

Neumünster, Plöner Straße / Hanssenstraße WIR Quartier

Vordimensionierung von Versickerungsanlagen

Erstellt für:

Planungsring Mumm + Partner GbR
Architekten und Ingenieure
Kornträgergang 29
20355 Hamburg

Erstellt von:



Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH
Auguste-Viktoria-Str. 10-12
24103 Kiel



Registriernummer: I-1012008

Projekt-Nr.: P 80 142

Datum: 11.09.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Baugrund.....	4
2.1	Baugrundaufbau	4
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse.....	4
2.3	Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden	4
3	Bemessungsgrundlagen	4
3.1	Allgemeines	4
3.2	Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_U	4
4	Vordimensionierung Versickerungsanlagen	6
4.1	Allgemeines	6
4.2	Muldenversickerung.....	6
4.3	Rohr-Rigolen-Versickerung.....	8
5	Zusammenfassung und Hinweise	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	abflusswirksame Flächen A_U	5
Tabelle 2	Ermittlung des maximalen Speichervolumens für eine Muldenversickerung ...	7
Tabelle 3	Ermittlung der erf. Versickerungsfläche A_S für eine Muldenversickerung	8
Tabelle 4	Ermittlung der erf. Rigolenlänge l_R	9

Abkürzungsverzeichnis

BIG	Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH
GOK	Geländeoberkante
NHN	Normalhöhennull des Deutschen Haupthöhennetzes von 1992 (DHHN 92)

Quellenverzeichnis

Unterlagen

- [U1] Erschließung Plöner Straße / Hanssestraße in 24536 Neumünster, Baugrundgutachten (0087-17), GrundbauINGENIEURE Schnoor + Brauer GmbH & Co. KG, Bredenbek, 23.02.2017,
- [U2] Lage- und Höhenplan, Gemeinde Neumünster, Gemarkung Neumünster-6593, Flur 20, Maßstab 1:250, Dipl.-Ing. C. de Vries, Neumünster, 18.08.2017,
- [U3] WIR-Quartier Neumünster, Lageplan, Maßstab 1:500, Planungsring Mumm – Partner GbR, Hamburg, 21.08.2017.

Literatur

- [L1] DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen
[L2] DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser

Normen

- [N1] DIN 18130-1 Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

In Neumünster soll auf dem Eckgrundstück Plöner Straße / Hanssenstraße ein sogenanntes WIR Quartier errichtet werden.

Nach Vorgabe der Stadt Neumünster ist das auf den versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser auf dem Grundstück zu fassen und im Untergrund zu versickern.

Die Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft wurde vom Planungsring Mumm und Partner GbR, Hamburg, damit beauftragt, eine Vordimensionierung von möglichen Versickerungsanlagen durchzuführen.

2 Baugrund

2.1 Baugrundaufbau

Gemäß der Unterlage [U1] stehen im Planungsgebiet unter einer etwa 0,45 m bis 0,8 m mächtigen Oberbodendeckschicht Mittel- und Grobsande an.

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der im Februar 2017 durchgeführten Erkundungen wurden Grundwasserstände zwischen 1,50 m und 2,30 m unter GOK festgestellt. Dies entspricht einem Niveau von + 21,19 m NHN bis 21,98 m NHN.

2.3 Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden

Im Zuge der Erstellung des Baugrundgutachtens (Unterlage [U1]) wurden an zwei Bodenproben Durchlässigkeitsversuche mit fallender hydraulischer Gradienten gemäß DIN 18130, Teil 1, durchgeführt. Es wurden Durchlässigkeiten von $k_f = 4 \times 10^{-5}$ m/s und $2,4 \times 10^{-5}$ m/s ermittelt.

Gemäß DIN 18130, Teil 1, sind die oberflächennah anstehenden Sande somit als durchlässig zu bezeichnen.

Für die Vordimensionierung der Versickerungsanlagen wird den Berechnungen ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3 \times 10^{-5}$ m/s zu Grunde gelegt.

3 Bemessungsgrundlagen

3.1 Allgemeines

Die Bemessung von dezentralen Versickerungsanlagen sowie von einfachen zentralen Versickerungsanlagen wird mit dem sogenannten Lastfallkonzept durchgeführt. Hierbei wird ein statischer Regen mit einer gewählten Dauer D und einer Häufigkeit n als Lastfall für die Bemessung herangezogen. Die maßgebliche Regenspende $r_{D(n)}$ kann dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (DWD) entnommen werden. Für dezentrale Versickerungsanlagen hat sich eine Häufigkeit von $n = 2/a$ (entsprechend $T_n = 5$ Jahre) allgemein durchgesetzt.

3.2 Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_U

Aufgrund von Verdunstung, Versickerung durch Pflasterfugen etc. ist nicht die gesamte versiegelte Fläche anzusetzen. Der Rechenwert „undurchlässige Fläche“ A_U ergibt sich durch Multiplikation der tatsächlichen vorhandenen Fläche A_E mit dem sogenannten mittleren Abflussbeiwert ψ_m .

In der nachfolgenden Abbildung sind die versiegelten Flächen (Gebäude und Verkehrsflächen) dargestellt:



Abbildung 1 Lageplan (Unterlage [U3])

Entsprechend Abbildung 1 ergeben sich folgende abflusswirksamen Flächen:

Tabelle 1 abflusswirksame Flächen A_u

Flächentyp	Fläche A [m ²]	Art der Befestigung	Ψ_m [-]	„undurchlässige Fläche“ A_u [m ²]
Dach Gebäudekomplex 1	842	unbekannt, Neigung max. 10°	0,9	758
Dach Gebäudekomplex 2	980	unbekannt, Neigung max. 10°	0,9	882
Dach Gebäudekomplex 3	847	unbekannt, Neigung max. 10°	0,9	762
Dach Gebäudekomplex 4	1.000	unbekannt, Neigung max. 10°	0,9	900
Verkehrsflächen	2.412	Pflaster mit dichten Fugen	0,75	1.809

Summe Fläche	A_{ges}	[m ²]	6.081
resultierender mittlerer Abflussbeiwert	Ψ_m	[-]	0,84
Summe abflusswirksame Fläche	A_U	[m ²]	5.111
Summe Gebäudefläche	A_{Dach}	[m ²]	3.669
resultierender Abflussbeiwert Gebäudefläche	Ψ_{Dach}	[-]	0,9
Summe abflusswirksame Gebäudefläche	$A_{U(Dach)}$	[m ²]	3.302
Summe Verkehrsfläche	$A_{Verkehr}$	[m ²]	2.412
resultierender Abflussbeiwert Verkehrsfläche	$\Psi_{Verkehr}$	[-]	0,75
Summe abflusswirksame Verkehrsfläche	$A_{U(Verkehr)}$	[m ²]	1.809

4 Vordimensionierung Versickerungsanlagen

4.1 Allgemeines

Als Grundlage für die weitere Planung der Versickerungsanlagen und zum Nachweis, dass die Niederschläge sicher gefasst und in den Untergrund versickert werden können, wird nachfolgend eine hydraulische Vordimensionierung von möglichen Versickerungsanlagen durchgeführt.

Gemäß der DWA-A 138 sollte die Mächtigkeit des Sickerraums, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, mindestens 1 m betragen. Daher kommen in dem vorliegenden Fall nur oberflächennahe Versickerungsanlagen in Betracht. Aufgrund der Platzverhältnisse ist eine Flächenversickerung im vorliegenden Fall ausgeschlossen, sodass nachfolgend eine Vordimensionierung einer Muldenversickerung durchgeführt wird.

Ggf. kann nach einer Aufhöhung des Geländes im Bereich der vorgesehenen Versickerungsanlage auch eine Rohr-Rigolen-Versickerung zum Einsatz kommen. Nach Aufhöhung des Geländes muss ab Unterkante der Rohr-Rigole bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand ein Sickerraum von 1 m gewährleistet sein. Gemäß DWA-A 138 ist der Anschluss von Hofflächen und Pkw-Parkplätzen mit geringem Verkehr nur in Ausnahmefällen zulässig. Daher werden in der nachfolgenden Dimensionierung lediglich die Dachflächen herangezogen. Ob eine Geländeaufhöhung zulässig ist und ob auch die Verkehrsflächen an eine Rohr-Rigole angeschlossen werden können, ist mit der Gemeinde / zuständigen Behörde abzustimmen.

4.2 Muldenversickerung

Ermittlung der erforderlichen Versickerungsfläche A_S :

$$A_S = 0,10 \cdot A_U = 0,10 \cdot 5.111 \text{ m}^2 = 511,10 \text{ m}^2$$

Das erforderliche Speichervolumen V_M der Mulde ergibt sich aus folgender Formel:

$$V_M = \left[(A_U + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

$r_{D(n)}$ maßgebende Regenspende in l/(s·ha)

k_f Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone in m/s

D Dauer des Bemessungsregens in min

f_z Zuschlagsfaktor gem. DWA-A 117; hier 1,2

Bei einer Oberbodenabdeckung mit Grasnarbe wird als Durchlässigkeitsbeiwert für die Mulde $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

Das erforderliche Speichervolumen der Mulde ergibt sich somit wie folgt:

$$V_M = \left[(5111 + 511,11) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - 511,11 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-5}}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot 1,2$$

Das maximale Speichervolumen wird nun über Variation der Regendauer D und der entsprechenden Regenspende ermittelt.

Tabelle 2 Ermittlung des maximalen Speichervolumens für eine Muldenversickerung

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s·ha)]	V_M [m ³]
5	274,7	51,0
10	204,7	73,7
15	168,1	88,3
20	144,1	98,3
30	113,7	110,5
45	87,8	118,5
60	72,3	120,4
90	54,1	114,3
120	44,0	103,3

Bei einer Regendauer von 60 min erhält man das maximale Speichervolumen.

Für eine Versickerungsfläche $A_S = 511,1$ m² ergibt sich eine Einstauhöhe von

$$Z_M = V_M / A_S = 120,4 / 511,1 = 0,24 \text{ m}$$

Bei einer maximalen Einstauhöhe von 0,24 m beträgt die Entleerungszeit t_E :

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{Z_M}{k_f} = 2 \cdot \frac{0,24}{5 \cdot 10^{-5}} = 9.600 \text{ s} = 2,67 \text{ h} < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$$

Bei Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers über eine Versickerungsmulde ist eine 0,24 m tiefe Mulde auf einer Fläche von 511,1 m² herzustellen.

Alternativer Bemessungsgang

Unter Ausnutzung der üblichen Einstauhöhe von 0,3 m kann eine Optimierung der Versickerungsfläche vorgenommen werden.

Die Versickerungsfläche der Mulde ergibt sich aus nachfolgender Formel:

$$\begin{aligned} A_S &= \frac{A_U \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{Z_M}{D \cdot 60 \cdot f_z} - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + \frac{k_f}{2}} \\ &= \frac{5111,1 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{0,3}{D \cdot 60 \cdot 1,2} - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{2}} \end{aligned}$$

Zur Bestimmung der erforderlichen Versickerungsfläche A_S ist auch hier eine schrittweise Berechnung erforderlich.

Tabelle 3 Ermittlung der erf. Versickerungsfläche A_s für eine Muldenversickerung

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s·ha)]	A_s [m ²]
5	274,7	168,98
10	204,7	248,39
15	168,1	300,44
20	144,1	336,42
30	113,7	381,02
45	87,8	412,40
60	72,3	423,70
90	54,1	419,67
120	44,0	406,50

Bei einem 1-stündigen Regenereignis wird eine maximale Versickerungsfläche von etwa $A_s \sim 424 \text{ m}^2$ benötigt.

Die maximale Entleerungszeit t_E beträgt in diesem Fall

$$\text{vorh. } t_E = 2 \cdot \frac{Z_M}{k_f} = 2 \cdot \frac{0,3}{5 \cdot 10^{-5}} = 3,33 \text{ h} < \text{erf. } t_E = 24 \text{ h}$$

Bei Herstellung einer 0,3 m tiefen Mulde kann somit die benötigte Versickerungsfläche von etwa 511 m^2 auf 424 m^2 reduziert werden.

4.3 Rohr-Rigolen-Versickerung

Die Durchlässigkeit wird mit $k_f = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ gewählt, vgl. Abschnitt 2.3. Darüber hinaus wird eine Rigole mit Grobkiesfüllung (Körnung 8/32) mit einem Porenanteil $s_R = 0,35$ und einer Abmessung von $b_R = 2,5 \text{ m}$ und $h_R = 1 \text{ m}$ gewählt. Die Wasserzuleitung und -verteilung in der Rigole erfolgt durch ein Kunststoff-Vollsickerrohr mit einem Durchmesser von DN 300.

Die Ermittlung des Gesamtspeicherkoeffizienten s_{RR} ergibt sich wie folgt:

$$s_{RR} = \frac{s_R}{b_R \cdot h_R} \cdot \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \left(\frac{1}{s_R} - 1 \right) \right]$$

$$s_{RR} = \frac{0,35}{2,5 \cdot 1} \cdot \left[2,5 \cdot 1 + \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} \left(\frac{1}{0,35} - 1 \right) \right] = 0,37$$

Die maßgebende Länge des Rohr-/Rigolen-Systems berechnet sich aus der folgenden Formel:

$$l_R = \frac{A_U \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}}{D \cdot 60 \cdot f_Z} + \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$

$$l_R = \frac{3.302 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{2,5 \cdot 1 \cdot 0,37}{D \cdot 60 \cdot 1,2} + \left(2,5 + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{3 \cdot 10^{-5}}{2}}$$

Die Ermittlung der Rigolen-Länge ergibt sich durch schrittweise Berechnung:

Tabelle 4 Ermittlung der erf. Rigolenlänge l_R

D [min]	$r_{D(0,2)}$ [l/(s·ha)]	L_R [m]
15	168,1	61,6
30	113,7	79,3
60	72,3	92,1
120	44,0	95,5
180	32,9	93,4
240	26,8	89,8
360	20,0	81,8

Für die gesamte Dachfläche ergibt sich eine erforderliche Gesamtlänge von $l_R = 95,5$ m. Rechnet man das Ergebnis auf 1.000 m² Dachfläche um, so ergibt sich eine Länge von etwa $l_R = 26$ m pro 1.000 m² Dachfläche.

In Abhängigkeit von der Höhe und der Breite des Rohr-/Rigolen-Systems, der Anzahl und des Durchmessers der verwendeten Rohre sowie dem verwendeten Füllboden kann die benötigte Rigolen-Länge variieren.

5 Zusammenfassung und Hinweise

In Neumünster ist auf dem Eckgrundstück Plöner Straße / Hanssenstraße die Errichtung eines WIR-Quartiers geplant. Anfallendes Niederschlagswasser soll auf dem Grundstück versickert werden.

Zur Einhaltung der geforderten Mindestmächtigkeit des Sickerraums von 1 m und der vorhandenen Platzverhältnisse kommt grundsätzlich nur eine oberflächennahe Muldenversickerung in Frage. Ggf. kann nach einer Aufhöhung des Geländes im Bereich der vorgesehenen Versickerungsanlage auch eine Rohr-Rigolen-Versickerung zum Einsatz kommen. Ob eine Geländeaufhöhung zulässig ist und ob auch Verkehrsflächen an die Rohr-Rigole angeschlossen werden können, ist mit der Gemeinde / zuständigen Behörde abzustimmen.

Für die Bemessung der Mulde wurden zwei Rechenwege durchgeführt. Nach der allgemeinen Bemessung ist eine etwa 0,24 m tiefe Mulde mit einer Fläche von etwa 511 m² erforderlich, um das anfallende Niederschlagswasser zu versickern. Zur Optimierung der Muldenfläche wurde ein alternativer Bemessungsgang durchgeführt, bei dem eine Einstauhöhe von 0,3 m angesetzt wird. Hiernach reduziert sich die erforderliche Fläche auf etwa 424 m². Die detaillierte Berechnung kann dem Abschnitt 4.2 entnommen werden.

Der Ermittlung der Rigolen-Länge wurden eine 2,5 m breite und 1,0 m hohe Rigole zu Grunde gelegt. Die Rigole ist im Fallbeispiel mit einem Grobkies (Körnung 8/32) gefüllt. Die Wasserzuleitung und -verteilung erfolgt durch ein Kunststoff-Vollsickerrohr mit einem Durchmesser von DN 300. Für die gesamten Dachflächen ergibt sich eine erforderliche Rohr-Rigolen-Länge von $l_R = 95,5$ m bzw. $l_R = 26$ m pro 1.000 m² Dachfläche.

Bei Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung muss ein Mindestabstand von $\geq 1,5 \times$ Baugrubentiefe h eingehalten werden. Bei Gebäuden mit wasserdruckhaltender Abdichtung ist der Abstand einer Versickerungsanlage zum Gebäude unkritisch, solange bautechnische Grundsätze (z. B. Lastabtragungsbereiche) beachtet werden.

Die Versickerungsanlagen sind in regelmäßigen Abständen zu warten.

Die Belange der DWA-A 138 sind zu beachten.

Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH

ppa. 

Dr. rer. nat. Gregor Overbeck

i. A. 

Dipl.-Ing. Tanja Tschida