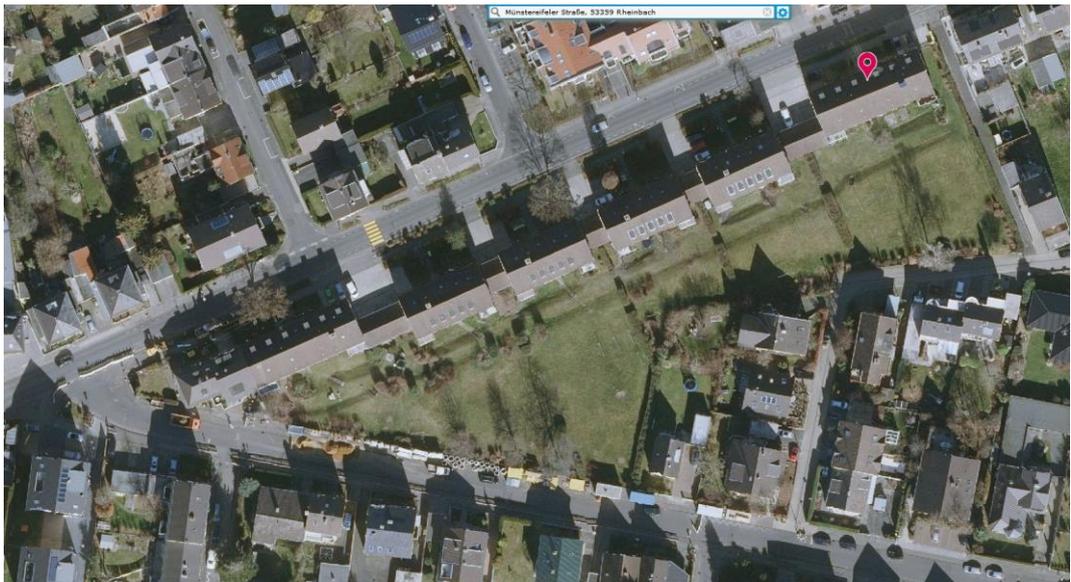


Projektbericht

Wasserwirtschaftliches Gutachten im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. 75 „Münstereifeler Straße – Turmstraße“



Auftraggeber

**Bundesanstalt für Immobilienaufgaben
(BImA)**

Aachen, Oktober 2022

Impressum

| | |
|------------------|---|
| Verfasser | Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH Bachstraße 62-64 52066 Aachen +49 241 94689 0 mail@hydrotec.de www.hydrotec.de |
| Auftraggeber | Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) |
| Projektbetreuung | Ulrike Birkner (BImA) Dipl.-Ing. Architektin Hilde Laumeier (PD GmbH) |
| Autoren | Dr.-Ing. Oliver Buchholz M.A. Geogr. Manfred Dorp |
| Bildnachweis | Das Titelbild zeigt das Luftbild der Liegenschaft. (Quelle: www.elwasweb.nrw.de) |
| Stand | Oktober 2022 |
| Projektnummer | P2617 |

© 2022 Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Abbildungsverzeichnis | III |
| Tabellenverzeichnis | IV |
| 1 Veranlassung | 1 |
| 2 Bearbeitungsmethodik | 2 |
| 3 Untersuchungsgebiet | 2 |
| 4 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 | 5 |
| 4.1 Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens | 5 |
| 4.2 Ermittlung der Teilflächen und abflusswirksamen Flächen | 5 |
| 4.3 Überprüfung des Anteils der Regeneinzugsflächen | 8 |
| 4.4 Ermittlung der Regendauer | 8 |
| 4.5 Ermittlung der Niederschlagsspende..... | 8 |
| 4.6 Realisierung des Rückhalteraums | 10 |
| 5 Untersuchung einer potenziellen Versickerung | 11 |
| 5.1 Randbedingungen | 11 |
| 5.2 Dimensionierung von Versickerungsmulden..... | 16 |
| 5.3 Planungsvorgaben | 25 |
| 5.4 Ergebnisse Versickerungsuntersuchung | 28 |
| 6 Überprüfung einer Rückhaltung ohne Versickerung | 29 |
| 6.1 Randbedingungen | 29 |
| 6.2 Dimensionierung Rückhaltung..... | 29 |
| 6.3 Planungsvorgaben | 31 |
| 6.4 Ergebnisse Rückhalteuntersuchung | 32 |
| 7 Fazit | 32 |
| 8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme | 33 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----------------|--|----|
| Abbildung 3-1: | Stadt Rheinbach mit Einzugsgebieten der Gewässer (rote Linien), grüner Punkt: Kläranlage am Wallbach, rote Marke: Lage der Wohnliegenschaft (Quelle www.elwasweb.nrw.de) | 2 |
| Abbildung 3-2: | Abgrenzung der Erweiterungsfläche (rote Linie, Fläche 4.270 m ²), Quelle Karte: BImA 2022..... | 3 |
| Abbildung 3-3: | Luftbild der Wohnliegenschaft (Quelle www.elwasweb.nrw.de)..... | 3 |
| Abbildung 3-4: | Darstellung des Reliefs (Quelle www.tim-online.nrw.de) | 4 |
| Abbildung 3-5: | Schnitt durch die Wohnliegenschaft mit Haus H1 (Neubau) und Haus B3 (Bestand) (BImA 2022) | 4 |
| Abbildung 5-1: | Anstehender Boden im Untersuchungsgebiet (Bodenkarte NRW, GD NRW) | 12 |
| Abbildung 5-2: | Grundwassermessstellen (Quelle www.elwasweb.nrw.de)..... | 13 |
| Abbildung 5-3: | Grundwasserflurabstände im Untersuchungsgebiet | 14 |
| Abbildung 5-4: | Abstand von dezentralen Versickerungsanlagen zu Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung gemäß A 138 (DWA 2020) | 16 |
| Abbildung 5-5: | Berechnung des Zuflusses zur Versickerungsanlage, Formel (3) A 138 (DWA 2020) | 17 |
| Abbildung 5-6: | Berechnung der Versickerungsleistung, Formel (4) A 138 (DWA 2020) .. | 17 |
| Abbildung 5-7: | Berechnung der bemessungsrelevanten Infiltrationsrate Resultierender Korrekturfaktor für Durchlässigkeitsbeiwert, Formel (5) A 138 (DWA 2020)..... | 17 |
| Abbildung 5-8: | Resultierender Korrekturfaktor für Durchlässigkeitsbeiwert, Formel (6) A 138 (DWA 2020) | 18 |
| Abbildung 5-9: | Bemessungsgleichung für das erforderliche Speichervolumen einer Versickerungsanlage, Formel (8), A 138 DWA (2020)..... | 19 |
| Abbildung 5-10: | Berechnung der zurückzuhaltenden Regenwassermenge im Rahmen des Überflutungsnachweises, Formel (10), A 138 DWA (2020)..... | 19 |
| Abbildung 5-11: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, niedrige Infiltration, QDR = 0,0 m ³ /s..... | 21 |
| Abbildung 5-12: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m ³ /s..... | 22 |
| Abbildung 5-13: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,01 m ³ /s..... | 23 |
| Abbildung 5-14: | Mulden-Rigolen-System (Längs- und Querschnitt), A-138 (DWA 2020) .. | 26 |
| Abbildung 5-15: | Mögliche Anordnung einer Versickerungsflächen von 100 m ² Grundfläche an zwei Standorten | 28 |
| Abbildung 6-1: | Berechnung der Rückhaltevolumina für T = 30 a..... | 30 |
| Abbildung 6-2: | Berechnung der Rückhaltevolumina für T = 100 a..... | 31 |
| Abbildung 6-3: | Mögliche Anordnung von Rückhaltemulden von 100 m ² Grundfläche an zwei Standorten | 32 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------------|--|----|
| Tabelle 4-1: | Flächenanteile des BV Rheinbach Erweiterungsbereich Planzustand..... | 6 |
| Tabelle 4-2: | Flächenanteile des BV Rheinbach Bestand Istzustand | 7 |
| Tabelle 4-3: | Flächenanteile des BV Rheinbach Bestand Planzustand | 7 |
| Tabelle 4-4: | Maßgebende kürzeste Regendauer nach DWA-A 118, Tabelle 4 | 8 |
| Tabelle 4-5: | KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagshöhen hN in mm für Rheinbach..... | 9 |
| Tabelle 4-6: | KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagsspenden rN in l/(s*ha) für Rheinbach..... | 9 |
| Tabelle 4-7: | Ergebnisse der Berechnung Rückhaltevolumina | 9 |
| Tabelle 5-1: | Kennwerte des anstehenden Bodens..... | 11 |
| Tabelle 5-2: | Kennwerte Grundwassermessstellen | 12 |
| Tabelle 5-3: | Kriterien für eine potenzielle Versickerung nach DWA-A 138, Entwurf | 15 |
| Tabelle 5-4: | Korrekturverfahren Infiltrationsrate, Tabelle 8, A 138 (DWA 2020)..... | 18 |
| Tabelle 5-5: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, niedrige Infiltration, QDR = 0,0 m ³ /s..... | 21 |
| Tabelle 5-6: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m ³ /s..... | 22 |
| Tabelle 5-7: | Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,01 m ³ /s..... | 23 |
| Tabelle 5-8: | Detaillierte Berechnung, für D = 20 min, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m ³ /s..... | 24 |
| Tabelle 5-9: | Einfluss der Entsiegelung im Bestandsbereich der Liegenschaft auf die Zuflüsse zur Kanalisation | 25 |
| Tabelle 5-10: | Planungsvorgaben Versickerungsanlagen, Tabelle 11, A-138 (DWA 2020)..... | 27 |

1 Veranlassung

Hydrotec wurde am 29.07.2021 im Namen der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) von der PD – Berater der öffentlichen Hand GmbH angefragt, ein wasserwirtschaftliches Gutachten zur Erstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans "Münstereifeler Straße - Turmstraße" anzufertigen. In der Anfrage heißt es:

„Die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) beabsichtigt im Rahmen der Wohnrauminitiative des Bundes, der Länder und der Kommunen den Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern nebst Tiefgarage auf der bundeseigenen Wohnliegenschaft in Rheinbach, Münstereifeler Str. 39-49. Dies betrifft die Flurstücke auf Flur 21 mit den Flurstücken 17/4, 17/5, 199, 213, 400 und 401 und einer Gesamtfläche von ca. 7.923 m². Hierfür wird derzeit ein vorhabenbezogener Bebauungsplan für den Bau von 4 Mehrfamilienhäusern auf den bestehenden Grünflächen in Absprache mit der Stadt Rheinbach erstellt. Von der Umsetzung der Wohnungsneubaumaßnahme sind insgesamt 28 Wohneinheiten in 6 Mehrfamilienhäusern des Bestandes betroffen. Der Aufstellungsbeschluss für den erforderlichen vorhabenbezogenen Bebauungsplan ist am 16.03.2021 durch den Planungs- und Bauausschuss der Stadt Rheinbach erfolgt. Die Öffentlichkeitsbeteiligung gem. § 3 Abs. 1 BauGB ist bis zum 04.06.2021 durchgeführt worden. Im Rahmen der Stellungnahmen der TÖB wurden Bedenken hinsichtlich der Niederschlags- sowie Schmutzwasserableitung geäußert. Konkret bestehen Bedenken, dass die vorhandene Mischwasserkanalisation im Rahmen von Niederschlägen größeren Belastungen ausgesetzt ist, welche sich wiederum auf den Wallbach auswirken.“

Die Bedenken wurden vom Erftverband geäußert. In der Stellungnahme vom 04.06.2021 heißt es:

„Laut dem aktuellen BWK M3/M7-Nachweis für das Siedlungsgebiet Rheinbach West ist der hydraulische Nachweis für alle Einleitung in den Wallbach nicht erbracht. Gegen den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Rheinbach Nr. 75 „Münstereifeler Straße – Turmstraße“ bestehen daher Bedenken, da durch die geplante innerörtliche Nachverdichtung mehr Fläche versiegelt wird, was bei starken Niederschlägen zu einer größeren Belastung der vorhandenen Mischwasserkanalisation und letztendlich auch zu einer noch größeren Belastung des Wallbachs führen würde. Gegen die Planung bestehen deshalb vorsorglich Bedenken, bis die entsprechenden Nachweise der Unschädlichkeit der anfallenden Wassermengen erbracht sind.“

Der Erftverband schlägt vor, „zur Entlastung der Kanalisation durch den starken Oberflächenabfluss und zur Verringerung der nachfolgenden Gewässerbelastung“ ... „daher im räumlichen Geltungsbereich des BP Nr. 75 Maßnahmen zur Niederschlagswassersammlung und -nutzung festzusetzen.“

Als mögliche Maßnahmen in Wohngebieten werden skizziert:

- Die Versickerung von Niederschlagswasser auf Freiflächen,
- die Reduzierung der versiegelten Flächen,
- die Anlage von Einstaudächern oder Gründächern sowie
- die Sammlung / Zwischenspeicherung zur Nutzung für die Freianlagenbewässerung oder als Brauchwasser für Toiletten.

Mit Datum des 18.10.2021 wurde von Hydrotec das wasserwirtschaftliche Gutachten erstellt und an den Auftraggeber übermittelt. Zwischenzeitlich erforderliche Umplanungen auf Seiten des Auftraggebers führten zu neuen Planunterlagen, die mit Datum des 02.03.2022 und 16.03.2022 an Hydrotec übergeben wurden. Die neuen Wohngebäude wurden mit begrünten Flachdächern geplant und die Anzahl der Stellplätze hat sich geändert.

Mit Datum des 21.03.2022 wurde Hydrotec von der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) beauftragt, das wasserwirtschaftliche Gutachten auf Basis der neuen Plandaten zu überarbeiten.

2 Bearbeitungsmethodik

In Abstimmung mit dem AG (PD GmbH) wurde für das B-Plan-Gebiet untersucht, inwieweit Versickerungen von Niederschlagswasser möglich sind. Es wurde ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 geführt. Alle Untersuchungen berücksichtigen die bereits im jetzigen Planungsstadium von der BImA vorgesehenen Maßnahmen zur Abflussreduzierung auf dem Gebiet der Wohnliegenschaft. Dies sind Maßnahmen der Entsiegelung und Umwidmung von Flächen im Bebauungsbestand, Schaffung von Gründächern für die neuen Wohngebäude und die Bedachung der Fahrradständer, Verwendung von Versickerung fördernden Oberflächen etc. Die Nachweise wurden auf Basis des Arbeitsblattes DWA-A 138-1 (Entwurf, DWA 2020) des Vorgänger Arbeitsblattes DWA-A 138 (DWA 2005) sowie der zugehörigen Fachliteratur geführt.

3 Untersuchungsgebiet

Die kritische Einleitsituation am Wallbach ist in der geographischen Lage der Stadt Rheinbach am Oberlauf des Wallbachs begründet. An der Kläranlage der Stadt Rheinbach hat der Wallbach ein Einzugsgebiet von ca. 5,1 km². Die zur Kläranlage entwässernden städtischen Einzugsgebiete haben eine Größe von ca. 3,1 km². Dieses Flächenverhältnis führt dazu, dass das immissionsorientierte Einleitkriterium für das Gewässer, nachdem der ein- bzw. zweijährliche Abfluss (an der KA) nicht größer sein darf als der zweijährliche potenziell naturnahe Abfluss (ohne Siedlungsgebiete) an dieser Stelle, faktisch nicht eingehalten werden kann.

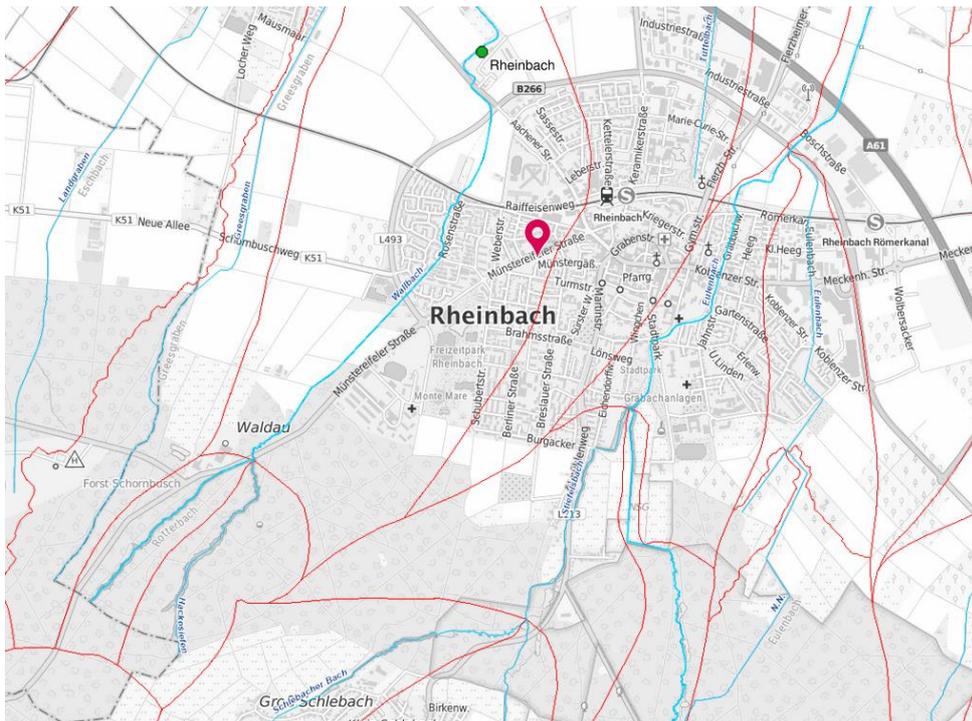


Abbildung 3-1: Stadt Rheinbach mit Einzugsgebieten der Gewässer (rote Linien), grüner Punkt: Kläranlage am Wallbach, rote Marke: Lage der Wohnliegenschaft (Quelle www.elwasweb.nrw.de)

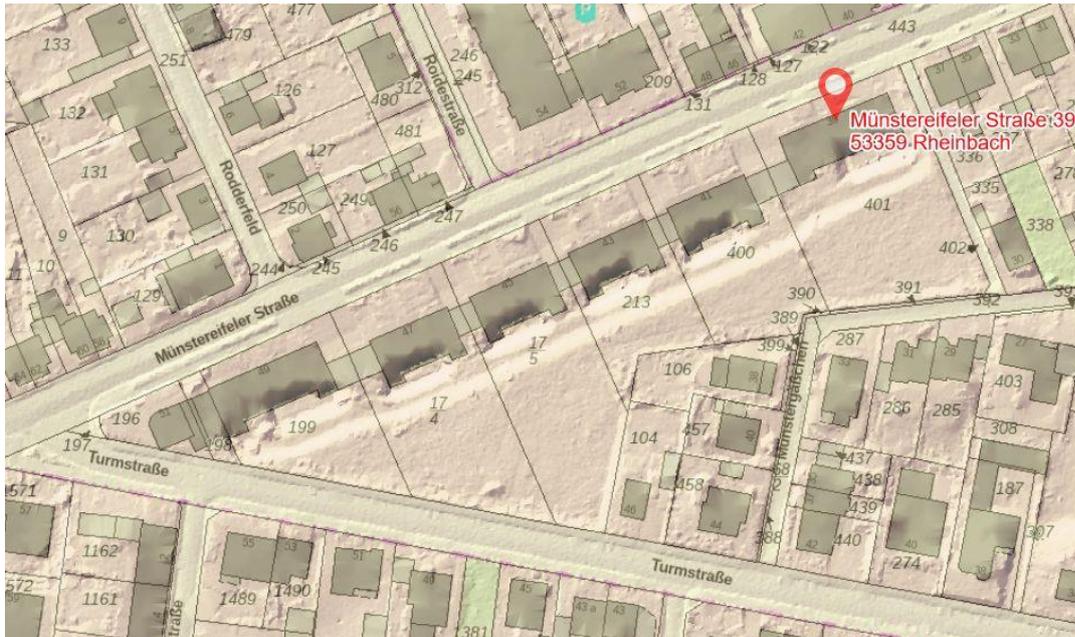


Abbildung 3-4: Darstellung des Reliefs (Quelle www.tim-online.nrw.de)

Die obigen Abbildungen zeigen die geplante und die aktuelle Situation der Wohnliegenschaft. Zurzeit ist nur die Seite zur Münsterfelder Straße bebaut. Zur Turmstraße und zum Münsterergäßchen sind insgesamt 4 Wohngebäude mit befestigten Außenanlagen geplant.

Abbildung 3-1 zeigt das Relief als schattiertes DGM. Die gesamte Liegenschaft weist eine Terrassierung parallel zur Münsterfelder Straße auf. Der Höhenunterschied an der Böschung beträgt ca. 70 cm. Insgesamt hat das Gelände ein leichtes Gefälle nach Norden. Südlich der Bestandsgebäude befinden sich ca. 1,20 m - 1,30 m eingetiefte Bereiche, die um dieses Maß auch unter dem Straßenniveau liegen.

Die Höhenverhältnisse zeigt auch folgender Schnitt durch Haus H1 (Neubau) und Haus B3 (Bestand).

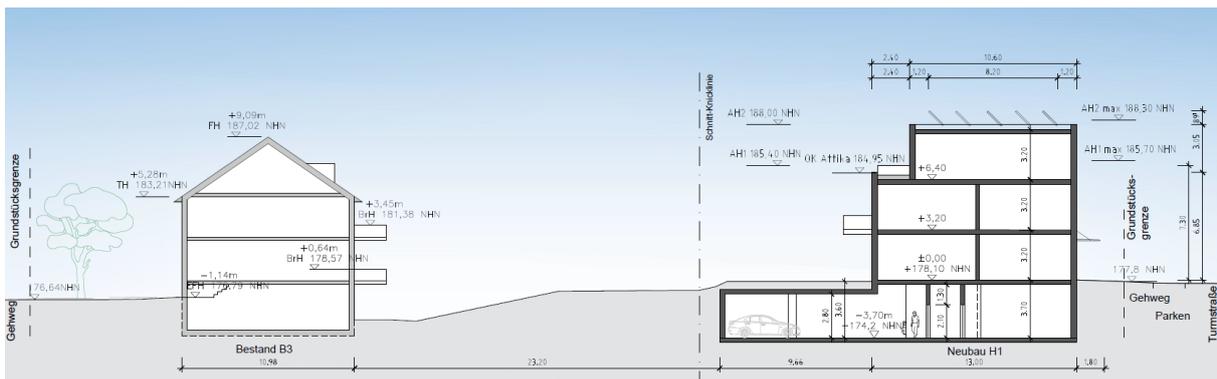


Abbildung 3-5: Schnitt durch die Wohnliegenschaft mit Haus H1 (Neubau) und Haus B3 (Bestand) (BlmA 2022)

4 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

4.1 Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens

Bei Grundstücken ab einer abflusswirksamen Fläche von 800 m² muss im Rahmen des Bauantrags ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986 Teil 100 (Abschnitt 14.9.3) geführt werden. Es ist nachzuweisen, dass die Differenz in den anfallenden abfließenden Niederschlagsmengen zwischen einem mindestens 30-jährlichen und einem 2-jährlichen Niederschlagsereignis schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten werden kann (Bemessungsfall ohne besonderes Maß an Sicherheit). Ist ein außergewöhnliches Maß an Sicherheit erforderlich, muss der Nachweis für einen Berechnungsregen größer 30-jährlich (hier 100-jährlich für den Bemessungsfall mit besonderem Maß an Sicherheit) gewählt werden.

Die Berechnung von $V_{Rück}$ erfolgt nach Gleichung 20, DIN 1986-100:

$$V_{Rück} = (r_{(D,30)} * A_{ges} - (r_{(D,2)} * A_{Dach} * C_{s,Dach} + r_{(D,2)} * A_{FaG} * C_{s,FaG})) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad \text{Gl. 1}$$

Dabei ist:

| | | |
|-------------|---|----------------|
| $V_{Rück}$ | die zurückzuhaltende Regenwassermenge | m ³ |
| $r_{(D,T)}$ | die Regenspende der Dauerstufe D und der Jährlichkeit T | l/(s*ha) |
| D | die kürzeste maßgebende Regendauer | min |
| C_s | der Spitzen-Abflussbeiwert | - |
| A_{Dach} | die gesamte Gebäudedachfläche | m ² |
| A_{FaG} | die gesamte befestigte Außenfläche | m ² |
| A_{ges} | die gesamte befestigte Fläche des Grundstücks: | m ² |

$$A_{ges} = A_{Dach} + A_{FaG}$$

Mit der abflusswirksamen Fläche $A_U = A_{Dach} * C_{s,Dach} + A_{FaG} * C_{s,FaG}$ ergibt sich:

$$V_{Rück} = (r_{(D,30)} * A_{ges} - r_{(D,2)} * A_U) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad \text{Gl. 2}$$

4.2 Ermittlung der Teilflächen und abflusswirksamen Flächen

Zur Ermittlung der Flächen wurden die folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- PD GmbH
 - Lageplan, Vorplanung zum Aufstellungsbeschluss, Plangebiet Münstereifeler Str. – Turmstr., Ingenieurplan Siebel GmbH (Stand 02.03.2022)
 - Schnitte A und B, Plangebiet Münstereifeler Str. – Turmstr., Ingenieurplan Siebel GmbH (Stand 07.03.2022)

Die Flächenanteile des Bauvorhabens wurden aus den Plänen übernommen und an die Aufgabenstellung des Überflutungsnachweises angepasst (z. B. Identifizieren und Herausrechnen von überlagernden Flächen, wie z. B. der überdachten Flächen aus den Massen der Außenanlagen) und die daraus resultierende abflusswirksame Fläche anhand der Abflussbeiwerte berechnet. Eine Übersicht über die Flächen ist in Tabelle 4-1 bis Tabelle 4-3 dargestellt.

Unterschieden werden die vier Fälle:

- Bestandsbereich (Fläche = 5.522,00 m²)
 - Istzustand und Planzustand
- Erweiterungsbereich (Fläche = 4.270,00 m²)
 - Istzustand und Planzustand

Neben den Spitzenabflussbeiwerten wurden auch die mittleren Abflussbeiwerte aufgenommen, da sie für die Versickerungsbemessung benötigt werden.

Die nachfolgenden Berechnungen ergeben eine abflusswirksame Fläche größer 800 m². Ein Nachweis ist daher nach DIN 1986-100 erforderlich.

Tabelle 4-1: Flächenanteile des BV Rheinbach Erweiterungsbereich Planzustand

Flächenanteile des Bauvorhabens Rheinbach Erweiterungsbereich Planzustand

| Flächentyp | Bezeichnung | Teilfläche | Abflussbeiwert | abflusswirksame Fläche max | mittlerer Abflussbeiwert | abflusswirksame Fläche mittel |
|---|--------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | m ² | - | m ² | - | m ² |
| Wasserundurchlässige Flächen, zB. Dachflächen | Gründach Fahrradständer | 103,10 | 0,4 | 41,24 | 0,2 | 8,25 |
| | Flachdach Haus grün | 726,00 | 0,4 | 290,40 | 0,2 | 58,08 |
| | Flachdach Haus befestigt | 366,00 | 1 | 366,00 | 0,9 | 329,40 |
| | Balkone | 54,00 | 1 | 54,00 | 0,9 | 48,60 |
| | Abdeckung Müll | 26,35 | 1 | 26,35 | 0,9 | 23,72 |
| | Abdeckung TG Zugang | 16,70 | 1 | 16,70 | 0,9 | 15,03 |
| Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen zb. Verkehrsflächen | befestigte Wege | 122,00 | 1 | 122,00 | 0,9 | 109,80 |
| | Wassergeb. Fläche | 188,15 | 0,9 | 169,34 | 0,7 | 118,53 |
| | Stellplätze | 112,40 | 0,4 | 44,96 | 0,2 | 8,99 |
| | Spielplatz | 170,00 | 0,3 | 51,00 | 0,1 | 5,10 |
| Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten | Rasen | 1903,30 | 0,2 | 380,66 | 0,1 | 38,07 |
| | Rasen unterbaut | 482,00 | 0,2 | 96,40 | 0,1 | 9,64 |
| Gesamtfläche | | 4.270,00 | 0,39 | 1.659,05 | 0,18 | 773,21 |
| Gesamtfläche befestigt | | 1.884,70 | 0,63 | 1.181,99 | 0,38 | 725,50 |
| Gebäudedachflächen | | 1.292,15 | | | | |
| Flächen außerhalb von Gebäuden | | 2.977,85 | | | | |
| Anteil Dachflächen | | 30,26% | | | | |

Der Istzustand des Erweiterungsbereiches umfasst eine Gesamtfläche von 4.270,00 m² mit reiner Wiesenutzung.

Tabelle 4-2: Flächenanteile des BV Rheinbach Bestand Istzustand

Flächenanteile des Bauvorhabens Rheinbach Bestand Istzustand

| Flächentyp | Bezeichnung | Teilfläche | Abfluss- beiwert | abflusswirksame Fläche max | mittlerer Abfluss- beiwert | abflusswirksame Fläche mittel |
|--|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| | | m ² | - | m ² | - | m ² |
| Wasserundurchlässige Flächen, zB. Dachflächen | Schrägdach Haus | 1659,00 | 1 | 1659,00 | 0,9 | 1493,10 |
| | Schrägdach Garagen | 301,00 | 1 | 301,00 | 0,9 | 270,90 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen zb. Verkehrsflächen | befestigte Wege | 147,00 | 1 | 147,00 | 0,9 | 132,30 |
| | Stellplätze | 747,00 | 1 | 747,00 | 0,2 | 149,40 |
| | | | | | | |
| Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten | Rasen | 2668,00 | 0,2 | 533,60 | 0,1 | 53,36 |
| | | | | | | |
| Gesamtfläche | | 5.522,00 | 0,61 | 3.387,60 | 0,38 | 2.099,06 |
| Gesamtfläche befestigt | | 2.854,00 | 1,00 | 2.854,00 | 0,72 | 2.045,70 |
| Gebäudedachflächen | | 1.960,00 | | | | |
| Flächen außerhalb von Gebäuden | | 3.562,00 | | | | |
| Anteil Dachflächen | | 35,49% | | | | |

Tabelle 4-3: Flächenanteile des BV Rheinbach Bestand Planzustand

Flächenanteile des Bauvorhabens Rheinbach Bestand Planzustand

| Flächentyp | Bezeichnung | Teilfläche | Abfluss- beiwert | abflusswirksame Fläche max | mittlerer Abfluss- beiwert | abflusswirksame Fläche mittel |
|--|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| | | m ² | - | m ² | - | m ² |
| Wasserundurchlässige Flächen, zB. Dachflächen | Schrägdach Haus | 1659,00 | 1 | 1659,00 | 0,9 | 1493,10 |
| | Schrägdach Garagen | 208,00 | 1 | 208,00 | 0,9 | 187,20 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen zb. Verkehrsflächen | befestigte Wege | 147,00 | 1 | 147,00 | 0,9 | 132,30 |
| | Wassergeb. Fläche | 31,00 | 0,9 | 27,90 | 0,7 | 19,53 |
| | Stellplätze | 580,00 | 0,4 | 232,00 | 0,2 | 46,40 |
| | Rampe TG | 63,00 | 1 | | | |
| Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten | Rasen | 2834,00 | 0,2 | 566,80 | 0,1 | 56,68 |
| | | | | | | |
| Gesamtfläche | | 5.522,00 | 0,51 | 2.840,70 | 0,35 | 1.935,21 |
| Gesamtfläche befestigt | | 2.688,00 | 0,85 | 2.273,90 | 0,70 | 1.878,53 |
| Gebäudedachflächen | | 1.867,00 | | | | |
| Flächen außerhalb von Gebäuden | | 3.655,00 | | | | |
| Anteil Dachflächen | | 33,81% | | | | |

4.3 Überprüfung des Anteils der Regeneinzugsflächen

Nach DIN 1986-100 ist es notwendig, die Regeneinzugsflächen zu ermitteln und zu überprüfen, ob das Grundstück weitgehend aus Dachflächen und nicht schadlos überflutbaren Flächen (z. B. > 70 %, hierzu zählen auch Innenhöfe) besteht. Ist dies der Fall, ist der Überflutungsnachweis für einen fünfminütigen 100-jährlichen Niederschlag zu führen.

Entsprechend Tabelle 4-1, Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 liegen die Anteile der Dachflächen zwischen 30 % und 35 %. Daher kann der Überflutungsnachweis mit einem 30-jährlichen Bemessungsniederschlag erfolgen.

4.4 Ermittlung der Regendauer

Die maßgebliche kürzeste Regendauer (D) kann nach DWA-A 118 Tabelle 4 bestimmt werden. Sie ist abhängig von der mittleren Geländeneigung und vom Befestigungsgrad und wird entsprechend Tabelle 4-4 ermittelt.

Tabelle 4-4: Maßgebende kürzeste Regendauer nach DWA-A 118, Tabelle 4

| mittlere Geländeneigung | Befestigungsgrad | kürzeste Regendauer |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| < 1 % | ≤ 50 % | 15 min |
| | > 50 % | 10 min |
| 1 – 4 % | | 10 min |
| > 4 % | ≤ 50 % | 10 min |
| | > 50 % | 5 min |

Der geplante Befestigungsgrad für die Untersuchungsbereiche liegt bei > 50 % und die mittlere geplante Geländeneigung unter 1 %. Daraus ergibt sich nach DWA-A 118 Tabelle 4 die maßgebende Regendauer von $D = 10$ min.

4.5 Ermittlung der Niederschlagsspende

Die Niederschlagsspenden werden bezogen auf die Dauerstufen (D) und Jährlichkeiten (T) dem Starkregenatlas KOSTRA-DWD 2010R (Junghänel et al. 2017) entnommen. Entgegen den Angaben in der DIN 1986-100 werden für die Ermittlung der Regenspenden nicht die Daten aus dem Starkregenatlas KOSTRA-DWD 2010 (Malitz & Ertel 2015) verwendet, sondern die revidierte Auswertung aus dem Starkregenatlas KOSTRA-DWD 2010R. Diese gilt seit November 2017 und löst die vorherige Auswertung KOSTRA-DWD 2010 (Stand: 2016) ab.

Lt. DIN 1986-100 (Abschnitt 14.2.2) sind die Werte an der oberen Bereichsgrenze (Klassenfaktor 1,0) der Berechnungsregenspenden zu verwenden. Die Regenhöhen und die Regenspenden für Rheinbach (Spalte 9, Zeile 60) sind in Tabelle 4-5 und Tabelle 4-6 zusammengefasst.

Tabelle 4-5: KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagshöhen hN in mm für Rheinbach

| Dauerstufe (D) | Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a] | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 a | 2 a | 3 a | 5 a | 10 a | 20 a | 30 a | 50 a | 100 a |
| 5 min | 4,80 | 6,50 | 7,50 | 8,70 | 10,40 | 12,10 | 13,00 | 14,30 | 16,00 |
| 10 min | 7,60 | 9,90 | 11,30 | 13,00 | 15,30 | 17,60 | 19,00 | 20,70 | 23,00 |
| 15 min | 9,50 | 12,30 | 13,90 | 16,00 | 18,80 | 21,50 | 23,20 | 25,20 | 28,00 |
| 20 min | 10,80 | 14,00 | 15,90 | 18,20 | 21,40 | 24,60 | 26,40 | 28,80 | 31,90 |
| 30 min | 12,60 | 16,40 | 18,60 | 21,50 | 25,30 | 29,10 | 31,40 | 34,20 | 38,00 |
| 45 min | 14,10 | 18,70 | 21,40 | 24,80 | 29,40 | 34,00 | 36,70 | 40,10 | 44,80 |
| 60 min | 15,00 | 20,30 | 23,30 | 27,20 | 32,50 | 37,80 | 40,80 | 44,70 | 50,00 |
| 90 min | 17,00 | 22,50 | 25,70 | 29,80 | 35,30 | 40,80 | 44,10 | 48,10 | 53,60 |

KOSTRA-Raster Spalte 09, Zeile 60 (Klassenfaktor 1,0)

Tabelle 4-6: KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagsspenden rN in l/(s*ha) für Rheinbach

| Dauerstufe (D) | Niederschlagsspenden rN [l/(s*ha)] je Wiederkehrintervall T [a] | | | | | | | | |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 a | 2 a | 3 a | 5 a | 10 a | 20 a | 30 a | 50 a | 100 a |
| 5 min | 160,10 | 216,10 | 248,90 | 290,10 | 346,10 | 402,10 | 434,90 | 476,20 | 532,20 |
| 10 min | 127,20 | 165,70 | 188,30 | 216,70 | 255,20 | 293,70 | 316,20 | 344,60 | 383,10 |
| 15 min | 105,60 | 136,50 | 154,60 | 177,40 | 208,30 | 239,30 | 257,40 | 280,20 | 311,10 |
| 20 min | 90,20 | 116,70 | 132,20 | 151,70 | 178,20 | 204,70 | 220,20 | 239,70 | 266,20 |
| 30 min | 69,90 | 91,10 | 103,60 | 119,30 | 140,50 | 161,80 | 174,30 | 189,90 | 211,20 |
| 45 min | 52,20 | 69,30 | 79,30 | 91,90 | 109,00 | 126,10 | 136,10 | 148,70 | 165,80 |
| 60 min | 41,70 | 56,30 | 64,90 | 75,60 | 90,30 | 104,90 | 113,50 | 124,30 | 138,90 |
| 90 min | 31,50 | 41,70 | 47,70 | 55,20 | 65,40 | 75,60 | 81,60 | 89,10 | 99,30 |

KOSTRA-Raster Spalte 09, Zeile 60 (Klassenfaktor 1,0)

Tabelle 4-7: Ergebnisse der Berechnung Rückhaltevolumina

| Erweiterungsbereich Planzustand | | | |
|---------------------------------|----------|----------------|-----------------------------------|
| A_ges | 1.884,70 | m ² | Gesamtfläche befestigt |
| A_U | 1.181,99 | m ² | Abflusswirksame Fläche |
| V_Rück | 24,01 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D30-D2 |
| V_Rück | 31,57 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D100-D2 |
| Bestandsbereich Planzustand | | | |
| A_ges | 2.688,00 | m ² | Gesamtfläche befestigt |
| A_U | 2.273,90 | m ² | Abflusswirksame Fläche |
| V_Rück | 28,39 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D30-D2 |
| V_Rück | 39,18 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D100-D2 |
| Bestandsbereich Istzustand | | | |
| A_ges | 2.841,00 | m ² | Gesamtfläche befestigt |
| A_U | 2.841,00 | m ² | Abflusswirksame Fläche |
| V_Rück | 25,65 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D30-D2 |
| V_Rück | 37,06 | m ³ | Ergebnis Rückhaltevolumen D100-D2 |

| Bestandsbereich Differenzen (Plan - Ist) | | | |
|--|---------|----------------|---|
| A_ges | -153,00 | m ² | Differenz Gesamtfläche befestigt |
| A_U | -567,10 | m ² | Differenz Abflusswirksame Fläche |
| V_Rück | 2,74 | m ³ | Differenz Ergebnis Rückhaltevolumen D30-D2 |
| V_Rück | 2,12 | m ³ | Differenz Ergebnis Rückhaltevolumen D100-D2 |

Tabelle 4-7 enthält die Ergebnisse der Rückhaltevolumina-Berechnung nach DIN 1986-100.

Für den Erweiterungsbereich ist ein Rückhaltevolumen von 24,01 m³ erforderlich.

Die Ergebnisse zeigen, dass aufgrund der Verringerung des Befestigungsgrades im Bestandsbereich, das Rückhaltevolumen von 25,65 m³ auf 28,39 m³ steigt. Dies ist die Eigenart der Berechnungsformel in DIN 1986-100, die ausdrückt, dass bei geringer Befestigung mehr Wasser schadlos auf dem Grundstück zurückzuhalten ist, da es nicht direkt der Kanalisation zugeführt wird.

4.6 Realisierung des Rückhalteraums

Der Rückhalteraum muss in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse, d. h. entsprechend der Flächennutzung, des Gefälles, der Untergrundbeschaffenheit, der Leitungsführung etc., realisiert werden. Der Rückhalteraum kann dabei durch die Oberflächengestaltung (Mulden, Hochborde etc.) der Außenflächen in Form von z. B. multifunktionalen Retentionsflächen oder durch einen unterirdischen Rückhalteraum (Retentionszisternen, Rigolen-Systeme etc.) gewährleistet werden. Auch bieten sich dezentrale kleinräumige Maßnahmen (Low Impact Development) im Rahmen der sog. grünen Infrastruktur an, um Rückhalteräume für Niederschlagswasser zu schaffen. Diese umfassen bspw. Retentionsgärten, Infiltrationsbecken oder Dachbegrünungen.

Die Planung der Flachdächer sieht vor, dort Gründächer zum Beispiel der Fa. Optigrün zu installieren. Der Dachtyp Spardach-Plus¹ verfügt z.B. über folgende Kennwerte:

- Wasserrückhalt 50-60 %/Jahr
- Spitzenabflussbeiwert Cs = 0,4-0,5
- Wasserspeicher ca. 40 l/m²

Die gesamte Gründachfläche beträgt für die vier Wohnhäuser 726,00 m². Damit ergibt sich ein potenzielles Speichervermögen von $0,04 \cdot 726,00 = 29,04$ m³.

Für den Erweiterungsbereich fällt die Schaffung des Rückhalteraums zusammen mit dem Einstauvolumen einer potenziellen Versickerung, wobei sich hier aufgrund der Flächenverfügbarkeit eine Muldenversickerung anbietet.

Für den Bestandsbereich ist eine nachträgliche Anordnung eines Rückhaltevolumens nicht einfach, da die Flächenverfügbarkeit aufgrund der Topografie (Geländesprung) eingeschränkt ist. Hier bieten sich, z. B. im Bereich der Vorgärten oder der Gärten, die oben genannten Low Impact Maßnahmen an.

Eine Entlastung der Kanalisation von Rheinbach und der nachfolgenden Gewässer ist durch die Flächenumwidmung und Entsiegelung im Bestandsbereich gegeben.

¹ <https://www.optigruen.de/systemloesungen/spardach/spardach-plus/>

5 Untersuchung einer potenziellen Versickerung

5.1 Randbedingungen

Regeln, die bei der Genehmigung von Versickerungsanlagen zu berücksichtigen sind, beinhaltet DWA Arbeitsblatt A 138 (2005 bzw. Gelbdruck 2020): „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“.

Wesentliche Bedingungen sind demnach:

- Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden: Für die entwässerungstechnische Versickerung soll der k_f -Wert demnach zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Bei k_f -Werten kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht von vornherein gewährleistet, sodass gegebenenfalls eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.
- Gefälle: Bei zu großem Gefälle besteht die Gefahr, dass das Niederschlagswasser nicht versickert, sondern oberflächlich abfließt.
- Grundwasserflurabstand: Der langjährige mittlere Grundwasserflurabstand sollte ≥ 1 m sein.

Zur Überprüfung der Bodendurchlässigkeit stand die Bodenkarte NRW des geologischen Dienstes NW zur Verfügung. Im Untersuchungsbereich steht ein Boden mit der Bezeichnung S-L343SW2 an, der laut zugehöriger Attributtabelle folgende Eigenschaften aufweist:

Tabelle 5-1: Kennwerte des anstehenden Bodens

| Schicht | Dicke m | Bodenart | WP mm/m | FK mm/m | GPV mm/m | k_f mm/h | k_f m/s |
|---------|------------|----------|------------|------------|-------------|---------------|--------------|
| 1 | 1,5 | Lu | 170 | 360 | 450 | 20,83 | 0,000006 |
| 2 | 0,6 | S | 10 | 40 | 110 | 31,25 | 0,000009 |

Die Durchlässigkeiten sind also geringer als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, sodass ggf. eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist. Das Merkblatt weist weiterhin darauf hin, dass Kennwerte aus Bodenkarten für Planungsaufgaben zu ungenau sind, sodass eine genauere Untersuchung des Untergrunds anhand von Bohrungen zu empfehlen ist.

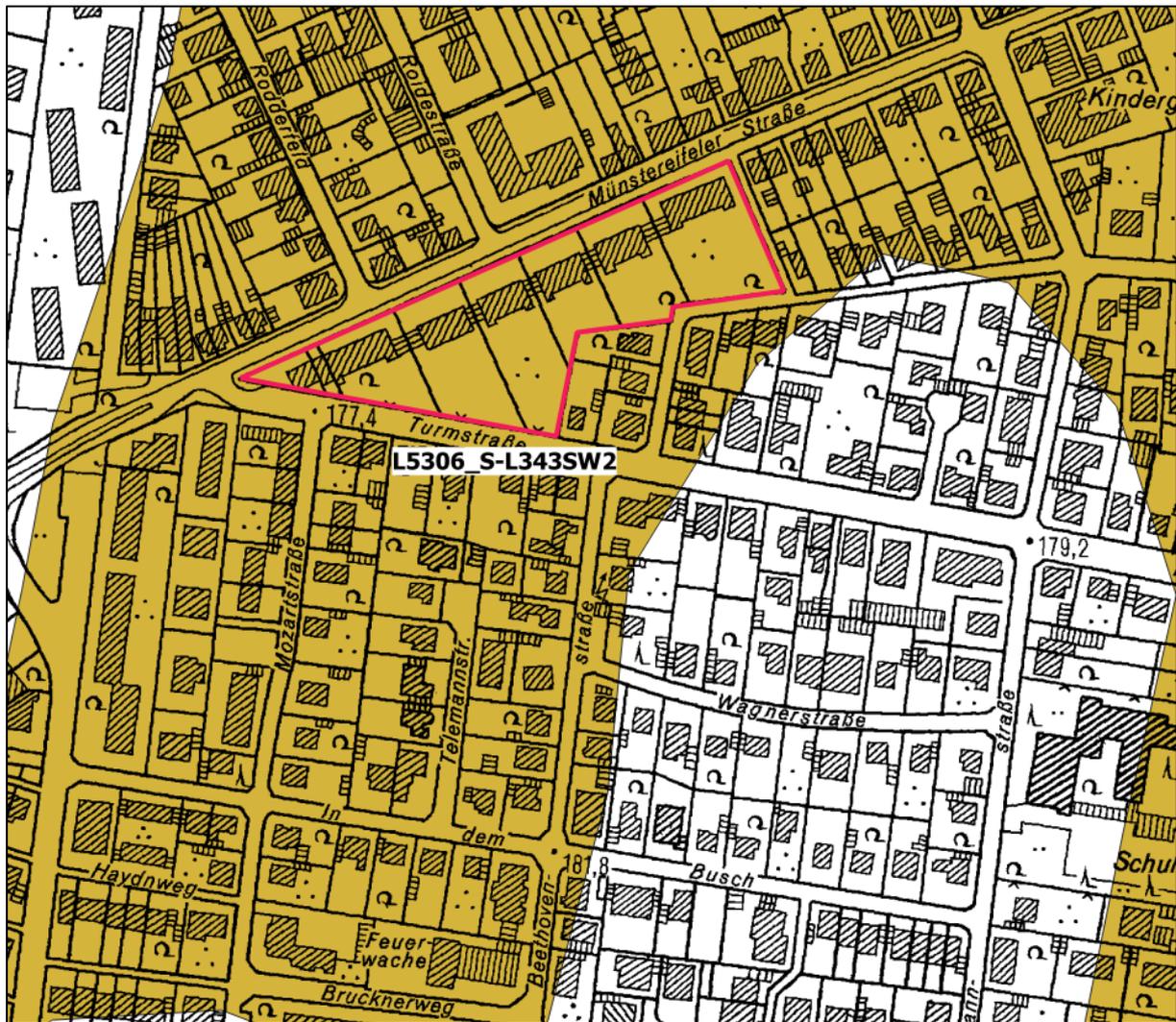


Abbildung 5-1: Anstehender Boden im Untersuchungsgebiet (Bodenkarte NRW, GD NRW)

Wir gehen von einem geringen Gefälle aus. Das Baugelände ist durch eine ca. 70 cm hohe Stufe terrassiert. Innerhalb der Stufen ist das Gelände eben, sodass eine Versickerung möglich ist.

Zur Beurteilung der Grundwasserflurabstände lag eine Auswertung des Landes NRW von 1988 (s. Abbildung 5-3) vor, die zeigt, dass die Flurabstände im Untersuchungsbereich zwischen 10 m und 20 m liegen und damit ausreichend groß sind. Zusätzlich zeigt das ELWAS-WEB die in der Nähe liegenden Grundwassermessstellen (s. Abbildung 5-2). Die Messstellen RHEINB. WWK 1 (076614414) und RHEINB. WWK 2 (076614517) bestätigen ausreichende Grundwasserflurabstände:

Tabelle 5-2: Kennwerte Grundwassermessstellen

| Messstelle | Nummer | Laufzeit | Min. GW-Flurabstand m | Mittl. GW-Flurabstand m | Max. GW-Flurabstand m |
|---------------|-----------|-------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| RHEINB. WWK 1 | 076614414 | 1988 - 2007 | 15,93 | 17,78 | 18,92 |
| RHEINB. WWK 2 | 076614517 | 1988 - 2007 | 15,68 | 17,53 | 18,82 |

Weitere, in der Karte dargestellte Messstellen beinhalten deutlich kürzere und zu alte Messzeiträume oder sind aus Datenschutzgründen nicht öffentlich verfügbar. Für jüngere Zeiträume bis 2021 kann angenommen werden, dass sich die Grundwasserflurabstände aufgrund der Klimaentwicklung tendenziell erhöht haben.

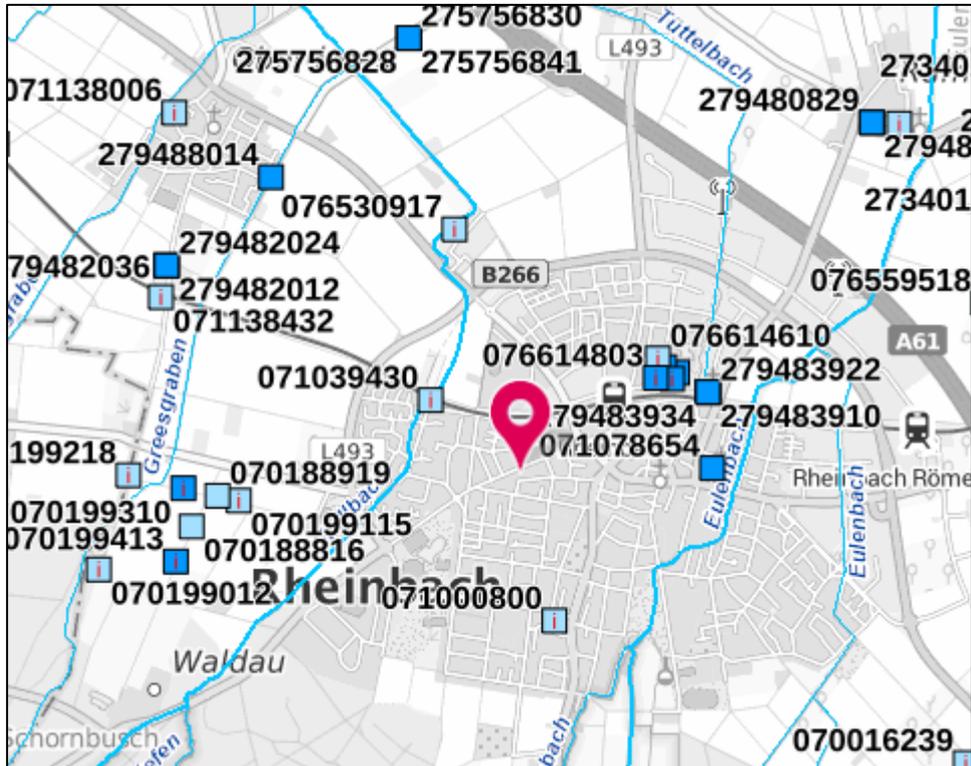


Abbildung 5-2: Grundwassermessstellen (Quelle www.elwasweb.nrw.de)

Tabelle 5-3: Kriterien für eine potenzielle Versickerung nach DWA-A 138, Entwurf

Tabelle 1: Überprüfung der Umsetzbarkeit entwässerungstechnischer Versickerung

(Quelle: verändert nach LA 2011)

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|--|--|--|
| | Versickerung ist möglich | Versickerung ist potenziell möglich | Versickerung ist nicht möglich |
| Grundwasser und Boden | <input checked="" type="checkbox"/> Abstand Sohle Versickerungsanlage zum Grundwasser (MHGW) ≥ 1 m. | <input type="checkbox"/> Abstand Sohle Versickerungsanlage zum Grundwasser (MHGW) $\geq 0,5$ m | <input type="checkbox"/> Abstand Sohle Versickerungsanlage zum Grundwasser (MHGW) $< 0,5$ m. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Keine Altlasten im Boden | <input type="checkbox"/> Örtlich begrenzte Altlasten liegen in der Nähe vor. Die Mobilisierung der Altlasten durch die entwässerungstechnische Versickerung ist unwahrscheinlich. | <input type="checkbox"/> Altlasten liegen im Boden vor; es besteht die Gefahr der Mobilisierung der Altlasten durch die entwässerungstechnische Versickerung. |
| Grundwasser und Boden | <input checked="" type="checkbox"/> Kein Trinkwasserschutzgebiet. | <input type="checkbox"/> Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist sehr gering (Einzel-fallbetrachtung). | <input type="checkbox"/> Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist hoch/nicht vernachlässigbar. |
| Grundwasser und Boden | <input type="checkbox"/> k_f -Wert $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s | <input checked="" type="checkbox"/> k_f -Wert $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist möglich. | <input type="checkbox"/> k_f -Wert $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist nicht möglich. (Ausnahme breitflächige Versickerung) |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Eine geotechnische Gefährdung im Projektgebiet (z. B. Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülung, Karstgebiete) durch die Versickerungsanlage ist ausgeschlossen. | <input type="checkbox"/> Geotechnische Gefährdungen (z. B. Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülung) sind im näheren Umfeld möglich, aber nicht am Standort der Versickerungsanlage. | <input type="checkbox"/> Geotechnische Gefährdungen, wie z. B. durch Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülungen liegen am Standort vor. |
| Umfeld | <input checked="" type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstige bauliche Strukturen sind einzuhalten/ unkritisch. (siehe 5.3.2) | <input type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstige bauliche Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind möglich (z. B. weiße oder schwarze Wanne): | <input type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstige bauliche Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind nicht möglich. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Der Standort der Versickerungsanlage liegt nicht in der Nähe eines Hangs. | <input type="checkbox"/> Der Standort der Versickerungsanlage liegt in der Nähe eines Hangs. Hangrutschung oder Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind unwahrscheinlich. | <input type="checkbox"/> Hangrutschung oder Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind wahrscheinlich. |
| Umsetzbarkeit | Eine Versickerung von Oberflächenabflüssen ist grundsätzlich möglich, wenn alle der oben genannten Kriterien zutreffen und durch Fachgutachten nachgewiesen sind. Ist ein Kriterium nicht erfüllt sind die entsprechenden Kriterien nach Spalte 3 zu prüfen. | Wenn eine oder mehrere Kriterien dieser Kategorie zutreffen, sind technische und planerische Maßnahmen durch die Fachplanenden aufzuzeigen und ggf. mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen. | Wenn eines der oben aufgeführten Kriterien zutrifft, ist eine Versickerung von Oberflächenabflüssen nicht zulässig. |

Abbildung 5-4 zeigt den einzuhaltenden Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden einschließlich Unterkellerung.

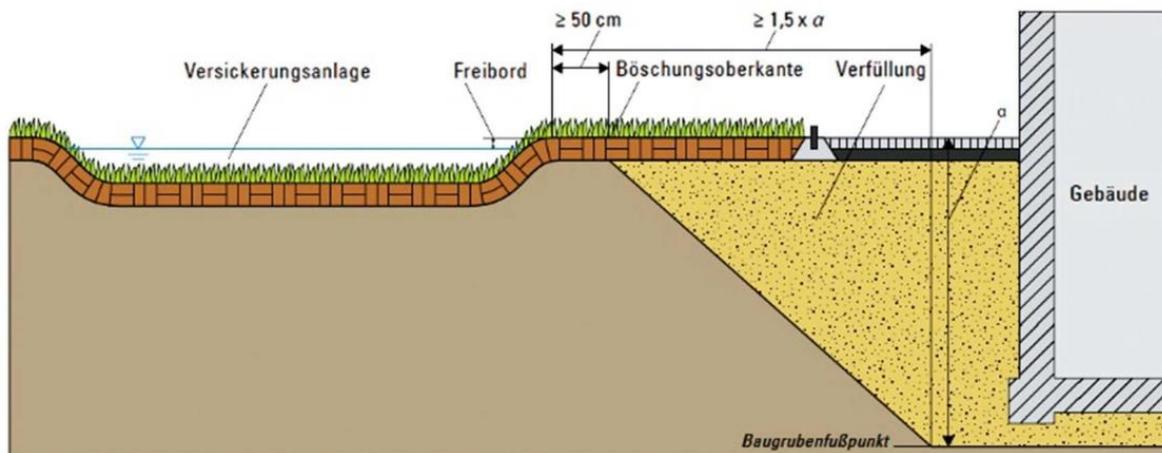


Abbildung 5-4: Abstand von dezentralen Versickerungsanlagen zu Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung gemäß A 138 (DWA 2020)

5.2 Dimensionierung von Versickerungsmulden

Die Berechnungsformeln für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen sind im DWA-Arbeitsblatt 138 im Detail dargestellt (DWA 2020).

Im Folgenden sind die Wichtigsten mit ihren Original-Gleichungsnummern aufgeführt.

Die Wahl der Bemessungshäufigkeit erfolgt nach Tabelle 6 (DWA 2020). Dort wird die Bemessungshäufigkeit n ($1/a$) in Abhängigkeit des Quotienten aus ABem und AS festgelegt.

ABem ist der „Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt“. AS ist die erforderliche Versickerungsfläche.

Der Quotient ist kleiner 30. In Kombination mit dem Kriterium „Auswirkung auf Gesundheit, wirtschaftliche Schäden und Nutzung“, das auf „(3) stark“ eingeschätzt wird n auf 0,2 ($T = 5a$) festgesetzt für die Bemessung der Versickerungsanlage.

Der Zufluss zu Versickerungsanlagen berechnet sich nach Formel (3). Die anzusetzende Regenspende wurde für das Untersuchungsgebiet aus den DWD KOSTRA 2010R-Tabellen entnommen (s. Tabelle 4-6).

Für die Fläche einer Versickerungsmulde wurden 100 m^2 als ungünstigster Wert angesetzt.

$$Q_{zu} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(in)} \cdot (A_{Bem} + A_{VA}) \quad (3)$$

mit

| | | |
|-------------|------------------|--|
| Q_{zu} | m^3/s | Zufluss zur Versickerungsanlage während der Dauerstufe D |
| $r_{D(in)}$ | $l/(s \cdot ha)$ | Regenspende der Dauerstufe D und Wiederkehrhäufigkeit n |
| A_{VA} | m^2 | überregnete Fläche einer oberirdischen Versickerungsanlage |
| A_{Bem} | m^2 | Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt |

Abbildung 5-5: Berechnung des Zuflusses zur Versickerungsanlage, Formel (3) A 138 (DWA 2020)

Die Versickerungsleistung der Anlage berechnet sich nach Gleichung (4). Als erforderliche Größe der Fläche A_S wurden ebenfalls $100 m^2$ angesetzt, die größer ist als die tatsächlich erforderliche Flächengröße.

Kritisch ist die bemessungsrelevante Infiltrationsrate, die sich nach Gleichung (5) berechnet.

$$Q_S = k_i \cdot A_S \quad (4)$$

mit

| | | |
|-------|---------|--|
| Q_S | m^3/s | Versickerungsleistung |
| k_i | m/s | bemessungsrelevante Infiltrationsrate nach Gl. (5) |
| A_S | m^2 | erforderliche Versickerungsfläche |

Abbildung 5-6: Berechnung der Versickerungsleistung, Formel (4) A 138 (DWA 2020)

In die bemessungsrelevante Infiltrationsrate, Gleichung (5), geht die Durchlässigkeit des Bodens (ausgedrückt durch den k_f -Wert, s. Tabelle 5-1) ein, multipliziert mit einem resultierenden Korrekturfaktor f_k , der sich nach Gleichung (6) berechnet.

$$k_i = k \cdot f_k = \text{konstant} \quad (5)$$

mit

| | | |
|-------|-------|---|
| k_i | m/s | bemessungsrelevante Infiltrationsrate |
| k | m/s | Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, z. B. k_f -Wert |
| f_k | (-) | resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6) |

Abbildung 5-7: Berechnung der bemessungsrelevanten Infiltrationsrate Resultierender Korrekturfaktor für Durchlässigkeitsbeiwert, Formel (5) A 138 (DWA 2020)

Der resultierende Korrekturfaktor f_k der Wasserdurchlässigkeit (6) ist das Produkt aus zwei Faktoren, die die Variabilität der Bodenverhältnisse und die Bestimmungsmethodik erfassen.

$$f_K = f_{\text{Ort}} \cdot f_{\text{Methode}} \leq 1 \quad (6)$$

mit

- f_K resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit
- f_{Ort} Korrekturfaktor zur Erfassung der Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte nach Tabelle 8
- f_{Methode} Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode nach Tabelle 8

Abbildung 5-8: Resultierender Korrekturfaktor für Durchlässigkeitsbeiwert, Formel (6) A 138 (DWA 2020)

Die zu wählenden Werte für die Parameter f_{Ort} und f_{Methode} sind in Tabelle 5-4 aufgelistet (Tabelle 8, DWA 2020).

Für die Bemessung einer potenziellen Versickerungsanlage, für die keine Bodenuntersuchung vorliegt, ist mit einer ungünstigen Kombination der Werte von 0,3 (f_{Ort}) und 0,1 (f_{Methode}) zu rechnen. Dies führt zu einem Parameter f_K von 0,03 und einer Durchlässigkeit von $1,8 \cdot 10^{-7}$. Diese Werte bedingen sehr lange Einstauzeiten (TE) in Versickerungsmulden (s. Tabelle 5-5). Damit wären Versickerungsanlagen nicht möglich, da Versickerungsmulden nach 84 h entleert sein sollten (Geruchsbeeinträchtigung, Biotopbeeinträchtigung, ...) und bei zu langen Füllzeiten ein Überlaufen droht, wenn das nächste Ereignis vor Entleerung einsetzt (s. auch Tabelle 5-10).

Um den Fall zu berücksichtigen, der nach Durchführung von Erkundungsbohrungen und Versickerungsversuchen in ausreichender Anzahl vorliegt, wurden zwei Durchlässigkeitsfälle definiert und in den Berechnungen zur Bemessung parallel verwendet.

- niedrige Infiltration: $f_K = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03$
- hohe Infiltration: $f_K = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$

Tabelle 5-4: Korrekturverfahren Infiltrationsrate, Tabelle 8, A 138 (DWA 2020)

| Thema/Kriterium | Korrekturfaktoren |
|--|------------------------------|
| Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte (Mindestanforderungen) | $f_{\text{Ort}} = 0,3$ bis 1 |
| Bestimmungsmethode: großflächige Feldversuche in Testgrube/Probeschurf ($\geq 1 \text{ m}^2$) | $f_{\text{Methode}} = 1$ |
| kleinflächige Feldversuche | |
| – kleine Testgrube/ Probeschurf ($< 1 \text{ m}^2$) | $f_{\text{Methode}} = 0,9$ |
| – Doppelzylinder-Infiltrometer | $f_{\text{Methode}} = 0,9$ |
| – Open-End-Test | $f_{\text{Methode}} = 0,8$ |
| Laborverfahren mit ungestörten Proben (z. B. Permeameter) | $f_{\text{Methode}} = 0,7$ |
| Laborverfahren mit gestörten Proben/ Sieblinienauswertung für Sandböden | $f_{\text{Methode}} = 0,1$ |

Unter Kenntnis der Versickerungsleistung und dem Zufluss zur Versickerungsanlage kann das notwendige Volumen einer Versickerungsanlage (Mulde) nach Gleichung (8) berechnet

werden. Es wurde in den Berechnungen auch die Option einer gedrosselten Weiterleitung untersucht. Diese Drosselmenge wird, falls erforderlich, dem Kanalnetz zugeführt werden.

$$V_{VA} = (Q_{zu} - Q_S - Q_{Dr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z \cdot f_A \quad (8)$$

mit

| | | |
|----------|---------|--|
| V_{VA} | m^3 | erforderliches Speichervolumen |
| Q_{zu} | m^3/s | Zufluss der Versickerungsanlage während der Dauerstufe D |
| Q_S | m^3/s | Versickerungsleistung |
| Q_{Dr} | m^3/s | mittlerer Drosselabfluss (nur bei ausgewählten Anlagen relevant) |
| D | min | Dauerstufe des Bemessungsregens |
| f_Z | (-) | Zuschlagsfaktor |
| f_A | (-) | Abminderungsfaktor |

Abbildung 5-9: Bemessungsgleichung für das erforderliche Speichervolumen einer Versickerungsanlage, Formel (8), A 138 DWA (2020)

Für Versickerungsanlagen zur Grundstücksentwässerung innerörtlicher Grundstücke muss ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 erbracht werden, wenn der Rechenwert $ABem$ größer als $800 m^2$ ist. Für den Überflutungsnachweis ist die zurückzuhaltende Regenmenge zu berechnen und deren schadloser Verbleib auf dem Grundstück nachzuweisen. Die zurückzuhaltende Regenwassermenge $V_{Rück}$ wird in der Regel für eine Bemessungshäufigkeit von $n = 0,033/a$ [$T = 30 a$] für Versickerungsanlagen nach Gleichung (10) berechnet:

$$V_{Rück} = \left(\frac{r_{[D,30]} \cdot (A_{E,k,b} + A_{VA})}{10.000} - (Q_S + Q_{Dr}) \right) \cdot \frac{D \cdot 60}{1.000} - V_{VA} \geq 0 \quad (10)$$

| | | |
|--------------|------------------|---|
| $V_{Rück}$ | m^3 | zurückzuhaltende Regenwassermenge im Rahmen des Überflutungsnachweises |
| D | min | Dauerstufe des Bemessungsregens |
| $r_{[D,30]}$ | $l/(s \cdot ha)$ | Regenspende für die Dauerstufe D und Wiederkehrzeit $T_n = 30$ Jahren |
| $A_{E,k,b}$ | m^2 | angeschlossene befestigte Fläche im Einzugsgebiet |
| A_{VA} | m^2 | überregnete Fläche einer oberirdischen Versickerungsanlage |
| Q_S | l/s | Versickerungsleistung (nach Gl. 4) |
| Q_{Dr} | l/s | mittlerer Drosselabfluss (z. B. bei Mulden-Rigolen-Systemen) |
| V_{VA} | m^3 | erforderliches Speichervolumen nach Gl. (8) |

Abbildung 5-10: Berechnung der zurückzuhaltenden Regenwassermenge im Rahmen des Überflutungsnachweises, Formel (10), A 138 DWA (2020)

Die Bemessungsergebnisse sind abhängig von der angesetzten Regendauer. Die Volumina der Versickerungsmulde (VA) und das erforderliche Rückhaltevolumen (VR) wurden für unterschiedliche Dauerstufen ermittelt, um den ungünstigsten Fall zu ermitteln.

Die Berechnungsergebnisse für den Erweiterungsbereich der Wohnliegenschaft im Planzustand sind exemplarisch im Folgenden für die Fälle

- niedrige Infiltration, keine gedrosselte Weiterleitung (QDR = 0,0 m³/s)
- hohe Infiltration, keine gedrosselte Weiterleitung (QDR = 0,0 m³/s)
- hohe Infiltration, mit gedrosselter Weiterleitung (QDR = 0,01 m³/s)

tabellarisch und grafisch dargestellt.

Die Berechnungsannahme „niedrige Infiltration“ ist wegen der sehr langen Entleerungszeiten keine Option.

In den Tabellen sind die Maximalwerte blau eingefärbt. Auch in den Grafiken ist zu erkennen, dass die ungünstigste Regendauer 20 Minuten ist. Dort treten die größten Einstau- und Rückhaltevolumina auf.

Die erforderliche Versickerungsfläche (AS erf.) ergibt sich aus der Division des Versickerungsvolumens VA durch eine maximale Einstautiefe von 0,3 m. Ein berechnetes AS erf., das kleiner als die gewählte Versickerungsfläche (AS gew., hier 100 m²) ist, zeigt, dass die gewählten 100 m² ausreichend sind.

In der Spalte H ist die Einstautiefe angegeben, wenn das berechnete Versickerungsvolumen VA durch die Fläche AS gewählt dividiert wird. Dieser Wert sollte kleiner als 0,3 m sein.

Tabelle 5-5: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, niedrige Infiltration, QDR = 0,0 m³/s

| Parameter | Wert | D (min) | VA (m ³) | VR (m ³) | TE (h) | AS erf. (m ²) | H (m) |
|---------------------------|----------|---------|----------------------|----------------------|--------|---------------------------|-------|
| AS gew. (m ²) | 100,00 | 5 | 8,6 | 8,1 | 132,9 | 28,7 | 0,09 |
| QDR (m ³ /s) | 0,000 | 10 | 12,7 | 10,9 | 196,2 | 42,4 | 0,13 |
| fOrt | 0,30 | 15 | 15,8 | 13,9 | 243,8 | 52,7 | 0,16 |
| fMethode | 0,10 | 20 | 18,0 | 15,9 | 277,9 | 60,0 | 0,18 |
| QS (m ³ /s) | 0,000018 | 30 | 14,2 | 12,7 | 218,4 | 47,2 | 0,14 |
| | | 45 | 10,9 | 10,0 | 168,2 | 36,3 | 0,11 |

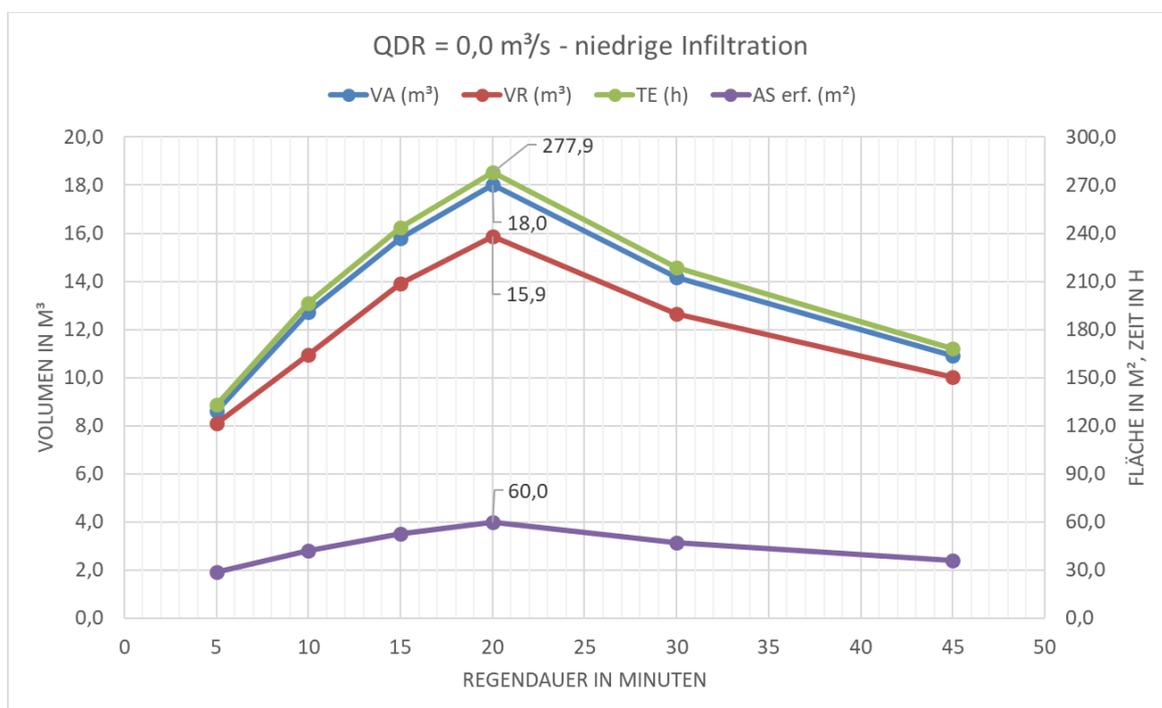
Abbildung 5-11: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, niedrige Infiltration, QDR = 0,0 m³/s

Tabelle 5-6: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m³/s

| Parameter | Wert | D (min) | VA (m ³) | VR (m ³) | TE (h) | AS erf. (m ²) | H (m) |
|---------------------------|----------|---------|----------------------|----------------------|--------|---------------------------|-------|
| AS gew. (m ²) | 100,00 | 5 | 8,4 | 8,3 | 4,8 | 28,2 | 0,08 |
| QDR (m ³ /s) | 0,000 | 10 | 12,4 | 11,3 | 7,1 | 41,3 | 0,12 |
| fOrt | 0,90 | 15 | 15,3 | 14,4 | 8,7 | 51,0 | 0,15 |
| fMethode | 0,90 | 20 | 17,3 | 16,5 | 9,9 | 57,8 | 0,17 |
| QS (m ³ /s) | 0,000486 | 30 | 13,5 | 13,3 | 7,7 | 44,9 | 0,13 |
| | 200,00 | 45 | 10,2 | 10,7 | 5,8 | 34,1 | 0,10 |

In Tabelle 5-6 ist der maßgebliche Fall dargestellt. Das Volumen einer Versickerungsmulde muss mindestens 17,3 m³ enthalten. Das zugehörige Rückhaltevolumen ist mit 16,5 m³ kleiner und benötigt keinen zusätzlichen Speicherplatz. Auf einer Grundfläche von 100 m² führt der Einstau zu einer Wassertiefe von 17 cm.

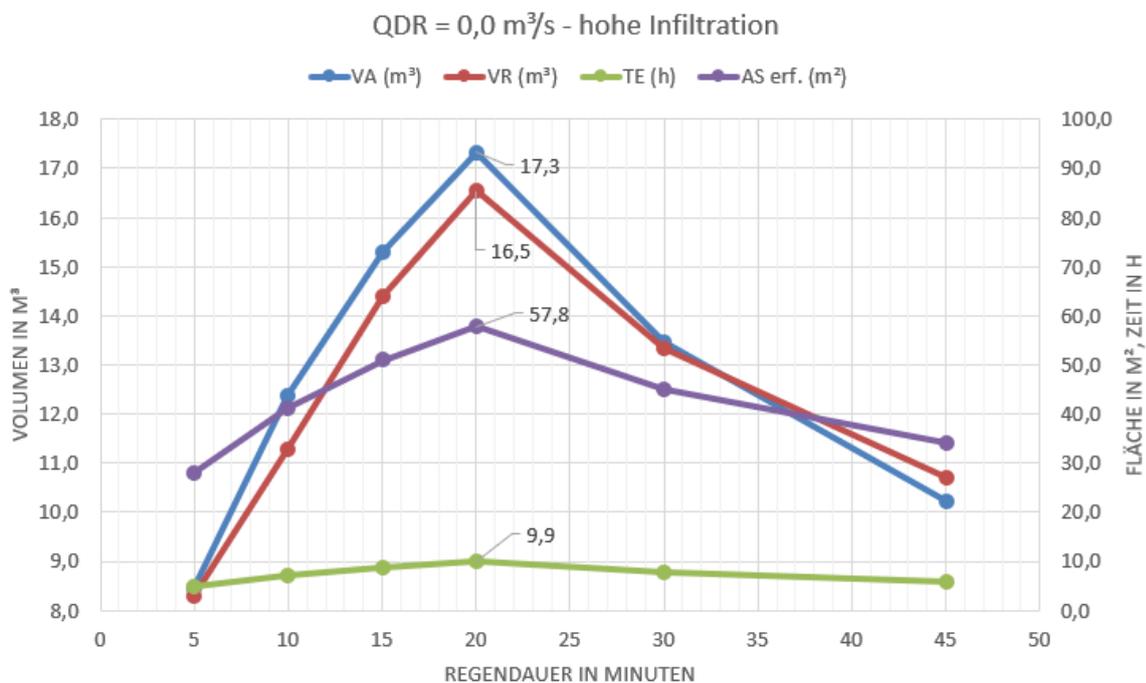
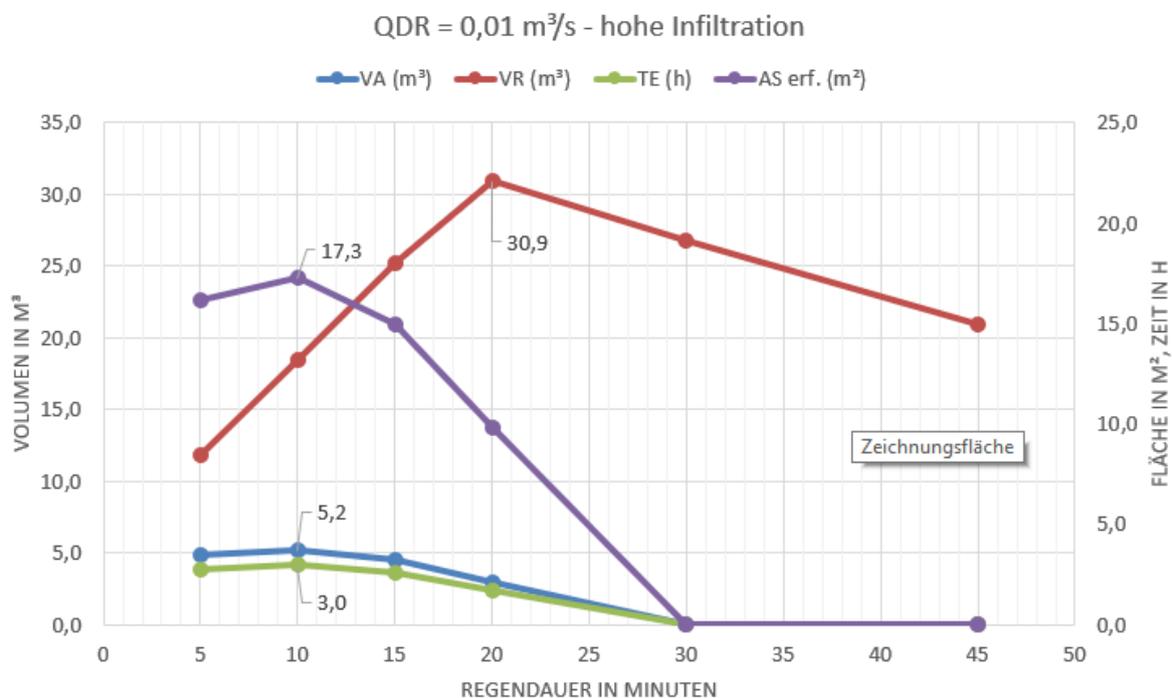
Abbildung 5-12: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m³/s

Tabelle 5-7: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,01 m³/s

| Parameter | Wert | D (min) | VA (m ³) | VR (m ³) | TE (h) | AS erf. (m ²) | H (m) |
|---------------------------|----------|---------|----------------------|----------------------|--------|---------------------------|-------|
| AS gew. (m ²) | 100,00 | 5 | 4,8 | 11,9 | 2,8 | 16,2 | 0,05 |
| QDR (m ³ /s) | 0,010 | 10 | 5,2 | 18,5 | 3,0 | 17,3 | 0,05 |
| fOrt | 0,90 | 15 | 4,5 | 25,2 | 2,6 | 15,0 | 0,04 |
| fMethode | 0,90 | 20 | 2,9 | 30,9 | 1,7 | 9,8 | 0,0 |
| QS (m ³ /s) | 0,000486 | 30 | 0,0 | 26,8 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |
| | | 45 | 0,0 | 20,9 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |

Abbildung 5-13: Berechnungsergebnisse Erweiterungsbereich Planzustand, hohe Infiltration, QDR = 0,01 m³/s

Im Folgenden ist ein exemplarischer Berechnungsgang für den Berechnungsfall: D = 20 min, hohe Infiltration und QDR = 0,0 m³/s dargestellt.

Tabelle 5-8: Detaillierte Berechnung, für D = 20 min, hohe Infiltration, QDR = 0,0 m³/s

| Eingangswerte | | | |
|---|------------|-------------------|---|
| A Bem | 725,50 | m ² | aus ÜF-Nachweis |
| A S | 100,00 | | erforderliche Versickerungsfläche |
| Abem/AS | 7,25 | | < 30, mit Tabelle 6: Auswirkung (3) stark -> n= 0,2 |
| hM | 0,30 | m | |
| Asm | 55,58 | m ² | |
| Zufluss zur Versickerungsanlage | | | |
| (3) Qzu | 0,013 | m ³ /s | berechnet |
| A VA | 100,00 | m ² | geschätzt |
| r D(n) | 151,70 | l/(s*ha) | KOSTRA, 20 min, n = 0,2 |
| Versickerungsleistung | | | |
| (4) QS | 0,000486 | m ³ /s | berechnet |
| ki | 0,00000486 | m/s | aus (5) |
| AS | 100,00 | m ² | geschätzt |
| bemessungsrelevante Infiltrationsrate | | | |
| (5) ki | 0,00000486 | m/s | berechnet |
| k = kf | 0,000006 | m/s | aus digitaler Bodenkarten |
| fk | 0,81 | - | aus (6) |
| bemessungsrelevante Infiltrationsrate | | | |
| (6) fk | 0,81 | - | berechnet |
| fOrt | 0,90 | - | gewählt nach Tabelle 8 |
| fMethode | 0,90 | - | gewählt nach Tabelle 8 |
| erforderliches Speichervolumen | | | |
| (8) V VA | 17,33 | m ³ | berechnet |
| Qzu | 0,013 | m ³ /s | aus (3) |
| QS | 0,000486 | m ³ /s | aus (4) |
| QDr | 0,000 | m ³ /s | aus (9) |
| D | 20,00 | min | in (3) (10) verwendet |
| fZ | 1,20 | - | S. 47 |
| fA | 1,00 | - | Annahme |
| Entleerungszeit | 9,91 | Stunden | berechnet |
| Grundfläche | 57,78 | m ² | berechnet für 0,3 m Tiefe |
| Einstautiefe | 0,17 | m | berechnet für AS Grundfläche |
| spezifische Versickerungs-/Abflussleistung | | | |
| (9) qs | 6,70 | l/(s*ha) | berechnet |
| Sollwert | 2,00 | l/(s*ha) | fix |
| ki | 0,00000486 | m/s | aus (5) |
| Asm | 100,00 | m ² | geschätzt |
| QDr | 0,000 | m ³ /s | iterative Eingabe |
| A_Bem | 725,50 | m ² | aus ÜF-Nachweis |
| Überflutungsnachweis | | | |
| (10) V Rück | 16,54 | m ³ | berechnet |
| D | 20,00 | min | |
| r D(30) | 220,20 | l/(s*ha) | KOSTRA |
| A Ekb | 1.181,99 | m ² | aus ÜF-Nachweis |
| A VA | 100,00 | m ² | aus (3) |
| QS | 0,0004860 | m ³ /s | aus (4) |
| QDr | 0,000 | m ³ /s | aus (9) |
| V VA | 17,33 | m ³ | aus (8) |

Tabelle 5-9 zeigt den Einfluss der Entsiegelung im Bestandsbereich der Liegenschaft auf die Zuflüsse und Zuflussvolumina zur Kanalisation, da dieser Bereich bereits an das vorhandene Kanalnetz angeschlossen ist. Die Abnahme der Zuflüsse entspricht der Verringerung der angeschlossenen befestigten Flächen von $A_{\text{EKB}} = 2.841 \text{ m}^2$ auf 2.274 m^2 auf 80 %.

Tabelle 5-9: Einfluss der Entsiegelung im Bestandsbereich der Liegenschaft auf die Zuflüsse zur Kanalisation

| D (min) | n = 0,2 (T = 5 a) | | | | n = 1/30 (T = 30 a) | | | |
|---------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| | A_EKB 2.841 m ² | | A_EKB 2.274 m ² | | A_EKB=2.841 m ² | | A_EKB=2.274 m ² | |
| | Ist Bestand | | Plan Bestand | | Ist Bestand | | Plan Bestand | |
| | Qzu (m ³ /s) | Vzu (m ³) | Qzu (m ³ /s) | Vzu (m ³) | Qzu (m ³ /s) | Vzu (m ³) | Qzu (m ³ /s) | Vzu (m ³) |
| 5 | 0,082 | 24,72 | 0,066 | 19,78 | 0,124 | 36,93 | 0,099 | 29,56 |
| 10 | 0,062 | 36,93 | 0,049 | 29,56 | 0,090 | 53,98 | 0,072 | 43,20 |
| 15 | 0,050 | 45,46 | 0,040 | 36,38 | 0,073 | 65,91 | 0,059 | 52,75 |
| 20 | 0,043 | 51,71 | 0,034 | 41,38 | 0,063 | 75,00 | 0,050 | 60,03 |
| 30 | 0,034 | 61,08 | 0,027 | 48,89 | 0,050 | 89,21 | 0,040 | 71,40 |
| 45 | 0,026 | 70,46 | 0,021 | 56,39 | 0,039 | 104,26 | 0,031 | 83,45 |

5.3 Planungsvorgaben

„Eine Mulde ist eine flache, mit Gras bewachsene Vertiefung, in die das Wasser zur Versickerung eingeleitet wird. Dabei kann das Niederschlagswasser kurzzeitigen durch gezielten Einstau gespeichert werden. Durch die Vegetation werden eine Befestigung des Bodens und eine Aufrechterhaltung der Durchlässigkeit (Durchwurzelung) gewährleistet. Es besteht eine hohe Reinigungswirkung zum Schutz des Grundwassers. Vorteil der Muldenversickerung sind geringe Baukosten.“ (BMWSB 2022, Ziff. A-5.7.1.2).

Abbildung 5-14 zeigt in schematisierter Weise ein Mulden-Rigolen-System (DWA 2020) mit einem gedrosselten Ablauf. Diese ist die umzusetzende Ausführungsvariante, wenn die späteren geologischen Untersuchungen sehr geringe Durchlässigkeiten ergeben, die eine reine Muldenversickerung nicht möglich machen.

Die Beschickung der Versickerungsmulden geschieht im Allgemeinen direkt von befestigten Flächen aus, wobei für eine möglichst gleichmäßige Verteilung längs der Flächenkanten zu sorgen ist [Bild 10]. Oberirdische, offene Zuleitungsrinnen sind als Zuleitungen zu bevorzugen, da sie den Bau flacher Mulden und einen vergleichsweise einfachen Betrieb ermöglichen. Bei punktuellen Zuleitungen sind besondere Maßnahmen zur Verteilung des Zulaufs in die Mulde erforderlich (DWA 2020, Kap. 6.3.1).

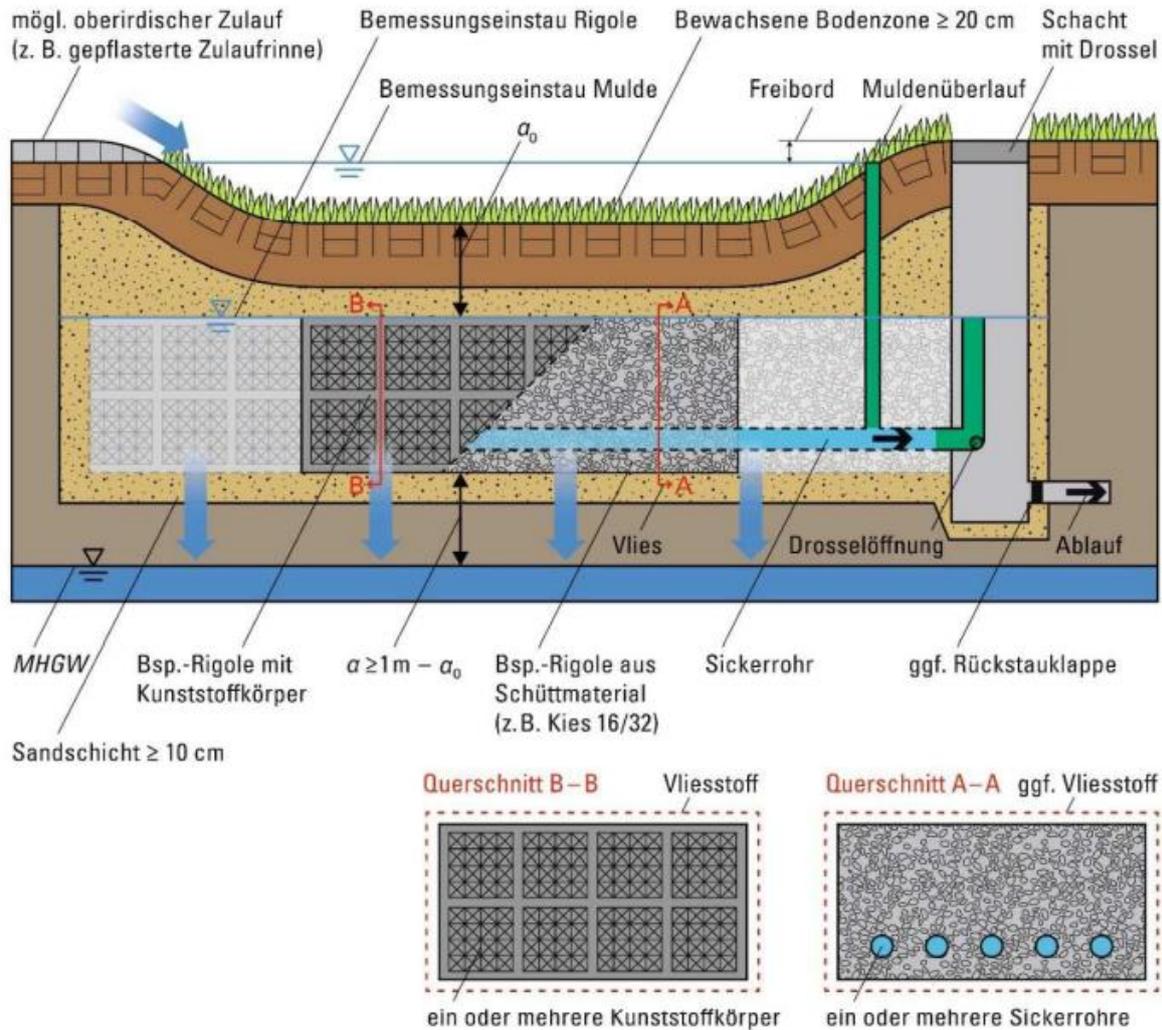


Abbildung 5-14: Mulden-Rigolen-System (Längs- und Querschnitt), A-138 (DWA 2020)

Das DWA-Arbeitsblatt 138 fasst die allgemeinen Planungsvorgaben für verschiedene Ausführungen von Versickerungsanlagen zusammen (s. Tabelle 5-10). Diese sind bei der späteren planerischen Umsetzung zu berücksichtigen.

Tabelle 5-10: Planungsvorgaben Versickerungsanlagen, Tabelle 11, A-138 (DWA 2020)

| Planungsvorgabe oder Nachweisgröße | Einheit | Flächenversickerung | Versickerungsmulde | Mulden-Rigolen-Element | Mulden-Rigolen-System | Rigole | Versickerungsschacht | Versickerungsbecken |
|--|---------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|---|------------------------|---------------------|
| | | Dezentral | | | | | | Zentral |
| k_r -Wert maßgebliche Bodenschicht | m/s | $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ | | - | $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ | | $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ | |
| Mächtigkeit bewachsene Bodenzone | cm | ≥ 20 | | | - | - | ≥ 20 | |
| k_r -Wert bewachsene Bodenzone (langjähriger Betrieb) | m/s | ca. $1 \cdot 10^{-5}$ | | | - | - | ca. $1 \cdot 10^{-5}$ | |
| Abstand Sohle zu <i>MHGW</i> ⁽¹⁾ | m | ≥ 1 | | | | UKFS $\geq 1,0$ UKSS $\geq 1,0$ ⁽³⁾ | | ≥ 1 |
| Einstauhöhe | cm | 0 | für Mulden i. d. R. ≤ 30 | | ggf. bautechnisch begrenzt | | i. d. R. ≥ 50 | |
| Freibord Überlauf ⁽²⁾ | cm | - | - | ≥ 10 | - | - | ≥ 35 | |
| Böschungsneigung | 1: m | - | i. d. R. 1:1,5 oder flacher | | - | - | i. d. R. $\leq 1:1,5$ | |
| Entleerungszeit ($n = 1/a$) | h | - | ≤ 84 | | - | - | ≤ 84 | |
| ANMERKUNG | | | | | | | | |
| (1) <i>MHGW</i> Mittlerer höchster Grundwasserstand; | | | | | | | | |
| (2) Abstand zwischen der höchsten Wasserspiegellage und der Böschungsoberkante; | | | | | | | | |
| (3) UKFS Unterkante Filterschicht bei Schacht-Typ B; UKSS Unterkante Schachtsohle bei Schacht-Typ A. | | | | | | | | |

Abbildung 5-15 zeigt zwei mögliche Standorte (V1, V2) einer Versickerungsflächen, die ca. 100 m² groß ist, unter Einhaltung der Abstandsmaße zur vorhandenen Bebauung.

Es ist auch möglich zwei Versickerungsflächen zu je ca. 50 m² anzulegen, so dass die Zuleitung von den befestigten Flächen einfacher umzusetzen ist als bei einer zentralen Fläche.

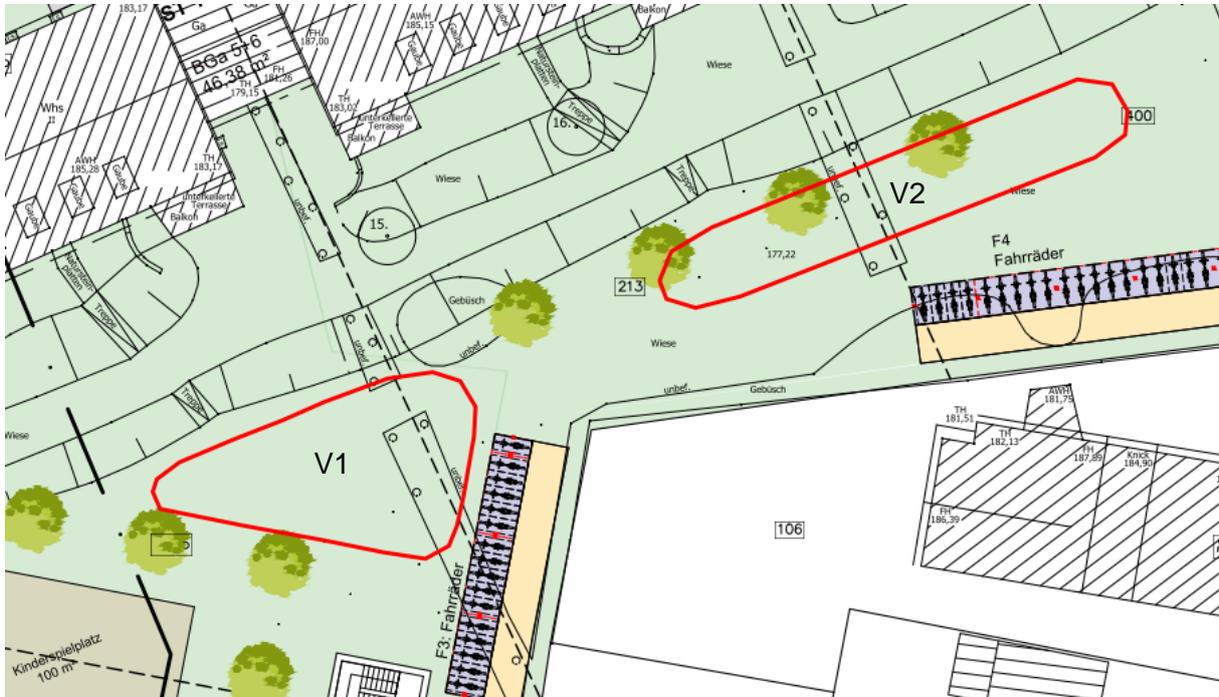


Abbildung 5-15: Mögliche Anordnung einer Versickerungsflächen von 100 m² Grundfläche an zwei Standorten

5.4 Ergebnisse Versickerungsuntersuchung

Als Ergebnis der Versickerungsuntersuchung kann festgehalten werden, dass unter Voraussetzung der vereinfacht ermittelten Versickerungsfähigkeit eine Versickerungsmulde der Grundfläche von 100 m² ausreichend ist, um die Abflüsse der befestigten Flächen der neugeplanten Wohngebäude mit Außenanlagen (Erweiterungsbereich) aufzunehmen und innerhalb einer Zeitspanne von 9,9 h zu versickern. Die unbefestigten Rasenflächen sind nicht an die Versickerungsmulde angeschlossen. Durch eine Gestaltung der bereits fast ebenen Oberfläche ist dafür zu sorgen, dass Niederschlagswasser auf den Rasenflächen verbleibt und dort versickert.

Die Anordnung der Versickerungsmulden kann in dem höhergelegenen Teil des Grundstücks erfolgen.

Die Umgestaltung der Außenanlagen der Bestandswohngebäude zu einer größeren Infiltration entlastet das vorhandene Kanalnetz um 20 %.

Für die erforderliche Planung der Versickerungsanlage sind hydrogeologische Untersuchungen in Form von Bohrungen und Versickerungsversuchen erforderlich.

6 Überprüfung einer Rückhaltung ohne Versickerung

6.1 Randbedingungen

Aufgrund der wenig durchlässigen Böden im Bereich der Liegenschaft und den Erfahrungen, die die Stadt Rheinbach andernorts bei Fragestellungen einer potenziellen Versickerung gewonnen hat, ist es nicht zwingend erforderlich eine Versickerung auf dem Grundstück der Liegenschaft zu realisieren. Nach Auskunft der Stadt Rheinbach, Fachgebiet Tiefbau/Infrastruktur, Herr Bölinger, sind die Kanäle in der Turmstraße und im Münsterergäßchen ausreichend ausgelegt, um einen zweijährlichen Niederschlagswasserabfluss aufnehmen zu können. Die Differenz zu einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis ist vor Ableitung durch die Kanalisation auf dem Grundstück zwischenzuspeichern.

6.2 Dimensionierung Rückhaltung

Für die Dimensionierung werden die Grundlagenermittlungen zur Flächennutzung und Oberflächenbeschaffenheit im geplanten Erweiterungsbereich der Liegenschaft herangezogen.

Maßgeblich ist Tabelle 4-1: Flächenanteile des BV Rheinbach Erweiterungsbereich Planzustand.

Die wichtigsten Kenndaten des Erweiterungsbereichs Planzustand sind:

- | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------------|---|
| • D | 10,00 | min | Regendauer in min |
| • A _{ges} | 1.884,70 | m ² | Gesamtfläche befestigt |
| • A _U = A _{EKB} | 1.181,99 | m ² | Abflusswirksame Fläche (maximaler Abflussbeiwert) |
| • A _{Bem} | 725,50 | m ² | Abflusswirksame Fläche (mittlerer Abflussbeiwert) |

Für die Berechnung des Rückhaltevolumens $V_{Rück}$ wurde Gleichung 20, DIN 1986-100 herangezogen unter Ansatz der abflusswirksamen Fläche A_U .

$$V_{Rück} = (r_{(D,30)} * A_{ges} - r_{(D,2)} * A_U) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad \text{Gl. 2}$$

Dabei ist:

| | | |
|-------------|---|----------------|
| $V_{Rück}$ | die zurückzuhaltende Regenwassermenge | m ³ |
| $r_{(D,T)}$ | die Regenspende der Dauerstufe D und der Jährlichkeit T | l/(s*ha) |
| D | die kürzeste maßgebende Regendauer | min |
| A_U | die abflusswirksame Fläche | m ² |
| A_{ges} | die gesamte befestigte Fläche des Grundstücks: | m ² |

Neben dem 30-jährlichen Ereignis wurde auch das 100-jährliche Ereignis überprüft.

Die Berechnung erfolgte über verschiedene Dauerstufen, um festzustellen, welche Niederschlagsdauer das größte Volumen liefert.

Für die Einleitmenge in das Kanalnetz wurde die Regenspenderate eines 2-jährlichen Ereignisses der Dauer 10 Minuten. Mit der abflusswirksamen Fläche ergibt sich eine Drosselmenge der Rückhaltung von:

$$r_{(D=10 \text{ min}, T=2a)} = 165,70 \text{ l/(s * ha)}$$

$$A_U = 1.181,99 \text{ m}^2$$

$$Q_{dr} = 165,7 * 1.181,99 = 19,59 \text{ l/s}$$

Der Zufluss der Rückhaltung berechnet sich aus der jeweiligen Regenspenderate $r_{(D,T=30a)}$ bzw. $r_{(D,T=100a)}$ für die Betrachtung zusätzlicher Sicherheiten multipliziert mit der befestigten Gesamtfläche $A_{ges} = 1.884,70 \text{ m}^2$.

Die erforderlichen Rückhaltevolumina für den 30-jährlichen Niederschlag berechnen sich nach

$$V_{Rück} = (r_{(D,30)} * 1.884,70 - 19,59 \text{ l/s}) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad (\text{s. Abbildung 6-1})$$

bzw. für das 100-jährliche Ereignis nach

$$V_{Rück} = (r_{(D,100)} * 1.884,70 - 19,59 \text{ l/s}) * \frac{D*60}{10000*1000} \quad (\text{s. Abbildung 6-2})$$

Damit ergibt sich das maximale Rückhaltevolumen für ein 30-jährliches Ereignis zu 26,30 m³ und für ein 100-jährliches Ereignis zu 36,70 m³.

Der Wert von 26,30 m³ für T = 30 a ist größer (und damit maßgeblich) als das in Kapitel 4 ermittelte Volumen für den Überflutungsnachweis DIN 1986-100, das 24,01 m³ beträgt.

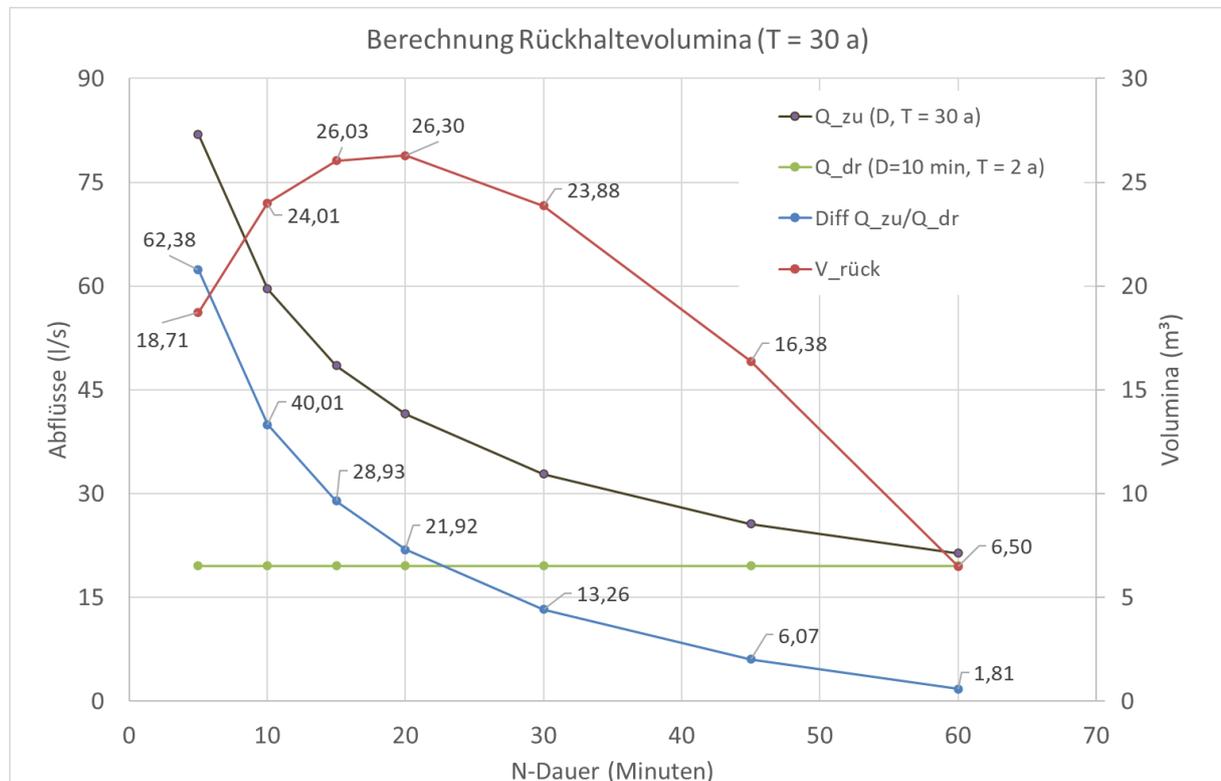


Abbildung 6-1: Berechnung der Rückhaltevolumina für T = 30 a

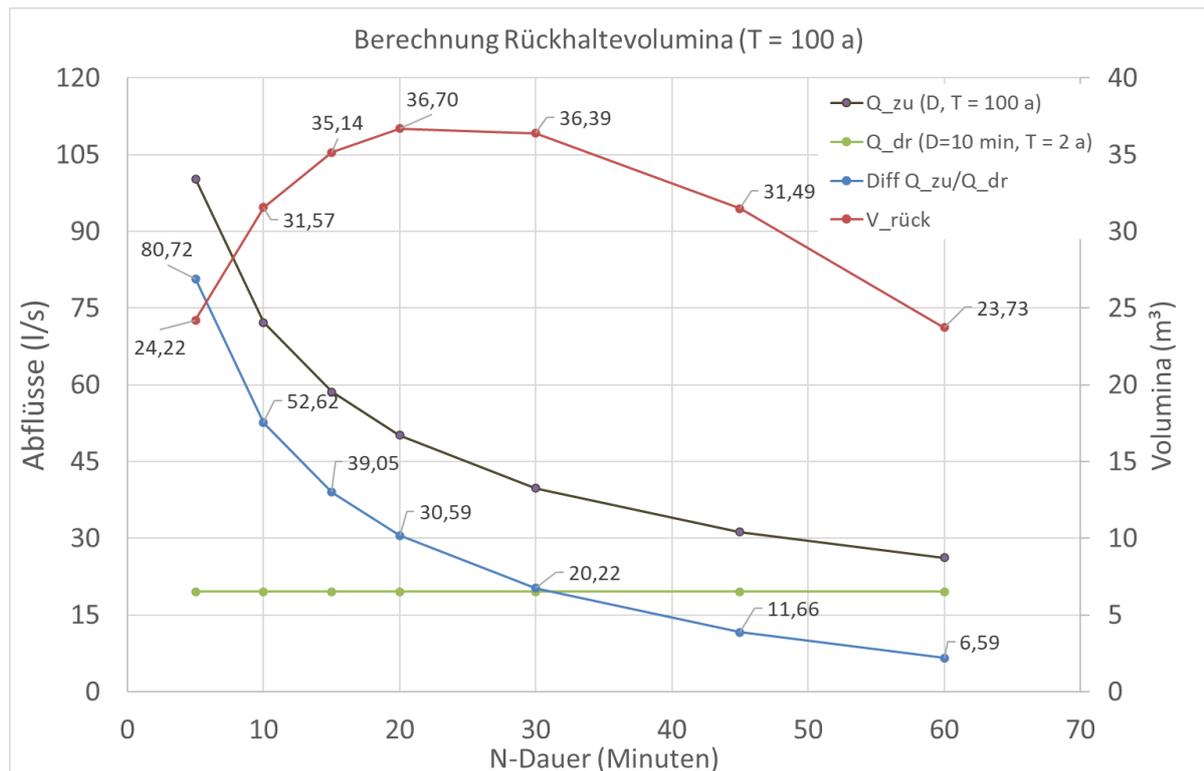


Abbildung 6-2: Berechnung der Rückhaltevolumina für T = 100 a

Zwischen dem 100-jährlichen und dem 30-jährlichen Rückhaltevolumen liegt eine Differenz von $36,70 \text{ m}^3$ minus $26,30 \text{ m}^3 = 10,40 \text{ m}^3$.

6.3 Planungsvorgaben

Die in Kapitel 5.3 Planungsvorgaben getroffenen Erläuterungen gelten sinngemäß auch für die Anlage einer Rückhaltemulde.

Die bereits in Abbildung 5-15 (Kapitel 5.3) skizzierten Versickerungsflächen eignen sich auch als Rückhalteflächen (s. Abbildung 6-3).

Die Bemessung einer Rückhaltemulde für die Liegenschaft Münstereifeler Str. hat ein notwendiges Volumen von $26,3 \text{ m}^3$ ergeben. Bemessungsgrundlage ist die Abflussdifferenz zwischen einem 30- und 2-jährlichen Ereignis.

Bei einer Einstautiefe von 30 cm ergibt sich eine notwendige Fläche von $87,7 \text{ m}^2$. Es wird vorgeschlagen, eine Fläche von 100 m^2 in die weitere Planung zu übernehmen.

Bei einer Eintiefung der Mulde von 40 cm unter GOK reicht das Freibord (Differenz WSP zu GOK) von 10 cm aus, um auch die - in Summe $10,4 \text{ m}^3$ höheren Zuflüsse - eines 100-jährlichen Ereignisses aufzunehmen. Der Überlauf der Mulde findet dann später statt und es ergeben sich zusätzliche Sicherheiten.

Es bietet sich an, die Rückhaltemulde in der Fläche "V2" anzulegen.

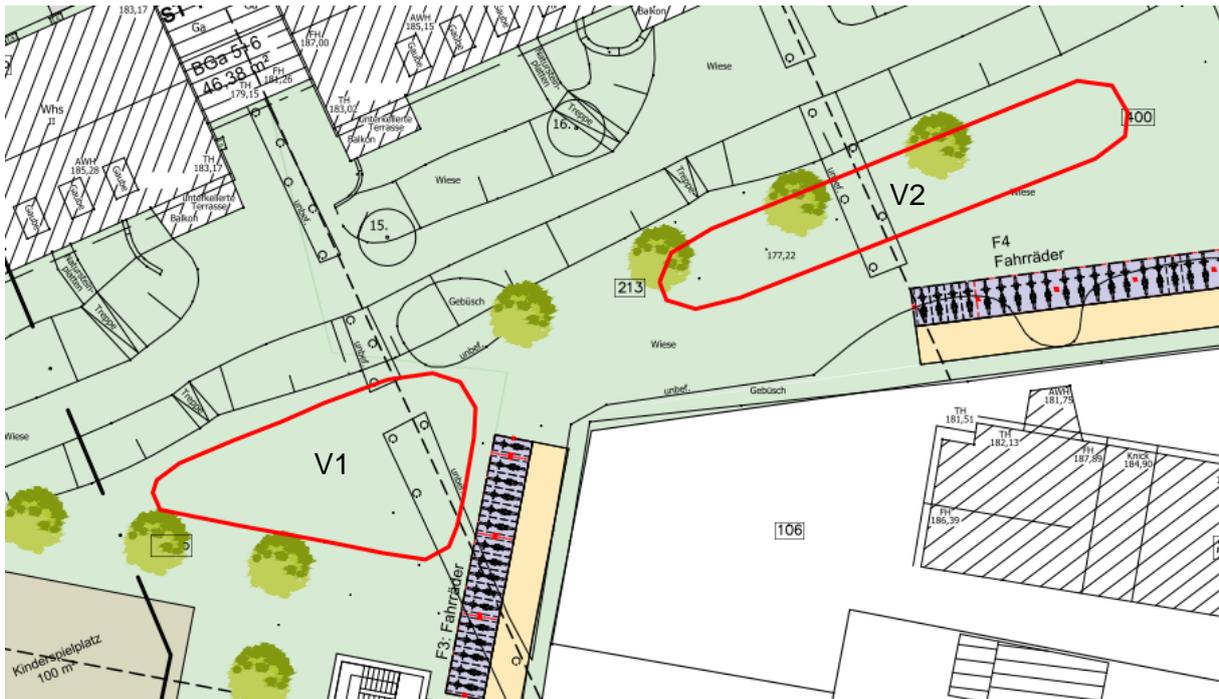


Abbildung 6-3: Mögliche Anordnung von Rückhaltemulden von 100 m² Grundfläche an zwei Standorten

6.4 Ergebnisse Rückhalteuntersuchung

Als Ergebnis der Untersuchung zur Rückhaltung kann festgehalten werden, dass eine Rückhaltemulde der Grundfläche von 100 m² ausreichend ist, um die Abflüsse der befestigten Flächen der neugeplanten Wohngebäude mit Außenanlagen (Erweiterungsbereich) aufzunehmen und verzögert an das Kanalnetz abzugeben. Die unbefestigten Rasenflächen sind nicht an die Rückhaltemulde angeschlossen. Durch eine Gestaltung der bereits fast ebenen Oberfläche ist dafür zu sorgen, dass Niederschlagswasser auf den Rasenflächen verbleibt und dort versickert.

Die Anordnung der Rückhaltemulde kann in dem höhergelegenen Teil des Grundstücks erfolgen.

Die Umgestaltung der Außenanlagen der Bestandswohngebäude zu einer größeren Infiltration entlastet das vorhandene Kanalnetz um 20 %.

7 Fazit

Unter den hydrogeologischen Randbedingungen der sehr undurchlässigen Böden im Bereich der Bundesliegenschaft „Münstereifeler Str. / Turmstraße“ in Rheinbach, die eine Versickerung nicht ermöglichen, kommt nur eine Rückhaltung auf dem Gelände der Liegenschaft mit einer verzögerten Abgabe in das Kanalnetz in Frage. Dies wird seitens der Stadt Rheinbach akzeptiert und die Auflage gemacht, nur einen Abfluss in Höhe eines zweijährlichen Niederschlagsereignisses maximal in das Kanalnetz einzuleiten.

Unter diesen Vorgaben wurde eine Rückhaltung als Rückhaltemulde bemessen. Mit einer Grundfläche von 100 m² und einer Tiefe von 40 cm unter Geländeoberkante, kann diese Mulde auch Zuflüsse aus einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis aufnehmen. Dies liefert zusätzliche Sicherheiten gegenüber einer notwendigen Tiefe der Mulde von 30 cm, die erforderlich ist, um das Bemessungsereignis eines 30-jährlichen Niederschlags aufzunehmen.

8 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2022): Baufachliche Richtlinien Abwasser, Arbeitshilfen zu Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes, Juli 2022.

Deutsches Institut für Normung: DIN 1986-100:2016-09: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (2005): Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (2006): Arbeitsblatt DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., (DWA) (2020) Arbeitsblatt DWA-A 138-1, Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau, Betrieb, Entwurf, Stand November 2020

DWD Climate Data Center (CDC), Raster der Wiederkehrintervalle für Starkregen (Bemessungsniederschläge) in Deutschland (KOSTRA-DWD), Version 2010R.

Junghänel, T., Ertel, H., & Deutschländer, T. (2017): KOSTRA-DWD-2010R - Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main.

Malitz, G. & Ertel, H. (2015): KOSTRA-DWD-2010 - Starkniederschlagshöhen für Deutschland (Bezugszeitraum 1951 bis 2010), Abschlussbericht, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main.

Verwendete EDV-Programmsysteme

ArcGIS Desktop®, Version 10.6.1 - ESRI, Redlands (CA), USA

AutoCAD, Version Civil 3D 2020 - Autodesk, San Rafael (CA), USA