

Hydrogeologisches Gutachten und Erläuterungsbericht

GEPLANTER STANDORT DER NEUEN FEUERWACHE, AUF DEN HEUNEN LEVERKUSEN

Auftraggeber:
Stadt Leverkusen
Fachbereich Gebäudewirtschaft
Abteilung 65-651 Neubau
Moskauer Straße 4a
Hauptstraße 101, 51373 Leverkusen

Projektnr.: 23.01.05
Brief-Nr. 230608

Fertig gestellt am 06.06.2023

Inhalt:

1	Beauftragung/Zielsetzung _____	3
2	Erläuterungsbericht (gem. Anlage 10e) _____	3
3	Voruntersuchungen _____	4
4	Lage des Untersuchungsgebietes _____	4
5	Geologische Situation im Untersuchungsgebiet _____	5
6	Durchgeführte Geländeuntersuchungen _____	6
7	Auswertung der Geländeuntersuchung _____	6
8	Hinweise für die Einrichtung von Versickerungsbauwerken _____	7
9	Abmessungen der erforderlichen Versickerungseinrichtung _____	9

1 Beauftragung/Zielsetzung

Das Ingenieurbüro Middendorf-Geoservice GbR wurde durch die Stadt Leverkusen Fachbereich Gebäudewirtschaft, Abteilung Neubau, mit der Durchführung einer Untergrunduntersuchung beauftragt. Ziel der Untersuchung ist es festzustellen, ob Niederschlagswasser auf den Grundstücken mit den Flurstücksnummern 392, 393, 394, 395, 396 + 308 Gemarkung Opladen, Flur 022 sowie Flurstücksnummer 22, Flur 026 in Leverkusen versickert werden kann.

Auf der Grundlage, der im Gelände durch Versickerungsversuche ermittelten Wasserdurchlässigkeit, soll die Bemessung der Versickerungsanlage (Beispiel) auf der Grundlage des DWA Arbeitsblatt A 138 erarbeitet werden. Für die Berechnung der Versickerungseinrichtung wurde die Regenreihe "Leverkusen West" herangezogen.

2 Erläuterungsbericht (gem. Anlage 10e)

Auf dem nördlichen Teil ist die Errichtung eines dreigeschossigen Baus mit einem Unter-, Erd- und Obergeschoss geplant. Dieser wird als Baukörper A bezeichnet. Das Kellergeschoss krägt auf einer Länge von ca. 130 m nach Süden aus. Die Decke soll von den Feuerwehrfahrzeugen befahren werden. Die Deckenhöhe des Unter- und Erdgeschosses wird mit mindestens 5 m angegeben. Im Erdgeschoss sind die Stellplätze für die Feuerwehrfahrzeuge vorgesehen. Der Baukörper A ist in den Maßen von ca. 172,5 m x 27 m geplant. Hinzu kommt die südliche Auskrägung des Kellergeschosses in den Abmessungen von ca. 130 m x 13 m.

Südlich der Stützmauer ist ein weiteres Gebäude geplant. Dieses wird als Baukörper B bezeichnet und ist in den Abmessungen von 132 m x 28,75 m geplant. Es ist eine zweigeschossige Bauweise vorgesehen. Die Geschosshöhe wird mit ca. 5,5 m bzw. ca. 5 m angegeben.

Westlich der Baukörper ist die Errichtung von Parkplätzen geplant. Diese sollen an die Geländehöhen der zwei geplanten Ebenen angepasst werden, sodass auf der geplanten Geländehöhe von 60,85 m NN ca. 80 Parkplätze entstehen und ca. 30 weitere auf der unteren Ebene auf der Geländehöhe von 55,35 m NN.

Es ist vorgesehen, das Niederschlagswasser das auf den Dachflächen der geplanten Feuerwache anfällt auf dem Grundstück zu versickern.

Das Dach der geplanten Feuerwache (angenommen 100 m²) wird als Flachdach mit Bitumenbahn ausgeführt.

Befestigte Flächen, die nicht an eine Entwässerung angeschlossen werden, werden so angelegt, dass Niederschlagswasser auf unbefestigte Grundstücksteile (Beete, Rasenflächen) laufen und nicht der Kanalisation oder den öffentlichen Straßen und Wegen zufließen kann.

3 Voruntersuchungen

Dem Unterzeichner sind keine Voruntersuchungen bekannt.

4 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Nord-Osten der Stadt Leverkusen an der Stadtgrenze zu Langenfeld, in der Nähe der Autobahn 3 an der Solinger Straße. Die untersuchten Parzellen besitzen die folgende amtliche Bezeichnung:

Gemarkung: Opladen

Flur: 026

Flurstück: 22

Gemarkung: Opladen

Flur: 022

Flurstück: 392, 393, 394, 395, 396 u. 308

Das annähernd rechteckig zugeschnittene Areal umfasst eine Gesamtfläche von ca. 66.500 m² von denen ca. 30.000 m² für den Bau der Feuer- und Rettungswache sowie den dazugehörigen Außenanlagen vorgesehen sind. Das Gelände steigt von Westen nach Osten von ca. 52 m NHN bis zur Mitte der Fläche auf 58,7 m NHN an. Danach fällt das Gelände bis zur östlichen Grenze des untersuchten Grundstücks auf ca. 57,5 m NHN. Zudem ist ein Nord- Südgefälle von ca. 60 m NHN auf 55 m NHN zu verzeichnen. Im Norden begrenzt die Solinger Straße das Untersuchungsgebiet. An den übrigen Seiten rahmen Äcker, Wiesen und zum Teil Wälder das Gelände ein.

5 Geologische Situation im Untersuchungsgebiet

Das untersuchte Gelände befindet sich in der Niederrheinischen Bucht. Gemäß den Kartenwerken des GEO.portal.NRW befinden sich das untersuchte Gelände am Übergang zwischen der Jüngeren Mittelterrasse des Rheins, den Remscheid-Schichten des devonischen Grundgebirges, welche an dieser Stelle weit in die Niederrheinische Bucht hineinragen, und den quartären Ablagerungen der Wupper. Im westlichen Bereich werden Flugsande erwartet, die die sandig-kiesigen Bodenpartien des Rheins überdecken. Auf dem östlich gelegenen Teil des Areals wird ein fließender Übergang zwischen den nördlich gelegenen Flugsanden sowie den Terrassenablagerungen und dem südlich gelegenen Schiefergebirge vermutet. Ein Vermischen der Bodenpartien mit quartären Ablagerungen der Wupper kann nicht ausgeschlossen werden.

Das Bauvorhaben liegt außerhalb einer Wasserschutzzone und entwässert in Richtung Süden in den Pescher Busch Graben, welcher in die Wupper mündet. Bei dem Pescher Busch Graben handelt es sich vermutlich um ein künstlich angelegtes Gewässer, welches heutzutage nur noch temporär Wasser führt.

Bei den Bohrarbeiten am 03.04.2023 wurde in keiner Bohrung Wasser eingemessen.

Nach Auskunft des Elektronischen Wasserinformationssystems (ELWAS-Web) des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur - und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen befinden sich in der unmittelbaren Umgebung keine verwertbaren Grundwassermessstellen.

6 Durchgeführte Geländeuntersuchungen

Am 03.04.2023 wurden drei Kleinrammbohrungen im Durchmesser 50 mm ausgeführt. Die Bohrungen für die Versickerungsversuche (VV1-3) wurden bis zu einer Tiefe von ca. 2 m u. GOK niedergebracht. Die Lage der Bohrungen ist im Lageplan eingetragen.

Bis zur Endteufe von 2,0 m u. GOK wurde in den Kleinrammbohrungen ein feinsandiger Schluff vorgefunden. Darunter folgte bis zur Endteufe von 2 m kiesig, schluffiger Sand.

Die Bohrungen wurden gem. USBR Earth Manual mit einer PVC-Rohrgarnitur ausgebaut und gegen austretendes Wasser mit Bentonit abgedichtet. Nach einer ausreichenden Sättigungszeit (ca. 45 min) wurde durch Befüllen der Standrohre die Sickerate pro Zeiteinheit gemessen. Auf der Grundlage dieser Sickerate lässt sich der k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) als bestimmende Kenngröße für die Aufnahmefähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser berechnen.

7 Auswertung der Geländeuntersuchung

Zur Ermittlung des Bemessungs- k_f -Werts ist der methodenspezifische k_f -Wert mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor gemäß DWA Arbeitsblatt A138 zu multiplizieren. Für die Feldmethode (Open-End-Test) beträgt der Korrekturfaktor 2. Es errechnet sich somit für die Feldmethode folgender Bemessungs- k_f -Wert:

$$\text{VW 1: } 3,2 \times 10^{-4} \text{ m/sec} \times 2 = 6,5 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$$

$$\text{VW 2: } 3,7 \times 10^{-4} \text{ m/sec} \times 2 = 7,5 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$$

$$\text{VW 3: } 3,3 \times 10^{-4} \text{ m/sec} \times 2 = 6,5 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$$

Hieraus ergibt sich ein Mittelwert von $6,8 \times 10^{-4}$ m/sec

Der Boden im Planungsgebiet ist demnach als durchlässig bis stark durchlässig zu klassifizieren, wodurch eine Versickerung von Niederschlagwasser möglich ist.

Berechnungsansätze

Für die Beispielberechnung wird eine zu entwässernde Dachfläche von rund 100 m² angenommen. Für die Ermittlung der abflusswirksamen Flächen wurde ein mittlerer Abflussbeiwert ψ_m von $\psi_m = 1,0$ angesetzt, sodass sich eine abflusswirksame Fläche von insgesamt 100 m² errechnet.

Für die Berechnung der Versickerungseinrichtung wurde die Regenreihe "Leverkuser West" herangezogen.

8 Hinweise für die Einrichtung von Versickerungsbauwerken

Beim Bau bzw. beim Betrieb der Versickerungsanlage sind folgende Hinweise zu beachten.

1. Wegen der grundsätzlichen Bedeutung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist im Zusammenhang mit dem Bau der Versickerungsanlage allen erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und der Betriebssicherheit der Anlagen Beachtung zu schenken. Während der Bauausführung der Versickerungsanlage ist darauf zu achten, dass der Untergrund im Versickerungsbereich nicht durch dy-

namische Belastung oder schwere Auflasten (Überfahung oder Nutzung als Lagerfläche) verdichtet wird.

2. Die Versickerungsanlage sollte so geplant werden, dass die entsprechenden Abstände zu den Gebäuden (min. 1,5fache der Einbindetiefe) bzw. Grundstücksgrenzen (min. 2 m) gemäß DWA-A 138 Absatz 3.2.2 eingehalten werden.
3. Zur Sicherung einer dauerhaften Funktionsfähigkeit der Versickerungsanlagen ist für die Unterhaltungsmaßnahmen eine ausreichende Zugänglichkeit vorzuhalten.
4. Die Filterstabilität der Kiesfüllung unterhalb der Rigole ist nachzuweisen und durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten, hierzu kann zum Beispiel Geotextil (GRK 4) verwendet werden. Die Kiesfüllung ist mit Rollkies der Körnung 16/32 herzustellen.
5. Die im Porenraum der Rigole enthaltene Bodenluft, die bei Niederschlagsereignissen schlagartig verdrängt wird, ist durch ein Abluftrohr, das an der Geländeoberkante austritt, abzuleiten.
6. Vor Inbetriebnahme einer Versickerungsanlage ist eine Kontrolle auf Fehlschlüsse vorzunehmen.
7. Die Bauarbeiten dürfen nur bei trockenem Wetter ausgeführt werden, damit das Zuschlämmen der Poren/Lufträume verhindert wird. Durch den Ausgrabungsvorgang verdichtete Bodenbereiche sind entsprechend aufzulockern.
8. Die Aushubsohle ist durch den Bodengutachter vor der Verfüllung abzunehmen.
9. Bei allen Erdarbeiten sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften hinsichtlich Arbeiten in Baugruben zu beachten. Für den schluffig-sandigen Boden kann ein Böschungswinkel von 45° angesetzt werden.

10. Während der Errichtung sollte eine Fotodokumentation angelegt werden, um die ordnungsgemäßen Arbeiten belegen zu können. Teilweise wird diese von den Ordnungsbehörden gefordert.

9 Abmessungen der erforderlichen Versickerungseinrichtung

Die Beispielrigole ist mit einem Abstand von 2 m zu den Grundstücksgrenzen, 5 m von unterkellerten Gebäuden zu planen und ist in den Maßen:

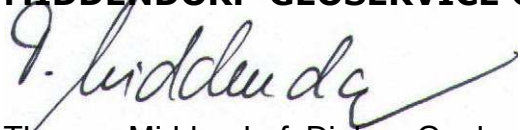
Länge:	3,0 m
Breite:	1,0 m
Tiefe:	1,0 m
Überdeckung:	1,0 m
Einbindetiefe:	1,0 m

herzustellen.

Der Rigole wird ein Schlammfang mit einem Durchmesser von 1,0 m und einer Nutzhöhe von 1,0 m vorgeschaltet.

Die Angaben im Gutachten entsprechen nicht den Anforderungen einer Ausführungsplanung. Alle Höhen und Gefällesituationen sind von der örtlichen Bauleitung anzugeben. Die Tiefenlage der Rigole ist gegebenenfalls in Absprache mit dem Bodengutachter anzupassen.

MIDDENDORF-GEOSERVICE GBR

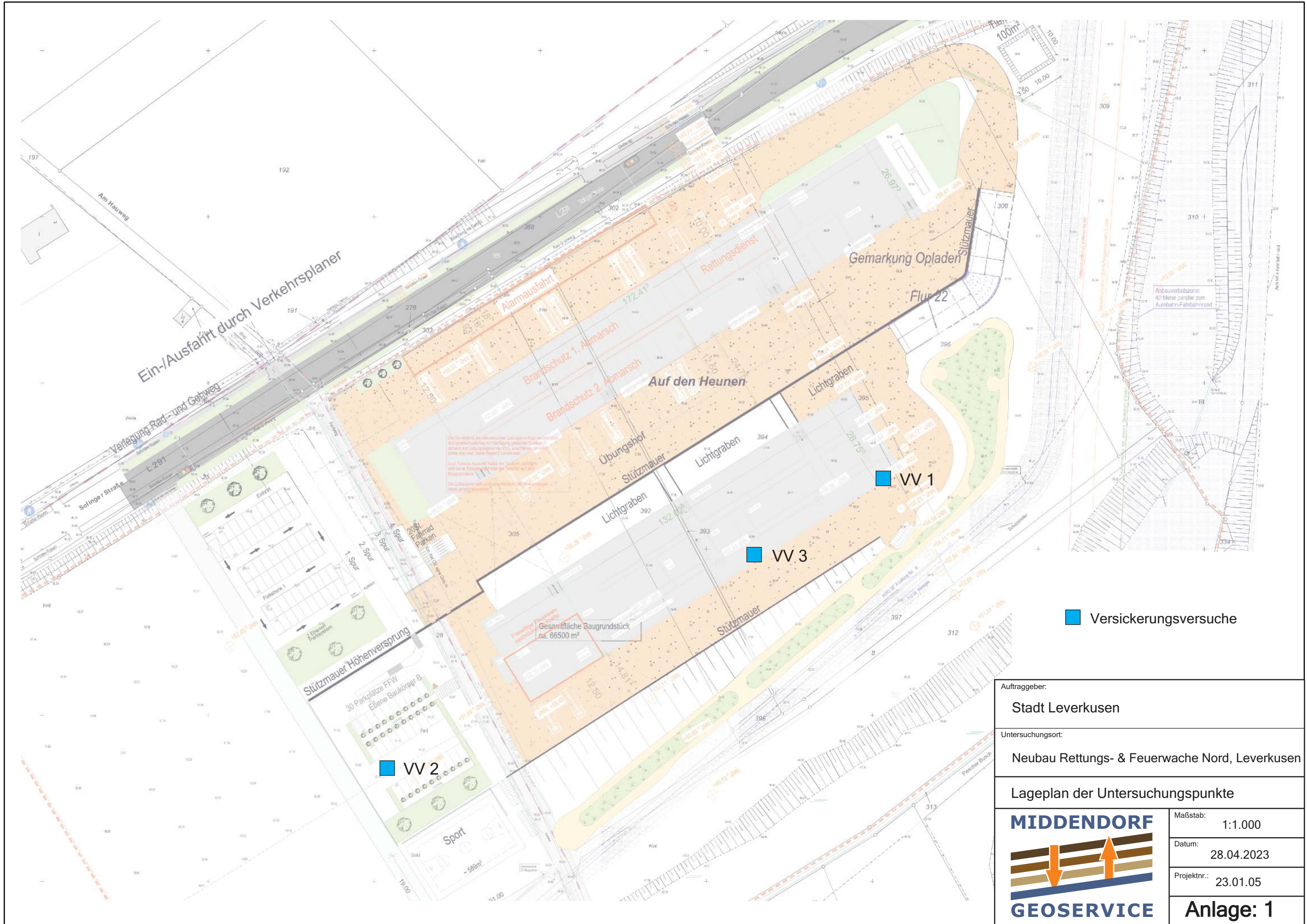


Thomas Middendorf, Diplom-Geologe



Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Bohrprofile
- Anlage 3: Darstellung des Einleitbauwerkes
- Anlage 4: Systemskizze Kontrollschacht
- Anlage 5: Auswertungen Versickerungsversuche
- Anlage 6: Beispiel-Berechnung Versickerungsanlage

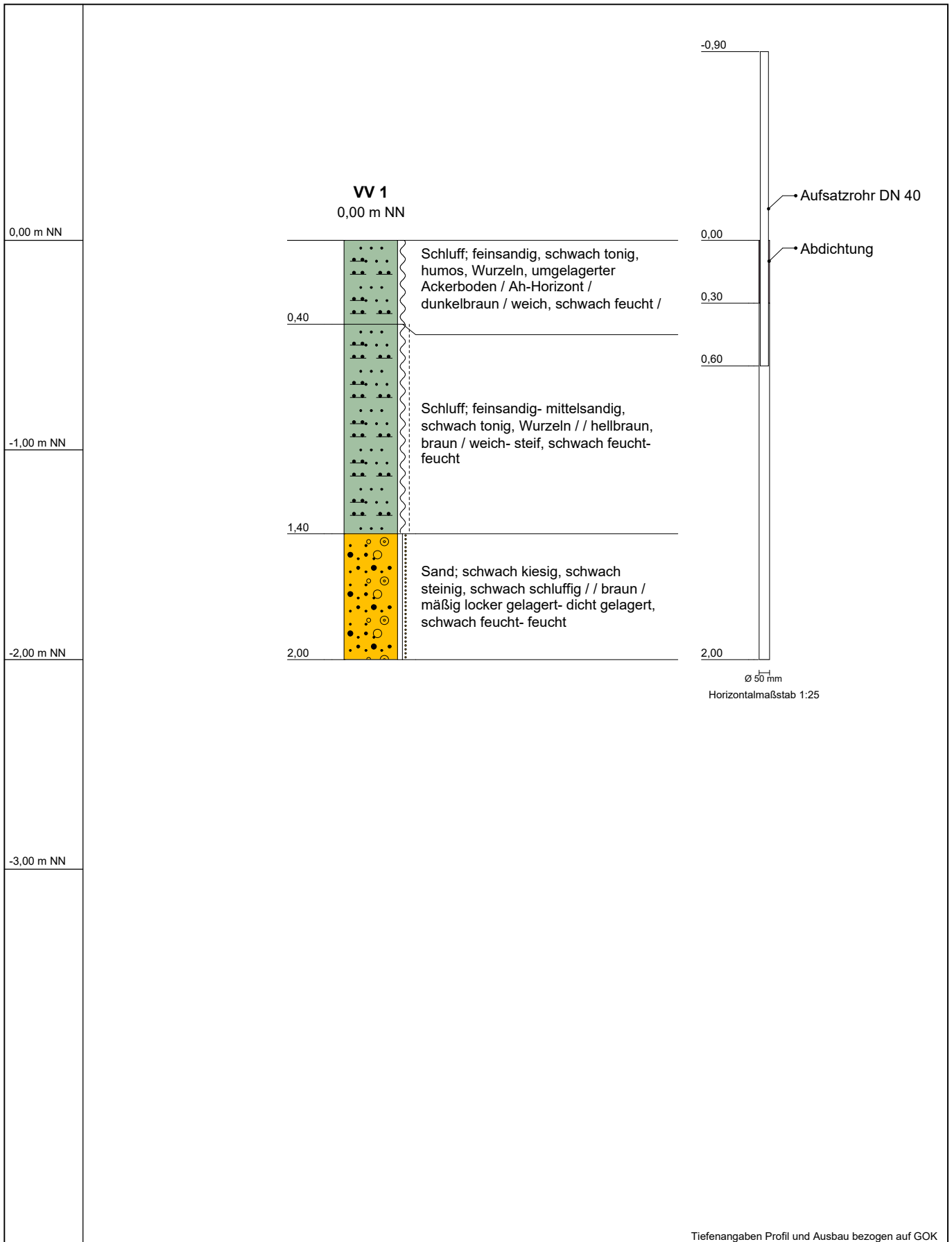


Die Darstellung des Höhenversprungs erfolgt entsprechend der unrichtlichen zur Verfügung gestellten Daten. In einem mit Lotusplan der 1:200 Maßstab sind die Höhenversprünge über dem Gelände (DIN 1026) eingezeichnet.
 Laut Transparenzbericht haben die Bauherren bestätigt, sich keine Tapeten oder gar Teppiche auf dem Baugrundstück zu verlegen.
 Die Leitungsarbeiten sind entsprechend mit den Bauherren abgestimmt.

Gesamtfläche Baugrundstück
ca. 66500 m²

Auftraggeber:	
Stadt Leverkusen	
Untersuchungsort:	
Neubau Rettungs- & Feuerwache Nord, Leverkusen	
Lageplan der Untersuchungspunkte	
	Maßstab: 1:1.000
	Datum: 28.04.2023
	Projektnr.: 23.01.05
Anlage: 1	

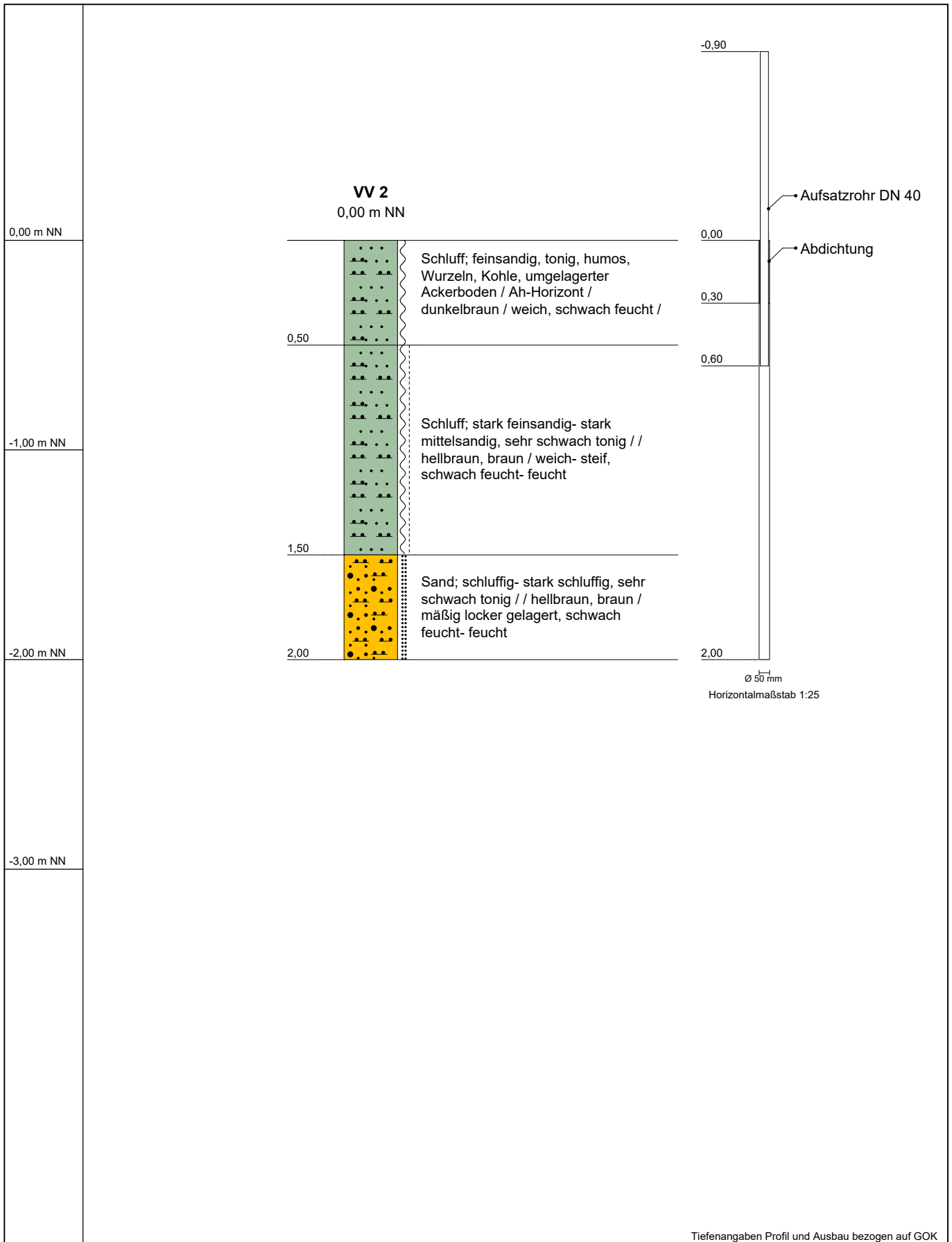
Anlage 2: Bohrprofile



Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Bohrung	VV 1	
Untersuchungsort	Neubau Feuerwache Leverkusen	
Auftraggeber	Stadt Leverkusen	
Bearbeiter	Thomas Middendorf	Datum: 03.04.2023
Projektnummer	23.01.05	Maßstab : 1:25

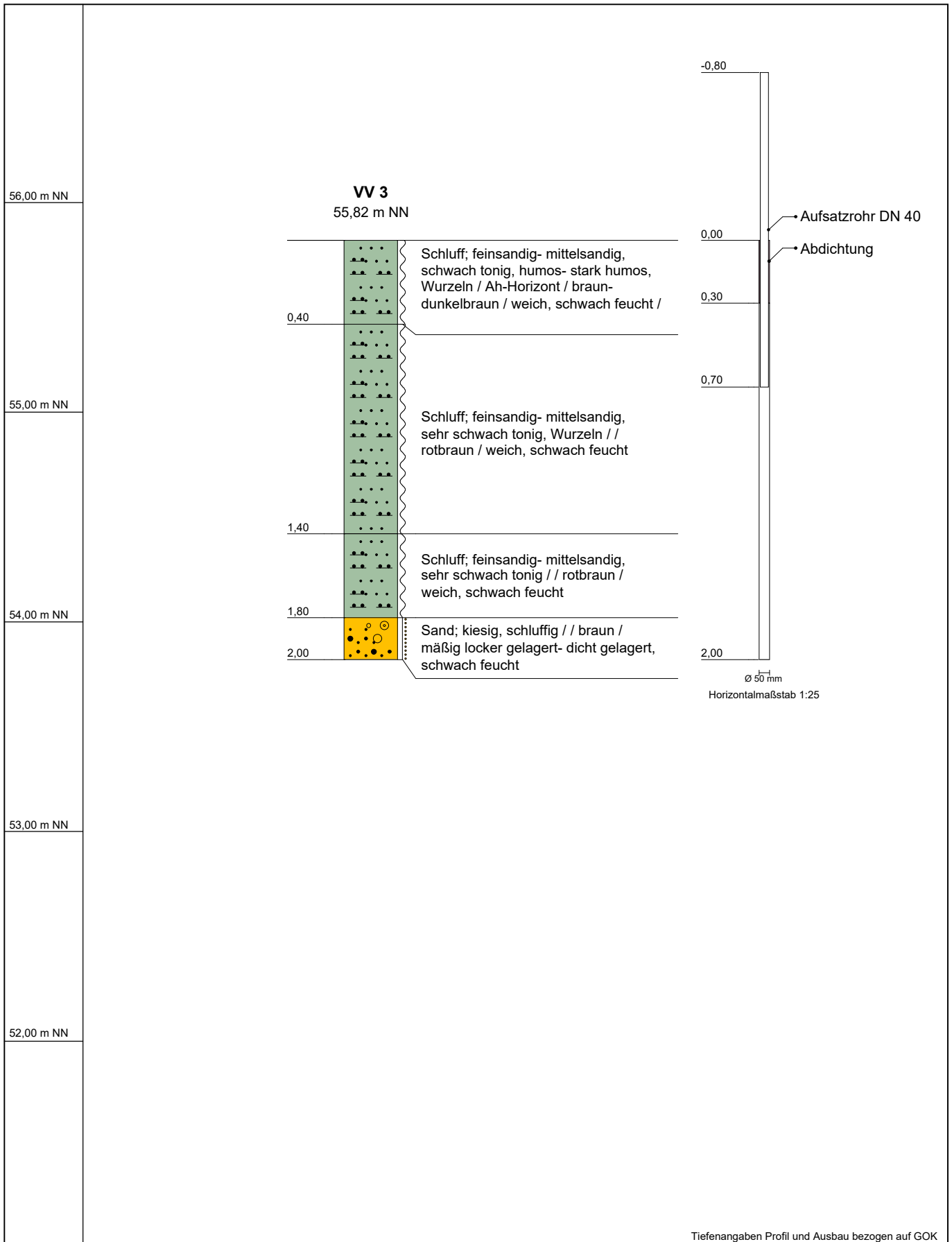




Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Bohrung	VV 2	
Untersuchungsort	Neubau Feuerwache Leverkusen	
Auftraggeber	Stadt Leverkusen	
Bearbeiter	Thomas Middendorf	Datum: 03.04.2023
Projektnummer	23.01.05	Maßstab : 1:25





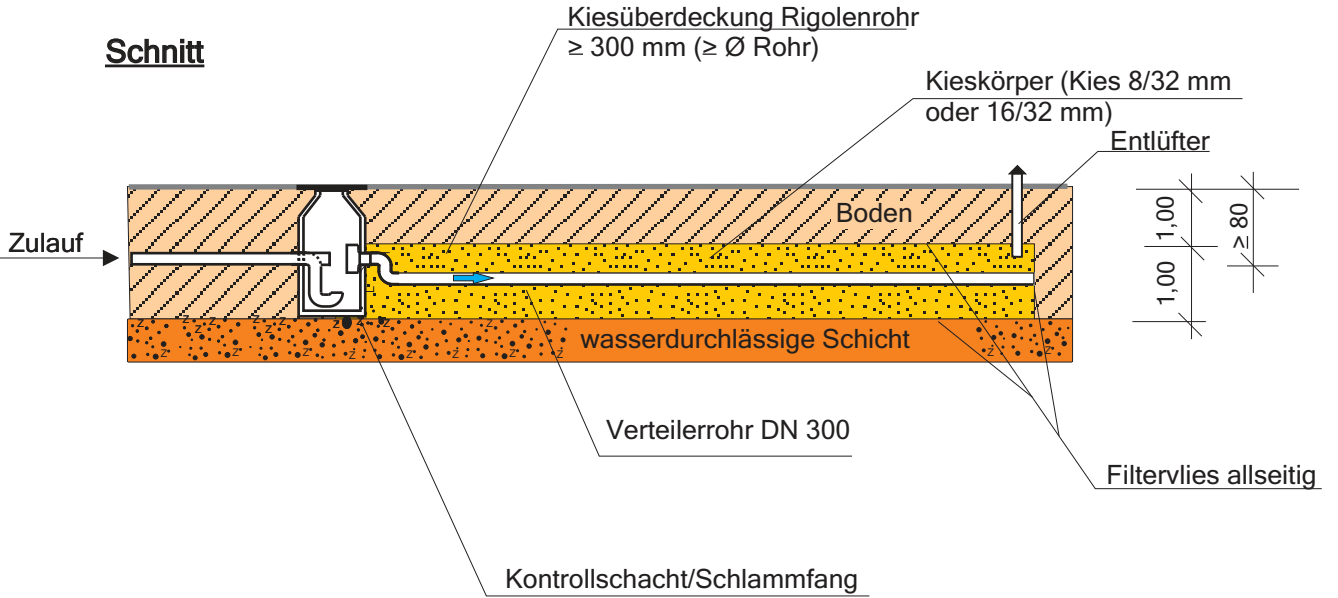
Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Bohrung	VV 3	
Untersuchungsort	Neubau Feuerwache Leverkusen	
Auftraggeber	Stadt Leverkusen	
Bearbeiter	Thomas Middendorf	Datum: 03.04.2023
Projektnummer	23.01.05	Maßstab : 1:25

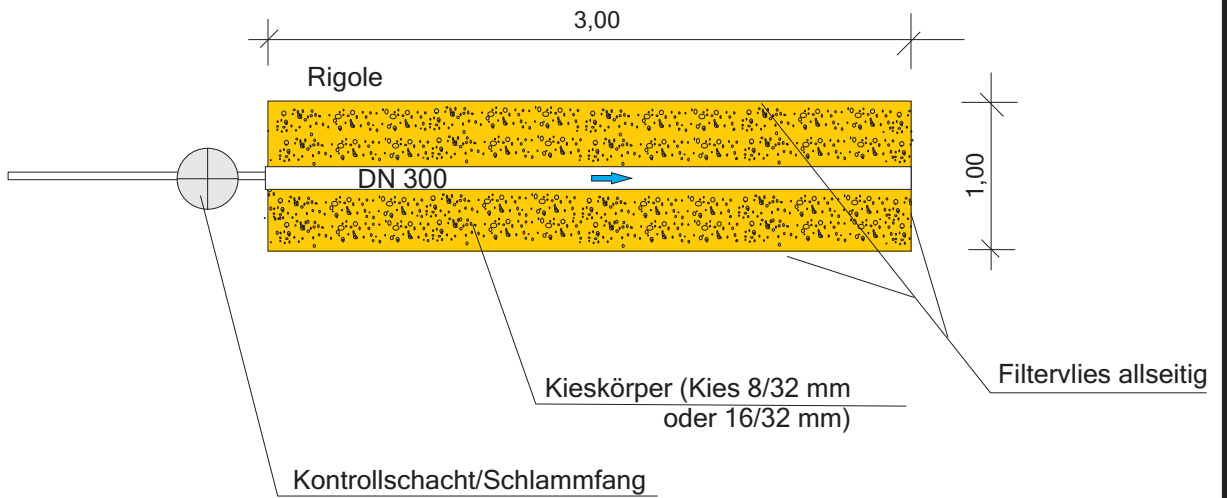


BEISPIEL-Rohrrigole

Schnitt

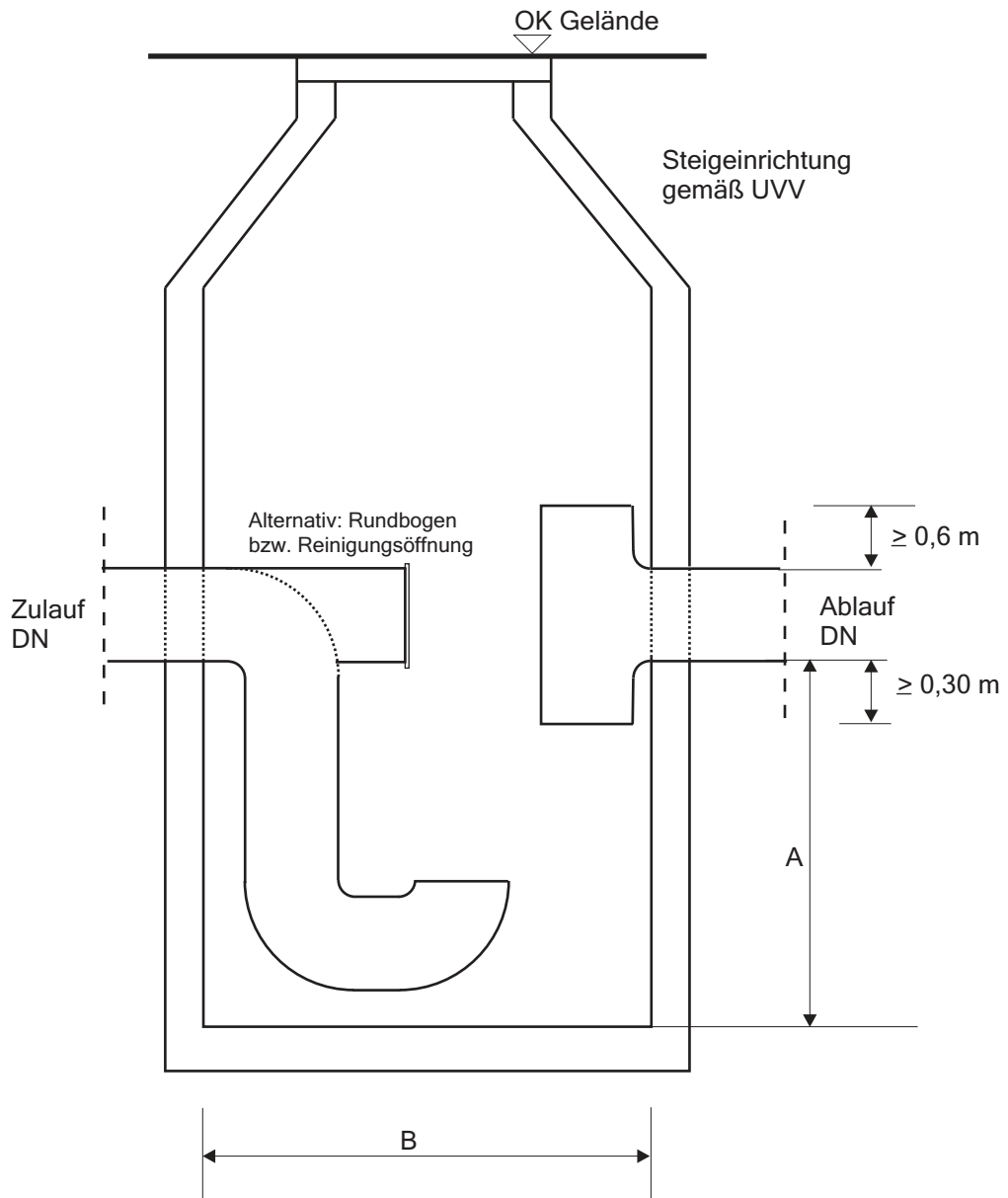


Grundriss



Auftraggeber: Stadt Leverkusen	
Untersuchungsort: Neubau Rettungs- & Feuerwache Nord, Leverkusen	
Zeichnerische Darstellung des Einleitbauwerks	
	Maßstab: ohne
	Datum: 28.04.2023
	Projektnr.: 23.01.05
Anlage: 3	

Kontrollschacht / Schlammfang



angeschlossene Fläche bis (m ²)	50	80	120	200	400	800	1200	1600	2000	3000
A Höhe unter Ablauf (m)	0,6	0,8	1	1,5	1,5	2	2	2,5	3	3,5
B Durchmesser (m)	0,8	0,8	1	1	1,5	1,5	2	2	2	2,5

Auftraggeber:	
Stadt Leverkusen	
Untersuchungsort:	
Neubau Rettungs- & Feuerwache Nord, Leverkusen	
Systemskizze Kontrollschacht	
	Maßstab:
	ohne
	Datum:
	28.04.2023
Projektnr.:	
23.01.05	
Anlage: 4	

Anlage 5.1

Auswertung Versickerungsversuch

Allgemeine Angaben

Datum: 03.04.2023

Standort: Auf den Heunen, Flurstück 394, Leverkusen

Bodenart: Sand, schluffig, kiesig

Flächennutzung: allgemein

Sonstige Beobachtungen:

Versuchs-Nr.: V V Messtiefe: 0,6 - 2,0 m Beginn: 09:00 Uhr
 Ende: 10:00 Uhr

Gerätekonstanten

Radius des Messrohres: $r = 2,5$ cm

Länge des Messrohres: $H_r = 150,0$ cm

Grundfläche des Wasserbehälters: $A = 19,6$ cm²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess-dauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmer-höhe h_s	$H = H_r - H_s$	Q = $A \cdot dh/t$	k = $Q / (5,5 \cdot r \cdot H)$
			dt	Beginn	Ende				
		min	cm	cm	cm	cm	cm ³ /min	m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	09:45	1	90,0	90,0	0,0	90,0	140,0	3750,0	3,2E-04
2	10:00	1	90,0	90,0	0,0	90,0	140,0	3750,0	3,2E-04
3	10:30	1	90,0	90,0	0,0	90,0	140,0	3750,0	3,2E-04
4									
5								MW	3,2E-04
6								MW*2	6,5E-04
7									
8									

Bemerkung:

Anlage 5.2

Auswertung Versickerungsversuch

Allgemeine Angaben

Datum: 03.04.2023

Standort: Auf den Heunen, Flurstück 22, Leverkusen

Bodenart: Sand, schluffig, kiesig

Flächennutzung: allgemein

Sonstige Beobachtungen:

 Versuchs-Nr.: V V Messtiefe: 0,7 - 2,0 m Beginn: 09:00 Uhr
 Ende: 10:00 Uhr

Gerätekonstanten

 Radius des Messrohres: $r = 2,5$ cm

 Länge des Messrohres: $H_r = 150,0$ cm

 Grundfläche des Wasserbehälters: $A = 19,6$ cm²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess-dauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmer-höhe h_s	$H = H_r - H_s$	Q = $A \cdot dh/t$	k = $Q / (5,5 \cdot r \cdot H)$
			dt	Beginn	Ende				
		min	cm	cm	cm	cm	cm ³ /min	m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	09:45	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	4000,0	3,7E-04
2	10:00	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	4000,0	3,7E-04
3	10:30	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	4000,0	3,7E-04
4									
5								MW	3,7E-04
6								MW*2	7,5E-04
7									
8									

Bemerkung:

Anlage 5.3

Auswertung Versickerungsversuch

Allgemeine Angaben

Datum: 04.04.2023

Standort: Auf den Heunen, Flurstück 22, Leverkusen

Bodenart: Sand, schluffig, kiesig

Flächennutzung: allgemein

Sonstige Beobachtungen:

Versuchs-Nr.: V V Messtiefe: 0,7 - 2,0 m Beginn: 09:00 Uhr
 Ende: 10:00 Uhr

Gerätekonstanten

Radius des Messrohres: $r = 2,5$ cm

Länge des Messrohres: $H_r = 150,0$ cm

Grundfläche des Wasserbehälters: $A = 19,6$ cm²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess-dauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmer-höhe h_s	$H = H_r - H_s$	Q = $A \cdot dh/t$	k = $Q / (5,5 \cdot r \cdot H)$
			dt	Beginn	Ende				
		min	cm	cm	cm	cm	cm ³ /min	m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	09:45	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	3500,0	3,3E-04
2	10:00	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	3500,0	3,3E-04
3	10:30	1	80,0	80,0	0,0	80,0	130,0	3500,0	3,3E-04
4									
5								MW	3,3E-04
6								MW*2	6,5E-04
7									
8									

Bemerkung:

Anlage 6 Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

BV Feuerwache Leverkusen

Auftraggeber:

Stadt Leverkusen
Fachbereich Gebäudewirtschaft
51373 Leverkusen

Rigolenversickerung:

Kies-Rigole

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	100
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	1,00
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	100
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	6,8E-04
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	1,0
Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	320
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	300
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	1
Gesamtspeicherkoeffizient	s_{RR}	-	0,39
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	180
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	0,0

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	10
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	231,5
erforderliche Rigolenlänge	L	m	2,2
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	3,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	1,2
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	5,0
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	2
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	5

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

BV Feuerwache Leverkusen

Auftraggeber:

Stadt Leverkusen
Fachbereich Gebäudewirtschaft
51373 Leverkusen

Rigolenversickerung:

Kies-Rigole

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	319,6
10	231,5
20	158,5
45	93,6
90	54,3
180	30,5
360	17,1
720	9,6
1440	5,9

Berechnung:

L [m]
2,0
2,2
2,0
1,5
1,0
0,6
0,3
0,2
0,1

Rigolenversickerung

