

Entwässerungskonzept

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 55-55n
23556 Lübeck

Gemarkung: St. Lorenz-Nord
Flurstücke: 197, 198

Bauherr:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11, 23564 Lübeck

Architekt:

hsbz Architekten
Eppendorfer Landstraße 36, 20249 Hamburg

Verfasser:

technotherm GmbH
Hafenstraße 33, 23568 Lübeck

Überarbeitung vom 03.07.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Projektbeschreibung	3
2	Grundlagen – Abwasserentsorgung Schmutz- u. Regenwasser	3
3	Detailbeschreibung Schmutzwasser	4
4	Detailbeschreibung Regenwasser	5
4.1	Versickerungsanlagen	6
4.2	Überflutungsnachweis	7
4.3	Regenwasserbehandlung	8
5	Wasserrechtliche Anforderungen	9
6	Fazit	10
7	Anlagen	11

Verwendete Unterlagen

Freianlagenplan Landschaftsarchitektur+ mit Stand 19.12.2022
Gutachterliche Stellungnahme Baugrund- und Grundwasserverhältnisse vom
Ingenieurbüro Reinberg mit Stand 19.10.2020 sowie mit Stand vom 09.03.2023.

1 Allgemeine Projektbeschreibung

Die Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH plant auf dem Grundstück Schönböckener Straße 55 den Neubau von 14 nichtunterkellerten Mehrfamilienhäusern mit insgesamt 138 Wohnungen und sieben Gewerbeeinheiten. Weiterhin ist es geplant ein Scheunengebäude zur Unterbringung der Abstellräume sowie ein Parkdeck zu errichten.

2 Grundlagen – Abwasserentsorgung Schmutz- u. Regenwasser

Gemäß Vorgabe der Entsorgungsbetriebe Lübeck vom 16.11.2022 wird der Abfluss von Regenwasser vom Grundstück Schönböckener Straße 55 (Gemarkung: St. Lorenz-Nord, Flurstücke: 197, 198) komplett versagt.

Begründet wird dieses mit der Überlastung der vorhandenen Mischwasser-Vorflut.

Somit ist nachzuweisen, dass das gesamte anfallende Regenwasser der Dach- und Grundstücksflächen auf dem Grundstück versickert werden kann.

Das anfallende Schmutzwasser darf vollständig eingeleitet werden.

Die Rückstauenebene ist mit +17,46 NN entsprechend der Entwässerungssatzung der Hansestadt Lübeck definiert.

Zum Schutz gegen Rückstau aus dem städtischen Entwässerungskanalnetz, werden alle Erdgeschosse der Gebäude auf min. +17,46 NN errichtet. Da die Wohngebäude nicht unterkellert sind, befinden sich somit alle Entwässerungsgegenstände oberhalb der Rückstauenebene.

Die Schmutz-(SW) Entwässerung erfolgt komplett bis zu dem bereits auf dem Grundstück vorhandenen Mischwasser-Kanalanschluss im Trennsystem. Die Regenentwässerung der Dach- und Grundstücksflächen erfolgt über dezentrale Versickerungsanlagen.

Bei der Planung der gesamten Entwässerungsanlagen innerhalb und außerhalb der Gebäude wurden die zurzeit gültigen DIN-Vorschriften berücksichtigt, insbesondere die DIN EN 12056-1 bis 5, die DIN 1986-100 sowie DWA-A117, DWA-A118 und DWA-M153.

3 Detailbeschreibung Schmutzwasser

Durch die Festlegung der späteren Nutzung der Gebäude als Wohngebäude wurde zur Berechnung und Dimensionierung der Schmutzwasseranlagen entsprechend der DIN 1986-100 eine Abflusskennzahl (k) von 0,5 gewählt.

Innerhalb der jeweiligen Häuser wird das anfallende Schmutzwasser sämtlicher Einrichtungsgegenstände oberhalb der örtlichen Rückstauenebene über Einzelanschluss- bzw. Sammelleitungen den Falleitungen in den Installationsschächten zugeführt.

Die Fallstränge schließen im Erdgeschoss an die Grundleitungen unterhalb der nicht unterkellerten Gebäude an. Reinigungsöffnungen für die zuvor beschriebenen Entwässerungsleitungen werden in ausreichender Anzahl vorgesehen.

Sämtliche Fallrohrleitungen werden über Dach entlüftet.

Das anfallende Schmutzwasser wird über das Gelände zu dem vorhandenen Übergabeschacht an der Grundstücksgrenze geführt und an das vorliegende Mischwassersiel DN 250 (Abflussvermögen bei Füllgrad 0,7 = 42,80 l/s) angeschlossen.

Der Übergabeschacht wird im Zuge der Bauausführung erneuert.

Die anfallende Gesamtabflussmenge Schmutzwasser der geplanten Neubauten ergibt sich zu 14,00 l/s.

4 Detailbeschreibung Regenwasser

Bedingt durch die Untersagung der Ableitung des anfallenden Regenwassers in das öffentliche Siel, wird das auf dem Grundstück anfallende Regenwasser vollständig über dezentrale Versickerungsanlagen abgeleitet.

In der Gutachterlichen Stellungnahme des Ingenieurbüros Reinberg vom 19.10.2020 wird der mittlere höchste Grundwasserstand auf +15,50mNHN festgelegt.

Gemäß Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 ist grundsätzlich die Forderung nach einem trockenen Sickerraum ab der Unterkante der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand von $\geq 1,0\text{m}$ einzuhalten.

Hieraus resultiert, dass nur eine oberflächennahe Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser in den gewachsenen wasserdurchlässigen Sanden möglich ist.

Der für die Berechnung der Versickerungsanlagen zugrunde gelegte Wasserdurchlässigkeitswert der anstehenden Böden (k-Wert) ist $1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ für die Sohlen der Versickerungsmulden sowie die Versickerungsrigolen und $1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ für die Seitenflächen der Versickerungsmulden.

Sämtliche Wohngebäude erhalten extensiv begrünte Flachdächer mit einer Aufbaudicke von mindestens 12 cm. Das anfallende Regenwasser auf diesen Flächen wird über Attika-Flachdachabläufe nach Außen abgeleitet und über außenliegende Regenfallrohre und offenen Regenwasserrinnen zu den Versickerungsanlagen geführt.

Die Dächer der geplanten Fahrradschuppen werden ebenfalls als extensiv begrünte Flachdächer.

Entsprechend DIN 1986 Teil 100 und den aktuellen Daten des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2020) ist als Berechnungsgrundlage für die Dachentwässerung der 5 Minuten-Normalregen $r(5,5) = 320,0 \text{ l/(s x ha)}$ anzusetzen.

Für die Bemessung der Dach-Notentwässerung ist ein 5 Minuten-Starkregenereignis mit $r(5,100) = 586,7 \text{ l/(s x ha)}$ zu berücksichtigen. Die Berechnungsregenspende für die Grundstücksflächen beträgt $r(5,2) = 253,3 \text{ l/(s x ha)}$.

Auf Grund des geringen Abstands der Versickerungsanlagen zum mittleren höchsten Grundwasserstand können für die Regenentwässerung keine unterirdisch verlegten Rohrleitungen eingesetzt werden. Die Führung des Regenwassers zu den Versickerungsanlagen erfolgt oberirdisch mittels offenen Gerinnen oder Kastenrinnen.

4.1 Versickerungsanlagen

Für die Umsetzung der oberflächennahen Versickerung kommen zwei Versickerungsmaßnahmen zum Einsatz.

Muldenversickerung:

Die Muldenversickerung ist eine dezentrale Versickerungsmaßnahme mit kurzzeitiger oberirdischer Speicherung des Regenwassers in dauerhaft begrüntem, beliebig geformten Mulden. Der Anschluss der Flächen erfolgt entweder punktförmig über Rinnen und Formsteine oder linienförmig über Tiefborde und Bankette. Die Mulden weisen in der Regel eine Tiefe von max. 25 cm auf. Die Böschungen sind in einem Verhältnis von max. 1:2 herzustellen und die Dicke der Oberbodenschicht beträgt min. 30 cm und eine Durchlässigkeit von $k=1,0 \times 10^{-5}$ aufweisen. Zur Gestaltung und Verbesserung der Bodenfunktionen können die Mulden mit krautigen Pflanzen (Stauden/ Gräsern) und auch mit Gehölzen oder Bäumen bepflanzt oder als Rasenmulden ausgebildet werden.

Durch die Versickerung über die min. 30 cm starke, belebte Bodenschicht findet eine Reinigung des Regenwassers statt und das Grundwasser wird geschützt.

Mulden-/Rigolenversickerung:

In gebäudenahen Bereichen und dort wo die Platzverhältnisse keine reine Muldenversickerung zulassen, kommen Mulden-/Rigolenversickerungen zum Einsatz. Hier werden unterhalb der Versickerungsmulden Füllkörperrigolen platziert. Bedingt durch den erforderlichen Abstand von 1,0 m von der Rigolenunterkante zum mittleren höchsten Grundwasserstand können nur Halbböcke mit einer Aufbauhöhe von 35 cm verwendet werden. Durch den Einsatz der Füllkörperrigolen unterhalb der Mulden wird das anfallende Regenwasser schneller aus der Mulde abgeleitet. Das Regenwasser sammelt sich im unterirdischen Hohlraumvolumen und wird von dort zeitverzögert dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt.

Durch die Versickerung über die geplante, min. 20 cm starke, belebte Bodenzone, der oberhalb der Rigolenfüllkörper liegenden Mulden, findet eine Reinigung des Regenwassers statt und das Grundwasser wird geschützt.

4.2 Überflutungsnachweis

Für die Berechnung des Überflutungsnachweises wird das 100-jährige Regenereignis mit einer Bemessungsregenspende von 586,7 l/s*ha (KOSTRA DWD 2020) angesetzt.

Das Ergebnis ist, dass das auf dem Grundstück anfallende Überflutungsvolumen komplett über die geplanten Mulden und schadlos überflutbaren Grundstücksflächen nachgewiesen wird.

Für die Mulden wurde mit den Landschaftsarchitekten ein maximaler Böschungswinkel von 26° (1:2) abgestimmt. Die Versickerungs- und Rückhalte mulden sind mit einer Tiefe von 25 cm und einer Einstauhöhe von 20 cm geplant. Nur die Versickerungsmulde nördlich des Pardeckts ist mit einer Tiefe von 60 cm geplant und somit einzuzäunen. Die geplante Einstauhöhe beträgt hier 50 cm.

Somit haben alle Mulden eine Reserve in der Einstauhöhe von mindestens 5 cm.

Diese Reserve steht als zusätzliches Überflutungsvolumen zur Verfügung.

Das anfallende Regenwasser wird über das geplante Gefälle des Grundstückes jeweils den einzelnen Mulden zugeführt. Angrenzende Grundstücke, die tiefer liegen, werden über Erdwälle, Hochborde oder Winkelstützwände gegen eine unzulässige Überflutung geschützt.

Der Überflutungsnachweis nach Formel 20 der DIN 1986-100 wurde ergänzend zentral für alle Flächen geführt. Hieraus resultierend ist auf dem gesamten Grundstück eine Regenwassermenge von 254,40 m³ zurückzuhalten. Über die geplanten Mulden und schadlos überflutbaren Grundstücksflächen wird ein zur Verfügung stehendes Überflutungsvolumen von 302,4 m³ errichtet.

Eine Detaillierung findet in der beigefügten Berechnung der Versickerungsanlagen statt.

Die zurückzuhaltende Regenwassermenge wird über die Berechnung der einzelnen Versickerungsanlagen nachgewiesen.

4.3 Regenwasserbehandlung

Durch die Versickerung des anfallenden Regenwassers über die belebte Bodenzone der Versickerungsmulden und Mulden-Rigolen-Versickerungsanlagen findet eine Reinigung des Regenwassers statt.

Eine Überprüfung ob Maßnahmen für eine Regenwasserbehandlung erforderlich sind, fand gemäß Merkblatt DWA M153 statt. Eine Regenwasserbehandlung ist in der Regel nur erforderlich, wenn ein Großteil, der der Versickerungsanlage zugeordneten Flächen vollversiegelt ist. Die Regenwasserbehandlung erfolgt hier über die belebte Bodenzone mit einer Stärke von min. 20-30 cm. Es sind Berechnungen exemplarisch beigefügt.

5 Wasserrechtliche Anforderungen

Für das Einzugsgebiet wurde eine Bewertung nach der Richtlinie des Landes Schleswig-Holstein „Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser (A-RW 1) Teil 1: Mengengewirtschaftung“ durchgeführt.

Hierdurch soll geprüft werden, inwieweit der Erhalt des potenziell naturnahen Wasserhaushaltes durch eine Bebauung möglich ist, bzw. inwieweit der naturnahe Wasserhaushalt gestört wird.

Zur Bewertung werden die abflusswirksamen Teilflächen, die versickerungswirksamen Teilflächen und die verdunstungswirksamen Teilflächen betrachtet.

Als Hilfsmittel wurde das durch das Land Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellte Berechnungsprogramm genutzt.

Für das Bebauungsgebiet ergibt sich, unter Berücksichtigung der Vorgaben das kein Regenwasser in das öffentliche Siel eingeleitet werden darf und das Regenwasser vollständig auf dem Grundstück versickert wird, eine Zuordnung zum Fall 2.

Dieses wird durch folgende Maßnahmen erreicht:

1. die Dächer der Fahrradschuppen sollen ein Gründach erhalten
2. die Pflasterflächen sind mit offenen Fugen auszuführen c-Wert 0,7
3. es sollen Bäume innerhalb der Versickerungsmulden gepflanzt werden um den Verdunstungsanteil des anfallenden Regenwassers zu erhöhen

Anmerkung zu Punkt 3:

Da über das Berechnungsprogramm des Landes Schleswig-Holstein keine Baumrigolen berücksichtigt werden können, wurde mit der UWB besprochen, rechnerisch Straßen mit 80% Baumüberdeckung anzusetzen um den Verdunstungsanteil des Regenwassers auf dem Grundstück zu erhöhen.

Die zugehörige Berechnung ist in der Anlage beigefügt.

6 Fazit

Zusammenfassend betrachtet ist festzustellen, dass sich die Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers der Gebäude und befestigten sowie unbefestigten Flächen komplett auf dem Grundstück darstellen lässt. Weiterhin wurde nachgewiesen, dass der Überflutungsnachweis für das Grundstück komplett über die geplanten Mulden, bzw. schadlos überflutbaren Grundstückflächen darstellbar ist.

Die beiliegenden Versickerungsberechnungen stellen nur auszugsweise die angeschlossenen Flächen dar und dürfen nicht als Grundlage zur Ausführung verwendet werden.

Sie dienen lediglich dem konzeptionellen Nachweis der Versickerungsmöglichkeiten für das Bebauungsplanverfahren.

Es wurden im Rahmen der Bodenuntersuchung, durch das Ingenieurbüro Reinberg 18 Sondierungen auf dem Gelände verteilt. Die eher ungünstigen Bodenverhältnisse im Bereich der Bohrung Nr. 6 erfordern jedoch weiterführende Untersuchungen im Rahmen der Planung/Bautätigkeit, da die Funktionsfähigkeit der Versickerungsanlagen maßgeblich von dem Baugrund abhängig ist und die Sondierungen nur eine Punktaufnahme darstellen.

Zur Bestätigung des Bodengutachtens vom 19.10.2020 wurden durch das Ingenieurbüro Reinberg am 02.03.2023 weitere zwölf Kleinbohrungen durchgeführt. Das Ergebnis aus dieser zusätzlichen Untersuchung bestätigt das ursprüngliche Bodengutachten.

Das zugehörige Gutachten mit Datum 09.03.2023 ist in der Anlage beigefügt.

Ein Bodenaustausch im Bereich der Versickerungsanlagen (Mulden, Rigolen) ist bei schlechten Bodenverhältnissen vorgesehen.

7 Anlagen

- Lageplan mit Darstellung Versickerungsanlagen
- Lageplan mit Darstellung Flächenzuordnung
- tabellarische Zusammenstellung Versickerungsanlagen
- Flächenerfassung und Überflutungsnachweis Gesamtgrundstück
- exemplarische Berechnung Versickerungsanlagen inkl. Prüfung Regenwasserbehandlung für Anlagen Nr. 6, 14, 22, 30, 44 und 49
- Schnittdarstellung Mulden-Rigolenversickerung
- Örtliche Regendaten KOSTRA DWD 2020
- Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz - A-RW 1
- Bodengutachten des Ingenieurbüros Reinberg vom 19.10.2020
- ergänzendes Bodengutachten Ingenieurbüro Reinberg vom 09.03.2023

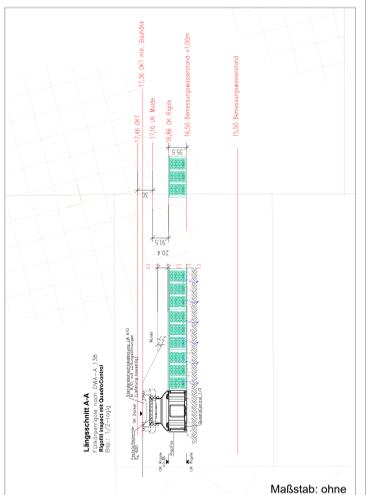
aufgestellt: Lübeck, den 31.01.2023

überarbeitet: Lübeck, den 03.07.2023





- Legende**
- Versickerungsbecken inkl. Rückhaltung Überflutungsachse
 - Regenrückhaltung Überflutungsachse mit unterliegender Rigole zur Versickerung
 - Schattens überflutbare Fläche
 - Quadro Control Reinigungsachse
 - Rigolen-Element 800/800/350
- Böschungswinkel 1:2 ca. 25°
 - Bemessungswasserspende für Überflutungsachse 100 jährig 556,7l/(s*ha)
 - Bemessungswasserstand der Rückhaltehöhe 0,20m
 - Muldenbreite 0,20m



Maßstab: ohne

B: Überarbeitung der Versickerungsplatte 27.08.2023 A: Planung 21.09.2023 RECH: Änderung 21.09.2023		27.08.2023 21.09.2023 21.09.2023
Genehmigungsplanung		
PROJEKT: Schönböckener Strasse Schönböckener Str. 53-55 Lubeck		
BAUHERR:	Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH Falkenbergstr. 2246 Lubeck Tel. 0451 7 99 06-0 Fax 0451 7 99 06-999	
BAUHERR:	ENTWURFSVERFASSER:	
Datum, Unterschrift:	Datum, Unterschrift:	
ARCHITECTURPLAN:	221219_2146_LUE_L02_3_ Entwässerungskonzept	
ARCHITAKT:	hbz architekten hbz architekten GmbH Eppendorfer Landstraße 36 20249 Hamburg	
PLANNER:	technotherm GmbH Ing. Büro für techn. Gebäudeausstattung Falkenbergstr. 2246 Lubeck Tel. 0451 7 99 06-0 Fax 0451 7 99 06-999	
PLANNRHELT:	Lageplan Regenwasserversickerung	LP
ERSTELLDATUM:	BEARBEITET:	PLANNRHELT:
31.01.2023		EN_501_LP_08_4_04_230627
		INDEX:
		IA
		MAßSTAB:
		1:150

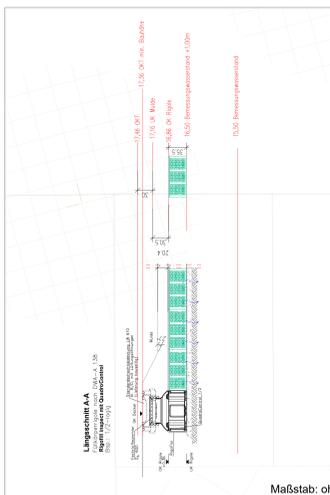
Diese Zeichnung darf ohne Genehmigung des Urhebers weder kopiert, ververviältigt, noch Dritten zugänglich gemacht werden. (Gesetz gegen Urheber-Rechtsverstoß §20)

UK Rigole 16,50NN
Bemessungswasserstand 15,50NN

Rückstauenebene 17,46NN



- Legende
- Versickerungsbecken inkl. Rückhaltung Überflutungswahrs
 - Regenrückhaltung Überflutungswahrs mit unterliegender Rigole zur Versickerung
 - Schados Überflutbare Fläche
 - Quadro Control Reinigungsschächte
 - Rigolen-Element 800/800/350
 - Böschungswinkel 1:2 ca. 25°
 - Bemessungswasserstand für Überflutungswahrs 100 Jahre 566,71/etha



Maßstab: ohne

<p>Genehmigungsplanung</p> <p>PROJEKT: Schönböckener Strasse Schönböckener Str. 53-55 Lübeck</p>	
<p>BAUHERR: TRAVE</p>	<p>Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH Friedrich-Ludwig-Str. 22 20249 Hamburg Tel. 0431 7 99 06 0 Fax 0431 7 99 06 100</p>
<p>BAUHERR: ENTWURFSVERFASSER:</p>	<p>Datum, Unterschrift</p>
<p>ARCHITECTURPLAN: 221219_2146_LUE_L02_3_Entwurfskonzept</p>	<p>Datum, Unterschrift</p>
<p>ARCHITAKT: hsbz architekten</p> <p>hsbz architekten GmbH Eggenbüdeler Landstraße 36 20249 Hamburg</p>	<p>Tel: 040 - 46 86 30-30 Fax: 040 - 46 86 30-33 info@hsbz-architekten.de</p>
<p>PLANNER: technotherm</p>	<p>technotherm GmbH Ing. Büro für techn. Gebäudehausbau Helmholtzstr. 13 20259 Hamburg Tel. 0431 1 62 220-210 Fax 0431 2 220-219</p>
<p>PLANNVORLAGE: Lageplan Regenwasserversickerung</p>	<p>LP</p>
<p>ERSTELLDATUM: 31.01.2023</p>	<p>BEARBEITET: ■</p>
<p>PLANNUMMER: EN_502_LP_16_4_494_230627</p>	<p>INDEX: IA</p>
<p>MASSTAB: 1:150</p>	<p>Diese Zeichnung darf ohne Genehmigung des Urnehmers weder kopiert, vervielfältigt, noch Dritten zugänglich gemacht werden. (Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb - § 6)</p>

Projekt: Wohnbebauung an der Schönböckener Straße - Schönböckener Straße 55, 23556 Lübeck

Zusammenstellung der Versickerungsanlagen

Nummer der Versickerungsanlage	Mulden-Rigolen-Kombination				Versickerungsbecken (alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138)					Überflutungsnachweis			Anmerkungen									
	Abmessung Rigole				Abmessung Rückhalteraum über Rigole					Abmessung Versickerungsbecken			Vorh. Volumen	berechnete Wassermenge aus Überflutungs-Nachweis	Nachweis für erforderlichen Rückhalteraum erbracht	Regenwasserbehandlung erforderlich DWA M157	Berechnung exemplarisch den Unterlagen beigefügt					
Höhe	Länge	Breite	Volumen	Höhe Einstau	Länge	Breite	Neigung Böschung 1:	Volumen	Höhe	Höhe Einstau	Länge	Breite						Neigung Böschung 1:	Versickerungsfläche As Sohle	Volumen Gesamt	Anteil für Überflutungs-nachweis	
1	0,35 m	2,2 m	0,8 m	0,6 m³	0,2 m	3,0 m	3,0 m	2	1,2 m³								1,2 m³	1,1 m³	OK			
2	0,35 m	8,0 m	1,6 m	4,3 m³	0,2 m	16,0 m	2,6 m	2	6,6 m³								6,6 m³	6,6 m³	OK			
3	0,35 m	4,8 m	1,6 m	2,6 m³	0,2 m	4,0 m	1,0 m	2	0,4 m³													
					0,2 m	15,0 m	2,0 m	2	3,6 m³													
4	0,35 m	9,6 m	1,6 m	5,1 m³	0,2 m	15,0 m	3,0 m	2	6,4 m³													
5	0,35 m	7,2 m	0,8 m	1,9 m³	0,2 m	8,0 m	2,8 m	2	3,7 m³													
6	0,35 m	8,0 m	1,6 m	4,3 m³	0,2 m	13,0 m	2,8 m	2	6,1 m³													
7	0,35 m	6,4 m	1,6 m	3,4 m³	0,2 m	6,0 m	1,0 m	2	0,7 m³													x
					0,2 m	9,0 m	2,5 m	2	3,6 m³													
8	0,35 m	10,4 m	1,6 m	5,5 m³	0,2 m	12,0 m	5,5 m	2	11,8 m³													
9	0,35 m	8,8 m	1,6 m	4,7 m³	0,2 m	14,0 m	3,8 m	2	9,3 m³													
10	0,35 m	9,6 m	1,6 m	5,1 m³	0,2 m	7,5 m	6,6 m	2	8,8 m³													
11	0,35 m	7,2 m	1,6 m	3,8 m³	0,2 m	10,0 m	2,0 m	2	3,1 m³													
					0,2 m	4,0 m	3,0 m	2	1,9 m³													
12	0,35 m	7,2 m	1,6 m	3,8 m³	0,2 m	9,0 m	5,0 m	2	7,9 m³													
13										0,25 m	0,2 m	16,8 m	1,8 m	2	16,8 m²	1,8 m³	2,0 m³					
										0,25 m	0,2 m	22,8 m	2,8 m	2	55,0 m²	13,0 m³	10,0 m³					
14										0,25 m	0,2 m	8,0 m	6,0 m	2	35,0 m²	10,0 m³	7,0 m³					
15										0,25 m	0,2 m	12,4 m	6,4 m	2	72,0 m²	15,0 m³	5,0 m³					x
					0,04 m	18,0 m	18,0 m		13,0 m³													
16	0,35 m	36,0 m	0,8 m	9,6 m³	0,2 m	13,0 m	1,0 m	2	1,5 m³													
					0,2 m	20,0 m	2,1 m	2	6,7 m³													
17	0,35 m	15,2 m	0,8 m	4,0 m³	0,2 m	28,0 m	1,5 m	2	6,1 m³													
18																						
19										0,3 m	0,25 m	14,1 m	1,8 m	1,5	16,0 m²	5,0 m³	2,0 m³					
20										0,25 m	0,2 m	32,0 m	2,8 m	2	56,0 m²	18,0 m³	9,0 m³					x
21					0,04 m	7,0 m	7,0 m		2,4 m³	0,25 m	0,2 m	7,0 m	7,0 m	2	47,0 m²	9,0 m³	6,0 m³					x
										0,25 m	0,2 m	5,8 m	5,8 m	2	25,0 m²	7,6 m³	1,6 m³					x
22	0,35 m	7,2 m	1,6 m	3,8 m³	0,2 m	8,0 m	3,0 m	2	4,0 m³													
23																						
24	0,35 m	12,8 m	0,8 m	3,4 m³	0,2 m	10,0 m	2,7 m	2	4,4 m³	0,25 m	0,2 m	8,8 m	2,8 m	2	16,0 m²	4,0 m³	3,0 m³					x
25	0,35 m	8,8 m	1,6 m	4,7 m³	0,2 m	12,7 m	1,6 m	2	3,0 m³													
					0,2 m	5,3 m	2,1 m	2	1,7 m³													
					0,2 m	9,0 m	2,0 m	2	2,8 m³													
27	0,35 m	8,0 m	0,8 m	2,1 m³	0,2 m	15,0 m	3,5 m	2	9,1 m³													
28																						
29	0,35 m	4,8 m	1,6 m	2,6 m³	0,2 m	7,0 m	2,8 m	2	3,2 m³	0,25 m	0,2 m	13,6 m	2,5 m	2	22,0 m²	6,0 m³	3,0 m³					
30																						
31	0,35 m	8,0 m	0,8 m	2,1 m³	0,2 m	13,0 m	1,0 m	2	1,5 m³	0,2 m	0,2 m	13,3 m	9,8 m	2	113,0 m²	24,0 m³	12,0 m³					x
					0,03 m	10,0 m	8,0 m		2,4 m³													
32					0,04 m	6,0 m	3,0 m		0,7 m³													
33	0,35 m	8,0 m	0,8 m	2,1 m³	0,2 m	5,0 m	1,0 m	2	0,6 m³	0,3 m	0,25 m	6,0 m	1,5 m	1,5	9,0 m²	2,0 m³	0,0 m³					x
					0,2 m	10,0 m	2,0 m	2	3,1 m³													
34																						
35	0,35 m	8,0 m	0,8 m	2,1 m³	0,2 m	6,0 m	1,0 m	2	0,7 m³	0,25 m	0,2 m	11,8 m	3,5 m	2	30,0 m²	7,0 m³	4,0 m³					x
					0,2 m	13,0 m	3,5 m	2	7,2 m³													
36					0,02 m	12,0 m	6,0 m		1,4 m³													
37	0,35 m	5,6 m	2,4 m	4,5 m³	0,2 m	10,9 m	1,9 m	2	2,9 m³	0,25 m	0,2 m	8,4 m	2,0 m	2	9,0 m²	3,0 m³	0,0 m³					x
					0,02 m	9,0 m	9,0 m		1,1 m³													
38	0,35 m	8,0 m	1,6 m	4,3 m³	0,2 m	9,0 m	3,5 m	2	5,3 m³													
39	0,35 m	4,8 m	3,2 m	5,1 m³	0,2 m	5,0 m	2,3 m	2	1,8 m³													
					0,2 m	8,0 m	2,0 m	2	2,4 m³													
40																						
41	0,35 m	6,4 m	0,8 m	1,7 m³	0,2 m	11,0 m	1,0 m	2	1,3 m³	0,25 m	0,2 m	5,2 m	3,4 m	2	11,0 m²	3,0 m³	2,0 m³					
					0,2 m	5,0 m	1,0 m	2	0,6 m³													
42	0,35 m	12,8 m	1,6 m	6,8 m³	0,2 m	7,5 m	3,0 m	2	3,7 m³													
					0,2 m	17,0 m	3,0 m	2	8,6 m³													
44	0,35 m	12,8 m	2,4 m	10,2 m³	0,2 m	4,0 m	1,5 m	2	0,8 m³													
					0,2 m	10,0 m	1,2 m	2	2,1 m³													
					0,2 m	21,5 m	1,5 m	2	4,7 m³													
					0,2 m	6,5 m	4,5 m	2	5,0 m³													
45																						
46	0,35 m	12,8 m	0,8 m	3,4 m³	0,2 m	6,0 m	1,0 m	2	0,7 m³													
					0,2 m	14,0 m	1,0 m	2	1,6 m³													
					0,2 m	6,8 m	1,0 m	2	0,8 m³													
					0,2 m	8,5 m	2,3 m	2	3,1 m³													
47																						
48	0,35 m	8,0 m	1,6 m	4,3 m³	0,2 m	16,0 m	2,5 m	2	6,6 m³	0,25 m	0,2 m	4,8 m	3,8 m	2	12,0 m²	3,0 m³	2,0 m³					
49										0,6 m	0,5 m	86,5 m	2,5 m	1,5	85,0 m²	73,0 m³	20,0 m³					x

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck

Versickerungsanlage Grundstück

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Q_R und Q_{Not}

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDES DACHES:

r_{5.5} =

320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Q _R in l/s	Q _{Not}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.1.1	309,00	0,40	123,60	0,20	61,80	320,00	3,96	14,17	Haus 1 Gründach		
A.1.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 1 Vordach		
A.1.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 1 Balkon		
A.1.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 1 Balkon		
A.1.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 1 Balkon		
A.1.6	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 1 Balkon		
A.2.1	331,00	0,40	132,40	0,20	66,20	320,00	4,24	15,18	Haus 2 Gründach		
A.2.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 2 Vordach		
A.2.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 2 Balkon		
A.2.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 2 Balkon		
A.2.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 2 Balkon		
A.3.1	267,00	0,40	106,80	0,20	53,40	320,00	3,42	12,25	Haus 3 Gründach		
A.3.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 3 Vordach		
A.3.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 3 Balkon		
A.3.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 3 Balkon		
A.3.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 3 Balkon		
A.4.1	284,00	0,40	113,60	0,20	56,80	320,00	3,64	13,03	Haus 4 Gründach		
A.4.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 4 Vordach		
A.4.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 4 Balkon		
A.4.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 4 Balkon		
A.4.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 4 Balkon		
A.5.1	267,00	0,40	106,80	0,20	53,40	320,00	3,42	12,25	Haus 5 Gründach		
A.5.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 5 Vordach		
A.5.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		
A.5.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		
A.5.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		
A.6.1	267,00	0,40	106,80	0,20	53,40	320,00	3,42	12,25	Haus 6 Gründach		
A.6.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 6 Vordach		
A.6.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 6 Balkon		
A.6.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 6 Balkon		
A.6.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 6 Balkon		

A.7.1	267,00	0,40	106,80	0,20	53,40	320,00	<u>3,42</u>	12,25	Haus 7 Gründach	
A.7.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 7 Vordach	
A.7.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 7 Balkon	
A.7.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 7 Balkon	
A.7.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 7 Balkon	
A.8.1	284,00	0,40	113,60	0,20	56,80	320,00	<u>3,64</u>	13,03	Haus 8 Gründach	
A.8.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 8 Vordach	
A.8.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 8 Balkon	
A.8.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 8 Balkon	
A.8.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 8 Balkon	
A.9.1	284,00	0,40	113,60	0,20	56,80	320,00	<u>3,64</u>	13,03	Haus 9 Gründach	
A.9.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 9 Vordach	
A.9.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 9 Balkon	
A.9.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 9 Balkon	
A.9.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 9 Balkon	
A.10.1	309,00	0,40	123,60	0,20	61,80	320,00	<u>3,96</u>	14,17	Haus 10 Gründach	
A.10.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 10 Vordach	
A.10.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 10 Balkon	
A.10.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 10 Balkon	
A.10.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 10 Balkon	
A.10.6	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 10 Balkon	
A.11.1	331,00	0,40	132,40	0,20	66,20	320,00	<u>4,24</u>	15,18	Haus 11 Gründach	
A.11.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 11 Vordach	
A.11.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 11 Balkon	
A.11.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 11 Balkon	
A.11.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 11 Balkon	
A.12.1	267,00	0,40	106,80	0,20	53,40	320,00	<u>3,42</u>	12,25	Haus 12 Gründach	
A.12.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 12 Vordach	
A.12.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 12 Balkon	
A.12.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 12 Balkon	
A.12.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 12 Balkon	
A.13.1	284,00	0,40	113,60	0,20	56,80	320,00	<u>3,64</u>	13,03	Haus 13 Gründach	
A.13.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 13 Vordach	
A.13.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 13 Balkon	
A.13.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 13 Balkon	
A.13.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 13 Balkon	

A.14.1	284,00	0,40	113,60	0,20	56,80	320,00	<u>3,64</u>	13,03	Haus 14 Gründach	
A.14.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	<u>0,32</u>	0,27	Haus 14 Vordach	
A.14.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 14 Balkon	
A.14.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 14 Balkon	
A.14.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	<u>0,16</u>	0,13	Haus 14 Balkon	
A.15	791,00	1,00	791,00	0,90	711,90	320,00	<u>25,31</u>	21,10	Parkhaus	
A.16	397,00	1,00	397,00	0,90	357,30	320,00	<u>12,70</u>	10,59	Scheune	
A.17	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.18	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.19	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.20	28,00	0,40	11,20	0,20	5,60	320,00	<u>0,36</u>	1,28	Fahrradschuppen	
A.21	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.22	28,00	0,40	11,20	0,20	5,60	320,00	<u>0,36</u>	1,28	Fahrradschuppen	
A.23	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.24	21,00	0,40	8,40	0,20	4,20	320,00	<u>0,27</u>	0,96	Fahrradschuppen	
A.25	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	<u>0,18</u>	0,64	Fahrradschuppen	
A.26	21,00	0,40	8,40	0,20	4,20	320,00	<u>0,27</u>	0,96	Fahrradschuppen	
A.27	21,00	0,40	8,40	0,20	4,20	320,00	<u>0,27</u>	0,96	Fahrradschuppen	

Gesamtfläche [m²] = **5.786,00**

3.243,20	2.240,80	Σ Qr = 103,84 l/s
		Σ QrNot = 235,68 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
A.1.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 1 Terrasse		
A.1.8	3,00	0,70	2,10	0,60	1,80	253,30	0,05	0,12	Haus 1 Terrasse		
A.2.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 2 Terrasse		
A.2.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 2 Terrasse		
A.3.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 3 Terrasse		
A.3.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 3 Terrasse		
A.3.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 3 Terrasse		
A.4.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 4 Terrasse		
A.4.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 4 Terrasse		
A.4.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 4 Terrasse		
A.5.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		
A.5.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		
A.5.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		
A.6.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 6 Terrasse		
A.6.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 6 Terrasse		
A.6.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 6 Terrasse		
A.7.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 7 Terrasse		
A.7.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 7 Terrasse		
A.7.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 7 Terrasse		
A.8.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 8 Terrasse		
A.8.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 8 Terrasse		
A.8.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 8 Terrasse		
A.9.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 9 Terrasse		
A.9.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 9 Terrasse		
A.9.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 9 Terrasse		
A.10.7	3,00	0,70	2,10	0,60	1,80	253,30	0,05	0,12	Haus 10 Terrasse		
A.11.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 11 Terrasse		
A.11.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 11 Terrasse		
A.11.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 11 Terrasse		
A.12.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 12 Terrasse		
A.12.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 12 Terrasse		
A.12.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 12 Terrasse		
A.13.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 13 Terrasse		
A.13.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 13 Terrasse		
A.13.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 13 Terrasse		
A.14.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 14 Terrasse		
A.14.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 14 Terrasse		
A.14.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 14 Terrasse		

F.1	24,00	0,70	16,80	0,60	14,40	253,30	<u>0,43</u>	0,98	Wegefläche		
F.2	35,00	0,70	24,50	0,60	21,00	253,30	<u>0,62</u>	1,43	Wegefläche		
F.3	72,00	0,70	50,40	0,60	43,20	253,30	<u>1,28</u>	2,95	Wegefläche		
F.4	31,00	0,70	21,70	0,60	18,60	253,30	<u>0,55</u>	1,27	Wegefläche		
F.5	34,00	0,70	23,80	0,60	20,40	253,30	<u>0,60</u>	1,39	Wegefläche		
F.6	41,00	0,70	28,70	0,60	24,60	253,30	<u>0,73</u>	1,68	Wegefläche		
F.7	23,00	0,70	16,10	0,60	13,80	253,30	<u>0,41</u>	0,94	Wegefläche		
F.8	30,00	0,70	21,00	0,60	18,00	253,30	<u>0,53</u>	1,23	Wegefläche		
F.9	25,00	0,70	17,50	0,60	15,00	253,30	<u>0,44</u>	1,02	Wegefläche		
F.10	56,00	0,70	39,20	0,60	33,60	253,30	<u>0,99</u>	2,29	Wegefläche		
F.11	16,00	0,70	11,20	0,60	9,60	253,30	<u>0,28</u>	0,66	Wegefläche		
F.12	34,00	0,70	23,80	0,60	20,40	253,30	<u>0,60</u>	1,39	Wegefläche		
F.13	42,00	0,70	29,40	0,60	25,20	253,30	<u>0,74</u>	1,72	Wegefläche		
F.14	28,00	0,70	19,60	0,60	16,80	253,30	<u>0,50</u>	1,15	Wegefläche		
F.15	49,00	0,70	34,30	0,60	29,40	253,30	<u>0,87</u>	2,01	Wegefläche		
F.16	272,00	0,70	190,40	0,60	163,20	253,30	<u>4,82</u>	11,14	Wegefläche		
F.17	512,00	0,70	358,40	0,60	307,20	253,30	<u>9,08</u>	20,96	Wegefläche		
F.18	45,00	0,70	31,50	0,60	27,00	253,30	<u>0,80</u>	1,84	Wegefläche		
F.19	40,00	0,70	28,00	0,60	24,00	253,30	<u>0,71</u>	1,64	Wegefläche		
F.20	514,00	0,70	359,80	0,60	308,40	253,30	<u>9,11</u>	21,04	Wegefläche		
F.21	49,00	0,70	34,30	0,60	29,40	253,30	<u>0,87</u>	2,01	Wegefläche		
F.22	54,00	0,70	37,80	0,60	32,40	253,30	<u>0,96</u>	2,21	Wegefläche		
F.23	36,00	0,70	25,20	0,60	21,60	253,30	<u>0,64</u>	1,47	Wegefläche		
F.24	46,00	0,70	32,20	0,60	27,60	253,30	<u>0,82</u>	1,88	Wegefläche		
F.25	22,00	0,70	15,40	0,60	13,20	253,30	<u>0,39</u>	0,90	Wegefläche		
F.26	79,00	0,70	55,30	0,60	47,40	253,30	<u>1,40</u>	3,23	Wegefläche		
F.27	27,00	0,70	18,90	0,60	16,20	253,30	<u>0,48</u>	1,11	Wegefläche		
F.28	30,00	0,70	21,00	0,60	18,00	253,30	<u>0,53</u>	1,23	Wegefläche		
F.29	28,00	0,70	19,60	0,60	16,80	253,30	<u>0,50</u>	1,15	Wegefläche		
F.30	50,00	0,70	35,00	0,60	30,00	253,30	<u>0,89</u>	2,05	Wegefläche		
F.31	11,00	0,70	7,70	0,60	6,60	253,30	<u>0,20</u>	0,45	Wegefläche		
F.32	30,00	0,70	21,00	0,60	18,00	253,30	<u>0,53</u>	1,23	Wegefläche		
F.33	48,00	0,70	33,60	0,60	28,80	253,30	<u>0,85</u>	1,97	Wegefläche		
F.34	50,00	0,70	35,00	0,60	30,00	253,30	<u>0,89</u>	2,05	Wegefläche		
F.35	64,00	0,70	44,80	0,60	38,40	253,30	<u>1,13</u>	2,62	Wegefläche		
F.36	36,00	0,70	25,20	0,60	21,60	253,30	<u>0,64</u>	1,47	Wegefläche		
F.37	241,00	0,70	168,70	0,60	144,60	253,30	<u>4,27</u>	9,87	Wegefläche		
F.38	84,00	0,70	58,80	0,60	50,40	253,30	<u>1,49</u>	3,44	Wegefläche		
F.39	5,00	0,40	2,00	0,20	1,00	253,30	<u>0,05</u>	0,24	Rasenfugenpflaster		
F.40	89,00	0,40	35,60	0,20	17,80	253,30	<u>0,90</u>	4,32	Rasenfugenpflaster		
F.41	5,00	0,40	2,00	0,20	1,00	253,30	<u>0,05</u>	0,24	Rasenfugenpflaster		
F.42	85,00	0,40	34,00	0,20	17,00	253,30	<u>0,86</u>	4,13	Rasenfugenpflaster		
F.43	21,00	0,40	8,40	0,20	4,20	253,30	<u>0,21</u>	1,02	Rasenfugenpflaster		
F.44	19,00	0,40	7,60	0,20	3,80	253,30	<u>0,19</u>	0,92	Rasenfugenpflaster		
F.45	3,00	0,40	1,20	0,20	0,60	253,30	<u>0,03</u>	0,15	Rasenfugenpflaster		

F.46	39,00	0,40	15,60	0,20	7,80	253,30	0,40	1,89	Rasenfugenpflaster	
F.47	40,00	0,40	16,00	0,20	8,00	253,30	0,41	1,94	Rasenfugenpflaster	
F.48	9,00	0,40	3,60	0,20	1,80	253,30	0,09	0,44	Rasenfugenpflaster	
F.49	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	253,30	0,14	0,68	Rasenfugenpflaster	
F.50	3,00	0,40	1,20	0,20	0,60	253,30	0,03	0,15	Rasenfugenpflaster	
F.51	10,00	0,40	4,00	0,20	2,00	253,30	0,10	0,49	Rasenfugenpflaster	
F.52	45,00	0,40	18,00	0,20	9,00	253,30	0,46	2,18	Rasenfugenpflaster	
F.53	11,00	0,40	4,40	0,20	2,20	253,30	0,11	0,53	Rasenfugenpflaster	
F.54	6,00	0,40	2,40	0,20	1,20	253,30	0,06	0,29	Rasenfugenpflaster	
F.55	168,00	0,60	100,80	0,50	84,00	253,30	2,55	7,30	Spielplatz	
F.56	36,00	0,40	14,40	0,20	7,20	253,30	0,36	1,75	Rasenfugenpflaster	
F.57	16,00	0,40	6,40	0,20	3,20	253,30	0,16	0,78	Rasenfugenpflaster	
F.58	5,00	0,40	2,00	0,20	1,00	253,30	0,05	0,24	Rasenfugenpflaster	
F.59	6,00	0,40	2,40	0,20	1,20	253,30	0,06	0,29	Rasenfugenpflaster	
F.60	252,00	0,60	151,20	0,50	126,00	253,30	3,83	10,95	Spielplatz	
F.61	32,00	1,00	32,00	0,90	28,80	253,30	0,81	1,07	Container	
F.62	62,00	0,40	24,80	0,20	12,40	253,30	0,63	3,01	Rasenfugenpflaster	
F.63	63,00	0,40	25,20	0,20	12,60	253,30	0,64	3,06	Rasenfugenpflaster	
F.64	70,00	0,30	21,00	0,20	14,00	253,30	0,53	3,57	Sandspiel	

Gesamtfläche [m²] = **4.098,00**

2.630,60		2.161,60	Σ Qr = 66,78	l/s
			Σ QrNot = 173,80	l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r5.2 =

253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.1	280,00	0,20	56,00	0,10	28,00	253,30	1,42	15,01	Vegetation		
T.2	189,00	0,20	37,80	0,10	18,90	253,30	0,96	10,13	Vegetation		
T.3	209,00	0,20	41,80	0,10	20,90	253,30	1,06	11,20	Vegetation		
T.4	83,00	0,20	16,60	0,10	8,30	253,30	0,42	4,45	Vegetation		
T.5	571,00	0,20	114,20	0,10	57,10	253,30	2,89	30,61	Vegetation		
T.6	60,00	0,20	12,00	0,10	6,00	253,30	0,30	3,22	Vegetation		
T.7	28,00	0,20	5,60	0,10	2,80	253,30	0,14	1,50	Vegetation		
T.8	181,00	0,20	36,20	0,10	18,10	253,30	0,92	9,70	Vegetation		
T.9	114,00	0,20	22,80	0,10	11,40	253,30	0,58	6,11	Vegetation		
T.10	141,00	0,20	28,20	0,10	14,10	253,30	0,71	7,56	Vegetation		
T.11	129,00	0,20	25,80	0,10	12,90	253,30	0,65	6,91	Vegetation		
T.12	110,00	0,20	22,00	0,10	11,00	253,30	0,56	5,90	Vegetation		
T.13	630,00	0,20	126,00	0,10	63,00	253,30	3,19	33,77	Vegetation		
T.14	90,00	0,20	18,00	0,10	9,00	253,30	0,46	4,82	Vegetation		
T.15	86,00	0,20	17,20	0,10	8,60	253,30	0,44	4,61	Vegetation		
T.16	45,00	0,20	9,00	0,10	4,50	253,30	0,23	2,41	Vegetation		
T.17	44,00	0,20	8,80	0,10	4,40	253,30	0,22	2,36	Vegetation		
T.18	123,00	0,20	24,60	0,10	12,30	253,30	0,62	6,59	Vegetation		
T.19	41,00	0,20	8,20	0,10	4,10	253,30	0,21	2,20	Vegetation		
T.20	245,00	0,20	49,00	0,10	24,50	253,30	1,24	13,13	Vegetation		
T.21	150,00	0,20	30,00	0,10	15,00	253,30	0,76	8,04	Vegetation		
T.22	74,00	0,20	14,80	0,10	7,40	253,30	0,37	3,97	Vegetation		
T.23	222,00	0,20	44,40	0,10	22,20	253,30	1,12	11,90	Vegetation		
T.24	162,00	0,20	32,40	0,10	16,20	253,30	0,82	8,68	Vegetation		
T.25	18,00	0,20	3,60	0,10	1,80	253,30	0,09	0,96	Vegetation		
T.26	76,00	0,20	15,20	0,10	7,60	253,30	0,39	4,07	Vegetation		
T.27	49,00	0,20	9,80	0,10	4,90	253,30	0,25	2,63	Vegetation		
T.28	37,00	0,20	7,40	0,10	3,70	253,30	0,19	1,98	Vegetation		
T.29	28,00	0,20	5,60	0,10	2,80	253,30	0,14	1,50	Vegetation		
T.30	205,00	0,20	41,00	0,10	20,50	253,30	1,04	10,99	Vegetation		
T.31	206,00	0,20	41,20	0,10	20,60	253,30	1,04	11,04	Vegetation		
T.32	136,00	0,20	27,20	0,10	13,60	253,30	0,69	7,29	Vegetation		
T.33	118,00	0,20	23,60	0,10	11,80	253,30	0,60	6,33	Vegetation		
T.34	215,00	0,20	43,00	0,10	21,50	253,30	1,09	11,52	Vegetation		
T.35	12,00	0,20	2,40	0,10	1,20	253,30	0,06	0,64	Vegetation		
T.36	177,00	0,20	35,40	0,10	17,70	253,30	0,90	9,49	Vegetation		
T.37	41,00	0,20	8,20	0,10	4,10	253,30	0,21	2,20	Vegetation		
T.38	75,00	0,20	15,00	0,10	7,50	253,30	0,38	4,02	Vegetation		
T.39	291,00	0,20	58,20	0,10	29,10	253,30	1,47	15,60	Vegetation		
T.40	117,00	0,20	23,40	0,10	11,70	253,30	0,59	6,27	Vegetation		
T.41	109,00	0,20	21,80	0,10	10,90	253,30	0,55	5,84	Vegetation		

T.42	44,00	0,20	8,80	0,10	4,40	253,30	<u>0,22</u>	2,36	Vegetation		
T.43	10,00	0,20	2,00	0,10	1,00	253,30	<u>0,05</u>	0,54	Vegetation		
T.44	41,00	0,20	8,20	0,10	4,10	253,30	<u>0,21</u>	2,20	Vegetation		
T.45	115,00	0,20	23,00	0,10	11,50	253,30	<u>0,58</u>	6,16	Vegetation		
T.46	38,00	0,20	7,60	0,10	3,80	253,30	<u>0,19</u>	2,04	Vegetation		
T.47	55,00	0,20	11,00	0,10	5,50	253,30	<u>0,28</u>	2,95	Vegetation		
T.48	5,00	0,20	1,00	0,10	0,50	253,30	<u>0,03</u>	0,27	Vegetation		
T.49	69,00	0,20	13,80	0,10	6,90	253,30	<u>0,35</u>	3,70	Vegetation		
T.50	38,00	0,20	7,60	0,10	3,80	253,30	<u>0,19</u>	2,04	Vegetation		
T.51	22,00	0,20	4,40	0,10	2,20	253,30	<u>0,11</u>	1,18	Vegetation		
T.52	55,00	0,20	11,00	0,10	5,50	253,30	<u>0,28</u>	2,95	Vegetation		
T.53	401,00	0,20	80,20	0,10	40,10	253,30	<u>2,03</u>	21,50	Vegetation		
T.54	56,00	0,20	11,20	0,10	5,60	253,30	<u>0,28</u>	3,00	Vegetation		
T.55	44,00	0,20	8,80	0,10	4,40	253,30	<u>0,22</u>	2,36	Vegetation		
T.56	72,00	0,20	14,40	0,10	7,20	253,30	<u>0,36</u>	3,86	Vegetation		
T.57	131,00	0,20	26,20	0,10	13,10	253,30	<u>0,66</u>	7,02	Vegetation		
T.58	35,00	0,20	7,00	0,10	3,50	253,30	<u>0,18</u>	1,88	Vegetation		
T.59	45,00	0,20	9,00	0,10	4,50	253,30	<u>0,23</u>	2,41	Vegetation		
T.60	185,00	0,20	37,00	0,10	18,50	253,30	<u>0,94</u>	9,92	Vegetation		
T.61	84,00	0,20	16,80	0,10	8,40	253,30	<u>0,43</u>	4,50	Vegetation		
T.62	352,00	0,20	70,40	0,10	35,20	253,30	<u>1,78</u>	18,87	Vegetation		
T.63	14,00	0,20	2,80	0,10	1,40	253,30	<u>0,07</u>	0,75	Vegetation		
T.64	15,00	0,20	3,00	0,10	1,50	253,30	<u>0,08</u>	0,80	Vegetation		
T.65	21,00	0,20	4,20	0,10	2,10	253,30	<u>0,11</u>	1,13	Vegetation		
T.66	11,00	0,20	2,20	0,10	1,10	253,30	<u>0,06</u>	0,59	Vegetation		
T.67	204,00	0,20	40,80	0,10	20,40	253,30	<u>1,03</u>	10,94	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] = **8.079,00**

1.615,80	807,90	Σ Qr =	40,92	l/s
		Σ QrNot =	433,07	l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

$\Sigma Q_r =$	<u>170,62</u>	l/s
$\Sigma Q_r =$	<u>211,54</u>	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_U) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	1.548	1,00	0,90	1.548	1.393
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	4.238	0,40	0,20	1.695	848
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	32	1,00	0,90	32	29
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fuganteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	2.986	0,70	0,60	2.090	1.792
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	70	0,30	0,20	21	14
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	592	0,40	0,20	237	118
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	420	0,60	0,50	252	210
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	8.079	0,20	0,10	1.616	808
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	17965
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,42
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,29
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	7491
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	5210
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	5786
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,56
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,39
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	12179
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,35
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,24
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	32,2

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A _{ges}	m ²	17.636
gesamte Gebäudedachfläche	A _{Dach}	m ²	5.457
Abflussbeiwert der Dachflächen	C _{s,Dach}	-	0,57
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A _{FaG}	m ²	12.179
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	C _{s,FaG}	-	0,35
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	r _(D,T)	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	r _(D,T)	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	V_{Rück}	m³	254,4
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,02

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.

Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	23556 Lübeck
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	152
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	76
KOSTRA-Datenbasis	1951-2020

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{(D,T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	2	30	100
5	253,3	470,0	586,7
10	161,7	301,7	376,7
15	123,3	228,9	286,7
20	100,8	187,5	235,0
30	75,6	140,6	176,1
45	56,7	105,2	131,9
60	46,1	85,6	107,2
90	34,3	63,7	79,8
120	27,8	51,7	64,7
180	20,6	38,4	48,1
240	16,7	31,1	39,0
360	12,4	23,1	28,9
540	9,2	17,1	21,5
720	7,5	13,9	17,4
1080	5,5	10,3	12,9
1440	4,5	8,3	10,4
2880	2,7	5,0	6,3
4320	2,0	3,7	4,6

Regenspenden für Überflutungsnachweis

	T = 30 a	T = 100 a
Regenspende D = 5 min [l/(s*ha)]	470	586,7
Regenspende D = 10 min [l/(s*ha)]	301,7	376,7
Regenspende D = 15 min [l/(s*ha)]	228,9	286,7

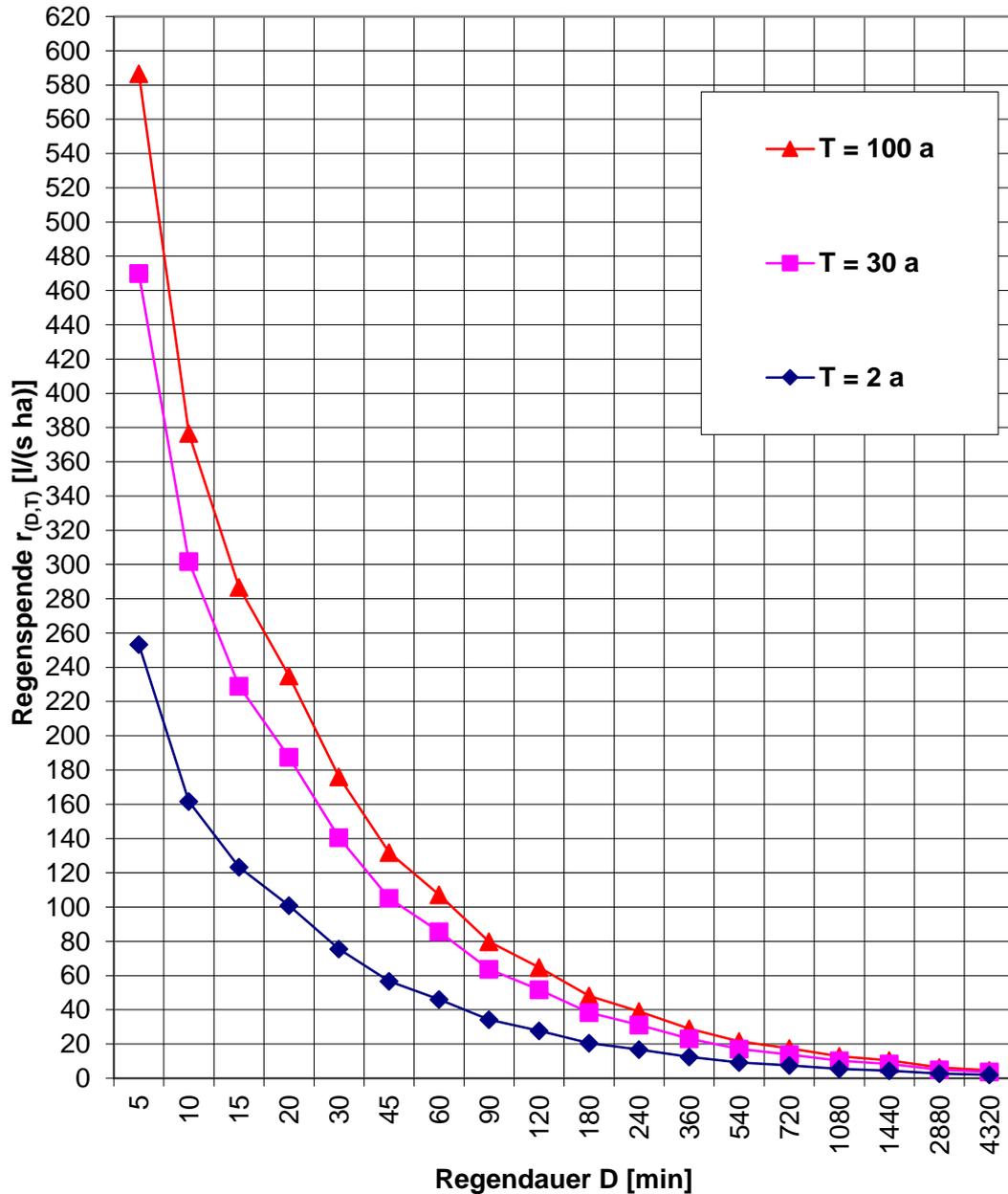
Hinweis:



Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	23556 Lübeck
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	152
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	76
KOSTRA-Datenbasis	1951-2020

Regenspendenlinien



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
 Versickerungsanlage Nr.6

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Qr und QNot

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDESDACHES:

r5.5 = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.5.1/2	133,50	0,40	53,40	0,20	26,70	320,00	1,71	6,12	Haus 5 Gründach		
A.5.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 5 Vordach		
A.5.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		
A.5.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		
A.5.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 5 Balkon		

Gesamtfläche [m²] =	158,50	78,40	49,20	Σ Qr =	2,51 l/s
				Σ QrNot =	6,79 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
A.5.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		
A.5.7	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		
A.5.8	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 5 Terrasse		

Gesamtfläche [m²] =	6,00	4,20	3,60	Σ Qr =	0,12 l/s
				Σ QrNot =	0,25 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.3	209,00	0,20	41,80	0,10	20,90	253,30	1,06	11,20	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	209,00	41,80	20,90	Σ Qr =	1,06 l/s
				Σ QrNot =	11,20 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

$\Sigma Q_r =$	<u>2,63</u>	l/s
$\Sigma Q_r =$	<u>3,69</u>	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	25	1,00	0,90	25	23
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	134	0,40	0,20	53	27
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	0	1,00	0,90		
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	6	0,70	0,60	4	4
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	0	0,40	0,20		
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	209	0,20	0,10	42	21
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	374
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,33
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,20
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	124
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	75
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	159
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,49
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,31
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	215
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,21
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,11
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	42,5

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	374
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m ²	159
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	0,49
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	215
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,21
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m ³	5,6
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,03

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.6

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	25	1,00	25
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	134	0,40	54
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	6	0,70	4
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	209	0,20	42
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	374
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	125
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,33

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.6

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Versickerungsanlage Nr.6

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2					
Gründächer	134	0,358	F1	5	2,148
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	25	0,067	F2	8	0,603
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	6	0,016	F3	12	0,208
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	209	0,559	F1	5	3,354
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 374$	$\Sigma = 1$			B = 6,31

Die Abflussbelastung B = 6,313 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$:	
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		
Emissionswert $E = B * D$:		

Bemerkungen:

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Rigolenversicherung:

Versickerungsanlage Nr.6

Eingabedaten:

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

Einzugsgebietsfläche	A _E	m ²	374
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ _m	-	0,33
undurchlässige Fläche	A _u	m ²	125
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k _f	m/s	1,0E-05
Breite Kunststoffelement	b _K	mm	800
Höhe Kunststoffelement	h _K	mm	350
Länge Kunststoffelement	L _K	mm	800
Speicherkoefizient Kunststoffelement	s _R	-	0,95
Anzahl Kunststoffelemente, nebeneinander	a _{b_k}	-	2
Anzahl Kunststoffelemente, übereinander	a _{h_k}	-	1
Breite der Rigole	b _R	m	1,6
Höhe der Rigole	h _R	m	0,4
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q _{Dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f _z	-	1,15
anrechenbares Schachtvolumen	V _{Sch}	m ³	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	r _{D(n)}	l/(s*ha)	15,7
erforderliche, rechnerische Rigolenlänge	L	m	6,5
erforderliche Länge Rigole Kunststoff	L_{K,ges}	m	7,2
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	8,00
Anzahl Kunststoffelemente in Längsrichtung	a _{L_K}	-	10
erforderliche Anzahl Kunststoffelemente	a _K	-	20
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V _R	m ³	4,3
versickerungswirksame Fläche	A _{S, Rigole}	m ²	14,2

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

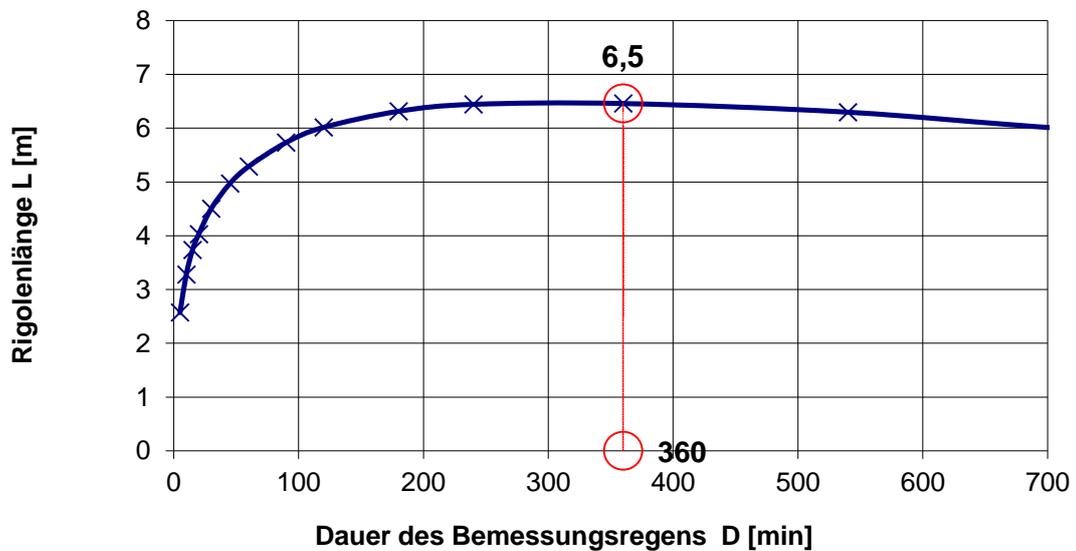
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

L [m]
2,57
3,28
3,73
4,03
4,50
4,97
5,29
5,73
6,01
6,31
6,44
6,46
6,30
5,98
5,45
4,99
3,67
2,92

Rigolenversickerung



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS Version 7.4.1 © 2018 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: XXXXXXXXXX

Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.6

Eingabedaten:

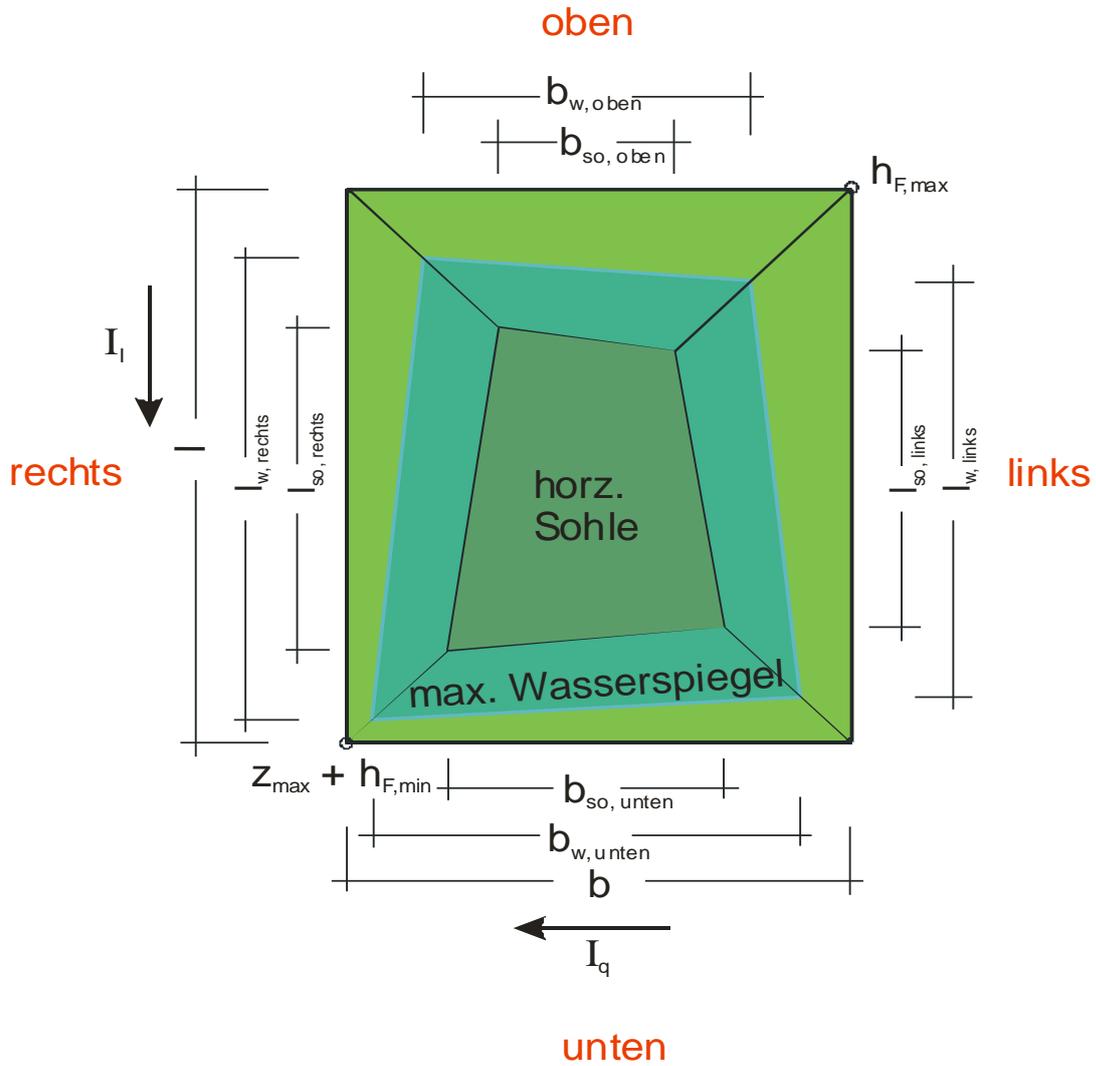
Muldenlänge	l	m	13,0
Muldenbreite	b	m	2,8
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z_{max}	m	0,20
min. Freibord	$h_{F,min}$	m	
Längsgefälle (Gelände)	I_l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I_q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m^3	6,1
Wasserspiegelbreite oben	$b_{w, oben}$	m	2,8
Wasserspiegelbreite unten	$b_{w, unten}$	m	2,8
Wasserspiegellänge links	$l_{w, links}$	m	13,0
Wasserspiegellänge rechts	$l_{w, rechts}$	m	13,0
Sohlbreite oben	$b_{so, oben}$	m	2,0
Sohlbreite unten	$b_{so, unten}$	m	2,0
Sohllänge links	$l_{so, links}$	m	12,2
Sohllänge rechts	$l_{so, rechts}$	m	12,2
max. Freibord	$h_{F,max}$	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
Versickerungsanlage Nr.14

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Qr und QNot

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDESDACHES:

r5.5 = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.2.1/2	165,50	0,40	66,20	0,20	33,10	320,00	2,12	7,59	Haus 2 Gründach		
A.2.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 2 Balkon		
A.20	28,00	0,40	11,20	0,20	5,60	320,00	0,36	1,28	Fahrradschuppen		

Gesamtfläche [m²] =	198,50	82,40	43,20	Σ Qr =	2,64 l/s
				Σ QrNot =	9,01 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
A.2.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 2 Terrasse		

Gesamtfläche [m²] =	2,00	1,40	1,20	Σ Qr =	0,04 l/s
				Σ QrNot =	0,08 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.18	123,00	0,20	24,60	0,10	12,30	253,30	0,62	6,59	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	123,00	24,60	12,30	Σ Qr =	0,62 l/s
				Σ QrNot =	6,59 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

Σ Qr =	2,68	l/s
Σ Qr =	3,30	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	5	1,00	0,90	5	5
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	194	0,40	0,20	77	39
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	0	1,00	0,90		
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	2	0,70	0,60	1	1
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	0	0,40	0,20		
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	123	0,20	0,10	25	12
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	324
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,33
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,18
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	108
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	58
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	199
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,42
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,22
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	125
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,21
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,11
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	61,4

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	324
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m ²	199
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	0,42
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	125
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,21
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m ³	4,9
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,04

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.14

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	5	1,00	5
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	194	0,40	78
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	2	0,70	1
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	123	0,20	25
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	324
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	109
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,34

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.14

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Versickerungsanlage Nr.14

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3			Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i			
Gründächer	194	0,599	F1	5	3,594
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	5	0,015	F2	8	0,135
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	2	0,006	F3	12	0,078
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	123	0,38	F1	5	2,28
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 324$	$\Sigma = 1$			B = 6,09

Die Abflussbelastung B = 6,087 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		
Emissionswert $E = B * D$:		

Bemerkungen:

Bemessung von Versickerungsbecken mit / ohne Dauerstau Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Beckenbemessung:

Versickerungsanlage Nr.14

Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{\text{dr}}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	324
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,34
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	109
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	5,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	7,0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	m^2	35
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,3
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2,0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	6,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	8,0
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	m^2	13
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	1,0E-05
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	1,0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	7,6E-06
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	90
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	43,5
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	3
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	10
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	m^3/s	0,000
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	m^3/s	0,000
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	m^3/s	0,000
Entleerungszeit	t_E	h	16,1

Bemessung von Versickerungsbecken Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

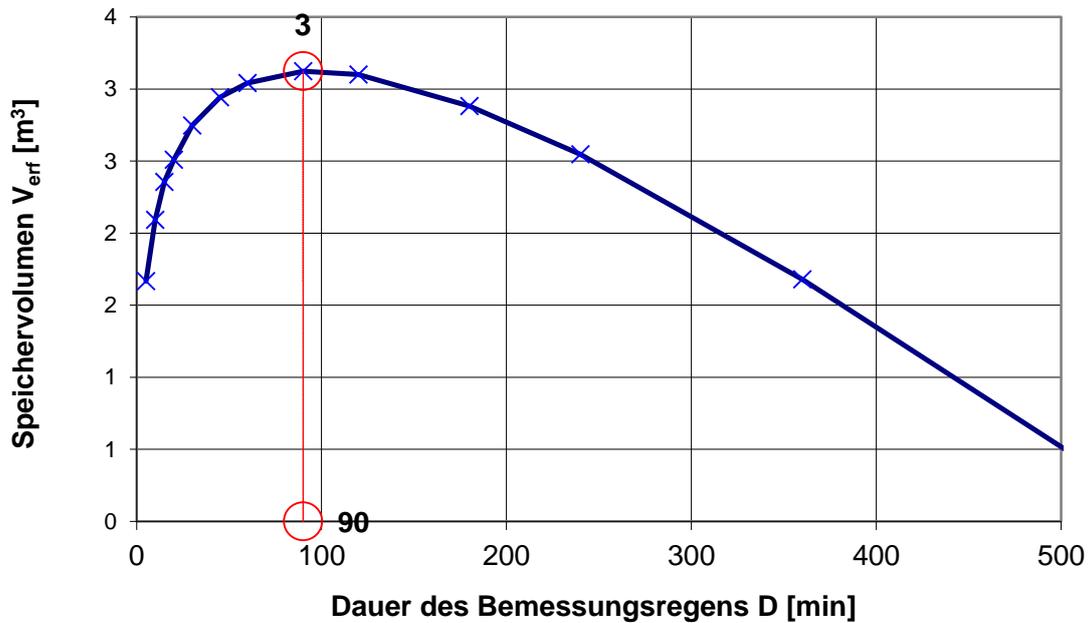
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

V_{eff} [m ³]
2
2
2
3
3
3
3
3
3
3
3
2
0
0
0
0
0
0
0

Versickerungsbecken



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
Versickerungsanlage Nr.22

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Q_r und Q_{Not}

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDESDACHES:

r_{5.5} = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.1.1/2	154,50	0,40	61,80	0,20	30,90	320,00	1,98	7,09	Haus 1 Gründach		
A.1.6	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 1 Balkon		

Gesamtfläche [m²] =	159,50	66,80	35,40	Σ Q _r =	2,14 l/s
				Σ Q _{rNot} =	7,22 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
A.1.8	3,00	0,70	2,10	0,60	1,80	253,30	0,05	0,12	Haus 1 Terrasse		
F.19	40,00	0,70	28,00	0,60	24,00	253,30	0,71	1,64	Wegefläche		
F.48	9,00	0,40	3,60	0,20	1,80	253,30	0,09	0,44	Rasenfugenpflaster		

Gesamtfläche [m²] =	52,00	33,70	27,60	Σ Q _r =	0,85 l/s
				Σ Q _{rNot} =	2,20 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.29	28,00	0,20	5,60	0,10	2,80	253,30	0,14	1,50	Vegetation		
T.35	12,00	0,20	2,40	0,10	1,20	253,30	0,06	0,64	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	40,00	8,00	4,00	Σ Q _r =	0,20 l/s
				Σ Q _{rNot} =	2,14 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

$\Sigma Q_r =$	<u>2,99</u>	l/s
$\Sigma Q_r =$	<u>3,19</u>	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	5	1,00	0,90	5	5
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	155	0,40	0,20	62	31
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	0	1,00	0,90		
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenanteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	43	0,70	0,60	30	26
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	9	0,40	0,20	4	2
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.4.1 © 2023 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: XXXXXXXXXX

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	40	0,20	0,10	8	4
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	252
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,43
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,27
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	109
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	68
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	160
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,42
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,22
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	92
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,45
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,34
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	63,5

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A _{ges}	m ²	252
gesamte Gebäudedachfläche	A _{Dach}	m ²	160
Abflussbeiwert der Dachflächen	C _{s,Dach}	-	0,42
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A _{FaG}	m ²	92
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	C _{s,FaG}	-	0,45
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	r _(D,T)	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	r _(D,T)	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	V_{Rück}	m³	3,6
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,04

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.22

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	5	1,00	5
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	155	0,40	62
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	43	0,70	30
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25	9	0,40	4
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	40	0,20	8
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	252
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	109
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,43

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.22

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Versickerungsanlage Nr.22

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3			Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i			
Gründächer	155	0,615	F1	5	3,69
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	5	0,02	F2	8	0,18
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	52	0,206	F3	12	2,678
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	40	0,159	F1	5	0,954
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 252$	$\Sigma = 1$			B = 7,5

Die Abflussbelastung B = 7,502 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

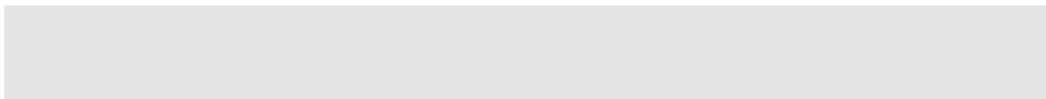
Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$:	
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		
Emissionswert $E = B * D$:		

Bemerkungen:

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138



Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Rigolenversicherung:

Versickerungsanlage Nr.22

Eingabedaten:

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

Einzugsgebietsfläche	A _E	m ²	252
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ _m	-	0,43
undurchlässige Fläche	A _u	m ²	109
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k _f	m/s	1,0E-05
Breite Kunststoffelement	b _K	mm	800
Höhe Kunststoffelement	h _K	mm	350
Länge Kunststoffelement	L _K	mm	800
Speicherkoefizient Kunststoffelement	s _R	-	0,95
Anzahl Kunststoffelemente, nebeneinander	a _{b_k}	-	2
Anzahl Kunststoffelemente, übereinander	a _{h_k}	-	1
Breite der Rigole	b _R	m	1,6
Höhe der Rigole	h _R	m	0,4
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q _{Dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f _z	-	1,15
anrechenbares Schachtvolumen	V _{Sch}	m ³	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	r _{D(n)}	l/(s*ha)	15,7
erforderliche, rechnerische Rigolenlänge	L	m	5,6
erforderliche Länge Rigole Kunststoff	L_{K,ges}	m	6,4
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	7,20
Anzahl Kunststoffelemente in Längsrichtung	a _{L_K}	-	9
erforderliche Anzahl Kunststoffelemente	a _K	-	18
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V _R	m ³	3,8
versickerungswirksame Fläche	A _{S, Rigole}	m ²	12,8

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

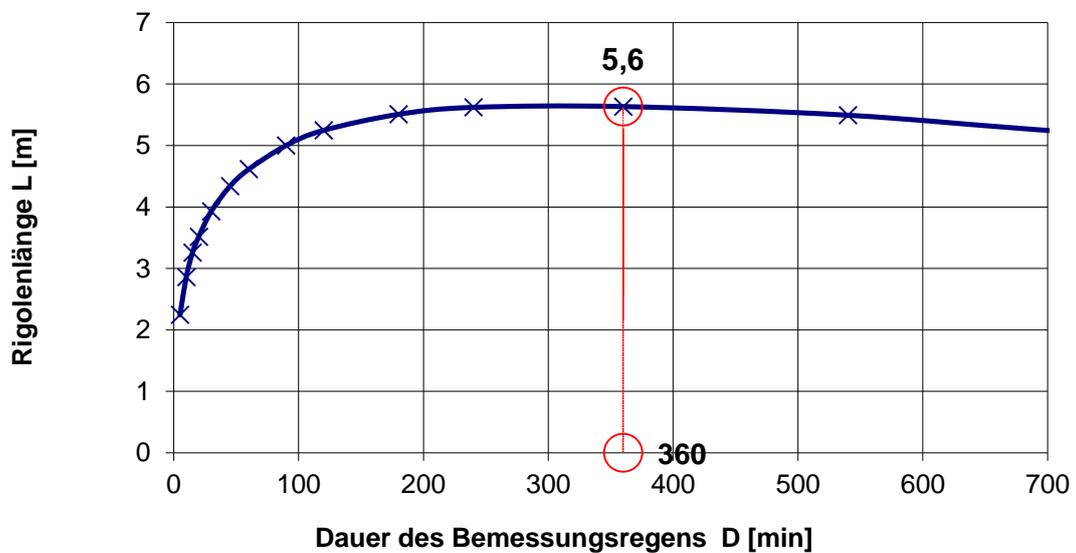
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

L [m]
2,24
2,86
3,26
3,51
3,93
4,34
4,61
5,00
5,25
5,51
5,62
5,63
5,49
5,22
4,75
4,35
3,20
2,55

Rigolenversickerung



Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.22

Eingabedaten:

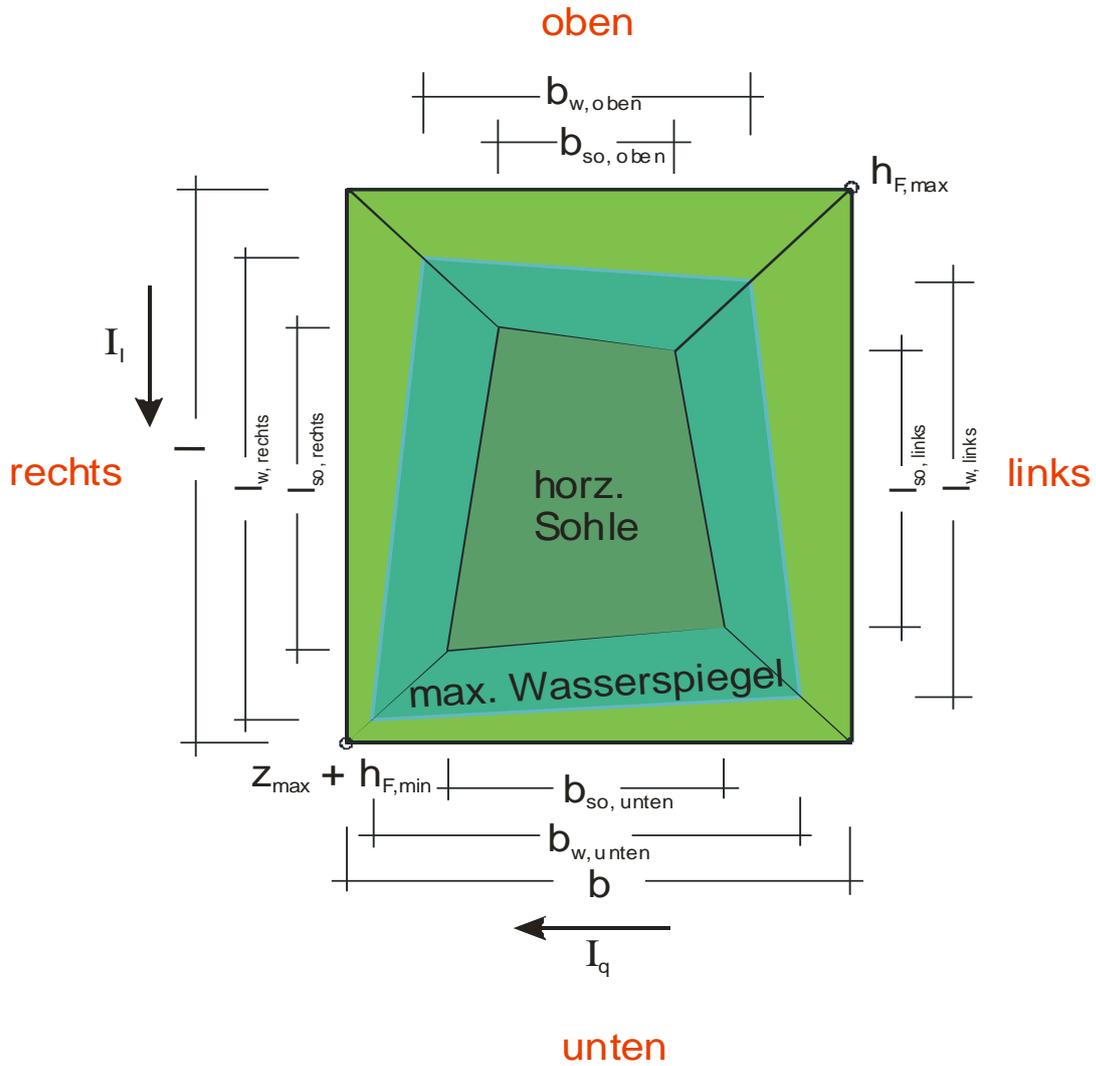
Muldenlänge	l	m	8,0
Muldenbreite	b	m	3,0
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z _{max}	m	0,20
min. Freibord	h _{F,min}	m	
Längsgefälle (Gelände)	I _l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I _q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m³	4,0
Wasserspiegelbreite oben	b_{w, oben}	m	3,0
Wasserspiegelbreite unten	b_{w, unten}	m	3,0
Wasserspiegellänge links	l_{w, links}	m	8,0
Wasserspiegellänge rechts	l_{w, rechts}	m	8,0
Sohlbreite oben	b_{so, oben}	m	2,2
Sohlbreite unten	b_{so, unten}	m	2,2
Sohllänge links	l_{so, links}	m	7,2
Sohllänge rechts	l_{so, rechts}	m	7,2
max. Freibord	h_{F,max}	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
Versickerungsanlage Nr.30

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Q_R und Q_{Not}

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDES DACHES:

r_{5.5} = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Q _R in l/s	Q _{RNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.1.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 1 Vordach		
A.10.4	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 10 Balkon		
A.10.5	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 10 Balkon		
A.23	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	320,00	0,18	0,64	Fahrradschuppen		

Gesamtfläche [m²] =	34,00	25,60	20,80	Σ Q _R =	0,82 l/s
				Σ Q _{RNot} =	1,18 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _R in l/s	Q _{RNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
F.20	514,00	0,70	359,80	0,60	308,40	253,30	9,11	21,04	Wegefläche		
F.49	14,00	0,40	5,60	0,20	2,80	253,30	0,14	0,68	Rasenfugenpflaster		

Gesamtfläche [m²] =	528,00	365,40	311,20	Σ Q _R =	9,25 l/s
				Σ Q _{RNot} =	21,72 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _R in l/s	Q _{RNot}	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.36	177,00	0,20	35,40	0,10	17,70	253,30	0,90	9,49	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	177,00	35,40	17,70	Σ Q _R =	0,90 l/s
				Σ Q _{RNot} =	9,49 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

$\Sigma Q_r =$	<u>10,07</u>	l/s
$\Sigma Q_r =$	<u>10,97</u>	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	20	1,00	0,90	20	18
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	14	0,40	0,20	6	3
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	0	1,00	0,90		
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	514	0,70	0,60	360	308
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	14	0,40	0,20	6	3
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	177	0,20	0,10	35	18
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	739
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,58
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,47
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	427
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	347
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	34
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,75
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,61
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	705
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,57
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,47
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	4,6

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	739
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m ²	34
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	0,75
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	705
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,57
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m ³	9,8
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,01

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.30

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	20	1,00	20
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	14	0,40	6
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	514	0,70	360
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25	14	0,40	6
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	177	0,20	35
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	739
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	427
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,58

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.30

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

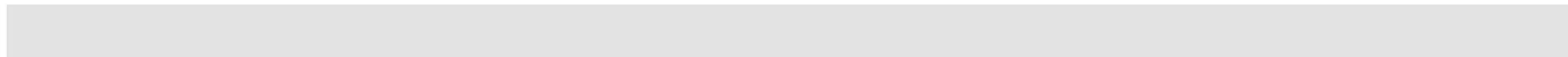
Versickerungsanlage Nr.30

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3			Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i			
Gründächer	14	0,019	F1	5	0,114
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	20	0,027	F2	8	0,243
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	528	0,714	F3	12	9,282
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	177	0,24	F1	5	1,44
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 739$	$\Sigma = 1$			B = 11,08

Die Abflussbelastung B = 11,079 ist größer als G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich!

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

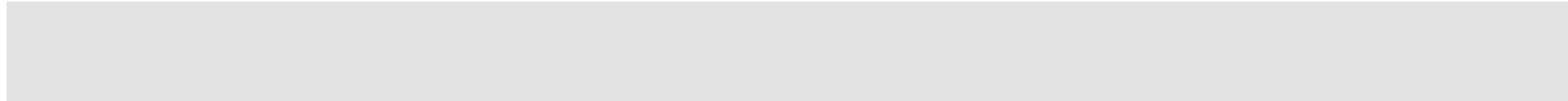


maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$:	$G / B = 10/11,08 = 0,9$
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden ($A_u : A_s \leq 5 : 1$)	D1	0,1
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		$D = 0,1$
Emissionswert $E = B * D$:		$E = 11,08 * 0,1 = 1,11$

Die vorgesehene Behandlung ist ausreichend, da $E \leq G$ ($E = 1,11$; $G = 10$).

Bemerkungen:



Bemessung von Versickerungsbecken mit / ohne Dauerstau Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Beckenbemessung:

Versickerungsanlage Nr.30

Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{\text{dr}}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	739
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,58
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	426
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	12,5
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	9,0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	m^2	113
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,2
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	2,0
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	13,3
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	9,8
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	m^2	18
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	1,0E-05
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	1,0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	8,8E-06
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	120
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	35,3
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	12
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	24
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	m^3/s	0,001
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	m^3/s	0,001
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	m^3/s	0,001
Entleerungszeit	t_E	h	11,9

Bemessung von Versickerungsbecken Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

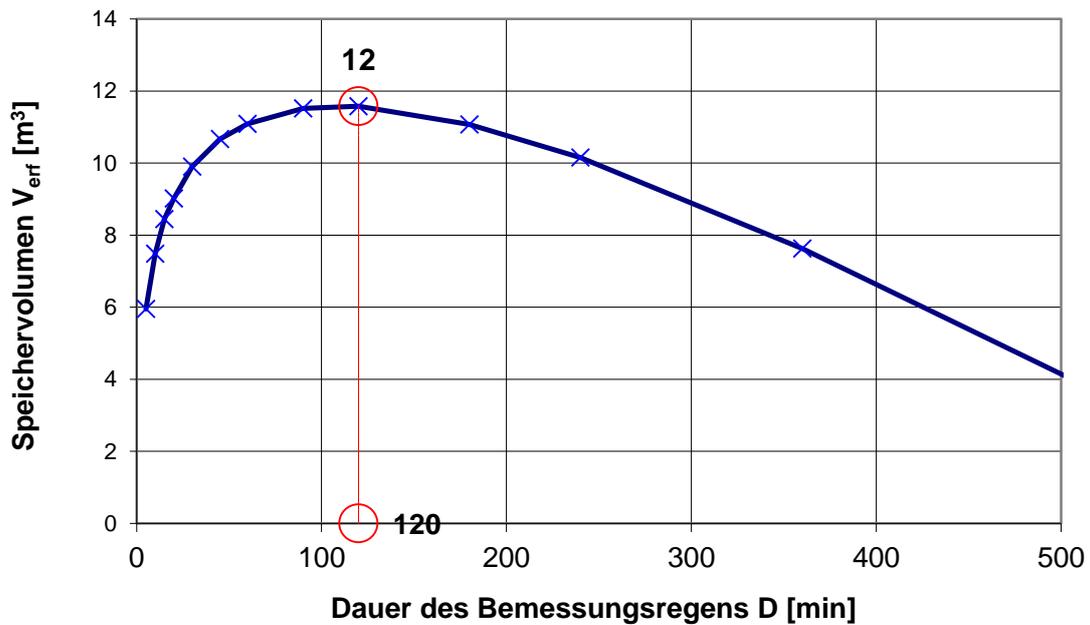
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

V_{eff} [m ³]
6
7
8
9
10
11
11
12
12
11
10
8
3
0
0
0
0
0
0

Versickerungsbecken



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
Versickerungsanlage Nr.44

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Q_r und Q_{Not}

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDES DACHES:

r_{5.5} = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.13.1/2	142,00	0,40	56,80	0,20	28,40	320,00	1,82	6,51	Haus 13 Gründach		
A.13.2	10,00	1,00	10,00	0,90	9,00	320,00	0,32	0,27	Haus 13 Vordach		
A.13.3	5,00	1,00	5,00	0,90	4,50	320,00	0,16	0,13	Haus 13 Balkon		
A.26	21,00	0,40	8,40	0,20	4,20	320,00	0,27	0,96	Fahrradschuppen		

Gesamtfläche [m²] =	178,00	80,20	46,10	Σ Q _r =	2,57 l/s
				Σ Q _{rNot} =	7,88 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
A.13.6	2,00	0,70	1,40	0,60	1,20	253,30	0,04	0,08	Haus 13 Terrasse		
F.27	27,00	0,70	18,90	0,60	16,20	253,30	0,48	1,11	Wegefläche		
F.28	30,00	0,70	21,00	0,60	18,00	253,30	0,53	1,23	Wegefläche		
F.59	6,00	0,40	2,40	0,20	1,20	253,30	0,06	0,29	Rasenfugenpflaster		
F.60	252,00	0,60	151,20	0,50	126,00	253,30	3,83	10,95	Spielplatz		

Gesamtfläche [m²] =	317,00	194,90	162,60	Σ Q _r =	4,94 l/s
				Σ Q _{rNot} =	13,66 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r_{5.2} = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Q _r in l/s	Q _{rNot}	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.56	72,00	0,20	14,40	0,10	7,20	253,30	0,36	3,86	Vegetation		
T.57	131,00	0,20	26,20	0,10	13,10	253,30	0,66	7,02	Vegetation		
T.59	45,00	0,20	9,00	0,10	4,50	253,30	0,23	2,41	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	248,00	49,60	24,80	Σ Q _r =	1,25 l/s
				Σ Q _{rNot} =	13,29 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

$\Sigma Q_r =$	7,51	l/s
$\Sigma Q_r =$	8,76	l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	15	1,00	0,90	15	14
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	163	0,40	0,20	65	33
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	0	1,00	0,90		
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenanteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	59	0,70	0,60	41	35
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	6	0,40	0,20	2	1
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Berechnungsprogramm GRUNDSTÜCK.XLS 1.4.1 © 2023 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77

Lizenznummer: ██████████

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	252	0,60	0,50	151	126
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	248	0,20	0,10	50	25
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	743
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,44
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,31
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	324
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	230
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	178
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	0,45
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,26
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	565
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,43
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,33
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	24,0

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	743
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m ²	178
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	0,45
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	565
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,43
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m ³	10,6
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,02

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.44

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	15	1,00	15
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	163	0,40	65
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	59	0,70	41
	fester Kiesbelag: 0,6	252	0,60	151
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25	6	0,40	2
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	248	0,20	50
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	743
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	324
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,44

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.44

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Versickerungsanlage Nr.44

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3					$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	
Gründächer	163	0,219	F1	5	1,314
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	15	0,02	F2	8	0,18
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	65	0,087	F3	12	1,131
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	248	0,334	F1	5	2,004
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Terrassenflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	252	0,339	F2	8	3,051
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 743$	$\Sigma = 1$			B = 7,68

Die Abflussbelastung B = 7,68 ist kleiner (oder gleich) G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		
Emissionswert $E = B * D$:		

Bemerkungen:

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Rigolenversicherung:

Versickerungsanlage Nr.44

Eingabedaten:

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

Einzugsgebietsfläche	A _E	m ²	743
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ _m	-	0,44
undurchlässige Fläche	A _u	m ²	325
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k _f	m/s	1,0E-05
Breite Kunststoffelement	b _K	mm	800
Höhe Kunststoffelement	h _K	mm	350
Länge Kunststoffelement	L _K	mm	800
Speicherkoefizient Kunststoffelement	s _R	-	0,95
Anzahl Kunststoffelemente, nebeneinander	a _{b_k}	-	3
Anzahl Kunststoffelemente, übereinander	a _{h_k}	-	1
Breite der Rigole	b _R	m	2,4
Höhe der Rigole	h _R	m	0,4
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q _{Dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f _z	-	1,15
anrechenbares Schachtvolumen	V _{Sch}	m ³	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	r _{D(n)}	l/(s*ha)	15,7
erforderliche, rechnerische Rigolenlänge	L	m	11,3
erforderliche Länge Rigole Kunststoff	L_{K,ges}	m	12,0
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	12,80
Anzahl Kunststoffelemente in Längsrichtung	a _{L_K}	-	16
erforderliche Anzahl Kunststoffelemente	a _K	-	48
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V _R	m ³	10,2
versickerungswirksame Fläche	A _{S, Rigole}	m ²	33,0

Dimensionierung Rigole aus Kunststoffelementen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

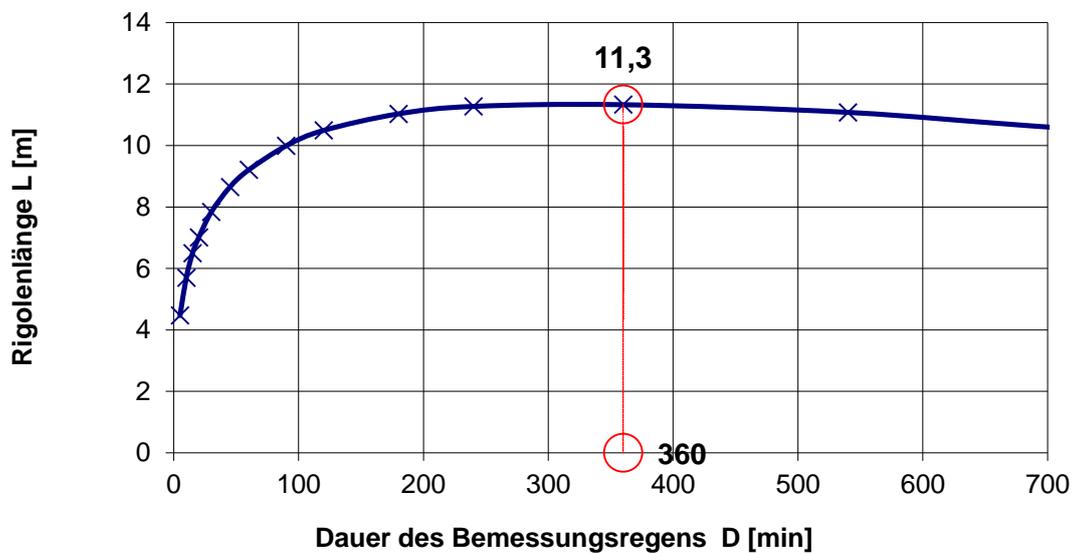
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

L [m]
4,47
5,69
6,49
7,00
7,83
8,65
9,21
9,99
10,49
11,03
11,27
11,33
11,08
10,55
9,64
8,85
6,54
5,22

Rigolenversickerung



Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.44

Eingabedaten:

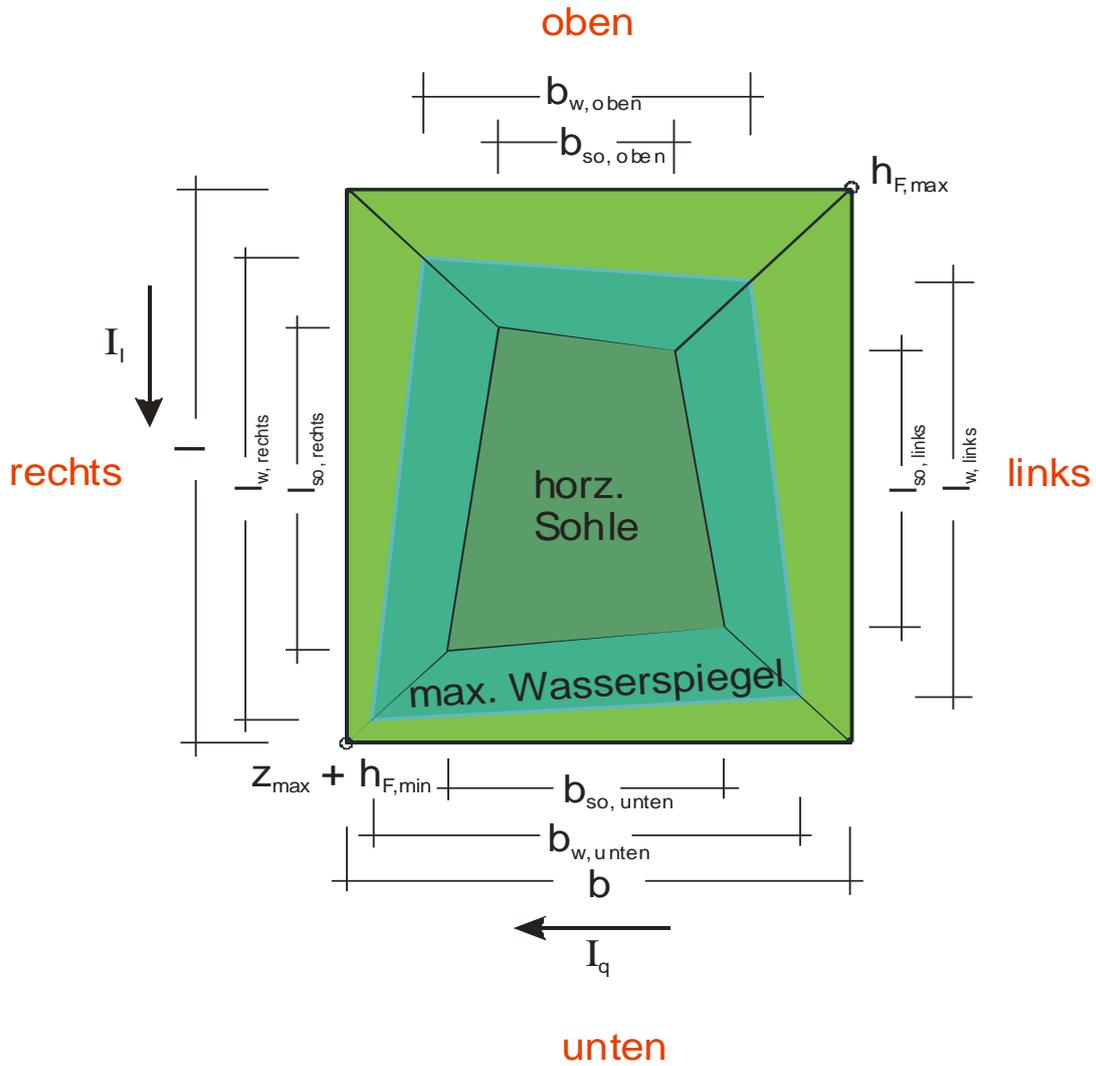
Muldenlänge	l	m	4,0
Muldenbreite	b	m	1,5
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z _{max}	m	0,20
min. Freibord	h _{F,min}	m	
Längsgefälle (Gelände)	I _l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I _q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m³	0,8
Wasserspiegelbreite oben	b_{w, oben}	m	1,5
Wasserspiegelbreite unten	b_{w, unten}	m	1,5
Wasserspiegellänge links	l_{w, links}	m	4,0
Wasserspiegellänge rechts	l_{w, rechts}	m	4,0
Sohlbreite oben	b_{so, oben}	m	0,7
Sohlbreite unten	b_{so, unten}	m	0,7
Sohllänge links	l_{so, links}	m	3,2
Sohllänge rechts	l_{so, rechts}	m	3,2
max. Freibord	h_{F,max}	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.44

Eingabedaten:

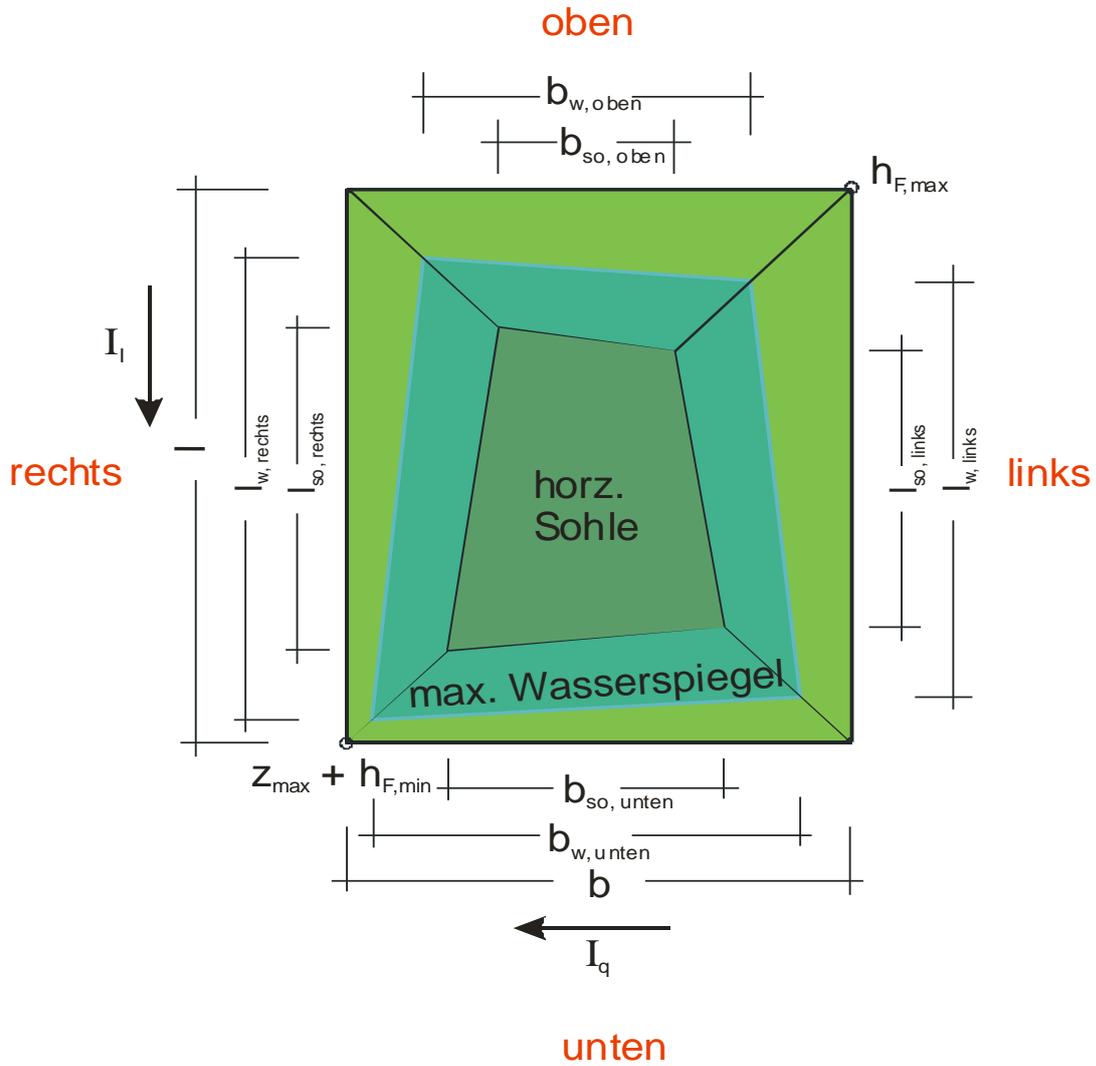
Muldenlänge	l	m	1,5
Muldenbreite	b	m	10,0
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z _{max}	m	0,20
min. Freibord	h _{F,min}	m	
Längsgefälle (Gelände)	I _l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I _q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m³	2,1
Wasserspiegelbreite oben	b_{w, oben}	m	10,0
Wasserspiegelbreite unten	b_{w, unten}	m	10,0
Wasserspiegellänge links	l_{w, links}	m	1,5
Wasserspiegellänge rechts	l_{w, rechts}	m	1,5
Sohlbreite oben	b_{so, oben}	m	9,2
Sohlbreite unten	b_{so, unten}	m	9,2
Sohllänge links	l_{so, links}	m	0,7
Sohllänge rechts	l_{so, rechts}	m	0,7
max. Freibord	h_{F,max}	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.44

Eingabedaten:

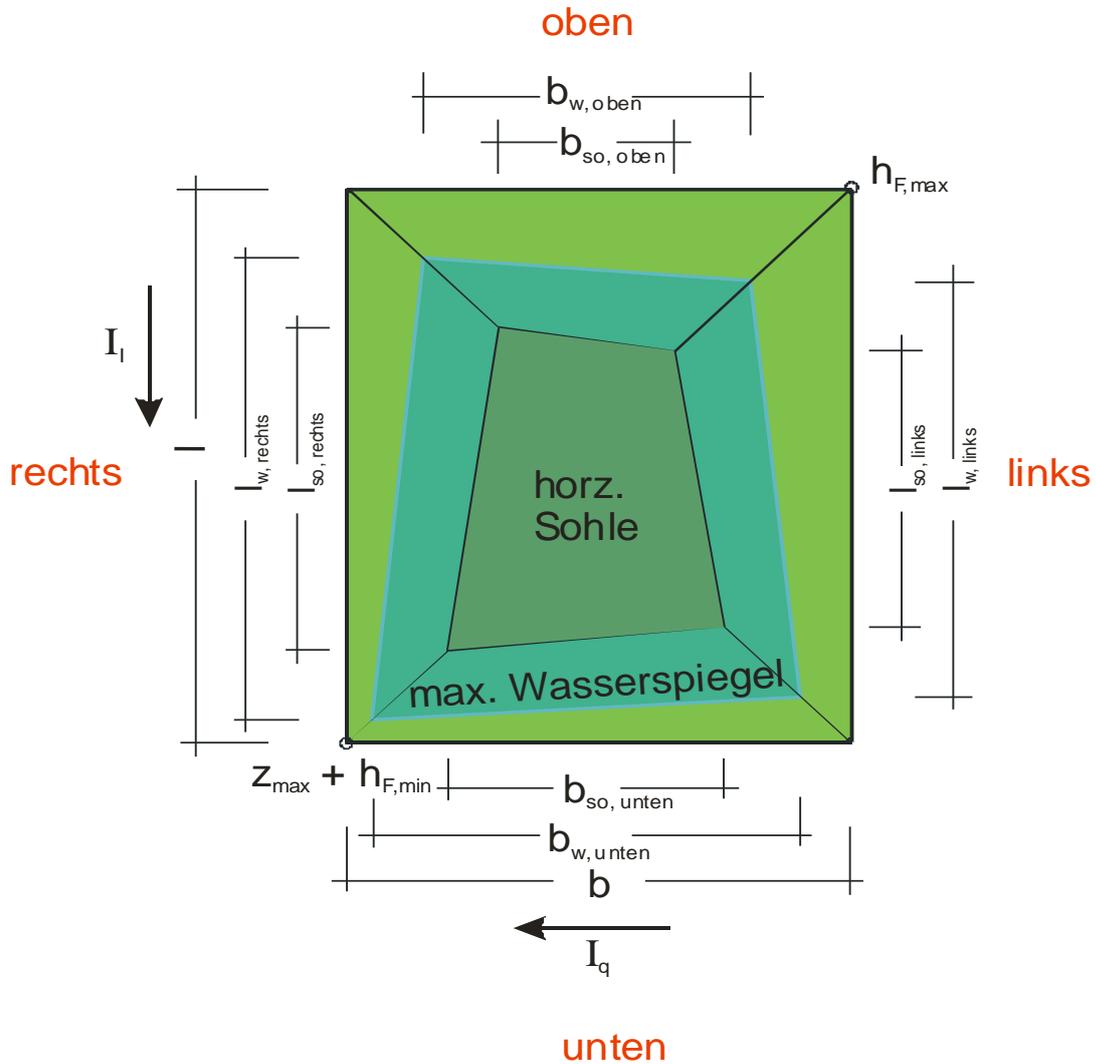
Muldenlänge	l	m	1,5
Muldenbreite	b	m	21,5
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z _{max}	m	0,20
min. Freibord	h _{F,min}	m	
Längsgefälle (Gelände)	I _l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I _q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m³	4,7
Wasserspiegelbreite oben	b_{w, oben}	m	21,5
Wasserspiegelbreite unten	b_{w, unten}	m	21,5
Wasserspiegellänge links	l_{w, links}	m	1,5
Wasserspiegellänge rechts	l_{w, rechts}	m	1,5
Sohlbreite oben	b_{so, oben}	m	20,7
Sohlbreite unten	b_{so, unten}	m	20,7
Sohllänge links	l_{so, links}	m	0,7
Sohllänge rechts	l_{so, rechts}	m	0,7
max. Freibord	h_{F,max}	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Berechnung des verfügbaren Muldenvolumens bei Quer- und Längsgefälle des Geländes und waagerechter Muldensohle

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Muldenversickerung:

Versickerungsanlage Nr.44

Eingabedaten:

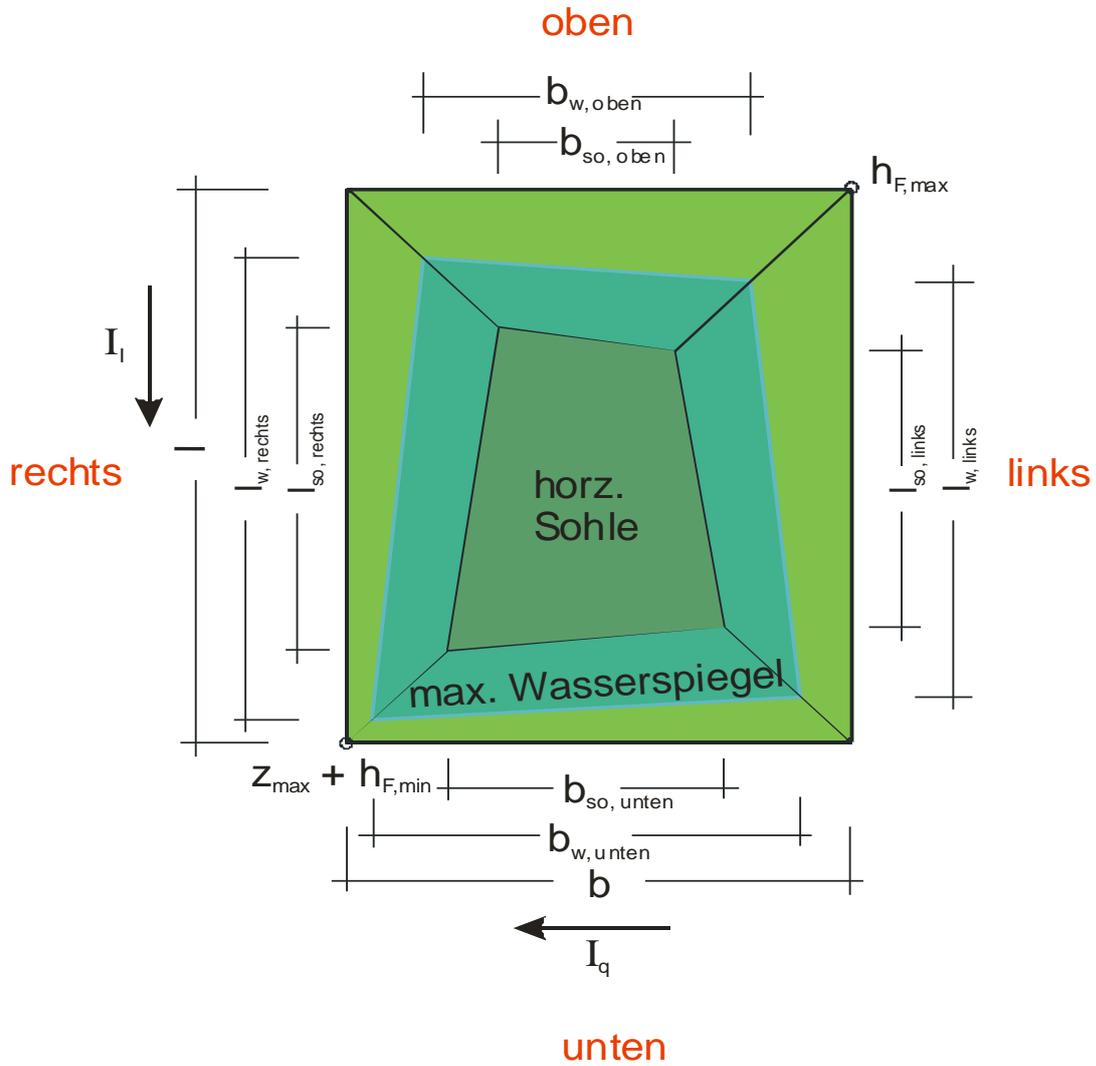
Muldenlänge	l	m	6,5
Muldenbreite	b	m	4,5
Böschungsneigung Mulde	1:m	-	2,0
max. Einstauhöhe	Z _{max}	m	0,20
min. Freibord	h _{F,min}	m	
Längsgefälle (Gelände)	I _l	%	0,0
Quergefälle (Gelände)	I _q	%	0,0

Ergebnisse:

verfügbares Muldenspeichervolumen	V	m³	5,0
Wasserspiegelbreite oben	b _{w, oben}	m	4,5
Wasserspiegelbreite unten	b _{w, unten}	m	4,5
Wasserspiegellänge links	l _{w, links}	m	6,5
Wasserspiegellänge rechts	l _{w, rechts}	m	6,5
Sohlbreite oben	b _{so, oben}	m	3,7
Sohlbreite unten	b _{so, unten}	m	3,7
Sohllänge links	l _{so, links}	m	5,7
Sohllänge rechts	l _{so, rechts}	m	5,7
max. Freibord	h _{F,max}	m	0,20

Bemerkungen:

Muldengeometrie im Gelände mit Längs- und Quergefälle bei waagerechter Muldensohle



Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
 Schönböckener Straße 53-55
 23556 Lübeck
Versickerungsanlage Nr.49

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
 Falkenstraße 11
 23564 Lübeck

Berechnung der abflusswirksamen Regenwasserflächen

Berechnungsgrundlagen Regenwasser

Regenwasserspense für Dachflächen: r5.5		320,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Grundstücksflächen r5.2		253,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis und Notentwässerung r5.100		586,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10.2		161,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15.2		123,30	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r5,30		470,00	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r10,30		301,70	l/(s x ha)
Regenwasserspense für Überflutungsnachweis r15,30		228,90	l/(s x ha)
- QNot für Dachflächen	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Innenhof	C= 0,30	490,70	l/(s x ha)
- QNot für Holzdeck o. ä.	C= 0,50	426,70	l/(s x ha)
- QNot für Spielfläche Innenhof / Grand	C= 0,60	394,70	l/(s x ha)
- QNot für Plattenbelag	C= 0,70	362,70	l/(s x ha)
- QNot für Balkone / Loggien	C= 1,00	266,70	l/(s x ha)

Abflussbeiwerte c nach FLL und DIN 1986-100:

	Spitzenabflussbeiwert	Mittlerer Abflussbeiwert
	Cs	Cm
- Flachdach	Cs= 1,00	Cm= 0,90
- Flachdach Kiesschüttung	Cs= 0,80	Cm= 0,80
- Flachdach extensiv begrünt < 10 cm	Cs= 0,50	Cm= 0,30
- Rasengittersteine häufig befahren	Cs= 0,40	Cm= 0,20
- Rasengittersteine wenig befahren	Cs= 0,20	Cm= 0,10
- Loggien und Balkone	Cs= 1,00	Cm= 0,90

Berechnung der Regenwassermengen Qr und QNot

$$Q_R = A \times r \times C \times \frac{1}{10.000} =$$

Formel (5)

$$Q_{Not} = (r_{(5,100)} - r_{D,T}) * C * \frac{A}{10.000}$$

Formel (7)

ZUSAMMENSTELLUNG DER ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN DES GEBÄUDESDACHES:

r5.5 = 320,00 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.5 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR / NOT
A.15	791,00	1,00	791,00	0,90	711,90	320,00	25,31	21,10	Parkhaus		
A.16	397,00	1,00	397,00	0,90	357,30	320,00	12,70	10,59	Scheune		

Gesamtfläche [m²] =	1.188,00	1.188,00	1.069,20	Σ Qr =	38,01 l/s
				Σ QrNot =	31,68 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER ÄUßEREN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN:

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Regenrohr / NOT	Dimension RR
F.61	32,00	1,00	32,00	0,90	28,80	253,30	0,81	1,07	Container		

Gesamtfläche [m²] =	32,00	32,00	28,80	Σ Qr =	0,81 l/s
				Σ QrNot =	1,07 l/s

ZUSAMMENSTELLUNG DER NICHT BEFESTIGTEN ENTWÄSSERUNGSFLÄCHEN :

r5.2 = 253,30 l/(s x ha)

Fläche	A [m²]	Cs	A x Cs [m²]	Cm	A x Cm [m²]	r 5.2 bzw. r 5.100	Qr in l/s	QrNot	Entwässerungsfläche	Hofablauf	Dimension RR
T.62	352,00	0,20	70,40	0,10	35,20	253,30	1,78	18,87	Vegetation		

Gesamtfläche [m²] =	352,00	70,40	35,20	Σ Qr =	1,78 l/s
				Σ QrNot =	18,87 l/s

Zusammenstellung der Regenwassermengen für das gesamte Grundstück

ohne "nicht befestigte Flächen"
mit "nicht befestigte Flächen"

Σ Qr =	38,82 l/s
Σ Qr =	40,60 l/s

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
1 Wasserundurchlässige Flächen						
Dachflächen						
	Schrägdach: Metall, Glas, Schiefer, Faserzement	1.188	1,00	0,90	1.188	1.069
	Schrägdach: Ziegel, Abdichtungsbahnen	0	1,00	0,80		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Metall, Glas, Faserzement		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Abdichtungsbahnen		1,00	0,90		
	Flachdach mit Neigung bis 3° oder etwa 5 %: Kiesschüttung	0	0,80	0,80		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung (> 5°)	0	0,70	0,40		
	begrünte Dachflächen: Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,20	0,10		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,40	0,20		
	begrünte Dachflächen: Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°)	0	0,50	0,30		
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonflächen		1,00	0,90		
	Schwarzdecken (Asphalt)	32	1,00	0,90	32	29
	befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss	0	1,00	0,80		
Rampen						
	Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und der Befestigungsart		1,00	1,00		
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege)						
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0	0,90	0,70		
	Pflasterflächen, mit Fugenteil > 15 % z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner, fester Kiesbelag	0	0,70	0,60		
	wassergebundene Flächen		0,90	0,70		
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen z. B. Kinderspielplätze	0	0,30	0,20		
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker- / Drainsteine	0	0,40	0,25		
	Rasengittersteine (mit häufigen Verkehrsbelastungen z. B. Parkplatz)	0	0,40	0,20		
	Rasengittersteine (ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehzufahrt)	0	0,20	0,10		

Ermittlung der befestigten (A_{Dach} und A_{FaG}) und abflusswirksamen Flächen (A_u) nach DIN 1986-100

Nr.	Art der Befestigung mit Abflussbeiwerten C nach DIN 1986 Tabelle 9	Teilfläche A [m ²]	C _s [-]	C _m [-]	A _{u,s} für Bem. [m ²]	A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen						
Sportflächen mit Dränung						
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0	0,60	0,50		
	Tennenflächen		0,30	0,20		
	Rasenflächen		0,20	0,10		
3 Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten						
	flaches Gelände	352	0,20	0,10	70	35
	steiles Gelände	0	0,30	0,20		

Ergebnisgrößen	
Summe Fläche A _{ges} [m ²]	1572
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _s [-]	0,82
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _m [-]	0,72
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,s} [m ²]	1290
Summe der abflusswirksamen Flächen A _{u,m} für V _{rrr} [m ²]	1132
Summe Gebäudedachfläche A _{Dach} [m ²]	1188
resultierender Spitzenabflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{s,Dach} [-]	1,00
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Gebäudedachflächen C _{m,Dach} [-]	0,90
Summe der Flächen außerhalb von Gebäuden A _{FaG} [m ²]	384
resultierender Spitzenabflussbeiwert C _{s,FaG} [-]	0,27
resultierender mittlerer Abflussbeiwert C _{m,FaG} [-]	0,17
Anteil der Dachfläche A _{Dach} /A _{ges} [%]	75,6

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 Nachweis mit Gleichung 20

Projekt:

Wohnbebauung an der Schönböckener Straße
Schönböckener Straße 53-55
23556 Lübeck

Auftraggeber:

Grundstücks- Gesellschaft »Trave« mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Eingabe:

$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,T^*)} * (A_{\text{ges}}) - (r_{(D,2)} * A_{\text{Dach}} * C_{s,\text{Dach}} + r_{(D,2)} * A_{\text{FaG}} * C_{s,\text{FaG}})] * D * 60 * 10^{-7}$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	1.572
gesamte Gebäudedachfläche	A_{Dach}	m ²	1.188
Abflussbeiwert der Dachflächen	$C_{s,\text{Dach}}$	-	1,00
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	384
Abflussbeiwert der Flächen außerhalb von Gebäuden	$C_{s,\text{FaG}}$	-	0,27
maßgebende Regendauer außerhalb von Gebäuden	D	min	5
maßgebende Regenspende für D und T = 2 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	253,3
maßgebende Regenspende für D und T* = 100 Jahre	$r_{(D,T)}$	l/(s*ha)	586,7

Ergebnisse:

zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m ³	17,9
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,05

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.49

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	1.188	1,00	1.188
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	32	1,00	32
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1	352	0,20	70
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	1.572
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	1.290
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,82

Bemerkungen:

Versickerungsanlage Nr.49

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

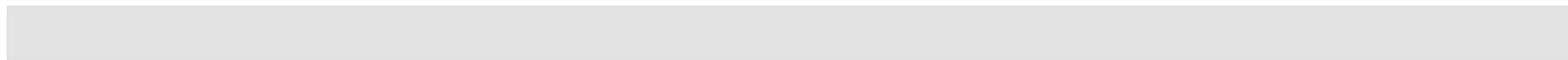
Versickerungsanlage Nr.49

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3					$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m ²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	397	0,253	F2	8	2,277
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Hofflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	32	0,02	F3	12	0,26
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Gärten, Wiesen und Kulturland, mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	352	0,224	F1	5	1,344
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	791	0,503	F3	12	6,539
Siedlungsgebiet mit geringem Verkehrsaufkommen (DTV < 5000 Kfz / 24 h)			L1	1	
	$\Sigma = 1572$	$\Sigma = 1$			B = 10,42

Die Abflussbelastung B = 10,42 ist größer als G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich!

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

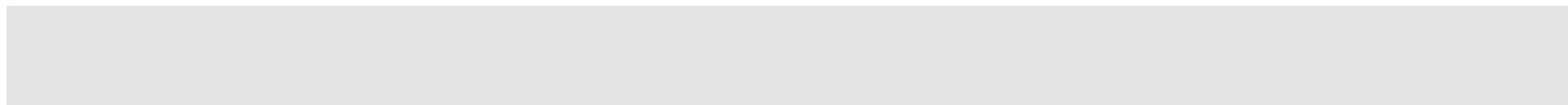


maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	$G / B = 10/10,42 = 0,96$
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	150 $A_u : A_s = 10,5 : 1$

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden ($A_u : A_s \leq 5 : 1$)	D1	0,1
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		$D = 0,1$
Emissionswert $E = B * D$:		$E = 10,42 * 0,1 = 1,04$

Die vorgesehene Behandlung ist ausreichend, da $E \leq G$ ($E = 1,04$; $G = 10$).

Bemerkungen:



Bemessung von Versickerungsbecken mit / ohne Dauerstau Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Auftraggeber:

Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Beckenbemessung:

Versickerungsanlage Nr.49

Eingabedaten:

$$V_{\text{erf}} = [(A_u + L_o \cdot b_o) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{s,m} - Q_{\text{dr}}] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

$$Q_{s,m} = (Q_{s,\text{max}} + Q_{s,\text{min}}) / 2 = [k_{f,m} / 2 \cdot (A_{s,\text{Sohle}} + A_{s,\text{Böschung}}) + k_{f,\text{Sohle}} / 2 \cdot A_{s,\text{Sohle}}] / 2$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	1.572
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,82
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	1.290
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	85,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	1,0
versickerungswirksame Sohlfläche	$A_{s,\text{Sohle}}$	m^2	85
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	0,5
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	1,5
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	86,5
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	2,5
versickerungswirksame Böschungsfläche	$A_{s,\text{Böschung}}$	m^2	131
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,\text{Sohle}}$	m/s	1,0E-05
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,\text{Böschung}}$	m/s	1,0E-06
mittlerer/flächengewichteter Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,m}$	m/s	4,5E-06
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	540
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	11,7
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	49
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	73
vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{min}}$	m^3/s	0,000
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,\text{max}}$	m^3/s	0,000
mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	m^3/s	0,000
Entleerungszeit	t_E	h	44,2

Bemessung von Versickerungsbecken Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

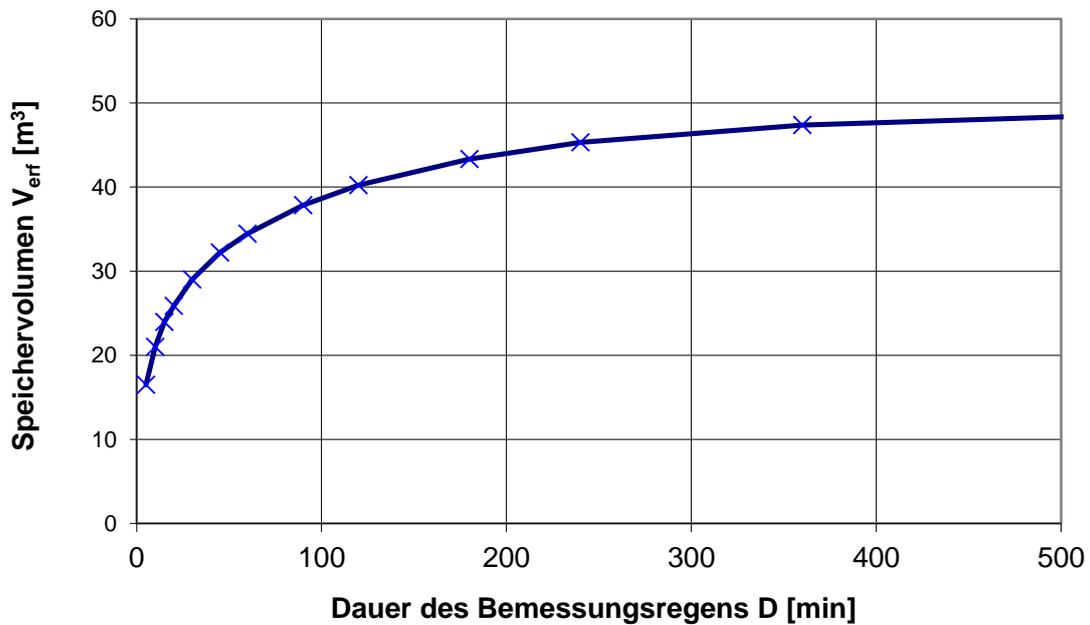
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	320,0
10	205,0
15	156,7
20	127,5
30	96,1
45	71,9
60	58,3
90	43,5
120	35,3
180	26,2
240	21,2
360	15,7
540	11,7
720	9,4
1080	7,0
1440	5,7
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

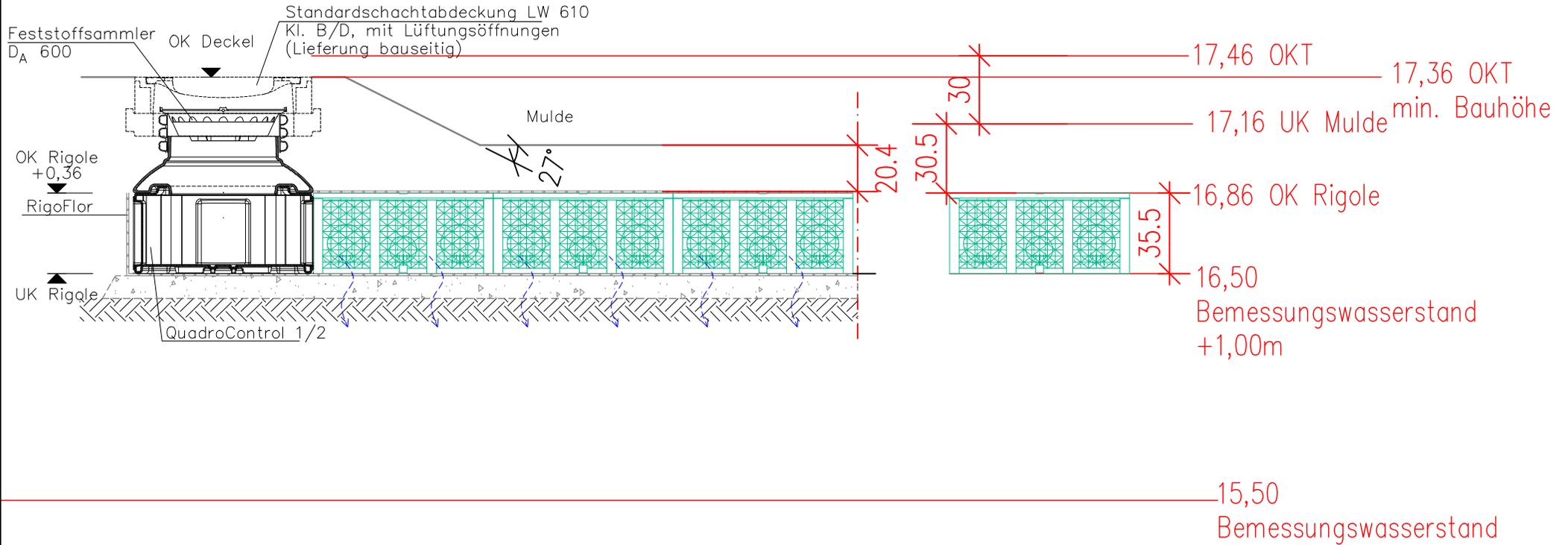
V_{eff} [m ³]
16
21
24
26
29
32
34
38
40
43
45
47
49
48
44
40
11
0

Versickerungsbecken



Längsschnitt A-A

Füllkörperrigole nach DWA-A 138
 Rigofill inspect mit QuadroControl
 Bsp.: 1/2-lagig



Projekt	Schönböckener Str. 53-55 Lübeck
Systemdarstellung Rigolen- Muldenkombination Regenwasserversickerung	

technotherm
 Ing. Büro für techn.
 Gebäudeausrüstung
 Halenstraße 33 · 23568 Lübeck
 tel.: 0451 / 50 230 210 · fax: 50 230 219

Bauherr **TRAVE** Grundstücks-Gesellschaft
TRAVE mbH
 Falkenstraße 11, 23564 Lübeck
 Tel.: 0451 / 7 99 66 - 0
 Fax: 0451 / 7 99 66 - 990
 Z-Nr.: EN_503_LP_ib_4_494_231201

Datum	01.12.2023
erstellt	BES
geprüft	JB

M:	1:25
----	------

Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	23556 Lübeck
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	152
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	76
KOSTRA-Datenbasis	1951-2020

Regendauer D in [min]	Regenspende $r_{(D,T)}$ [l/(s ha)] für Wiederkehrzeiten		
	T in [a]		
	2	30	100
5	253,3	470,0	586,7
10	161,7	301,7	376,7
15	123,3	228,9	286,7
20	100,8	187,5	235,0
30	75,6	140,6	176,1
45	56,7	105,2	131,9
60	46,1	85,6	107,2
90	34,3	63,7	79,8
120	27,8	51,7	64,7
180	20,6	38,4	48,1
240	16,7	31,1	39,0
360	12,4	23,1	28,9
540	9,2	17,1	21,5
720	7,5	13,9	17,4
1080	5,5	10,3	12,9
1440	4,5	8,3	10,4
2880	2,7	5,0	6,3
4320	2,0	3,7	4,6

Regenspenden für Überflutungsnachweis

	T = 30 a	T = 100 a
Regenspende D = 5 min [l/(s*ha)]	470	586,7
Regenspende D = 10 min [l/(s*ha)]	301,7	376,7
Regenspende D = 15 min [l/(s*ha)]	228,9	286,7

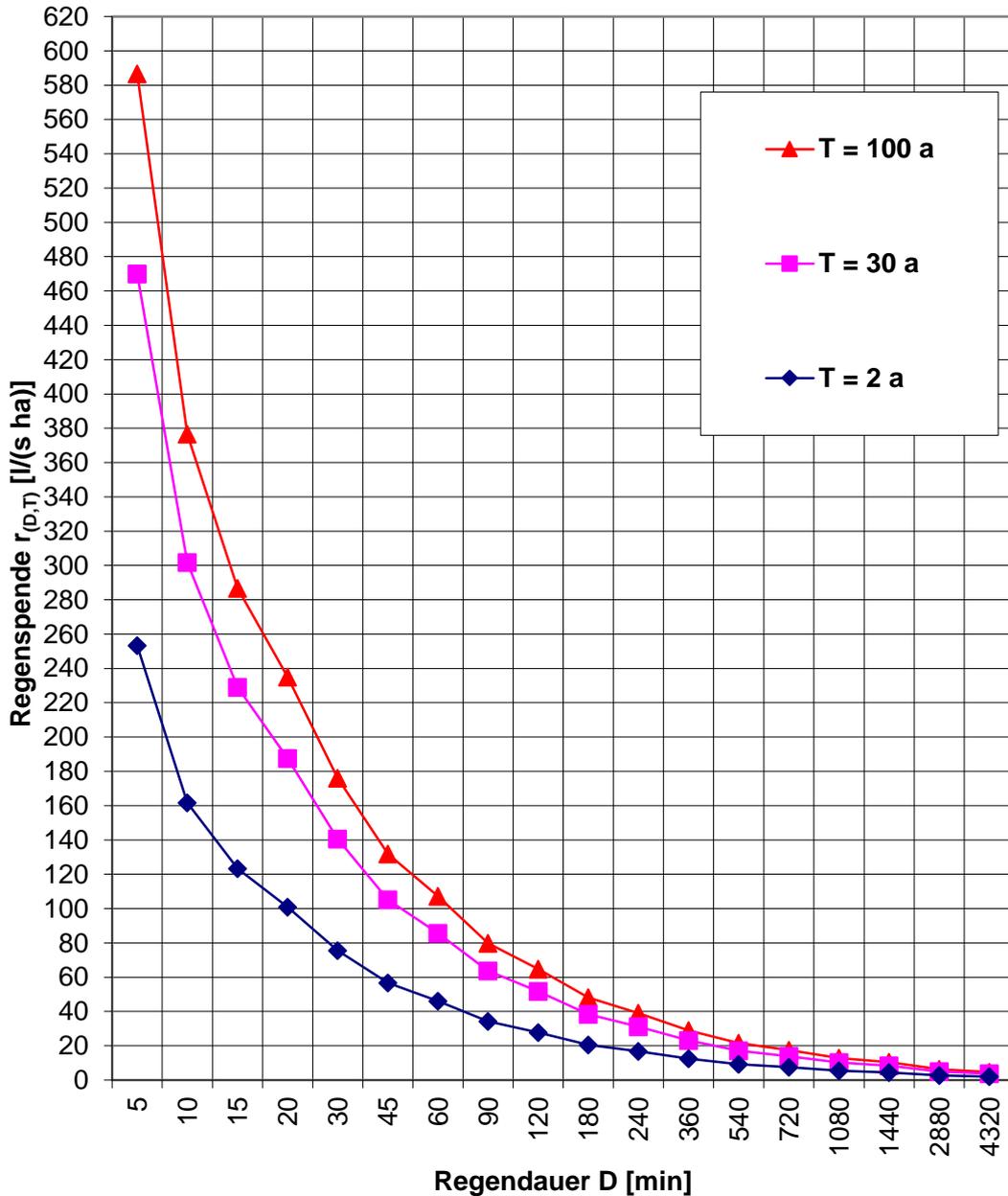
Hinweis:



Örtliche Regendaten

Datenherkunft / Niederschlagsstation	23556 Lübeck
Spalten-Nr. KOSTRA-DWD	152
Zeilen-Nr. KOSTRA-DWD	76
KOSTRA-Datenbasis	1951-2020

Regenspendenlinien



Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz (Zusammenfassung)

Ausgabeprotokoll des Berechnungsprogrammes A-RW 1

Name Bebauungsplan: SBS 53-55
Naturraum: Lübeck
Landkreis/Region: Lübeck (H-9)

Potentiell naturnaher Wasserhaushalt der Gesamtfläche des Bebauungsgebiets (Referenzfläche)

Gesamtfläche: 1,700

a_1 - g_1 - v_1 -Werte:

Abfluss (a_1)		Versickerung (g_1)		Verdunstung (v_1)	
[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]
4,20	0,071	30,80	0,524	65,00	1,105

Einführung eines neuen Flächentyps (Versiegelungsart) bzw. einer neuen Maßnahme für den abflussbildenden Anteil (sofern im A-RW 1 nicht enthalten)

Anzahl der neu eingeführten Flächentypen: keine

Anzahl der neu eingeführten Maßnahmen: keine

Die im Berechnungsprogramm vorhandenen a_2 - g_2 - v_2 -Werte und a_3 - g_3 - v_3 -Werte wurden, mit Ausnahme der Werte für Straßen mit 80% Baumüberdeckung, per Langzeit-Kontinuums-Simulation ermittelt.

Die a-g-v-Werte für die neu angelegten Flächen und Maßnahmen müssen erläutert werden und sind mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Bildung von Teilgebieten

Anzahl der Teileinzugsgebiete: 1

Teilgebiet 1: Luebeck

Fläche: 1,700 ha

Teilfläche	[ha]	Maßnahme für den abflussbildenden Anteil
Flachdach	0,140	Mulden-/Beckenversickerung
Gründach (extensiv) Substratschicht bis 15cm	0,410	Mulden-Rigolen-Element
Pflaster mit dichten Fugen	0,050	Mulden-Rigolen-Element
Pflaster mit offenen Fugen	0,050	Mulden-/Beckenversickerung
Straße mit 80% Baumüberdeckung	0,350	Mulden-/Beckenversickerung

	Abfluss (a)		Versickerung (g)		Verdunstung (v)	
	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]
Potentiell naturnaher Referenz- zustand (Vergleichsfläche)	4,20	0,0714	30,80	0,5236	65,00	1,1050
Summe veränderter Zustand	1,73	0,0294	45,52	0,7739	52,75	0,8967
Wasserhaushalt Zu-/Abnahme	-2,47	-0,0420	14,72	0,2503	-12,25	-0,2083

Der Wasserhaushalt des Teilgebietes Luebeck ist deutlich geschädigt (Fall 2).

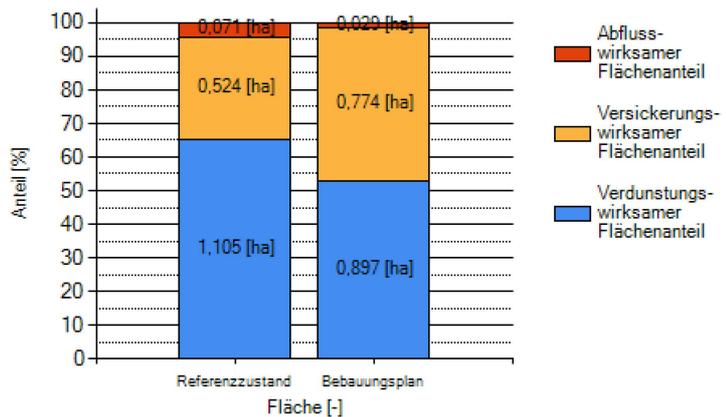
Bewertung des gesamten Baugebietes (Zusammenfassung aller Teilgebiete)

Gesamtfläche: 1,7 ha

	Abfluss (a)		Versickerung (g)		Verdunstung (v)	
	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]
Potentiell naturnaher Referenzzustand (Vergleichsfläche)	4,20	0,070	30,80	0,520	65,00	1,110
Summe veränderter Zustand	1,73	0,030	45,52	0,770	52,75	0,900
Wasserhaushalt Zu-/Abnahme	-2,47	-0,040	14,72	0,250	-12,25	-0,210
Zulässige Veränderung						
Fall 1: < +/-5%	Ja		Nein		Nein	
Fall 2: ≥ +/-5% bis < +/-15%	Ja		Ja		Ja	
Fall 3: ≥ +/-15%	Nein		Nein		Nein	

Die Berechnungen gemäß den wasserrechtlichen Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein (A-RW 1) für das Baugebiet SBS 53-55 ergeben einen deutlich geschädigten Wasserhaushalt. Dies gilt es zu vermeiden!

Das Baugebiet ist dem Fall 2 zuzuordnen.



Berechnung erstellt von:

Name des Unternehmens/Büros

technotherm GmbH
 Ing.-Büro für techn. Gebäudeausrüstung
 Hafensstraße 33 • 23568 Lübeck
 Tel. 0451/502302-0 • Fax 502302-19

Ort und Datum

Unterschrift

Lübeck, 03.07.2023	[Redacted Signature]
--------------------	----------------------

Grundstücks-Gesellschaft „Trave“ mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Lübeck, 19.10.2020


GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie den
allgemeinen Gründungsmaßnahmen im Bereich der geplanten Wohngebietserschließung
in **23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

Inhaltsübersicht:

1. Vorbemerkungen
2. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
 - 2.1 Bodenuntersuchungen
 - 2.2 Grundwasser
 - 2.3 kennzeichnende Eigenschaften der Böden
 - 2.4 Homogenbereiche
 - 2.5 chemische Analysen
3. Bodenklassen und Bodenkennwerte
4. Gründungsberatung
 - 4.1 Gründungsmaßnahmen
 - 4.2 Baugrube, Wasserhaltung
 - 4.3 Trockenhaltung unter Gelände liegender Gebäudeteile
 - 4.4 Niederschlagswasserversickerung
 - 4.5 ausführungstechnische Hinweise

- Anlagen:**
- | | |
|---|---|
| 1 | Bodenprofile, Widerstandsdiagramme und Lage der Untersuchungspunkte |
| 2 | Körnungslinien |
| 3 | chemische Analysebefunde |

1 Vorbemerkungen

Die Grundstücks-Gesellschaft „Trave“ mbH, Lübeck, plant in der Schönböckener Straße 55 eine neue Wohnbebauung mit nicht unterkellerten und teilweise evtl. unterkellerten Gebäuden.

Das Ingenieurbüro Reinberg, Lübeck, wurde in diesem Zusammenhang beauftragt, die örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich des zu bebauenden Grundstückes zu untersuchen, zu beschreiben, die Bodenkennwerte zu ermitteln, diese hinsichtlich der allgemeinen Gründungsmaßnahmen geotechnisch zu beurteilen und eine Gründungsempfehlung abzugeben.

Für die baugrund- und gründungstechnische Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen als pdf-Dateien zur Verfügung:

- Auszug aus dem Liegenschaftskataster, Liegenschaftskarte M. 1:1000;
- Konzeptstudien Schönböckener Straße 55, Konzept A und B von [REDACTED]
- Lageplan M. 1:500 von der Bestandsbebauung vom Juni 1995;
- Auskunft aus dem Altlasteninformationssystem der Hansestadt Lübeck vom 04.08.2020.

Die Planung sieht zum jetzigen Zeitpunkt acht bis neun freistehende, mehrgeschossige Gebäude vor, die teilweise evtl. eine Unterkellerung erhalten. Des Weiteren sind im Bereich der Zuwegung und im nördlichen Grundstücksteil Stellplatzflächen vorgesehen.

Das annähernd ebene Grundstück ist zum Zeitpunkt der Feldarbeiten noch mit über Laubengängen verbundenen Gebäuden und einem freistehenden L-förmigen Gebäude bebaut, welche im Zuge der Neuplanung komplett zurück gebaut werden und der Baugrund enttrümmert wird, weitere Bereiche sind mit Oberboden angedeckt bzw. mit Betonverbundpflaster befestigt.

Konkrete Angaben von aus dem Bauwerk resultierenden und auf den Baugrund einwirkenden Lasten lagen nicht vor.

2 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

2.1 Bodenuntersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 12. + 13.08.2020 auf dem Grundstück, um die vorhandenen Gebäude herum an insgesamt 18 gleichmäßig verteilten Untersuchungspunkten Kleinrammbohrungen (n. DIN 4021/22 475-1, DN 40-80mm) bis in eine Tiefe von maximal 7,0m abgeteuft. Zusätzlich wurden im Bereich der Bohrungen 1, 5, 8, 11, 13 und 16, zur Beurteilung der Tragfähigkeit der angetroffenen Böden, die Widerstandszahlen (N_{10} = Schlagzahlen je 10cm Eindringung) mit der leichten Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094-3, alt) bis in eine Tiefe von 5,0m ermittelt.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind nach einer kornanalytischen Bestimmung der laufend entnommenen Bodenproben als farbige Profile und die Tragfähigkeitskennzahlen als farbig hinterlegte Widerstandsdiagramme auf der beigefügten Anlage 1 zeichnerisch und höhengerecht, auf Meter über Normalhöhennull (müNHN), bezogen, aufgetragen; die Bohransatzpunkte sind dem nebenstehenden Lageplan zu entnehmen. Weiterhin sind die in Feldansprache (n. DIN 4022, T1) ermittelten Konsistenzen der bindigen Böden rechts als Strichmarkierungen dargestellt. Die nach dem Bohrende im Bohrloch gemessenen Grundwasserstände (Stichtagsmessung) sind links an den Bodenprofilen in blau angetragen; wasserführende Bodenschichten sind mit einem senkrechten blauen Strich und nasse Böden mit einem blauen u gekennzeichnet.

Es hat sich der nachfolgend beschriebene, sehr gleichmäßige Bodenaufbau ergeben:

An der Geländeoberkante wurde an den Untersuchungspunkten 1, 2, 6, 9, 10, 12 bis 17 eine z.T. sehr mächtige 0,5 bis 1,5m starke, schluffige, sandige, schwach kiesige, humose Oberbodendeckschicht vereinzelt mit Bauschuttresten angetroffen.

An den Bohrpunkten 4, 5, 7, 8 befindet sich an der Geländeoberkante ein 8cm starkes Betonverbundpflaster. Darauf folgen an diesen Punkten sowie an der Geländeoberkante der Bohrungen 3, 11 und 18 und unterhalb des Oberbodens am Punkt 10 ca. 12 – 75cm starke, aufgefüllte Böden als Sand-Kies- und Sand-Schluff-Gemische mit schwach humosen bis humosen Lagen und einer schwach schluffigen, sandigen gebrochenen Gesteinskörnung (Schotter).

Unterhalb der aufgefüllten Böden befinden sich an den Untersuchungspunkten 4, 5, 8, 10 und 18 „alter“ (überschütteter) schluffiger, sandiger, humoser Oberboden.

Danach wurden an allen Untersuchungspunkten bis in Tiefen von minimal 2,6 und maximal z.T. bis zur Erkundungsendteufe von 5,0m bzw. 6,8m unter Gelände gewachsene Sande festgestellt. Die Sande setzen sich kornanalytisch aus überwiegend schwach schluffigen, z.T. schwach mittelsandigen bis mittelsandigen Feinsanden und vereinzelt aus schwach schluffigen bis schluffigen, schwach grobsandigen Fein- und Mittelsanden, kiesigen Fein- bis Grobsanden z.T. mit Schluff-, humosen und grobsandigen Lagen zusammen. Die Lagerungsdichte der Sande ist nach den festgestellten Widerstandszahlen als überwiegend mindestens mitteldicht gelagert festgestellt worden. Für die anderen Untersuchungspunkte gelten, dem Bohrfortschritt nach, im Analogschluß mindestens gleiche Tragfähigkeiten. Im Bereich der Grundwasserwechselzone sind die Sande z.T. locker gelagert.

Bis zur Erkundungsendtiefe bzw. zwischengelagert im Bereich der Bohrungen 11 und 15 wurden bindige Böden als entkalkter Beckenschluff (BU) vereinzelt mit nassen Feinsand-Streifen in weich-steifer Zustandsform und kalkhaltiger Geschiebemergel (Mg) ebenfalls vereinzelt mit nassen Sand-Streifen in steifer Zustandsform.

Von charakteristischen Bodenproben wurden, zur Bestimmung weiterer Kenndaten, im bodenmechanischen Labor des Unterzeichners an fünf Labormischproben die Körnungslinien durch Nasssiebanalysen (n. DIN 18123-5) ermittelt, die als Durchgangssummenkurven im einfachlogarithmisch geteilten Koordinatensystem auf der Anlage 2 dargestellt sind. Die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k [m/s] der Böden wurden rechnerisch nach *Beyer* aus dem Körnungskurvenverlauf ermittelt, gelten bei Wassersättigung und sind ebenfalls der Anlage 2 zu entnehmen.

Nach einer organoleptisch/ sensorischen Ansprache wurden die zur chemischen Analyse ausgewählten anthropogen beeinflussten Bodenproben bis zur Übergabe an Eurofins Umwelt Nord GmbH, NL Schwentinental, in Glasbehältern gekühlt verwahrt, s. Abschnitt 2.5.

Weitere Einzelheiten zu den Baugrundverhältnissen sind aus der beigefügten Anlage 1 ersichtlich.

2.2 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten das innerhalb der Sande hydraulisch korrespondierende Grundwasser in Tiefen von 1,8 bis 3,9m unter Gelände bzw. +15,0 bis +13,5mNHN angetroffen. Am Punkt 6 wurde Stauwasser in einer Tiefe von 2,9m unter Gelände bzw. +14,6mNHN festgestellt, dieses resultiert aus den nassen Sand-Streifen des bindigen Bodens (Nichtwasserleiter) und stellt im Bohrloch eingestautes Wasser dar; sich frei bewegendes Grundwasser ist innerhalb der bindigen Bodenschichten (BU/Mg) lediglich in den vorhandenen Sand-Streifen möglich. Am Untersuchungspunkt 11 wurde auf dem Beckenschluffstreifen aufgestautes Niederschlagswasser festgestellt, ein Grundwasserspiegel oberhalb des BU-Streifens ergibt sich hieraus nicht, daher wurde der nasse Sand mit blauen u's markiert.

Aufgrund von klimatischen bzw. witterungsbedingten Einflüssen ist mit einem Grundwasseranstieg von bis zu 0,8m zu rechnen.

Demnach wird der Bemessungswasserstand (HGW) +15,8mNHN und der mittlere höchste Grundwasserstand auf +15,5mNHN (MHN) festgelegt.

Zur chemischen Beurteilung des Grundwassers hinsichtlich seiner betonangreifenden Zusammensetzung ist auf die Entnahme eine Wasserprobe und Analyse nach den Vorgaben der DIN 4030 (Beurteilung von beton- u. stahlangreifender Wasser, Böden und Gase) im Vorwege verzichtet worden, da aufgrund der Erfahrung bei Projekten in der näheren Umgebung für die Bemessung der Bauteile aus Beton die Expositionsklasse XA1 (schwach angreifend) ermittelt wurde und auch hier mit auf der sicheren Seite liegend angenommen werden kann.

Bei unterkellelter Bauweise wäre für einen Antrag für die Erlaubnis zur Grundwasserentnahme (temporäre Grundwasserabsenkung) oder für eine Einleitung ins öffentliche Regenwassersiel dementsprechende chemische Untersuchungen des Grundwassers vor dem Beginn der Maßnahmen zu veranlassen.

2.3 Kennzeichnende Eigenschaften der Böden

Der Oberboden genießt einen besonderen Schutz (Mutterbodenschutzgesetz gemäß BauGB §202) und ist unterhalb bebauter Flächen (auch Garagen, Stellplätze und Verkehrsflächen) zum Beginn der Bauarbeiten generell abzutragen und zur Wiederverwendung seitlich in geeigneten Mieten zu lagern. Der Oberboden ist nach DIN 18300:09.2016 ein eigener **Homogenbereich (O1)**; er ist in der Ausschreibung nach der

DIN 18915:06.2017 (Entwurf, Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 18320:09.2016 (Landschaftsbauarbeiten) zu berücksichtigen.

Die aufgefüllten Sand-Schluff-/Sand-Kies-Gemische sind grundsätzlich tragfähig und neigen im verdichteten Zustand zu nur geringen Verformungen. Der Bauschuttanteil des aufgefüllten Bodens beträgt ≤ 10 Vol.-%. Die Wasserleitfähigkeit ist nach DIN 18 130, Tab. 1 (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit), je nach Verunreinigungsgrad mit Feinkornanteilen, mit schwach durchlässig bis durchlässig (10^{-8} - 10^{-4} m/s) zu beschreiben. Diese Böden werden im trockenen Zustand in den **Homogenbereich (B1)** (von Geländeoberkante/Unterkante Oberboden/ Unterkante Befestigung bis zur Schichtgrenze) zugeordnet. Diese Böden werden bei der Baumaßnahme ausgesetzt und sind von der Baustelle vollständig zu entfernen und einer geordneten Verwertung zu zuführen.

Die überwiegend angetroffenen gewachsenen Feinsande, in mindestens mitteldichter Lagerung, sind als tragfähig zu beschreiben. Kornumlagerungen bzw. Setzungen treten rasch unmittelbar nach den Belastungen aus dem Rohbau bzw. den angepassten Verdichtungsarbeiten ein. Die Wasserleitfähigkeit ist nach DIN 18 130, Tab. 1 (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit), je nach Verunreinigungsgrad mit Feinkornanteilen, als durchlässig (10^{-4} - 10^{-6} m/s) zu beschreiben. Diese Böden im trockenen Zustand sind dem **Homogenbereich (B1)** (ab Uk. Oberboden/Auffüllungen bis zum Gründungshorizont/ Grundwasserstand) zuzuordnen. Im wassergesättigten Zustand sind diese in den **Homogenbereich (B2)** (ab Grundwasserstand/ Bemessungswasserstand bis zum Gründungshorizont) einzuordnen.

Die gewachsenen bindigen Böden als Beckenschluff (BU) und Geschiebemergel (Mg) angesprochen, sind in der angetroffenen weich-steifen bis steifen Zustandsform grundsätzlich tragfähig, neigen jedoch unter neuer ständiger Last zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Sie sind dem **Homogenbereich (B3)**, der sich ab der Unterkante der Sande bis zur notwendigen Eingriffstiefe erstreckt, zuzuordnen. Aufgrund der Kornzusammensetzung (hoher Feinkornanteil) sind sie sehr schwach wasserdurchlässig (n. DIN 18 130, Tab. 1) sowie ausgeprägt frost- und wasserempfindlich. Bei Wasserzutritt und/ oder bei dynamischer Beanspruchung, z.B. durch Radlasten von Baufahrzeugen verlieren diese Böden infolge Gefügeveränderung ihre Festigkeit und weichen völlig auf.

In den bindigen Geschiebeböden ist insbesondere am Übergang zwischen den Sanden und dem Geschiebemergel/-lehm mit einem Anteil ≥ 30 M.-% an Kiesen und Steinen bis zur Geröllgröße zu rechnen; die auch in Linsenbildung (konzentrierter Anhäufung) anstehen können.

2.4 Homogenbereiche (n. VOB, Teil C, DIN 18300:09.2016)

Für die hier auszuführenden Erdarbeiten sind nach o.a. Norm alle beschriebenen Homogenbereiche maßgebend, die sich über die gesamte Baufläche (ab Geländeoberkante bis zum Gründungshorizont) erstrecken.

Das vorhandene Grundwasser in den gewachsenen Sanden des Homogenbereiches B2 (ab Bemessungswasserstand bis zum Gründungshorizont) muss vor Beginn der allgemeinen Erdbaumaßnahmen (bei unterkellerter Bauweise) zur Herstellung der Gründungselemente mit einer offenen/ geschlossenen Grundwasserhaltung abgesenkt und abgeleitet werden. Dabei ist das Erdplanum trocken zu halten und vor Frosteintrag zu schützen. Dennoch oberflächlich aufgeweichte Bodenbereiche sind durch grobkörnigen Boden (Sand-Kies-Gemisch n. DIN 18 196, $D_{Pr} \geq 98 \%$) zu ersetzen.

Die anstehenden Böden sollten generell mit kettengeführten Hebezeugen (Bagger bis ca. 10t mit baubetriebsüblichen Schaufeln) gelöst und geladen werden. Größere Bagger und Hebezeuge insbesondere innerhalb der Baugrube, spätestens ab ca. 0,5m über der Aushubsohle (Umlagerung der Aushub und Einlageböden, Empfindlichkeit der bindigen Böden), sind mit einem Kettenlaufwerk auszustatten. Ebenso ist es ratsam für notwendige Bodentransporte auch wendige Fahrzeuge (z. B. 3- und 4-Achser mit Allradantrieb) zu wählen bzw. temporäre Baustraßen anzulegen.

Der Bodenaushub im Bereich der bindigen Böden (Homogenbereich B3) hat in rückschreitender Arbeitsweise mit einem Bagger mit einer geraden Schaufelschneide (keine Zähne) so zu erfolgen, dass der Beckenschluff/Geschiebemergel (BU/Mg) in den Gründungsebenen nicht gestört wird. Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der im Gründungsbereich anstehenden frost- und witterungsempfindlichen bindigen Böden durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser, Frosteintrag oder durch die mechanische Einwirkung von Baufahrzeugen nicht beeinträchtigt wird.

Da die neue Nomenklatur bzw. die Umsetzung bei den Erd- und Straßenbauunternehmen erfahrungsgemäß bis zu diesem Zeitpunkt kaum Berücksichtigung gefunden haben wird, werden unter dem Abschnitt 3, Bodenklassen- und Kennwerte, die „alten“ Bodenklassen ebenfalls angegeben. Die zugehörigen „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 17“ berücksichtigen bereits die Homogenbereiche.

2.5 chemische Analysen

Von den im Baufeld angetroffenen aufgefüllten und gewachsenen Sanden (z.T. für den Bodenaushub einer eventuellen Unterkellerung) wurden nach Ansprache und organoleptischer Begutachtung insgesamt zwei Mischproben zusammengestellt und dem chemischen Labor Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentinental, zur Analyse nach LAGA-TR Boden, und Deponie Verordnung (DepV) übergeben.

Die Mischproben setzen sich wie folgt zusammen:

MPB1: aufgefüllte Böden aus den Bohrungen 2, 3, 5, 7, 10, 18/ Tiefen von 0,5-1,2, 0,0-0,6, 0,2-0,6, 0,3-0,65, 0,6-0,95, 0,0-0,75m, LAGA Zuordnungsklasse = Z1.1, DepV = DK0, Ergebnisse s. Anlage 3;

MPB2: gewachsene Sande aus den Bohrungen 3, 4, 5, 8, 17/ Tiefen von 0,6-2,0, 0,9-2,0, 0,6-1,3, 0,5-2,2, 1,4-3,0m, LAGA Zuordnungsklasse = Z0/Z0*, DepV = DK0, Ergebnisse s. Anlage 3.

Ausweislich der Untersuchungsergebnisse sind die aufgefüllten Böden der Mischprobe **MPB1** aufgrund des erhöhten TOC-Gehaltes der Zuordnungsklasse Z1.1 zuzuordnen, die gewachsenen Böden der Mischprobe **MPB2** ist unauffällig und somit der Zuordnungsklasse Z0/Z0* einzuordnen.

Grundsätzlich ist anfallender Bodenaushub, unter Beachtung der Vorgaben des LAGA Merkblattes 20, einer Verwertung/ Entsorgung zuzuführen. Eine Verwertung innerhalb der Baumaßnahme unter Beachtung der Vorgaben des o.a. Merkblattes ist zu bevorzugen. Aufgrund dieser Untersuchungen ist anfallender Bodenaushub aus dem Bereich der **MPB2** einer Verwertung in der Einbauklasse 0 (uneingeschränkter Einbau) und der **MPB1** in die Einbauklasse 1 (eingeschränkter offener Einbau) grundsätzlich möglich.

Bei einer Beseitigung, wenn eine Verwertung nachweislich nicht möglich ist, können die Materialien einer Deponie der Deponieklasse 0 angedient werden.

Die weiteren gewachsenen Böden zeigten bei der organoleptisch/sensorischen Ansprache keine Auffälligkeiten und können demnach im Bereich der Baumaßnahme ebenfalls wiederverwendet werden.

3 Bodenklassen und Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und aus der Erfahrung folgende gewogene bodenmechanische charakteristische Kennwerte angesetzt werden. Weiterhin werden für Ausschreibungen nach neuer und alter VOB, Teil C, DIN 18300:09.2016 bzw. 09.2012 die Homogenbereiche und „alten“ Bodenklassen angegeben:

Oberboden:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	O1
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	1
Bodengruppe n. DIN 18196:	OH

Auffüllungen:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B1
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	3
Bodengruppe n. DIN 18196:	A [Kies, Sand, Schluff, Bauschuttreste, schwach humos]
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F1-F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' = 18/10\text{kN/m}^3$

Sande, gewachsen, mitteldicht:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B1, 2
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	3
Bodengruppe n. DIN 18196:	SE-SU
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F1 (nicht frostempfindlich)
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' = 18/10\text{kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	$\varphi_k = 32,5^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 0\text{kN/m}^2$
Steifemodul:	$E_{S,k} = 40\text{MN/m}^2$

Beckenschluff (BU), weich-steif:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B3
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	4, 2 (wenn durch Wasserzutritt bzw. dynamischer Belastung der Boden in seinem Gefüge zerstört wird und dann den „Fließenden Bodenarten“ zuzuordnen ist)
Bodengruppe n. DIN 18196:	UL-UM
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F3(sehr frostempfindlich)

Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' =$	20/10kN/m ³
Scherfestigkeit:	$\varphi_k =$	22,5°
Kohäsion:	$c_k =$	7,5kN/m ²
Steifemodul:	$E_{S,k} =$	20MN/m ²

Geschiebemergel (Mg), steif, gewachsen:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B3	
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	4, 2	
Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*-TL	
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F3(sehr frostempfindlich)	
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' =$	21/11kN/m ³
Scherfestigkeit:	$\varphi_k =$	27,5°
Kohäsion:	$c_k =$	10kN/m ²
Steifemodul:	$E_{S,k} =$	35MN/m ²

4 Gründungsberatung

Im Sinne der DIN 1054:2010-12 ist für die Baumaßnahme im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund mit dem Nachweisverfahren 2 die Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2, mittlerer Schwierigkeitsgrad) und die Bemessungssituation BS-P maßgebend. Größere Bodenaustauschmaßnahmen unterhalb der Gründungssohlen werden nicht erforderlich. Eine Wasserhaltung bzw. Grundwasserabsenkung während der Baugrubenherstellung bis zur Auftriebssicherheit (s. a. Grundwasser) bei unterkellerten Gebäuden ist notwendig und zu planen.

Gründungsmaßnahmen

a) nicht unterkellerte Gebäude

Die unter dem, auch dem überbauten („alten“), Oberboden bzw. den aufgefüllten Böden in der frostfreien Gründungsebene ($t \geq 0,80\text{m}$) anstehenden gewachsenen Sande sind für die Ausführung einer Flachgründung im Bereich nicht unterkellerten Gebäude als geeignet einzustufen. Nach dem Abtrag des Oberbodens und der Auffüllungen bzw. dem weiteren Bodenaushub ist die gestörte Aushubebene evtl. unter Wasserzugabe nachzuverdichten.

Für notwendige Gelände- und Baugrubenauffüllungen ist ausschließlich ein schluffarmes Sand-Kies-Gemisch (SW n. DIN 18 196 mit Korndurchmesser $D = 0,063\text{mm} \leq 5\text{M.-%}$ und $D \geq 2\text{mm} \geq 20\text{M.-%}$, $k\text{-Wert} \geq 1 \times 10^{-4}\text{m/s}$) lagenweise verdichtet ($D_{Pr} \geq 98 \%$), unter

Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels von 45° ab Fundamentaußenkanten, zu verwenden.

Alsdann können für vertikal und zentrisch belastete Streifenfundamente die in der nachfolgenden Tabelle angegebene Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes R_d [kN/m] bzw. $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] angenommen werden; für Einzelfundamente können im Analogschluß mindestens die angegebenen Grundbruchwiderstände angenommen werden. Im Sinne der DIN 1054:2010-12 ist für die Baumaßnahme im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund die Geotechnischen Kategorie 1 (GK 1 = geringer Schwierigkeitsgrad) und die Bemessungssituation BS-P für die ständigen und regelmäßig auftretenden veränderlichen Einwirkungen maßgebend.

Streifenfundament, vertikal zentrisch belastet, Einbindung $t \geq 0,80m$

Fundament-		Grundbruchwiderstand R_d [kN/m] / $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzungen [cm]
länge a [m]	breite b bzw. b'		
10,0	0,3	94 / 314	0,3
10,0	0,4	133 / 334	0,5
10,0	0,5	177 / 354	0,6
10,0	0,6	224 / 374	0,8

Bei Anwendung der angegebenen Tabellenwerte und Berücksichtigung der o.a. Maßnahmen sind keine konstruktionsschädlichen Setzungsunterschiede bei einem Gesamtsetzungsmaß von $s \leq 1cm$ zu erwarten. Zur Minimierung der Verformungsdifferenzen sind die Fundamentabmessungen anhand der angegebenen Werte von dem Aufsteller der statischen Berechnung bauwerksverträglich zu bestimmen.

Bei außermittig belasteten Fundamenten sowie bei Horizontalbelastungen, die größere als die o.a. mittleren Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes ergeben, ist die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017, Teil 2 gesondert nachzuweisen.

Für die Gründung des Erdgeschoßfußbodens (Stahlbetonsohlplatte) auf einem mindestens 0,25m starken, verdichteten Kies- Sand-Gemisch (GW n. DIN 18 196, Kornanteile $D \geq 2mm \geq 40M.-%$ und $D = 0,063mm \leq 5M.-%$, Verdichtungsanforderung: $D_{Pr} \geq 98%$) kann der charakteristische mittlere Bettungsmodul mit $k_{s,k} \leq 30MN/m^3$ angesetzt werden. Bei lastabtragenden Wänden, die ohne örtliche Verstärkung auf der Stahlbetonsohlplatte

abgesetzt werden, sind die Lasten über ideale Fundamente mit entsprechender Bewehrung in den Baugrund zu übertragen.

b) unterkellerte Gebäude

Die Gründungsebene der Kellergeschosse von unterkellerten Gebäuden (ca. 3,0m unter Gelände) liegt überwiegend in den gewachsenen Sanden und vereinzelt in den bindigen Böden (Geschiebemergel), welche unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise, für eine Ausführung einer Flachgründung auf Streifen-, Einzelfundamenten bzw. einer elastisch gebetteten Stahlbetonsohlplatte geeignet sind.

Um einen tieferen Eingriff in den Baugrund durch eine Gründung auf Streifen- u. Einzelfundamenten zu vermeiden, wird als Gründungselement eine Stahlbetonsohlplatte empfohlen.

Alsdann kann für die weiteren Planungen von Kellersohlen aus Stahlbeton ein durch Nebenrechnungen und unter Berücksichtigung der Vorbelastung bzw. Aushubentlastung sowie vorbehaltlich einer genauen Setzungsberechnung mit den Lasten aus der Statik, ein mittlerer Bettungsmodul von $k_{s,k} \leq 35 \text{MN/m}^3$ angesetzt werden. Zur Ausbildung des äußeren Randbereiches der Stahlbetonsohlplatte unterhalb der Kelleraußenwände, sollte der Überstand der Stahlbetonsohlplatte mindestens 0,10m betragen. Bei lastabtragenden Wänden, die ohne örtliche Verstärkung auf der Stahlbetonsohlplatte abgesetzt werden, sind die Lasten über ideale Fundamente mit entsprechender Bewehrung in den Baugrund zu übertragen; für bewehrte Sohlplatten ist nach der Betonaushärtung grundsätzlich keine Grundbruchgefahr zu besorgen. Setzungen treten aufgrund der Aushubentlastung bzw. Vorbelastung lediglich in sehr geringem Maß $s \leq 0,5 \text{cm}$ ein. Demnach sind, bei anzustrebender gleichmäßiger Lastverteilung innerhalb der Stahlbetonsohlplatte, keine konstruktionsschädlichen Winkelverdrehungen zu erwarten.

Auftrieb ist bis zu dem o.a. Bemessungswasserstand bzw. bis zu evtl. entlastenden Kelleröffnungen (z. B. offene Fenster, o.ä.) zu berücksichtigen.

Bei unterhalb der Sohlplatte notwendigen Einzelfundamenten ist das theoretische unterschiedliche Setzungsverhalten (Einzelfundament- > Sohlplattensetzung) zu beachten (getrennte Stützenfuge elastisch abdichten). Theoretisch stellt sich eine weich verlaufende Setzungsmulde im Stützenbereich ein.

Als Auflager der Stahlbetonsohlplatte ist ein mindestens 0,25m starkes, verdichtetes Kies-Sand-Gemisch (GW n. DIN 18 196, s. o., Verdichtungsanforderung: $D_{Pr} \geq 98\%$) vorzusehen.

4.2 Baugrube, Wasserhaltung

Zur Herstellung von Baugruben für unterkellerte Gebäude wird eine temporäre Grundwasserabsenkung bis auf mindestens 0,5m unter Uk. Gründungsebene notwendig, da wassergesättigte Sande ausfließen und standsichere Baugrubenböschungen bzw. Baugrubenverbau (Trägerbohlwand, Spundwand) nicht ausführbar sind.

Der Erfolg der Absenkung ist vor dem Beginn der Erdarbeiten zu prüfen. Aufgrund der geringen Absenktiefe, die weitestgehend im Bereich des natürlichen Grundwasserschwankungsbereichs liegt, sind Einwirkungen auf benachbarte Bebauungen nicht erkennbar.

Es kann z. B. mit einer geschlossenen eingefrästen horizontalen Dränage im Vakuumbetrieb oder nach einem teilweisen Voraushub bis ca. 0,5m über dem GW-Stand mit Brunnen und Pumpen (dabei ist der zeitliche Ablauf zu bedenken) ausgeführt werden. Aufgrund der Feinkörnigkeit des Feinsandes ist ein freies Zufließen an den Brunnen nur sehr langsam möglich. Daher wird eine geschlossene Anlage im Vakuumbetrieb empfohlen. Die Anlage ist für die gesamte Bauzeit bzw. mindestens bis die Auftriebssicherheit durch die Gebäudelasten gewährleistet ist, zu betreiben. Eine detaillierte Planung zur Grundwasserabsenkung ist notwendig. Auf die Einholung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zum Absenken und Entsorgen des Grundwassers für die Bauzeit wird hingewiesen.

Besondere bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen bei nicht unterkellertes Bauweise sind bei Ausführung der Erdbaumaßnahmen grundsätzlich nicht einzuplanen. Nach starken, anhaltenden Niederschlägen besteht die Möglichkeit langsam versickernden Wassers, daher sollte eine Möglichkeit zum Ableiten über Dränagegräben o.ä. vorgesehen werden. Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der im Gründungsbereich anstehenden Böden durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser, Frosteintrag oder durch die mechanische Einwirkung von Baufahrzeugen nicht beeinträchtigt wird.

Der Bodenaushub im Bereich der Gründungsebenen hat in rückschreitender Arbeitsweise mit einem Bagger mit einer geraden Schaufelschneide (keine Zähne) so zu erfolgen, dass die anstehenden Böden nicht gestört werden.

Die freigelegte Gründungsebene wird sofort (Zug um Zug) mit dem Kies-Sand-Gemisch (s. o.) belegt und verdichtet. Zur ordnungsgemäßen Verlegung der Sohlbewehrung sollte auf der Gründungsebene eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton vorgesehen werden.

Bei der Herstellung der Baugrube bzw. der Baugrubenböschungen sind die Vorgaben der DIN 4124: 2002-10 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sowie die Vorgaben der DIN 4123: 2011-05 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude) zu beachten.

Grundsätzlich sind offene Baugruben ab einer Tiefe von $t > 1,25\text{m}$ durch geeignete Maßnahmen (s.o.) zu sichern. Die zur Bemessung von Stützelementen notwendigen Kennwerte sind oben unter Pkt. 3 Bodenmechanische Parameter angegeben. Die in der DIN 4124 bzw. i. W. angegebenen Böschungsneigungen sind erst nach dem Absenken des Grundwassers bzw. bei Ausführung der Tagwasserhaltung gültig. Bei den angetroffenen Bodenverhältnissen sind für temporäre (bauzeitliche) Böschungen die Böschungsneigungen im Bereich der Sande unter 45° und flacher auszubilden. Bei einer Notwendigkeit (z.B. aus Platzmangel) die Böschungen steiler ausbilden zu müssen, ist die Standsicherheit n. DIN 4084 (Gelände- und Böschungsbruchberechnungen) rechnerisch nachzuweisen. Die Böschungsoberflächen sind zur Vermeidung von witterungsbedingten Erosionen mit geeigneter Silofolie oder dünnem Vlies, die auch gegen Windangriffe zu schützen sind, zu belegen.

4.3 Trockenhaltung unter Gelände liegender Gebäudeteile

a) nicht unterkellerte Gebäude

Zur Trockenhaltung von nicht unterkellerten Gebäuden ist aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse (z.T. schwach wasserdurchlässige Bodenverhältnisse $k\text{-Wert} \leq 10^{-4} \text{ m/s}$ n. DIN 18130) eine Abdichtung nach DIN 18533-1:2017-07 für die Klasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wände mit Dränung) mit dem Einbau einer redundanten Dränage unter strenger Beachtung der DIN 4095 (Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen, Planung und Ausführung) vorzusehen.

Wenn auf eine Dränage verzichtet werden soll, ist eine Abdichtung nach der DIN 18533-1:2017-07 die Klasse W2.1-E für mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3\text{m}$ Eintauchtiefe herzustellen.

b) unterkellerte Gebäude

Zur Trockenhaltung von unterkellerten Gebäuden ist aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse (z.T. wenig wasserdurchlässige Bodenverhältnisse n. DIN 18130) nach DIN 18533-1:2017-07 die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis zum HGW maßgebend.

Alternativ ist für die in das Gelände einbindende Gebäudeteile eine „weiße“ Wanne aus wasserundurchlässigem Beton (wu-Beton nach DAfStb-Richtlinie Ausgabe März 2006) gut möglich und nach dem heutigen Stand der Technik zu empfehlen. Für die Ausführung „weiße“ Wanne ist die Beanspruchungsklasse 1, drückendes Wasser bis mind. zum Bemessungswasserstand HGW +0,3m Sicherheitszuschlag maßgebend. Bei der wu-Beton Ausführung ist vom Planverfasser des Gebäudes die Nutzungsklasse und die sich daraus ergebenden Wand- bzw. Sohlplattenausführungen zu ermitteln und generell die Auftriebssicherheit nachzuweisen.

Auf eine ordnungsgemäße Ausführung der Abdichtung durch eine entsprechende Fachfirma wird besonders hingewiesen.

4.4 Niederschlagswasserversickerung

Nach den Vorgaben des Arbeitsblattes der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK-A 138) ist ausschließlich eine oberflächennahe Versickerung (Mulden-, Rohrrigolensystem) von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswassers in den gewachsenen wasserundurchlässigen Sanden möglich. Nach dem o. a. Arbeitsblatt ist grundsätzlich die Forderung nach einem trockenen Sickerraum ab der Unterkante der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand von $\geq 1,0\text{m}$ einzuhalten.

Die für allgemeine Planungszwecke angegebenen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) der Böden sind der Anlage 2 zu entnehmen. Grundsätzlich liegt der entwässerungstechnische relevante Versickerungsbereich nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 zwischen $1,0 \cdot 10^{-3}$ - $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s.

4.5 Ausführungstechnische Hinweise

- Die Abtragsböden sind einer ordnungsgemäßen Verwertung oder Entsorgung gemäß LAGA-Richtlinie M20 zuzuführen.
- Bei den Abbruch-, Erd- und Verdichtungsarbeiten ist mit Rücksicht auf die Nachbarbebauung auf eine schonende Arbeitsweise mit geringstmöglichem Energieeintrag zu achten, d.h. mit Optimierung der Abrissgeräte, des Baggerbetriebes beim Boden lösen und abfahren und den Bodeneinbau mit dünnen Lagen bei geeignetem Wassergehalt und kleinem Verdichtungsgerät ausführen.
- Es wird darauf hingewiesen, dass die bauausführende Firma nach Fertigstellung der Abrissmaßnahmen den Istzustand des Geländes/ Grundstückes hinsichtlich

Oberbodengüte und chemischer Bodenparameter wieder herzustellen bzw. nachzuweisen hat.

- Eine Beweissicherung an den angrenzenden Gebäuden und der Straße wird im Vorwege und die Abnahme der Baugrube und der Gründungsebene dringend angeraten.
- Für die Verkehrs- und Stellplatzflächen sollte in Anlehnung der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) ein frostsicherer und gleichmäßiger Oberbau, in einer Gesamtstärke von mindestens 0,50m unter Fahrbahnoberkante, eingeplant werden.

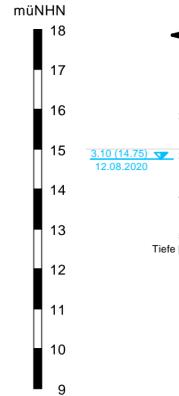
Die dann in einer Tiefe ab ca. 50cm unter FOK verbleibenden gewachsenen Sande sind nach einer Nachverdichtung -evtl. unter Wasserzugabe- zur Aufnahme des Straßenoberbaues erfahrungsgemäß ausreichend tragfähig (Forderung: Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{MN/m}^2$). Nach dem Bodenabtrag und den Verdichtungsarbeiten auf dem Straßenplanum werden zum Nachweis ausreichender Tragfähigkeit statische oder dynamische Plattendruckversuche (n. DIN 18 134 bzw. TP BF-StB Teil B 8.3) angeraten. Grundsätzlich können im Planumbereich kleine Bereiche mit weichen Böden auftreten, die dann durch verdichteten Sandersatz (SE-SW n. DIN 18 196, $D_{Pr} \geq 98\%$) ausgetauscht werden müssen.

Bei der Auswahl der Baustoffe und Beschreibung der Bauweisen wird auf die Einhaltung der in den ZTV'en (z.B. ZTV SoB-StB 04/ ZTV Pflaster-StB 06) und Technischen Lieferbedingungen (z. B. TL SoB-StB 04/ TL Pflaster-StB 06/ TL Gestein-StB 04) formulierten Anforderungen hingewiesen.

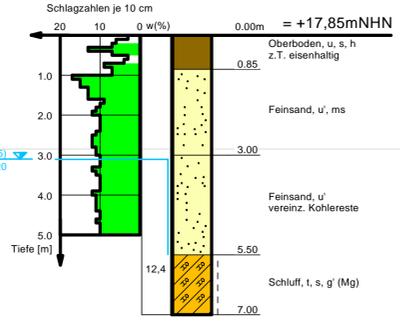
Eine dauerhafte Entwässerung (Planumsdränage) ist nicht einzuplanen.

- Für Bodenaustauschmaßnahmen (z.B. auch die vorhandene Baugrube) bzw. die Verfüllung der Baugrubenseitenräume kann mit den anstehenden Sanden oder mit grobkörnigen Boden (Sand-Kies-Gemisch n. DIN 18 196, SE, $k\text{-Wert} \geq 1 \times 10^{-4} \text{m/s}$) lagenweise verdichtet (Forderung: $D_{Pr} \geq 98\%$ bzw. bei Überprüfung mit der Leichten Rammsonde DPL-5 Forderung: über dem Grundwasser i.M. $N_{10} \geq 10$ mindestens $N_{10} \geq 7$) wieder aufzufüllen; dabei sind Pausen, um die Einwirkungen auf die Nachbarbebauung zu verringern, einzuplanen.
- Grundsätzlich sind die Kranstellflächen bzw. die daraus auf die Baugruben wirkenden Lasten zu beachten und die Kranstandsicherheiten zu berechnen.
- Für die hier dringend anzuratenden bodenmechanischen Abnahmen der Baugruben und der Gründungsebenen stehen wir gern zur Verfügung.

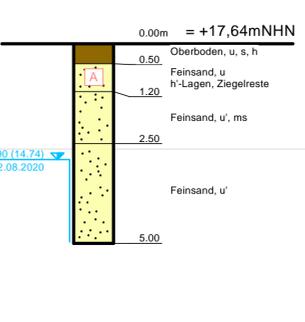
KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100



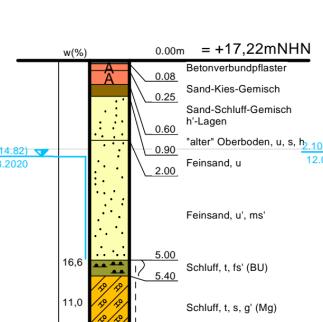
1



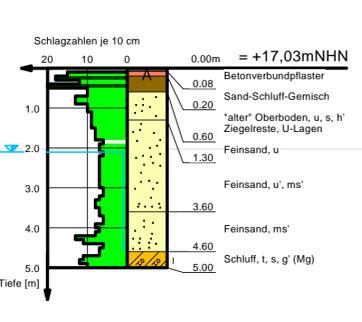
2



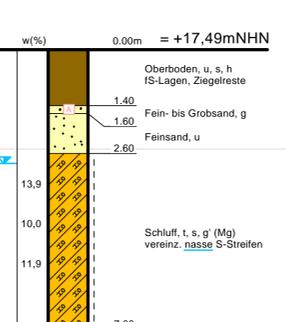
4



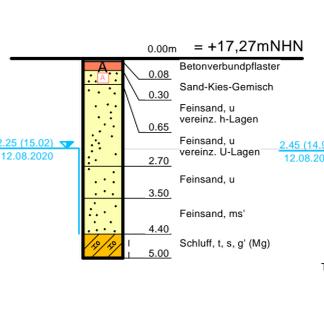
5



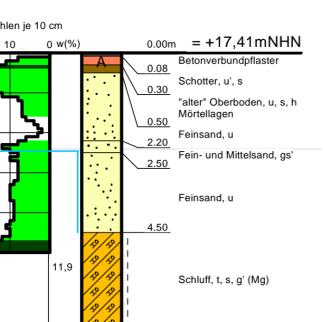
6



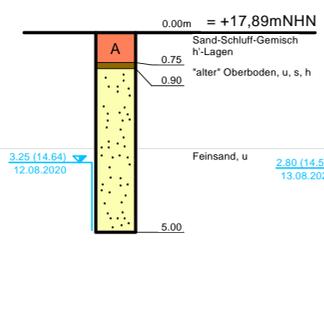
7



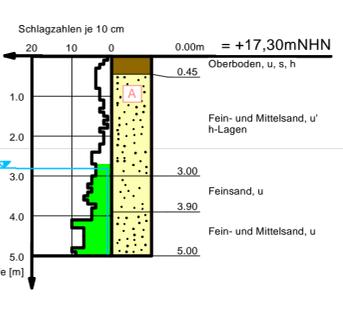
8



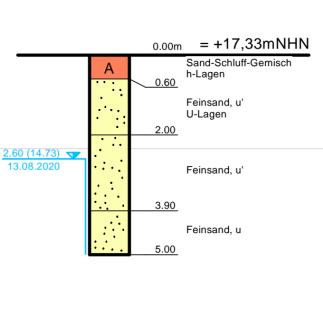
18



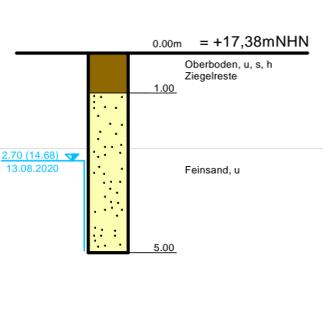
16



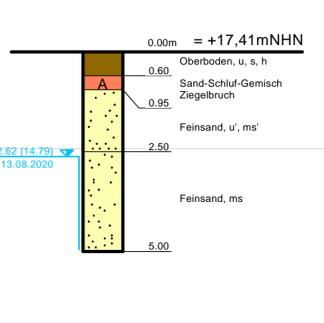
3



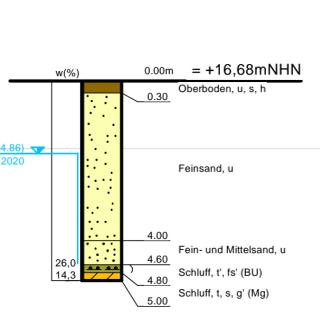
14



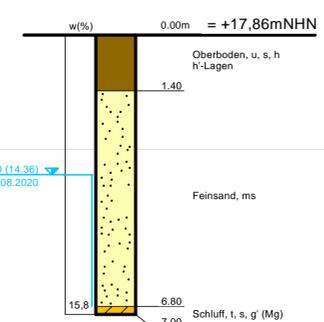
10



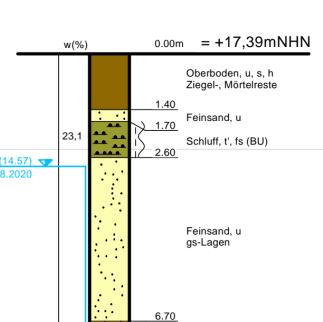
9



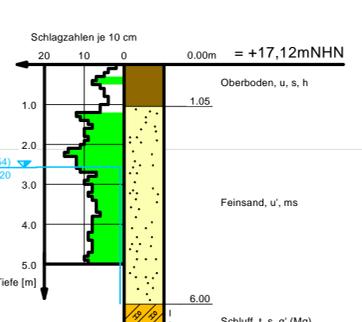
17



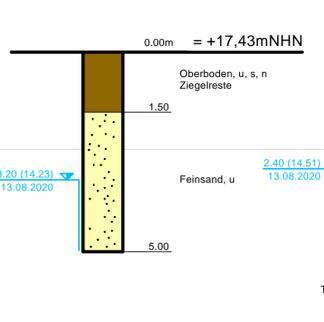
15



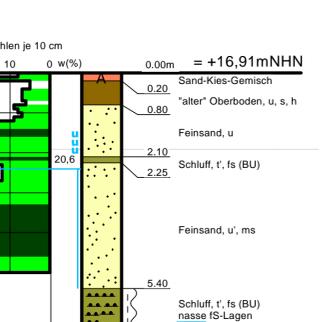
13



12



11



Die Widerstandszahlen wurden mit der Leichten Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094-3, alt) ermittelt.

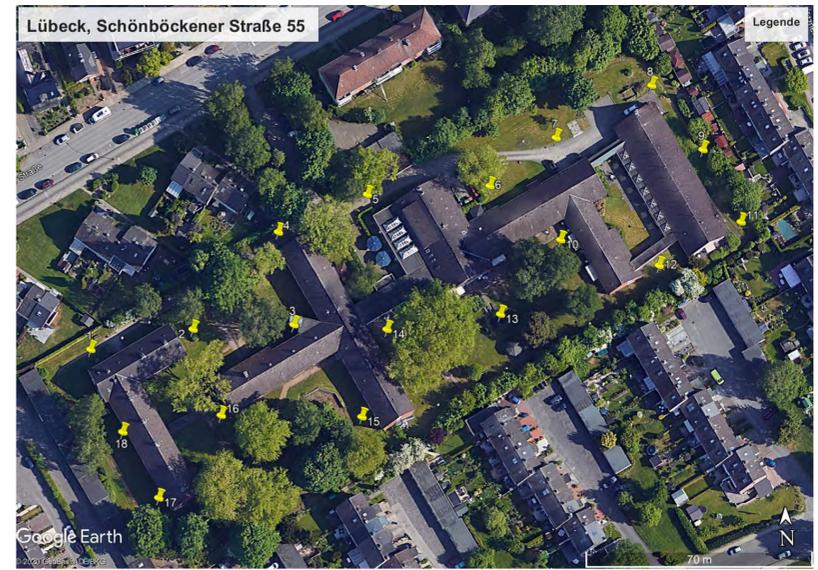


ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X	x
Kies	kiesig G	g
Sand	sandig S	s
Schluff	schluffig U	u
Ton	tonig T	t
Torf/Humus	humos H	h
Mudde	organisch F	o
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g-	
breiig weich steif halbfest		
gepreßt	≡	

2.45 GW angebohrt
30.04.98 GW Bohrende
2.45 GW Bohrende
30.04.98 GW Bohrende
2.45 GW Ruhe
30.04.98 GW Ruhe
u wasserführend
u wasserführend

Lage der Untersuchungspunkte, o.M.



BAUVORHABEN: **Wohngebieterschließung in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

DARSTELLUNG: **BODENPROFILE, WASSERGEHALTE, WIDERSTANDSDIAGRAMME UND LAGE DER UNTERSUCHUNGSPUNKTE**

ANLAGE: 1 ZU: [redacted] DATUM: 01.10.2020 gez.: [redacted] gepr.: [redacted]

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de



Körnungslinie

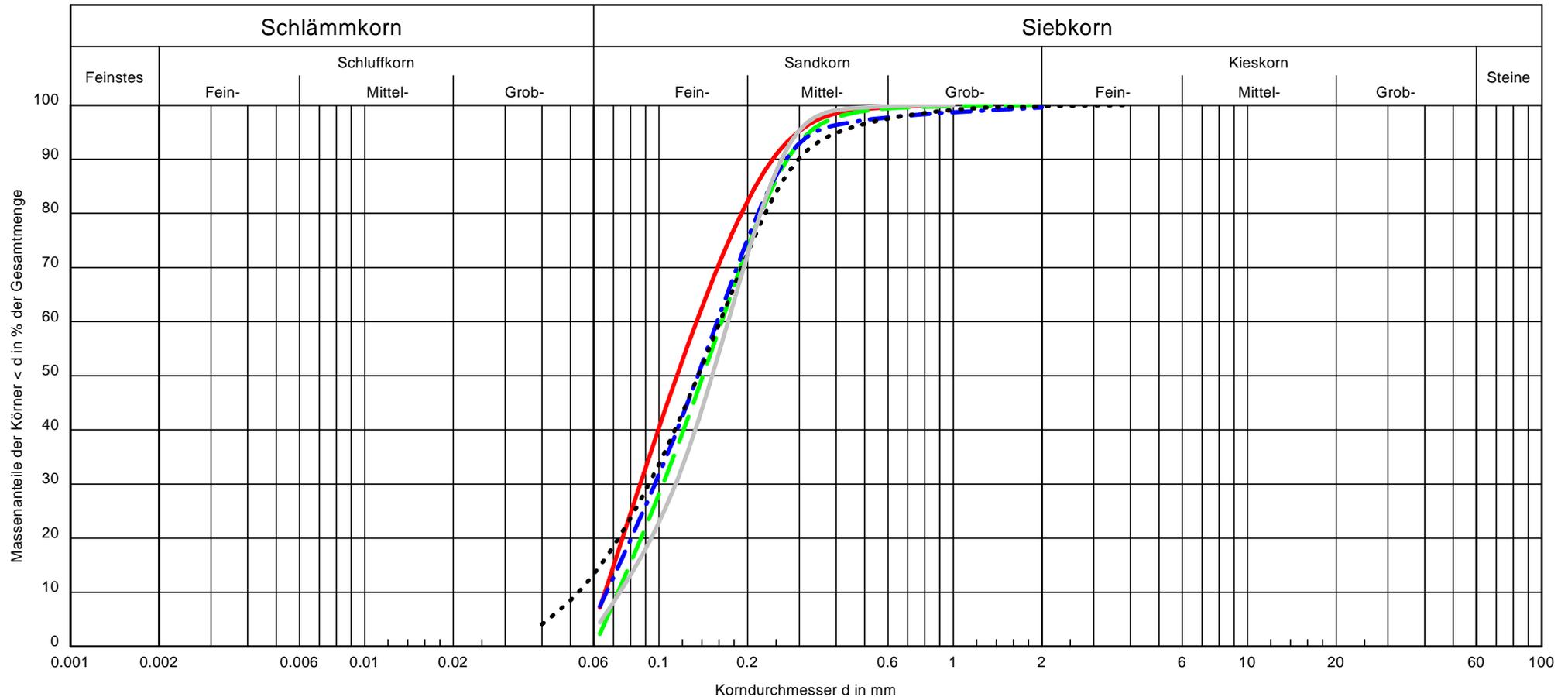
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 12.+13.08.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN 18 123-5



Signatur:					
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms	Feinsand, u', ms	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms
Bodengruppe n. DIN 18196:	SU	SE	SU	SU	SE
Frostempfindlichk. n. ZTVE-SIB 17:	F1	F1	F1	F1	F1
Entnahmestelle/-tiefe:	1, 2/ 0,85-2,3, 1,2-2,5m	5, 10/ 1,3-3,6, 2,5-5,0m	11, 13/ 2,25-5,4, 1,05-6,0m	16/ 0,45-3,00m	17/ 1,4-6,8m
k-Wert:	$4.3 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$	$4.4 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$5.4 \cdot 10^{-5}$

Bemerkungen:
 Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, in m/s angegeben und gilt bei Wassersättigung!

Anlage:
 2
 zu: ■



Untersuchung n. LAGA-TR Boden

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Zuordnungsklasse: ZO/ZO*, Z1.1

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: AR-20-XF-002620-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

Angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5										
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	ZO Sand	ZO*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				320124654	320124655					
Anzuwendende Klasse(n):				Z1.1	ZO Sand					
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz										
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	91,4	90,9					
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657										
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2,5	1,3	10	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	22	3	40	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2	0,4	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	6	4	30	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	9	2	20	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	4	3	15	100	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2	0,4	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,12	< 0,07	0,1	1	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	26	7	60	300	450	450	1500
Anionen aus der Originalsubstanz										
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2006-05	< 0,5	< 0,5			3	3	10
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz										
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11	0,6	0,2	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40	100	200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40		400	600	600	2000
BTEX aus der Originalsubstanz										
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz										
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
PCB aus der Originalsubstanz										
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK aus der Originalsubstanz										
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,07	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,58	(n. b.)	3	3	3	3	30
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,2	8,2	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	82	44	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,7	< 1,0	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,9	< 1,0	20	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Arsen (As)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2	1	14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	10	< 1	40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	< 1	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 5	< 5	20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	< 1	15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 10	< 10	150	150	150	200	600
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	10	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10	< 10	20	20	20	40	100



Untersuchung n. LAGA-TR Boden

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Zuordnungsklasse: Z0/Z0*, Z1.1

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: AR-20-XF-002620-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5										
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	Z0 Sand	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				320124654	320124655					
Anzuwendende Klasse(n):				Z1.1	Z0 Sand					
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe										
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage	siehe Anlage					
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	75	0,7					
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein	nein					
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0					
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	Ja	Nein					
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	< 100	< 100					
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz										
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9	0,8					
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02	< 0,02					
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz										
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz										
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003										
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,6	21,7					
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15	< 0,15					
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	< 150					
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01										
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	0,3	< 0,2					
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	< 0,005					
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01										
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,011	0,002					
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Zusätzliche Messungen: Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003										
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484: 2019-04	4,6	6,7					



Untersuchung n. Deponieverordnung

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Deponieklasse: DK 0

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: EX-20-XF-000748-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)									
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				320124654	320124655				
Anzuwendende Klasse(n):				DK 0	DK 0				
Probenvorbereitung									
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	75	0,7				
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0				
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	< 100	< 100				
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage	siehe Anlage				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	91,4	90,9				
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz									
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9	0,8	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11	0,6	0,2	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz									
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	6			
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	< 1			
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40	500			
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,07	< 0,05				
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,58	(n. b.)	30			
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02	< 0,02	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,2	8,2	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484: 2019-04	4,6	6,7	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampflich	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 0,01	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,002	0,001	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,01	< 0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,0003	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,005	< 0,005	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,0002	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,01	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,7	< 1,0	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,9	< 1,0	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	0,3	< 0,2	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,011	0,002	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	< 150	400	3000	6000	10000
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe									
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein	nein				
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	Ja	Nein				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2006-05	< 0,5	< 0,5				



Untersuchung n. Deponieverordnung

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Deponieklasse: DK 0

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: EX-20-XF-000748-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)									
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				320124654	320124655				
Anzuwendende Klasse(n):				DK 0	DK 0				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01									
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2,5	1,3				
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	22	3				
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2				
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	6	4				
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	9	2				
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	4	3				
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,12	< 0,07				
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2				
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	26	7				
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz									
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0				
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz									
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: LHKW aus der Originalsubstanz									
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz									
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003									
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,6	21,7				
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	82	44				
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15	< 0,15				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5				

Grundstücks-Gesellschaft „Trave“ mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Lübeck, 09.03.2023


Lübeck, Schönböckener Straße 55

**Bodenuntersuchungen im geplanten Versickerungsbereich
im Zuge der geplanten Wohngebieterschließung**
- zur Gutachtlichen Stellungnahme B 294620 vom 19.10.2020 -

Anlagen:

- 1 Übersichtslageplan
- 2 - 5 Bodenprofile und Wasserdurchlässigkeiten
- 6 - 9 Körnungslinien mit k-Werten
- 10 + 11 Pegelausbauten und Wasserstände

Vorbemerkungen

Die Grundstücks-Gesellschaft TRAVE mbH plant auf dem Grundstück an der Schönböckener Straße 55 eine Wohngebieterschließung. Das Ingenieurbüro Reinberg, Lübeck, wurde erneut beauftragt auf dem Grundstück bodenmechanische Feld- und Laboruntersuchungen zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse auszuführen, die Ergebnisse mitzuteilen und hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit, der Wasserleitfähigkeit bzw. den Grundwasserständen zu beurteilen und zu verifizieren.

Von der hsbz architekten GmbH, Hamburg, wurden zwei Pläne mit den vorhandenen Bohrungen und geplanten Bohrungen von der technotherm GmbH, Lübeck, zur Verfügung gestellt. Die vorhandene Gutachtliche Stellungnahme B 294620 vom 19.10.2020 bleibt grundsätzlich Bestandteil dieser weiteren Ausführungen.

Die Planung sieht vor, das anfallende Regenwasser aller befestigten Flächen über oberflächennahe Versickerungssysteme dem Untergrund zu zuführen da kein Niederschlagswasser in das vorhandene Regenwassersiel eingeleitet werden darf.

Bodenmechanische Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 03.02.2023 d. J. insgesamt weitere zwölf Kleinbohrungen an den vorgegebenen Untersuchungspunkten (n. DIN 4020/ DIN EN ISO 22475-1, DN 40-80mm) bis maximal 3,0m Tiefe niedergebracht.

Die Ergebnisse der neuen Kleinrammbohrungen (U.-Pkte. 24 – 35) sind mit den bereits vorliegenden Ergebnissen nach einer kornanalytischen Bestimmung der laufend entnommenen Bodenproben auf den beigefügten Anlagen 2 - 5 zeichnerisch und höhengerecht, bezogen auf Meter über Normalhöhennull (mNHN), als farbige Bodenprofile aufgetragen. Die Bohransatzpunkte sind dem Übersichtslageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Die nach dem Bohrende im Bohrloch ermittelten Grundwasserstände (Stichtagsmessung) sind links an den Bodenprofilen in blau angetragen; wasserführende Schichten sind mit einem senkrechten blauen Strich gekennzeichnet. Weiterhin sind links farbige Balken angetragen, die die rechnerisch ermittelten Wasserdurchlässigkeiten der Böden zeigen.

Grundsätzlich haben sich die bereits bekannten Verhältnisse bestätigt, d.h. an unter dem Oberboden und/oder aufgefüllten Böden wurden unterschiedlich zusammengesetzte Sande angetroffen. Von charakteristischen Bodenproben wurden zur Bestimmung weiterer Kennwerte die Kornzusammensetzung, im bodenmechanischen Labor des Unterzeichners, durch Nasssiebanalysen (n. DIN EN ISO 17982-4) ermittelt. Die Ergebnisse sind als Durchgangssummenkurven im einfachlogarithmischen Koordinatensystem dargestellt und aus den Anlagen 6 - 9 ersichtlich. Die Wasserdurchlässigkeiten der Böden wurden rechnerisch in Anlehnung nach *Beyer* ermittelt, anhand Erfahrungswerten verifiziert und sind ebenfalls den entsprechenden Anlagen (6 - 9) zu entnehmen.

Ausweislich dieser sind die angetroffenen, verschieden zusammengesetzten Sande, n. DIN 18 196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke), der Bodenklasse SE-SU* zuzuordnen. Nach der Tabelle 1 der DIN 18 130 (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit) ist die Leitfähigkeit k als wasserdurchlässig ($k = 10^{-4}$ bis 10^{-6} m/s) zu beschreiben.

Weitere Einzelheiten zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen mit Angabe der Wasserdurchlässigkeiten sind aus den Anlage 2 - 5 ersichtlich.

Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten im Februar d.J. wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten das innerhalb der Sande hydraulisch korrespondierende Grundwasser in Tiefen von 1,1 bis 2,8m unter Gelände bzw. +15,4 bis +14,7mNHN angetroffen. Die Wasserstände bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse aus den Untersuchungen in der Vergangenheit. Zur Beobachtung der Grundwasserstände wurden im Dezember 2022 an zwei Standorten, s. Anlage 1, Grundwassermessstellen errichtet.

Die Wasserstände in den Messstellen wurden seit Januar wöchentlich eingemessen. Die Messungen in der Grundwassermessstelle 2 im östlichen Grundstücksbereich, haben sich bis zum jetzigen Zeitpunkt auf ca. +15mNHN eingeepegelt. Der Wasserstand in der Messstelle 1 im südwestlichen Grundstücksteil, liegt bei ca. +13,9mNHN, d.h. ca. 1m tiefer als im östlichen Bereich, s. Anlagen 10 + 11. Bei Betrachtung aller ausgeführten Bohrungen und gemessenen Wasserstände in den Bohrlöchern ist ein Grundwassergefälle in südöstlicher Richtung erkennbar.

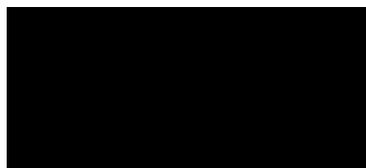
In dem untersuchten Gebiet wird das festgestellte oberflächennahe Grundwasser direkt vom Eintrag des Niederschlagswassers beeinflusst.

Grundsätzlich wird der bereits angegebene mittlere höchste Grundwasserstand von +15,5mNHN (MHN) bestätigt und ist für die weiteren Planungen zu berücksichtigen.

Kurzbeurteilung

Ausweislich der vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann in dem untersuchten Bereich eine dezentrale oberflächennahe Versickerung von nicht verunreinigten Niederschlagswassers, nach den Vorgaben des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138, in den gewachsenen durchlässigen Sanden grundsätzlich ausgeführt werden.

Für die weiteren Planungen sollten die an die Versickerungsanlagen anzuschließenden Flächen möglichst gering gehalten werden, z.B. durch die Herstellung von Gründächern, dadurch könnte die abflusswirksame Fläche um die Hälfte reduziert werden. Die befestigten Wege, Terrassen, Zufahren, Stellplätze könnten z.B. mit einer Pflasterung mit offenen Fugen, Reduzierung der abflusswirksamen Fläche um 50% oder mit Rasengittersteinen, Reduzierung um 85%, hergestellt werden.

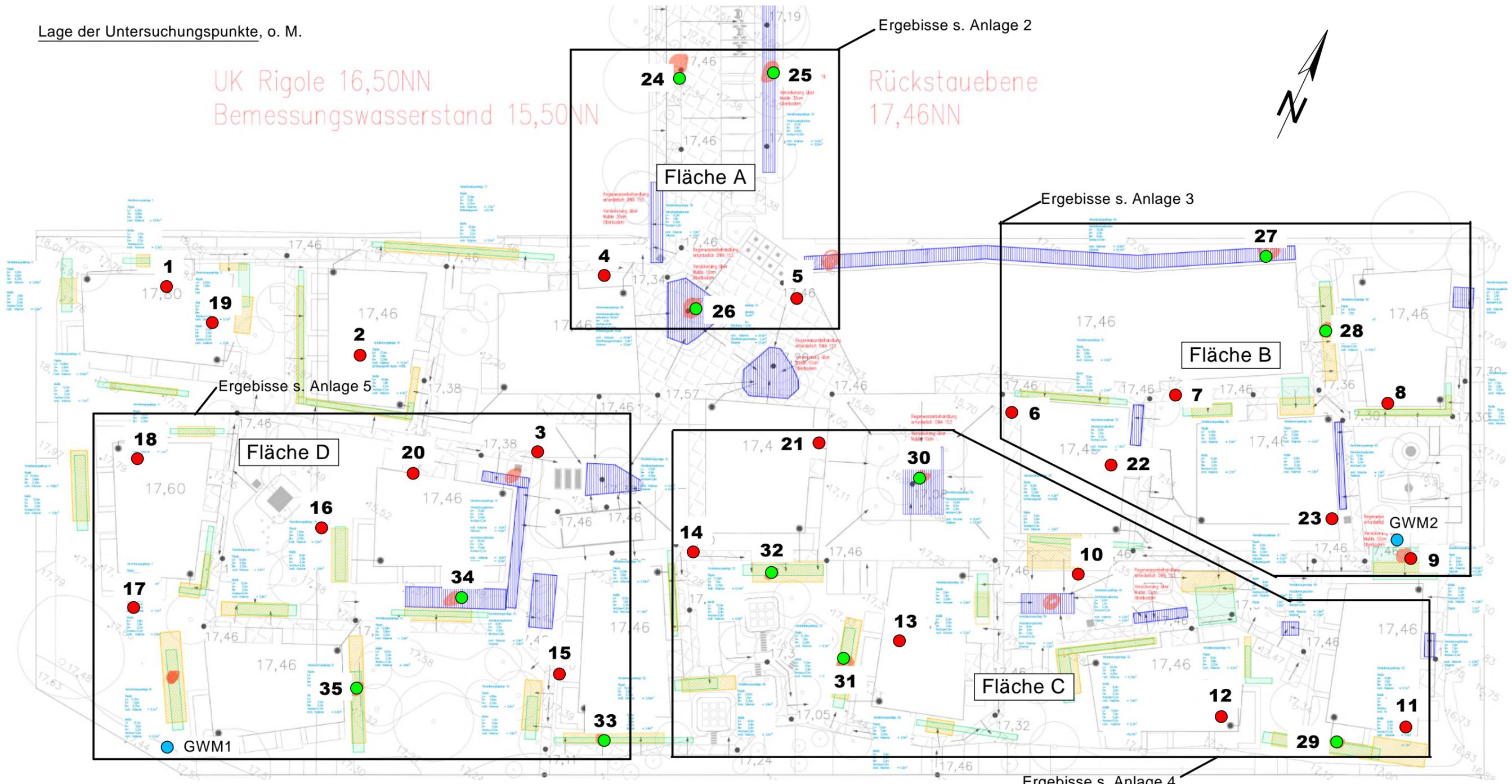


Lage der Untersuchungspunkte, o. M.

UK Rigole 16,50NN
Bemessungswasserstand 15,50NN

Ergebnisse s. Anlage 2

Rückstauenebene
17,46NN



- Kleinbohrungen für Versickerung aus dem Jahr 2023
- Grundwassermessstellen 2022
- Kleinbohrungen für Baugrunderkundung aus dem Jahr 2020/2021
Bohrungen, 1, 2, 11, 18 und 19 nicht dargestellt

Plangrundlage: hsbz architekten, Hamburg

BAUVORHABEN: Wohngebieterschließung
in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

DARSTELLUNG: **ÜBERSICHTSLAGEPLAN**

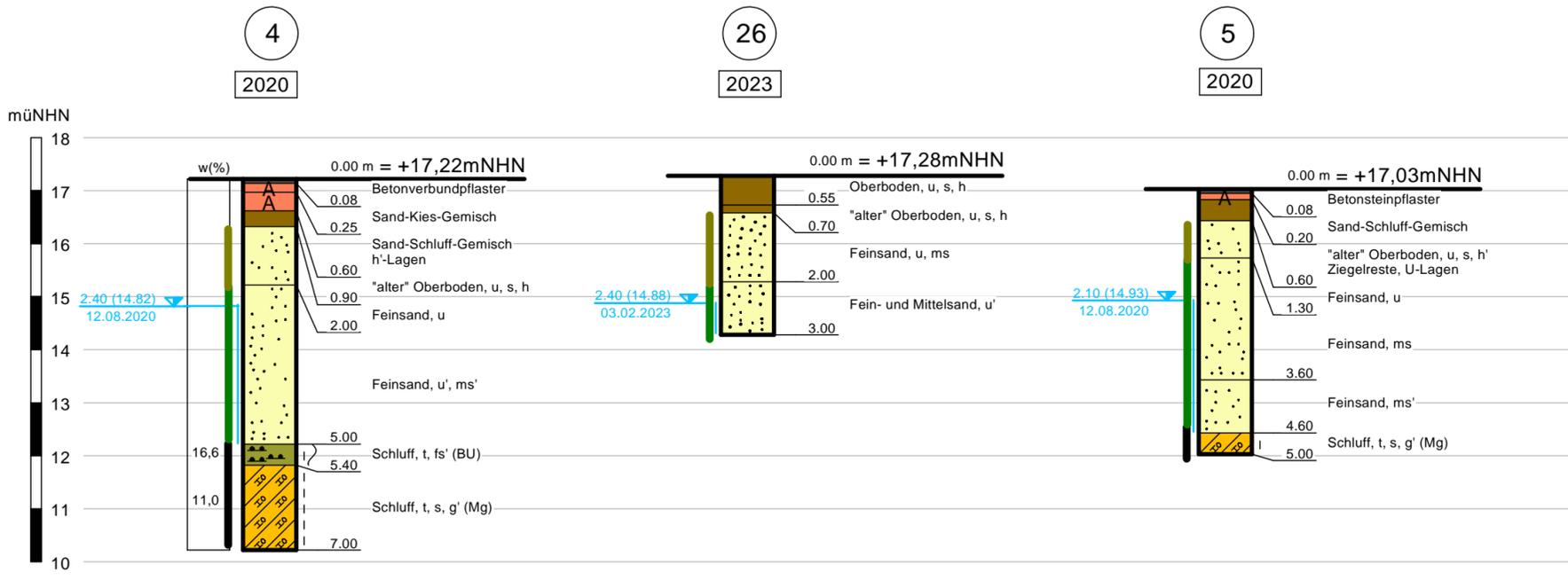
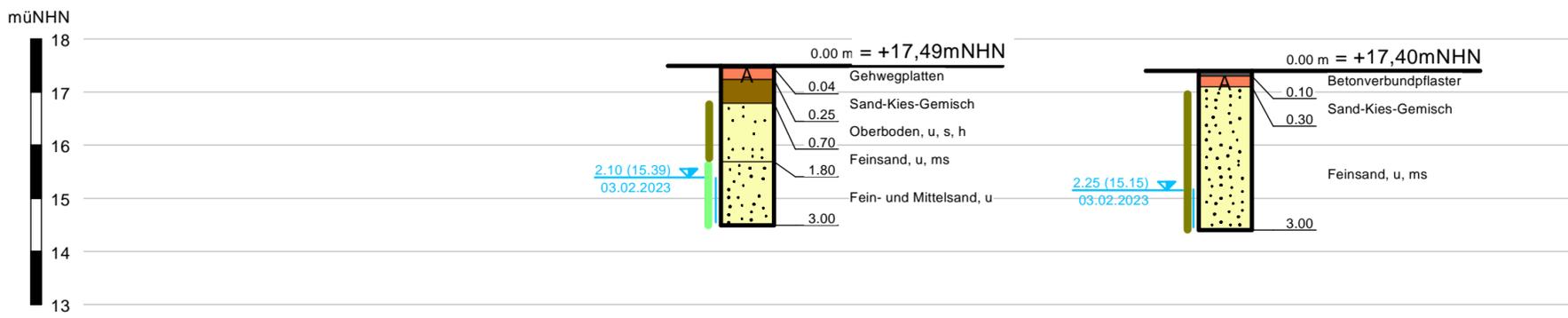
ANLAGE: 1 ZU: [redacted] DATUM: 08.03.2023 gez.: [redacted] gepr.: [redacted]

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de



KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100



Angabe von Wasserdurchlässigkeiten		
Bodenart	Durchlässigkeitsbereich (n. DIN 18130, Tab. 1)	Durchlässigkeit rechn. n. Beyer
Fein- bis Grobsand, u', g	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	9,7*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	5,1-5,8*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u' Fein- bis Grobsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	4,1-4,6*10E-5m/s
Feinsand, u'/u, ms/ms Fein- und Mittelsand/Fein- bis Grobsand, u	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	1,7 - 2,5*10E-5m/s
Feinsand, u, ms	durchlässig bis schw. durchlässig (10E-6 bis 10E-4, 10E-8 bis 10E-6m/s)	1,0*10E-6m/s
Geschiebelehm /-mergel (Lg/Mg) Beckenschluff (BU)	sehr schwach durchlässig (unter 10 E-8 m/s)	keine Angabe

ERLÄUTERUNGEN:			
BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL	
Steine	steinig X	x	2,45 GW angebohrt
Kies	kiesig G	g	30.04.98
Sand	sandig S	s	2,45 GW Bohrende
Schluff	schluffig U	u	30.04.98
Ton	tonig T	t	2,45 GW Ruhe
Torf/Humus	humos H	h	
Mudde	organisch F	o	wasserführend
Auffüllung	A		
Kalkmudde	Wk		
Lehm	L		
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg		
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM		
Beckenton, -mergel	BT, BTM		
Geschiebesand	Sg		
Wiesenton	WT		
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g- ' -		
breiig weich steif halbfest	§ }		
gepreßt	≡		

BAUVORHABEN: **Wohngebieterschließung in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

DARSTELLUNG: **BODENPROFILE, WASSERDURCHLÄSSIGKEITEN - FLÄCHE A -**

ANLAGE: 2 ZU: [REDACTED] DATUM: 08.03.2023 gez.: [REDACTED] gepr.: [REDACTED]

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de

KLEINBOHRUNG:

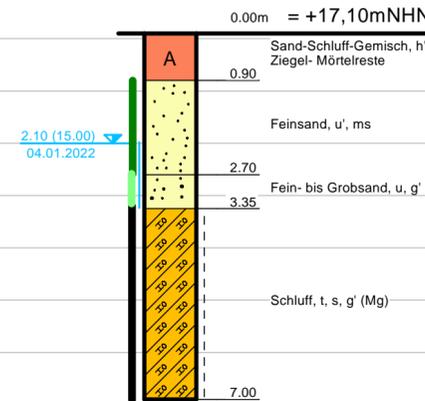
M. d. H. 1:100

müNHN



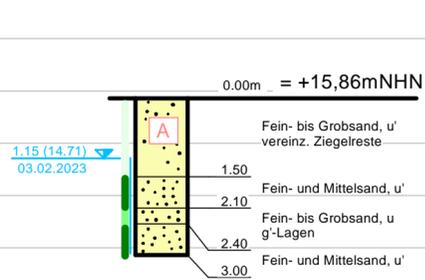
21

2021



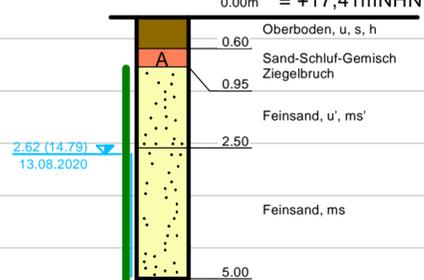
30

2023



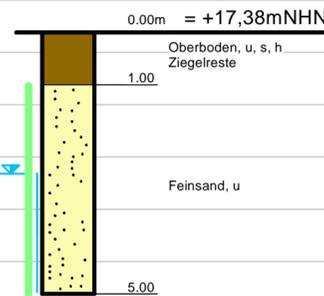
10

2020



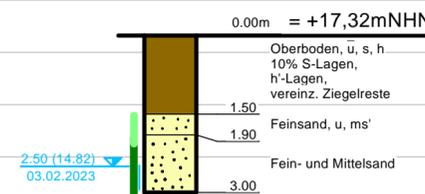
14

2020



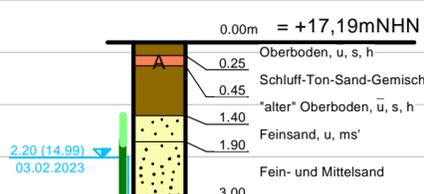
32

2023



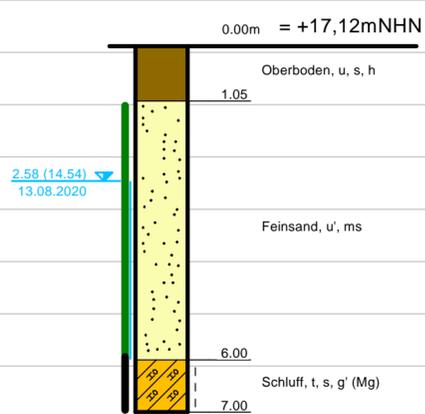
31

2023



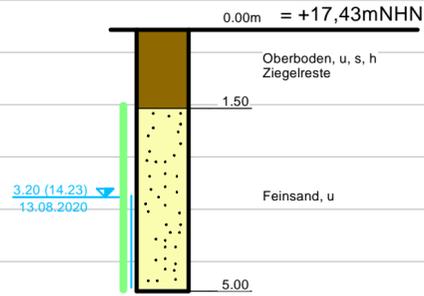
13

2021



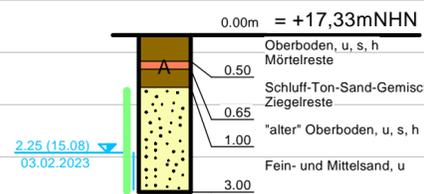
12

2021



29

2023



Angabe von Wasserdurchlässigkeiten		
Bodenart	Durchlässigkeitsbereich (n. DIN 18130, Tab. 1)	Durchlässigkeit rechn. n. Beyer
Fein- bis Grobsand, u', g	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	9,7*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	5,1-5,8*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u' Fein- bis Grobsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	4,1-4,6*10E-5m/s
Feinsand, u/u, ms/ms Fein- und Mittelsand/Fein- bis Grobsand, u	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	1,7 - 2,5*10E-5m/s
Feinsand, u, ms	durchlässig bis schw. durchlässig (10E-6 bis 10E-4, 10E-8 bis 10E-6m/s)	1,0*10E-6m/s
Geschiebelehm /-mergel (Lg/Mg) Beckenschluff (BU)	sehr schwach durchlässig (unter 10 E-8 m/s)	keine Angabe

ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X x	2.45 GW angebohrt
Kies	kiesig G g	30.04.98 2.45 GW Bohrende
Sand	sandig S s	30.04.98 2.45 GW Ruhe
Schluff	schluffig U u	2.45 GW Ruhe
Ton	tonig T t	30.04.98 2.45
Torf/Humus	humos H h	wasserführend
Mudde	organisch F o	
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g- ' -	
breiig weich steif halbfest	§ §	
gepreßt	≡	

müNHN



BAUVORHABEN: **Wohngebieterschließung in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

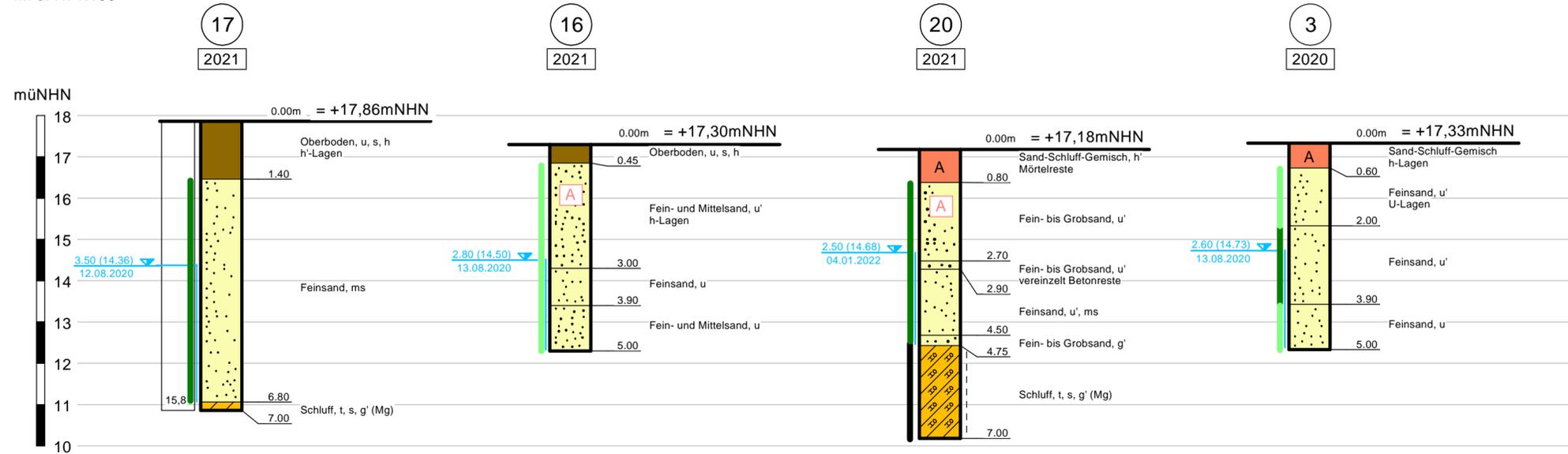
DARSTELLUNG: **BODENPROFILE, WASSERDURCHLÄSSIGKEITEN - FLÄCHE C -**

ANLAGE: 4 ZU: [REDACTED] DATUM: 08.03.2023 gez.: [REDACTED] gepr.: [REDACTED]

INGENIEURBÜRO REINBERG
 GEOTECHNISCHE KOMPETENZ
 ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
 E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de

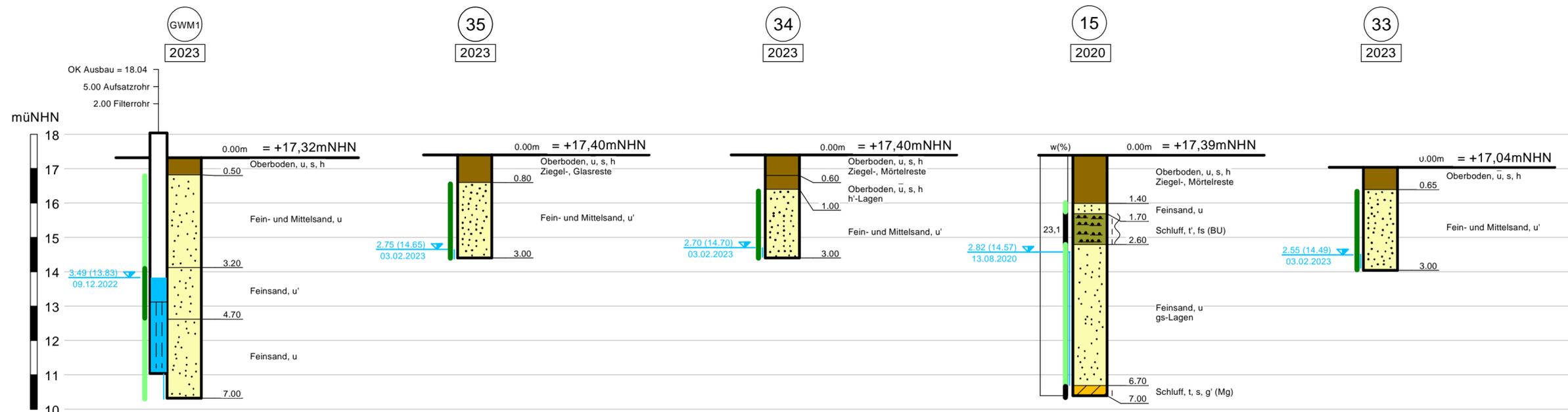
KLEINBOHRUNG:

M. d. H. 1:100



Angabe von Wasserdurchlässigkeiten		
Bodenart	Durchlässigkeitsbereich (n. DIN 18130, Tab. 1)	Durchlässigkeit s. Anlagen 6 - 9
Fein- bis Grobsand, u', g	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	9,7*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	5,1-5,8*10E-5m/s
Feinsand, u', ms, Fein- und Mittelsand, u' Fein- bis Grobsand, u'	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	4,1-4,6*10E-5m/s
Feinsand, u'/u, ms'/ms Fein- und Mittelsand/Fein- bis Grobsand, u	durchlässig (10E-6 bis 10E-4 m/s)	1,7 - 2,5*10E-5m/s
Feinsand, u, ms	durchlässig bis schw. durchlässig (10E-6 bis 10E-4, 10E-8 bis 10E-6m/s)	1,0*10E-6m/s
Geschiebelehm /-mergel (Lg/Mg) Beckenschluff (BU)	sehr schwach durchlässig (unter 10 E-8 m/s)	keine Angabe

ERLÄUTERUNGEN:				
BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL		
Steine	steinig X	x	2.45	GW angebohrt
Kies	kiesig G	g	30.04.98	
Sand	sandig S	s	2.45	GW Bohrende
Schluff	schluffig U	u	30.04.98	
Ton	tonig T	t	2.45	GW Ruhe
Torf/Humus	humos H	h	30.04.98	
Mudde	organisch F	o		wasserführend
Auffüllung		A		
Kalkmudde		Wk		
Lehm		L		
Geschiebelehm, -mergel		Lg, Mg		
Beckenschluff, -mergel		BU, BUM		
Beckenton, -mergel		BT, BTM		
Geschiebesand		Sg		
Wiesenton		WT		
fein- mittel- grob- schwach stark breiig weich steif halbfest		f- m- g- ' -		
		⊘ ⊙ ⊚ ⊛		



BAUVORHABEN: **Wohngebieterschließung in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

DARSTELLUNG: **BODENPROFILE, WASSERDURCHLÄSSIGKEITEN - FLÄCHE D -**

ANLAGE: 5 ZU: [REDACTED] DATUM: 08.03.2023 gez.: [REDACTED] gepr.: [REDACTED]

INGENIEURBÜRO REINBERG
 GEOTECHNISCHE KOMPETENZ
 ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
 E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de





Körnungslinie

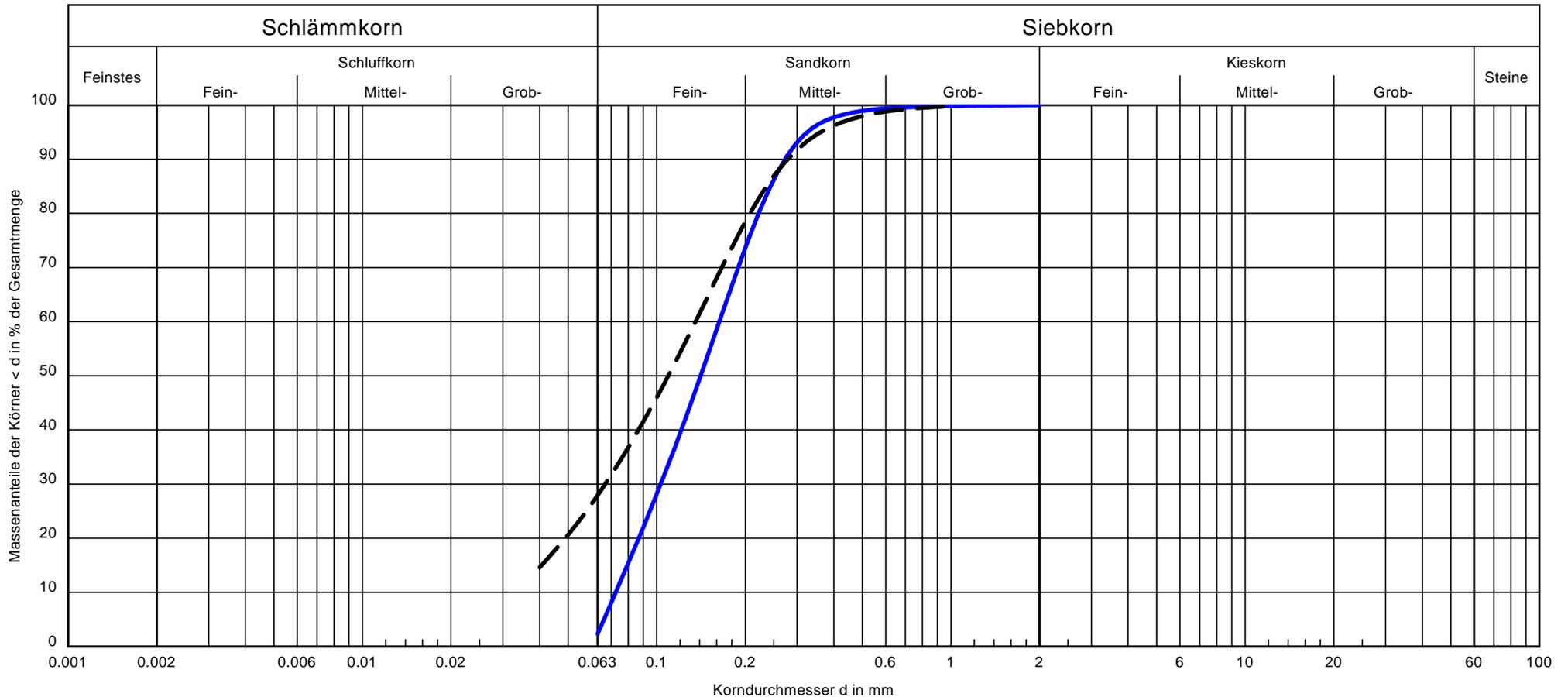
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 2020-2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN EN ISO 17982 - 4



Signatur/Farbe:			Bemerkungen: Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch in Anlehnung n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, anhand Erfahrungswerten verifiziert, in m/s angegeben und gilt im wassergesättigten Zustand!
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, ms	Feinsand, u, ms	
Bodengruppe n. DIN 18196:	SE	SU*	
Frostempfindlichk. n. ZTVE-StB 17:	F1	F3	
Entnahmestelle/-tiefe:	5, 10/ 1,3-3,6, 2,5-5,0m	24, 25, 26/ 0,7-1,8, 0,3-3,0, 0,7-2,0m	
k-Wert:	$5.3 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	

Anlage:
 6
 zu: ■



Körnungslinie

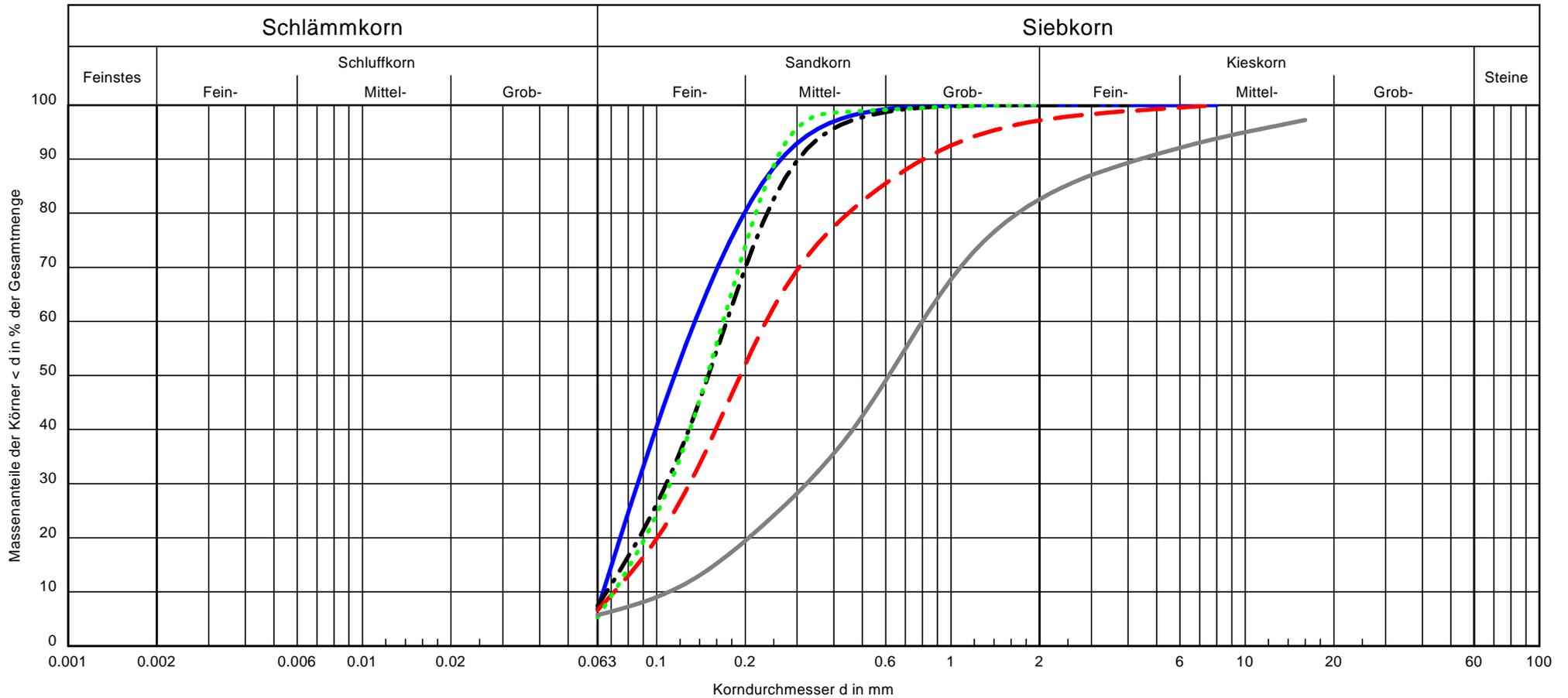
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 2021-2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN EN ISO 17982 - 4



Signatur/Farbe:						Bemerkungen: Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch in Anlehnung n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, anhand Erfahrungswerten verifiziert, in m/s angegeben und gilt im wassergesättigten Zustand!	■ zu: 7 Anlage:
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, u', ms	Fein- und Mittelsand, u'	Fein- bis Grobsand, u'	Feinsand, u', ms	Fein- bis Grobsand, u', g [A]		
Bodengruppe n. DIN 18196:	SU	SU	SU	SU	A [SU]		
Frostempfindlichk. n. ZTVE-StB 17:	F1	F1	F1	F1	F1		
Entnahmestelle/-tiefe:	GWM2/ 0,4-2,5m	27, 28/ 0,55-2,0, 0,5-2,0m	28/ 2,0-3,0m	19, 21, 23/ 0,6-3,0, 0,9-2,0, 1,5-3,6m	23/ 0,0-1,5m		
k-Wert:	$4.3 \cdot 10^{-5}$	$4.6 \cdot 10^{-5}$	$4.6 \cdot 10^{-5}$	$5.1 \cdot 10^{-5}$	$9.7 \cdot 10^{-5}$		



Körnungslinie

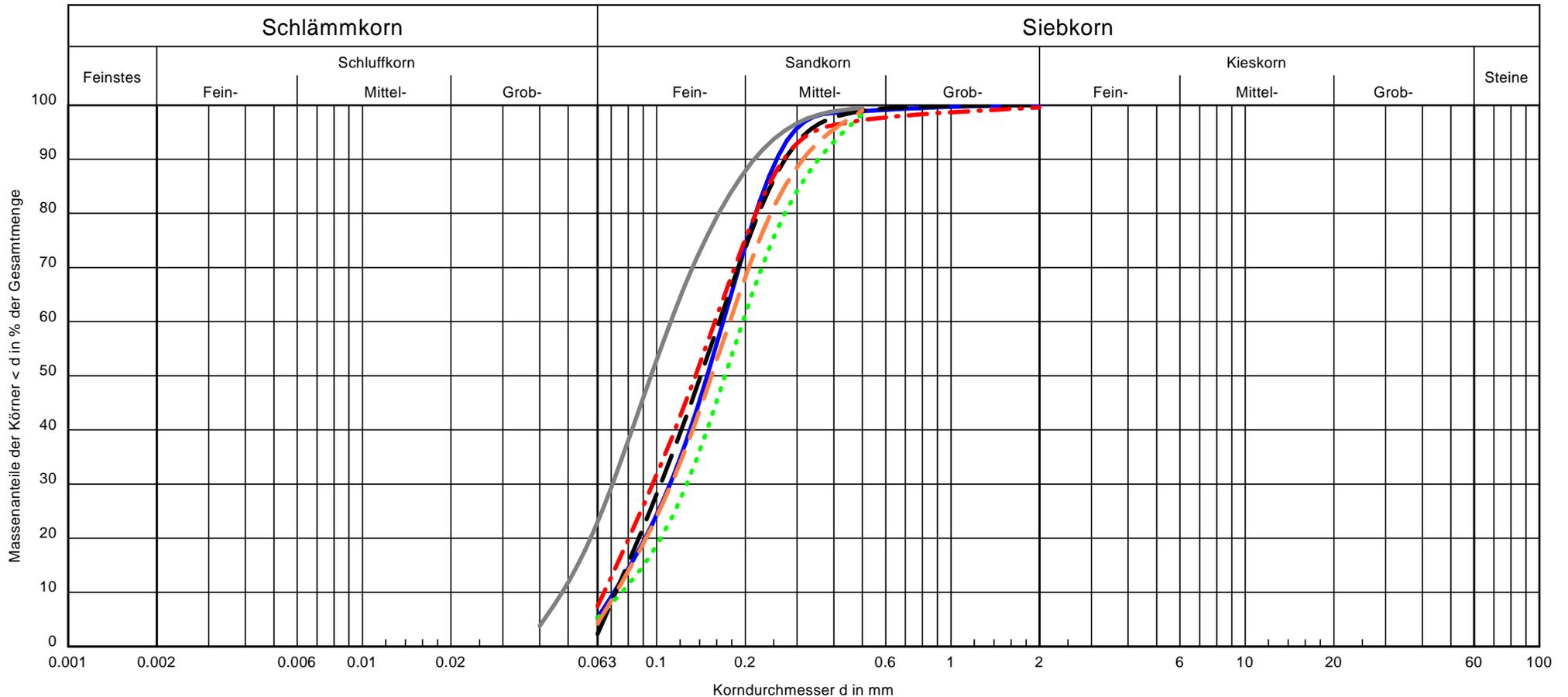
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 2020-2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN EN ISO 17982 - 4



Signatur/Farbe:							Bemerkungen: Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch in Anlehnung n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, anhand Erfahrungswerten verifiziert, in m/s angegeben und gilt im wassergesättigten Zustand!	8 Anlage: zu: [Redacted]
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms	Feinsand, u', ms	Fein- und Mittelsand, u'	Feinsand, u, ms'	Fein- und Mittelsand		
Bodengruppe n. DIN 18196:	SU	SE	SU	SU	SU*	SE		
Frostempfindlichk. n. ZTVE-SIB 17:	F1	F1	F1	F1	F3	F1		
Entnahmestelle/-tiefe:	19, 21, 23/ 0,6-3,0, 0,9-2,7, 1,5-3,6m	5, 10/ 1,3-3,6, 2,5-5,0m	11, 13/ 2,25-5,4, 1,05-6,0m	30/ 1,5-2,1m	31, 32/ 1,4-1,9, 1,5-1,9m	31, 32/ 1,9-3,0, 1,9-3,0m		
k-Wert:	$5.1 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$	$4.4 \cdot 10^{-5}$	$5.8 \cdot 10^{-5}$	$2.3 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$		



Körnungslinie

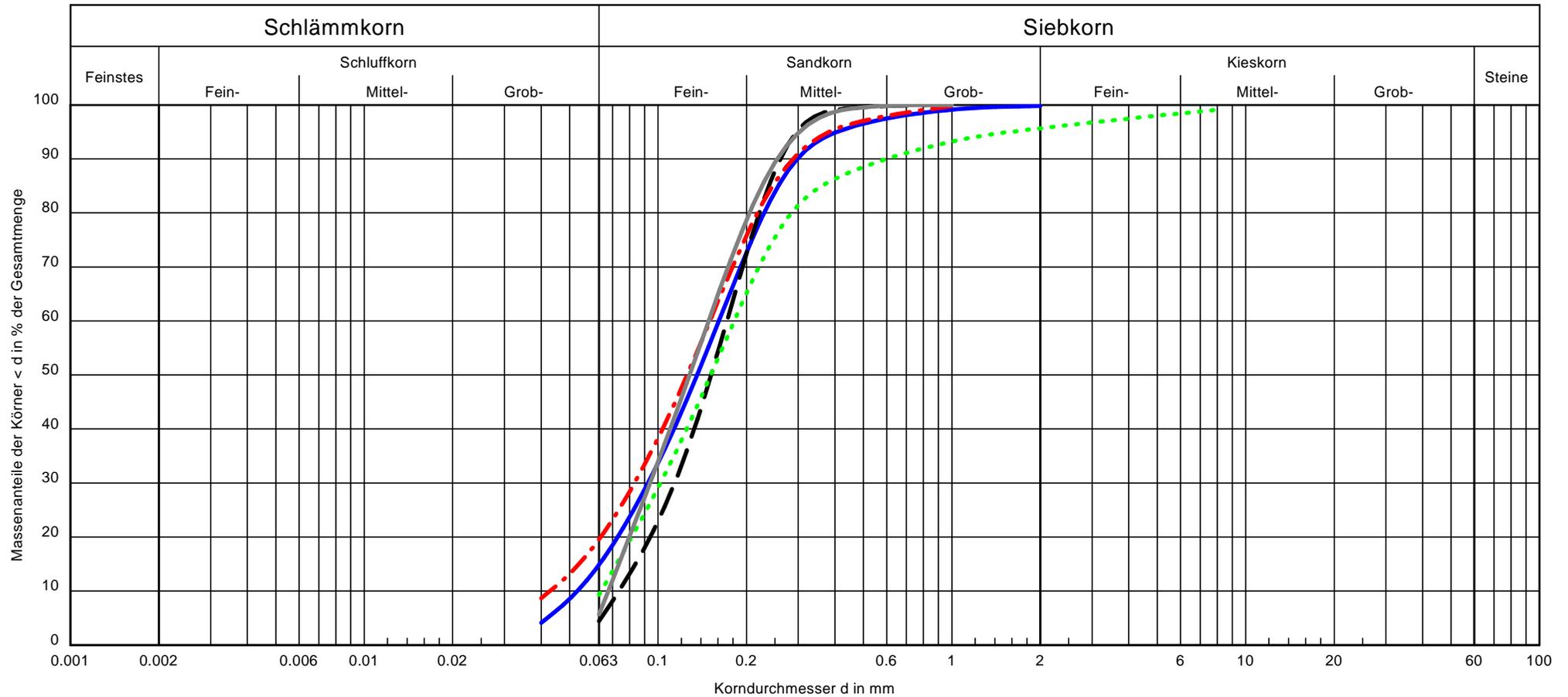
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 2020-2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN EN ISO 17982 - 4

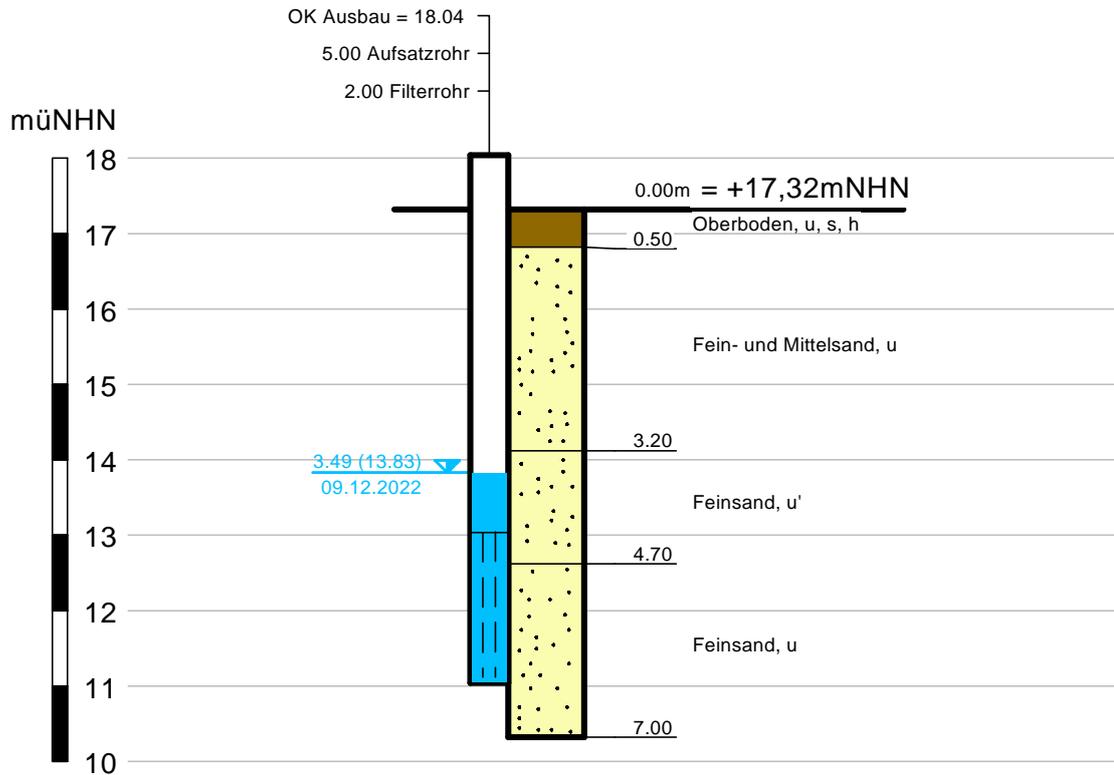


Signatur/Farbe:						Bemerkungen: Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch in Anlehnung n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, anhand Erfahrungswerten verifiziert, in m/s angegeben und gilt im wassergesättigten Zustand!	■ zu: 9 Anlage:
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms	Fein- und Mittelsand, u	Fein- bis Grobsand, u' [A]	Fein- und Mittelsand, u'		
Bodengruppe n. DIN 18196:	SU	SE	SU*	A [SU]	SU		
Frostempfindlichk. n. ZTVE-StB 17:	F1	F1	F3	F1	F1		
Entnahmestelle/-tiefe:	16/ 0,45-3,0m	17/ 1,4-6,8m	GWM1/ 0,5-3,2m	20/ 0,8-2,7m	33, 34, 35/ 0,65-3,0, 1,0-3,0, 0,8-3,0m		
k-Wert:	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$5.4 \cdot 10^{-5}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$	$4.1 \cdot 10^{-5}$	$4.6 \cdot 10^{-5}$		

KLEINBOHRUNG:

GWM1

M. d. H. 1:100



Wasserstände

Datum 2023	Wasserstand [müNHN]
10.01.	13,79
17.01.	13,81
24.01.	13,85
31.01.	13,88
07.02.	13,90
14.02.	13,91
21.02.	13,93
28.02.	13,92
07.03.	13,94

BAUVORHABEN:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

DARSTELLUNG:

BODENPROFIL UND PEGELAUSSBAU

ANLAGE: 10 ZU:

DATUM: 08.03.2023

gez.:

gepr.:

INGENIEURBÜRO REINBERG

GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

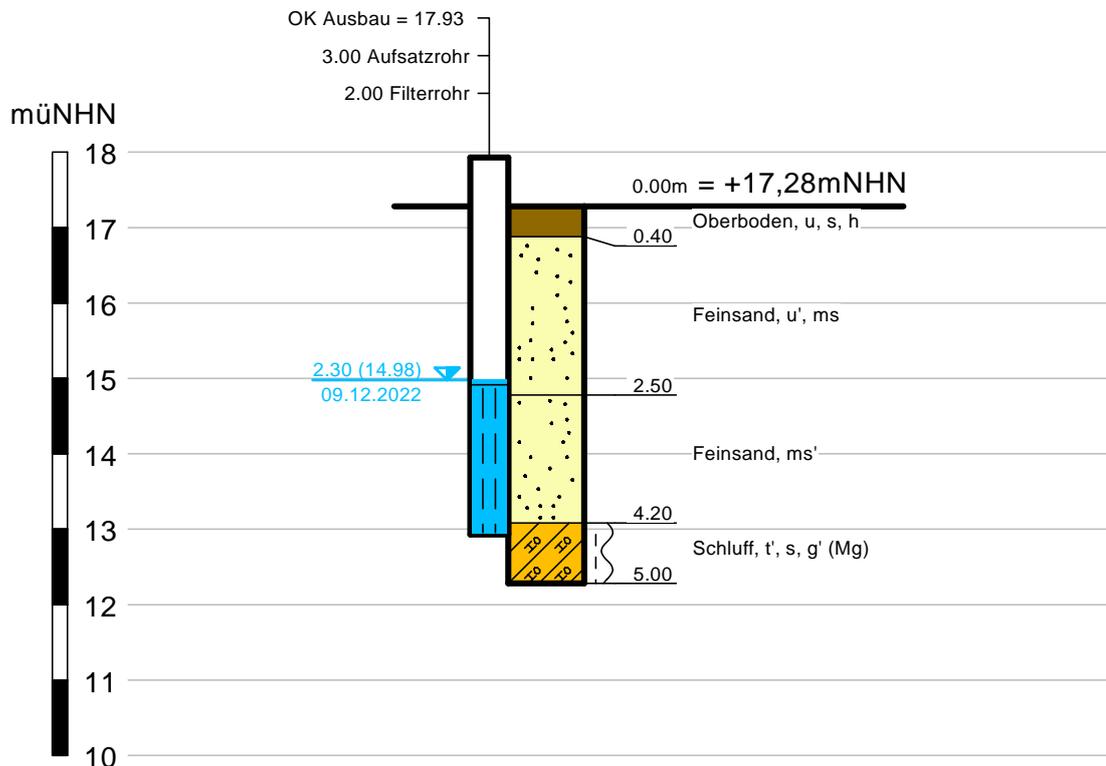
Isaac-Newton-Straße 7 23562 Lübeck Tel. 0451/58 08 105 Fax 0451/58 08 106
E-Mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de



KLEINBOHRUNG:

GWM2

M. d. H. 1:100



Wasserstände	
Datum	Wasserstand [müNHN]
10.01.	14,77
17.01.	14,89
24.01.	14,96
31.01.	14,96
07.02.	15,00
14.02.	15,00
21.02.	14,99
28.02.	14,99
07.03.	14,99

BAUVORHABEN: **Wohngebieterschließung**
in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

DARSTELLUNG: **BODENPROFIL UND PEGELAUSSBAU**

ANLAGE: 11 ZU: [REDACTED] DATUM: 08.03.2023 gez.: [REDACTED] gepr.: [REDACTED]

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

Isaac-Newton-Straße 7 23562 Lübeck Tel. 0451/58 08 105 Fax 0451/58 08 106
E-Mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de

