

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	2
2	Verwendete Unterlagen	2
3	Geplante Befestigungen im B-Plan-Gebiet	3
4	Angaben zur vorhandenen und geplanten Regenwasserbeseitigung	3
4.1	Allgemeine Angaben	3
4.2	Versickerung von Niederschlagswasser	4
4.3	Geplante Regenwasserbeseitigung	4
5	Hydraulische Berechnung	5
5.1	Allgemeines	5
5.2	Kennwerte	6
5.3	Entwässerungsflächen und mittlere Abflussbeiwerte	7
5.4	Oberflächenabflüsse	8
5.5	Hydraulische Leistungsfähigkeit der Rohrleitungen	8
5.6	Bemessung der Versickerungsboxen (Rigolen)	9
5.7	Versickerung und Rückstau im Havariefall	13
6	Regenwasserbehandlung	14
7	Zusammenstellung der Ergebnisse und Einleitbedingungen	17
8	Literaturverzeichnis	18
9	Anlagen	19

1 **Veranlassung**

Durch die Projektentwicklungsgesellschaft Klewe/Junge mbH ist im Rahmen des vorhabenbezogenen B-Planes Nr. 6 der Gemeinde Hohen Viecheln die Erschließung der Neubausiedlung „Moidentiner Weg“ geplant. Das im Besitz der Projektentwicklungsgesellschaft befindliche Grundstück wird für 13 Wohnhäuser erschlossen.

Die Erschließung des B-Plan-Gebietes hat bereits im März 2021 begonnen. Die Versickerungsanlage einschließlich Regenwasserkanalisation wurde bereits gemäß Planungsunterlagen errichtet.

Die Erschließungsmaßnahmen umfassen folgende Leistungen:

- die Herstellung der Schmutz- und Regenwasserkanalisation
- die Verlegung der Versorgungsleitungen wie Wasser, Gas und Strom sowie Telekommunikation/Breitband
- die Herstellung der Straßenbeleuchtung
- die Herstellung der Wohnstraßen und Wohnwege in der Neubausiedlung

Nachfolgend wird die Wassertechnische Berechnung der **Regenwasserkanalisation und Versickerung** im Wohngebiet beschrieben.

Es ist vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser von den Dachflächen der Wohngebäude sowie der befestigten Straßen und Wege, gemäß Festlegung des B-Planes, zu versickern.

Zur Bearbeitung der Genehmigungs- und Ausführungsplanung lagen mit 2 Bohrkernen in Tiefen bis 3,0 m keine ausreichenden Angaben zur Auswahl geeigneter Regenentwässerungsvarianten vor. Vom Erschließungsträger wurden daher zusätzliche Baugrunduntersuchungen beauftragt, die in diese Unterlage eingearbeitet wurden.

Im Zuge der Antragsstellung vom 10. März 2022 wurden durch die untere Wasserbehörde ergänzende Forderungen und Erläuterung zur Rückhaltung und Versickerung bei ggf. vorherrschenden Stauwasserständen in der Versickerungsanlage gefordert.

2 **Verwendete Unterlagen**

Als Grundlage zur Bearbeitung der Genehmigungs- und Ausführungsplanung lagen folgende Unterlagen vor:

- Bestandsvermessung von 10 / 2020
erstellt durch: Vermessungsbüro Christopher Sohn
Poelerstraße 96
23970 Wismar
- Baugrundgutachten von 11 / 2020
erstellt durch: Geotechnisches Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. Timm-Uwe-Reeck
Lübsche Burg 8
23966 Wismar

- 2. Baugrundgutachten von 11 / 2021
erstellt durch: Geotechnisches Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. Timm-Uwe-Reeck
Lübsche Burg 8
23966 Wismar
- Bestandsleitungen der TÖB

3 Geplante Befestigungen im B-Plan-Gebiet

Das überplante B-Plan-Gebiet nimmt eine Gesamtfläche von ca. 13.242 m² ein. Davon werden 337 m² als öffentliche Verkehrsflächen und 12.905 m² als Privatflächen erschlossen.

Es werden 1.088 m² mit Pflastermaterialien und Asphalt befestigt. Eine Fläche von 3.297 m² wird als Gartenland sowie Obstwiese und 4.890 m² als Grünfläche angelegt. Für die Wohnbebauung wird von einer Befestigung (Dach- und Hofflächen) von ca. 2/3 der Grundstücksfläche (rd. 3.980 m²) ausgegangen. Die geplante Erschließung ist auf dem Übersichtslageplan in Unterlage 2, Blatt-Nr. 2.1 dargestellt.

Das B-Plan-Gebiet wird mit einer privaten Wohnstraße (Länge = 62 m / Breite = 5,0 bis 5,5 m) und drei privaten Wohnwegen (Länge = 15,0 bis 32,0 m / Breite = 3,0 m) erschlossen. Stellplätze sind nur auf den Privatgrundstücken vorgesehen.

Der nordwestliche B-Plan-Bereich ist als Gartenland und Obstwiese ausgewiesen.

4 Angaben zur vorhandenen und geplanten Regenwasserbeseitigung

4.1 Allgemeine Angaben

Im Bereich des B-Plan-Gebietes verfügt die Ortslage Hohen Viecheln über keine Vorflut und kein Regenwassernetz. Die vorhandenen Regenwasserkanäle der Gemeinde Hohen Viecheln und des Zweckverbandes Wismar enden auf Höhe der Dorfkirche in der „Fritz-Reuter-Straße“ bei Hausnummer 37. Dies entspricht einer Entfernung von rd. 330 m Luftlinie bzw. rd. 530 m über Wegeverbindungen.

Eine Einleitung ist aufgrund der Lage nicht möglich und ist zudem über die Festsetzung des B-Plan Nr. 6 nicht vorgesehen.

Die Oberflächenentwässerung der Straßen und Grundstücke in der Ortslage Hohen Viecheln erfolgt derzeit über Regenwasserkanäle des Straßenbauamtes Schwerin und des Zweckverbandes Wismar sowie über unbefestigte Seitenbereiche. Im Bereich des Plangebietes sind keine Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung oder -ableitung vorhanden.

Es ist vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser von den Dachflächen der Wohngebäude sowie der befestigten Straßen und Wege, gemäß Festlegung des B-Planes, zu versickern. Aufgrund der Größe der Grundstücksflächen von 475 bis 742 m² ist eine Versickerung ausschließlich auf den Privatgrundstücken nicht möglich. Eine erforderliche Entwässerung der Privatstraße und -wege ist in der Erarbeitung des B-Planes nicht berücksichtigt worden.

Gemäß Festsetzungen des B-Planes ist das anfallende Niederschlagswasser auf den Grundstücken zu versicken und/oder als Brauchwasser zu nutzen. Aufgrund der

beschriebenen Problematik wird vom Erschließungsträger ein Befreiungsantrag zur Errichtung einer semi-zentralen Versickerungsanlage im B-Plan-Gebiet gestellt.

4.2 Versickerung von Niederschlagswasser

Die geplante Versickerung des Niederschlagswassers von Grundstücks- und Verkehrsflächen im B-Plan-Gebiet erfolgt in keiner festgesetzten Trinkwasserschutzzone. Eine Einstufung der Anlagen gemäß RiStWag 2016 [1] ist daher nicht erforderlich.

Für eine breitflächige sowie auch in Mulden geplante Versickerung des Niederschlagswassers aus Dach- und Verkehrsflächen ist die zur Verfügung stehende Grundstücksfläche mit der erforderlichen Befestigung entsprechend der Nutzungsansprüche nicht ausreichend. Insbesondere der nordöstlich gelegene B-Plan-Abschnitt weist oberflächennahe Geschiebelehm und -mergelschichten in Tiefen von 0,50 m bis 4,85 m auf.

Für die Grundstücksflächen (475 bis 742 m²) wären gemäß DWA-A 138 [2] Versickerungsflächen von 410 m² bis 1.530 m² bzw. Versickerungsmulden/-gräben von 65 m² bis 115 m² mit erforderlich. Einstauzeiten < 24 h können nicht in jedem Fall eingehalten werden.

Das aus Dachflächen anfallende Niederschlagswasser wird daher in einer Rigole versickert.

Nach DWA-A 138 [2] ist eine Versickerung von Niederschlagswasser von gering befahrenen Stellplätzen und Hofflächen (bis DTV 300 Kfz) in Rigolen erlaubt, wenn der anfallende Niederschlagsabfluss in geeigneter Weise vorbehandelt wird.

Da von einem geringen Belastungspotential der Oberflächenabflüsse von Verkehrsflächen auszugehen ist, wird bei entsprechender Vorbehandlung des Niederschlagswassers ebenfalls eine Versickerung in eine unterirdische platzsparende Versickerungsanlage (Rigolen aus Versickerungsboxen) vorgesehen. Maßnahmen zur Vorbehandlung des Niederschlagswassers vor der Versickerung werden auf der Grundlage des Merkblattes DWA-M 153 [3] ermittelt.

4.3 Geplante Regenwasserbeseitigung

Die Versickerung des Niederschlagswassers aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen erfolgt in unterirdischen Versickerungsanlagen aus Versickerungsboxen.

Nach Vorgabe des Erschließungsträgers ist eine Versickerungsanlagen herzustellen. Das anfallende Niederschlagswasser von den Grundstücken (Dach-, Hof- und Grünflächen) und den Verkehrsflächen wird über Fallrohre und Abläufe in eine Regenwasserleitung geleitet und einer Versickerungsanlage, die auf der Westseite des B-Plan-Gebietes an der Ackerfläche angeordnet wird, zugeführt. Siehe hierzu Lageplan RW-/SW-Kanal, Wasserversorgung in Unterlage 6, Blatt-Nr. 6.2b.

Die Versickerungsanlage aus Versickerungsboxen wird mit einem Filtervlies ummantelt und auf Filtermaterial gegründet.

Das anfallende Oberflächenwasser von Grundstücks- und Verkehrsflächen wird über eine Sedimentationsanlage mit Sandsammelraum und Leichtflüssigkeitsabscheider

(Havariefall) geleitet, so dass sich Sedimente absetzen können. Die Bemessung der Versickerungsanlage erfolgt nach DWA-A 138 [2].

Im Rahmen der Wartungszyklen ist die Sedimentationsanlage regelmäßig zu inspizieren und zu reinigen.

Um ein Verschlämmen der Versickerungsboxen zu vermeiden sowie die Filterstabilität zwischen der Versickerungsbox und dem gewachsenen Boden sicher zu stellen, wird die Baugrube mit einem Filtervlies ausgeschlagen. Das Filtervlies ist entsprechend der Körnungslinie des anstehenden Bodens auszuwählen. Dabei ist die Filterwirksamkeit sicher zu stellen.

Es gelten die vereinfachten Filterbedingungen für Vliesstoffe nach M Geok E [4] mit $0,06 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,2 \text{ mm}$. Die Dicke des Vliesstoffes d_v ergibt sich nach [4] zu $d_v \leq 15 * O_{90}$. Als Vorauswahl wird ein Vliesstoff der Fa. Huesker BS 15 K 3 oder gleichwertig mit der Öffnungsweite $O_{90} = 0,08 \text{ mm}$ und einer Dicke $d = 2 \text{ mm}$ bestimmt.

Die Versickerungsboxen sind belastbar mit SLW 60 bei einer Überdeckung von $\geq 0,80 \text{ m}$ bis zu einer Einbautiefe $\leq 5,00 \text{ m}$. Die Zulaufleitungen zu den Versickerungsboxen werden aus PP Rohren DN 300 hergestellt.

Der Mindestabstand $\min a$ der unterirdischen Versickerungsanlage zu neu errichteten Gebäuden beträgt bei einer Einbindetiefe von $h = 4,92 \text{ m}$ (Tiefe Versickerungsanlage).

$$\min a = 1,5 * h = 1,5 * 4,92 \text{ m} = 7,38 \text{ m}$$

Der geplante Abstand zu Gebäuden beträgt $a > 10,00 \text{ m}$. Der Mindestabstand wird damit eingehalten.

5 Hydraulische Berechnung

5.1 Allgemeines

Wie in Punkt 4.3 beschrieben, wird das anfallende Oberflächenwasser aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen gesammelt, in Rohrleitungen zusammengeführt und in einer Versickerungsbox versickert.

Das Regenwasserkanalssystem setzt sich aus einem Kanalstrang zusammen.

Der Kanalstrang entwässert die Dach-, Hof- und Grünflächen der Privatgrundstücke sowie die Verkehrsflächen der Privatstraße und –wege einschließlich der Fahrbahn des öffentlichen Moidentiner Weges, siehe Lageplan RW-/SW-Kanal, Wasserversorgung in Unterlage 6, Blatt-Nr. 6.2b.

In Tabelle 1 sind die Haltungen zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Haltungen und deren Entwässerungsfunktion

Schacht oben	Schacht unten	Dimension DN [mm]	Material	Funktion
R1	R2	300	PP	Regenwasserkanal
R2	R3	300	PP	Regenwasserkanal
R4	R3	300	PP	Regenwasserkanal
R3	R5	300	PP	Regenwasserkanal
R6	R5	300	PP	Regenwasserkanal
R6	R7	400	PP	Regenwasserkanal
R7	R8	400	PP	Regenwasserkanal
R8	SF1.2	300	PP	Zulauf Sedimentationsanlage
SF1.1	Rig1.1	300	PP	Ablauf Sedimentationsanlage
Rig1.1	Rig1.2	300	PP	Regenwasserkanal
Rig1.2	Rigole	300	PP	Zulauf Versickerungsbox
R8	R9	300	PP	Regenwasserkanal
R9	SF2.2	300	PP	Zulauf Sedimentationsanlage
SF2.1	Rig2.1	300	PP	Ablauf Sedimentationsanlage
Rig2.1	Rig2.2	300	PP	Zulauf Versickerungsbox
Rig2.2	Rigole	300	PP	Zulauf Versickerungsbox

Die nachfolgende hydraulische Betrachtung bezieht sich nur auf die Ableitung des Oberflächenwassers aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen des B-Plan-Gebietes Nr. 6 „Moidentiner Weg“.

5.2 Kennwerte

Zur Ermittlung des Oberflächenwassers von den Dach-, Hof- und Verkehrsflächen werden folgende Kenngrößen angesetzt:

Für die Häufigkeit des Bemessungsregens wird nach DWA-A 118 [5] für Wohngebiete $n = 0,5$ und für die Überstauhäufigkeit in Wohngebieten $n = 0,3$ angesetzt. Für die Versickerung der Oberflächenabflüsse aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen in Versickerungsboxen ist nach DWA-A 138 [2] eine Häufigkeit des Bemessungsregens mit $n = 0,2$ anzusetzen.

Häufigkeit des Bemessungsregens (Tabelle 2 nach DWA-A 118 [5])	$n = 0,5$
Häufigkeit des Starkregens (Tabelle 3 nach DWA-A 118 [5])	$n = 0,3$
Häufigkeit des Starkregens (Versickerung) (Tabelle 3 nach DWA-A 138 [2])	$n = 0,2$

maßgebende Regendauer (Tabelle 4 nach DWA-A 118 [5])	mittlere Geländeneigung 1 bis 4 % $D = 10 \text{ min}$
---	---

Regenspende Hohen Viecheln
gemäß KOSTRA-2010-DWD [6]

$r_{10(0,5)} = 161,7 \text{ l/(s*ha)}$
 $r_{10(0,3)} = 180,0 \text{ l/(s*ha)}$
 $r_{10(0,2)} = 203,3 \text{ l/(s*ha)}$

Art der Dachflächenbefestigung
Art der Verkehrsflächenbefestigung

Dachziegel
Betonsteinpflaster / Asphalt

5.3 Entwässerungsflächen und mittlere Abflussbeiwerte

Die Entwässerungsflächen für die Versickerung setzen sich aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen zusammen und sind auf dem Einzugsflächenplan in Unterlage 6, Blatt-Nr. 6.1 dargestellt. Danach ergeben sich folgende 8 Entwässerungsflächen $A_{E,R1}$ bis $A_{E,R8}$.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Größen der Entwässerungsflächen

Fläche	Flächenart	Flächengröße in m ²
$A_{E,R1}$	Moidentiner Weg	848,02
$A_{E,R2}$	Grundstück, Wohnstraße	1.300,86
$A_{E,R3}$	Grundstück	1.437,33
$A_{E,R4}$	Grundstück, Wohnweg	1.700,08
$A_{E,R5}$	Grundstück, Wohnstraße	1.444,77
$A_{E,R6}$	Grundstück, Wohnweg	1.683,55
$A_{E,R7}$	Grundstück, Wohnweg	735,36
$A_{E,R8}$	Gartenland, Obstwiese (nicht angeschlossen)	3.297,44
	Summe $A_{E,ges}$ in m ² :	12.447,41
	Summe $A_{E,ges}$ in ha:	1,245
	Angeschlossene Fläche $A_{E,ges}$ in ha:	0,915

In der Tabelle 3 sind die Entwässerungsflächen $A_{E,R1}$ bis $A_{E,R7}$ als Gesamtfläche nach der Befestigungsart mit dem dazugehörigen Abflussbeiwert ψ_m aufgeführt. Die Abflussbeiwerte werden dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [2] entnommen und mit der RAS-Ew 05 [7] abgeglichen.

Tabelle 3: Entwässerungsfläche $A_{E,R1}$ bis $A_{E,R7}$ nach Befestigungsart für Oberflächenabfluss

Befestigungsart	Fläche	Abflussbeiwert ψ_m
Dacheindeckung, Carport	1.560 m ²	0,90
Betonpflaster, Hofflächen	2.392 m ²	0,54
Betonpflaster, Fahrgasse	757 m ²	0,75
Asphalt Gemeindestraße	337 m ²	0,90
Grünflächen	3.847 m ²	0,10
Bankett	257 m ²	0,50
Σ	9.150 m²	

Dies ergibt einen mittlerer Abflussbeiwert aus Dach-, Hof- und Verkehrsflächen $A_{E,R1}$ bis $A_{E,R7}$ von:

- mittlerer Abflussbeiwert:
 $\Psi_m = (1.560 \times 0,90 + 2.392 \times 0,54 + 757 \times 0,75 + 337 \times 0,90 + 3.847 \times 0,10 + 257 \times 0,50) / 9.150 = 0,45$
- Spitzenabflussbeiwert nach DWA A 118 [5] für mittlere Geländeneigung 1 bis 4 % und $r_{10(0,5)} = 161,7 \text{ l/(s*ha)}$:
 $\Psi_{S,r10(0,5)} = 0,52$
- Spitzenabflussbeiwert nach DWA A 118 [5] für mittlere Geländeneigung 1 bis 4 % und $r_{10(0,3)} = 180,0 \text{ l/(s*ha)}$:
 $\Psi_{S,r10(0,3)} = 0,55$

5.4 Oberflächenabflüsse

Der Oberflächenabfluss Q_r wird wie folgt berechnet:

$$Q_r = r_{x(y,y)} * \Psi_{si} * A_E$$

Die Oberflächenabflüsse ergeben sich zu:

- Oberflächenabfluss für den Bemessungsregen für Regenwasserkanal:

$$\begin{aligned} Q_{r10(0,5)} &= r_{10(0,5)} * \Psi_{S,r10(0,5)} * A_E \\ &= 161,7 \text{ l/(s*ha)} * 0,52 * 0,9150 \text{ ha} = 76,94 \text{ l/s} \end{aligned}$$

- Oberflächenabfluss für ein Starkregenereignis für Regenwasserkanal:

$$\begin{aligned} Q_{r10(0,3)} &= r_{10(0,3)} * \Psi_{S,r10(0,3)} * A_E \\ &= 180,0 \text{ l/(s*ha)} * 0,55 * 0,9150 \text{ ha} = 90,59 \text{ l/s} \end{aligned}$$

5.5 Hydraulische Leistungsfähigkeit der Rohrleitungen

Der Bemessung liegt die RAS-Ew [7] und das DWA-Arbeitsblatt A 118 [5] zugrunde. Die Rohrkennwerte wurden aus Tabellen zur hydraulischen Dimensionierung von Abwasserkanälen und -leitungen [8] entnommen.

Die Dimensionierung der Regenwasserkanäle erfolgt über die erforderliche hydraulische Leistungsfähigkeit.

In Tabelle 4 ist das hydraulische Abflussvermögen der Rohrleitungen aus zusammengestellt.

Tabelle 4: Zusammenstellung der hydraulischen Abflussverhältnisse im Regenwasserkanal ($k_b = 0,75$)

Haltung	DN	Sohlgefälle	Länge	Q_v	Auslastung
		[‰]	[m]	[l/s]	[%]
R1	300	3,4	38,70	21,53	34,4
R2	300	3,4	21,97	34,40	55,0
R3	300	4,0	24,32	66,78	98,5
R4	300	3,4	59,16	16,83	27,1
R5	400	2,5	41,60	90,74	79,6
R6	300	3,4	24,70	16,63	26,8
R7	400	2,5	15,70	90,74	79,6
R8	300	3,4	2,50	45,37	72,6
R8.1	300	3,4	1,60	45,37	72,6
R9	300	3,4	2,50	45,37	72,6

Die vollständige hydraulische Berechnung ist den Listenrechnungen in Anlagen 1 und 2 zu entnehmen.

Der Regenwasserkanal DN 300 bis DN 400 ist bei dem vorgesehenen Sohlgefälle in der Lage die anfallenden Niederschlagsmengen abzuführen.

5.6 Bemessung der Versickerungsboxen (Rigolen)

Betrachtet wird eine Versickerungsanlage aus Versickerungsboxen.

Das Speichervolumen der Versickerungsbox (Rigole) ergibt sich zu:

$$V_R = b_R \cdot h \cdot L_R \cdot S_{RR}$$

Die erforderliche Länge L_R der Versickerungsanlage wird nach

$$L_R = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{D_r} \cdot 1000}{((b_R + h_R \cdot S_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + \frac{h_R}{2}) \cdot \frac{k_f}{2})}$$

berechnet.

Ein Drosselabfluss aus der Versickerungsanlage ist nicht vorgesehen. Der Gesamtkoeffizient für die Versickerungsbox wird nach Herstellerangaben mit $S_{RR} = 0,95$ angegeben.

Ermittlung des durchschnittlichen Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Zur Berechnung der Versickerungsanlage ist der Durchlässigkeitsbeiwert zu verwenden. Da die Anlage recht lang ist und sich in unterschiedlichen Bodenbereichen befindet, ist dieser entsprechend zu mitteln.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte werden in beiden Baugrundgutachten wie folgt angegeben:

HGB 1 (Mutterboden) Tiefe 0,00 bis 0,50 m $k_f = \varnothing 5,50 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ entfällt

HGB 2 (Decksand S2)	Tiefe ab 0,40 m	$k_f = \varnothing 3,03 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
HGB 2 (Decksand S3)	Tiefe ab 3,00 m	$k_f = \varnothing 5,50 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
HGB 3 (Geschiebemergel)	Tiefe 0,60 m bis 3,50 m	$k_f = \varnothing 2,75 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Der zu erwartende k_f -Wert wird anhand der ermittelten Baugrundsichtung in der Fläche und Höhe ermittelt und ergibt sich wie folgt:

- HGB 2 (Decksand S2)	$k_f = \varnothing 3,03 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	11,0 %
- HGB 2 (Decksand S3)	$k_f = \varnothing 5,50 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	45,9 %
- HGB 3 (Geschiebemergel)	$k_f = \varnothing 2,75 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	35,8 %
- HGB 3 (Geschiebemergel)	$k_f = \varnothing 2,75 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	<u>7,3 %</u>
		100,0 %

$$k_{f,\text{mittel}} = (11,0 * 3,03 \times 10^{-5} + 45,9 * 5,50 \times 10^{-6} + 35,8 * 2,75 \times 10^{-6} + 7,8 * 2,75 \times 10^{-6}) / 100$$

$$k_{f,\text{mittel}} = 7,06 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

Um Rechenungenauigkeiten auszuschließen wird die Versickerung nur mit 90 % des ermittelten k_f -Wertes ($6,35 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) berechnet.

In Tabelle 5 sind die Parameter der Versickerungsbox zusammengestellt.

Die für die Bemessung, ausgewählte Versickerungsbox besitzt eine Abmessung von $L = 0,80 \text{ m}$, $H = 0,66 \text{ m}$, $B = 0,80 \text{ m}$. Je nach Hersteller ist die Geometrie der Versickerungsboxen unterschiedlich.

Die Versickerungsanlage wird aus einer Aneinanderreihung von 3 bis 8 Versickerungselementen in der Breite ($0,80 \times 3 = 2,40 \text{ m}$ bis $0,80 \times 8 = 6,40 \text{ m}$) und 2 Versickerungselementen in der Höhe ($0,66 \times 2 = 1,32 \text{ m}$) zusammengesetzt. Die Länge der Versickerungsanlage wird entsprechend des erforderlichen Volumens berechnet. Die äußere Breite und die innere Breite der Versickerungsbox wird gleich gesetzt. Für die innere Höhe wird die nutzbare innere Höhe von $h_{i,N} = 1,30 \text{ m}$ angesetzt.

Tabelle 5: Parameter der Versickerungsbox (Rigole)

Rigolenparameter	Rigole 1
b_R - Breite der VA	2,40 m bis 6,40 m
h - Höhe der VA	1,32 m
b_{Ri} bei VSB	4,00 m
h_{iN} bei VSB (nutzbare Höhe)	1,30 m
S_{RR} - Speicherkoeffizient -VSB	0,95
mittl. Abflussbeiwert ψ_m	0,45
angeschl. Fläche A_E	9.150,00 m ²

VA – Versickerungsanlage

VSB - Versickerungsberechnung

Die Wasserzufuhr und -verteilung erfolgt durch Regenwasserkanäle aus PP DN 300. In Tabelle 6 sind die maßgebenden Bemessungsparameter der Rigole (Versickerungsbox) dargestellt. Die Ermittlung ist der Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 6: Ermittlung der Länge L_R der Versickerungsanlage

Entwässerungsfläche A_E		
D - Regendauer	1.440 min	
$r_{Di(0,2)}$ - Regenspende	6,2 l/(s*ha)	
L – rechn. Rigolenlänge	37,8 m	
L_{gew} – gewählte Rigolenlänge	38,40 m (Anzahl Boxen: 480 St)	Vorhanden: 478 St
V_R - Speichervolumen Rigole	192,60 m ³	Vorhanden: 201,91 m ³
$A_{S,Rig.}$ – versickerungswirksame Fläche	178,90 m ²	Vorhanden: 178,23 m ²
z_R - Einstauhöhe	1,08 m	Vorhanden: 1,13 m
t_E - Entleerungszeit	94 h $\approx$ 4 d	Vorhanden: 99 h $\approx$ 4 d

Mit der Berechnung in Anlage 3 wurde im anstehenden Boden eine Versickerung des Niederschlagswassers entsprechend der ausgewählten Kenndaten, innerhalb von vier Tagen nachgewiesen. Eine Versickerung ist gewährleistet.

Die Versickerungsanlage wird auf Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A 138 [2] und nach Herstellerangaben errichtet. Die Versickerungsanlage besteht aus Versickerungsboxen, die mit Filtervlies ummantelt und überschüttet werden. Im Sohlbereich der Versickerungsboxen wird eine stabile Filterschüttung (Kies-Sand-Gemisch 8/32 mm nach DIN 18196 [13] und RAS-Ew [7]) eingebaut. Die Speicherkapazität der Versickerungsanlage ergibt sich aus dem Querschnitt und dem Hohlraum der Versickerungsbox. Zur Entlüftung der Versickerungsboxen werden Entlüftungsöffnungen vorgesehen.

Folgende Querschnitte für die Versickerungsboxen werden angewendet, siehe auch Lageplan RW-/SW-Kanal, Wasserversorgung in Unterlage 6, Blatt-Nr. 6.2b und 6.6a:

a) Abschnitt 1

Breite b_R = 2,40 m
Höhe h_R = 1,32 m
Länge L_R = 20,00 m
Gefälle I_R = 2,0 ‰

b) Abschnitt 2

Breite b_R = 4,00 m
Höhe h_R = 1,32 m
Länge L_R = 16,00 m
Gefälle I_R = 2,0 ‰

c) Abschnitt 3

Breite b_R = 4,40 m
Höhe h_R = 1,32 m
Länge L_R = 6,40 m
Gefälle I_R = 2,0 ‰

anstehender Baugrund

Im Baugrundgutachten des Geotechnischen Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. Timm-Uwe Reeck, Wismar, Projekt-Nr. P41420-01 vom 08. Dezember 2020, siehe Unterlage 11, wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f für die anstehenden maßgebenden Böden angegeben und in Tabelle 7 übernommen. Ergänzt wurde das Baugrundgutachten mit einem 2. Gutachten zur genaueren Darstellung der Bodenverhältnisse am Versickerungsbecken durch das Geotechnische Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. Timm-Uwe Reeck, Wismar, Projekt-Nr. P41421-01 vom 09. November 2021, siehe Unterlage 11.

Tabelle 7: Angaben anstehender Böden

Homogenbereich	Bodenart	Tiefenbereiche	Durchlässigkeit k_f
HGB 1	Mutterboden (Feinsand, stark schluffig)	0,00 bis 0,50 m	$\varnothing 5,5 \times 10^{-6}$ m/s
HGB 2	Decksand S2 (Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig)	0,40 bis > 2,50 m	$\varnothing 3,03 \times 10^{-5}$ m/s
HGB 2	Decksand S3 (Mittel- bis Grobsand, stark kiesig, schwach schluffig)	ab 3,00 m	$\varnothing 5,5 \times 10^{-6}$ m/s
HGB 3	Geschiebemergel (Ton, stark sandig, kiesig)	0,60 bis 3,50 m	$\varnothing 2,75 \times 10^{-6}$ m/s

Die angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte befindet sich im entwässerungstechnisch relevanten Bereich für Versickerungsanlagen.

Die Grundwasserstände wurden nicht ermittelt. Grundsätzlich ist aufgrund der erkundeten Bodensituation mit temporären Stauwasserständen bis OK Gelände zurechnen.

Aufgrund des umfangreichen Eingriffs im Bereich der Versickerungsanlage ist hier von geänderten temporären Stauwasserständen bis max. 1,0 m über Rigolensohle auszugehen.

Zur weiteren Betrachtung der Boden- und Grundwasserverhältnisse werden Bodenkarten des Geodatenportals GAIA-MV [12] ausgewertet.

In den Bodenkarten, Anlagen 4 und 5, liegt das B-Plan-Gebiet in folgenden Bodenbereichen:

- Sand und Kiessand der Sander (nordwestlich)
- Geschiebelehm und -mergel der Grundmoränen (südöstlich)
- Sand-Braunerde, Sandersande (nordwestlich)
- Tieflehm, Lehm (südöstlich)

In der Grundwasserkarte, Anlagen 6, steht im B-Plan-Gebiet das Grundwasser in Höhen von 38 bis 40 m üDHHN2016 an. Dies entspricht einer Tiefe von 20 bis 22 m unter OK Gelände.

Gemäß DWA-A 138 [2] darf der Abstand des mittleren höchsten Grundwasserstands zur Oberkante der Filterschicht $a = 1,50$ m nicht unterschreiten.

Die Grundwasserüberdeckung nach Errichtung der Rigole aus Versickerungsboxen beträgt bei einer Rigolentiefe von 3,45 bis 5,00 m unter OK Gelände ca. 15 bis 17 m.

5.7 Versickerung und Rückstau im Havariefall

Entsprechend der vorliegenden Baugrundgutachten vom 03.12.2020 (Projekt-Nr. P41420-01) und 09.11.2021 (Projekt-Nr. P41021-01) ist mit einem temporären Stauwasserspiegel bis 1,0 m oberhalb der Geschiebeeböden bzw. über Rigolensohle auszugehen. Die Versickerungsanlage kann daher bei Stauwasserereignissen bereits zu 77 % gefüllt sein ($155,47 \text{ m}^3$ von $201,91 \text{ m}^3$; $\Delta 46,44 \text{ m}^3$).

Dies hat zur Folge, dass für die Versickerung der anfallenden Niederschlagsmengen eine Verzögerung und Minderung der Versickerungsleistungen sowie ein entsprechender Rückstau im Kanalsystem zu berücksichtigen ist.

Unter Berücksichtigung verschiedener Regenereignisse ergeben sich in Tabelle 8 unterschiedliche, zu berücksichtigende, Rückstauereignisse.

Tabelle 8: Ermittlung Rückstau

Regenspende	Oberflächen-abfluss	Niederschlags-dauer	Eintretendes Rückstauvolumen (verbleibendes Speichervolumen $V_R = 46,44 \text{ m}^3$)
		10 min	
$r_{10(0,50)} = 161,7 \text{ l/(s*ha)}$	76,94 l/s	46,16 m ³	$46,16 - 46,44 \text{ m}^3 \approx 0,00 \text{ m}^3$
$r_{10(0,33)} = 180,0 \text{ l/(s*ha)}$	90,59 l/s	54,35 m ³	$54,36 - 46,44 \text{ m}^3 = 7,92 \text{ m}^3$
$r_{10(0,20)} = 203,3 \text{ l/(s*ha)}$	119,98 l/s	71,99 m ³	$71,99 - 46,44 \text{ m}^3 = 25,55 \text{ m}^3$
$r_{1440(0,20)} = 6,2 \text{ l/(s*ha)}$ (Ergebnis Versickerung)	192,60 m ³ (24h)		$192,60 - 46,44 \text{ m}^3 = 146,16 \text{ m}^3$

Die tiefsten Bereiche im B-Plan-Gebiet sind entsprechend der geplanten Deckelhöhen die Schächte R4 (Wohnweg 1) sowie SF1.1, Rig1.1 und Rig2.1 (Versickerungsfläche) mit Höhen von 60,90 bis 61,00 m über DHHN2016.

Zur Fassung des entstehenden Rückstaus kann der Regenwasserkanal bis zum Überlauf der benannten Schächte zusätzlich mit rd. 19 m^3 eingestaut werden. Ein Rückhalt ist somit für Regenereignisse kleiner $r_{10(0,20)} = 203,3 \text{ l/(s*ha)}$ gegeben.

Gemäß DWA-A 118 [5] sind für ländliche Gebiete/Wohngebiete Überstauhäufigkeiten von 1 in 2 bzw. 3 Jahren ($n = 0,5$ bzw. $n = 0,3$) zu berücksichtigen.

Um bei stärkeren oder länger anhaltenden Regenereignissen ein Überlaufen bzw. Austreten von Regenwasser zu verhindern können an 8 Schächten verriegelbare Schachtabdeckungen gemäß DIN EN 124 eingebaut werden. Somit erhöht sich der Austrittspunkt um 0,47 bis 0,57 m auf 61,47 m über DHHN2016.

Bei Erhöhung des Austrittspunktes sind ggf. angeschlossene Grundstücke (Wohngebäude) entsprechend der sich ergebenden Rückstauenebene von 61,47 m über DHHN2016 vor Rückstau zu sichern. Dies betrifft voraussichtlich 4 Grundstücksflächen.

6 Regenwasserbehandlung

Absetzanlage/Sedimentationsanlage

Auf Grundlage des Merkblattes DWA-M 153 [3] wurde untersucht, ob vor Versickerung des Niederschlagswassers eine Regenwasserbehandlung erforderlich ist. Das Einleitgewässer ist dem Gewässertyp G12 – Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten zuzuordnen.

Das Oberflächenwasser wird von Dach-, Hof-, Grün- und Verkehrsflächen der betrachteten Einzugsflächen abgeleitet. Dabei ist nur mit einer geringen Flächenverschmutzung zu rechnen. Die Einstufung der Flächenverschmutzung dieser Flächen erfolgt in Typ F2 bis F4.

Im Ergebnis der Bewertung, siehe Anlagen 6, wurde festgestellt, dass unter den geplanten Bedingungen eine Behandlungsmaßnahme erforderlich ist. Entsprechend der Belastung wird eine Sedimentationsanlage mit Leichtflüssigkeitsrückhaltung im Havariefall (SediPipe XL plus 600/18 der Fa. Fränkische) vorgesehen.

Bemessung Sedimentationsanlage

Bei der Bemessung der Sedimentationsanlage / Absetzanlage wird Bezug auf das Merkblatt DWA-M 153 [3] und die Richtlinie für die Anlage von Straßen RAS Teil Entwässerung RAS-Ew 2005 [7] genommen. Danach dienen Absetzanlagen der Sedimentation von absetzbaren Stoffen über etwa 0,1 mm.

Ein Nachweis der Absetzanlage erfolgt über die Absenkgeschwindigkeit der Sedimente.

Ausgangsgrößen

- Bemessungsregen $r_{15(1)}$ = 107,8 l/s*ha
- Befestigter Flächenanteil A_u = 0,408 ha
- Bemessungszufluss $Q_{15(1)}$ = 43,98 l/s = 0,044 m³/s
- Sinkgeschwindigkeit v_s nach Fair für Korndurchmesser [9]:
 - bis 0,1 mm = 24,000 m/h
 - bis 0,2 mm = 82,000 m/h
 - bis 0,5 mm = 258,000 m/h
- Grenzkgeschwindigkeit v_{gr} zur Bemessung des Durchflussquerschnittes < 0,300 m/s

Sedimentationsanlage:

- gewählte Sedimentationsanlage: SediPipe XL plus 600/18
- Anzahl: 2 Stk
- Länge: L = 18,00 m
- Dimension: DN 600

$$\begin{aligned}A_{\text{Sed}} &= L \cdot B &= 18,00 \cdot 0,60 \\A_{\text{Sed}} &= 10,80 \text{ m}^2\end{aligned}$$

In der weiteren Berechnung wird die Beschickung und Sedimentation einer Sedimentationsanlage ermittelt:

erforderliche Fläche zur Einhaltung der Grenzggeschwindigkeit

$$\begin{aligned}A_{\text{erf}} &= (Q_{15(1)}) / v_{\text{gr}} = 0,044 \text{ (m}^3/\text{s)} / 0,3 \text{ (m/s)} \\A_{\text{erf}} &= 0,147 \text{ m}^2\end{aligned}$$

erforderliche Oberfläche zur Einhaltung der Sinkgeschwindigkeit

bis 0,1 mm

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{15(1)} / v_s = 0,044 \text{ (m}^3/\text{s)} \cdot 3600 \text{ (s/h)} / 24 \text{ (m/h)} \\O_{\text{erf}} &= 6,60 \text{ m}^2\end{aligned}$$

bis 0,2 mm

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{15(1)} / v_s = 0,044 \text{ (m}^3/\text{s)} \cdot 3600 \text{ (s/h)} / 82 \text{ (m/h)} \\O_{\text{erf}} &= 1,93 \text{ m}^2\end{aligned}$$

bis 0,5 mm

$$\begin{aligned}O_{\text{erf}} &= Q_{15(1)} / v_s = 0,044 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3600 \text{ s/h} / 258 \text{ m/h} \\O_{\text{erf}} &= 0,61 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$0,61 \text{ m}^2 \text{ (0,5 mm)} < 1,93 \text{ m}^2 \text{ (0,2 mm)} < 6,60 \text{ m}^2 \text{ (0,1 mm)} < \mathbf{10,80 \text{ m}^2}$$

Es setzen sich damit Sedimente mit einer Größe $\approx 0,1$ mm ab. Es wird eine Rückhaltung von Sediment über einer Korngröße von 0,1 mm erzielt. Voraussetzung ist eine regelmäßige Reinigung der Sedimentationsanlage.

Die Sedimentationsanlage wird mit einem Innendurchmesser von $d = 0,60$ m und einer nutzbaren Absetzlänge von 18,00 m hergestellt. Das Anlagenvolumen beträgt demnach $A_A = 5,09 \text{ m}^3$. Zur weiteren Berechnung wird ein Absetzvolumen $A_V = A_A/2$ angenommen. Die Aufenthaltszeit t_A errechnet sich zu:

$$\begin{aligned}t_A &= A_V / Q = 2,545 \text{ m}^3 / 0,044 \text{ m}^3/\text{s} \\t_A &= 57,84 \text{ s}\end{aligned}$$

Die Fließgeschwindigkeit in der Absetzanlage beträgt:

$$\begin{aligned}v &= L / t_A = 18,00 \text{ m} / 57,84 \text{ s} \\v &= 0,31 \text{ m/s} > 0,30 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Die mittlere Schlammfracht B_S ermittelt sich gemäß Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten [10] für die angeschlossene Entwässerungsfläche am Regenwasserkanalnetz nach folgenden Ansatz:

$$\begin{aligned}B_S &= \rho_s \cdot N \cdot 10^{-3} \cdot A_U \text{ in [kg/a]} \\B_S &= 6,1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{mm} \cdot N \cdot 620,30 \text{ mm/a} \cdot 10^{-3} \cdot (4.079,93 \text{ m}^2) \\B_S &= 15.437,76 \text{ kg/a}\end{aligned}$$

mit den Parametern

- ρ_s – mittlere Feststoffzufuhr ($6,1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{mm N}$) nach Grundlagen der Hydrologie [11]
 N – mittlere jährliche Niederschlagshöhe $620,30 \text{ mm/a}$ Raum Schwerin
 A_U – angeschlossene befestigte Fläche ($4.079,93 \text{ m}^2$ siehe Abschnitt 5.3)

Das mittlere jährliche Schlammvolumen errechnet sich zu:

$$V_{\text{abf.-Stoffe}} = B_S / (\rho_{\text{abf.}} \cdot 1000) = 15.437,76 \text{ kg/a} / (2,5 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1000)$$
$$V_{\text{abf.-Stoffe}} = 6,175 \text{ m}^3/\text{a}$$

mit den Parametern

- $\rho_{\text{abf.}}$ – Dichte der abfiltrierbaren Stoffe , $2,5 \text{ kg/dm}^3$

Dieser Mengenansatz stellt einen Richtwert dar und dient dem AG als Orientierung für die Reinigungsintervalle. Bei dem vorhandenen Absetzvolumen $A_v = 2,545 \text{ m}^3$ wird eine Reinigung des Absetzraumes von mindestens 3 Mal im Jahr erforderlich. Durch den Anlagenbetreiber sind hierzu regelmäßig Kontrollen durchzuführen.

7 Zusammenstellung der Ergebnisse und Einleitbedingungen

Anlagenbetreiber	Voraussichtlich Zweckverband Wismar
Nummer der Einleitstelle:	keine
Abwasserart:	Niederschlagswasser / Versickerung
Einzugsgebiet:	Entwässerungsgebiet $A_E = 9.150$ ha
Entwässerungssystem:	Trennkanalisation
Schachtnummer bei der Einleitstelle (Versickerungsanlage):	Rig 1.2 Rig 2.2
Auslauf:	2x PP DN 300
Sohle Auslauf:	Rig 1.2 59,33 m ü. DHHN 2016 Rig 2.2 59,34 m ü. DHHN 2016
Einleitmenge	siehe Versickerungsberechnung
Regenwasserbehandlung vor Einleitung:	vorhanden gemäß DWA- M 153 erforderlich
Gewässer:	Grundwasser (Versickerung)
Gemeinde:	Hohen Viecheln
Flur; Flurstück	2; 75/23 ($A = 600$ m ²)
Koordinaten nach ETRS 89 UTM-33N	
Rig 1.2: Rechtswert (X) Hochwert (Y)	33270292,395 5965521,087
Rig 2.2: Rechtswert (X) Hochwert (Y)	33270293,826 5965521,802

8 Literaturverzeichnis

- [1] RiStWag 2016
Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
Ausgabe 2016
- [2] DWA-A 138
Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
April 2005
- [3] DWA-M 153
Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser
August 2007
- [4] M Geok E
Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus
Ausgabe 2016
- [5] DWA-A 118
Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen,
März 2006
- [6] KOSTRA—DWD 2010R
Starkniederschlagshöhen für Deutschland,
Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Stand 2017
- [7] RAS-Ew
Richtlinie für die Anlage von Straßen
Teil: Entwässerung
Ausgabe 2005
- [8] Tabellen zur hydraulischen Dimensionierung von Abwasserkanälen und –leitungen,
INGWIS-Verlag, P.Unger,
Ausgabe 1988
- [9] Hosang / Bischof
Abwassertechnik, Teubner Verlag
Ausgabe 1993
- [10] Geiger, W. u.a.
Neue Wege für das Regenwasser: Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung
von Regenwasser in Baugebieten, Deutscher Industrieverlag
Ausgabe 2009
- [11] Dyck & Peschke
Grundlagen der Hydrologie
Verlag für Bauwesen
Ausgabe 1995

- [12] Geoportal.MV
Landesamt für innere Verwaltung – Koordinierungsstelle für Geoinformationswesen
www.geoportal-mv.de
- [13] DIN 18196
Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
Mai 2011

9 Anlagen

- Anlage 1 Hydraulische Berechnung Regenwasserkanal Bemessungsregen $r_{10(0,5)}$
- Anlage 2 Hydraulische Berechnung Regenwasserkanal Starkregen $r_{10(0,3)}$
- Anlage 3 Versickerungsberechnung nach DWA-A 138 – Rigole 1
- Anlage 4 Geoportal Oberflächengeologie
- Anlage 5 Geoportal Bodengeologie
- Anlage 6 Geoportal Grundwasser
- Anlage 7 Regenwasserbehandlung - Bewertungsverfahren nach DWA-M 153