Berechnung Rigole

Die Rigole wird exemplarisch für Sickerboxen mit den Maßen L x B x H (Länge x Breite x Höhe) = 0 0,80 x 0,80 x 0,66 m bemessen, wie sie beispielsweise von der Firma *Fränkische Röhrenwerke*, Königsberg (Rigofill Inspect) oder der *Rehau AG*, Rehau (Rausikko-Box) angeboten werden. Bei der Verwendung von Sickerboxen anderer Hersteller mit abweichenden Maßen, ist die Bemessung gegebenenfalls anzupassen.

Die Rigole wird in einer Breite von 6,40 m angenommen und bindet 0,66 m in den wasseraufnahmefähigen, stark verwitterten, gering schluffigen Sandstein ein (wirksame Rigolentiefe).

Das Gelände liegt im Bereich der Versickerungsanlage etwa 1,70 m höher als die südöstliche Hallenecke, die morphologisch den tiefsten Punkt mit etwa 110,40 m+NHN bildet. Zur Herstellung des erforderlichen Leitungsgefälles werden weiterhin 0,90 m eingeplant. Damit beginnt die wirksame Rigole in einer Tiefe von 2,60 m. Die Rigolensohle bindet somit etwa 3,26 m in den Boden ein.

Eingangswerte der Rigole: Höhe: $h_R = 0,66 \text{ m}$, $b_R = 6,40 \text{ m}$, $s_R = 0,95$

Die erforderliche Rigolenlänge berechnet sich zu:

$$L = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}] / [b_R \cdot h \cdot s_R / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + 0,5 \cdot h) \cdot k_f / 2]$$

Mit dem Einsetzen der o.a. Zahlenwerte kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$$L = (1,177 \cdot 10^{-4} \cdot r_{D(0,2)}) / (0,0557333/D + 1,08 \cdot 10^{-5})$$

iterativ gemäß Tabelle 1 ermittelt werden.

Tabelle 1: Erforderliche Rigolenlänge

D [min]	r_{D(0,2)} [l/s·ha]	L [m]
1080	7,9	14,90
1440	6,3	14,98
2880	3,7	14,44

Für die maßgebende Regendauer von 1440 Minuten beziehungsweise 24 Stunden ergibt sich eine notwendige Rigolenlänge von ca. 15,00 m. Bei einer Sickerboxenlänge von 0,80 m sind 19 Sickerboxen in Reihe zu verwenden. Die Rigolenlänge beträgt damit 15,20 m und bietet zusätzliche Sicherheiten.

Mit einer Rigolenbreite von 6,40 m (8 Sickerboxen) ergibt sich eine erforderliche Sickerboxenanzahl von 152 Boxen.

Der k_f -Wert ist zwingend nach Freilegung der Baugrubensohle an mindestens zwei Punkten mittels Schurfversickerung oder Doppelringinfiltrometer-Versuch zu verifizieren. Bei Abweichung von dem Wert aus dem Permeameterversuch (vgl. Tabelle 1) ist die Bemessung gegebenenfalls anzupassen.

Die Tiefenlage der Rigole ist abhängig vom Verlauf der Oberkante des verwitterten Sandsteins so tief zu führen, dass sie vollständig ($h = 0,66$ m) in diesen einbindet.

8 Hinweise zur Ausführung

Zum Schutz vor dem Eintrag von Feinkornmaterial ist die Sickerboxenrigole vollständig an der Sohle, den Seiten und oben in ein Geotextil einzuschlagen. Vor dem Rigolenzulauf ist ein Absetzschacht einzubauen, der unterhalb des Überlaufs in die Rigole ein Volumen von $\geq 1,00$ m³ vorhält. Die Zuleitung ist dabei in frostsicherer Tiefe $\geq 0,80$ m zu verlegen. Bei einem Absetzschacht mit

dem Durchmesser DN1000 ist die Schachtsohle etwa 1,30 m unter den Überlauf zu führen. Weiterhin ist die Rigole mit einer Entlüftungsleitung auszustatten.

Gemäß DWA ist ein Abstand der Versickerungsanlage zu unterkellerten, nicht druckwasserdichten Gebäuden von $1,5 \times h$ (Baugrubentiefe der angrenzenden Gebäude) einzuhalten. Der Abstand zur Grundstücksgrenze muss mindestens 2,0 m betragen.

Bei unmittelbar in der Nähe liegenden Fundamenten ist deren Lastabstrahlung auf die Rigole zu prüfen. Die betroffenen Fundamente sind so tief zu führen, dass der Winkel zwischen Fundamentunterkante und Rigolensohle zur Horizontalen $\leq 30^\circ$ beträgt.

Bei dem Erdaushub für die Rigole sind Böschungswinkel entsprechend DIN 4124 einzuhalten. In dem Verwitterungslehm sowie in dem stark verwitterten Fels beträgt der zulässige Böschungswinkel 60° . Kompakter Fels kann in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge mit bis zu 80° geböscht werden. Sofern aufgeweichte bindige Horizonte angetroffen werden beträgt der zulässige Böschungswinkel hier zwischen 30° und 45° .

9 Schlussbemerkung

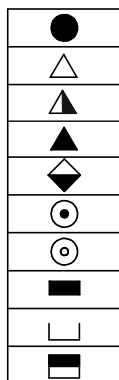
Die durchgeführten Schürfe und Bohrungen stellen punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die Angaben über die Beschaffenheit des Untergrundes an der jeweiligen Untersuchungsstelle geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbereich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich. Die Erdarbeiten sind deshalb von der Bauleitung zu überwachen und die beim Aushub angetroffenen Böden mit den Angaben des Hydrogeologischen Gutachtens zu vergleichen.



Dipl.-Geol. Rafael Jendrusch

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

Untersuchungsstellen



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

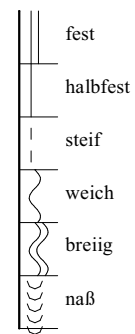
Zusatzzeichen

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

Grundwasser

	Wasserstand (angebohrt)
	Ruhewasserspiegel
	Wasserstand (Bohrende)

Zustandsform



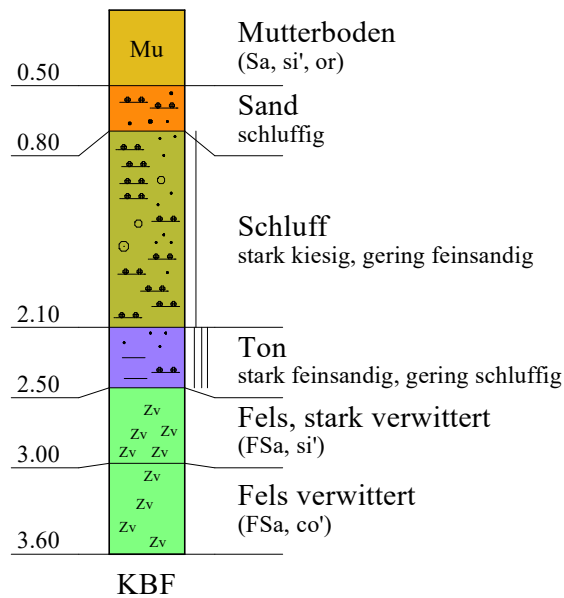
Bodenarten nach EN ISO 14688-1

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

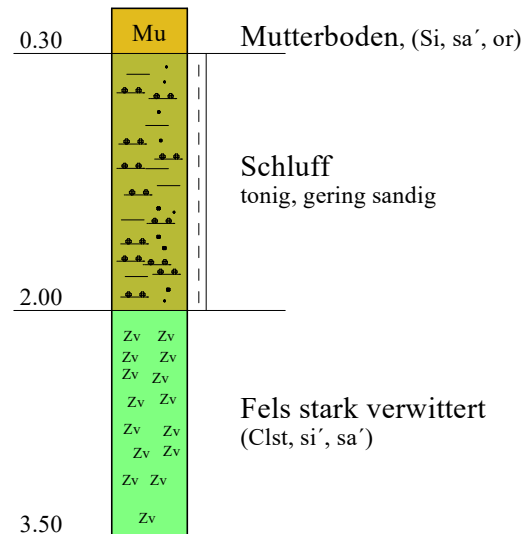
KRB 21

111,75 m+NHN



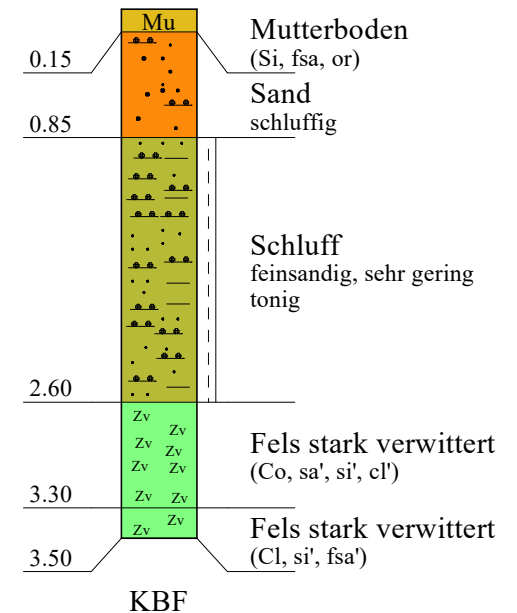
Schurf 1

111,20 m+NHN



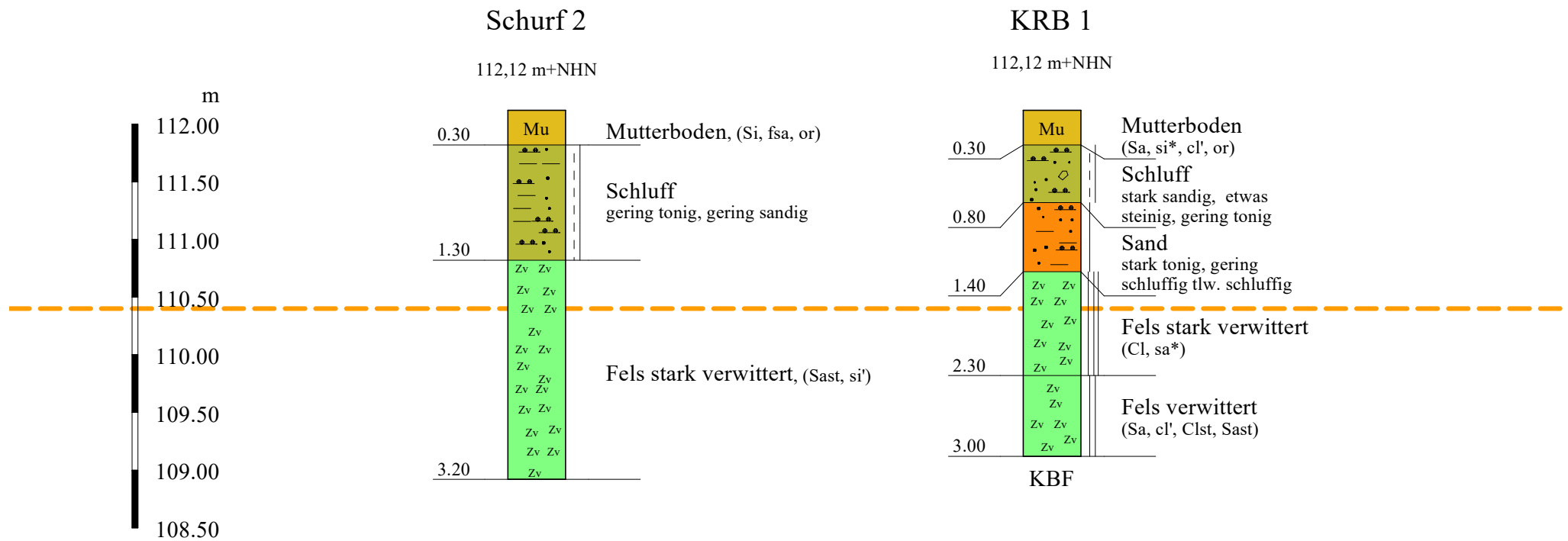
KRB 22

110,75 m+NHN



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr.	3.1
		Auftrag Nr.	9881
BV: Mehrzweckhalle Alte Kölner Str., 53842 Troisdorf-Altenrath		Maßstab der Höhe: 1:25	
Bohrprofile und Schurfprofil		gez. mic	Datum 18.05.2021



Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	Permeameterversuche	Anlage: 4.1 Auftrags-Nr. 9881 Datum: 18.05.21
--	----------------------------	---

Probenahme 27.04.2021
Objekt: Mehrzweckhalle
Ort: Alte Kölner Str.
Troisdorf-Altenrath
Schurf: 1

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach Darcy:

$$k_f = \frac{Q \times l}{h^* \times A \times t}$$

Parameter	Einheit	Versuch 1
Schurf	[-]	1
Probennummer	[-]	1
Entnahmetiefe	[m]	3,40 – 3,50
Bodenart	[-]	Fels stark verwittert (Clst, si', sa') ¹⁾
h _w = Wasserdruckhöhe	[cm]	13
l = Probenhöhe	[cm]	3
A = Fläche	[cm ²]	78,54
t = Zeit	[s]	2213
Q = Durchflussmenge	[cm ³]	5,43
h _M = Manometrische Druckhöhe	[cm]	-
h* = Mittlere Druckhöhe	[cm]	13

k _f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	[m/s]	k _{fSa1} = 7,21 × 10 ⁻⁸
--	-------	---

¹⁾ Kurzzeichen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	Permeameterversuche	Anlage: 4.2 Auftrags-Nr. 9881 Datum: 18.05.21
--	----------------------------	---

Probenahme 27.04.2021
Objekt: Mehrzweckhalle
Ort: Alte Kölner Str.
Troisdorf-Altenrath
Schurf: 2

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach Darcy:

$$k_f = \frac{Q \times l}{h^* \times A \times t}$$

Parameter	Einheit	Versuch 2
Schurf	[-]	2
Probennummer	[-]	2
Entnahmetiefe	[m]	3,10 – 3,20
Bodenart	[-]	Fels stark verwittert (Sast, si') ¹⁾
h _w = Wasserdruckhöhe	[cm]	13
l = Probenhöhe	[cm]	4,6
A = Fläche	[cm ²]	72,38
t = Zeit	[s]	558
Q = Durchflussmenge	[cm ³]	36,6
h _M = Manometrische Druckhöhe	[cm]	-
h* = Mittlere Druckhöhe	[cm]	13

k _f = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	[m/s]	k _{fSa2} = 3,21 × 10 ⁻⁶
--	-------	---

¹⁾ Kurzzeichen siehe Anlage 2