

KOHLNBACH + SANDER
INHABER: VALLENDER • WOHLLEBEN
Beratende Ingenieure VBI DWA
INGENIEURBÜRO FÜR TIEFBAU
53123 BONN-DUISDORF

Entwässerungskonzept
und Überflutungsnachweis
für das geplante Baugebiet

Ro 23

in Bornheim-Roisdorf

Erschließungsträger: BRINGS GRUPPE
Fuhrweg Projekt GmbH
Johann-Phillip-Reis-Str. 15
53331 Bornheim

BRINGS

GRUPPE

Fuhrweg Projekt GmbH
Johann-Phillip-Reis-Str. 15
53332 Bornheim



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	I
Diagrammverzeichnis	I
Literaturverzeichnis	II
Verwendete Unterlagen	III
Verzeichnis der Entwurfsunterlagen	IV
1. Anlass und Vorbemerkungen	1
2. Städtebauliche Situation	1
3. Wahl des Entwässerungsverfahrens	1
4. Entwurfsbeschreibung	1
4.1. Schmutzwasserkanalisation	2
4.2. Regenwasserkanalisation	2
4.3. Hausanschlussleitungen, Straßenablaufleitungen	3
4.4. Geländegestaltung	3
4.5. Versickerungsbecken	3
4.5.1. Bewertungsverfahren	3
4.5.2. Sedimentation	3
4.5.3. Bemessung	4
4.5.4. Beckenabmessung	4
4.5.5. Aufbau der Beckensohle und Böschungsbefestigung:	5
5. Hydraulische Bemessungskriterien	6
6. Hydraulische Anforderungen	6
6.1. Überstauhäufigkeit	6
6.2. Überflutungshäufigkeit	7
7. Rohrmaterialien, Schächte	8
8. Berechnungsgrundlagen	8
8.1. Hydraulische Randbedingungen	9
8.2. Flächenklassen	9
8.3. Berechnungsparameter	10
8.4. Abflussbildung	10
8.4.1. Muldenverluste	11
8.5. Anteil der abflusswirksamen durchlässigen Flächen	11
8.6. Abflusskonzentration/Fließzeitparameter	11
8.7. Dauerverlust inklusive Verdunstung	11
8.8. Versickerungsansatz nach Horton für die durchlässigen Flächen	11
8.9. Niederschlagsbelastung, Niederschlagsauswahl	12
8.9.1. Bemessungsregen	12
8.9.2. Überstau- und Überflutungsnachweis des Kanalnetzes	12
8.9.3. Vorbemessung des Kanalnetzes	14
9. Auswertung der hydrodynamischen Berechnungen	14

9.1.	<i>Nachweis der Überstauhäufigkeit - Planungszustand</i>	14
9.2.	<i>Nachweis der Überflutungshäufigkeit - Planungszustand</i>	14
9.2.1.	Der Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 20-jährigem Regen	14
9.2.2.	Der Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 10-, 30- und 100-jährigem Regen	14
9.3.	<i>Überflutungshäufigkeitsnachweis - Prognosezustand</i>	15
10.	Überflutungsprüfung und -analyse	15
10.1.	<i>2D-Simulation des Oberflächenabflusses</i>	15
10.2.	<i>Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation – bidirektionale Kopplung</i>	16
10.3.	<i>Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung</i>	16
10.4.	<i>Niederschlagsbelastung und Niederschlagsauswahl</i>	17
10.5.	<i>Aufbau und Parametrisierung des GeoCPM-Modells</i>	17
10.6.	<i>Berechnung unter Berücksichtigung des Versickerungsansatzes</i>	18
11.	Zusammenfassung	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Rückstauebene	9
Abbildung 2, Einzugsgebiete nach ihren Flächenklassen	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1, DIN 752, Tabelle 2 - Beispiele für Bemessungsregenhäufigkeiten für Rohre, die ohne Überlastung lediglich vollgefüllt sind	6
Tabelle 2, DWA-A 118, Tabelle 2 - Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis bei Neuplanungen bzw. nach Sanierungen nach DWA A 118	7
Tabelle 3, Muldenverluste	11
Tabelle 4, Niederschlagshöhen nach KOSTRA, Bornheim (NW) Spalte 10, Zeile 58	12
Tabelle 5, Regenstatistiken	13
Tabelle 6, Versickerungsansätze	18

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1, DWA-A 118, Tabelle 3, Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis	6
Diagramm 2, Flächenklassen	9
Diagramm 3, Blockregenstaffeln, $n=0,5$ $1/a$ ($T=2a$)	12
Diagramm 4, Modellregen [$T=100a$] mit DVWK-Verteilung [20-50-15-15]	17

Literaturverzeichnis

Bei der Planung wurden folgende allgemein anerkannte Regeln der Technik zu Grunde gelegt.

DWA-A 100

Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE), Dezember 2006

DWA-A 110

Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserkanälen, Ausgabe August 2006

DWA-A 118

Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Ausgabe März 2006.

Merkblatt DWA-M 119

Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, Ausgabe November 2016

Arbeitsblatt DWA-A 531

Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer (September 2012)

DIN EN 752

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement, Deutsche Fassung EN 752, Ausgabe Juli 2017

Die angewendeten Programme:

Wasserwirtschaft: Tandler.com GmbH / Pecher Software GmbH, ++System Version 11.3 / 2019

Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden die folgenden Grundlagendaten verwendet:

- Vermessungsdaten ÖbVI Pilhatsch, Stand 2019
- Notwendige Daten aus der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) – hier Gebäude und Verkehrsinfrastruktur (bereitgestellt durch den StadtBetrieb Bornheim - SBB)
- Wassergesättigte Bodendurchlässigkeit, Verfasser GBU Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH, 30.10.2019
- Niederschlagsdaten (DVWK – Modellregen für verschiedene Dauerstufen und Häufigkeiten)
- Entwurfsplanung der Planstraßen im Baugebiet inklusive Vermessung und Geländemodell. Verfasser: Ing.-Büro Kohlenbach und Sander

Verzeichnis der Entwurfsunterlagen

	Maßstab	Anlage - Blatt-Nummer
Dokumentationen:		
Erläuterungsbericht		
Lagepläne (Unterlagen 1 und 2):		
Übersichtslageplan	ohne	1 / 1
Lageplan Teil 1 - Kanalbau	1:250	2 / 1
Lageplan Teil 2 - Kanalbau	1:250	2 / 2
Lageplan - Versickerungsbecken	1:200	2 / 3
Längsschnitte (Unterlage 3):		
Regenwasserkanal-Längsschnitt Teil 1	1:500/100	3 / 1
Regenwasserkanal-Längsschnitt Teil 2	1:500/100	3 / 2
Regenwasserkanal-Längsschnitt Teil 3	1:500/100	3 / 3
Regenwasserkanal-Längsschnitt Teil 4	1:500/100	3 / 4
Schmutzwasserkanal-Längsschnitt Teil 1	1:500/100	3 / 5
Schmutzwasserkanal-Längsschnitt Teil 2	1:500/100	3 / 6
Schmutzwasserkanal-Längsschnitt Teil 3	1:500/100	3 / 7
Schmutzwasserkanal-Längsschnitt Teil 4	1:500/100	3 / 8
Schmutzwasserkanal-Längsschnitt Teil 5	1:500/100	3 / 9
Höhenpläne (Unterlage 4):		
Versickerungsbecken	1:100/100	4 / 1
Versickerungsbecken-Wartungsrampe	1:100/100	4 / 2
Querprofile (Unterlage 5):		
Versickerungsbecken, P1	1:100/100	5 / 1
Versickerungsbecken, P2	1:100/100	5 / 2
Versickerungsbecken, P3	1:100/100	5 / 3
Wassertechnische Berechnungen (Unterlagen 18)		
Rechennetzpläne		
Rechennetzplan (Bemessung)	1:500	6-1
Themenpläne:		
Planungszustand		
Regenwasserkanäle		
Nachweis der Überstauhäufigkeit		
Nachweis mit einem 3-jährl. Regen	1:500	7-1
Nachweis der Überflutungshäufigkeit		
Nachweis mit einem 20-jährl. Regen	1:500	7-3
Hydraulische Längsschnitte:		
Regenwasserkanäle	1:1000/100	8-1

Überflutungsnachweis

Überflutungsnachweis mit Berücksichtigung des Versickerungsansatzes

2D-Simulation des Oberflächenabflusses	1:750	9-1
Gekoppelte 1D-2D-Abflusssimulation	1:750	9-2
– bidirektionale Kopplung		

Anlagen (Ergebnislisten):

Bemessung

Anlage 1 – Bemessung von Versickerungsanlagen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 138

- Örtliche Regendaten zur Bemessung
- Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
- Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153
- Bemessung von Versickerungsbecken

Anlage 2 – Bemessung der Regenwasserkanäle

Nachweis der Überstauhäufigkeit

Anlage 3 - Nachweis mit einem 3-jährlichen Regen

Nachweis der Überflutungshäufigkeit

Anlage 4 - Nachweis mit einem 20-jährlichen Regen

Animationen - Überflutungsprüfung und -analyse

Anlage 5 - 2D-Simulation des Oberflächenabflusses

Anlage 6 – Gekoppelte 1D/2D - Abflusssimulation

1. Anlass und Vorbemerkungen

Das Ingenieurbüro Kohlenbach + Sander wurde von der BRINGS GRUPPE "Fuhreweg Projekt GmbH" beauftragt, für das geplante Baugebiet Ro 23 in Bornheim-Roisdorf ein Entwässerungskonzept und eine Überflutungsprüfung zu erstellen.

Auf Basis einer Gefährdungsüberprüfung mittels 2D- bzw. 1D/2D-Abflussmodellierung wurde die Geländeoberfläche analysiert, um eine mögliche Überflutungsgefährdung zu erkennen. Für die Überflutungsprüfung wurde Niederschlag mit einer Wiederkehrhäufigkeit von $T = 100$ a angesetzt.

2. Städtebauliche Situation

Die vorherrschende Bebauung ist eine normale Wohn- und Gewerbebebauung. Das Gebiet wird im Trennsystem entwässert.

3. Wahl des Entwässerungsverfahrens

Eine direkte Einleitung des Niederschlagswassers in das öffentliche Kanalnetz kann aus folgenden Gründen nicht stattfinden:

Im Kanalbestandsnetz sind keine ausreichenden Kapazitäten mehr vorhanden. Ein hydraulisches Sanierungskonzept für das gesamte Kanalnetzteil ist nicht vorgesehen. Höhere Weitergabemengen sind nicht möglich, um das tieferliegende Netz zu schützen. Aus diesem Grund wird eine Versickerung von Niederschlagswasser für zusätzlich (neu hinzukommende) versiegelte Flächen gefordert.

Anmerkung: Aufgrund der Höhenlage der vorhandenen Mischwasserkanäle und der herrschenden Wasserspiegelhöhen ist die Planung von Regenrückhalteanlagen unter Berücksichtigung der hydraulischen und baulichen Aspekte uneffektiv und unwirtschaftlich.

Nach Besprechungen, weiteren Überlegungen sowie Berechnungen des umliegenden Kanalnetzes wurde deutlich, dass ausschließlich Schmutzwasser dem vorhandenen Kanal im Freispiegelgefälle zugeleitet werden kann.

Aufgrund der Topographie des Baugebietes "BPL Ro 23" und der Höhenlage der geplanten und der vorhandenen Kanäle wurden zwei Anschlussstellen vorgesehen.

Nach einer genauen Grundlagenermittlung, Bestandsbewertung und Rücksprache mit den Bauherren wurde für die Niederschlagsbeseitigung eine offene oberirdische zentrale Versickerungsanlage im Trennsystem festgelegt. Dieses Entwässerungskonzept ist die hydraulisch effektivste und baulich wirtschaftlichste Lösung.

4. Entwurfsbeschreibung

Gemäß bisherigen Stellungnahmen des StadtBetriebs Bornheim und der Unteren Wasserbehörde ist ein modifiziertes Trennsystem vorgesehen. Demnach darf nur das Niederschlagswasser der befahrbaren Flächen der privaten Gebäude und der öffentlichen Verkehrsflächen in dem Plangebiet versickert werden.

Die Entwässerung des Gebietes soll unter Beachtung der Ökologie, Topographie und den Planungsgrundlagen, insbesondere nach den Festsetzungen des Bebauungsplanes (Ro 23), sowie nach den anerkannten Regeln der Abwassertechnik erfolgen.

Demnach soll das Plangebiet im Trennsystem entwässert werden, wobei das Schmutzwasser in das vorhandene Kanalnetz in den "Fuhrweg" und die "Koblenzer Straße" eingeleitet wird.

Das Niederschlagswasser aus den o. g. Flächen wird über die Regenwasserkanäle in die geplanten Sedimentations- und Versickerungsanlagen innerhalb des Baugebietes eingeleitet, dort zwischengespeichert und entsprechend der Durchlässigkeit des umgebenden Bodens verzögert in den Untergrund abgegeben.

Das Niederschlagswasser der Verkehrsflächen ist dabei behandlungsbedürftig.

Anmerkung: Tolerierbare Niederschlagsabflüsse können nach geeigneter Vorbehandlung oder unter Ausnutzung der Reinigungsprozesse in der Versickerungsanlage versickert werden. Die oberirdische Versickerung durch einen bewachsenen Boden kann je nach Beschaffenheit der abflussliefernden Fläche und der Aufenthaltszeit im Sickerraum als Reinigungsschritt ausreichen.¹

4.1. Schmutzwasserkanalisation

Eine Planung der Schmutzwasserkanäle als Freispiegelkanal kann nur durch Anschluss an die vorhandenen Mischwasserkanäle im "Fuhrweg" und in der "Koblenzer Straße" ausgeführt werden.

Die geplanten Anschlussstellen befinden sich im "Fuhrweg" (zwischen den Schächten Nr. 1210610 und 1210600) und der "Koblenzer Straße" (zwischen den Schächten Nr. 1220140 und 1220130).

Von den Einleitungspunkten aus, wurden die Kanalachsen mit einem Gefälle von 2.0 ‰ bis 3.0 ‰ gegen die Fließrichtung trassiert. Bei der Kotierung der Kanaltiefen wurden die Gradienten der geplanten Straßen zu Grunde gelegt.

Die Trassen der Kanäle ergeben sich aus der Festlegung der öffentlichen Verkehrsflächen im Bebauungsplan. Dabei wurden die Kanaltrassen so gewählt, dass von den seitlichen Eigentumsgrenzen genügend Freiraum für die Versorgungsleitungen Wasser, Gas, Strom, Telekommunikation und Breitbandkabel im Straßenraum verbleibt.

Die Überprüfung der hydraulischen Auswirkung der vorhandenen Mischwasserkanäle auf die geplante Schmutzwasserkanalisation war nicht Bestandteil dieser Arbeiten.

4.2. Regenwasserkanalisation

Bei der hydrologischen Dimensionierung der Regenwasserkanäle wurden die Oberflächenabflussmodelle berücksichtigt, die denen ähneln, die bei hydrodynamischen komplexen Parallelschnittverfahren herangezogen werden.

Die Trassen der Kanäle ergeben sich aus der Festlegung der öffentlichen Verkehrsflächen im Bebauungsplan, der geplanten Schmutzwasserkanalisation sowie den Trassen vorhandener und geplanter Versorgungsleitungen. Dabei wurden die Regenwasserkanäle scheitelgleich und mit einem Abstand zur Fließsohle der Schmutzwasserkanäle von mind. 40.0 cm kotiert.

Der Bemessungsregen wurde nach DWA - A 118 durchgeführt. Für die Bemessung wurde ein 2-jährlicher Blockregen (1-mal in 2 Jahren), bestehend aus 22 Staffeln zu Grunde gelegt.

Die Rohrquerschnitte, die Gefälle, Haltungslängen, Kanalsohlen und die geplanten Straßenhöhen sind dem Lageplan und den Längenschnitten zu entnehmen.

¹ DWA-A 138, Bewertung der Niederschlagsabflüsse hinsichtlich der Versickerung

4.3. Hausanschlussleitungen, Straßenablaufleitungen

Die derzeit geplante Grundstücksaufteilung gibt die Lage der Hausanschlussleitungen vor. Die Hausanschlussleitungen werden mit einem min. Gefälle von 10 ‰ (1:100) von der Hauptleitung bis zu 1,00 m hinter die Grundstücksgrenzen auf den Grundstücken verlegt.

4.4. Geländegestaltung

Zur Verbesserung der Überflutungsvorsorge wurde bereits zu Projektbeginn entschieden, dass Gebäudeeingänge stets 30 cm über dem entsprechenden Straßenniveau liegen sollen.

Die Gradienten bzw. die Straße und die angrenzenden Privatflächen werden im Bereich der Schächte NEU-KR 13 bis KR 16 in Absprache mit dem Bauherrn angehoben, um hier einen Tiefpunkt auszuräumen, der bei Starkregenereignissen zu einem Überstau der Kanäle und Fahrbahn geführt hätte.

Der in der jetzigen Entwurfsplanung als "Doppel-Sinkkasten" dargestellte Tiefpunkt zwischen Schacht Nr. NEU-KR 23 und KR 22 wird im weiteren Planungsverfahren noch in Richtung Becken verschoben, so dass bei einem Starkregenereignis mit Auslastung des Kanalnetzes das Oberflächenwasser Richtung Becken bzw. auf die Freifläche gelangen kann.

Für die Retention von Niederschlagswasser ist ein Versickerungsbecken im nordöstlichen Bereich des Baugebietes vorgesehen.

Anfallendes Regenwasser kann im Rahmen der gekoppelten 2D-Oberflächenabflusssimulation in dieses Becken fließen, wird dort zurückgehalten und zur Versickerung gebracht.

4.5. Versickerungsbecken

4.5.1. *Bewertungsverfahren*

Der Schutz des Grundwassers muss bei Versickerung von Niederschlagswasser sichergestellt werden. Die Versickerung soll über belebte Bodenschichten erfolgen.

Vor der Bemessung der Versickerungsanlagen wurde eine Untersuchung und Bewertung gemäß dem Bewertungsverfahren nach dem Merkblatt DWA – M 153 durchgeführt.

Des Weiteren wurde die "Grundwasser Wasserschutzzone III B (Punkte ≤ 8)" als "Gewässerpunktezahlg" angesetzt.

Die differenzierte Flächenermittlung, mit Festlegung der mittleren Abflussbeiwerte nach Art der Befestigung aller Teilflächen, wurde gemäß Abschnitt 4 des DWA-Merkblattes M 153 durchgeführt. Hierbei wurden die Einflüsse aus der Luft und Belastungen aus der Fläche für die Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA- M 153 zu Grunde gelegt (vgl. Tabelle 2 des Merkblattes).

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die Abflussbelastung B größer ist als die Gewässerpunktezahlg = 8 und somit eine Regenwasserbehandlung erforderlich wird. Das Bewertungsverfahren zeigt, dass die vorgesehenen Entwässerungseinrichtungen (Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden, vorhandene Flächenbelastung 15:1 < Au:As $\leq$ 50:1) eine ausreichende Behandlung aufweisen.

Die Einzelheiten können den wassertechnischen Berechnungen "Anlage 1, Seite 4 bis 5" entnommen werden.

4.5.2. *Sedimentation*

Grundsätzlich ist somit der Nachweis mit Anwendung der belebten Bodenschicht erfüllt.

Zur Absetzung von Sedimenten wird zusätzlich im weiteren Planungsverlauf anstatt des jetzt dargestellten Sedimentationsschachtes jeweils eine Sedipipeanlage mit Strömungstrenner vorgesehen, jeweils einer für die zwei zulaufenden Kanalstränge.

Der Strömungstrenner bildet einen strömungsberuhigten Bereich im unteren Rohrquerschnitt und beschleunigt so zum einen das Absetzen des Sedimentes, zum anderen wird das Sediment insbesondere vor Wiederaustritt geschützt. Es findet eine Depotsicherung statt.

Leichtflüssigkeiten sammeln sich im oberen Bereich.

Ein Leichtflüssigkeitsrückhalt geschieht im Havariefall bei Trockenwetter durch ein Tauchrohr im Zielschacht.

4.5.3. Bemessung

Die Vordimensionierung des Versickerungsbeckens wurde nach dem ATV-DVWK Regelwerk für Abwasser - Abfall, Arbeitsblatt ATV – A 138 und der DIN EN 752 durchgeführt. Die geometrische Größe des Versickerungsbeckens (Länge, Breite, Tiefe) wurde durch iterative hydrodynamische Berechnungen festgelegt. Die Bodenkennwerte wurden den Untersuchungsunterlagen der "GBU Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH" entnommen.

Die ermittelten Kf-Werte des Bodengutachters mit einer Versickerungsrate von ca. 4.4 l/s (Anlage 1, Seiten 6 und 9) wurden für die Überstau- und Überflutungshäufigkeiten herangezogen.

Die zugehörigen hydraulischen Berechnungen können den beigefügten Unterlagen "Anlage 1, Bemessung von Versickerungsanlagen" entnommen werden.

Die Planungsdaten des Versickerungsbeckens sind im Lageplan dargestellt.

Die Beschickung des geplanten Versickerungsbeckens geschieht durch den Auslaufkanal DN 400, Einleitung ca. 30 cm über der Sohle der Versickerungsanlagen.

Ein Notüberlauf im Versickerungsbecken oder eine Hochwasserentlastung ist nicht möglich.

Anzudenken ist eine **Scharte** an der südlichen Beckenoberkante mit einer Tiefe von ca. 0.10 m und mit einer Länge von ca. 3.00 m, so dass ein hier ein Überlauf in die Grünfläche möglich wäre.

Die Grünfläche sollte dann ca. 0.30 m tief als leicht geschwungene Mulde ausgebildet werden.

4.5.4. Beckenabmessung

— Einschnitt Oberkante	58.00	NHN
— Beckensohlhöhe	54.70	NHN
— Beckensohlfläche / Versickerungsfläche	150.00	qm
— Freibord	1.00	m
— Stauziel	57.00	NHN
— Wassertiefe	2.30	m
— Wasserspiegelfläche ca.	520.00	qm
— Rückhaltekapazitäten:		
Einstauhöhe= 55.60 m, Tiefe= 0.90m	185.00	cbm
Wasserspiegel ca. 265.0 qm		
Einstauhöhe= 56.40 m, Tiefe= 1.70m	445.00	cbm
Wasserspiegel ca. 390.0 qm		
Einstauhöhe= 57.80 m, Tiefe= 3.10m	1180.00	cbm
Wasserspiegel ca. 665.0 qm		

— Gewählte Länge (Sohlen) =	18.25 m
— Gewählte Breite (Sohlen) =	3.00 m
— Gewählte Tiefe =	2.40 m

— Böschungsverhältnisse 1:n ≥	1:2
-------------------------------	-----

4.5.5. *Aufbau der Beckensohle und Böschungsbefestigung:*

Geotextil

Robustheitsklasse 3

Flächengewicht 200 g/m²,

Kf-Wert min. =

0.01 m/s

— Oberboden, belebte Bodenzone, = Kf-Wert min 5×10^{-3} bis 10^{-4}	30.00 cm
---	----------

— Kiessand 0/32 als Dränschicht, Feinkornanteil im Lieferzustand max 5% Kf-Wert min. 5×10^{-3} / - 5×10^{-4} /	30.00 cm
--	----------

5. Hydraulische Bemessungskriterien²

Die Bemessungsregenhäufigkeit ist die Regenintensität, die dazu führt, dass das Rohr ohne Überlastung vollgefüllt ist. Für Misch- und Trennsysteme dürfen verschiedene Bemessungskriterien festgelegt werden.

Die lokalen Vorschriften oder die zuständige Stelle können Bemessungsregenereignisse festlegen.

Ort	Bemessungsregenhäufigkeiten ^a	
	Jährlichkeit Jahre	Überschreitungs- wahrscheinlichkeit je Jahr
Ländliche Gebiete	1	100 %
Wohngebiete	2	50 %
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	5	20 %
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	10	10 %
^a Für das gewählte Bemessungsregenereignis darf das Rohr lediglich vollgefüllt und nicht überlastet sein.		

Tabelle 1, DIN 752, Tabelle 2 - Beispiele für Bemessungsregenhäufigkeiten für Rohre, die ohne Überlastung lediglich vollgefüllt sind

6. Hydraulische Anforderungen

6.1. Überstauhäufigkeit

Da die modelltechnische Nachbildung der Überflutung nach gegenwärtigem Stand nicht möglich ist, wird für den rechnerischen Nachweis von Entwässerungsnetzen nachfolgend die Überstauhäufigkeit als weitere Zielgröße eingeführt. Als Überstau ist das Überschreiten eines bestimmten Bezugsniveaus durch den rechnerischen Maximalwasserstand zu verstehen.³

Für den Nachweis der Überstauhäufigkeit wurden die empfohlenen Werte nach DWA-A 118, Tabelle 3 zu Grunde gelegt (Bezugsniveau „Geländeoberkante“). Bei der Wahl der Überstauhäufigkeit wurden die örtlichen Gegebenheiten (Gefährdungs- und Schadenspotential) angemessen berücksichtigt.

Ort	Überstauhäufigkeiten bei Neuplanung bzw. nach Sanierung (1-mal in „n“ Jahren)
Ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentrum, Industrie-, Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10

Diagramm 1, DWA-A 118, Tabelle 3, Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis

² DIN EN 752

³ DWA-A 118

6.2. Überflutungshäufigkeit

Generell, bei der Anwendung der Abflusssimulationsmodelle, insbesondere dort wo bedeutende Schäden oder Gefährdungen auftreten können, empfiehlt die DIN EN 752 das Maß des Überflutungsschutzes über die Vorgabe zulässiger Überflutungshäufigkeiten festzulegen. Der Vorgang der Überflutung ist jedoch in hohem Maße von den lokalen Verhältnissen abhängig (z. B. Tiefenlage der einzelnen Grundstücke in Bezug auf das Straßenniveau). Die tatsächliche Überflutungshäufigkeit lässt sich somit überwiegend nur durch Beobachtungen und Erfahrungen in bestehenden Kanalnetzen feststellen und ggf. durch konstruktive Maßnahmen verbessern (z. B. Erhöhung der Bordsteine, Entwässerung von Tiefpunkten mit Hebeanlagen).⁴

Häufigkeit der Bemessungs- regen) (1-mal in „n“ Jahren)	Häufigkeit der Bemessungsregen [1/a]	Überflutungshäufigkeit [1/a]
1 in 1	Ländliche Gebiete	1 in 10
1 in 2	Wohngebiete	1 in 20
1 in 2 in 5	Stadtzentrum, Industrie- und Ge- werbegebiete Mit Überflutungsprüfung Ohne Überflutungsprüfung	1 in 30
1 in 10	Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50

Tabelle 2, DWA-A 118, Tabelle 2 - Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis bei Neuplanungen bzw. nach Sanierungen nach DWA A 118

Unter Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen und des Bebauungsplanes "Ro 22", wurde von folgenden Regenwiederkehrzeiten ausgegangen:

- Maßgeblicher Bemessungsregen
n = 0.50 _{1/a} (1-mal in 2 Jahren) T= 2 a
- Maßgebliche Überstauhäufigkeit
n = 0.33 _{1/a} (1-mal in 3 Jahren) T= 3 a
- Maßgebliche Überflutungshäufigkeit
n = 0.05 _{1/a} (1-mal in 20 Jahren) T= 20 a

⁴ DWA-A 118

7. Rohrmaterialien, Schächte

Die Tiefenlage der neuen Kanäle ist so gewählt, dass die anliegenden Gebäude, die Verkehrsflächen und die sonstigen befestigten Flächen im freien Gefälle an die neuen Entwässerungsanlagen angeschlossen werden können. Es werden folgende Materialien verwendet:

Hauptkanäle:

Schmutzwasserkanäle

- kreisförmige PP-Rohre SN10, DIN EN 1852, DA/DN 250

Regenwasserkanäle

- kreisförmige PP-Rohre SN10, DIN EN 1852, DA/DN 250 – 400

Anschlussleitungen:

Hausanschlüsse

- kreisförmige PP-Rohre SN10, DIN EN 1852, DA 160-DA 225 (DN 150/200)

Straßenabläufe

- kreisförmige PP-Rohre SN10, DIN EN 1852, DA 160 (DN 150), zum Teil als Steigleitung

Fertigteilschächte:

- DN 1000 mm, je nach Dimension der ankommenden und abgehenden Rohre und deren Geometrie.

Aufbauteile:

- Aus Betonfertigteilen nach DIN EN 1917 mit DIN V 4034, Teil 1, Ausführung nach Mindestanforderungen SBB.

Weitere Einzelheiten sowie Rohrquerschnitte, Materialart der Rohre, Gefälle, Halungslängen, Kanalsohlen und Geländehöhen sind den Lage- und Höhenplänen zu entnehmen.

8. Berechnungsgrundlagen

Gegenstand dieser Berechnungen ist das Einzugsgebiet des Erschließungsgebietes.

Nach DIN EN 752 und ATV-A 118 sind die Überstau-/Überflutungshäufigkeit die maßgeblichen Kriterien für die Beurteilung der hydraulischen Leistungsfähigkeit eines Entwässerungsnetzes. Überlastungszustände mit daraus resultierendem Überstau können nur mit einem hydrodynamischen Abflusstransportmodell simuliert werden.

Im Rahmen der vorliegenden Planung wurden die instationären Berechnungen des Entwässerungsnetzes mit dem Programm ++Systems, Version 11.03. der Tandler.com GmbH durchgeführt. Bei dem Programm handelt es sich um ein Niederschlag-Abfluss-Modell, mit dem die 3 Phasen des Niederschlag-Abflussvorgangs, Abflussbildung, Abflusskonzentration und Abflusstransport, wirklichkeitsnah simuliert werden können.

Auf der Grundlage der planerisch festgelegten Trassen der Regen- und Schmutzwasserkanäle wurden die entsprechenden Kanalhaltungen vordimensioniert.

Hydrodynamische Modelle ermöglichen eine Differenzierung der Überlastungszustände "Einstau" und "Überstau". Die Definition eines Ein- oder Überstaus wird in der folgenden Grafik verdeutlicht.

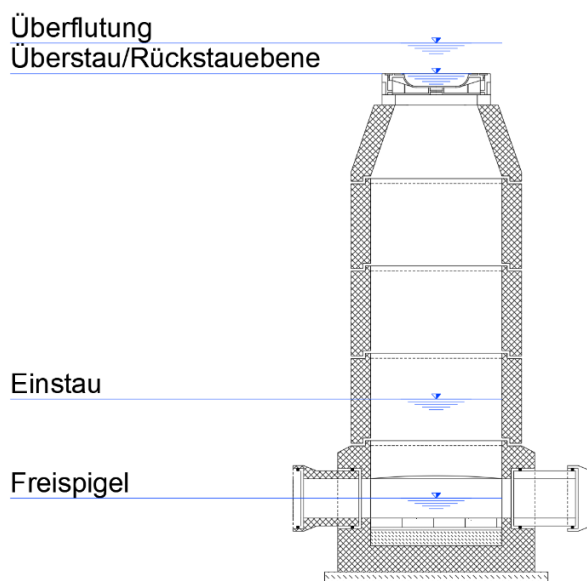


Abbildung 1, Rückstauenebene

8.1. Hydraulische Randbedingungen

Die vorgenommenen Flächenaufteilungen wurden mit den Projektbeteiligten eingehend besprochen und für die weitere Bearbeitung abgestimmt.

Die Befestigungsgrade wurden auf der Grundlage der Bebauungspläne, der Straßenplanung und in Abstimmung mit dem StadtBetrieb Bornheim ermittelt. Die einzelnen Flächenklassen wurden in einem Geo-Informationssystem (GIS) mit den Haltungsflächen verschnitten. Im Ergebnis der Verschneidung wurde damit für jede Teilfläche der Anteil der befestigten Flächen (A_{red}) ermittelt. Das Ergebnis ist ein Befestigungsgrad, der für jede Haltungsfläche gesondert ermittelt wurde.

8.2. Flächenklassen

Für die in der Auswertung ermittelten verschiedenen Flächenklassen wurden folgende Abflussbeiwerte für die hydraulischen Berechnungen herangezogen:

Flächenklassen	Abflussbeiwerte In %
Öffentliche Flächen	
<i>Asphaltflächen (Straßen)</i>	90-100
<i>Stellplätze & Gehwege</i>	85
<i>Grünflächen</i>	10-15
Private Flächen	
<i>Private Wege und Zufahrtsflächen</i>	75
<i>Private Dachflächen und Außenanlagen wurden nicht berücksichtigt</i>	

Diagramm 2, Flächenklassen

In dem Rechnetzplan wurden die Einzugsgebietsgrenzen und die Haltungsflächen dargestellt und nach Ihren Flächenklassen und Ihrem undurchlässigen Anteil in % wie folgt gefärbt:

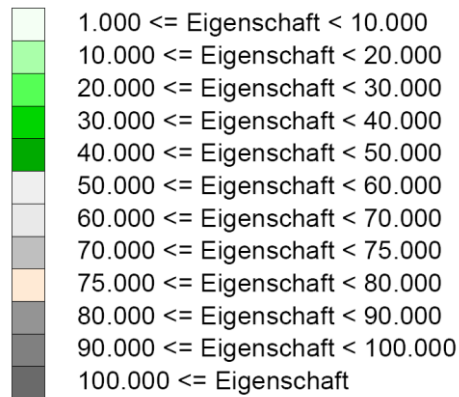


Abbildung 2, Einzugsgebiete nach ihren Flächenklassen

8.3. Berechnungsparameter

Der rechnerische Nachweis erfolgte nur für die geplanten Entwässerungsnetze innerhalb des Bebauungsplanes "Ro 23".

Dazu wurden die Festlegungen gemäß DWA A-110 und A-118 für die Planung und Berücksichtigung des Einflusses der örtlichen Verluste (insbesondere Schachteinstau) zu Grunde gelegt.

Bei dem hydraulischen Leistungsnachweis wurden die in der DWA-A 118 und der DIN EN 752 gegebenen Empfehlungen, Berechnungsmethoden und die Niederschlagsbelastungen (Bemessungsregenhäufigkeiten) herangezogen.

Die Höhen der Schachtabdeckungen wurden als Bezugsniveau für den rechnerischen Maximalwasserstand gewählt, da es bei Überschreiten dieser Werte zum Austritt von Wasser auf der Geländeoberfläche (Straßenfläche) kommt.

Wesentliche Ziele der Analyse waren:

- Ermittlung des Auslastungsgrades und der hydraulischen Funktionstüchtigkeit der geplanten Regenwasserkanäle
- Ermittlung der Wasserspiegelverhältnisse
- Identifikation von Schwachstellen und Reserven

Anmerkung:

Eine Untersuchung der Wechselwirkung zwischen den geplanten Schmutzwasserkanälen mit den vorhandenen Mischwasserkanälen im "Fuhrweg" und in der "Koblenzer Straße" war nicht Bestandteil dieser Arbeiten.

8.4. Abflussbildung

Beim Berechnungsmodell wurden für die undurchlässigen Flächen das erweiterte Einzelereignis -Grenzwertmethode- und für die durchlässigen Flächen der Ansatz von "Neumann" eingesetzt. Als Abflusskonzentrationsansatz wurde die Standard-einheitsganglinie verwendet.

Für die detaillierten Betrachtungen erfolgten die Ermittlungen der abflusswirksamen Anteile des Niederschlags für jedes betrachtete Zeitintervall, getrennt nach den verschiedenen Flächenarten (durchlässige und undurchlässige Flächen).

Die Abflussbeiwerte wurden je Haltung separat und spezifisch unter Berücksichtigung der Topografie und des Geländeverlaufes ermittelt.

Um die muldenartigen Flächen und langen Fließwege bei den Berechnungen zu berücksichtigen, wurde eine Kalibrierung der Modellparameter wie folgt durchgeführt:

Anfangsverlust / Benetzungsverlust für durchlässige Fläche

Gewählt: 1.0 mm

8.4.1. Muldenverluste

Muldenverluste entstehen durch Unebenheiten der Oberfläche, die einen Teil des Niederschlags zurückhalten. Sie wurden in diesem Modell gemäß einer Exponentialfunktion abgedeckt.

Muldenspeicher

	Geländeneigung in %			
	flach 1	hügelig 4	steil 10	sehr steil 100
Undurchlässig Geschwindigkeitsbeiwert = 70.0 ^{0.333/s}	1.0	0.9	0.8	0.6
Durchlässig Geschwindigkeitsbeiwert = 4.0 ^{0.333/s}	4.0	3.0	2.5	2.0

Tabelle 3, Muldenverluste

8.5. Anteil der abflusswirksamen durchlässigen Flächen

— Gewählter Faktor: 1.0

8.6. Abflusskonzentration/Fließzeitparameter

— Die Schwerpunktlaufzeit für die undurchlässigen Flächen wurde für Teile der Einzugsflächen auf der Zeitachse verschoben, um den Abfluss aus den längeren Entfernungen zeitlich erfassen zu können.

8.7. Dauerverlust inklusive Verdunstung

— Gewählt: 0.250 l/(s*ha)

8.8. Versickerungsansatz nach Horton für die durchlässigen Flächen

— Gewählt:

— Anfangsversickerung 166.670 l/(s*ha)

— Endversickerung 20.000 l/(s*ha)

— Rückgangskonstante 0.0555 l/(s*ha)

— Bodenkapazität 15.856 mm

8.9. Niederschlagsbelastung, Niederschlagsauswahl

Der Modellregen basiert auf der Grundlage der Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes.

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,60	15,20	32,00	43,60
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	27,40	47,20	76,70	101,20

Tabelle 4, Niederschlagshöhen nach KOSTRA, Bornheim (NW) Spalte 10, Zeile 58

Die Verteilung extremer Niederschlagsintensitäten wird aus 3 linearunabhängigen Wertetripeln (Niederschlagshöhe, Dauer, Häufigkeit) errechnet.

Berechnung "Kurze Dauerstufen" ($D \leq 60$ min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch.

8.9.1. Bemessungsregen

Die Niederschlagsspenden und -höhen wurden im Jahr 2018 gemäß dem KOSTRA-DWD 2010R nach den Vorlagen des Deutschen Wetterdienstes – Hydrometeorologie – aktualisiert.

Der Bemessungsregen wurde im Jahr 2019 mit dem StadtBetrieb Bornheim festgelegt. Für die Bemessung wurde ein 2-jährlicher Blockregen (1-mal in 2 Jahren), bestehend aus 22 Staffeln zu Grunde gelegt.

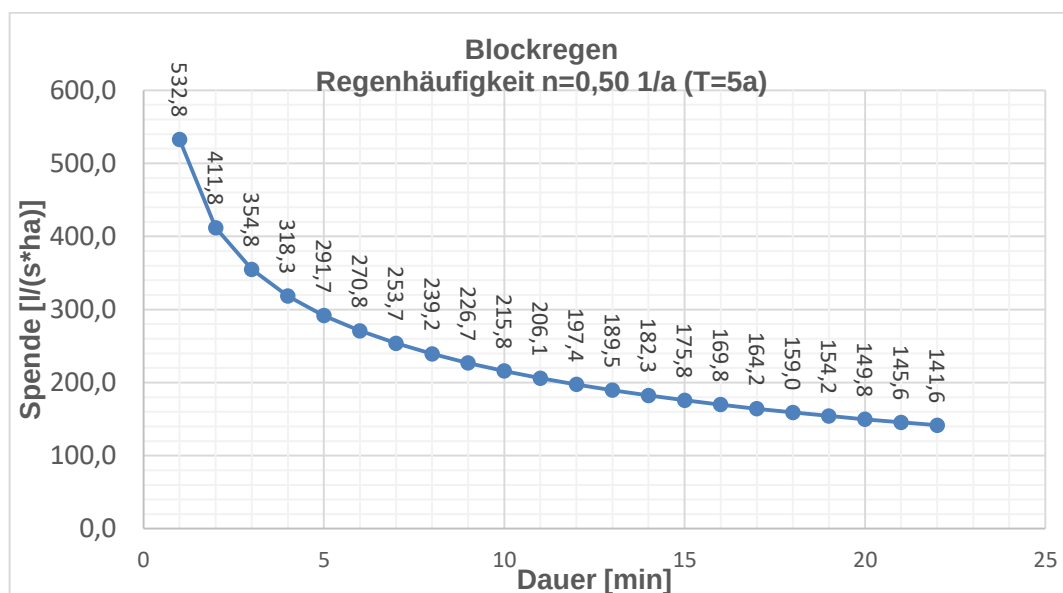


Diagramm 3, Blockregenstaffeln, $n=0,5$ 1/a ($T=2a$)

8.9.2. Überstau- und Überflutungsnachweis des Kanalnetzes

Für die Ermittlung der Wasserspiegellagen in der Auslastungssituation sowie des Einstauverhaltens innerhalb des Kanalnetzes wurden Berechnungen mit den Häufigkeiten $n = 0,33$ 1/a (1-mal in 3 Jahren) und $n = 0,05$ 1/a (1-mal in 20 Jahren) mit einer Dauer $D = 30$ min durchgeführt.

Für die Ermittlung der Wasserspiegellagen in der Auslastungssituation sowie des Einstauverhaltens innerhalb des Versickerungsbeckens wurden zusätzliche Berechnungen mit den Häufigkeiten $n = 0,1$ 1/a (1-mal in 10 Jahren), $n = 0,033$ 1/a (1-mal

in 30-Jahren) mit einer Dauer $D = 30$ min und $n = 0,01$ 1/a (1-mal in 100 Jahren) mit einer Regendauer $D = 60$ min durchgeführt.

Modellregen der Überstauhäufigkeit

$$n = 0.33 \text{ }_{1/a} \text{ (1-mal in 3 Jahren), } T = 3 \text{ a}$$

Regendauer $D=30$ [min]
Zeitintervall 5 [min]
Anzahl Intervalle/Stufen 6 [-]
Niederschlagssumme $h_N=19.29$ [mm]
*Mittlere Intensität $r_N=107.16$ [l/(s*ha)]*

Modellregen der Überflutungshäufigkeiten

$$n = 0.1 \text{ }_{1/a} \text{ (1-mal in 10 Jahren), } T = 10 \text{ a}$$

Regendauer $D=30$ [min]
Zeitintervall 5 [min]
Anzahl Intervalle/Stufen 6 [-]
Niederschlagssumme $h_N=25.70$ [mm]
*Mittlere Intensität $r_N=142.79$ [l/(s*ha)]*

$$n = 0.05 \text{ }_{1/a} \text{ (1-mal in 20 Jahren), } T = 20 \text{ a}$$

Regendauer $D=30$ [min]
Zeitintervall 5 [min]
Anzahl Intervalle/Stufen 6 [-]
Niederschlagssumme $h_N=29.43$ [mm]
*Mittlere Intensität $r_N=163.48$ [l/(s*ha)]*

$$n = 0.033 \text{ }_{1/a} \text{ (1-mal in 30 Jahren), } T = 30 \text{ a}$$

Regendauer $D=30$ [min]
Zeitintervall 5 [min]
Anzahl Intervalle/Stufen 6 [-]
Niederschlagssumme $h_N=31.66$ [mm]
*Mittlere Intensität $r_N=175.89$ [l/(s*ha)]*

$$n = 0.01 \text{ }_{1/a} \text{ (1-mal in 100 Jahren), } T = 100 \text{ a}$$

Regendauer $D=60$ [min]
Zeitintervall 5 [min]
Anzahl Intervalle/Stufen 12 [-]
Niederschlagssumme $h_N=47.20$ [mm]
*Mittlere Intensität $r_N=131.11$ [l/(s*ha)]*

Tabelle 5, Regenstatistiken

In den Themenplänen wurden die Kanalhaltungen nach Belastungsgrad in % gefärbt und die Ergebnisse gemäß Auswertung der hydraulischen Berechnungen beschriftet.

In den hydraulischen Längsschnitten wurden Ergebnisse der hydrodynamischen Berechnungen (Überflutungshäufigkeitsnachweis) numerisch für die Regenwiederkehrzeit $T=3a$ und grafisch für die Regenwiederkehrzeit $T=3a$, $T=10a$, $T=20a$ und $T=100a$ abgebildet.

8.9.3. Vorbemessung des Kanalnetzes

Bei der hydrologischen Dimensionierung der geplanten Regenwasserkanäle wurden Oberflächenabflussmodelle berücksichtigt, die denen ähneln, die bei hydrodynamischen komplexen Parallelschnittverfahren herangezogen werden.

Die Dimensionierung der Leitungen erfolgte nach dem Ansatz von Prandtl-Colebrook mit betrieblichen Rauigkeiten zwischen 0,25 und 1,5 mm.

Die Querschnittsflächen der Abwasserleitungen wurden mit einer maximalen Auslastung von 90 % ermittelt.

Bei der Bemessung wurde der Einfluss des Lufteintrags berücksichtigt.

Die Haltungen wurden nach ihren erforderlichen Mindest-Rohrdimensionen in den Rechennetzplänen beschriftet.

Die Dimensionierung wurde durch eine Nachweisrechnung abgesichert, indem die Vordimensionierung solange korrigiert wurde, bis der geforderte Nachweis (Überstauhäufigkeit) im gesamten geplanten Entwässerungssystem, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte und betrieblicher Belange, eingehalten wurde.

Die Haltungen wurden auf Grundlage der gewählten und optimierten Rohrdimensionen in den Themenplänen, Lageplänen und Längsschnitten beschriftet.

Die Berechnungsergebnisse und Einzelheiten können den beigefügten wassertechnischen Berechnungen, "Themenpläne und Ergebnislisten" entnommen werden.

9. Auswertung der hydrodynamischen Berechnungen

9.1. Nachweis der Überstauhäufigkeit - Planungszustand

Nach der Auswertung ist festzustellen, dass die Wasserspiegelhöhen, der Auslastungsgrad und die hydraulische Funktionstüchtigkeit in den zulässigen Bereichen und innerhalb der Regenwasserkanäle liegen.

Nachweis der Überstauhäufigkeit mit 3-jährigem Regen nach DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 118 und DIN EN 752 ist erfüllt.

9.2. Nachweis der Überflutungshäufigkeit - Planungszustand

9.2.1. *Der Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 20-jährigem Regen*

Nach der Auswertung ist festzustellen, dass die Wasserspiegelhöhen, der Auslastungsgrad und die hydraulische Funktionstüchtigkeit in den zulässigen Bereichen und innerhalb der Regenwasserkanäle liegen.

Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 20-jährigem Regen nach DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 118 und DIN EN 752 ist erfüllt.

9.2.2. *Der Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 10-, 30- und 100-jährigem Regen*

Nach der Auswertung ist festzustellen, dass die Wasserspiegelhöhen, der Auslastungsgrad und die hydraulische Funktionstüchtigkeit in den zulässigen Bereichen und innerhalb der Regenwasserkanäle liegen.

Nachweis der Überflutungshäufigkeit mit 10-, 30- und 100-jährigem Regen nach DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 118 und DIN EN 752 ist erfüllt.

9.3. Überflutungshäufigkeitsnachweis - Prognosezustand

Es wird empfohlen, durch einen Nachweis der Überflutungshäufigkeit die hydraulische Auswirkung der vorhandenen Mischwasserkanäle im "Fuhrweg" und in der "Koblenzer Straße", auf die geplante Schmutzwasserkanalisation zu überprüfen.

10. Überflutungsprüfung und -analyse

Für das Baugebiet in der Stadt Bornheim, Ro 23, liegt derzeit keine Überflutungsprüfung und -analyse vor. Zwischenzeitlich stattgefundenen Gebietsänderungen, Baumaßnahmen, sowie durch den Klimawandel hervorgerufene Extremwetterereignisse machen die Aufstellung eines Überflutungsnachweises notwendig. Gleichmaßen gewinnen Themen, wie nachhaltige Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, Bewältigung von Sturzflutereignissen und Anpassung an den Klimawandel, an Bedeutung.

Die Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgt über die Vorgabe von Bemessungsregen bzw. Abflüssen mit entsprechenden Wiederkehrzeiten.

Die detaillierte Überflutungsberechnung für das Baugebiet wurde nach DIN EN 752 und DWA Merkblatt M 119 durchgeführt.

Für die Bewertung der hydraulischen Situation und die Überflutungsprüfung wurden Niederschläge mit einer Wiederkehrhäufigkeit von $T = 100$ a angesetzt.

Die gekoppelten Modelle bieten die Möglichkeit, auch die Prozesse von Abflussbildung und Abflusskonzentration auf Grundlage der 2D-Oberflächenabflussmodelle detailliert nachzubilden (z. B. "direkte Beregnung" nicht befestigter Freiflächen und oder befestigter Grundstücks- und Straßenflächen).

10.1. 2D-Simulation des Oberflächenabflusses

2D-Modelle zur Oberflächenabflusssimulation beschreiben ausschließlich die Abflussvorgänge auf der Geländeoberfläche.

Für die detaillierte hydrodynamische Überflutungsberechnung ist die Erstellung eines zweidimensionalen Berechnungsmodells erforderlich.

Diese detaillierte Betrachtung und Modellerstellung im Ist-Zustand wurden auf Basis folgender Daten aufgebaut:

- den vorhandenen Mulden,
- den vorhandenen Grünanlagen,
- den vorhandenen Hofflächen,
- den vorhandenen Straßen und Wegen
- den vorhandenen Gebäuden innerhalb

In urbanen Gebieten findet üblicherweise ein Abfluss auf der Oberfläche und im Kanalnetz statt. Mit zunehmender Wiederkehrzeit und der den Überflutungssimulationen zu Grunde gelegten Niederschlagsbelastungen nimmt der Einfluss des Kanalabflusses auf die Überflutungsvorgänge jedoch ab.

Das Grundstück gemäß Bebauungsplan wurde hier rein von der Oberfläche beregnet, um die Fließwege mit Wassertiefen auf der Oberfläche und die gefährdeten Bereiche zu ermitteln. Hierbei wurde auch das statische Volumen des Einzugsgebietes für Starkregenbelastungen ermittelt und die hieraus resultierende Wasseransammlung ausgewiesen.

10.2. Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation – bidirektionale Kopplung

Bei der gekoppelten 1D/2D-Simulation erfolgt eine gemeinsame Berechnung der Abflussvorgänge im Kanalnetz (1D) und der Abflusssituation auf der Oberfläche (2D). Dies ermöglicht den modellinternen, bi-direktionalen Austausch von Wasservolumen zwischen Oberfläche und Kanalnetz ("Interaktion").

Die Koppelung des Simulationsmodells erfolgt an den Schächten und/oder Straßeneinläufen als Austauschpunkte zwischen Kanalnetz und Oberfläche.

Das Simulationsmodell läuft simultan, d. h. sobald Wasser bei Überstau aus dem Kanalnetz austritt, wird seine Ausbreitung auf der Oberfläche direkt durch das 2D-Oberflächenmodell berechnet. Sind im Bereich der Oberflächenüberflutung Schächte und/oder Straßeneinläufe mit Wasserständen unterhalb der Geländehöhe vorhanden, kann das Wasser wieder in das Kanalnetz eintreten.⁵

In dieser aktuellen Simulation wurde berücksichtigt, dass alle öffentlichen Flächen über die geplanten Sinkkästen ebenfalls in den Kanal entwässern.

Die privaten Flächen, bis auf die privaten Zufahrtflächen wurden hier als Oberflächen ohne Kanalabflüsse deklariert.

Diese detaillierte Betrachtung und Modellerstellung wurde auf Basis folgender Daten aufgebaut:

- den geplanten Grünanlagen,
- den geplanten Hofflächen,
- den geplanten Straßen und Wegen,
- den geplanten Gebäuden innerhalb des Baugebiets
- und den angrenzenden Nachbargrundstücken

10.3. Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung

Zur Ermittlung der maßgebenden Abflüsse wurde für das Außengebiet des Baugebietes ein hydrologisches Wasserhaushaltsmodell mit der Software ++System, Tandler.com, GeoCPM erstellt. Bei der Modellerstellung wurde großer Wert auf einen Abgleich mit dem Modell für die Siedlungsentwässerung gelegt. Einzugsgebietsgrenzen und versiegelte Flächen sind in das hydrologische Wasserhaushaltsmodell eingeflossen.

Grundvoraussetzung für das Einleiten, Planen und Umsetzen von Vorsorgemaßnahmen ist es, kritische Gefährdungspunkte zu erkennen bzw. zu bestimmen.

Zielgröße der Nachweisführung war die Einhaltung einer "weitgehenden Vermeidung von Schäden durch Überflutungen und Vernässungen infolge von Niederschlagsabflüssen" [DWA-A 118 und A 102 (Entwurf)] innerhalb des Baugebietes. Der Nachweis wurde als Überflutungsvorsorge geführt.

Zur Beschreibung der Verfahren wird verwiesen auf die entsprechenden Ausführungen im Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge der DWA-Themen insbesondere auf das Merkblatt DWA -M 119.

Für das Baugebiet erfolgte im Rahmen der Überflutungsgefährdungsanalyse eine hydraulische Überflutungssimulation.

Die detaillierte Überflutungsberechnung für das Baugebiet wurde nach DIN EN 752 und DWA Merkblatt M 119 durchgeführt.

Die Untersuchungsziele waren:

- die Identifikation von Überflutungsschwerpunkten
- detaillierte Überflutungsanalysen
- Maßnahmenplanungen

⁵ Merkblatt DWA-M 119

In den Themenplänen wurden die Ergebnisse der 2D-Simulation detailliert nachgebildet. Als Bewertungskriterien wurden die errechneten Wassertiefen und Fließwege herangezogen.

10.4. Niederschlagsbelastung und Niederschlagsauswahl

Der Überflutungsnachweis auf Grundlage einer hydrodynamischen Einzelsimulation wurde unter Belastung von Modellregen $T_n=100a$ mit $D = 60$ min durchgeführt. Die Auswahl des Modellregens für die Untersuchung der Überflutungswahrscheinlichkeiten sowie der Überstauvolumina basiert auf der Grundlage der [DIN EN 752] beziehungsweise des [DWA-A 118].

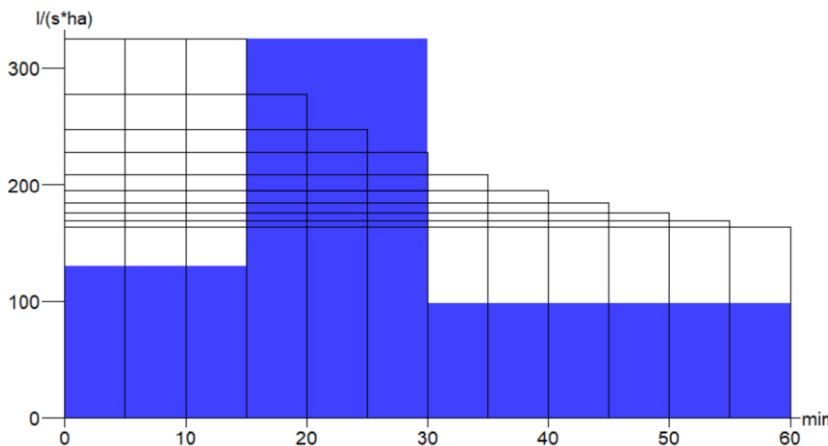


Diagramm 4, Modellregen $[T=100a]$ mit DVWK-Verteilung $[20-50-15-15]$

- Niederschlagshöhen und -spenden aus KOSTRA-DWD 2010R (Stand 2018)
- in der Zeitspanne Januar - Dezember
- Rasterfeld = Spalte: 10, Zeile: 58
- Wiederkehrintervall (Jährlichkeit) $T=100$ Jahre
- Regendauer $D=60$ [min]
- Zeitintervall 5 [min]
- Anzahl Intervalle/Stufen 12 [-]
- Niederschlagssumme $h_N=56.64$ [mm]
- Mittlere Intensität $r_N=157.34$ [l/(s*ha)]

10.5. Aufbau und Parametrisierung des GeoCPM-Modells

In einem ersten Bearbeitungsschritt wurde das Untersuchungsgebiet festgelegt, für das im Anschluss die Überflutungsprüfung durchgeführt wurde.

Im GeoCPM-Modell wurden zunächst die Höhendaten für den definierten Bereich importiert. Im Anschluss erfolgte eine Triangulation auf Basis der zuvor importierten Höhenpunkte, verbunden mit einer Ausdünnung der Geländemodelldaten zur Reduktion des Datenumfangs.

Nach der Einbindung aller wichtigen Flächendaten erfolgte im Anschluss eine Parametrisierung der Berechnungselemente (Dreiecke), wobei zwischen befestigten und unbefestigten Flächen unterschieden wurde.

Nach der Erstellung des GeoCPM-Modells und der Festlegung der zu berücksichtigenden Niederschläge wurde die 2D-Oberflächenabflusssimulation durchgeführt. Die maximalen Wasserstände auf der Geländeoberfläche für das Regenereignis $T=100$ a, $D = 60$ min sind im Themenplan farblich differenziert dargestellt. Die farbliche Darstellung beginnt mit Hellblau, der Übersichtlichkeit halber ab einer Wasserstandshöhe von 4 cm, da bei der hier modellierten Berechnung der Oberfläche prinzipiell alle Dreieckselemente einen, wenn auch minimalen Wasserstand aufweisen.

10.6. Berechnung unter Berücksichtigung des Versickerungsansatzes

Zur Durchführung der Oberflächenabflussberechnung werden die Oberflächenbeschaffenheit der Elemente (Rauheit) und die entstehenden Verluste (Dauerverlust und Versickerung) auf den einzelnen Oberflächenelementen benötigt.

Die Verluste bei der Abflussbildung, die sich hauptsächlich infolge von Versickerung einstellen, und die unterschiedlichen Rauigkeiten der Gebietsoberfläche wurden wie folgt festgelegt:

— Rauheit	0,10 bis 160,00 mm
<i>Straßen</i>	0.1 mm
<i>Dächer</i>	1.0 mm
<i>Wege</i>	10.0-20.0 mm
<i>Grünflächen</i>	75.0 mm
<i>Ackerflächen</i>	90.0-120.0 mm
<i>Waldflächen</i>	120.0-160.0 mm

Bei einer Oberflächenabflussberechnung unter Berücksichtigung des detaillierteren Versickerungsansatzes werden Bodenkapazität/Bodenspeicher in mm bei dem Oberflächenabfluss in Betracht gezogen. Die Bodenkapazität wird durch folgende Versickerungsparameter (nach Horton für verschiedene Bodenarten) definiert:

— Anfangsversickerung	
<i>Straßen, Dächer</i>	0,00 l/(s*ha)
<i>Grünflächen, Ackerflächen, etc.</i>	100,00 l/(s*ha)
— Endversickerung	
<i>Straßen, Dächer</i>	0,00 l/(s*ha)
<i>Grünflächen, Ackerflächen, etc.</i>	5,00 l/(s*ha)
— Rückgangskonstante	0,06 [-]
— Bodenspeicher	9.5 mm

Tabelle 6, Versickerungsansätze

Anmerkung: Dies entspricht Ton, lehmigem Ton, Bodeneigenschaften mit einer Durchlässigkeit von ca. $K_f=10^{-7}$ bis 10^{-8} . Somit sind die ermittelten Wasserstände als maximale, mögliche Wasserstände zu betrachten.

11. Zusammenfassung

Die Entwurfsplanung wurde nach den geltenden Regeln und Bestimmungen aufgestellt.

Für das Baugebiet "Ro 23" wurden die notwendigen Entwässerungsanlagen bemessen und die maßgeblichen Anforderungen für Überstau- und Überflutungssicherheit für die Planung überprüft und nachgewiesen. Das Gebiet wurde hierbei als Wohngebiet eingestuft. Die entsprechenden Nachweise wurden nach hydrodynamischen Berechnungsverfahren durchgeführt.

Für das Baugebiet Ro 23 wurde ein Niederschlagsbeseitigungskonzept mittels Versickerungsbecken gewählt.

Der Oberflächenabfluss der Verkehrsflächen ist diesem Becken über eine leistungsfähige Straßenentwässerung zuzuleiten. Das Niederschlagswasser der privaten Flächen (Dachflächen, Außenanlagen, Terrassen etc.) verbleibt, bis auf die Zufahrtsflächen auf den privaten Flächen und wird dort versickert.

Aufgrund der besonderen topografischen Situation des 1. Anschlusspunktes, mit einem ausgeprägten Geländetiefpunkt im Anfangsbereich des geplanten Schmutz-

wasserkanaals (Planstraße 2), kann an diesem Geländetiefpunkt kanalindizierte Überflutung⁶ auftreten.

Die Überprüfung der Wechselwirkungen zwischen dem geplanten Erschließungsnetz und dem weiterführenden Bestandsnetz wird empfohlen.

Ein Überflutungsnachweis wurde mittels Oberflächenabflussmodellierung erstellt, wobei das maximale Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 60 Min. und einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren angesetzt wurde. Nach der Berechnung wurde deutlich, dass die Wasserstände im Bereich des Baugebietes für den Überflutungsnachweis als nicht signifikant eingestuft werden können.

Das gewählte Versickerungsbecken kann ein Regenereignis T = 100 a bewältigen.

Der Schutz der geplanten Häuser erfolgt weitestgehend dadurch, dass diese Gebäude 0,30 m über Gelände- bzw. Straßenoberkante angeordnet werden.

Eine Verschlechterung der Überflutungssituation in den angrenzenden Außengebieten tritt nicht ein, da im Baugebiet keine Geländeänderungen vorgesehen sind und somit den Außengebieten bzw. dem Tiefpunkt an der südwestlichen Grenze nicht mehr Oberflächenwasser Zutritt.

Die Planung und die hydraulischen Berechnungen wurden nach den geltenden Regeln und Bestimmungen aufgestellt. Eine einwandfreie Entwässerung ist danach möglich, wenn folgendes beachtet wird:

- Beachtung und Einhaltung der Entwurfsvorgaben beim Ausbau der Kanäle.
- Sachgemäße Wartung und Unterhaltung der Kanäle, d.h. regelmäßige Spülung, insbesondere auf Schwachgefällestrecken, Reinigung und Kontrolle der Anschlussschächte.
- Festlegung von umfangreichen Kontroll- und Wartungsmaßnahmen als Nebenbestimmung für den Betrieb der Versickerungsanlagen

Aufgestellt:

Bonn, den 02.07.2020 Wo/Gha

Projekt-Nr.: 1414-19

gez. I. Wohlleben

Ingenieurbüro für Tiefbau

Kohlenbach und Sander

Beratende Ingenieure VBI

⁶ Quelle DIN EN 752, Stand Juli 2017

Kanalindizierte Überflutung: Zustand, bei dem Abwasser aus einem Entwässerungssystem entweicht oder nicht in dieses eintreten kann und entweder auf der Oberfläche verbleibt oder von der Oberfläche her in Gebäude eindringt.