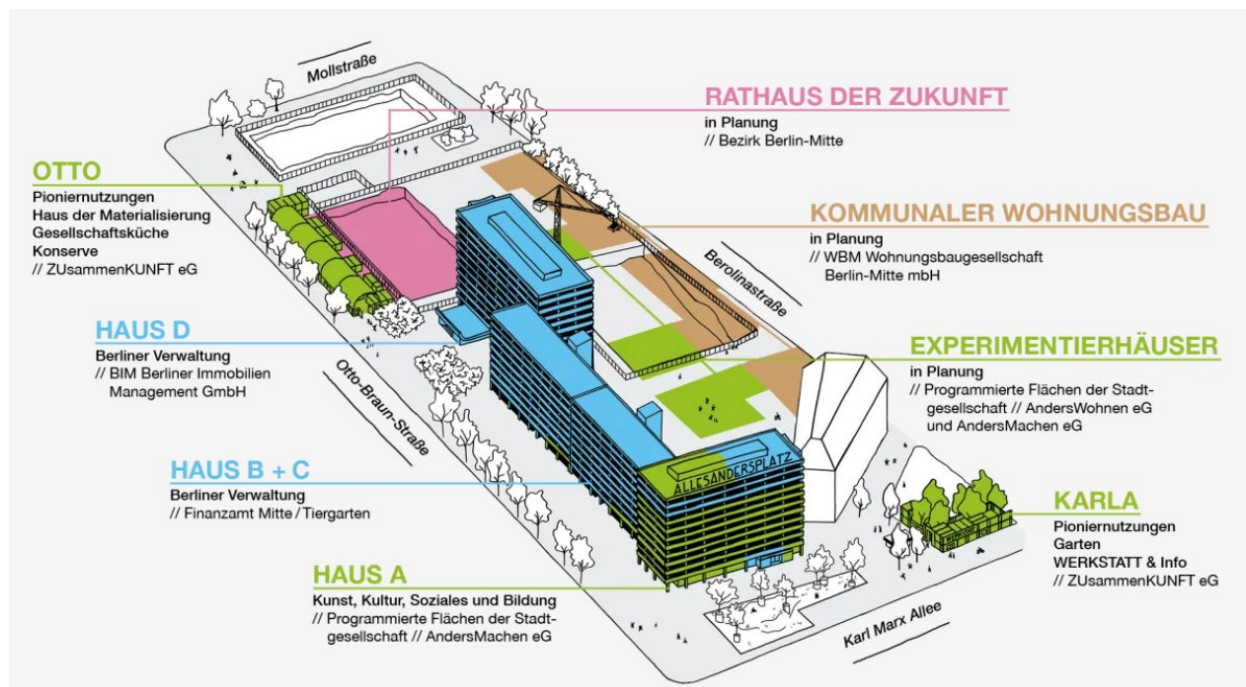


KOOP 5

Fortschreibung des Entwässerungskonzeptes des Innenhofes

Erläuterungsbericht



Haus der Statistik

Karl-Marx-Allee 1

10178 Berlin

Berlin, den 06.02.2026

INGENIEURBÜRO
KRAFT

**Beratende Ingenieure
für Wasserwirtschaft**

Hohenzollerndamm 120
14199 Berlin
Telefon: 030 / 851 66 16
Telefax: 030 / 8 52 23 95
E-Mail: kraft@ib-kraft.de
Internet: www.ib-kraft.de



INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	4
ANLAGENVERZEICHNIS.....	4
PLANLISTE	4
1 ALLGEMEINES	1
1.1 PROJEKT BETEILIGTE	1
1.2 VERANLASSUNG.....	2
1.3 STANDORTSITUATION	3
1.4 GEGENSTAND DER PLANUNG	4
1.5 PLANUNGSGRUNDLAGEN	5
2 GRUNDLAGENERMITTLUNG	6
2.1 TOPOGRAPHIE UND FLÄCHEN.....	6
2.2 BESTANDBEBAUUNG, DENKMALSCHUTZ UND UNTERKELLERUNG	6
2.3 NEUBEBAUUNG	6
2.4 GEOLOGIE UND BAUGRUND	7
2.5 ALTLASTEN UND AUFFÜLLUNGEN	8
2.6 VERSICKERUNG	9
2.7 GRUNDWASSER	9
2.8 SCHICHTENWASSER	9
2.9 WASSERSCHUTZGEBIETE.....	9
2.10 BAURECHTLICHE VORGABEN	10
2.11 ZIELSETZUNG UND WASSERRECHTLICHE GRUNDLAGE	10

3	FLÄCHENBILANZ	11
3.1	ABFLUSSBEIWERTE	11
3.2	FLÄCHENERMITTLUNG	12
3.3	WASSERBILANZ.....	13
3.4	GEBÄUDEDÄCHER	14
3.5	VERSIEGELTE FLÄCHEN.....	14
3.6	GRÜNFLÄCHEN	14
4	REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG.....	15
4.1	HINTERGRUND	15
4.2	VERWENDETE REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNGSELEMENTE	16
4.2.1	Retentionsdächer	16
4.2.2	Tiefbeete	17
4.2.3	Rohrrigolen.....	18
4.2.4	Kunststofffüllkörperigolen (bereits errichtet)	19
4.2.5	Reinigungsanlagen/ Sedimentationsschächte	19
4.3	GRUNDKONZEPT	20
4.4	GETROFFENE ANNAHMEN UND UMSETZUNGSEMPFEHLUNGEN	22
4.4.1	Dachflächen	22
4.4.2	Freiflächen.....	24
4.5	EINTEILUNG IN EINZUGSGEBIETE	25
4.6	FASSADENFLÄCHEN	26
4.7	BRAUCHWASSERNUTZUNG.....	28
4.8	BEMESSUNG DER VERSICKERUNGSANLAGEN	29
4.8.1	Einzugsgebiet 1.....	29
4.8.2	Einzugsgebiet 2.....	32
4.8.3	Einzugsgebiet 3.....	35
4.8.4	Bestand HdS	38
4.9	AUSHUB FÜR DIE RIGOLEN	39
4.10	ZUSAMMENFASSUNG ZUR DIMENSIONIERUNG DER VERSICKERUNGSANLAGEN	39
4.11	VERGLEICH DER KONZEPT IPS UND IBK.....	40

5	ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS	41
	5.1.1 Einzugsgebiet 1.....	42
	5.1.2 Einzugsgebiet 2.....	44
	5.1.3 Einzugsgebiet 3.....	46
	5.1.4 Betrachtung des Gesamtprojektgebietes	48
6	KOSTENSCHÄTZUNG	50
7	ZUSAMMENFASSUNG	51

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Abflussbeiwerte nach DIN 1986-100.....	11
Tabelle 2: Flächenbilanz aller Flächen im Projektgebiet	12
Tabelle 3: Kalkulation Wasserbilanz	13
Tabelle 4: Annahmen zur Dachentwässerung	23
Tabelle 5: Flächeneinteilung und Einzugsgebiete.....	26
Tabelle 6: Größe der in die Dimensionierung einbezogenen Fassadenflächen	27
Tabelle 7: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 1	30
Tabelle 8: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 1	31
Tabelle 9: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 2	33
Tabelle 10: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 2 ...	33
Tabelle 11: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 3	36
Tabelle 12: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 3 ...	36
Tabelle 13: Zusammenfassung zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen (30a)...	39
Tabelle 14: Kostenschätzung Gewerk Regenwasser.....	50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Luftbild Umgebung Projektgebiet (rot umrandet), Google Maps	4
Abbildung 2: Geplante Grundstücke und Zuständigkeiten	6
Abbildung 3: Übersicht zu den Aufschlusspunkten (RKS).....	7
Abbildung 4: Geländeprofil aus einzelnen Rammkernsondierungen	8
Abbildung 5: Darstellung der Gebäudebezeichnungen sowie der verantwortlichen Bauherren.....	14
Abbildung 6: Systemschnitt eines Retentionsdaches mit Substrat	16
Abbildung 7: Tiefbeet mit Rigole (<i>Quelle: https://www.iwr-ing.com/news/schwammstadt-boeblingen-machbarkeitsstudie/</i>)	18
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Entwässerung der Baufelder in Anlehnung an die Darstellung von IPS	20
Abbildung 9: Schema zur Niederschlagswasserbewirtschaftung des gesamten Projektgebietes	Fehler! Textmarke nicht definiert.

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 – Kostra Regendaten
- Anlage 2 – Bodengutachten
- Anlage 3 – Flächenbilanz
- Anlage 4 – Bemessung der Versickerungsanlagen
- Anlage 5 – Überflutungsnachweis
- Anlage 6 – Kostenschätzung

PLANLISTE

Nr	Plan	Maßstab	Format
1	Lagepläne		
1.1	Lageplan - RW-Anlagen	1:250	A0+
1.2	Lageplan - Einzugsgebiete	1:250	A0+
1.3	Lageplan - Flächenermittlung	1:250	A0+
2	Schnitte		
2.1	Schemaschnitt Tiefbeetrigole und Rigole		

1 ALLGEMEINES

1.1 Projektbeteiligte

Projektvorhaben:	Haus der Statistik Karl-Marx-Allee 1 10178 Berlin Mitte
Beauftragung :	KOOP 5 vertreten durch Bezirksamt Mitte von Berlin 13341 Berlin Senatverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Württembergische Straße 6 10707 Berlin BIM Berliner Immobilienmanagement GmbH Keibelstraße 36 10178 Berlin WBM Wohnungsbaugesellschaft Berlin- Mitte mbH Dircksenstraße 38 10178 Berlin ZUsammenKUNFT Berlin eG – Genossenschaft für Stadtentwicklung Karl-Marx-Allee 1 10178 Berlin
Freianlagenplanung:	LA.BAR Landschaftsarchitekten bdla Neuenburger Straße 23 10969 Berlin
Wasserwirtschaftliche Planung:	Ingenieurbüro Kraft Beratende Ingenieure für Wasserwirtschaft Hohenzollerndamm 120 14199 Berlin Tel.: 030 / 851 66 16

1.2 Veranlassung

In der Mitte Berlins auf dem Areal des Haus der Statistik eröffnet sich die Chance ein urbanes Quartier mit einer besonderen programmatischen und sozialen Mischung zu entwickeln. Es soll ein Projekt mit Modellcharakter entstehen, das mittels neuer Kooperationsformen und einer breiten Mitwirkung der Zivilgesellschaft Flächen für einen Nutzungsmix aus Kultur, Bildung, Sozialem, öffentlicher Verwaltung und bezahlbarem Wohnraum schafft.

Anfang 2018 wurde eine Kooperationsvereinbarung zwischen den fünf projektbeteiligten Partnern (Koop5) unterzeichnet.

Grundlage für das laufende Bebauungsplanverfahren ist der 2019 entwickelte Entwurf von Teleinternetcafe und Treibhaus Landschaftsarchitektur. In diesem Zuge wurde ein Gestaltungs- und Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das 32.000 m² große Plangebiet nordöstlich des Alexanderplatzes erstellt.

Für die Konkretisierung des Freianlagen und Entwässerungskonzeptes wurden LA.BAR Landschaftsarchitekten und das Ingenieurbüro Kraft Anfang 2025 beauftragt das bisherige Konzept von 2019 zu überarbeiten und auf die laufenden Planungsprozesse der einzelnen Baufelder anzupassen.

Es ist zu prüfen, ob die Niederschlagsabflüsse der versiegelten Flächen im Innenhof des Gebäudeensembles sowie der Dachflächen dezentral vor Ort, unter Berücksichtigung der fortgeschriebenen Planung auch weiterhin versickert werden können. Dabei sollen ausschließlich die Flächen im Innenhof betrachtet werden. Die Flächen an der Otto-Braun-Straße bzw. der Berolinastraße sind in der Konzeptfortschreibung nicht zu berücksichtigen. Die Fortschreibung soll sich an den allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT), dem Vorkonzept von Ingenieurgesellschaft Sieker sowie der Orientierungshilfe „wassersensibel Planen in Berlin“ der Regenwasseragentur orientieren.

1.3 Standortsituation

Anschrift:	Haus der Statistik Karl-Marx-Allee 1 10178 Berlin-Mitte
Gesamtfläche:	24.360 m ² Gesamtfläche des Bearbeitungsgebietes
Geländehöhe:	36,59 – 37,29 mNHN nach Höhenplanung durch LA.BAR Landschaftsarchitekten
Bemessungsgrundwasserstand:	32,3 - 32,5 mNHN zeMHGW 31,87 – 32,08 mNHN mittlerer Grundwasserstand
Derzeitige Nutzung:	Gewerbhallen die abgerissen werden Bestandsgebäude Haus der Statistik A-D bleiben erhalten
Schutzgebiete:	Kein Trinkwasserschutzgebiet

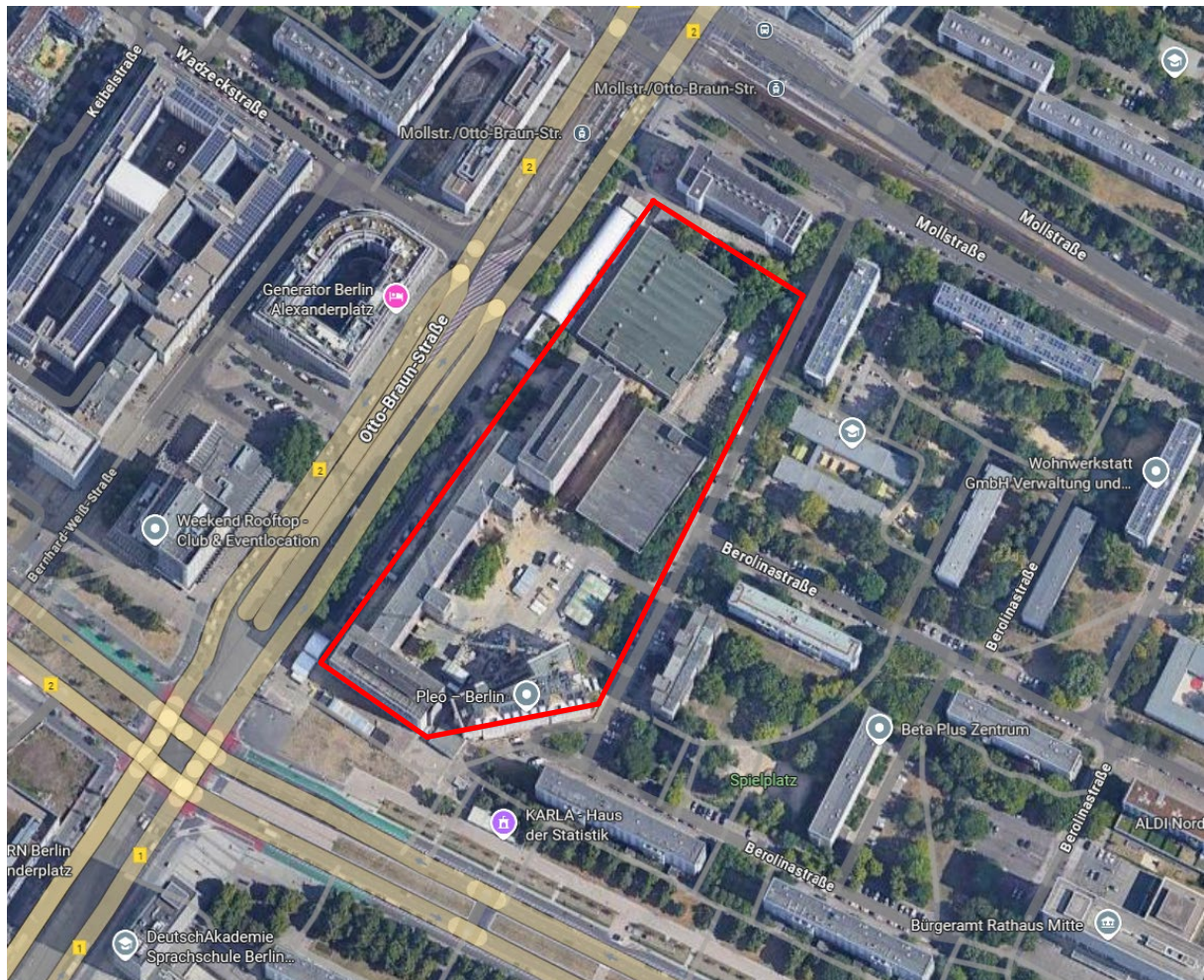


Abbildung 1: Luftbild Umgebung Projektgebiet (rot umrandet), Google Maps

1.4 Gegenstand der Planung

Unter Berücksichtigung der bereits umgesetzten Planung der BIM für die sanierten Bestandsgebäude soll das Regenwasser aller befestigten und unbefestigten Flächen des Innenhofes sowie der angrenzenden Neubauten durch dezentrale Versickerung im Innenhof bewirtschaftet werden. Ergänzend dazu ist die Erstellung eines Überflutungsnachweises erforderlich, um die Funktionssicherheit des Konzepts auch bei extremen Starkregenereignissen zu belegen.

Eine Ableitung auf die angrenzende Straße schließt sich nach Einleitbeschränkung gemäß der BReWa-BE (Begrenzung von Regenwassereinleitung bei Bauvorhaben in Berlin) aus.

1.5 Planungsgrundlagen

Folgende Datengrundlagen wurden für die Fortschreibung des Entwässerungskonzeptes genutzt:

- Geotechnische Untersuchung, Projekt: Orientierende Bodenuntersuchung auf dem Grundstück Otto-Braun-Str. 72 in 10178 Berlin-Mitte, vom 25.06.2014; (Quelle: Konzepte und Lösungen für die Umwelt KLU)
- Geotechnische Untersuchung, Projekt: Grundwasserdetailuntersuchung und Bewertung der Altlastensituation am Standort Otto-Braun-Straße 70, 72 in 10178 Berlin, vom 15.07.2024 (Quelle: Konzepte und Lösungen für die Umwelt KLU)
- Geotechnische Untersuchung, BV 10178 Berlin, Otto-Braun-Straße 70-72 Sanierung Gebäudekomplex ehemaliges Haus der Statistik vom 23.12.2020 (Quelle: Erd- und Grundbauinstitut Brandenburg Neustädtische Markt 30)
- Auszug Bodenbelastungskataster Berlin, Katasternummer 15878, 16438 vom 23.10.2013 (Quelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Abt. III)
- Lageplan Höhenplanung für den Innenhof (Quelle: LA.BAR Landschaftsarchitekten)
- Lageplan Entwässerungsflächen für den Innenhof (Quelle: LA.BAR Landschaftsarchitekten)
- Planunterlagen der Fachplaner der einzelnen Baufelder Gebäudegrundrisse und Freianlagen (DMSW, Praeger Richter, Wiechers Beck)
- Städtebaulicher Entwurf Haus der Statistik, TeleInternetCafe Architektur und Urbanismus GmbH, 25.03.2024)
- Konzeptplanung für die Niederschlagsentwässerung Bauvorhaben „Haus der Statistik“, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (kurz: IPS), 14.10.2021
- Vermesserplan (T&W Tesch und Wieck, Vermessungsingenieure)
- Bestandsleitungsplan (koordiniert durch Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH)
- Starkniederschlagshöhen und -spenden (KOSTRA-DWD-2020R) in Abhängigkeit von Dauerstufe D und Wiederkehrintervall T für den Standort Berlin-Mitte
- a.a.R.d.T. (u.a. folgende Regelwerke: DWA-A 138, DWA-A 118, DWA-A 102, DWA-M 153, DIN 1986-100)

2 GRUNDLAGENERMITTLUNG

2.1 Topographie und Flächen

Das Grundstück befindet sich in Berlin-Mitte. Es handelt sich um einen alten Gewerbehof.

Das Grundstück soll im Sinne der zukünftigen Nutzung durch einen Nutzungsmix umgestaltet werden. Das Gelände ist nahezu eben und liegt auf einer Höhe von ca. 36,8 m über Normalhöhennull (mNHN).

Die Gesamtfläche des zu bearbeitenden Projektgebietes beträgt 24.360 m².

2.2 Bestandsbebauung, Denkmalschutz und Unterkellerung

Das Planungsgebiet befindet sich nahe des Alexanderplatzes im Berliner Stadtteil Mitte. Das Areal erstreckt sich im Wesentlichen zwischen der Berolinastraße im Osten und der Otto-Braun-Straße im Westen. Das zur Bebauung vorgesehene Grundstück liegt bracht. Die noch bestehenden Gebäude werden bis auf das Haus der Statistik und das Haus der Gesundheit abgerissen.

2.3 Neubebauung

Es wird eine Teilung des Plangebietes in 11 Grundstücke vorgesehen. Westlich der Berolinastraße werden drei Grundstücke für die WBM vorgesehen. Die Spielflächen sollen als eigene Flurstücke definiert werden. Im Inneren des Plangebietes werden drei Grundstücke für die ZKB vorgesehen, deren Erschließung über die an die Berolinastraße grenzenden Grundstücke gesichert werden soll. Östlich der Otto-Braun-Straße soll das Grundstück des Rathausneubaus sowie ein Grundstück definiert werden, das die Bestandsgebäude A,B,C und D einfasst.

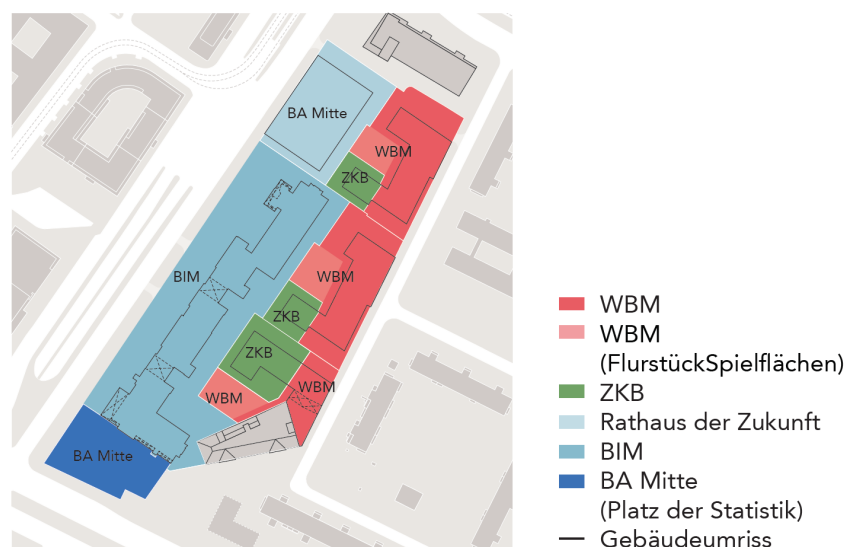


Abbildung 2: Geplante Grundstücke und Zuständigkeiten

2.4 Geologie und Baugrund

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Jahr 2014 durch die KLU „Konzepte und Lösungen für die Umwelt GbR“ 21 Kleinrammbohrungen mit einer Aufschlusstiefe von bis zu 6,0 m durchgeführt.

Die obere Bodenschicht wird durch eine bauschutthaltige Auffüllung mit einer Mächtigkeit von bis zu 6,1 m gebildet. Die Auffüllungen werden von geogenen Talsanden unterlagert, die bis zur Endtiefe der Bohrungen vorliegen.

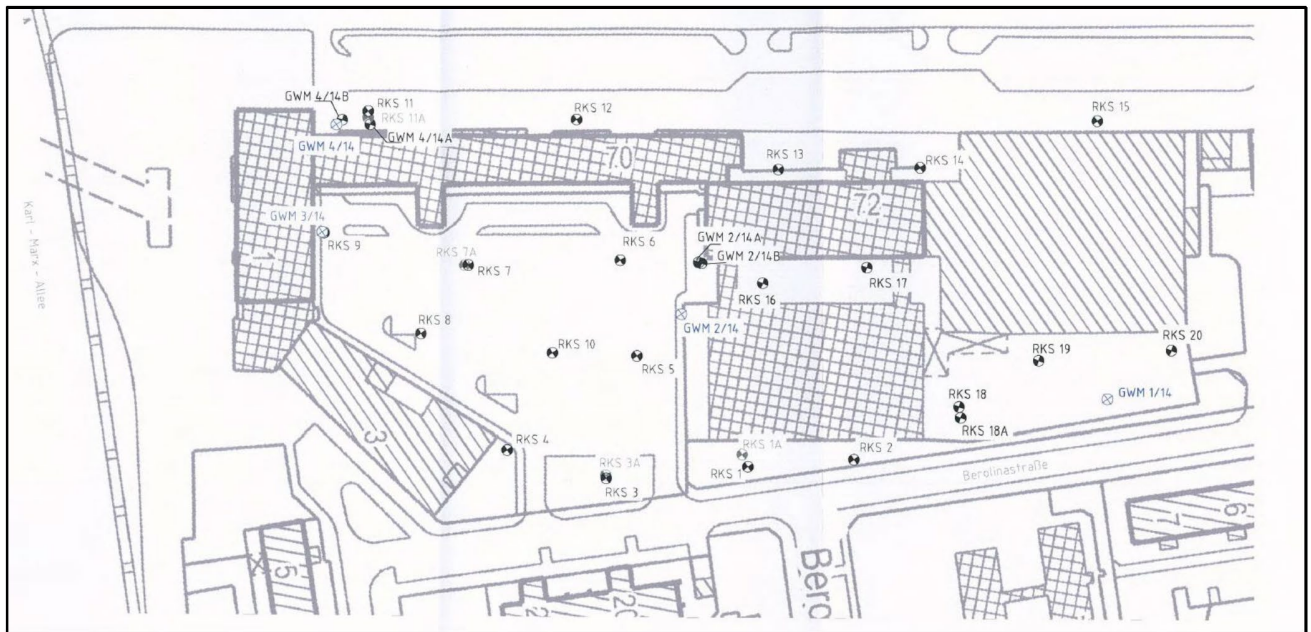


Abbildung 3: Übersicht zu den Aufschlusspunkten (RKS)

In **Abbildung 4** ist die typische Schichtenabfolge der Bohrungen auf dem Grundstück dargestellt.

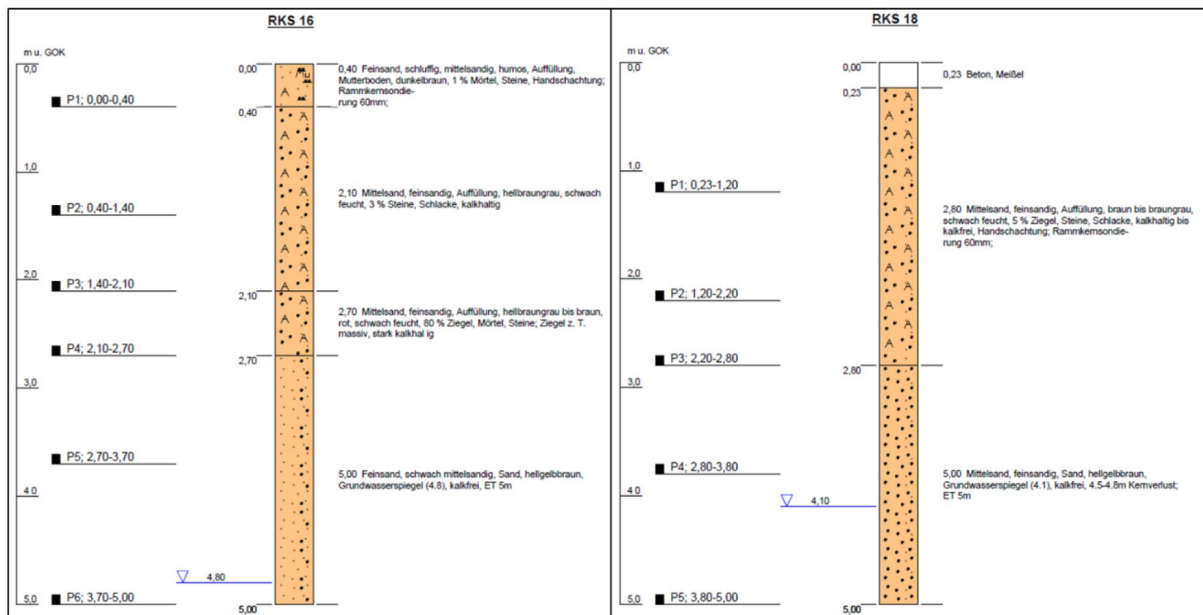


Abbildung 4: Geländeprofil aus einzelnen Rammkernsondierungen

2.5 Altlasten und Auffüllungen

Bei dem Grundstück handelt es sich um eine altlastenverdächtige Fläche.

Die Ergebnisse der bodenanalytischen Untersuchungen zeigen, dass in der untersuchten künstlichen Aufschüttung überwiegend nur geringe Schadstoffgehalte vorliegen.

Die abfallrechtliche Bewertung entsprechend TR Boden ergibt für die untersuchte Auffüllung anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse überwiegend eine Zuordnung nach Z1. Eine umfassende Beschreibung der Untersuchungen der Auffüllungen kann den geotechnischen Untersuchungen entnommen werden.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser durch vorhandene Auffüllungen ist unzulässig. Vor der Installation von Versickerungsanlagen müssen die Auffüllungen entfernt und durch Boden der Klasse VwV Boden Z0 bzw. nach Ersatzbaustoff-Verordnung BM-0 ersetzt werden.

2.6 Versickerung

Die Beurteilung der Eignung von Böden für die Errichtung von Versickerungsanlagen erfolgt nach Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“.

Danach muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen besitzen. Diese Voraussetzung sind bei Böden gegeben, deren Durchlässigkeit im Bereich $k_f = 1 \times 10^{-3} \dots 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ liegen.

Die unter den Auffüllungen liegenden „gewachsenen“ Sande sind nach Abschätzung mittels bodenkundlicher Kartieranleitung mit einem k_f -Wert von $\approx 5,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, und damit einer sehr guten Durchlässigkeit, ermittelt worden.

Im Zuge weiterer Planungsphasen werden weitere bodenkundliche Untersuchungen sowie die Durchführung von Versickerungsversuchen durch Doppelringinfiltrrometer oder Open-End-Test empfohlen. Diese sind vorzugsweise an den Standorten durchzuführen, an denen Versickerungsanlagen geplant sind.

2.7 Grundwasser

Auf dem Standort variieren die Grundwasserhöhen zwischen 32,08 mNHN und 31,87 mNHN. Damit erfolgt der Grundwasseranschnitt in Abhängigkeit der Geländehöhe in Tiefen zwischen 3,8 und 5,1 m unter GOK.

Nach dem Geoportal der Stadt Berlin liegt der für die Planung zu nutzende maßgebliche zeMHGW bei 32,2 bis 32,5 mNHN.

2.8 Schichtenwasser

Aufgrund der sehr guten Wasserdurchlässigkeit der Talsande ist nicht mit Schichtenwasser zu rechnen.

2.9 Wasserschutzgebiete

Das Projektgebiet befindet sich in keinem Wasserschutzgebiet.

2.10 Baurechtliche Vorgaben

Nach der BReWa-BE ist bei einem Bauvorhaben die Regenwasserbewirtschaftung auf dem Grundstück in Anlehnung an den natürlichen Wasserhaushalt durch Verdunstung und Versickerung sicherzustellen. Eine vollständige Bewirtschaftung des Regenwassers auf dem Grundstück ist auch bei einer starken Überbauung oder Versiegelung anzustreben. Es liegt in der Verantwortung der Bauherren, geeignete Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu wählen.

2.11 Zielsetzung und wasserrechtliche Grundlage

Das Land Berlin verfolgt eine Neuausrichtung des Regenwassermanagements von der reinen Ableitung hin zu einer dezentralen Bewirtschaftung auf den Grundstücken und öffentlichen Verkehrsflächen durch:

- Verdunstung (Gründach, Baumstandorte)
- Versickerung (Grünflächen, unterirdische Versickerungsanlagen)
- Speichern (Freianlagen, Regenrückhalteräume)
- Nutzung (Brauchwassernutzung)

3 FLÄCHENBILANZ

Die Bebauungsstruktur setzt sich aus Bestandsgebäuden und Neubauten zusammen. Hinzu kommen die zum großen Teil mit Betonsteinpflaster versiegelten Freiflächen. Zentral zwischen den unterschiedlichen Baufeldern liegen die Stadtzimmer welche als teilversiegelte multikodierte Vegetations-, Spielplatz und Einstaufläche dienen.

3.1 Abflussbeiwerte

Grundlage für die Bestimmung der Niederschlagsmengen sind die Abflussbeiwerte nach DIN 1986-100 und DWA-A 138.

Folgende Abflussbeiwerte wurden vereinfacht für die Flächenbeläge und die Dachflächen für das Grundstück berücksichtigt.

Tabelle 1: Abflussbeiwerte nach DIN 1986-100

Art der Fläche	Kategorie nach DIN 1986-100	Spitzenabflussbeiwert [-]	Mittlerer Abflussbeiwert [-]
Retentionsdächer/ Neubau	Ohne Abflussbeiwert, Drosselvolumenspende		
Flachdächer/ Bestandsgebäude	Flachdach	1,00	0,90
Grünflächen, Stadtzimmer	Rasenflächen	0,20	0,10
teildurchlässige Flächen	Betonsteinpflaster	0,90	0,70

3.2 Flächenermittlung

Im der folgenden Tabelle werden die in Tabelle 1 aufgeführten Flächenarten die dazugehörigen Gebäude und Flächengrößen zugeordnet.

Tabelle 2: Flächenbilanz aller Flächen im Projektgebiet

Teilfläche	Kategorie nach DIN 1986-100	Flächengröße [m ²]
Baufeld A (BF A)	Retentionsdach	1.542
Baufeld B (BF B)	Retentionsdach	1.531
Baufeld C (BF C)	Retentionsdach	739
Experimentierhaus 1 (X1)	Retentionsdach	283
Experimentierhaus 2 (X2)	Retentionsdach	268
Experimentierhaus 3 (X3)	Retentionsdach	800
Rathaus der Zukunft (RdZ)	Retentionsdach	2.451
Haus der Statistik (Haus A-D)	Flachdach	4.202
Haus der Gesundheit (HdG 50%)	Flachdach	654
Befestigte Freifläche	Betonsteinpflaster	10.468
Grünflächen, Stadtzimmer	Rasenflächen	1.556
Summe		24.494

3.3 Wasserbilanz

Für eine ganzheitliche Betrachtung des Wasserkreislaufs auf dem Projektgebiet wurde eine Wasserbilanz nach der geplanten Neubebauung erstellt. Diese Bilanz berücksichtigt die unterschiedlichen Flächenarten, die jeweils einen spezifischen Beitrag zu Abfluss, Versickerung und Verdunstung leisten.

Als Grundlage der Berechnung dient der mittlere Jahresniederschlag der Messstation Berlin-Tempelhof für den Zeitraum von 1993 bis 2024, der bei 563 mm liegt. Die in der Bilanz verwendeten Werte sind Annahmen, die auf mittleren Abflussbeiwerten basieren. In der Realität können diese Werte je nach spezifischer Ausführung der Dach- und Freiflächen variieren. So weisen Retentionsdächer und Gründächer je nach Aufbau und Ausführung unterschiedliche Retentionsleistungen auf, und die Abflussbeiwerte von befestigten Flächen können sich über die Jahre ändern.

Da das Konzept der Regenwasserbewirtschaftung darauf abzielt, keinen Abfluss in das öffentliche Kanalnetz zu leiten, wird angenommen, dass der gesamte Direktabfluss in die Versickerungsanlagen fließt. Von diesem Volumen werden 80 % versickert und 20 % verdunsten. Auch diese Werte sind Annahmen, die je nach Bodenbeschaffenheit und Vegetation variieren können.

Die nachfolgende Kalkulation verschafft einen groben, aber aussagekräftigen Überblick über das gesamte anfallende Niederschlagswasser im Jahresmittel. Die Ergebnisse der Wasserbilanz und die genaue Aufschlüsselung der einzelnen Flächen werden in der Tabelle Tabelle 3 dargestellt. Die erste Spalte der Versickerung wurde als die Versickerung nach Abfluss in die zentrale Rigole bestimmt. Die zweite ist die direkte Versickerung am Ort des Niederschlages. Gleiches gilt für die Verdunstung.

Tabelle 3: Kalkulation Wasserbilanz

Teilfläche	Flächen- größe [m²]	Gesamt- niederschlag 563 mm/a [m³]	Versickerung		Verdunstung	
			[m³]		[m³]	
Retentionsdächer	7.614	4.287	2.058	0	514	1.715
Grünes Flachdach (HdS)	4.202	2.366	757	0	189	1.419
Flachdach unbegrünt (HdG)	654	368	265	0	66	37
Befestigte Freifläche	10.484	5.902	3.305	885	826	885
Grünflächen	1.540	867	69	390	17	390
Summe	24.494	13.790	6.454	1.276	1.614	4.446

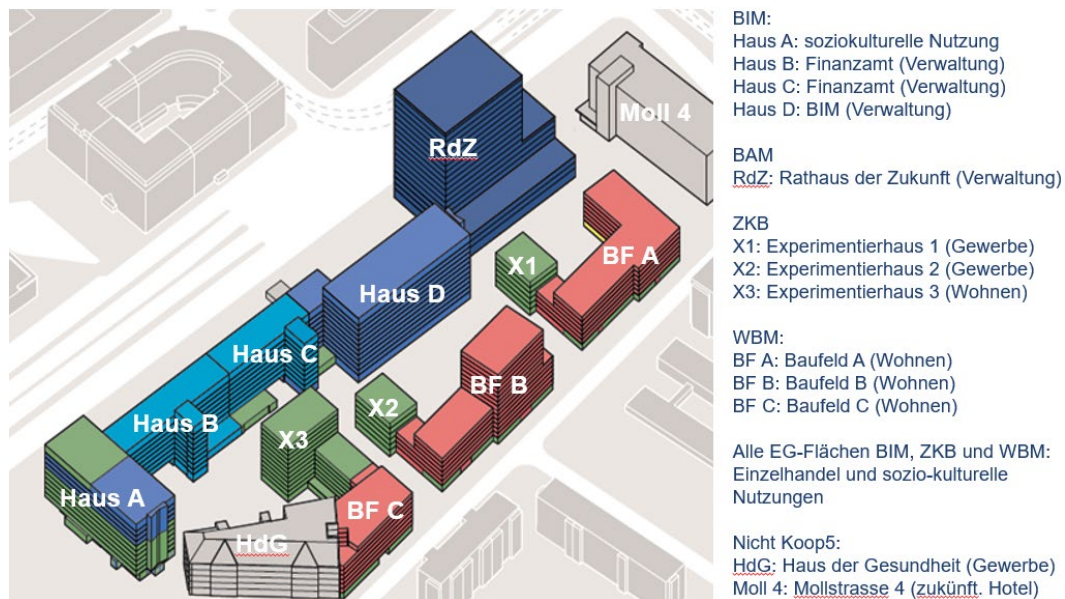


Abbildung 5: Darstellung der Gebäudebezeichnungen sowie der verantwortlichen Bauherren

3.4 Gebäudedächer

Die gesamte Dachfläche im Projektgebiet beträgt 12.470 m². Die hiervon mit neu gebauten Dachflächen mit einem Anteil Retentionsdach beläuft sich auf 7.614 m². Vorgesehen sind Retentionsdächer für die Gebäude BF A, BF B, BF C, X1, X2, X3 und RdZ. Für die Bestandgebäude Haus A-D sowie dem Haus der Gesundheit wird von einem Flachdach bzw. einem Anteil extensiver Dachbegrünung ausgegangen.

3.5 Versiegelte Flächen

Die Erschließungswege, Hoffflächen, Wegeflächen und Verkehrsflächen für Lieferverkehr sowie Zufahrtverkehr zu den Tiefgaragen sind als Pflasterbeläge in unterschiedlicher Ausführung geplant, siehe dafür Gestaltungs- und Materialkonzept von LA.BAR Landschaftsarchitekten. Die Gesamtfläche aller befestigten Flächen beträgt 10.357 m².

3.6 Grünflächen

Die Stadtzimmer umfassen die gärtnerisch zu gestaltenden und nicht unterbauten Flächen (für Baufeld A teilweise durch Tiefgarage unterbaut) des Baugrundstücks. Diese Flächen werden mit Bäumen, Spielgeräten oder weitere unversiegelte Flächen geplant. Eine zusätzliche Teilversiegelung der Stadtzimmer ist bis zu einem Anteil von 30 % in die Dimensionierung der Anlagen berücksichtigt. Die Gesamtfläche aller Grünflächen beträgt 1.667 m².

4 REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

4.1 Hintergrund

Der Klimawandel verändert die Rahmenbedingungen unseres Lebens grundlegend, und nirgends wird dies so deutlich wie im Wasserkreislauf. Wir beobachten eine Zunahme von extremen Wetterereignissen: Längere Dürreperioden wechseln sich mit intensiven Starkregenereignissen ab. Diese Veränderungen stellen unsere bestehenden Infrastrukturen und insbesondere die traditionelle Regenwasserbewirtschaftung vor immense Herausforderungen.

Die konventionelle Herangehensweise, Regenwasser schnellstmöglich abzuleiten, erweist sich zunehmend als unzureichend. Bei extremen Niederschlägen führt sie zu Überflutungen in urbanen Gebieten und zur Überlastung von Kanalsystemen und Anlagen. Gleichzeitig geht in Trockenphasen wertvolles Wasser ungenutzt verloren, was zu sinkenden Grundwasserspiegeln und einer Belastung der Vegetation führt. Es ist evident, dass diese Strategie nicht mehr tragfähig ist, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

Vor diesem Hintergrund wird eine Neuausrichtung unserer Regenwasserbewirtschaftung unerlässlich. Das vorliegende Konzept verfolgt das Ziel, die natürlichen Prozesse des Wasserkreislaufs wieder in den Mittelpunkt zu rücken. Dies bedeutet, Regenwasser nicht länger als Abfallprodukt zu betrachten, sondern als wertvolle Ressource, die vor Ort gesammelt, gespeichert und versickert werden kann. Durch Maßnahmen wie die Teilversiegelung der Flächen, die Anlage von Tiefbeeten, Retentionssystemen und Gründächern kann der natürliche Wasserkreislauf im urbanen Raum reaktiviert werden.

Die Implementierung eines solchen Konzepts ist ein entscheidender Schritt, um unsere Städte widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu machen. Es trägt maßgeblich dazu bei, Hochwasserrisiken zu minimieren, die Grundwasserneubildung zu fördern und ein gesundes Stadtklima zu erhalten. Nur durch eine integrative und naturbasierte Regenwasserbewirtschaftung können wir eine nachhaltige Wasserzukunft für kommende Generationen sichern.

4.2 Verwendete Regenwasserbewirtschaftungselemente

4.2.1 Retentionsdächer

Das Grundprinzip eines Retentionsdachs mit gesteuertem Drosselabfluss besteht darin, Regenwasser nicht sofort in die Kanalisation abzugeben, sondern es auf dem Dach zurückzuhalten und zeitverzögert sowie kontrolliert abzuführen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Flachdächern, die das Wasser schnell ableiten, verfügen Retentionsdächer über eine spezielle Schicht, die Wasser speichern kann, sowie über ein Drosselsystem am Ablauf.

Bei starkem Regen trifft das Wasser auf das Dach und wird in der Retentionsschicht gespeichert. Diese Schicht kann aus verschiedenen Materialien bestehen. In der Regel werden spezielle Matten zur Retention genutzt. Diese Matten können mit unterschiedlichen Pflanzsubstraten überdeckt werden, welche unterschiedliche Bepflanzungen ermöglichen. Der Anteil an Verdunstung und das Maß der Retention werden vom Aufbau der Substratschicht, der Dränschicht und der Vegetation bestimmt. Ein exemplarischer Systemschnitt wird in Abbildung 6 dargestellt.

Am Ablauf des Daches befindet sich ein Drossel- oder auch Abflussbegrenzungselement. Dieses Element ist so konfiguriert, down es nur eine bestimmte, vordefinierte Menge Wasser pro Zeiteinheit abgibt. Das überschüssige Wasser bleibt auf dem Dach zurück, bis die Kapazität der Kanalisation wieder ausreichend ist oder der Regen nachlässt. Durch diese gedrosselte Abgabe wird der Spitzenabfluss in das Kanalsystem erheblich reduziert.

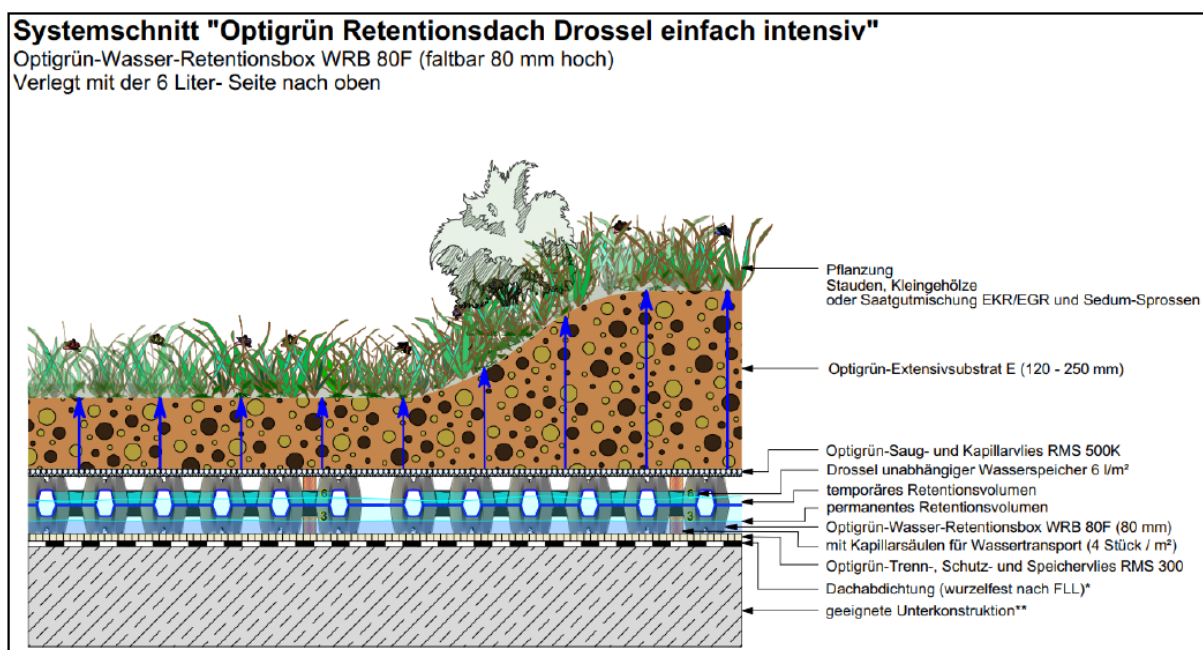


Abbildung 6: Systemschnitt eines Retentionsdaches mit Substrat

4.2.2 Tiefbeete

Ein Tiefbeet (siehe Abbildung 7) ist eine speziell konstruierte, vertiefte Grünfläche, die Regenwasser von angrenzenden befestigten Flächen aufnimmt und versickert. Diese Vertiefung ist essenziell, da sie als temporärer Speicher dient, um die Abflussspitzen bei stärkeren Regenereignissen zurückzuhalten. Das Wasser kann sich hier anstauen und versickert langsam, anstatt die Kanalisation und nachgeschalteten Anlagen schlagartig zu überlasten. Gleichzeitig durchläuft das Wasser die integrierte Bepflanzung und den Aufbau, die als natürliche Reinigungsanlage wirken. Ein ständiger Überlauf würde dazu führen, dass ungereinigtes Wasser in nachgeschaltete Systeme gelangt, was die Wasserqualität des Grundwassers beeinträchtigen und die Versickerungsfähigkeit der darunterliegenden Rigolen durch Schwebstoffe und Sedimente langfristig beeinträchtigen würde. Laut DWA-A 138 darf es, je nach angeschlossener Flächenart, zu einem Überlauf 1 bis 2 mal pro Jahr kommen.

Der Aufbau umfasst eine durchlässige Pflanzschicht über einem Aufbau aus Substraten und Drainageschichten. Angepasste, trocken- und nassresistente Pflanzen lockern das Substrat und fördern die Verdunstung; das gesammelte Wasser versickert langsam in den Boden, was das Grundwasser anreichert. Der Aufbau umfasst eine durchlässige Oberbodenschicht über einem Aufbau aus Rigolensand/ oder Rigolenkies und Drainageschichten, die eine hohe Wasserdurchlässigkeit gewährleisten. Angepasste, trocken- und nassresistente Pflanzen lockern das Substrat und fördern die Verdunstung. Das Wasser wird gesammelt und langsam in den Boden versickert, was das Grundwasser anreichert.

Der Unterschied zu reinen Versickerungsmulden liegt in der Gestaltung und Funktionalität: Eine Mulde ist primär eine einfache, begrünte Vertiefung zur Wasseraufnahme und Infiltration und benötigt in der Regel einen größeren Flächenbedarf für die gleiche Versickerungsleistung, da sie weniger strukturiert ist. Ein Tiefbeet hingegen ist eine gestalterisch und funktional weiterentwickelte Mulde, die durch gezielte Substratwahl und Bepflanzung nicht nur die Versickerungsleistung, sondern auch die ästhetische und ökologische Qualität erhöht. Durch seinen optimierten Aufbau ohne Böschungsflächen kann ein Tiefbeet oft auf weniger Fläche eine vergleichbare oder sogar höhere Infiltrationsrate erreichen, was es besonders für den Einsatz in städtischen Gebieten mit begrenztem Raum attraktiv macht. Zudem lässt sich ein Tiefbeet besser in das Stadtbild integrieren. Die typische Infiltrationsrate einer belebten Oberbodenzone liegt bei $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Das heißt, dass auf 100 m² Fläche 1 l/s versickert. Die Infiltrationsrate kann durch einen höheren Anteil grobkörniger mineralischer Anteil verbessert werden. Das hat zur Folge, dass eine schlechtere Reinigungsleistung durch die Oberbodenpassage erreicht wird.

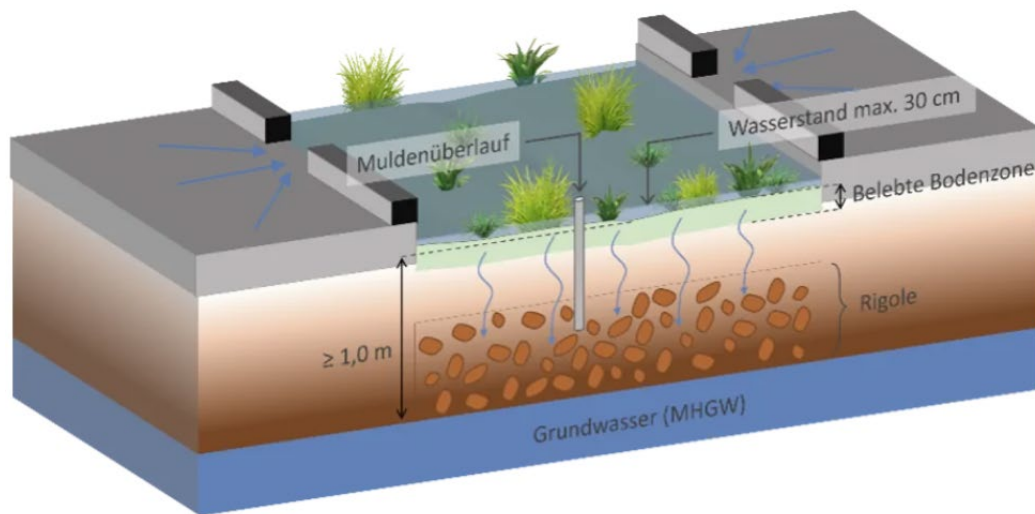


Abbildung 7: Tiefbeet mit Rigole (Quelle: <https://www.iwr-ing.com/news/schwammstadt-boeblingen-machbarkeitsstudie/>)

4.2.3 Rohrrigolen

Rohrrigolen stellen eine weitere effektive und oft kostengünstige Methode zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung dar, um Wasser direkt im Untergrund zu versickern, die Kanalisation zu entlasten und die Grundwasserneubildung zu fördern. Sie bestehen aus einem oder mehreren gelochten Rohren, die in einem mit Sand gefüllten Graben verlegt sind. Das Regenwasser wird gesammelt und in diese Rohre geleitet; der Sand fungiert dabei als Filterschicht und Speichervolumen, aus dem das Wasser langsam in den umliegenden Boden versickert. Die Dimensionierung hängt von der Wassermenge und der Bodendurchlässigkeit ab. Ihre Vorteile liegen in der einfachen Bauweise, den geringen Kosten und der Wartungsarmut, sofern eine Vorreinigung des Wassers erfolgt. Da sie unterirdisch liegen, nehmen sie keine oberirdische Fläche in Anspruch und können flexibel unter Grünflächen oder Wegen installiert werden, wodurch sie direkt zur Grundwasserneubildung beitragen und Spitzenabflüsse reduzieren. Rohrrigolen sind somit eine bewährte und praktikable Option für die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, besonders bei guter Bodendurchlässigkeit. Zudem sind die Rohrrigolen aus Sand mit Tiefbeeten als Tiefbeetrigole kombinierbar.

4.2.4 Kunststoffsüllkörperrigolen (bereits errichtet)

Eine ergänzende Methode sind Füllkörperrigolen, die sich besonders für unterirdische Anwendungen eignen und somit wertvollen Raum an der Oberfläche freihalten. Diese Rigolensysteme, von denen auf dem Projektgebiet bereits zwei erfolgreich durch die BIM errichtet wurden, bestehen aus hochvolumigen Kunststoffelementen mit einem sehr hohen Hohlraumanteil (oft über 95%). Regenwasser von versiegelten Flächen wird vorgereinigt und in diese Hohlräume geleitet. Dort versickert es langsam in den umgebenden Boden und trägt zur Grundwasserneubildung bei. Füllkörperrigolen bieten ein hohes Speichervolumen auf geringem Raum mit geringem Aushub, flexiblen Einbaumöglichkeiten unter nahezu jeder Oberfläche und entlasten die Kanalisation.

4.2.5 Reinigungsanlagen/ Sedimentationsschächte

Die Vorreinigung von Regenwasser ist ein entscheidender Schritt, bevor es in Versickerungssysteme wie Rigolen eingeleitet wird. Dies schützt nicht nur die Anlagen vor Verstopfung, sondern gewährleistet auch die Qualität des versickerten Wassers, um eine Grundwasserbelastung zu vermeiden.

Eine besonders effektive und naturnahe Reinigungsfunktion bieten Tiefbeete zur Versickerung durch ihre belebte Oberbodenzone. Das Regenwasser durchläuft hier eine natürliche Filterung, bei der grobe Partikel und Schwebstoffe physikalisch zurückgehalten werden. Gleichzeitig bauen Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln organische Verunreinigungen und bestimmte Schadstoffe biologisch ab, während Bodenteilchen Schwermetalle oder Kohlenwasserstoffe adsorbieren können. Diese kombinierten Mechanismen sorgen für eine hohe Wasserqualität vor der Versickerung und machen die Tiefbeete zu einer nachhaltigen und wartungsarmen Lösung.

Wenn jedoch keine Tiefbeete eingesetzt werden können, sind technische Reinigungsanlagen erforderlich, um eine Verstopfung unterirdischer Systeme zu verhindern und die Wasserqualität zu sichern. Hierzu zählen Sedimentationsschächte, die grobe Partikel durch Absetzen entfernen, einfache Filterschächte sowie Substratfilterschächte, die mit speziellen Filtermaterialien feinere Verunreinigungen wie Feinstoffe oder Kohlenwasserstoffe zurückhalten. Während Sedimentationsschächte eine einfache Reinigung bieten und regelmäßig gereinigt werden müssen, erreichen Substratfilterschächte eine höhere Reinigungsleistung, erfordern aber auch einen regelmäßigen Austausch des Filtermaterials. Die Wahl der passenden technischen Anlage richtet sich nach der erwarteten Verschmutzung, resultierende aus der Flächenbelastung und den Anforderungen an die Wasserqualität. Unabhängig von der Methode ist die Vorreinigung ein kritischer Bestandteil für die langfristige Funktionalität der Versickerungsanlagen und den Schutz unseres Grundwassers.

4.3 Grundkonzept

Die guten Versickerungseigenschaften des Bodens ermöglichen die abflusslose Versickerung des anfallenden Regenwassers im Plangebiet. Ein Anschluss an die Trennwasserkanalisation bzw. Mischwasserkanalisation ist bei dem derzeitigen Planungsstand nicht erforderlich.

Zur Bewirtschaftung des Regenwassers wird das Projektgebiet in drei Einzugsgebiete eingeteilt, die jeweils den drei begrünten Stadtzimmern zuzuordnen sind.

Das Konzept der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Projektgebiet basiert auf einem integrierten Ansatz, der die dezentrale Versickerung in den Vordergrund stellt und gleichzeitig die Reinigung des Wassers sicherstellt. Dies wird primär durch eine kombinierte Versickerung über Tiefbeetrigolen und einer zentral in den grünen Stadtzimmern gelegenen Rohrrigole realisiert. Eine schematische Darstellung wird in Abbildung 8 dargestellt.

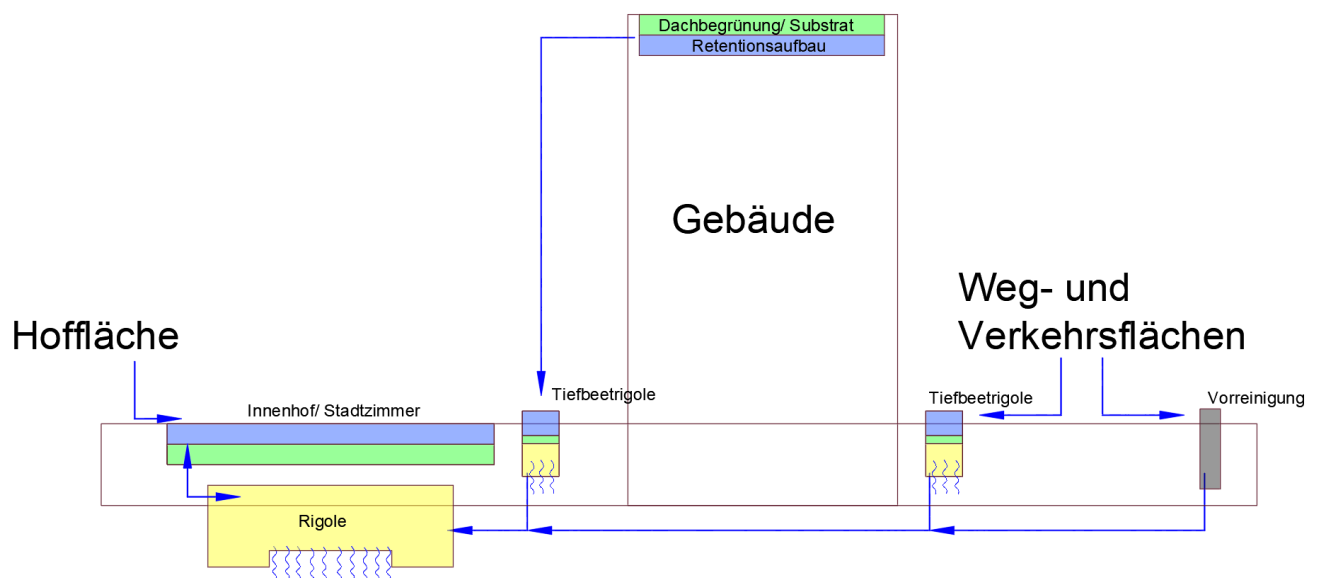


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Entwässerung der Baufelder in Anlehnung an die Darstellung von IPS

Wo immer technisch und gestalterisch umsetzbar, erfolgt die Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers von Freiflächen und der Großteil des Regenwasserabflusses der Dachflächen über Linienentwässerungen oder gezielt geführte Muldenrinnen direkt in die angelegten Tiefbeete. Die in den Tiefbeeten integrierte, belebte Oberbodenzone fungiert dabei als essenzielle natürliche Reinigungsanlage.

Sämtliche Tiefbeete sind durch ein unterirdisches Rohrleitungssystem miteinander verbunden. Dieses System führt das gesammelte und vorgereinigte Niederschlagswasser letztlich zur zentralen Rohrrigole in den Städtzimmern. Durch diese umfassende Kombination und den gezielten Zusammenschluss der unterschiedlichen Rigolensysteme – Tiefbeete und Rohrrigole – wird die Kapazität geschaffen, das gesamte anfallende Wasser eines 30-jährlichen Niederschlagsereignisses innerhalb des Projektgebiets sicher zu versickern und damit die öffentliche Kanalisation signifikant zu entlasten. Das gesamte anfallende Niederschlagswasser eines 100-jährlichen Niederschlages wird zusätzlich in der 20 cm tiefer gelegten Fläche des Städtzimmers zurückgehalten. An den direkten Einlaufpunkten der Muldenrinnen in das Städtzimmer muss eine belebte Oberbodenzone zur Reinigung des Niederschlagsabflusses errichtet werden. Der Nachweis, dass die Kombination aller Rückhaltevolumen auf dem Grundstück ausreicht um ein 100-jährliches Ereignis zurückzuhalten, erfolgt in Kapitel 5.

Für Flächen, bei denen eine Reinigung über Tiefbeete nicht möglich ist, sind separate Bodenabläufe vorgesehen. Diese leiten das Wasser direkt in die Rigolen. Vor der Einleitung in diese Systeme ist jedoch eine zusätzliche technische Reinigung des Wassers erforderlich, um eine langfristige Funktionsfähigkeit der Rigolen und den Schutz des Grundwassers zu gewährleisten. Hierbei kommen je nach Verschmutzungsgrad und Anforderung entsprechende Sedimentations- oder Filterschächte zum Einsatz.

4.4 Betroffene Annahmen und Umsetzungsempfehlungen

Da sich die Gebäude der einzelnen Baufelder derzeit noch in der Planungsphase befinden, ist es für eine spezifische und dennoch flexible Gestaltung der Regenwasserbewirtschaftungsanlagen unerlässlich, geeignete Annahmen zu treffen. Diese Annahmen müssen einerseits präzise genug sein, um den erforderlichen Umfang und die Größe der Anlagen verlässlich dimensionieren zu können, andererseits aber auch den zuständigen Landschaftsarchitekten und Gebäudeplanern ausreichend Planungsspielraum für die weitere Ausgestaltung ermöglichen.

Für die vorliegende Planung werden die getroffenen Annahmen klar in zwei Kategorien unterteilt: gebäudespezifische Annahmen und freianlagenspezifische Annahmen. Diese Differenzierung erlaubt es, die jeweiligen Einflussfaktoren detailliert zu betrachten und die Planungsgrundlagen entsprechend anzupassen, ohne die spätere architektonische und landschaftsplanerische Freiheit unnötig einzuschränken. Die gebäudespezifischen Annahmen umfassen dabei typischerweise Aspekte wie die Dachflächenversiegelung und potenzielle Retentionsdachanteile, während die freianlagenspezifischen Annahmen sich auf die Gestaltung der befestigten und unversiegelten Flächen im Außenbereich beziehen.

4.4.1 Dachflächen

Alle neu zu errichtenden Dachflächen werden standardmäßig zu 65 % mit Retentionselementen angenommen, die über gesteuerte Drosselorgane verfügen. Dabei sind Drosselvolumenspenden zwischen 0,5 und 2,5 l/s pro Dach, abhängig von der jeweiligen Dachgröße, vorgesehen. Die Retentionselemente weisen eine Anstauhöhe von mindestens 6 cm auf. Die genaue Gesamtfläche der Retentionsdächer sowie das zugehörige Retentionsvolumen werden detailliert in Tabelle 3 aufgeführt. Das Bemessungsvolumen der Retentionselemente ist dabei so gewählt, dass ein vollständiger Rückhalt des Niederschlagswassers ohne die Notwendigkeit einer Notentwässerung bis zu einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis gewährleistet ist. Bei intensiveren Niederschlagsereignissen, welche die Speicherkapazität der Retentionsdächer überschreiten, ist das überschüssige Wasser über Notentwässerungsleitungen gezielt auf die darunterliegenden Hoffflächen zu führen.

Der Abfluss der verbleibenden Dachflächen, die nicht mit Retentionselementen ausgestattet werden, ist ebenfalls auf die mit Retentionsdächern versehenen Dachflächen zu leiten. Sollte der angestrebte Flächenanteil von 65 % für die Retentionsdächer aus baulichen oder gestalterischen Gründen nicht realisierbar sein, kann dies durch eine Erhöhung der Mächtigkeit der Retentionselemente kompensiert werden. Dies bietet Planern die notwendige Flexibilität, die geforderte Retentionsleistung auch unter variierenden Bedingungen sicherzustellen.

Tabelle 4: Annahmen zur Dachentwässerung

Teilfläche	Flächen- größe [m ²]	Maximale Drosselabfluss- spende [l/s]	Fläche mit Retention [m ²]	Retentions- volumen [m ³]
Baufeld A (BF A)	1.542	1,5	1.002	60
Baufeld B (BF B)	1.531	1,5	995	60
Baufeld C (BF C)	739	1,0	480	29
Experimentierhaus 1 (X1)	283	0,5	178	11
Experimentierhaus 2 (X2)	268	0,5	168	10
Experimentierhaus 3 (X3)	800	1,0	502	30
Rathaus der Zukunft (RdZ)	2.451	2,5	1.593	96

4.4.2 Freiflächen

Für alle neu zu errichtenden Freiflächen wird angenommen, dass sie als in Sand verlegtes Betonsteinpflaster oder als wassergebundene Flächen ausgeführt werden. Diese Oberflächen weisen gemäß DIN-Vorgaben einen mittleren Abflussbeiwert von 0,7 auf. Die Planung der Entwässerung durch LA.BAR Landschaftsarchitekten sieht hierbei Linienentwässerungen mit Punktabläufen vor.

Das anfallende Niederschlagswasser der Freiflächen ist primär über diese Linienentwässerungen gezielt und direkt in die geplanten Tiefbeete zu leiten. Die in den Tiefbeeten integrierte belebte Bodenzone übernimmt dabei die notwendige natürliche Reinigung des Wassers. Sollte eine Ableitung in Tiefbeete aus baulichen oder gestalterischen Gründen nicht realisierbar sein, wie auf dem Grundstück des RdZ, erfolgt der Abfluss über die Punktabläufe direkt in das Kanalnetz des Projektgebietes. Für diese direkt ins Kanalnetz geleiteten Abflüsse ist eine technische Vorreinigung des Wassers zwingend erforderlich, um eine Belastung des Kanalnetzes und der nachgeschalteten Anlagen zu vermeiden. Insbesondere für Abflüsse von Verkehrsflächen kann dabei je nach Ermessen der zuständigen Wasserbehörde die Installation eines Substratfilterschachtes notwendig sein, um spezifische Schadstoffe effektiv zu entfernen.

Auch für die Abflüsse der Freiflächen werden für die Bemessung der Regenwasserbewirtschaftungsanlagen (Versickerungsanlagen) 30-jährliche Niederschlagsereignisse betrachtet. Eine Bemessung der Versickerungsanlagen auf ein 100-jährliches Niederschlagsereignis erfolgt nicht. Die Niederschlagswassermenge eines 100-jährlichen Ereignisses abzüglich der unterirdischen Speicheranlagen wird oberflächlich im Stadtzimmer zurückgehalten.

4.5 Einteilung in Einzugsgebiete

Wie bereits in Kapitel 4.3 thematisiert erfolgt die Bewirtschaftung des Regenwassers in drei Einzugsgebieten. Das Einzugsgebiet 1 umfasst das Rathaus der Zukunft, das Baufeld A sowie das Gebäude X1. Zusätzlich wird die zwischen den Gebäuden liegende Freifläche entwässert.

Das Einzugsgebiet 2 umfasst das Baufeld B, das Gebäude X2 und die zwischen den Gebäuden liegende Freifläche bis zum Haus der Statistik.

Das Einzugsgebiet 3 umfasst das Baufeld C, das Gebäude X3, 50 % des Hauses der Gesundheit und die zwischen den Gebäuden liegende Freifläche bis zum Haus der Statistik.

Zusätzlich werden das im Bestand entwässerte Haus der Statistik (Haus A-D) und die dazugehörigen Freiflächen, nicht in die Dimensionierung der neuen Rigolen einbezogen. Es wurde untersucht, wieviel Speichervolumen diese Rigolen bieten um anfallendes Niederschlagswasser der KOOP5 Flächen im Starkregenfall mit aufzunehmen.

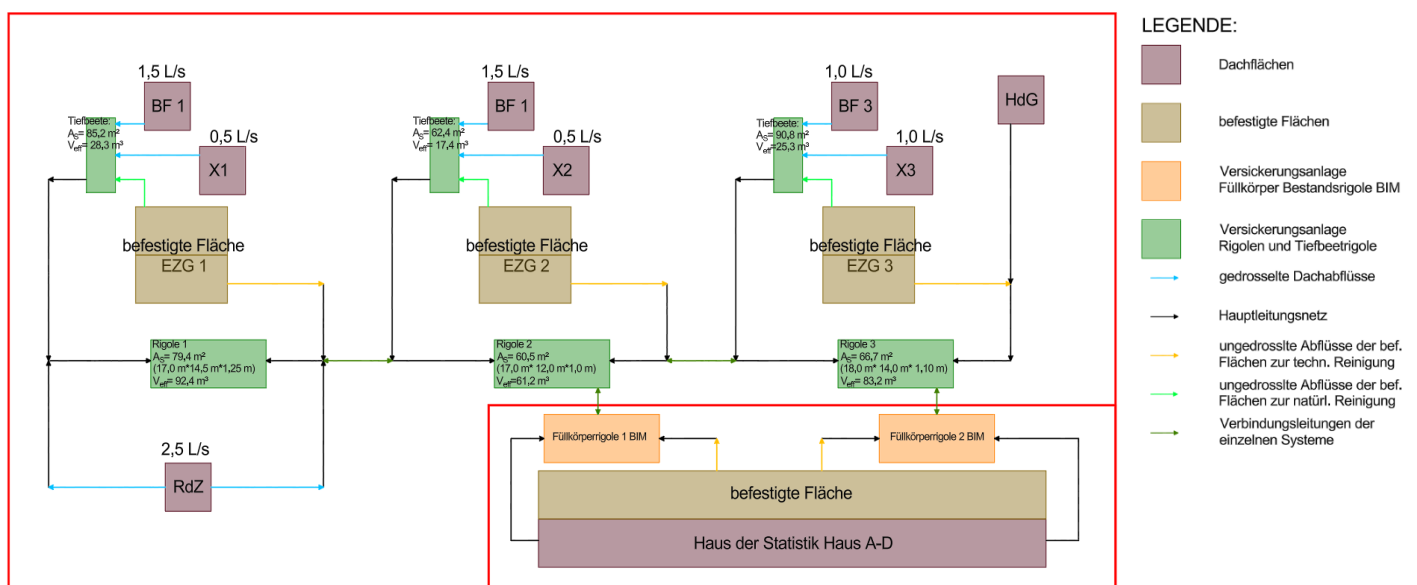


Abbildung 9: Schema zur Niederschlagswasserbewirtschaftung des gesamten Projektgebietes

Eine Übersicht nach Einzugsgebieten und die jeweiligen angeschlossenen Flächen findet sich in Tabelle 4, Plan 1.2 und Plan 1.3. Eine schematische Darstellung wird in Abbildung 9 dargestellt. Die Berechnungen der Niederschlagsabflüsse wurden mit den Abflussbeiwerten entsprechend der Tabelle 1 durchgeführt.

Tabelle 5: Flächeneinteilung und Einzugsgebiete

Einzugsgebiete	Fläche [m²]	Abflusswirksame Fläche [m²]
EZG 1	8.056	
BF A	1.542	Retentionsdach max. 1,5 l/s
X1	283	Retentionsdach max. 0,5 l/s
RdZ	2.451	Retentionsdach max. 2,5 l/s
befestigte Fläche	3.282	2.298
Grünfläche	498	50
EZG 2	4.571	
BF B	1.531	Retentionsdach max. 1,5 l/s
X2	268	Retentionsdach max. 0,5 l/s
befestigte Fläche	2.118	1.483
Grünfläche	654	65
EZG 3	5.278	
BF C	739	Retentionsdach max. 1,0 l/s
X3	800	Retentionsdach max. 1,0 l/s
HdG (50 %)	654	588
befestigte Fläche	2.681	1.876
Grünfläche	404	40
Bestand HdS	6.589	
Haus A-D	4.202	3.782
Befestigte Fläche	2.387	1.671
Summe	24.494	

4.6 Fassadenflächen

Die Berücksichtigung von *Fassadenabflüssen* bei der Planung der Regenwasserbewirtschaftung wird bei Gebäuden mit signifikanter Höhe, insbesondere im Kontext kurzer und intensiver Starkregenereignisse, zunehmend wichtig. Traditionell werden Fassadenabflüsse oft vernachlässigt oder nur marginal in die Bilanzierung des Niederschlagswassers einbezogen. Doch gerade bei Gebäuden mit großer Fassadenfläche kann das direkt von den vertikalen Oberflächen ablaufende Regenwasser bei Starkregenereignissen ein beachtliches Volumen erreichen, das nicht unerheblich zur Belastung der Entwässerungssysteme beiträgt.

Der Hauptgrund für diese detailliertere Betrachtung liegt in der Gebäudehöhe: Je höher ein Gebäude ist, desto größer ist die potenzielle Fläche, von der Wasser abfließen kann. Bei kurzen, hochintensiven Regenfällen, wie sie im Zuge des Klimawandels häufiger auftreten, sammelt sich dieses Wasser rasch und konzentriert am Fuß der Fassade. Das kann zu lokalen Überlastungen der bodennahen Entwässerungsanlagen führen, selbst wenn Dachflächen und Freianlagen entsprechend dimensioniert sind. Ein unkontrollierter Fassadenabfluss kann zu

Pfützenbildung, Rutschgefahr oder sogar zu Einträgen in tieferliegende Gebäudeteile oder Kanalisationsschächte führen, die nicht für diese zusätzlichen Wassermengen ausgelegt sind.

Für die detaillierte Berücksichtigung und Berechnung solcher Abflüsse ist die DIN 1986-100 "Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056" maßgeblich. Diese Norm regelt die Planung, Ausführung und den Betrieb von Entwässerungsanlagen und bezieht sich dabei explizit auf die europäischen Normen. Die konkrete Bemessung des abfließenden Regenwassers von Fassaden wird in der DIN EN 12056-3 (Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden – Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung) erläutert. Gemäß Abschnitt 4.3 und Tabelle 3 dieser Norm wird bei der Berücksichtigung von Windeinwirkung ein Anteil von 50 % der zur Hauptwindrichtung gewandten Wandfläche zur wirksamen Dachfläche addiert. Diese Berücksichtigung des zusätzlichen Abflusses durch die Fassade ermöglicht es, das tatsächlich anfallende Wasservolumen realitätsnäher zu erfassen und die gesamten Regenwasserbewirtschaftungsanlagen – von den Dachelementen über die Tiefbeete bis zu den Rigolen – präziser und resilienter zu planen.

Zur Berechnung der Fassadenabflüsse wurden die in Tabelle 5 ausgewiesenen Flächen herangezogen.

Tabelle 6: Größe der in die Dimensionierung einbezogenen Fassadenflächen

Einzugsgebiete	Fläche [m²]	Information
EZG 1		
BF A		Neben RdZ nicht zusätzlich herangezogen
X1		Neben RdZ nicht zusätzlich herangezogen
RdZ	2.470	2 Seitenflächen wurden zu 50 % herangezogen, zum Teil an der Otto-Braun-Straße, Abfluss ist in den Hof zu leiten
EZG 2		
BF B	1.402	2 Seitenflächen wurden zu 50 % herangezogen
X2	396	2 Seitenflächen wurden zu 50 % herangezogen
EZG 3		
BF C		Neben X3 und HdG nicht zusätzlich herangezogen
X3	785	2 Seitenflächen wurden zu 50 % herangezogen
HdG (50 %)	950	2 Seitenflächen wurden zu 50 % herangezogen
Bestand HdS		
Gebäude	2.999	Seitenflächen wurden zu 35 % herangezogen

4.7 Brauchwassernutzung

Neben der Versickerung zur Grundwasserneubildung und Entlastung der Kanalisation bietet sich Regenwasser auch hervorragend zur Brauchwassernutzung an. Dies reduziert den Verbrauch von kostbarem Trinkwasser und trägt somit maßgeblich zur Nachhaltigkeit im Projektgebiet bei. Eine effiziente Methode zur Bereitstellung von Regenwasser für Bewässerungszwecke ist die Speicherung in abgedichteten Rigolensystemen.

Im vorliegenden Konzept wird das für die Brauchwassernutzung vorgesehene Regenwasser in einem speziell konzipierten Ring einer abgedichteten Rohrrigole gesammelt. Diese Rigole ist so konzipiert und abgedichtet, dass sie das Wasser nicht an den umgebenden Boden abgibt, sondern es gezielt speichert. Die Abdichtung kann dabei durch Materialien wie Beton, Bentonit oder vakuumverdichteten Ton erfolgen, um einen vollständigen Rückhalt zu gewährleisten. Die genaue Planung der Abdichtung ist durch die Fachplaner der jeweiligen Baufelder durchzuführen. Ein Schemaschnitt liegt als Plan 2.1 den Unterlagen bei.

Sollte der Füllstand im Ring dieser Rigole die geplante Höhe übersteigen, wird das zentral in der Rigole liegende Fenster sowie die Seitenflächen der Rigole versickerungsaktiv. Dies ermöglicht eine kontrollierte Überlauf- und Versickerungsfunktion, die das System vor Überfüllung schützt und gleichzeitig überschüssiges Wasser dem Grundwasser zuführt.

Von dieser unterirdischen Speichereinheit kann das Regenwasser bei Bedarf mittels Hebeanlagen an die Oberfläche gefördert werden. Die Anbindung an eine Hebeanlage ist ebenfalls durch die Fachplaner umzusetzen. Primär ist die Nutzung als Bewässerungswasser für die Freianlagen vorgesehen. Dies umfasst die Bewässerung der Tiefbeete, Grünflächen, Baumstandorte und sonstiger Vegetationsflächen im Projektgebiet. Durch die Nutzung von Regenwasser zur Bewässerung wird der Einsatz von Trinkwasser für diesen Zweck vermieden, was nicht nur ökologisch sinnvoll ist, sondern auch zu einer Reduzierung der Betriebskosten führen kann.

4.8 Bemessung der Versickerungsanlagen

4.8.1 Einzugsgebiet 1

Das betrachtete Einzugsgebiet 1 umfasst das zukünftige Rathaus, das Baufeld A sowie das Gebäude X1, ergänzt durch die Entwässerung der dazwischenliegenden Freiflächen. Die Gesamtfläche dieses Einzugsgebiets beträgt 8.056 m². Davon entfallen 4.276 m² auf die mit Retentionsdächern ausgestatteten Neubauten und weitere 3.282 m² auf befestigte Freiflächen, für die ein mittlerer Abflussbeiwert von 0,7 angenommen wird. Die zentrale Grünfläche im Stadtzimmer, welche teilweise unterbaut ist, nimmt eine Fläche von 498 m² ein. Reine Grünflächen wurden bei der Dimensionierung der Versickerungsanlagen nicht in die Berechnung einbezogen.

Die Bemessung sämtlicher Versickerungsanlagen erfolgt nach den Vorgaben der DWA-A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wird die Dimensionierung auf ein 30-jährliches Niederschlagsereignis ausgelegt, um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Ein entscheidender Faktor bei der Bemessung der Versickerungsanlagen ist der Fassadenabfluss, insbesondere jener des geplanten Rathauses der Zukunft. Dessen Fassadenfläche von 2.470 m² wird explizit in die Dimensionierung einbezogen. Es hat sich gezeigt, dass dieser Abfluss bei kurzen, intensiven Schlagregenereignissen das erforderliche Rückhaltevolumen stark beeinflusst. Die relevante Bemessungsregenspende für die Dimensionierung der Anlagen ohne Berücksichtigung des Fassadenabflusses liegt bei 60 Minuten, während die Berücksichtigung des Fassadenabflusses eine kritische Bemessungsregenspende von nur 15 Minuten erforderlich macht. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, vertikale Flächen bei der Gesamtbilanzierung nicht zu unterschätzen.

Das Regenwasser der an die Stadtzimmer angrenzenden Hofflächen wird über freies Gefälle direkt in diese tiefer gelegenen Bereiche abgeleitet. Um eine kontrollierte und effektive Einleitung zu gewährleisten, sind die Einlaufpunkte, je nach Freianlagenplanung entweder als offene Rinnen oder über eine flächige „Schulterentwässerung“, am Rand der Stadtzimmer auszubilden. An diesen Einlaufbereichen sind die Stadtzimmer mit einer belebten Oberbodenzone zu errichten, die als natürliche Vorreinigungsanlage dient und grobe Partikel sowie Schwebstoffe zurückhält, bevor das Wasser in die darunter liegende Versickerungsrigole gelangt.

Im Gegensatz zu den anderen Baufeldern wird auf dem Grundstück des Rathauses der Zukunft (RdZ) auf Tiefbeete verzichtet. Aus diesem Grund muss der Abfluss der Freiflächen anderweitig bewirtschaftet werden. Das anfallende Niederschlagswasser gelangt daher über Hofeinfälle in das Regenwassernetz. Bevor das Wasser in die zentrale Rigole im Stadtzimmer zur Versickerung abgeleitet wird, durchläuft es eine Sedimentationsanlage, die der mechanischen Reinigung des Niederschlagsabflusses dient und grobe Partikel zurückhält. So wird sichergestellt, dass die Qualität des versickerten Wassers den Anforderungen entspricht und die Leistungsfähigkeit der unterirdischen Rigole langfristig erhalten bleibt.

Der gesamte Niederschlagsabfluss aus dem Einzugsgebiet 1 wird durch eine Kombination aus dezentralen und zentralen Versickerungsanlagen bewältigt. Das System setzt sich zusammen aus fünf Tiefbeetrigolen mit variierenden Abmessungen bis 8,00 m (Länge) x 1,50 m (Breite) x 1,15 m (Tiefe) sowie einer zentralen Rigole im Stadtzimmer mit einer Gesamtabmessung von 17,00 m x 14,50 m x 1,25 m. Die detaillierten Flächen und Volumen der Tiefbeete sind Tabelle 6 zu entnehmen.

Die versickerungsaktive Fläche der Tiefbeete ergibt sich aus ihrer Sohlfläche zuzüglich 50 % der Seitenflächen. Bei der zentralen Stadtzimmer-Rigole setzt sich die versickerungsaktive Fläche aus dem Versickerungsfenster und ebenfalls 50 % der Seitenflächen zusammen. Der herangezogene k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) des Bodens für die Versickerung beträgt $5,6 \times 10^{-5}$ m/s.

Tabelle 7: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 1

Versickerungs- anlagen	Versickerungs- wirksame Fläche [m²]	Speichervolumen [m³]
Tiefbeetrigolen		
Sohlflächen	43,80	13,14 (oberirdisch) 15,11 (unterirdisch)
Seitenflächen	41,40	
Rigole		
Sohlflächen	40,00	92,4 (unterirdisch)
Seitenflächen	39,40	
Summe		120,7

Die Dimensionierung basiert auf einer Abflussbilanz der jeweiligen 30-jährlichen Niederschlagsereignisse. Dabei ist der Versickerungsvolumenstrom direkt proportional zur versickerungswirksamen Fläche der Anlagen. Das bedeutet, die Differenz zwischen Zufluss und Abfluss bestimmt das erforderliche Speichervolumen der Anlagen: Mit einer Zunahme der versickerungswirksamen Fläche verringert sich das benötigte Speichervolumen. Um die nach DWA-A 138-1 errechneten erforderlichen Speichervolumen abzusichern, werden diese mit einem Zuschlagfaktor von 1,2 belegt. Dies führt zu resultierenden Rückhaltevolumen von 83,1 m³ ohne Fassadenabfluss und 140,80 m³ mit Berücksichtigung des Fassadenabflusses. Die genaue Aufschlüsselung der resultierenden Rückhaltevolumen ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 8: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 1

	Abfluss- volumen Freiflächen	Abflussvolumen Dachflächen (gedrosselt)	Abfluss- volumen Fassade	Gesamt- volumen	Versickerungs- volumen	Erforderliches Speicher- volumen
	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
Ohne Fassade	60 Minuten					
	88,00	14,40	0	102,40	33,18	69,23
Mit Fassade	15 Minuten					
	58,81	3,60	63,22	125,63	8,29	117,34

Die in diesem Konzept angebotene Kombination der Anlagen ermöglicht somit eine effektive und sichere Versickerung des gesamten Niederschlagswassers. Dieses System bietet zudem Modifikationsmöglichkeiten, die sich aus Parametern wie der Oberflächengestaltung, potenziellen Unterbauungen, der Flächenverfügbarkeit und weiteren technischen Faktoren, wie der maximal möglichen Anlagentiefe, ergeben. Dies gewährleistet die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Detailplanungen.

Unter Einbeziehung des Sicherheitszuschlags von 20 % ist für den Rückhalt des gesamten Niederschlagsabflusses im Einzugsgebiet 1, inklusive des Beitrags der Fassaden, ein erforderliches Rückhaltevolumen von 140,80 m³ erforderlich.

Die geplanten unterirdischen Anlagen, bestehend aus Tiefbeeten und der zentralen Rigole, bieten ein kombiniertes Speichervolumen von 120,7 m³. Da das anfallende Niederschlagsvolumen somit das Speichervolumen der unterirdischen Anlagen übersteigt, ist es erforderlich, dass überschüssige Wasser temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten. Eine detaillierte Betrachtung dieses temporären Rückhalts und des Überflutungsnachweises erfolgt im gesonderten Kapitel 5.

4.8.2 Einzugsgebiet 2

Das betrachtete Einzugsgebiet 2 umfasst das Baufeld B sowie das Gebäude X2, ergänzt durch die Entwässerung der dazwischenliegenden Freiflächen. Die Gesamtfläche dieses Einzugsgebiets beträgt 4.571 m². Davon entfallen 1.799 m² auf die mit Retentionsdächern ausgestatteten Neubauten und weitere 2.118 m² auf befestigte Freiflächen, für die ein mittlerer Abflussbeiwert von 0,7 angenommen wird. Die zentrale Grünfläche im Stadtzimmer, welche teilweise unterbaut ist, nimmt eine Fläche von 654 m² ein. Reine Grünflächen wurden bei der Dimensionierung der Versickerungsanlagen nicht in die Berechnung einbezogen.

Die Bemessung sämtlicher Versickerungsanlagen erfolgt nach den Vorgaben der DWA-A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wird die Dimensionierung auf ein 30-jährliches Niederschlagsereignis ausgelegt, um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Ein entscheidender Faktor bei der Bemessung der Versickerungsanlagen ist der Fassadenabfluss. Die Fassaden der Gebäude des BF B und X2 wurden mit einer Fläche von 1.798 m² in die Dimensionierung der Versickerungsanlagen miteinbezogen. Es hat sich gezeigt, dass dieser Abfluss bei kurzen, intensiven Schlagregenereignissen das erforderliche Rückhaltevolumen stark beeinflusst. Die relevante Bemessungsregenspende für die Dimensionierung der Anlagen ohne Berücksichtigung des Fassadenabflusses liegt bei 45 Minuten, während die Berücksichtigung des Fassadenabflusses eine kritische Bemessungsregenspende von nur 15 Minuten erforderlich macht. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, vertikale Flächen bei der Gesamtbilanzierung nicht zu unterschätzen.

Das Regenwasser der an die Stadtzimmer angrenzenden Hofflächen wird über freies Gefälle direkt in diese tiefer gelegenen Bereiche abgeleitet. Um eine kontrollierte und effektive Einleitung zu gewährleisten, sind die Einlaufpunkte, je nach Freianlagenplanung entweder als offene Rinnen oder über eine flächige „Schulterentwässerung“, am Rand der Stadtzimmer auszubilden. An diesen Einlaufbereichen sind die Stadtzimmer mit einer belebten Oberbodenzone zu errichten, die als natürliche Vorreinigungsanlage dient und grobe Partikel sowie Schwebstoffe zurückhält, bevor das Wasser in die Versickerungsanlagen gelangt.

Der gesamte Niederschlagsabfluss aus dem Einzugsgebiet 2 wird durch eine Kombination aus dezentralen und zentralen Versickerungsanlagen bewältigt. Das System setzt sich zusammen aus vier Tiefbeetrigolen mit variierenden Abmessungen bis 8,00 m (Länge) x 1,50 m (Breite) x 0,90 m (Tiefe) sowie einer zentralen Rigole im Stadtzimmer mit einer Gesamtabmessung von 17,00 m x 12,00 m x 1,00 m. Die detaillierten Flächen und Volumen der Tiefbeete sind Tabelle 8 zu entnehmen.

Die versickerungsaktive Fläche der Tiefbeete ergibt sich aus ihrer Sohlfläche zuzüglich 50 % der Seitenflächen. Bei der zentralen Stadtzimmer-Rigole setzt sich die versickerungsaktive Fläche aus dem Versickerungsfenster und ebenfalls 50 % der Seitenflächen zusammen. Der herangezogene k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) des Bodens für die Versickerung beträgt $5,6 \times 10^{-5}$ m/s.

Tabelle 9: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 2

Versickerungs- anlagen	Versickerungs- wirksame Fläche [m²]	Speichervolumen [m³]
Tiefbeetrigolen		
Sohlflächen	30,54	9,16 (oberirdisch) 8,25 (unterirdisch)
Seitenflächen	31,86	
Rigole		
Sohlflächen	31,50	61,20 (unterirdisch)
Seitenflächen	29,00	
Summe		78,61

Die Dimensionierung basiert auf einer Abflussbilanz der jeweiligen 30-jährlichen Niederschlagsereignisse. Dabei ist der Versickerungsvolumenstrom direkt proportional zur versickerungswirksamen Fläche der Anlagen. Das bedeutet, die Differenz zwischen Zufluss und Abfluss bestimmt das erforderliche Speichervolumen der Anlagen: Mit einer Zunahme der versickerungswirksamen Fläche verringert sich das benötigte Speichervolumen. Um die nach DWA-A 138-1 errechneten erforderlichen Speichervolumen abzusichern, werden diese mit einem Zuschlagfaktor von 1,2 belegt. Dies führt zu resultierenden Rückhaltevolumen von 47,35 m³ ohne Fassadenabfluss und 95,51 m³ mit Berücksichtigung des Fassadenabflusses. Die genaue Aufschlüsselung der resultierenden Rückhaltevolumen ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 10: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 2

	Abfluss- volumen Freiflächen [m³]	Abflussvolumen Dachflächen (gedrosselt) [m³]	Abfluss- volumen Fassade [m³]	Gesamt- volumen [m³]	Versickerungs- volumen [m³]	Erforderliches Speicher- volumen [m³]
Ohne Fassade	45 Minuten					
	52,64	5,40	0	58,04	24,78	39,46
Mit Fassade	15 Minuten					
	37,95	1,80	46,03	85,78	8,26	79,59

Die in diesem Konzept angebotene Kombination der Anlagen ermöglicht somit eine effektive und sichere Versickerung des gesamten Niederschlagswassers. Dieses System bietet zudem Modifikationsmöglichkeiten, die sich aus Parametern wie der Oberflächengestaltung, potenziellen Unterbauungen, der Flächenverfügbarkeit und weiteren technischen Faktoren, wie der maximal möglichen Anlagentiefe, ergeben. Dies gewährleistet die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Detailplanungen.

Unter Einbeziehung des Sicherheitszuschlags von 20 % ist für den Rückhalt des gesamten Niederschlagsabflusses im Einzugsgebiet 2, inklusive des Beitrags der Fassaden, ein erforderliches Rückhaltevolumen von 95,51 m³ erforderlich.

Die geplanten unterirdischen Anlagen, bestehend aus Tiefbeeten und der zentralen Rigole, bieten ein kombiniertes Speichervolumen von 78,61 m³. Da das anfallende Niederschlagsvolumen somit das Speichervolumen der unterirdischen Anlagen übersteigt, ist es erforderlich, dass überschüssige Wasser temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten. Eine detaillierte Betrachtung dieses temporären Rückhalts und des Überflutungsnachweises erfolgt im gesonderten Kapitel 5.

4.8.3 Einzugsgebiet 3

Das betrachtete Einzugsgebiet 3 umfasst das Baufeld C sowie das Gebäude X3, 50 % der Dachfläche des Haus der Gesundheit (HdG) ergänzt durch die Entwässerung der dazwischenliegenden Freiflächen. Die Gesamtfläche dieses Einzugsgebiets beträgt 5.278 m². Davon entfallen 1.539 m² auf die mit Retentionsdächern ausgestatteten Neubauten, 654 m² auf das Bestandsgebäude (HdG) und weitere 2.681 m² auf befestigte Freiflächen, für die ein mittlerer Abflussbeiwert von 0,7 angenommen wird. Die zentrale Grünfläche im Stadtzimmer nimmt eine Fläche von 404 m² ein. Reine Grünflächen wurden bei der Dimensionierung der Versickerungsanlagen nicht in die Berechnung einbezogen.

Die Bemessung sämtlicher Versickerungsanlagen erfolgt nach den Vorgaben der DWA-A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wird die Dimensionierung auf ein 30-jährliches Niederschlagsereignis ausgelegt, um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Ein entscheidender Faktor bei der Bemessung der Versickerungsanlagen ist der Fassadenabfluss. Die Fassaden der Gebäude des X3 und HdG wurden mit einer Fläche von 1.735 m² in die Dimensionierung der Versickerungsanlagen miteinbezogen. Es hat sich gezeigt, dass dieser Abfluss bei kurzen, intensiven Schlagregenereignissen das erforderliche Rückhaltevolumen stark beeinflusst. Die relevante Bemessungsregenspende für die Dimensionierung der Anlagen ohne Berücksichtigung des Fassadenabflusses liegt bei 45 Minuten, während die Berücksichtigung des Fassadenabflusses eine kritische Bemessungsregenspende von nur 15 Minuten erforderlich macht. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, vertikale Flächen bei der Gesamtbilanzierung nicht zu unterschätzen.

Das Regenwasser der an die Stadtzimmer angrenzenden Hofflächen wird über freies Gefälle direkt in diese tiefer gelegenen Bereiche abgeleitet. Um eine kontrollierte und effektive Einleitung zu gewährleisten, sind die Einlaufpunkte, je nach Freianlagenplanung entweder als offene Rinnen oder über eine flächige „Schulterentwässerung“, am Rand der Stadtzimmer auszubilden. An diesen Einlaufbereichen sind die Stadtzimmer mit einer belebten Oberbodenzone zu errichten, die als natürliche Vorreinigungsanlage dient und grobe Partikel sowie Schwebstoffe zurückhält, bevor das Wasser in die Versickerungsanlagen gelangt.

Der gesamte Niederschlagsabfluss aus dem Einzugsgebiet 3 wird durch eine Kombination aus dezentralen und zentralen Versickerungsanlagen bewältigt. Das System setzt sich zusammen aus fünf Tiefbeetrigolen mit variierenden Abmessungen bis 8,00 m (Länge) x 1,50 m (Breite) x 1,15 m (Tiefe) sowie einer zentralen Rigole im Stadtzimmer mit einer Gesamtabmessung von 18,00 m x 14,00 m x 1,10 m. Die detaillierten Flächen und Volumen der Tiefbeete sind Tabelle 10 zu entnehmen.

Die versickerungsaktive Fläche der Tiefbeete ergibt sich aus ihrer Sohlfläche zuzüglich 50 % der Seitenflächen. Bei der zentralen Stadtzimmer-Rigole setzt sich die versickerungsaktive Fläche aus dem Versickerungsfenster und ebenfalls 50 % der Seitenflächen zusammen. Der herangezogene k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) des Bodens für die Versickerung beträgt $5,6 \times 10^{-5}$ m/s.

Tabelle 11: Summe der versickerungswirksamen Fläche und Speichervolumen der Versickerungsanlagen im EZG 3

Versickerungs- anlagen	Versickerungs- wirksame Fläche [m²]	Speichervolumen [m³]
Tiefbeetrigolen		
Sohlflächen	39,18	11,75 (oberirdisch) 13,52 (unterirdisch)
Seitenflächen	51,64	
Rigole		
Sohlflächen	31,50	83,16 (unterirdisch)
Seitenflächen	35,20	
Summe		108,43

Die Dimensionierung basiert auf einer Abflussbilanz der jeweiligen 30-jährlichen Niederschlagsereignisse. Dabei ist der Versickerungsvolumenstrom direkt proportional zur versickerungswirksamen Fläche der Anlagen. Das bedeutet, die Differenz zwischen Zufluss und Abfluss bestimmt das erforderliche Speichervolumen der Anlagen: Mit einer Zunahme der versickerungswirksamen Fläche verringert sich das benötigte Speichervolumen. Um die nach DWA-A 138-1 errechneten erforderlichen Speichervolumen abzusichern, werden diese mit einem Zuschlagfaktor von 1,2 belegt. Dies führt zu resultierenden Rückhaltevolumen von 83,82 m³ ohne Fassadenabfluss und 121,63 m³ mit Berücksichtigung des Fassadenabflusses. Die genaue Aufschlüsselung der resultierenden Rückhaltevolumen ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 12: Kalkulation zur Bestimmung des erforderlichen Speichervolumens EZG 3

	Abfluss- volumen Freifläche n [m³]	Abflussvolumen Dachflächen (gedrosselt) [m³]	Abfluss- volumen HdG [m³]	Abfluss- volumen Fassade [m³]	Gesamt- volumen [m³]	Versickerungs- volumen [m³]	Erforderliches Speicher- volumen [m³]
Ohne Fassade		60 Minuten					
	71,87	7,20	22,53	0	101,60	31,76	69,85
Mit Fassade		15 Minuten					
	48,03	1,80	15,05	44,41	109,30	7,94	101,36

Die in diesem Konzept angebotene Kombination der Anlagen ermöglicht somit eine effektive und sichere Versickerung des gesamten Niederschlagswassers. Dieses System bietet zudem Modifikationsmöglichkeiten, die sich aus Parametern wie der Oberflächengestaltung, potenziellen Unterbauungen, der Flächenverfügbarkeit und weiteren technischen Faktoren, wie der maximal möglichen Anlagentiefe, ergeben. Dies gewährleistet die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Detailplanungen.

Unter Einbeziehung des Sicherheitszuschlags von 20 % ist für den Rückhalt des gesamten Niederschlagsabflusses im Einzugsgebiet 3, inklusive des Beitrags der Fassaden, ein erforderliches Rückhaltevolumen von 121,63 m³ erforderlich.

Die geplanten unterirdischen Anlagen, bestehend aus Tiefbeeten und der zentralen Rigole, bieten ein kombiniertes Speichervolumen von 108,43 m³. Da das anfallende Niederschlagsvolumen somit das Speichervolumen der unterirdischen Anlagen übersteigt, ist es erforderlich, dass überschüssige Wasser temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten. Eine detaillierte Betrachtung dieses temporären Rückhalts und des Überflutungsnachweises erfolgt im gesonderten Kapitel 5.

4.8.4 Bestand HdS

Gemäß der Ausführungsplanung für die Entwässerung des Hauses der Statistik (HdS) wurden für die Regenwasserbewirtschaftung der Bestandsgebäude folgende Flächen herangezogen: eine Freifläche von 2.656 m² (Abweichung: einbezogene Fläche 2.387 m²), eine Dachfläche von 4.198 m² sowie eine Fassadenfläche von 2.999 m².

Die Entwässerung dieser Flächen erfolgt über ein System aus zwei Füllkörperrigolen aus Kunststoff. Die erste Rigole hat eine Abmessung von 19,20 m Länge x 8,00 m Breite x 1,98 m Höhe, während die zweite Rigole 24,80 m Länge x 3,20 m Breite x 1,98 m Höhe misst. Die beiden Rigolen bieten zusammen eine versickerungswirksame Gesamtfläche von 232,96 m² und ein kombiniertes Speichervolumen von 438,2 m³. Aufgrund der Nähe zum Gebäude wurden die Rigolen an den Seiten abgedichtet, sodass nur die Sohlfläche der Anlage versickerungswirksam ist.

Dieses System wurde so dimensioniert, dass es den gesamten Niederschlagsabfluss eines 30-jährlichen Ereignisses sicher speichern und versickern kann. Dabei wurde ein Abflussbeiwert von 1,0 für alle Flächen berücksichtigt, um die Bemessung unter konservativen Annahmen durchzuführen. Das erforderliche Rückhaltevolumen für dieses Ereignis liegt bei 425,30 m³, während die beiden Rigolen zusammen ein Speichervolumen von 438,20 m³ bieten und somit ausreichend Kapazität aufweisen. Hier wurde neben den Dach- und Freiflächen auch der Abfluss der Fassadenflächen aller Dauerstufen betrachtet.

Nach einer detaillierten Überprüfung der tatsächlich an die Rigolen angeschlossenen Flächen an den Bestandsrigolen wurde festgestellt, dass der Umfang der Realisierung deutlich hinter den ursprünglichen Planungsannahmen zurückbleibt. Um das ungenutzte Speichervolumen der Bestandsanlagen dennoch effektiv in das Gesamtkonzept zu integrieren und aufwendige Einzelanschlüsse zu vermeiden, wird das bestehende Entwässerungssystem hydraulisch an das neue Gesamtsystem gekoppelt. Diese Systemintegration garantiert, dass die vorhandenen Rückhaltekapazitäten im Starkregenfall als Puffer für das gesamte Areal zur Verfügung stehen und vollumfänglich ausgenutzt werden können. Die bauliche Verbindung erfolgt über Kontrollschächte der Teilsysteme, wobei der Wasserfluss erst nach Erreichen einer spezifischen Höhenschwelle im Sinne eines Überlaufprinzips einsetzt. Hierbei wird eine Rohrüberdeckung von vorzugsweise **80 cm** angestrebt, um eine technisch sinnvolle Einbindung in das vorhandene Leitungsnetz sicherzustellen und die Gesamteffizienz der Regenwasserbewirtschaftung nachhaltig zu maximieren.

Das Gesamtkonzept stellt in jedem Fall sicher, dass das gesamte Niederschlagswasser eines 30-jährigen Ereignisses innerhalb des Projektgebiets zurückgehalten und bewirtschaftet wird.

4.9 Aushub für die Rigolen

Aufgrund der Auffüllungen im Bereich der Versickerungsanlagen und der Versickerungswege im Untergrund, die nicht nur in senkrechter Richtung verlaufen, sondern auch horizontal wirken, ist es erforderlich, die Baugruben der Rigolen großzügiger auszuheben und die Auffüllungen mit geeigneten Boden auszutauschen.

Dieser zusätzliche Aushub variiert je nach Standort der Versickerungsanlage, da auch die Mächtigkeit der Auffüllungshorizonte stark schwankt.

Die Rigolen werden als Rohrrigolen mit Sandschüttung ausgeführt. Der Speicherkoeffizient dieser Rigolen beträgt 0,30, was bedeutet, dass sie 30 % ihres eigenen Volumens an Wasser speichern können.

4.10 Zusammenfassung zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen

Im Folgenden werden die zuvor errechneten Rückhaltevolumen tabellarisch aufgelistet.

Tabelle 13: Zusammenfassung zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen (30a)

Einzugs- gebiet	Dauer- stufe	Abfluss- volumen	Sicker- volumen	Erforderliches Rückhalte- volumen	geplantes Speicher- volumen
	[h]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
EZG 1	0,25	125,63	8,29	140,80	120,69
EZG 2	0,25	86,07	8,26	95,51	78,61
EZG 3	0,25	108,26	9,81	121,63	108,43
HdS	2,00	448,35	93,93	425,30	438,20

Im erforderlichen Rückhaltevolumen ist der Zuschlagsfaktor von 1,2 bereits berücksichtigt.

Im Kapitel 4.8 wird erläutert warum das geplante Speichervolumen nicht dem erforderlichen Speichervolumen entspricht.

4.11 Vergleich der Konzept IPS und IBK

Ingenieurgesellschaft Sieker	Ingenieurbüro Kraft
abflusslose Versickerung des gesamten Regenwassers	abflusslose Versickerung des gesamten Regenwassers
Versickerung über Tiefbeete Speicherung in Rigole	Versickerung über Tiefbeete und Rigole
Absenkung Innenhof um 30 cm	Absenkung Innenhof um 20 cm
Rigolenkörper aus Kies	Rigolenkörper aus Kies oder Sand
Innenhof Rigole zum Teil als Baumrigole	Innenhof Planung je nach Baufeld variabel, wenn Bäume in dem Bereich vorgesehen werden, dann Baumrigole möglich
Dichtung der Kiesrigole als Wasserreservoir für die Bäume	Teilweise Dichtung der Rigole als Wasserreservoir für die Bäume oder zur Brauchwassernutzung
Annahme von Retentionsdächern für die Neubauten auf 100 jährliches Niederschlagsereignis	Annahme von Retentionsdächern für die Neubauten auf 30 jährliches Niederschlagsereignis
Retentionsdächer Annahme BF A/B/C 70 % Dachbegrünung und Retention BF A: 82 m³ BF B: 83 m³ BF C: 77 m³	Retentionsdächer Annahme BF A/B/C 65 % Dachbegrünung und Retention BF A: 60 m³ BF B: 60 m³ BF C: 29 m³
Retentionsdächer Annahme EH Gebäude 70 % Dachbegrünung und Retention EH A: 15 m³ EH B: 15 m³	Retentionsdächer Annahme X Gebäude 65 % Dachbegrünung und Retention X1: 11 m³ X2: 10 m³ X3: 30 m³
Retentionsdächer Annahme BF D Gebäude 70 % Dachbegrünung und Retention BF D: 123 m³	Retentionsdächer Annahme X Gebäude 65 % Dachbegrünung und Retention RdZ: 96 m³
Drosselvolumenströme der Dächer BF A: 4,0 l/s BF B: 3,0 l/s BF C: 3,0 l/s EH A: 0,5 l/s EH B: 0,5 l/s BF D: 4,5 l/s	Drosselvolumenströme der Dächer BF A: 1,5 l/s BF B: 1,5 l/s BF C: 1,0 l/s X1: 0,5 l/s X2: 0,5 l/s X3: 1,0 l/s RdZ: 2,5 l/s
Ableitung des Dachabflusses in Tiefbeete oder direkt in Innenhof Grünfläche	Ableitung des Dachabflusses wenn möglich in Tiefbeete, andernfalls über Muldenrinnen Ablauf und Reinigung über Teleskopfilterschächte
Freiflächenabfluss vollständige Vorreinigung über technische Anlagen	Freiflächenabfluss wenn möglich über belebte Bodenzone von Tiefbeeten vorgereinigt andernfalls über technische Anlagen
Keine Angabe der versickerungswirksamen Flächen	Berechnung der versickerungswirksamen Flächen der Tiefbeete und Innenhof Rigolen
Innenhof Rigole als Regelentwässerung	Innenhof Rigole als multifunktionale Fläche im Überflutungsfall, geringe Anteile als Versickerungsfläche der umliegenden befestigten Flächen
Keine Betrachtung des Fassadenabflusses	Betrachtung des Fassadenabflusses bis 15 Minuten
Fläche und Speichervolumen der Innenhof Rigolen Innenhof 1: 496,0 m²; 1,0 m hoch; 173,6 m³ Innenhof 2: 660,0 m²; 1,0 m hoch; 231,0 m³ Innenhof 3: 660,0 m²; 1,0 m hoch; 231,0 m³	Fläche und Speichervolumen der Innenhof Rigolen Innenhof 1: 246,5 m²; 1,25 m hoch; 92,44 m³ Innenhof 2: 204,0 m²; 1,00 m hoch; 61,20 m³ Innenhof 3: 252,0 m²; 1,10 m hoch; 83,16 m³

5 ÜBERFLUTUNGSNACHWEIS

Im Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 bzw. DWA-A 138 ist nachzuweisen, dass die Regenspende eines 100-jährlichen Regenereignisses schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten werden kann. Die dafür relevanten abflusswirksamen Flächen errechnen sich aus allen befestigten Flächen des Grundstücks. In der folgenden Gleichung wird die Berechnungsmethode des Versickerungsnachweises nach DWA-A 138 dargestellt.

$$V_{\text{Rück}} = \left(\frac{r_{D(30)} \cdot (\sum_{i=1}^n (A_{E,b,a} \cdot C_s) + A_{VA})}{10000} - (Q_s + Q_{Dr}) \right) \cdot \frac{D \cdot 60}{1000} - V_{VA} \geq 0$$

$V_{\text{Rück}}$	m ³	zurückzuhaltende Regenwassermenge im Rahmen des Überflutungsnachweises
C_s	-	Spitzenabflussbeiwert, Abflussbeiwert 1,0
D	min	Dauer des Bemessungsregens
$r_{D(30)}$	l/(s·ha)	Regenspende für die Dauer D und Wiederkehrzeit $T_n = 100$ Jahre
$A_{E,b,a}$	m ²	befestigte, angeschlossene Fläche im Einzugsgebiet
A_{VA}	m ²	überregnete Fläche einer oberirdischen Versickerungsanlage
Q_s	l/s	Versickerungsleistung
Q_{Dr}	l/s	mittlerer Drosselabfluss
V_{VA}	m ³	Summe aus Speichervolumen der Versickerungsanlage und sonstigen Speichern

Der Überflutungsnachweis wird für jedes Einzugsgebiet separat geführt. Dabei erfolgt die Betrachtung sowohl für den 30-jährlichen als auch für den 100-jährlichen Bemessungsniederschlag, um nachzuweisen, dass alle Niederschläge schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten werden können. Zur Ermittlung des Abflussvolumens werden alle Flächen des Grundstücks in vollem Umfang, also mit dem Abflussbeiwert 1,0, einbezogen.

5.1.1 Einzugsgebiet 1

Der Überflutungsnachweis dient dazu, die Funktionssicherheit und Resilienz des geplanten Regenwasserbewirtschaftungskonzepts auch bei extremen Niederschlagsereignissen zu belegen. Für das Einzugsgebiet 1 werden dafür alle abflusswirksamen Flächen herangezogen, die bereits für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen berücksichtigt wurden. Dies umfasst den gesamten Abfluss der Dachflächen, der befestigten Freiflächen sowie den der Fassadenflächen, deren genaue Werte der Tabelle 4 zu entnehmen sind.

Die Grundlage des Nachweises ist die Abflussbilanz des Einzugsgebiets, die das Zusammenspiel von Zufluss, Speicherung und Versickerung bewertet. Für die Entlastung wird zum einen der Versickerungsvolumenstrom aller geplanten Anlagen herangezogen, welcher aus den Tiefbeeten und der zentralen Rigole im Stadtzimmer resultiert und bei 9,22 l/s liegt. Zum anderen wird das gesamte Speichervolumen der unterirdischen Anlagen sowie der Retentionsdächer berücksichtigt. Das Speichervolumen aller unterirdischen Anlagen liegt 121 m³ (siehe Tabelle 6), das Volumen der Retentionsdächer bei 166 m³.

Bei einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis werden die Drosselvolumenströme der Retentionsdächer betrachtet, da die Dächer auf dieses Ereignis ausgelegt sind und das Wasser kontrolliert abgeben. Für den Überflutungsnachweis ist hier, analog zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen das 15-minütige Ereignis maßgeblich.

Bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis hingegen wird von einer Aktivierung der Notentwässerung ausgegangen. In diesem Fall wird der volle Abfluss der Dachflächen berücksichtigt, da der Niederschlag die Speicherkapazität der Retentionsdächer überschreitet und über die Notüberläufe auf die Freiflächen geleitet wird. Für dieses Extremereignis ist der 3-stündige Niederschlag maßgeblich.

Durch die Bilanzierung dieser Volumenströme und Speicherkapazitäten wird ermittelt, wie viel zusätzliches Wasservolumen im Falle eines Extremereignisses temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten werden muss. Die maximale Einstauhöhe in dieser Fläche beträgt dabei 20 cm, um die Nutzbarkeit des Raumes zu gewährleisten und eine Gefährdung zu vermeiden. Das Ergebnis des Überflutungsnachweises bestätigt, dass das integrierte Regenwasserbewirtschaftungskonzept auch bei sehr seltenen Starkregenereignissen eine sichere Entwässerung des Einzugsgebiets ermöglicht, ohne dass es zu einer Überschwemmung von Gebäudeteilen kommt.

Die Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt nach der Abflussbilanzmethode.

Berechnung für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis: (15 Minuten)

Abfluss befestigte Freiflächen:	84 m ³
Abfluss gedrosselte Dachfläche:	4 m ³
Abfluss Fassade:	63 m ³
Summe aller Abflüsse:	151 m³
Versickerung:	8 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	143 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 7)	121 m ³
Differenz	22 m³

Für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 22 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 498 m² entspricht das einem Einstau von rund 4,4 cm.

Berechnung für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis: (3 Stunden)

Abfluss befestigte Freiflächen:	210 m ³
Abfluss Dachflächen ohne Drosselung mit Notentwässerung:	273 m ³
Abfluss Fassade:	0 m ³
Summe aller Abflüsse:	483 m³
Versickerung:	100 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	384 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 7)	121 m ³
Rückhaltevolumen Retentionsdach	166 m ³
Differenz	97 m³

Für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 97 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 498 m² entspricht das einem Einstau von rund 19 cm.

Die genaue Berechnung zum Überflutungsnachweis wird als Anlage 5 angehängen.

5.1.2 Einzugsgebiet 2

Für das Einzugsgebiet 2 werden dafür alle abflusswirksamen Flächen herangezogen, die bereits für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen berücksichtigt wurden. Dies umfasst den gesamten Abfluss der Dachflächen, der befestigten Freiflächen sowie den der Fassadenflächen, deren genaue Werte der Tabelle 4 zu entnehmen sind.

Die Grundlage des Nachweises ist die Abflussbilanz des Einzugsgebiets, die das Zusammenspiel von Zufluss, Speicherung und Versickerung bewertet. Für die Entlastung wird zum einen der Versickerungsvolumenstrom aller geplanten Anlagen herangezogen, welcher aus den Tiefbeeten und der zentralen Rigole im Stadtzimmer resultiert und bei 6,88 l/s liegt. Zum anderen wird das gesamte Speichervolumen der unterirdischen Anlagen sowie der Retentionsdächer berücksichtigt. Das Speichervolumen aller unterirdischen Anlagen liegt 79 m³ (siehe Tabelle 8), das Volumen der Retentionsdächer bei 70 m³.

Bei einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis werden die Drosselvolumenströme der Retentionsdächer betrachtet, da die Dächer auf dieses Ereignis ausgelegt sind und das Wasser kontrolliert abgeben. Für den Überflutungsnachweis ist hier, analog zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen das 15-minütige Ereignis maßgeblich.

Bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis hingegen wird von einer Aktivierung der Notentwässerung ausgegangen. In diesem Fall wird der volle Abfluss der Dachflächen berücksichtigt, da der Niederschlag die Speicherkapazität der Retentionsdächer überschreitet und über die Notüberläufe auf die Freiflächen geleitet wird. Für dieses Extremereignis ist der 15-minütige als auch der 2-stündige Niederschlag ähnlich maßgeblich.

Durch die Bilanzierung dieser Volumenströme und Speicherkapazitäten wird ermittelt, wie viel zusätzliches Wasservolumen im Falle eines Extremereignisses temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten werden muss. Die maximale Einstauhöhe in dieser Fläche beträgt dabei 20 cm, um die Nutzbarkeit des Raumes zu gewährleisten und eine Gefährdung zu vermeiden. Das Ergebnis des Überflutungsnachweises bestätigt, dass das integrierte Regenwasserbewirtschaftungskonzept auch bei sehr seltenen Starkregenereignissen eine sichere Entwässerung des Einzugsgebiets ermöglicht, ohne dass es zu einer Überschwemmung von Gebäudeteilen kommt.

Die Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt nach der Abflussbilanzmethode.

Berechnung für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis: (15 Minuten)

Abfluss befestigte Freiflächen:	54 m ³
Abfluss gedrosselte Dachfläche:	2 m ³
Abfluss Fassade:	46 m ³
Summe aller Abflüsse:	102 m³
Versickerung:	6 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	96 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 9)	78 m ³
Differenz	17 m³

Für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 17 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 654 m² entspricht das einem Einstau von rund 2,6 cm.

Berechnung für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis: (2 Stunden)

Abfluss befestigte Freiflächen:	123 m ³
Abfluss Dachflächen ohne Drosselung mit Notentwässerung:	105 m ³
Abfluss Fassade:	0 m ³
Summe aller Abflüsse:	228 m³
Versickerung:	50 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	178 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 9)	79 m ³
Rückhaltevolumen Retentionsdach	70 m ³
Differenz	30 m³

Für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 30 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 654 m² entspricht das einem Einstau von rund 4,6 cm.

Die genaue Berechnung zum Überflutungsnachweis wird als Anlage 5 angehängen.

5.1.3 Einzugsgebiet 3

Für das Einzugsgebiet 3 werden dafür alle abflusswirksamen Flächen herangezogen, die bereits für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen berücksichtigt wurden. Dies umfasst den gesamten Abfluss der Dachflächen, der befestigten Freiflächen sowie den der Fassadenflächen, deren genaue Werte der Tabelle 4 zu entnehmen sind.

Die Grundlage des Nachweises ist die Abflussbilanz des Einzugsgebiets, die das Zusammenspiel von Zufluss, Speicherung und Versickerung bewertet. Für die Entlastung wird zum einen der Versickerungsvolumenstrom aller geplanten Anlagen herangezogen, welcher aus den Tiefbeeten und der zentralen Rigole im Stadtzimmer resultiert und bei 8,82 l/s liegt. Zum anderen wird das gesamte Speichervolumen der unterirdischen Anlagen sowie der Retentionsdächer berücksichtigt. Das Speichervolumen aller unterirdischen Anlagen liegt 108 m³ (siehe Tabelle 10), das Volumen der Retentionsdächer bei 59 m³.

Bei einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis werden die Drosselvolumenströme der Retentionsdächer betrachtet, da die Dächer auf dieses Ereignis ausgelegt sind und das Wasser kontrolliert abgeben. Für den Überflutungsnachweis ist hier, analog zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen das 15-minütige Ereignis maßgeblich.

Bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis hingegen wird von einer Aktivierung der Notentwässerung ausgegangen. In diesem Fall wird der volle Abfluss der Dachflächen berücksichtigt, da der Niederschlag die Speicherkapazität der Retentionsdächer überschreitet und über die Notüberläufe auf die Freiflächen geleitet wird. Für dieses Extremereignis ist der 15-minütige als auch der 2-stündige Niederschlag ähnlich maßgeblich.

Durch die Bilanzierung dieser Volumenströme und Speicherkapazitäten wird ermittelt, wie viel zusätzliches Wasservolumen im Falle eines Extremereignisses temporär in der tiefer gelegten Freifläche des Stadtzimmers zurückgehalten werden muss. Die maximale Einstauhöhe in dieser Fläche beträgt dabei 20 cm, um die Nutzbarkeit des Raumes zu gewährleisten und eine Gefährdung zu vermeiden. Das Ergebnis des Überflutungsnachweises bestätigt, dass das integrierte Regenwasserbewirtschaftungskonzept auch bei sehr seltenen Starkregenereignissen eine sichere Entwässerung des Einzugsgebiets ermöglicht, ohne dass es zu einer Überschwemmung von Gebäudeteilen kommt.

Die Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt nach der Abflussbilanzmethode.

Berechnung für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis: (15 Minuten)

Abfluss befestigte Freiflächen:	69 m ³
Abfluss gedrosselte Dachfläche:	2 m ³
Abfluss ungedrosselte Dachfläche:	17 m ³
Abfluss Fassade:	44 m ³
Summe aller Abflüsse:	132 m³
Versickerung:	8 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	124 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 11)	108 m ³
Differenz	16 m³

Für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 16 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 404 m² entspricht das einem Einstau von rund 4,0 cm.

Berechnung für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis: (2 Stunden)

Abfluss befestigte Freiflächen:	156 m ³
Abfluss Dachflächen ohne Drosselung mit Notentwässerung:	127 m ³
Abfluss Fassade:	0 m ³
Summe aller Abflüsse:	283 m³
Versickerung:	64 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	220 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen (Tabelle 11)	108 m ³
Rückhaltevolumen Retentionsdach	59 m ³
Differenz	53 m³

Für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis sind neben den bestehenden Versickerungsanlagen weitere 53 m³ Wasser zurückzuhalten. Bei einer einstaubaren Fläche im Stadtzimmer von 404 m² entspricht das einem Einstau von rund 13,1 cm.

Die genaue Berechnung zum Überflutungsnachweis wird als Anlage 5 angehängen.

5.1.4 Betrachtung des Gesamtprojektgebietes

Um die Resilienz des gesamten Regenwasserbewirtschaftungskonzepts zu belegen, wird ein umfassender Überflutungsnachweis für das gesamte Projektgebiet durchgeführt. Dieser Nachweis berücksichtigt die abflusswirksamen Flächen aller Einzugsgebiete sowie die bereits bestehenden Anlagen im Bereich des Hauses der Statistik (HdS).

Die Grundlage des Nachweises ist eine detaillierte Abflussbilanz für das gesamte Areal. Sie bewertet das Zusammenspiel von Zufluss, Speicherung und Versickerung unter Extrembedingungen. Dabei werden alle abflusswirksamen Flächen – von Dächern über Freiflächen bis zu Fassaden – in die Berechnungen einbezogen.

Bei einem 30-jährlichen Niederschlagsereignis werden für die neuen Gebäude die Drosselvolumenströme der Retentionsdächer herangezogen, da diese Systeme auf die Bewältigung dieses Ereignisses ausgelegt sind. Für die Bestandsgebäude des Hauses der Statistik (HdS) und des Hauses der Gesundheit (HdG) wird hingegen ein direkter Abfluss angenommen. Für diesen Nachweis ist das 15-minütige Regenereignis maßgeblich.

Bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis wird für alle Gebäude der volle Abfluss als Direktabfluss betrachtet, da die Notentwässerung aktiviert wird und die Retentionsfunktion der Dächer ihre Kapazitätsgrenze überschreitet. Für dieses Extremereignis ist der 2-stündige Niederschlag entscheidend.

Die Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt nach der Abflussbilanzmethode.

Berechnung für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis: (15 Minuten)

Abfluss befestigte Freiflächen:	268 m³
Abfluss gedrosselte Dachfläche:	7 m³
Abfluss ungedrosselte Dachfläche:	124 m³
Abfluss Fassade:	230 m³
Summe aller Abflüsse:	630 m³
Versickerung:	34 m³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	596 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 1	121 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 2	78 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 3	108 m³
Verfügbares Rückhaltevolumen HdS	438 m³
Differenz	-150 m³

Berechnung für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis: (2 Stunden)

Abfluss befestigte Freiflächen:	608 m ³
Abfluss Dachflächen ohne Drosselung mit Notentwässerung:	724 m ³
Abfluss Fassade:	0 m ³
Summe aller Abflüsse:	1.333 m³
Versickerung:	273 m ³
Erforderliches Speichervolumen nach Überflutungsnachweis	1.059 m³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 1	121 m ³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 2	78 m ³
Verfügbare Rückhaltevolumen EZG 3	108 m ³
Verfügbares Rückhaltevolumen HdS	438 m ³
Rückhaltevolumen Retentionsdach	295 m ³
Differenz	18 m³

Die Bilanzierung zeigt, dass keine weiteren oberirdischen Rückhalteräume für ein 30-jährliches Niederschlagsereignis erforderlich sind. Es steht ein zusätzliches Speichervolumen von ca. 150 m³ unterirdisch zur Verfügung, was maßgeblich auf die großzügige Bemessung der Füllkörperrigolen des Hauses der Statistik (HdS) zurückzuführen ist.

Diese Großzügigkeit ist auf die ursprüngliche Bemessung zurückzuführen, bei der der Fassadenabfluss vorsorglich über alle Dauerstufen hinweg berücksichtigt wurde, was das errechnete erforderliche Speichervolumen stark beeinflusste. Eine verfeinerte, hydraulisch optimierte Betrachtung zeigt jedoch, dass die Betrachtung eines 15 Minuten andauernden Schlagregens statistisch ausreichend ist.

Im Falle eines 100-jährlichen Regenereignisses ist ein temporärer Rückhalt in den Freiflächen erforderlich: Hier müssen 18 m³ Wasservolumen in den tiefer gelegenen Freiflächen zurückgehalten werden, wobei die maximale Einstauhöhe von 20 cm nicht überschritten wird.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Annahme der ausreichend vorhandenen Speicherkapazität nur dann zutrifft, wenn die Bestandsbebauung und die neu geplanten Rigolen als gemeinsames hydraulisches System fungieren und miteinander verbunden werden. Sollte dies aus planerischen oder baulichen Gründen nicht angestrebt werden, müssen die einzelnen Einzugsgebiete zwingend separat betrachtet und bewertet werden, wobei die Überflutungssicherheit in jedem Szenario gewährleistet bleibt. Das Ergebnis des Überflutungsnachweises bestätigt, dass das integrierte Regenwasserbewirtschaftungskonzept bei einer Vernetzung der Systeme auch bei sehr seltenen Starkregenereignissen eine sichere und kontrollierte Entwässerung des gesamten Projektgebiets ermöglicht.

6 KOSTENSCHÄTZUNG

Die nachfolgende Kostenschätzung dient der finanziellen Quantifizierung der im vorliegenden Bericht detailliert dargelegten Maßnahmen zur zukunftsfähigen Regenwasserbewirtschaftung. Sie basiert auf den konkreten Planungsannahmen und Dimensionierungen der Anlagen, die für die Umsetzung des Schwammstadt-Konzepts im Projektgebiet entwickelt wurden.

Die Kosten werden auf Grundlage der ermittelten Mengen erforderlichen Rückhaltevolumen kalkuliert und umfassen alle wesentlichen Komponenten:

Erdarbeiten: Die Schätzung der Kosten für Erdarbeiten, insbesondere für den erforderlichen Bodenaustausch von Auffüllungen (bis zu 3 m Tiefe) in den Versickerungsbereichen, wurde initial auf die bestehende Geländeoberkante (GOK) bezogen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass durch die geplante Baufeldfreimachung auf eine bestimmte Zielhöhe ein Großteil der Erdarbeiten bereits im Rahmen dieser Vorleistung erbracht wird, was das kalkulierte Kostenvolumen für die spezifische Herstellung der Versickerungsanlagen deutlich reduzieren kann.

Anlagenbau: Kosten für die Ausführung der geplanten Rigolen unter den Tiefbeeten und der Rohrrigolen (inkl. Abdichtungen für die Brauchwassernutzung) sowie der technischen Reinigungsanlagen (Sedimentations-/Filterschächte)

Leitungsbau: Kosten für das **Rohrleitungssystem** zur Verbindung aller Einzelanlagen zu einem hydraulischen Gesamtsystem

Landschaftsbauliche Maßnahmen: Die Kosten zur Herstellung der tiefgelegenen Freiflächen und der Tiefbeete wurde in der Kostenschätzung von LA.BAR aufgeführt

	Bezeichnung	GP (netto)
I	Gewerke Regenwasser	1.139.593,97 €
1	Baustelleneinrichtung	54.266,38 €
1.1	Baustelleneinrichtung	54.266,38 €
2	Versickerungsanlagen	467.872,84 €
2.1	Rohr-Rigolen	389.162,12 €
2.2	Tiefbeete	78.710,72 €
3	Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung	591.018,41 €
3.1	Reinigungsanlagen (Sedimentation, Filtration)	106.531,40 €
3.2	Leitungsbau Freispiegel	351.313,16 €
3.3	Bau Kontrollschächte	133.173,85 €
4	Technische Anlagen der Brauchwassernutzung	4.800 €
4.1	Strom- und Datenkabel	4.800 €
5	Sicherheitsprüfung	21.636,35 €
5.1	Spülung	7.230,93 €
5.2	Dichtheitsprüfung	10.405,42 €
5.3	Vermessung und Dokumentation	4.000,00 €

Tabelle 14: Kostenschätzung Gewerk Regenwasser

7 ZUSAMMENFASSUNG

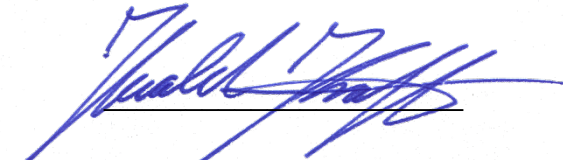
Das vorliegende Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung basiert auf dem ursprünglichen Vorkonzept von Ingenieurgesellschaft Sieker, das nach intensiver Abstimmung mit dem Auftraggeber modifiziert und präzisiert wurde. Kernziel ist die konsequente Umsetzung des Schwammstadt-Prinzips, bei dem das gesamte anfallende Niederschlagswasser auf dem Grundstück gesammelt, gereinigt, gespeichert und versickert wird – ein Abfluss in das öffentliche Kanalnetz wird vermieden.

Das Grundkonzept der Bewirtschaftung setzt auf eine Kombination dezentraler, naturnaher und technischer Lösungen:

1. Retention: Die neu errichteten Dachflächen werden zu 65 % mit Retentionsboxen (Anstauhöhe ≥ 6 cm) ausgestattet, die auf ein 30-jährliches Ereignis ausgelegt sind.
2. Versickerung & Reinigung: Der Abfluss der Dächer und Freiflächen wird primär in Tiefbeetrigolen geleitet. Die belebte Oberbodenzone dieser Tiefbeete dient dabei als natürliche Reinigungsanlage (Substitution technischer Filter).
3. Speicherung: Das vorgereinigte Wasser wird in unterirdische Rohrrigolen geleitet, die das Wasser langsam dem Grundwasser zuführen.
4. Brauchwassernutzung: Ein Teil des Regenwassers wird in einer abgedichteten Rohrrigole gespeichert und über Hebeanlagen zur Bewässerung der Freianlagen genutzt.

Die Überflutungssicherheit des Gesamtprojekts wurde durch einen detaillierten Überflutungsnachweis belegt. Dieser zeigt, dass sowohl 30-jährliche als auch 100-jährliche Starkregenereignisse sicher auf dem Grundstück zurückgehalten werden. Dank der großzügigen Dimensionierung der Bestandsrigolen des HdS ist die Überflutungssicherheit bei der getrennten Betrachtung als auch der zusammenhängenden Betrachtung der einzelnen Einzugsgebiete gegeben. Im Extremfall (100-jährliches Ereignis) und zusammenhängender Betrachtung der Einzugsgebiete ist lediglich ein geringfügiger temporärer Rückhalt von $\approx 18 \text{ m}^3$ in den tiefergelegten Freiflächen des Stadtzimmers zu erwarten.

Zusätzlich sind für die bauliche Umsetzung ein Bodenaustausch in Bereichen von Auffüllungen (bis zu 3m Tiefe) sowie die Berücksichtigung von Fassadenabflüssen (nach DIN EN 12056-3) für die Bemessung von zentraler Bedeutung. Im Vergleich zum Vorkonzept stellt diese Ausarbeitung in ihrem Detailgrad eine Konkretisierung zwischen den Leistungsphasen 2 und 3 dar. Die detaillierten Unterschiede der Konzepte von IPS und IBK sind im Kapitel 4.11 ersichtlich.



Berlin, 06.02.2026



ANLAGEN

