

Dokumententyp
Konzeptbericht

Datum
Januar, 2025

Paketpost-Areal, München

Integriertes Regen- und Grauwasserkonzept mit Klimaanpassung

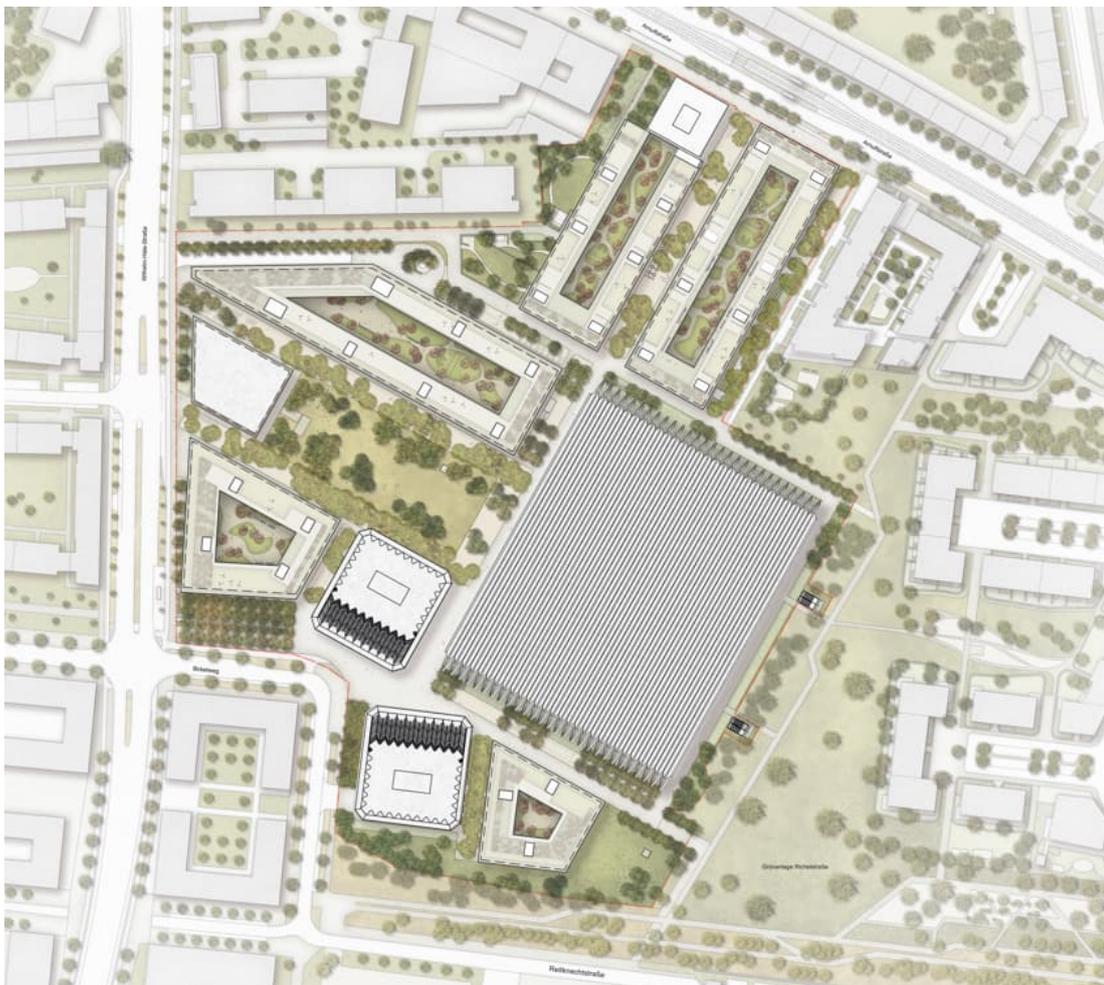


Abbildung 1: Masterplan Paketpost-Areal, Lageplan (Herzog & de Meuron und Vogt, 2023)

Paketpost-Areal, München

Integriertes Regen- und Grauwasserkonzept mit
Klimaanpassung

Projektname **Paketpost-Areal, München**
Projekt Nr. **379020053**
Dokumententyp **Konzeptbericht**
Version **7**
Datum **09.01.2025**
Durchgeführt von 

Henning Larsen
Nußdorfer Straße 9
88662 Überlingen

T +49 7551 9288-0
www.henninglarsen.com

Inhalt

1.	Veranlassung	3
2.	Aufgabenstellung	3
3.	Allgemeine Projektbeschreibung	3
4.	Grundlagenermittlung	4
4.1	Bestehende Topografie und Fließwege-Senken-Analyse	4
4.2	Untergrundverhältnisse mit Grundwasser	5
4.3	Düker Anlage	5
4.4	Bestandsentwässerung	6
4.5	Masterplan	8
5.	Rechtliche Vorgaben	8
5.1	Bayerisches Wassergesetz	8
5.2	Vorgaben gemäß Abwassersatzung der Stadt München	9
5.3	Vorgaben gemäß Stellungnahme Gartenbauamt- Baureferat München	10
5.4	Regelungen im städtebaulichen Vertrag	10
5.5	Reinigung von Niederschlagswasser	11
5.6	Überflutungsnachweis nach DIN	12
5.7	Natürliche Wasserbilanz nach DWA A 102 Teil 4	12
6.	Regenwasserkonzept	13
6.1	Ziele	13
6.2	Entwässerungsbausteine	16
6.2.1	Dachbegrünung mit Retentionsfunktion	17
6.2.2	Durchlässige Beläge	21
6.2.3	Versickerungsmulden	21
6.2.4	Rigolen	22
6.2.5	Baumrigolen	23
6.2.6	Zisternen	23
6.2.7	Multifunktional Parkgestaltung mit Retentions- /Versickerungsmulde	24
6.2.8	Versickerungsschacht mit vorgeschalteter Filtereinheit (Rinne/ Schacht)	25
6.2.9	Provisorische Entwässerung	25
6.3	Entwicklung des Regenwasserkonzepts mit Einzugsgebieten	26
6.3.1	Private Flächen	27
6.3.2	Öffentliche Flächen	32
6.4	Bemessungsmethodik	35
6.4.1	Bestimmung der abflusswirksamen Flächen	36
6.4.2	Ergebnisse der Vordimensionierung	37
6.4.3	Ergebnisse der hydrologischen Modellierung	38
6.4.4	Plausibilität der Entwässerung über die Tiefgaragendecke	40
6.4.5	Bewertung der Wasserqualität	42
6.4.6	Wasserbilanz	43
7.	Starkregenvorsorge	44
8.	Trinkwassersubstitutionspotential	45
8.1	Regenwassernutzung	45
8.2	Grauwassernutzung	47
9.	Pflege und Unterhalt des oberirdischen Entwässerungssystems	51

9.1	Allgemeine Wartungsarbeiten	51
9.2	Außerplanmäßige Überprüfung und Wartungsarbeiten	52
10.	Vorgaben für die Bauleitplanung	52
10.1	Informationen und Empfehlungen für die Erschließungsplanung	53
10.2	Abwasserrechtliche Festsetzungsmöglichkeiten	53
10.3	Vorschläge Textbausteine B-Plan	54
10.4	Festsetzungsmöglichkeiten nach dem Baugesetzbuch (BauGB) in Bezug auf Klimaschutz und -anpassung:	57

1. Veranlassung

Auf dem ehemaligen Paketpost-Areal in München, mit einer Fläche von ca. 8,7 ha, beabsichtigt die Büschl Unternehmensgruppe die Neubebauung und Realisierung eines nachhaltigen, klimaangepassten Stadtquartiers.

Im Rahmen der Beauftragung durch die Büschl Unternehmensgruppe wurde das Planungsbüro Henning Larsen aus Überlingen mit der Erstellung eines Gutachtens zur integrierten Regenwasserbewirtschaftung der geplanten Neubebauung des Paketpost-Areals sowie zur Regen- und Grauwassernutzung beauftragt. Die zu erhaltende Paketposthalle im Osten sowie der Postturm im Norden des Areals werden Teil dieses Konzepts sein.

Die Planung erfolgt in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber, den Stadtplanern und Architekten der Büros bgs (München) und Herzog & de Meuron (Basel) sowie dem Landschaftsarchitekturbüro Vogt (Zürich). Ebenso erfolgt ein enger Austausch mit den Fachplanern von Transsolar (München) für das Gutachten zur Wirkung der Schwammstadt-Konzeption auf die mikroklimatische Situation.

2. Aufgabenstellung

Für das Planungsgebiet soll ein ganzheitliches Wasserkonzept erstellt werden, in dem sowohl die Themen der dezentralen naturnahen Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge sowie die Regen- und Grauwassernutzung untersucht werden. Grundlage für die Planung ist der vom Architekturbüro Herzog & de Meuron und Vogt Landschaftsarchitekten erstellte Masterplan.

Die Entwässerungsstrategie des Gesamtgebietes beruht auf der Zielsetzung, das Regenwasser dezentral nach dem Prinzip der Schwammstadt im Gebiet vollständig zu bewirtschaften. Abflüsse sind so weit sinnvoll und möglich zu reduzieren bzw. an den natürlichen Abfluss anzugleichen. Dazu werden Haltungen definiert und zugehörige Ableitungs- bzw. Bewirtschaftungsflächen und Bausteine festgelegt. In einem Systemplan werden wesentliche Entwässerungsrichtungen und Bewirtschaftungsflächen dargestellt.

Für die Umsetzung des Regenwasserkonzepts und des Regen- und Grauwassernutzungskonzepts ist neben der Abstimmung mit dem mikroklimatischen Gutachten eine frühzeitige und enge Abstimmung der Schnittstellen zu den Gebäuden, den Tiefgaragen, Tiefbau, Geologie als auch im Freiraum und der Erschließung mit den jeweiligen Fachplanern notwendig

Das Gesamtquartier soll nach dem Standard DGNB Platin zertifiziert werden. Die Anforderungen werden dementsprechend in der Planung berücksichtigt. Das Ergebnis dieses Gutachtens soll als Grundlage für die Satzungen und Begründung des Bebauungsplans dienen.

3. Allgemeine Projektbeschreibung

Das Paketpost-Areal liegt im Westen der Stadt München und wird durch die Arnulfstraße im Norden und die Wilhelm-Hale-straße im Westen begrenzt. Das bestehende Gelände ist relativ eben. Die Geländehöhe liegt zwischen ca. 521,5 und 523,5 mNHN.

Das Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 8,7 ha. Im Zuge der Neubebauung sollen auf dem Areal 8 neue Gebäudeblöcke mit unterschiedlicher Nutzung entstehen. Die Paketpost-Halle sowie der Postturm bleiben bestehen und werden in das Entwässerungskonzept integriert. Ein Großteil der

Flächen wird durch Tiefgaragen unterbaut. Im Zentrum des Quartiers soll ein Park entstehen, der weitgehend von Unterbauungen freigehalten werden soll.

4. Grundlagenermittlung

Von Seiten des Auftraggebers bzw. der entsprechenden Fachplaner wurden folgende Planunterlagen bereitgestellt und in der Untersuchung berücksichtigt:

- Bestandspläne Entwässerung Paketpost-Halle, SM Ingenieurplan, Mai 1997
- Genehmigungsunterlagen Arnulfstr. 159, Ingenieurbüro Geiger, Februar 2002
- Gutachten zur Vorbemessung Entwässerungskonzept, TÜV Rheinland, Januar 2021
- Digitales-Gelände-Modell (1x1m), Oktober 2022
- Nutzungsverteilung, HdM, November 2022
- Geländebestandsaufnahme, Menzel Vermessung, Januar 2023
- Gebäudegrundrisse, HdM, Juli 2023
- Tiefgaragenplanung, HdM, Oktober 2023
- Masterplan, Hdm und VOGT, 2023
- Freiflächenkonzept, VOGT, September 2023
- VORABZUG Regelschnitte Geschosse, VOGT, Juni 2023
- Entwurf Bebauungsplan, bgsm, Januar 2024

4.1 Bestehende Topografie und Fließwege-Senken-Analyse

Das Planungsgebiet ist relativ eben und wird durch die Höhen der umgebenden Erschließungsstraßen definiert. Das bestehende Gelände fällt von Süd-Westen nach Nord-Osten. An der Ecke Wilhelm-Hale-Straße/Birketweg liegt die Geländehöhe auf 523,5 m NHN und fällt nach Norden entlang der Wilhelm-Hale-Straße auf 522,5 m NHN sowie nach Nord-Osten bis zum Anschluss an die Arnulfstraße auf 521,5 m NHN. Aus der Fließwege-Senken-Analyse auf Grundlage der Bestandstopografie können sowohl die Fließwege als auch die potenziellen Einstaubereiche z.B. für ein extremes Regenereignis (131 mm, >Tn100 Jahre) abgelesen werden (Abbildung 2).

Die Fließwege-Senken-Analyse in Abbildung 2 zeigt, dass aufgrund der flachen Topografie keine Beeinflussung des Planungsgebietes durch Außengebietswasser zu erwarten ist. In der bestehenden Topografie zeigen sich im Gebiet Senken, die im Falle eine Starkregenereignisses eingestaut werden. Insbesondere im südlichen und nördlichen Teil müssen Tiefpunkte im Bereich der geplanten Bebauung durch Geländemodellierung im Zuge der Planung und Neubebauung des Gebiets ausgeglichen werden. Die im Zentrum des Gebietes und somit im Bereich des geplanten zentralen Quartiersparks vorhandene Rückhaltevolumen (bestehende Senken) sollen auch zukünftig bereitgestellt werden. Durch eine multifunktionale Gestaltung der Freiflächen kann hier Rückhalteraum oberflächennah realisiert werden.

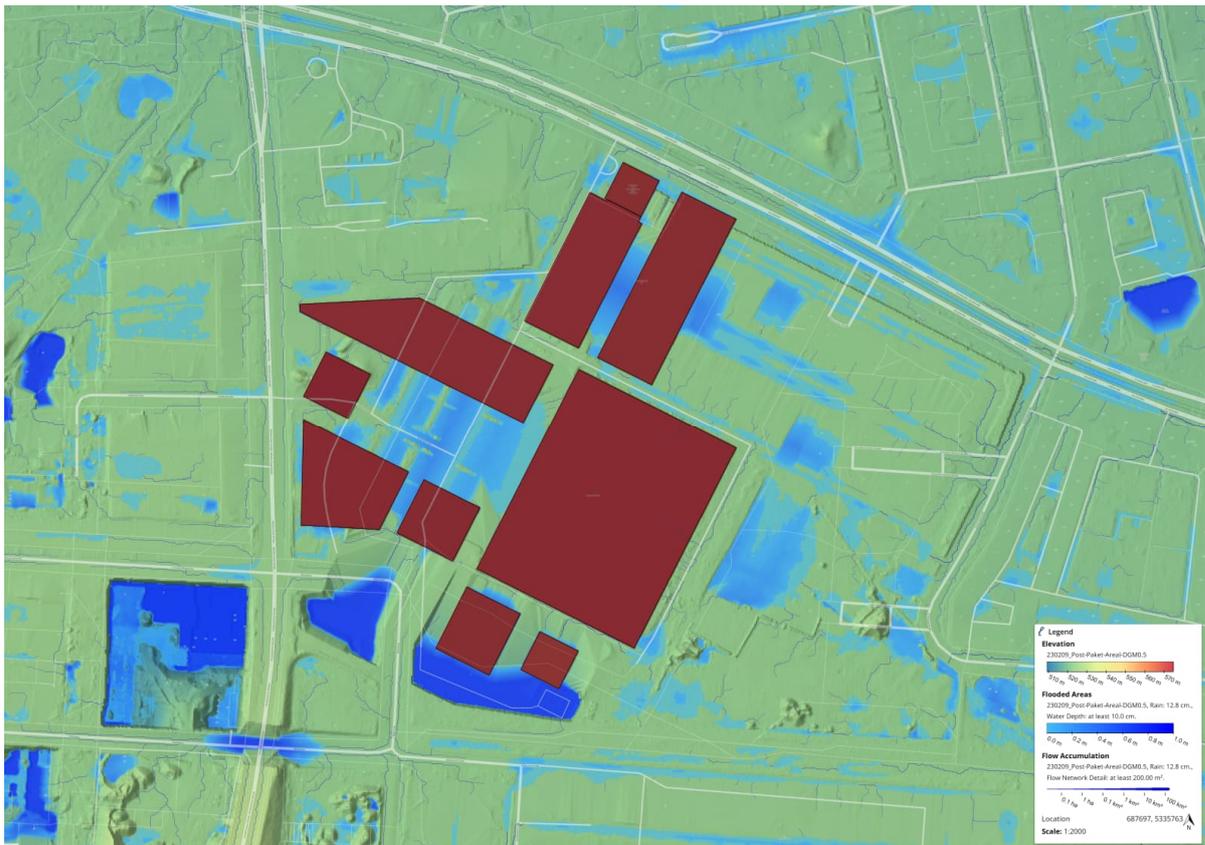


Abbildung 2: Fließwege-Senken-Analyse, Bestandstopografie, 131 mm (>r1440;0,01(KOSTRA-DWD 2020))

4.2 Untergrundverhältnisse mit Grundwasser

Die Baugrundverhältnisse wurden von der Fa. Sakosta (München) untersucht und weisen im Bereich der geplanten Bebauung eine ausreichende Versickerungsleistung auf ($k_f > 10^{-6}$ m/s). Somit ist eine dezentrale Versickerung des Niederschlagswassers im Gebiet möglich.

Das Grundwasser strömt von Süd nach Nord und wurde in einer Tiefe von 7,2 bis 8,3 m u GOK angetroffen. Der Höchstgrundwasserstand wird bei 517,5 m NHN im Süden und 516,3 m NHN im Norden angesetzt. Der mittlere Höchstgrundwasserstand (MHGW) liegt bei ca. 515,5 bis 514,5 m NHN (GEO Portal München). Eine Versickerung mit ausreichend Abstand zum Grundwasser ($> 1,0$ m) ist gewährleistet.

Das Gebiet liegt außerhalb der Wasserschutzzone (GEO Portal München).

4.3 Düker Anlage

Um einen Aufstau des Grundwassers im Süden des Areals aufgrund der geplanten mehrstöckigen Unterbauung mit Tiefgaragen zu verhindern, ist eine Dükeranlage geplant, die das Grundwasser von Süden um die Tiefgarage leitet und im Norden wieder mit dem freien Grundwasserspiegel verbindet. Nach Abstimmung mit den Fachplanern von der Fa. Sakosta ist durch die geplanten Rigolen im südlichen Grundwasseranstrombereich keine Beeinflussung des Grundwasserspiegels zu erwarten, da die Rigolen nur temporär bei Regenereignissen beschickt werden und zudem bereits auf Gebäudeebenen das Regenwasser über Retentionsdächer zurückgehalten und nur gedrosselt in die Versickerungsanlagen eingeleitet wird. Durch die Rigolen an der nördlichen, westlichen und östlichen Grundstücksgrenze sind keine Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel zu erwarten.

4.4 Bestandsentwässerung

Die bestehende Paketposthalle wird aktuell über zwei Versickerungsrigolen entwässert. Die zur Verfügung stehenden Plangrundlagen (LP5) für die Versickerungsanlagen sind aus dem Jahr 1997. Genehmigungsunterlagen für die Versickerung des Hallendachwassers standen nicht zur Verfügung. Nördlich und südlich der Halle befinden sich Tosbecken, über die das von den Dachflächen abfließende Wasser gesammelt und über ein unterirdisches Leitungssystem den Versickerungsrigolen zugeführt wird (Abbildung 3).



Abbildung 3: Ortsbegehung am 19.10.2022 (HL)

Vom südlichen Teil des Hallendachs wird das Regenwasser über eine Hebeanlage/Pumpenschacht in die bestehende Rigolenanlage süd-westlich der Halle gefördert (s. Abbildung 4). Dieser Teil wird im Zuge der Neubebauung des Areals unterbaut und muss daher durch eine neue Versickerungsanlage ersetzt werden (s. Kapitel 6.4).

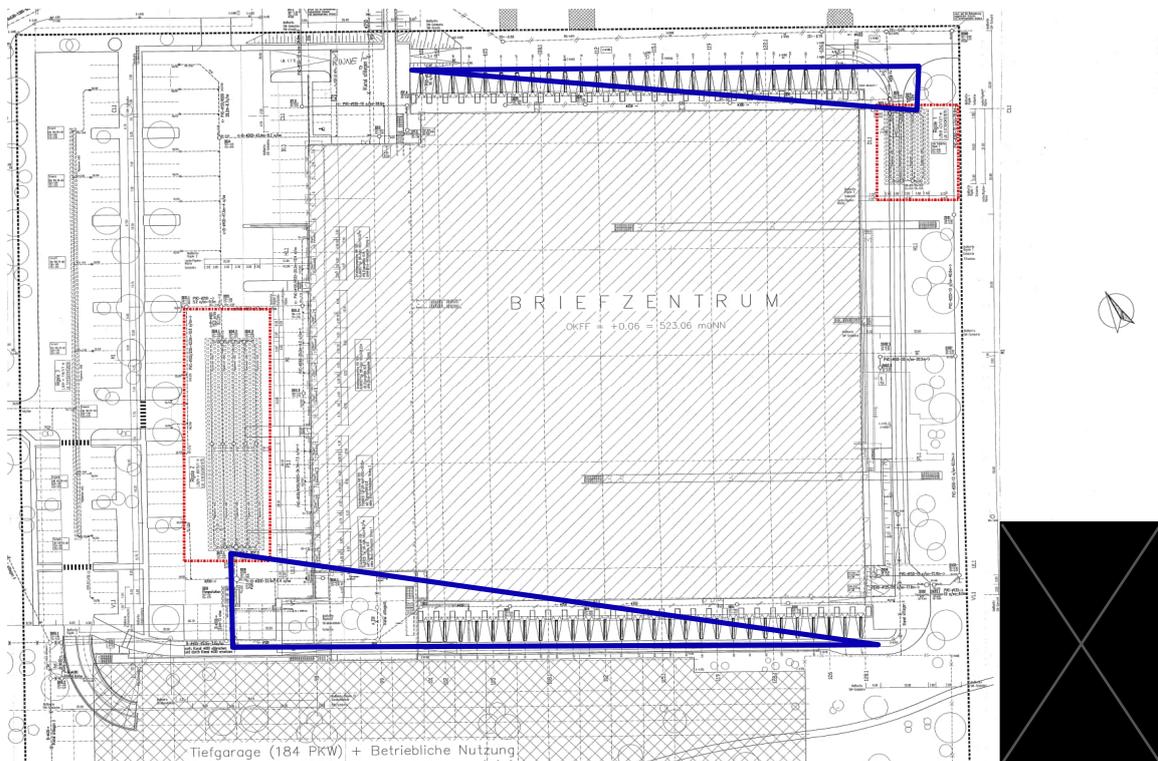


Abbildung 4: Ausschnitt Lageplan Entwässerung Paketpost Halle, verändert (SM Ingenieurplan, 1997)

Der überwiegende Teil des nördlichen Hallendachs ist ebenfalls an eine Versickerungsrigole angeschlossen, die sich nord-östlich der Halle befindet. Diese verfügt zusätzlich über einen Notüberlauf in den bestehenden Mischwasserkanal. Diese Rigole ist von den Umbaumaßnahmen voraussichtlich ebenfalls betroffen und muss ggf. durch eine neue Versickerungsanlage ersetzt werden. Eine neue Versickerungsrigole ohne Überlauf ist gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu bemessen (s. Kapitel 6.4).

Die überschlägige hydraulische Prüfung ergab, dass die bestehenden Rigolenvolumen ausreichend dimensioniert sind, um ein 5-jährliches Bemessungsereignis zwischenzuspeichern und zu versickern (Berechnungs- k_f -Wert = $1 \cdot 10^{-3}$ m/s). Die Zuleitungen mit Rohrdurchmessern zwischen DN250 und DN350 (im Norden) und DN350 und DN500 (im Süden) würden im Freispiegelabfluss ca. ein 2-jährliches, 5min Regenereignis ableiten. Im Zuge der weiteren Planung wird deshalb empfohlen, die bestehende Entwässerung im Detail zu prüfen und eine Vermessung der Tosbecken durchzuführen, um das Rückhaltevolumen der Becken mit berücksichtigen zu können. Zudem muss geprüft werden, ob die östlichen fünf Tosbecken nördlich der Halle über einen Leitungsanschluss verfügen und wohin diese entwässern. Dies konnte den vorliegenden Planunterlagen nicht entnommen werden.

Der Postturm wird aktuell ebenfalls über eine Rigole (Anlage 3) versickert (siehe Abbildung 5). Laut den vorliegenden Genehmigungsunterlagen aus dem Jahr 2001 ist die Rigole für ein 5-jährliches Regenereignis bemessen. Die bestehende Rigole befindet sich allerdings im Bereich des geplanten Gebäudes MU2 sowie der Tiefgarage und muss daher entfallen. Eine neue Versickerungsanlage ist vorzusehen (s. Kapitel 6.4.2).

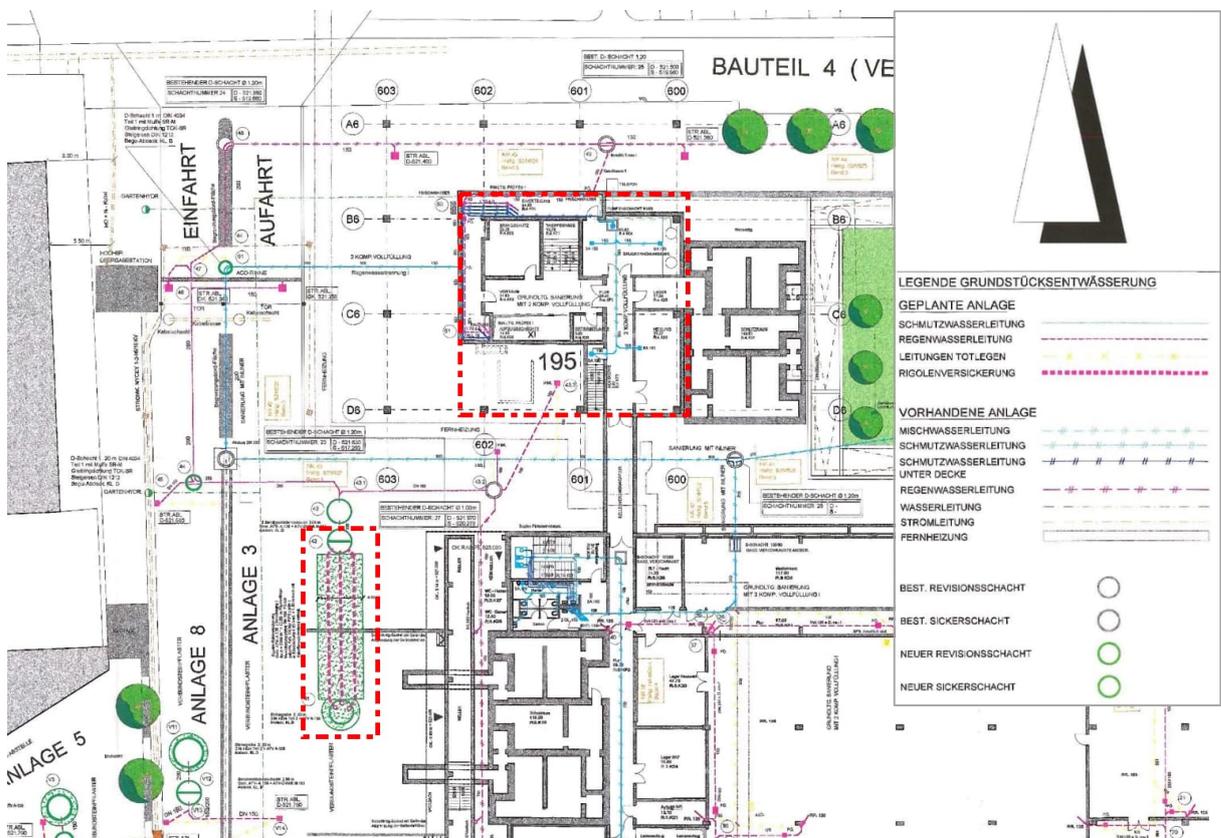


Abbildung 5: Ausschnitt Lageplan Entwässerung Postturm, verändert (Ingenieurbüro Geiger, 2002)

4.5 Masterplan

Grundlage für die Planung des Entwässerungskonzepts ist der vom Architekturbüro Herzog & de Meuron und Vogt Landschaftsarchitekten erstellte Masterplan für das Gebiet (Abbildung 6).

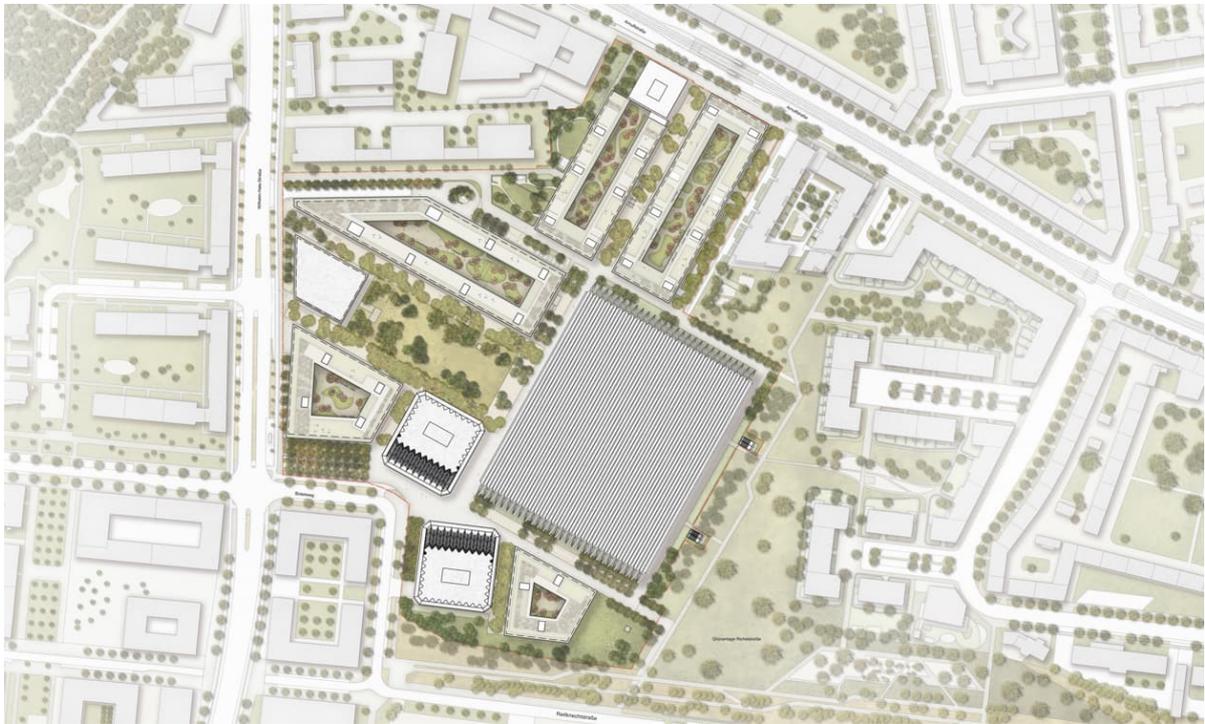


Abbildung 6: Masterplan Paketpost-Areal, Lageplan (Herzog & de Meuron und Vogt, 2023)

5. Rechtliche Vorgaben

5.1 Bayerisches Wassergesetz

Für Neubaumaßnahmen besteht gemäß des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) §55 der Grundsatz zur dezentralen, schadlosen Beseitigung von Niederschlagswasser durch Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein oberirdisches Gewässer, unmittelbar auf der Grundstücksfläche oder in dafür vorgesehene Flächen.

In Bayern ist mit dem Wassergesetz (BayWG, Art. 44) in der Fassung vom 01.08.2019 die dezentrale, naturnahe Bewirtschaftung von Niederschlagswasser für Neubauten verpflichtend.

Das BayWG, Art. 44 Grundsätze für den Schutz vor Hochwasser und Dürre:

- (1) „Zur Minderung von Hochwasser- und Dürregefahren sollen Staat und Gemeinden im Rahmen ihrer Aufgaben auf:
 1. Erhalt oder Wiederherstellung der Versickerungsfähigkeit der Böden
 2. dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser
 3. Maßnahmen zur natürlichen Wasserrückhaltung und zur Wasserspeicherung

hinwirken.“

Wasserspeicher sind so zu bewirtschaften, dass Hochwasser- und Dürregefahren gemindert werden. Bei der Planung von Hochwasserschutzeinrichtungen sind die Auswirkungen der Klimaänderung angemessen zu berücksichtigen.

Seit 1. Januar 2000 ist die Verordnung über die erlaubnisfreie schadlose Versickerung und Einleitung von gesammeltem Niederschlagswasser in Oberflächengewässer in Kraft (Niederschlagswasserfreistellungsverordnung – NWFreiV). Hierin werden die technischen Regeln für die genehmigungsfähige bzw. erlaubnisfreie Umsetzung geregelt:

„Für das Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG) ist eine Erlaubnis vorbehaltlich § 2 nicht erforderlich, wenn das Niederschlagswasser

- außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten und von Altlasten und Altlastverdachtsflächen versickert wird,
- nicht durch häuslichen, landwirtschaftlichen, gewerblichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften nachteilig verändert ist,
- nicht mit anderem Abwasser oder mit wassergefährdenden Stoffen vermischt ist und

wenn die Anforderungen nach § 3 und etwaige weitergehende Anforderungen nach § 4 Abs. 1 Satz 1 erfüllt sind (schadloses Versickern von gesammeltem Niederschlagswasser).“

Ergänzend dazu sind die Technische Regeln „TRENGW“ zum „schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser“ bzw. die Einleitung in oberirdische Gewässer „TREN OG“ zu beachten.

Hiernach ist die flächenhafte Versickerung über den belebten Oberboden die bevorzugte Maßnahme. „Kann die Flächenversickerung oder das Anlegen von Mulden aus Platzgründen nicht verwirklicht werden, so ist eine linienförmige Versickerung über Rigolen oder Sickerrohre anzustreben. Die punktuelle Versickerung von Regenwasser über einen Sickerschacht ist nur anzuwenden, wenn zwingende Gründe eine der vorgenannten Lösungen ausschließen.“ (TRENGW, Abs. 4)

„Zum Schutz des Grundwassers und zum Erhalt einer dauerhaften Funktionsfähigkeit ist einer unterirdischen Versickerungsanlage (Rigolen-, Rohr- oder Schachtversickerung) in jedem Fall eine ausreichende Vorreinigung vorzuschalten. Im Übrigen gelten die Anforderungen nach Anhang Tabelle 2.“ (TRENGW, Abs. 4)

5.2 Vorgaben gemäß Abwassersatzung der Stadt München

Für die Grundstücksentwässerung gelten die Vorgaben aus der „Satzung über die Benutzung der Entwässerungseinrichtung der Landeshauptstadt München (Entwässerungssatzung – EWS)“ sowie dem „Leitfaden Grundstücksentwässerung“ von der Münchner Stadtentwässerung (MSE). Für den Umgang mit Niederschlagswasser gelten gemäß 5. Umgang mit Niederschlagswasser folgende Vorgaben:

„Niederschlagswasser darf grundsätzlich nicht in den städtischen Kanal eingeleitet werden. Es ist nach den wasserrechtlichen Vorgaben ortsnahe zu bewirtschaften, d.h. zu nutzen, zu verdunsten, zu versickern oder anderweitig zu beseitigen. Es darf außerdem nicht ungenehmigt auf öffentlichen Grund abgeleitet werden.“

„Bei einer Neubebauung muss grundsätzlich eine Bewirtschaftung des Niederschlagswassers vorgesehen werden oder eine alternative Entsorgungsmöglichkeit zum städtischen Kanale vorhanden sein.“

Bezüglich Umbau- oder Sanierungsmaßnahmen gelten folgenden Vorgaben:

„Solange keine Änderungen und/oder Sanierung an Niederschlagswasser führenden Leitungen vorgenommen werden, darf Niederschlagswasser aus bereits bestehenden und angeschlossenen Gebäuden, Anlagen und Grundstücksflächen in den städtischen Kanal eingeleitet werden. Werden Niederschlagswasser führende Leitungen geändert oder Instand gesetzt entfällt der Bestandschutz und das Niederschlagswasser ist nachträglich abzutrennen.“

5.3 Vorgaben gemäß Stellungnahme Gartenbauamt- Baureferat München

„Öffentliche Grünflächen stehen für eine gezielte Entwässerung von Privatflächen grundsätzlich nicht zur Verfügung. Die Stadt (Baureferat Gartenbau) kann nicht die Haftung für die Funktionsfähigkeit der Entwässerung großer Teile des privaten Quartiers mit ggf. vielen Eigentümern übernehmen.

Grundsätzlich ist Niederschlagswasser Abwasser, das als Teil der Erschließung auf dem Grundstück, auf dem es anfällt, bewältigt werden muss. Eine Ableitung auf öffentlichen Grund ist ausgeschlossen.“

Aus fachlichen Gründen wird eine multifunktionale Nutzung mit Entwässerungs- bzw. Rückhalte- und Versickerungsfunktion abgelehnt:

„Die vorgesehenen Rigolen entziehen den darüber geplanten Bäumen das Wasser im Wurzelraum, gleichzeitig ziehen die Rigolenkörper Wurzelwachstum an, wodurch die Funktionsfähigkeit der Rigolen zunehmend gemindert wird.“

„Ein oberflächlicher Einstau von Niederschlagswasser zur Versickerung, großflächig oder in Mulden wird in den vorgesehenen, öffentlichen Grünanlagen abgelehnt. [...] Versickerungseinrichtungen nehmen im gegebenen Fall sehr große Flächen der Öffentlichen Grünanlage ein und stehen damit für bauliche Erholungsnutzungen und Baumpflanzungen nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung. [...] Weiterhin erfolgt durch großflächigen Einstau und Versickerung eine Sedimentierung und durch den gleichzeitigen, zu erwartenden hohen Nutzungsdruck auf den teilweise wechselfeuchten Untergrund eine Verdichtung des Bodens.“

(s. Stellungnahme vom 21. September 2023, Anhang 10)

Zusammenfassend gilt für alle öffentlich gewidmeten Flächen, dass eine multifunktionale Nutzung und Gestaltung mit Regenwasser in öffentlichen Grünflächen als auch eine Kombination von Versickerungsmulden und Rigolen unter Grünflächen mit Bäumen grundsätzlich keine Zustimmung vom Gartenbauamt erhält. In der zentralen Parkfläche darf nur das auf dieser Fläche anfallende Wasser oberflächlich zurückgehalten und versickert werden. Darüber hinaus darf Niederschlagswasser anderer Flächen nicht auf die Parkfläche geleitet werden (vgl. Anlage 10 und 10).

5.4 Regelungen im städtebaulichen Vertrag

Die folgenden Punkte wurden mit dem Referat für Stadtplanung und Bauordnung PLAN-HAII-52 sowie dem Gartenamt festgehalten:

- Die horizontale Trennung von privater Unterbauung und öffentlichen Verkehrsflächen muss im städtebaulichen Vertrag detailliert geregelt werden.

- Das Abwasser der öffentlichen Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung wird in baumüberstandene Rigolen auf privaten Grund geleitet, hier bedarf es Regelungen im städtebaulichen Vertrag.
- Um eine Verunreinigung des Wassers zu vermeiden sind die Hinweise aus dem Gutachten (Keine Zink- und Kupferdächer) in den städtebaulichen Vertrag aufzunehmen. Das gleiche gilt für den Ausschluss der Verwendung von Streusalz.
- (vgl. Anlage 12)

5.5 Reinigung von Niederschlagswasser

Eine direkte Einleitung in den Untergrund (Versickerung) ist nur nach ausreichender Vorreinigung des Regenwassers gemäß Regeln der Technik (DWA-A 138 sowie M153) erlaubnisfähig. Die Behandlung über die belebte Bodenzone ist in Bayern verpflichtend. Hierbei wird ein mind. 30 cm mächtiger, versickerungsfähiger, bewachsener Oberboden (Wiesenansaat oder Stauden) in die Sohle und Böschung von oberirdischen Versickerungsanlagen (Mulden, Grachten etc.) eingebaut. Um einerseits eine gute Versickerung, andererseits eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, sollte der k_f -Wert des Oberbodens in der Größenordnung von 10^{-3} m/s bis 10^{-6} m/s liegen. Als Bemessungs- k_f -Wert werden 10^{-5} m/s empfohlen.

Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, sind gleichwertige Verfahren anzuwenden. Der Nachweis erfolgt mit Hilfe des DWA-Merkblatts M153. Je nach Belastung des Niederschlagswassers kommen hier Absetzschächte, Lamellenabscheider oder Filterrinnen, -Beete oder -Schächte mit speziellen Filtersubstraten zum Einsatz, die ggf. ab einer bestimmten Schadstoffbelastung ausgetauscht werden müssen. Die Gleichwertigkeit der Behandlungsanlage muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU Bayern) nachgewiesen sein.

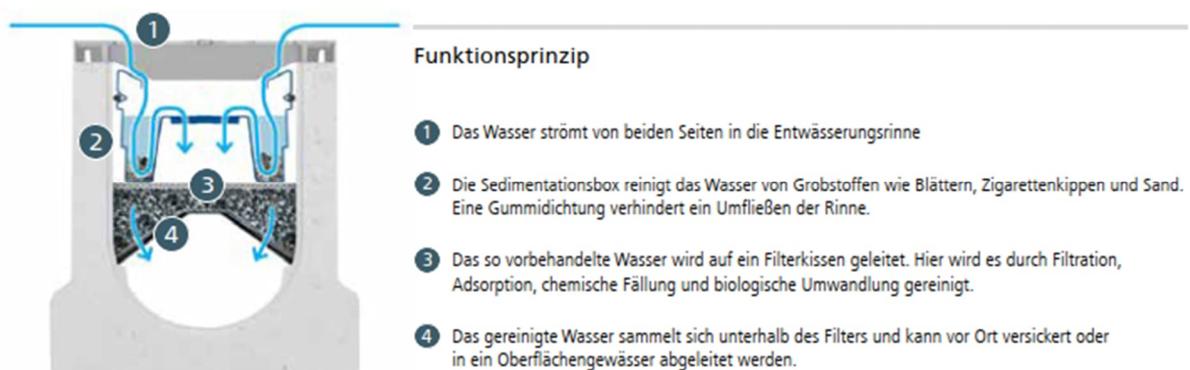


Abbildung 7: Funktionsbeschreibung Filterrinne (3P Technik Filtersysteme GmbH)



Abbildung 8: Kombierter Absetz- und Filterschacht mit unterirdischer Versickerungsrigole aus Kunststoff (3P Technik Filtersysteme GmbH)

5.6 Überflutungsnachweis nach DIN

Ein Überflutungsnachweis gemäß der DIN1986-100 und DIN752 muss für alle Grundstücke >800 m² geführt werden.

Nach DIN 1986-100 ist das 30-jährliche Ereignis (T_n30a) für den Überflutungsnachweis ausreichend, wenn die Grundstücksfläche mit weniger als 70% durch Dachflächen oder nicht schadlos überflutbaren Flächen (hierzu zählen auch Innenhöfe) befestigt bzw. überbaut ist. Wenn das Grundstück aus mehr als 70% nicht schadlos überflutbaren Flächen besteht, wie z.B. Innenhöfe, muss das 100-jährliche Ereignis (T_n100a) berücksichtigt werden. Auf Grund der hohen Dichte und einer fast vollständigen Unterbauung mit Tiefgaragen wurde für den gesamten B-Plan Bereich ein 100-jährliches Ereignis (T_n100a) für den Überflutungsnachweis gefordert. Für den Regelfall (Bemessungsregen) sind die geplanten Retentions- und Versickerungsanlagen mind. für ein 5-jährliches Ereignis nachzuweisen.

5.7 Natürliche Wasserbilanz nach DWA A 102 Teil 4

Nach dem neuen Arbeitsblatt der DWA-A 102 Teil 4 ist der Nachweis zu erbringen, dass die Wasserbilanz durch die Bebauung von Flächen nicht nachteilig verändert wird, bzw. eine Wiederannäherung an den natürlichen Zustand erfolgt. Als Referenzzustand für den natürlichen Wasserhaushalt wird gemäß DWA-A 102 Teil 4 eine Landschaft mit der heutigen überwiegenden Nutzung als Kulturlandschaft ohne Siedlungsanteil angenommen.

Der mittlere jährliche Niederschlag in München beträgt 1090 mm. Davon verdunsten potenziell 600 mm (55%), Die Grundwasserneubildungsrate liegt bei 370 mm (35%). Die verbleibende Niederschlagsmenge von 120 mm (10%) fließt oberflächennah ab (Abbildung 9). Die Zielwerte für Verdunstung, Versickerung und Oberflächenabfluss können mithilfe der Website www.naturwb.de bestimmt werden, welche auf dem Wasserbilanzmodell RoGeR_WB_1D der Uni Freiburg aufbaut.

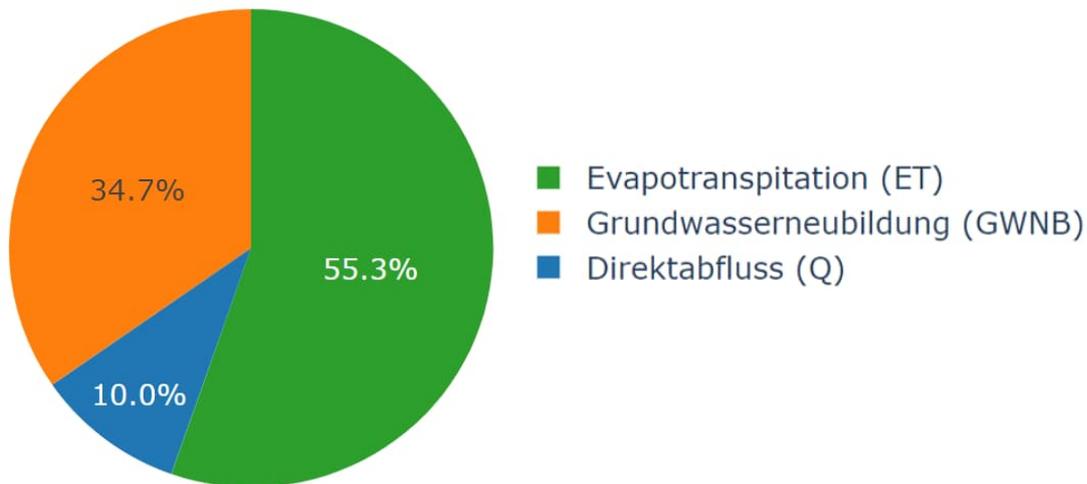


Abbildung 9: Natürliche Wasserbilanz München (NatUrWB Referenz, 2022)

6. Regenwasserkonzept

6.1 Ziele

Die Idee des Regenwasserkonzepts basiert auf dem Prinzip und den Zielen der Schwammstadt.

Die natürliche Jahreswasserbilanz wurde in dem Gebiet im unbebauten Zustand mit ca. 55% Verdunstung, 35% Versickerung und 10% Direktabfluss ermittelt und dient als Ziel- bzw. Vergleichsgröße für das Regenwassermanagementkonzept.

Zudem soll das neue Stadtquartier sowohl Trockenheit und Hitze als auch Starkregenereignisse abpuffern können.

Durch eine kombinierte oberflächennahe und unterirdische Bewirtschaftung des Niederschlagswassers von Dach-, Verkehrs- und Freiflächen, die eine Speicherung und Nutzung als auch temporäre Rückhaltung, Verdunstung und Versickerung ermöglichen, soll die natürliche jährliche Wasserbilanz erreicht werden.

Auf Grund der geplanten, fast vollständigen Über- und Unterbauung greifen hier vor allem kombinierte, dezentrale oberirdische Maßnahmen der Entsiegelung, Speicherung und Rückhaltung auf den Oberflächen, um eine hohe Verdunstungsrate zu erreichen. Damit werden sowohl der natürliche Wasserbedarf für die Vegetation, insbesondere für Bäume, als auch eine positive Wirkung auf das Mikroklima durch Verdunstungskühlung im Quartier erreicht. Durch eine weitestgehende Versickerung des überschüssigen, vorgereinigten Regenwassers wird der natürliche Anteil zur Grundwasserneubildung geleistet. Ein Direktabfluss auf benachbarte Grundstücke findet faktisch nur statt, wenn das Entwässerungssystem und die für die „geplante“ Überflutung vorgesehenen Flächen und Retentionsanlagen im Gebiet überlastet sind.

Der Nachweis für die Starkregenrückhaltung zielt im Gesamtgebiet auf ein Ereignis mit Tn100 jährlicher Wiederkehrhäufigkeit. Schadlos überflutbare Grundstücksflächen basieren auf einem Kaskadensystem mit kaskadenförmiger Rückhaltung auf Dachflächen, auf Grundstücksoberflächen, auf der Tiefgaragendecke, in unterirdischen Speichern und Versickerungsanlagen.

Die Versickerung und Einleitung in das Grundwasser erfordert eine ausreichende Vorreinigung, bevorzugt durch die belebte Bodenzone oder durch technische Filter- und Sedimentationsanlagen, die ab einer angeschlossenen befestigten Fläche von mehr als 800 m² einer wasserrechtlichen Erlaubnis erfordern. Eine Verwendung von Tausalz, Insektiziden, Herbiziden in Baumaterialien und in der Pflege und Unterhalt von Oberflächen ist in diesem Quartier nicht zulässig.

Das Regenwasserkonzept basiert zudem auf der Idee, multifunktionale Räume mit Regenwasser zu gestalten und nutzbar zu machen. Dabei kann die oberflächige Wasserführung und sichtbare Rückhaltung von Normal- und Starkregen im Überflutungsfall gestalterisch in die Freiraumnutzung von Park- und Freiflächen integriert werden.

Die aktive Speicherung von Niederschlagswasser in regenreichen Zeiten für die Bewässerung in langen Trockenzeiten ist sowohl für das Überleben der Pflanzen als auch für die Verdunstungsrate förderlich. Ein ausgeglichener Wasserhaushalt insbesondere in Bereichen urbaner Baumstandorte, ist essenziell für ein gesundes Wachstum und hohes Alter der Bäume, um volle Klimawirksamkeit durch Verschattung in einem dichten Stadtquartier zu entwickeln.

Nachhaltigkeit entsteht besonders dort, wo der „Flächenverbrauch“ für urbane Nutzungen und Gestaltung mit natürlichen Funktionen, wie z.B. Regenwasserbewirtschaftung kombiniert werden können. Lebendigkeit, Austausch zwischen urbanen und natürlichen Elementen verstärken die Vielfalt und Lebensqualität in unmittelbarer Nachbarschaft. Hier halten sich die Bewohner erfahrungsgemäß am liebsten auf, in den grün-blauen Oasen, am Rande der sonst sehr harten Stadtoberflächen.

Ziel ist es deshalb, das Oberflächenwasser von den stark versiegelten Flächen, wie z.B. vom Hallendach der Paketposthalle vor der Versickerung einer Nutzung für die Bewässerung von Grünflächen zu zuführen.

Auf den privaten Baufeldern wird das Regenwasser mittels Retentions- und Gründächern zwischengespeichert und durch eine 10 cm Speicherschicht von einer durchgängigen Ebene einer TG-Decke gedrosselt in eine zugehörige private Versickerungsanlage (Rigole) geleitet.

Auf der Grundstücksebene entwässern private Freiflächen über eine multifunktionale Flächengestaltung und Entsiegelungsmaßnahmen, möglichst oberflächennah, dezentral in der Fläche, über poröse Beläge und muldenförmig angelegten Grünflächen mit integrierten Baumstandorten bzw. Baumscheiben, in denen Niederschlagswasser naturnah verdunsten, gefiltert und versickern kann.

In öffentlich gewidmeten, befestigten Flächen sorgen teilentsiegelte Flächen und leistungsfähige Filterrinnen und -Schächte für eine schadlose Entwässerung in Rigolen oder Sickerschächten. Bei Starkregen dienen Verkehrsflächen auch als Notwasserweg bzw. können für einen temporären Rückhalt das Regenwasser zwischenspeichern. Öffentliche Freiflächen, wie die zentrale Parkfläche speichern Niederschlagswasser im Oberboden und versickern das überschüssige Wasser in der Grünfläche (=Flächenversickerung, Flächenrückhalt).



Abbildung 10: Beispielsammlung Teil 1 multifunktional gestalteter und genutzter Flächen wie Park-, Spiel- und Grün- und Platzflächen (HL)



Abbildung 11: Beispielsammlung Teil 2 multifunktional gestalteter und genutzter Flächen wie Park-, Spiel- und Grün- und Platzflächen (HL)

6.2 Entwässerungsbausteine

Um die genannten Ziele zu erreichen, werden folgende Bausteine zur dezentralen, naturnahen Bewirtschaftung vorgeschlagen. Diese werden einzeln und in einer Entwässerungskaskade, hintereinandergeschaltet eingesetzt.

- Extensive und intensive Dachbegrünung auf Gebäudedächern und Tiefgaragen mit und ohne Retentionsfunktion
- Flächenversickerung über durchlässige Beläge oder Grünflächen
- Versickerungsmulden
- Unterirdische Sickerpackungen aus Kies oder Kunststoffboxen (Rigolen)
- Baumrigolen
- Regenwasserzisterne zur Regenwassernutzung z.B. zur Bewässerung
- Technische Vorreinigung des Oberflächenwassers vor der Versickerung in unterirdischen Sickeranlagen
- Versickerungsschächte

6.2.1 Dachbegrünung mit Retentionsfunktion

Gebäudedächer wie auch die Tiefgaragendecken im Plangebiet sollen begrünt werden. Die Dachflächen der geplanten Neubebauung sind teilweise mit extensiver oder intensiver Dachbegrünung geplant. Die Substrathöhe variiert je nach Begrünungsart und Bepflanzung zwischen 20 cm (extensiv) und 100 cm (intensiv mit Baumpflanzungen) (Abbildung 12). Neben dem Grünanteil wird es auf den Gebäudedächern aufgrund der Nutzung, PV-Anlagen, Dachfenster, Dachaufbauten, Pflegewege, Attika etc. auch versiegelte Flächen geben. Gemäß dem aktuellen Planstand wird für die Dachflächen ein Begrünungsanteil von ca. 50% angesetzt. Ausnahmen bilden hier die Gebäude MU6 und MU7, die aufgrund der geplanten intensiven Nutzung voraussichtlich nicht oder nur geringfügig begrünt werden sowie die bestehende Paketposthalle. Hier ist voraussichtlich keine Dachbegrünung umsetzbar (s. Abbildung 13).

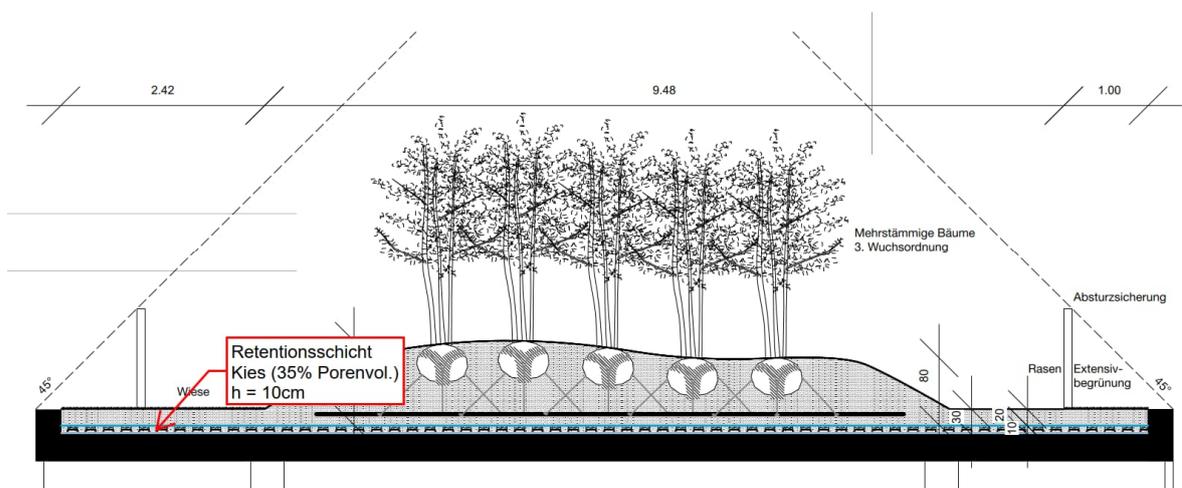


Abbildung 12: VORABZUG Regelschnitt Dachgeschoss Baumpflanzung mit Modellierung, bearbeitet (Vogt, 2023)

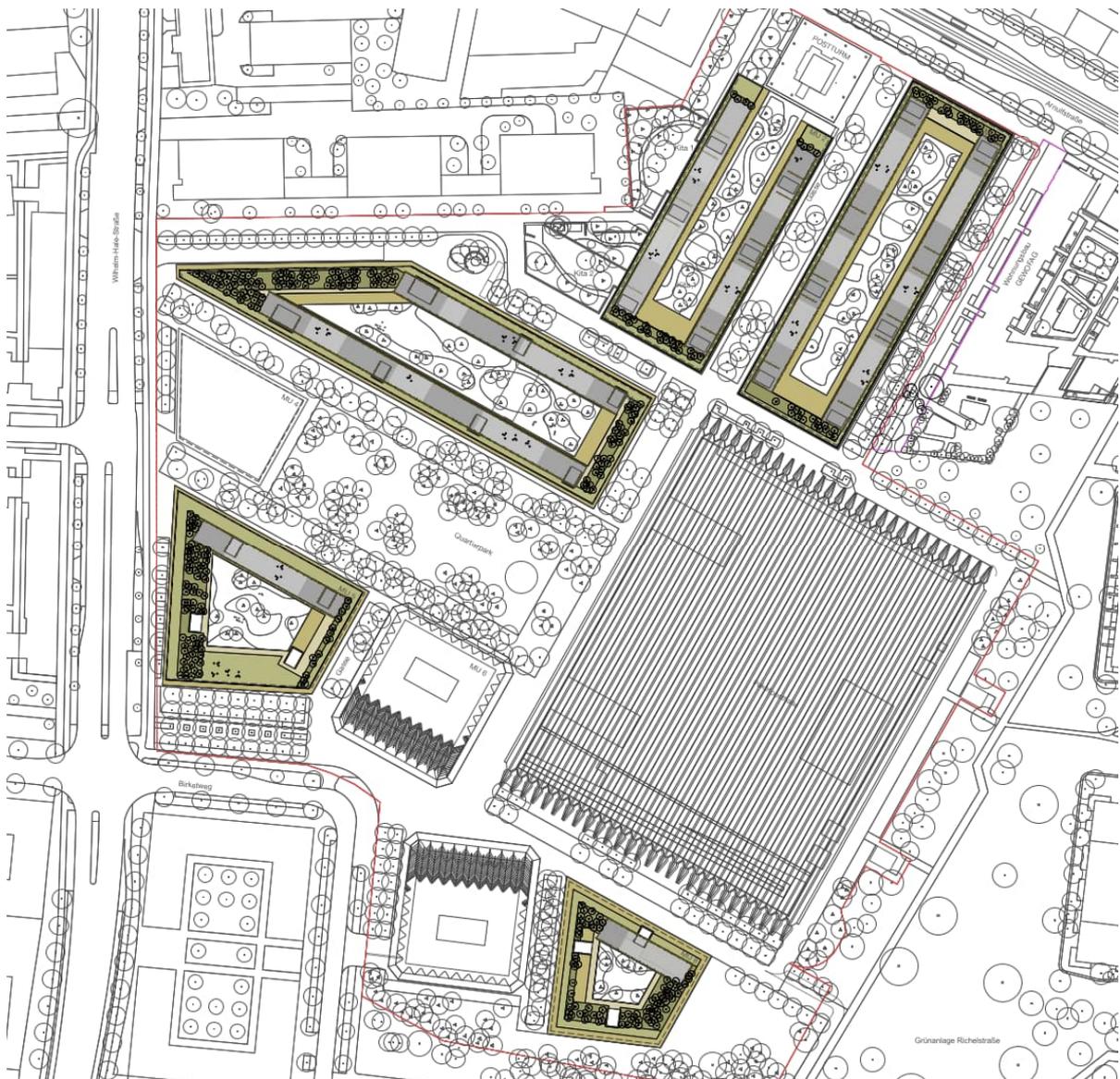


Abbildung 13: Lageplan Umgebung Dach (Vogt, 2023)

Flachdächer können bereits auf ihren Oberflächen zur schadlosen Rückhaltung von 30–100 jährlichen Starkregen (N=50-100mm) genutzt werden, bis der Notüberlauf anspringt. Zusätzliche Speicherung in der Drainageschicht oder mit Retentionsboxen aus Kunststoff sowohl unter begrüntem als auch befestigten Dachflächen ermöglicht eine höhere Rückhalte- und Verdunstungsrate durch die Kapillarwirkung des Gründachs. Voraussetzung hierfür ist die Ausbildung des Dachs mit 0°-Gefälle, so dass sich das Wasser in der Dränschicht einstauen und kontrolliert über höher liegende Dachabläufe ablaufen kann. Im Starkregenfall wird ein Rückstau bis in die Substratschicht zugelassen. Die zusätzliche Belastung des Dachs durch aufgestautem bzw. stehendes Wasser ist in der Gebäudestatik zu berücksichtigen.

Vorteil ist, dass nur eine geringe Anzahl von Dachabläufen notwendig ist und diese frei positionierbar sind. Der Drosselabfluss kann bis auf 0,1 l/s pro Ablauf eingestellt werden. Das verringert die Rohrquerschnitte im Gebäude sowie den Flächen- und Volumenbedarf für nachgeschaltete Versickerungsanlagen.

Unterbaute Innenhöfe der Gebäude auf Podium-Niveau sollen auch mit einer intensiven Dachbegrünung geplant werden. Es ist ein Substrataufbau von 45 bis 120 cm vorgesehen, dass hier auch größere Stauden und kleine Bäume gepflanzt werden können (Abbildung 14). Gemäß der Freiraumplanung wird in den hydraulischen Berechnungen angesetzt, dass 50% der unterbauten Flächen begrünt werden (s. Abbildung 15).

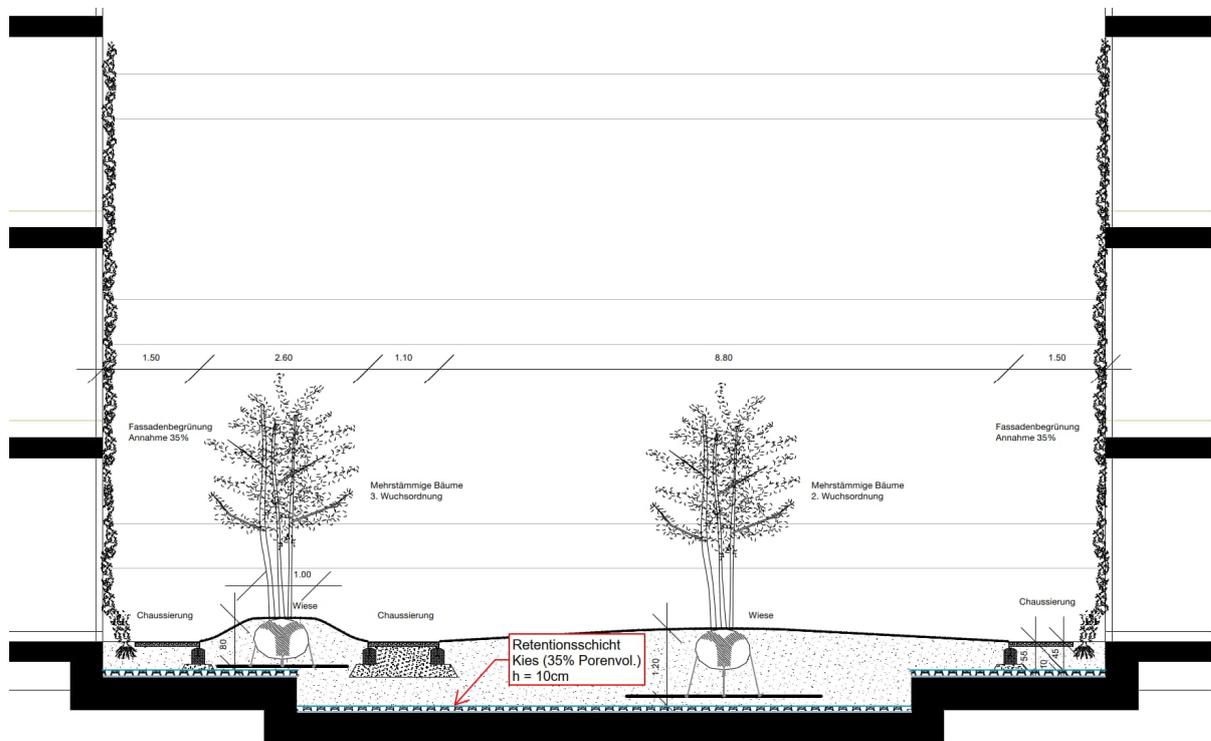


Abbildung 14: VORABZUG Regelschnitt Hofgeschoss 1, bearbeitet (Vogt, 2023)

Die mit Tiefgaragen unterbauten ebenerdigen Freiflächen werden mit einer Substratstärke von min. 150 cm in Bereichen von Baumpflanzungen geplant. In der Dränschicht auf der TG-Decke aus porösem Material, wie Kies bzw. Glasschaumschotter, oder Retentionsboxen aus Kunststoff kann ebenfalls gesammeltes Drainagewasser bzw. Sickerwasser kurzzeitig eingestaut werden, bevor diese in dezentrale Versickerungsanlagen entwässern. Um eine kontrollierte Ableitung in die geplante Versickerungsanlage sicherzustellen ist eine Aufkantung entlang der TG-Kante erforderlich.

Alle Dachflächen benötigen mind. einen Dachablauf und einen Notüberlauf. Im Fall der Retentionsdächer ist der Dachablauf mit einer Drossel versehen, die das Wasser reduziert ableitet und sich dadurch der geplante Rückstau in der Dränschicht einstellt. Hier ist die Vorgabe der Hersteller, dass die Drosselmenge pro Ablauf 0,1 l/s nicht unterschreiten darf.

Im Fall eines einfachen Dachablaufs ohne Drossel besteht die Vorgabe, dass alle 400 m² bzw. alle 20 m ein Dachablauf platziert werden muss (DIN 1986-100). Die Bemessung der Dachabläufe ist abhängig davon, welches Regenereignis vom Dach abgeführt werden soll.

Die Notentwässerung ist für jedes Dach nach der DIN 1986-100 mit dem 100-jährl. Regenereignis zu bemessen ($r_{5,100}$).

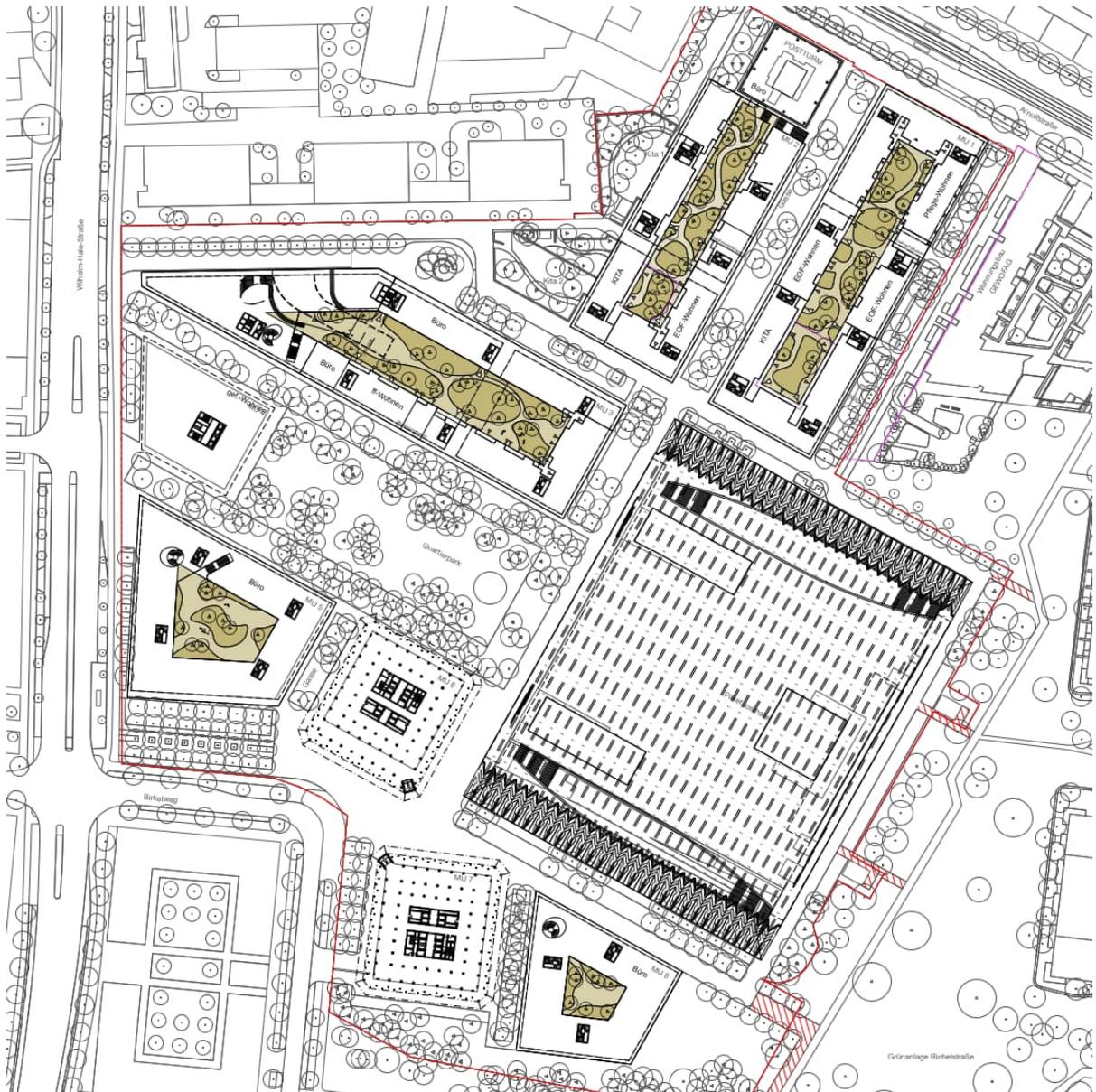


Abbildung 15: Lageplan Umgebung Höfe 1.0G (Vogt, 2023)

6.2.2 Durchlässige Beläge

Alle Oberflächen des Plangebiets sollen zur Abflussreduktion beitragen. Dafür wird angestrebt möglichst viele Flächen zu begrünen. Die Flächen, die aufgrund der Nutzung nicht begrünt werden können, sollten wenn möglich mit wasserdurchlässigen Belägen (Schotterrassen, wassergebundene Decke, etc.) gestaltet werden.



Abbildung 16: Verschiedene Arten durchlässiger Beläge und entsiegelter Flächen (HL)

6.2.3 Versickerungsmulden

Regenwasser, das nicht verdunstet, für Bewässerungszwecke oder andere Nutzung benötigt wird, soll nach Möglichkeit oberflächlich versickert werden. Bei Versickerung von Niederschlagswasser in unmittelbarer Nachbarschaft von bestehenden oder geplanten Gebäuden bzw. Bauwerken und Infrastruktureinrichtungen sind die Mindestabstände gemäß der technischen Regeln DWA-A 138 einzuhalten. Aufgrund der mehrstöckigen Unterbauung im Quartier ist davon auszugehen, dass ein ausreichender Mindestabstand zur Bebauung nicht eingehalten werden kann. Dementsprechend sind die Gebäude mit wasserdruckhaltenden Abdichtungen zu planen. Eine Versickerung über oder neben Tiefgaragen ist prinzipiell immer möglich unter Einhaltung der DIN-Norm (Flachdach-Richtlinie) mit zusätzlichen Abdichtungsvorgaben, insbesondere bei Rohrdurchführungen.



Abbildung 17: Integration einer Mulde in eine Grünfläche (links) oder in einem abgegrenzten Bereich (rechts) (HL)

Die Versickerungsmulde ist die einfachste Maßnahme, um kostengünstig und ökologisch Regenwasser zurückzuhalten, zu verdunsten, vorzureinigen und zu versickern. Zudem lassen sich diese Flächen multifunktional gestalten und nutzbar machen.

Die Mulden werden für ein 5-jährliches Niederschlagsereignis bemessen und dürfen dabei max. 30 cm einstauen. Der angesetzte Freibord von 10 cm kann im Starkregenfall als zusätzliches Volumen genutzt werden. Wenn das gesamte Volumen erschöpft ist, läuft die Mulde über ihren Rand auf die umliegende Fläche über. Die Böschungsneigung der Mulde sollte für die bessere Pflege/Mähbarkeit mit min. 1:2,5 geplant werden. Der 30 cm starke, bewachsene Oberboden (Bemessungs- $k_f = 10^{-5}$ m/s) sorgt für die vollständige Vorreinigung des Regenwassers, bevor es ins Grundwasser sickert. Ein ausreichender Grundwasserflurabstands (> 1 m) muss berücksichtigt werden.

6.2.4 Rigolen

Aufgrund von Platzmangel an der Oberfläche, der bestehenden Topografie und zum Schutz der Bestandsbebauung muss das anfallende Regenwasser im Projektgebiet teilweise über unterirdische Kies- und Kunststoffrigolen versickert werden. Für den Kieskörper wird eine Speicherkapazität von ca. 35% angesetzt. Für Kunststoffboxen wird eine Speicherkapazität von 90–95% angegeben. Die Sickerleistung im Untergrund wird aufgrund der hohen Durchlässigkeit mit $k_f = 10^{-4}$ m/s eingeplant. Der Abstand zur wasserführenden Schicht von mind. 1 m wird immer eingehalten.

Da nur gereinigtes Regenwasser in das Grundwasser geleitet werden darf, ist für jede Rigole eine technisch Vorreinigung nach den Vorgaben der Genehmigungsbehörde notwendig, um eine ausreichende Vorreinigung gemäß den Anforderungen des Merkblattes DWA-M 153 zur Einleitung ins Grundwasser sicherzustellen.



Abbildung 18: Aufbau einer Kiesrigole: Filtervlies, Kiespackung, Drainageleitung und Einlaufschacht (HL)

6.2.5 Baumrigolen

Bäume stellen das höchste Verdunstungspotenzial über eine große Blattoberfläche zur Verfügung. Als zusätzlich Maßnahme könnten daher „Baumrigolen“ in das Entwässerungskonzept integriert werden, um optimale Wachstumsbedingungen für Bäume herzustellen. Kennzeichnend für Baumrigolen sind ein ausreichend großer Wurzelraum, gut belüftet, in Kombination aus Baumsubstrat mit einer unterhalb liegenden Kiespackung, die der kontrollierten Be- und Entwässerung dient (Abbildung 19). Die Beschickung mit Oberflächenwasser erfolgt idealerweise von oben über die muldenförmige Baumscheibe mit der belebten Oberbodenschicht. Baumrigolen lassen sich als innovative Maßnahme an ausgewählten, exponierteren Standorten integrieren. Vorteile sind vor allem eine direkte Nutzung des Regenwassers für die Bewässerung der Bäume und damit Steigerung der Verdunstungsleistung im Stadtquartier. Baumsubstrat und Rigolenspeichersubstrat sind miteinander kombinierbar und müssen an die durchlässigen Schichten im Untergrund angebunden werden. Der Einsatz von Tausalz wird bei direkter Einleitung von Oberflächenwasser in die Baumscheiben nicht empfohlen. Die Baumrigole kann an ausgewählten Standorten realisiert werden, wo genügend Platz für einen ausreichend großen Wurzelraum in Kombination mit einer Sickerrigole vorhanden ist.

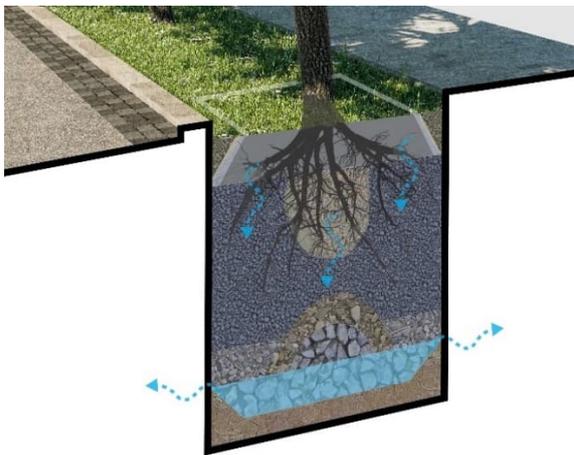


Abbildung 19: Querschnitt einer Baumrigole (HL)

6.2.6 Zisternen

Bei einer Zisterne handelt es sich um einen abgedichteten Speicher in dem Regenwasser gesammelt, gespeichert und für die Nutzung zur Verfügung gestellt wird. Das zusätzliche Wasser kann bspw. für die Bewässerung der innen- und außenliegenden Begrünung eingesetzt werden.

Als allgemein anerkannte Regel der Technik gilt DIN 1989-1:2002-04, Teil 1: „Regenwassernutzungsanlagen, Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung“. Die Reinigung von Regenwasser erfolgt im Zulauf oder im Regenspeicher rein mechanisch mit speziellen Filtern und/oder Sedimentation. Wenn der Überlauf an eine Versickerungsanlage angeschlossen ist, gelten zudem die Anforderungen nach DWA-Merkblatts M153 zur Einleitung in das Grundwasser.



Abbildung 20: Unterirdische Zisternen in der Bauphase (HL)

6.2.7 Multifunktional Parkgestaltung mit Retentions-/Versickerungsmulde

Öffentliche Parkanlagen und Freiflächen bieten i.d.R. ausreichend Freiraum, um diese multifunktional zu gestalten, für Freizeitnutzung und für den temporären Einstau mit Regenwasser. Insbesondere bieten sich diese Flächen an, um Starkregenüberläufe, die die Regelentwässerung überschreiten, temporär zwischenzuspeichern, da diese Ereignisse als selten eingestuft werden können. Da die Flächen mehr als 95% der Zeit trocken liegen bzw. die Einstaudauer nach normalen Regenereignissen nur wenige Stunden währt, sind die Flächen i.d.R. bege- und bespielbar. Ebenso leicht können diese Flächen gepflegt und gewartet werden.



Abbildung 21: multifunktional gestaltete Retentionsfläche, Scharnhäuser Park (HL)

Auf Grund ihrer Funktion mit Versickerung oder gedrosselter Entleerung gehören die Retentionsmulden zu den „Versickerungsanlagen“ nach DWA Arbeitsblatt A138 oder „Regenrückhalteräumen“ für die technischen Regeln im DWA A117. Die Sohle der Mulden muss einen Mindestabstand von 1,0 m zum mittleren Grundwasserhochstand einhalten. Der max. Einstau für das Bemessungsereignis (Tn 5 Jahre) soll 30cm nicht übersteigen. Der Freibord zur Geländeoberkante beträgt min. 10 cm. Dieser wird bei stärkeren Regenereignissen ab Tn10 bis 100 Jahre (je nach Bemessung der Überflutungssicherheit) voll ausgenutzt. Durch die geringen Einstautiefe mit flachen Böschungen (<1:3) lassen sich die Mulden gut in die Freianlagenplanung integrieren.

Durch die zentrale Lage und da in diesem Bereich keine Unterbauung geplant ist, eignet sich der zentrale Quartierspark für eine multifunktionale Gestaltung mit Regenwasser. In Trockenzeiten und bei normalen Regen steht er den Bewohnern als Freifläche zu Verfügung. Bei extremen Starkregen kann die Parkfläche als oberirdische Rückhaltefläche aktiviert werden.

6.2.8 Versickerungsschacht mit vorgeschalteter Filtereinheit (Rinne/ Schacht)

Aufgrund der Vorgabe, keine Rigolen in die EZG2 und EZG5 (öffentliche Fläche) einzubauen, muss das anfallende Regenwasser im Projektgebiet teilweise über Versickerungsschächte versickert werden.

Versickerungsschächte versickern unterirdisch und dezentral anfallendes Niederschlagswasser. Um Verunreinigungen des Grundwassers vorzubeugen, muss dem Versickerungsschacht eine Reinigungseinheit für das anfallende Niederschlagswassers vorgeschaltet sein. Dafür können beispielsweise Filterrinnen zum Einsatz kommen (s. Abbildung 7). Der Schacht besteht meist aus durchlässigem Beton oder Kunststoff und versickert das Wasser gleichmäßig im Erdreich.

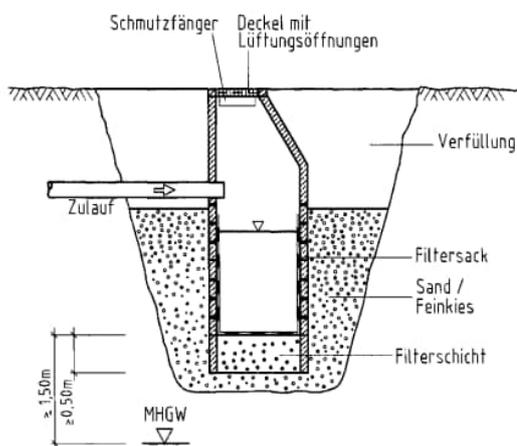


Bild 8: Versickerungsschacht Typ A

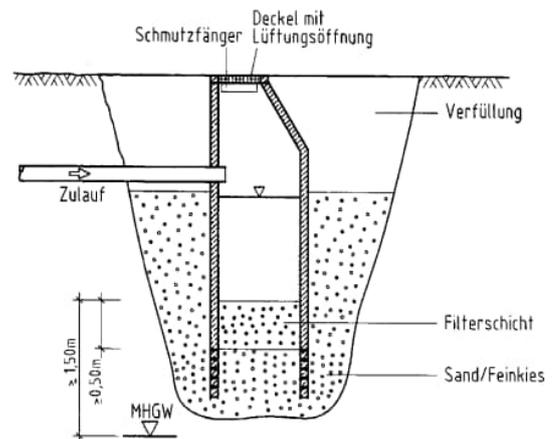


Bild 9: Versickerungsschacht Typ B

Abbildung 22: Versickerungsschacht Typ A und Typ B (DWA-A 138)

Die Schachttypen unterscheiden sich in Bezug auf ihre Durchsickerung. Beim Schacht Typ A ist bei gleicher Schachttiefe das verfügbare Speichervolumen größer als beim Schacht Typ B. Darüber hinaus muss bei Typ A bei Bedarf der Filtersack ausgebaut und durch Rückspülen gereinigt oder erneuert werden. Bei Typ B ist muss bei Bedarf die Filterschicht abgeschält (Entnahme der absetzbaren und abfiltrierbaren Stoffe) und durch neuen Filtersand ersetzt werden.

Für das Projektgebiet wurde der Schacht Typ A mit DN3000 in Kombination mit Filterrinnen verwendet und nach DWA-Arbeitsblatts 138 bemessen sowie der Überflutungsnachweis für Tn100a angelehnt an DIN 1986-100 durchgeführt.

6.2.9 Provisorische Entwässerung

Es wird empfohlen, dass zur Entwässerung des Baugebietes und vor Fertigstellung der Hochbauarbeiten provisorische Anlagen zur Niederschlagsentwässerung gebaut und in voller Funktion vorhanden sind. Unterirdische Infrastrukturanlagen zur Ableitung wie Leitungen und Schächte als auch zur Rückhaltung und Versickerung (Zisternen, Rigolen) werden im Zuge der Erschließungsmaßnahmen mit hergestellt. Ggf. sind provisorische Retentionsflächen und Absetzbecken vorab herzustellen, um eine Verschlämzung der unterirdischen Anlagenteile zu

verhindern. Oberflächennahe Ableitungs- und Retentionssysteme aus Rinnen, Gräben, Durchlässen, Querungen bis hin zu den Retentionsflächen werden i.d.R. erst im Endausbau der Oberflächengestaltung von Verkehrs- und Freianlagen und nach Fertigstellung des Hochbaus (mind. im Rohbau) hergestellt. Die Baustellen und provisorische Anlagen müssen auch gegen Starkregenabflüsse erosionssicher hergestellt sein. Konflikte während der Hochbaumaßnahmen entstehen häufig an engen Bereichen wie Aufstellflächen für Baugerüste, Ablage Baustelleneinrichtung/Materiallager/Kranaufstellung usw. und Baustellenzufahrten und sollten vorab in der Bauablaufplanung und Ausschreibung bedacht werden. In diesem Zusammenhang sollte auch für den Gesamtmassenausgleich eine Erdmassenbilanz sowohl der öffentlichen als auch privaten Grundstücksflächen im Zuge der Ausführungsplanung erstellt werden und daraus eine Maßnahmenplanung für die Baufeldfreimachung, Profilierung der Baufelder sowie Erschließungstrassen und Lagerplätze für Oberboden und Bodenaushub erstellt werden.

6.3 Entwicklung des Regenwasserkonzepts mit Einzugsgebieten

In Abhängigkeit der topografischen Tiefpunkte und Grundstücksgrenzen sind 14 Einzugsgebiete (EZG) für die ebenerdigen Freiflächen entstanden (Abbildung 23).

Eine Trennung zwischen öffentlichem und privatem Abwasser wird mit dem geplanten Entwässerungskonzept im gesamten Gebiet umgesetzt.



Abbildung 23: Lageplan Einzugsgebiete (EZG)

Grundlage Herzog & de Meuron und Vogt

6.3.1 Private Flächen

Alle neu geplanten Gebäude werden als separate Flächen (Dunkelgrün) erfasst. Aufgrund der starken Unter- und Überbauung des Gebiets, soll bereits auf Gebäudeebene mittels Retentionsdach (Wasser-Retentionsboxen (WRB) oder Kiesdrainage) Regenwasser zurückgehalten und mit einer Drosselabflussspende von 15 l/s/ha an den Außenraum übergeben werden. Es wird empfohlen den Starkregen bis 100-jährlich auf Gebäudeebene mittels Retentionsdach zurückgehalten. Die Fassadenflächen der jeweiligen Gebäude werden gemeinsam mit dem gedrosselten Dachwasser gefasst, über eine technische Filteranlage vorgereinigt und unterirdisch in Rigolen versickert. Die Versickerung erfolgt in Bereichen von nicht unterbauten, privaten Flächen.

Ausgenommen sind die beiden bestehenden Gebäude, der Postturm und die Paketpost-Halle. Das von den Dachflächen der Gebäude abfließende Regenwasser wird direkt und ungedrosselt einer unter- bzw. oberirdischen Versickerungsanlage zugeführt. Eine Rückhaltung auf Gebäudeebene ist aufgrund der Dachform (Paketpost-Halle) sowie aus statischen Gründen voraussichtlich nicht umsetzbar.

Das Regenwasser von den Dach- und Fassadenflächen der Gebäuden MU6, MU7 sowie dem südlichen Teil der Dachfläche der Paketpost-Halle, wird bis zum 1-jährlichen Regenereignis gesammelt, über eine technische Filteranlage vorgereinigt und in der Quartierszisterne unter dem Gebäude MU4 gespeichert. Der Überlauf der Zisterne wird an eine Rigole angeschlossen und versickert von dort in den Untergrund. Bei Regenereignissen, die über das 1-jährliche Ereignis hinaus gehen ist ein Überlauf von den jeweiligen Gebäuden in Rigolen, über eine technische Vorreinigung (z.B. Filterschacht), vorgesehen.

In der nachfolgender Abbildung 24 ist der Lageplan des Regenwasserkonzepts mit den geplanten Entwässerungsbausteinen und Bemessungsergebnissen dargestellt.

Wie in Kapitel 6.2.1. beschrieben ist auf den Gebäuden teilweise intensive oder extensive Dachbegrünung (ausgenommen MU6, MU7 und Paketpost-Halle) sowie in den Innenhofbereichen eine intensive Begrünung vorgesehen. Für die Berechnung wurde jeweils ein Begrünungsanteil von 50% angesetzt. Die Dächer und Innenhofbereiche werden als Retentionsdächer ausgeführt. Eine Dränebene ist auf 70% der Dach- und Innenhofflächen vorgesehen. Für die Gebäude mit intensiver Dachbegrünung ist eine Kiesdrainage (Speicherkapazität 35%) mit einer Stärke von ca. 10 cm vorgesehen. Für die Gebäude ohne Dachbegrünung oder mit extensiver Dachbegrünung (MU4, MU6 und MU7) sind Wasser-Retentionsboxen (WRB) aus Kunststoff aufgrund der höheren Speicherkapazität (Speicherkapazität 95%, h = 8,5 cm) vorgesehen.



Abbildung 24: Lageplan RW-Konzept (Stand 29.11.2024)

Grundlage Herzog & de Meuron und Vogt

Legende

- Einzugsgebiete
- Rigole öffentlich: Kiesrigole (90-95% Speichervol.)
- Rigole privat: Kiesrigole (35% Speichervol.) Rigolenbox (90-95% Speichervol.)
- Versicherungsmulde/ Versicherungsläche
- Tiefbeet
- Gebäude mit Retentionsdach
- TG mit Retentionsdach
- Zisterne (MU4)
- RW-Leitungen
- RW-Rinnen
- Zuleitung Zisterne (V1)
- RW-Fließrichtung
- Reinigungsschacht
- Versicherungsschacht

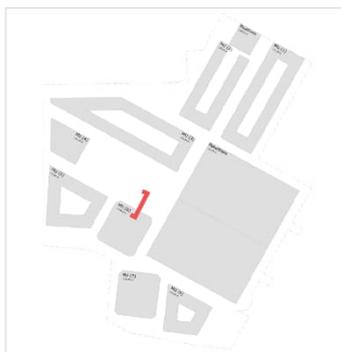
Die schadlos einstaubare Sraßfläche reicht für den oberflächlichen Teiltrüchhalt bei Tn100a aus.

In EZG 2 (rosa) westlich des MU7, wird das anfallende Niederschlagswasser über Filterrinnen zu einem Versickerungsschacht (DN3000) geleitet. Als Vorreinigung kann auch ein hydrodynamischer Abscheider (z.B. 3P-Technik Hydroshark) (s. Überlauf aus der Zisterne) dienen.

In den westlich bzw. nordwestlich liegenden Einzugsgebieten EZG 3 (grau) und EZG7 (rot) ist eine oberflächige Rückhaltung und Versickerung aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse und intensiven Nutzung nicht möglich. Das anfallende Regenwasser von den versiegelten Flächen wird über Rinnen und Hofabläufe gesammelt, über eine technische Anlage (z.B. Filterschacht) vorgereinigt und unterirdisch über Rigolen versickert. Ausreichendes Retentionsvolumen (Überflutungsnachweis Tn100a) ist als unterirdisches Volumen nachzuweisen. In den Bereichen des EZG3 und EZG7 werden zudem die Versickerungsrigole zur Versickerung des gedrosselten Dachwassers sowie der Abfluss von den Fassadenflächen des Gebäude MU4, MU3 und MU2 verortet.

Der zentrale Quartierpark (EZG4, hellgrün) wird weitestgehend von Unterbauungen durch die Tiefgarage freigehalten und kann daher als multifunktionale Rückhaltefläche mit Versickerungsfunktion genutzt werden. Aufgrund der geringen Versiegelung der öffentlichen Grünfläche ist hier eine oberflächige Rückhaltung und Versickerung über den belebten Oberboden in einer Mulde oder eine Flächenversickerung möglich. Die Positionierung sowie konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlage ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Das vorgegeben Rückhaltevolumen muss berücksichtigt werden.

In den Randbereichen des Quartierparks sind zudem die Versickerungsrigolen der Gebäude MU5 und MU6 sowie der Überlauf der Zisterne und die Versickerungsrigole des EZG8 verortet (siehe Abbildung 25).



Grundlage Herzog & de Meuron

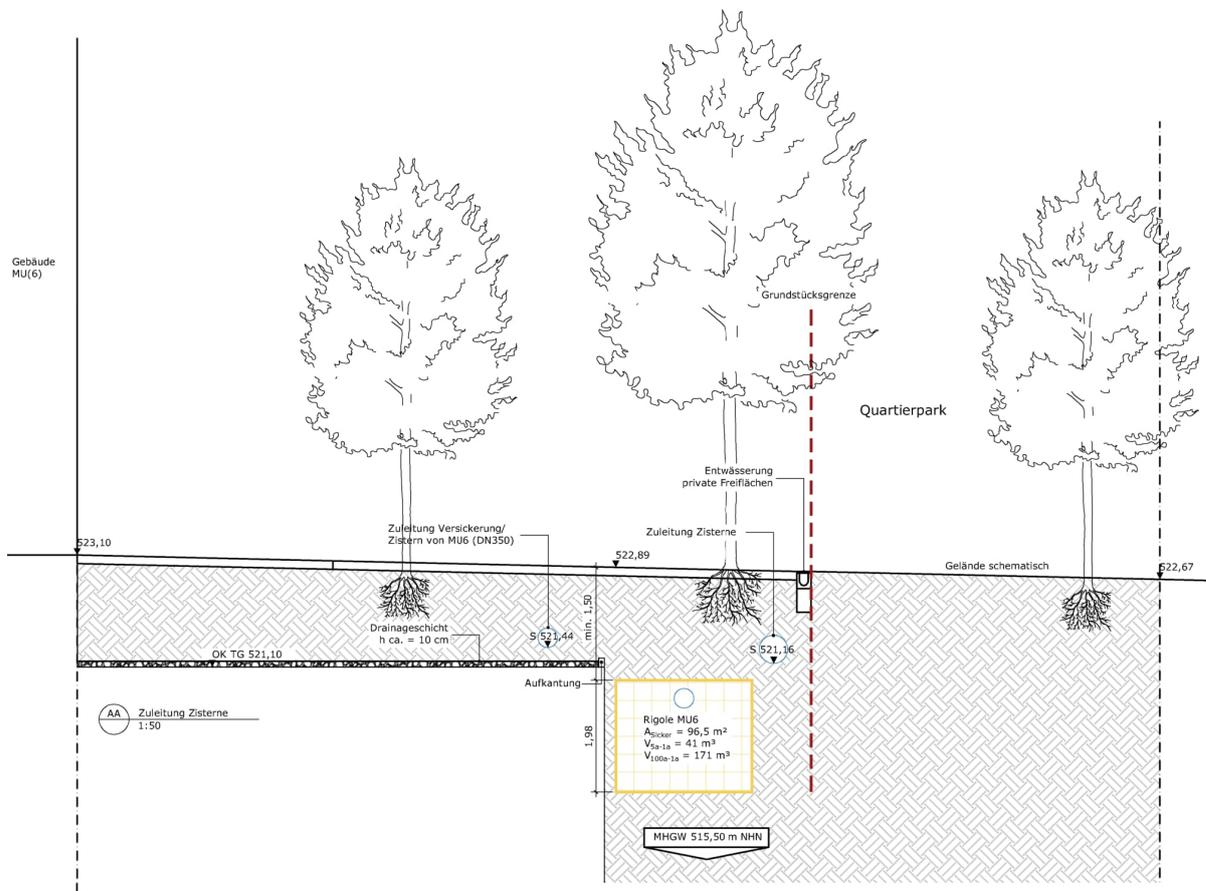


Abbildung 25: Prinzipschnitt AA, bearbeitet (Vogt, 2023)

Das Einzugsgebiet EZG6 (orange) liegt am nordwestlichen Rand des Gebietes. Die Dach- und Fassadenflächen vom bestehenden Postturm sowie die befestigten Flächen werden oberflächlich in die Versickerungsmulden in den nördlichen Grünflächen geleitet und über den Oberboden in den Untergrund versickert. Der Einstau beträgt im Bemessungsfall (bis 5-jährlich, alle Dauerstufen) max. 20 cm. Der geplante Freibord von 10 cm kann im Starkregenfall als zusätzliches Volumen verwendet werden. Darüber hinaus sollte das Gefälle oberflächlich so ausgebildet werden, dass ein Notwasserweg Richtung EZG 7 besteht. Die Positionierung sowie konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlage ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Sollte aufgrund der Nutzung, eine oberflächige Versickerung nicht möglich sein, kann stattdessen eine unterirdische Versickerung (z.B. Kiesrigole) integriert werden. Das vorgegebene Rückhaltevolumen muss jedoch berücksichtigt werden.

Die an den Quartierspark angrenzenden befestigten privaten Flächen sowie unterbaute Gassenbereiche zwischen den anliegenden Gebäuden bilden das EZG8 (gelb). Das von den befestigten Flächen abfließende Regenwasser wird über Rinnen und Hofabläufe auf die Tiefgaragendecke abgeleitet, in der Drainageschicht (ca. 10 cm, Speichervolumen 35%) kurzzeitig eingestaut und gedrosselt in die dezentralen Versickerungsanlagen nördlich und südlich des zentralen Quartiersparks abgeleitet (siehe Abbildung 26).

Für die Sicherstellung eines kontrollierten Rückhalts in der Retentionsschicht, ist eine Aufkantung entlang der TG-Kante geplant. Die Einstauhöhe ist mit 10 cm angesetzt. Die Einstaudauer beträgt ca. 3-12 Stunden und es ist kein Daueranstau geplant (gemäß DWA-Merkblatt 138 dürfen 24 Stunden nicht überschritten werden). Durch die Tiefgaragenabsenkung von mind. 1,5 m unter GOK haben geplante Bäume über der Tiefgarage ausreichend Volumen (Baumsubstrat) zu Verfügung.

Als Baumsubstrat wird das ZTV VegTraMü verwendet, das nach den Vorgaben der FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen (Teil 2) eine Speicherkapazität von mindestens 35% aufweisen muss. Die gefällelose Tiefgarage ist Stand der Technik und wird bereits flächendeckend in Deutschland eingebaut. Werden die Randbedingungen beachtet, sind die Standardbedingungen der Bäume nicht anders als bei Tiefgaragen mit Gefälle und Staunässe für die Bäume ist nicht zu erwarten.

Um zu verhindern, dass Sedimente durch den Oberflächenabfluss in die Retentionsschicht eingeschwemmt werden, wird empfohlen das anfallende Regenwasser vor der Einleitung in die Retention über Filterrinnen zu reinigen. Auch hier ist eine Kombination der Baumquartiere mit Rigolen möglich, um den Verdunstungsanteil des in der tiefen Drainageschicht zwischengespeicherten Wasser zu erhöhen. Bevor das Wasser über eine unterirdische Versickerungsanlage (Rigole) in den Untergrund versickert, ist eine Voreinigung über eine technische Anlage (z.B. Filterrinne oder Filterschacht) erforderlich.

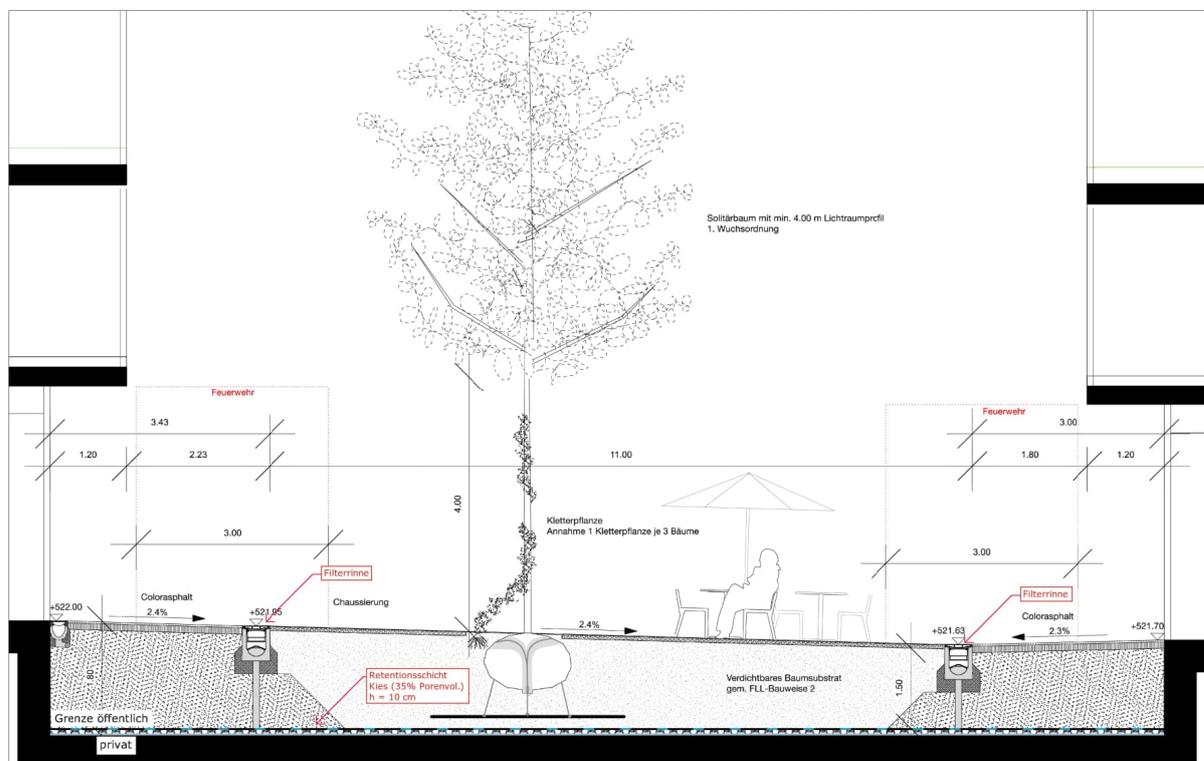


Abbildung 26: VORABZUG Regelschnitt Erdgeschoss Gasse, bearbeitet (Vogt, 2023)

Am östlichen Rand des Gebietes und parallel zum Gebäude MU1 befindet sich das EZG 9 (olivgrün). Das Niederschlagswasser wird hier über Rinnen gesammelt, in einer unterirdischen Rigole gefasst und versickert. Ausreichendes Retentionsvolumen (Überflutungsnachweis Tn100) ist als unterirdisches Volumen nachzuweisen.

Die umlaufenden befestigten Flächen östlich bzw. südöstlich der Paketposthalle (EZG 10, hellblau), werden teilweise in Tiefbeeten über den Oberboden in den Untergrund versickert. Zusätzlich sind unterirdische Rigolen vorzusehen, wenn nicht ausreichend oberirdische Versickerungsflächen zu Verfügung stehen bzw. diese aufgrund der erforderlichen Nutzung nicht als Retentionsfläche dienen können (z.B. Feuerwehrstellfläche). Der oberflächige Einstau in den Tiefbeeten liegt im Bemessungsfall bei 10 cm. Der geplante Freibord von 10 cm kann im Starkregenfall als zusätzliches Volumen verwendet werden. Die Positionierung sowie konstruktive Gestaltung der

Versickerungsanlage ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Sollte aufgrund der Nutzung, eine oberflächige Versickerung nicht möglich sein, kann stattdessen auch eine unterirdische Versickerung (z.B. Kiesrigole) integriert werden. Das vorgegebene Rückhaltevolumen muss jedoch berücksichtigt werden. Südlich und westliche des MU8 werden im Bereich der privaten und nicht unterbauten Flächen zudem die Versickerungsrigole zur Versickerung des gedrosselten Dachwassers sowie der Abfluss von den Fassadenflächen der Gebäude MU7 und MU8 verortet.

Die umlaufenden öffentlichen Grünflächen (EZG 11, dunkelblau) können aufgrund der guten Durchlässigkeit des Bodens über die Fläche versickert werden.

6.3.2 Öffentliche Flächen

Das Einzugsgebiet EZG1 (pink) liegt im Süden des Planungsgebiets. Aufgrund der geringen Versiegelung und Unterbauung der öffentlichen Grünfläche ist hier eine oberflächige Rückhaltung und Versickerung über den belebten Oberboden in einer Mulde oder eine Flächenversickerung möglich. Die Positionierung sowie konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlage ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Das vorgegebene Rückhaltevolumen muss jedoch berücksichtigt werden.

In EZG5 (türkis) nördlich des MU3, wird das anfallende Niederschlagswasser über Filterrinnen zu Versickerungsschächten (DN3000) geleitet. Als Vorreinigung kann auch ein hydrodynamischer Abscheider (z.B. 3P-Technik Hydroshark) (s. Überlauf aus der Zisterne) dienen. In EZG 5 liegen die fünf benötigten Schächte kaskadenartig hintereinander. Die angrenzende Verkehrsfläche in EZG5 kann im Starkregenfall zusätzlich bis 10 cm eingestaut und als Retentionsvolumen verwendet werden (ca. 50 % des Tn100a). Um das stehende Niederschlagswasser im Falle eines Starkregens von MU3 wegzuleiten, sollte die Verkehrsfläche in Richtung Norden/ Filterrinne geneigt sein. Die Positionierung der Versickerungsschächte ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Die vorgegebenen Rückhaltevolumen müssen jedoch berücksichtigt werden.

Der öffentliche Teil vom alten Einzugsgebiet 8 ist in drei neue Einzugsgebiete EZG 8.1, EZG 8.2 und EZG 8.3 (gelb) aufgeteilt worden (siehe Abbildung 23). Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und der engen Bebauung gilt für diese Einzugsgebiete die Anforderung, 100-jährliche Regenereignisse vollständig durch unterirdisches Retentionsvolumen, zurückzuhalten. Die Positionierung sowie konstruktive Gestaltung der Versickerungsanlagen ist in die Landschaftplanung zu integrieren und im Zuge der weiteren Planung zu definieren. Das vorgegebene Rückhaltevolumen muss jedoch berücksichtigt werden.

EZG 8.1 umfasst die größtenteils versiegelte Fläche südlich von MU5 und teilweise von MU6. Das anfallende Regenwasser wird über zwei separate Filterrinnen zu einer Rigole im Südwesten, am Rand des EZG neben der Tiefgarage, geführt und dort versickert. Die Rigole ist als Kunststoff-Rigole mit einem Speichervolumen von 90% geplant.

Zu EZG 8.2 gehört die größtenteils unterbaute öffentliche Fläche zwischen der Südseite von MU6 und der Paketposthalle bis hin zu EZG 4 und der südlichen Ecke von MU3. Das anfallende Regenwasser wird über Filterrinnen in den Bereich zwischen MU6 und MU7 geleitet. Von dort wird es gesammelt zu einer nordwestlich von MU7 gelegenen Rigole im Bereich der Tiefgarageneinfahrt geleitet und versickert. Wie bei EZG 8.1 wird diese Rigole als Kunststoff-Rigole ausgebildet.

Zu EZG 8.3 gehören die Gassen östlich des Postturms im Norden bis zur Paketposthalle, sowie die an MU3 angrenzenden öffentlichen Flächen bis EZG 5 und EZG 7. Wie bei EZG 8.1 und 8.2 wird das

anfallende Regenwasser über Filterrinnen in den Bereich der Kreuzung zwischen MU3 und der Paketposthalle geleitet. Von dort wird es gesammelt zu einer Rigole nord-östlich der Paketposthalle geleitet und versickert.

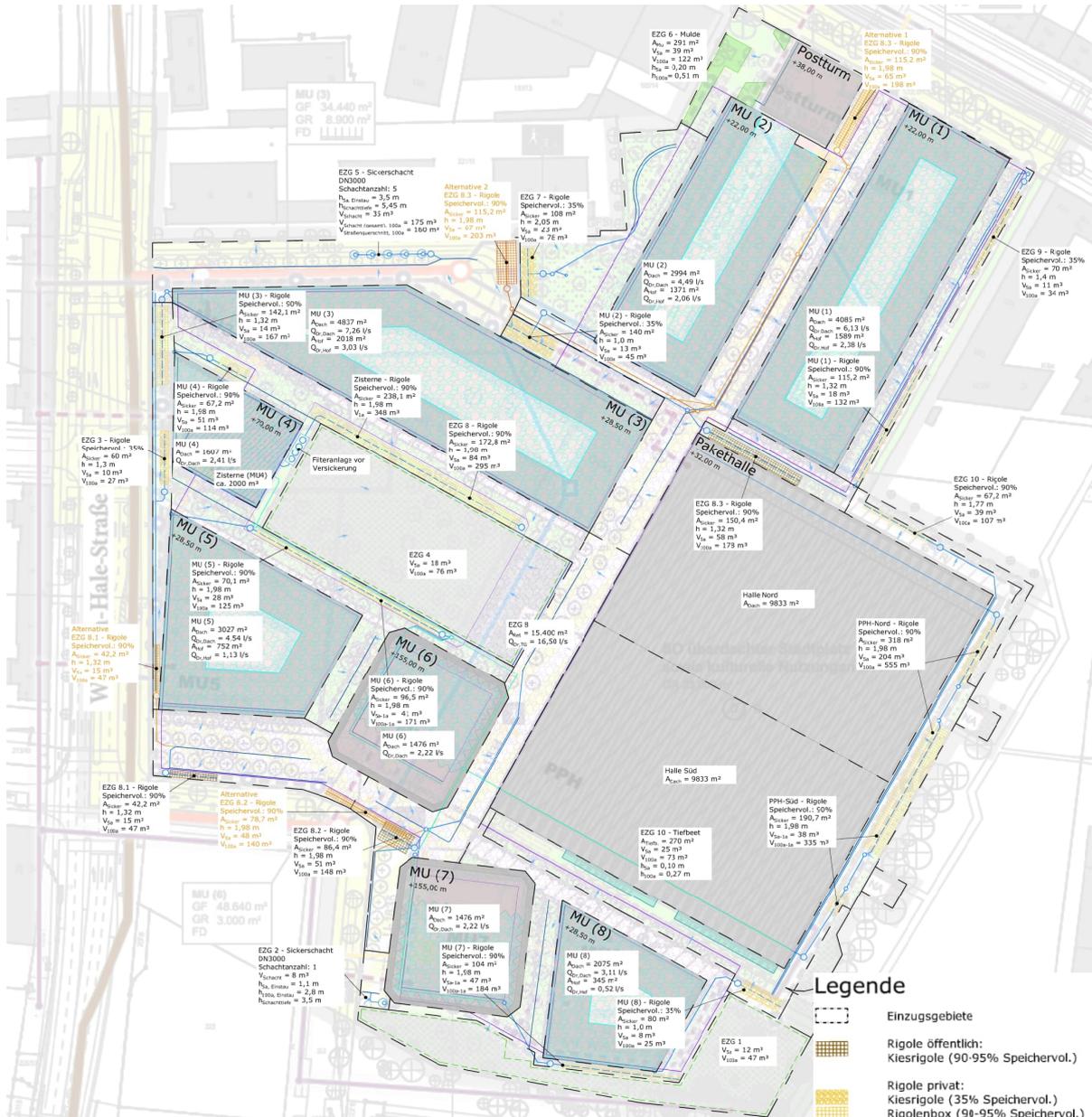
6.3.2.1 Alternative Rigolstandorte

Zu der Aufteilung des EZG 8 in EZG 8, 8.1, 8.2, 8.3 gibt es für die unterirdischen Versickerungsanlagen der Einzugsgebiete der öffentlichen Flächen alternative Standorte, um das notwendige unterirdische Retentionsvolumen bereitzustellen (s. Abbildung 27). Alle Alternativen sind aufgrund der starken Unterbauung durch die Tiefgarage ebenfalls als Kunststoff-Rigolen (Speichervolumen 90%) vorgesehen.

Die Rigole des EZG 8.1 kann neben der Tiefgarage im Westen aber auch nördlich des EZG 8.1 im EZG 3 positioniert werden.

In EZG 8.2 kann die Rigole kompakt oder in länglicher Form umgesetzt werden. Durch die langgezogene Rigole kann der Abstand zu den geplanten Bäumen südlich der Rigole erhöht werden.

Für das EZG 8.3 gibt es neben der Positionierung nordöstlich der Paketposthalle zwei alternative Standorte. Bei der ersten Alternative wird die Rigole des EZG 8.3 neben der Ostseite des Postturms im Norden von EZG 8.3 platziert. Aufgrund der beengten Bedingungen muss diese alternative Rigole jedoch 3-lagig gebaut werden, wodurch sich die vorhandene Versickerungsfläche verringert und das notwendige Retentionsvolumen von 173 m^3 auf 198 m^3 erhöht. Ähnlich verhält es sich mit der zweiten Alternative zur Rigole 8.3 im EZG 5. Bei einer Platzierung der Rigole 8.3 im EZG 5 muss diese ebenfalls 3-lagig gebaut werden. Das notwendige Retentionsvolumen erhöht sich so von 173 m^3 auf 203 m^3 .



6.4 Bemessungsmethodik

Die geplanten Regenwasserbewirtschaftungsanlagen werden für das 5-jährliche Niederschlagsereignis bemessen. Es wird über alle Dauerstufen das maßgebende, maximale Retentionsvolumen bestimmt. Die hydraulischen Berechnungen basieren auf der aktuellen Niederschlagsstatistik des KOSTRA-Atlas des DWD (Stand 2020 4.1).

Gemäß Überflutungsnachweis nach DIN1986-100 muss für die mit mehr als 70% über- und unterbauten Flächen (>800m²) der Nachweis für das 100-jährliche Starkregenereignis mit vollständigem Rückhalt auf dem Grundstück nachgewiesen werden. Nach dem Kommentar zur DIN 1986-100 und der Arbeitsgruppe ES-3.1 der DWA wird empfohlen, den Überflutungsnachweis der geplanten Rückhaltevolumen über alle Dauerstufen zu führen. Dieses Volumen wird in den geplanten Regenwasserbewirtschaftungsanlagen mit untergebracht und teilweise an der Oberfläche zurückgehalten.

Für die Einzelbausteine wird nach dem einfachen Verfahren nach DWA-A 138 und DWA-A 117 bemessen. Für alle hintereinandergeschalteten Bausteine ist der einfache Nachweis nicht ausreichend, da die Translations- und Retentionsprozesse nicht ausreichend abgebildet werden. Hierfür wird ein hydrologisches Modell angewendet, wie in DWA-A 118 empfohlen. Der Nachweis baut sich wie folgt auf:

1. Vordimensionierung der Anlagen zur Versickerung und Retention (DWA-A 138 und DWA-A 117)
2. Hydrologisches Modell (STORM.XXL) zum Nachweis der Retentionskaskade

Zur Vordimensionierung wird ein Blockregen (KOSTRA-DWD 2020) verwendet. Die überregnete abflusswirksame Fläche wird über eine Flächenanalyse mit den Abflussbeiwerten der Tabelle 9 (DIN 1986-100) bestimmt.

Für das hydrologische Modell wird der endbetonte Regen verwendet. Dieser bildet die Belastung mit starken Niederschlagsspitzen besser ab, da die Elemente vorbefeuchtet werden, bevor die Niederschlagsspitze des Regenereignisses auftritt.

Im vorliegenden Projekt wurde eine hydrologische Modellierung mit der Software STORM.XXL der Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH durchgeführt. Hierbei handelt es sich um ein hydrologisches Niederschlags-Abfluss Modell. Das Programm ermöglicht die näherungsweise Lösung eines vernetzten Systems, bestehend aus verschiedenen Elementen der zentralen und dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Modelltechnisch wird zwischen der Abflussbildung und der Konzentration unterschieden. Der hieraus entstehende effektive Niederschlag wird unter Berücksichtigung der Translations- sowie Retentionsprozesse in den einzelnen Elementen dargestellt. Die Berechnung der einzelnen Systemzustände erfolgt hierbei für das jeweilige Zustandsintervall, i.d.R. in Zeitschritten von 5 Minuten.

6.4.1 Bestimmung der abflusswirksamen Flächen

Insg. sind 11,9 ha Fläche zu entwässern (s. Tabelle 1 und die ausführliche Tabelle der Flächenbilanz im Anhang), davon sind 32.568 m² Fassadenfläche, die zu 50% als abflusswirksame Fläche miterfasst wird¹.

Es ergibt sich insg. eine abflusswirksame Fläche von 71.793 m², das bedeutet, dass ca. 60 % der Fläche im Mittel zum Abfluss kommen. Der Spitzenabflussbeiwert der gesamten Fläche ergibt 0,69.

Tabelle 1: Kurzfassung Flächenbilanz

EZG	Grünfläche/ int. Dach- begrünung	Flachdach/ Schrägdach/ Fassade	extensive Dach- begrünung	Wasser- gebundene Fläche	Asphalt	Schotter- rasen	A _E	A _u
	[m ²]							
EZG1	2708	0	0	40	0	0	2748	506
EZG2	27	0	0	0	172	0	199	158
EZG3	0	0	0	95	582	223	900	635
EZG4	4655	0	0	0	0	0	4655	781
EZG5	409	0	0	151	2192	0	2752	2119
EZG6	652	406	406	0	121	336	2706	1462
EZG7	1512	0	0	826	769	0	3107	1422
EZG8	0	0	0	4030	3282	620	7931	5899
EZG8.1	1046	0	0	0	785	0	1831	811
EZG8.2	314	0	0	741	1916	0	2970	2274
EZG8.3	0	0	0	2163	1646	0	3809	2995
EZG9	530	0	0	435	430	0	1395	745
EZG10	270	0	0	834	1956	454	3514	2705
EZG11	768	0	0	0	264	0	1032	404
MU(1)	2837	2043	0	795	0	0	8160	3921
MU(2)	2183	1497	0	686	0	0	6477	3101
MU(3)	3428	2419	0	1009	0	0	9050	4323
MU(4)	0	804	804	0	0	0	5877	3019
MU(5)	1890	1514	0	376	0	0	6230	3040
MU(6)	0	1957	0	0	0	0	10172	5869
MU(7)	0	1957	0	0	0	0	10637	6101
MU(8)	1210	1038	0	173	0	0	3674	1803
Pakethalle Süd	0	9833	0	0	0	0	9833	8850
Pakethalle Nord	0	9833	0	0	0	0	9833	8850
Summe	24.439	33.301	1.210	12.354	14.115	1.633	119.492	71.793

¹ München liegt in Beanspruchungsgruppe III in Bezug auf Schlagregen durch Windeinwirkung gemäß DIN 4108-3:2024-03 weshalb nach DIN EN 12056-3 50 % der Fassadenfläche zur abflusswirksamen Dachfläche addiert wird.

6.4.2 Ergebnisse der Vordimensionierung

Die Vordimensionierung nach den DWA-Arbeitsblättern A138 und A117 (s. Tabelle 2) ergibt, dass insg. 1.597 m³ Speichervolumen beim Bemessungsereignis (T_n=5a) zurückgehalten werden müssen. Im Starkregenfall (T_n=100a) steigt das Volumen auf 4.467 m³, was ober- und unterirdisch verteilt werden kann. Insg. werden 1.141 m² Fläche für Mulden und 6.015 m³ Aushubvolumen für Rigolen benötigt. Das Gesamte Wasser wird auf dem Gelände versickert. Es werden 186 l/s ins Grundwasser eingeleitet.

Tabelle 2: Ergebnisse der Vordimensionierung

EZG	A _E	A _u	V(5a)	V(30a)	V(100a)	A(MU)	V(RG)	V(S)	Q _{sicker}
	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[l/s]
EZG1	2748	506	11	34	47	230	0	0	1,2
EZG2	199	158	8	15	20	0	0	21	0,1
EZG3	900	635	9	19	27	0	60	0	3,5
EZG4	4655	781	17	55	76	350	0	0	1,8
EZG5	2752	2119	122	233	324	0	0	175	0,8
EZG6	2706	1462	39	79	108	291	0	0	1,5
EZG7	3107	1422	23	56	78	0	222	0	6,1
EZG8	7931	5899	97	219	301	0	860	0	24,2
EZG8.1	1831	811	15	34	47	0	52	0	2,7
EZG8.2	2970	2274	51	108	148	0	165	0	4,9
EZG8.3	3809	2995	58	130	178	0	198	0	8,8
EZG9	1395	745	10	24	34	0	70	0	4,4
EZG10	3514	2705	63	132	180	270	190	0	5,6
EZG11	1032	404	12	27	37	0	0	0	0,5
MU(1)	8160	3921	77	165	226	0	251	0	11,2
MU(2)	6477	3101	51	110	151	0	432	0	12,6
MU(3)	9050	4323	85	185	253	0	281	0	12,5
MU(4)	5877	3019	69	131	180	0	200	0	6,3
MU(5)	6230	3040	66	136	187	0	207	0	7,0
MU(6)	10172	5869	139	246	338	0	376	0	11,4
MU(7)	10637	6101	143	254	349	0	388	0	12,0
MU(8)	3674	1803	24	51	70	0	201	0	11,1
Pakethalle Süd	9833	8850	204	403	554	0	616	0	18,0
Pakethalle Nord	9833	8850	204	403	554	0	1246	0	18,0
Summe	119.492	71.793	1.597	3.249	4.467	1.141	6.015	196	186

Zum Nachweis der Retentionskaskaden der Gebäudeblöcke (MU1– MU8) sowie des EZG 8 folgen im nächsten Kapitel die Ergebnisse des NA-Modells.

6.4.3 Ergebnisse der hydrologischen Modellierung

Die Simulation mit dem NA-Modell STORM.XXL für den Gebäudeblock (MU1– MU8) sowie das EZG 8² ergaben 1.430 m³ Speichervolumen für den Bemessungsfall (T_n=5a). Dieses liegt ca. doppelt so hoch, wie das in der Vorbemessung errechnete Speichervolumen von 841 m³ für den Gebäudeblock sowie EZG 8 (s.Tabelle 3). Im Starkregenfall (T_n=100a) wird ein Rückhaltevolumen von 3.697 m³ notwendig, was einer Zunahme von 58.7% im Vergleich zum in der Vorbemessung berechneten Speichervolumen von 2.330 m³ entspricht.

Der Großteil des Mehrvolumens der Modellierung ergibt sich durch das auf den Dächern aktivierte Retentionsvolumen. Dafür kann das Rigolenvolumen reduziert werden. Zusätzlich wird das Volumen durch den teilweisen Einsatz von Rigolenboxen anstatt Kiesrigolen, durch das höher Speichervolumen weiter reduziert auf 1.357 m³.

EZG	A _E	A _U	V(5a)	V(30a)	V(100a)	A(MU)	V(RG)	Q _{Dr}	Q _{sicker}
	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ²]	[m ³]	[l/s]	[l/s]
EZG8	15134	11152	479	856	1153	0	295	0	12,2
MU(1)	8160	3921	106	211	330	0	56	0	10,2
MU(2)	6477	3101	81	162	252	0	45	0	7,7
MU(3)	9050	4323	122	312	495	0	167	0	9,1
MU(4)	5877	3019	110	176	235	0	114	0	4,6
MU(5)	6230	3040	92	214	316	0	125	0	6,4
MU(6)	10172	5869	189	288	374	0	256	0	16,2
MU(7)	10637	6101	200	303	392	0	274	0	15,9
MU(8)	3674	1803	51	97	150	0	25	0	4,1
Summe	75411	42329	1430	2619	3697	0	1357	0	86,2

Durch die reduzierten Rigolenflächen werden nur 86,2 l/s ins Grundwasser eingeleitet.

Tabelle 3: Ergebnisse des NA-Modells

Eine Aufschlüsselung der einzelnen Entwässerungsbausteine mit den sich ergebenden Einstauhöhen, Drossel- und Sickerleistungen finden sich in Tabelle 4.

² Die Simulationsergebnisse entsprechen der Konzeptversion 6, bei der das EZG 8 komplett betrachtet wurde, ohne in private und öffentliche Teileinzugsgebiete unterteilt zu sein. Rigolenvolumen und Einstauhöhen auf der Tiefgaragendecken für EZG8 (private Fläche) reduzieren sich demnach, wenn die öffentlichen Flächenanteile des EZG 8 (EZG 8,1-8.3) separat über Rigolen entwässert werden.

Tabelle 4: Einstauvolumen, Drossel- und Sickerleistung der einzelnen Entwässerungsbausteine

EZG	V(1a)	V(5a)	V(30a)	V(100a)	Q _{Dr}	Q _{sicker}
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[l/s]	[l/s]
EZG8 - TG	-	395	637	858	16,50	0,00
EZG8 - Rigole	-	84	219	295	0	12,20
MU(1) - Dach	-	76	151	224	6,13	0,00
MU(1) - Hof	-	15	33	50	2,38	0,00
MU(1) - Rigole	-	15	27	56	0	10,20
MU(2) - Dach	-	55	111	164	4,49	0,00
MU(2) - Hof	-	13	29	43	2,06	0,00
MU(2) - Rigole	-	13	22	45	0	7,70
MU(3) - Dach	-	89	179	265	7,26	0,00
MU(3) - Hof	-	19	42	63	3	0,00
MU(3) - Rigole	-	14	91	167	0	9,06
MU(4) - Dach	-	59	92	121	2,41	0,00
MU(4) - Rigole	-	51	84	114	0	4,55
MU(5) - Dach	-	56	112	167	4,54	0,00
MU(5) - Hof	-	8	16	24	1,13	0,00
MU(5) - Rigole	-	28	86	125	0	6,39
MU(6) - Dach	-	63	92	118	2,22	0,00
MU(6) - Rigole	85	126	196	256	0	16,19
MU(7) - Dach	-	63	92	118	2,22	0,00
MU(7) - Rigole	90	137	211	274	0	15,89
MU(8) - Dach	-	39	77	114	3,11	0,00
MU(8) - Hof	-	4	7	11	0,52	0,00
MU(8) - Rigole	-	8	13	25	0	4,05
Summe	175	1430	2619	3697	58,0	86,2

In der folgenden Tabelle 5 sind die Einstauhöhen der Retentionsdächer für die verschiedenen Jährlichkeiten aufgeführt. Im Starkregenfall ist ein temporärer Rückstau in die Substratschicht zulässig. Bei Niederschlagsereignissen mit geringeren Regenmengen kann ein Rückstau in die Substratschicht ausgeschlossen werden, da die Einstauhöhen unter 10 cm liegen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Einstauhöhen Retentionsdächer

EZG	Retentions- schicht	h Retention	h(5a)	h(30a)	h(100a)	Q _{Dr}
		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[l/s]
EZG8 - TG	Kies	10	7	12	16	16,50
MU(1) - Dach	Kies	10	7	14	19	6,13
MU(1) - Hof	Kies	10	4	8	13	2,38
MU(2) - Dach	Kies	10	7	14	19	4,49
MU(2) - Hof	Kies	10	4	8	13	2,06
MU(3) - Dach	Kies	10	7	14	19	7,26
MU(3) - Hof	Kies	10	4	8	13	3,06
MU(4) - Dach	WRB	8,5	6	9	15	2,41
MU(5) - Dach	Kies	10	7	14	19	4,54
MU(5) - Hof	Kies	10	4	8	13	1,13
MU(6) - Dach	WRB	8,5	6	11	16	2,22
MU(7) - Dach	WRB	8,5	6	11	16	2,22
MU(8) - Dach	Kies	10	7	14	19	3,11
MU(8) - Hof	Kies	10	4	8	13	0,52

Das Porenvolumen des über der Retentionsschicht liegenden Substrats hängt von der Oberflächengestaltung (Verkehrsfläche/ Grünfläche/ Baumstandort) ab. Die Einstauergebnisse durch die Simulation mit STORM.XXL zeigen wie hoch in die über der Retentionsschicht liegende Schicht (Substratschicht/ Tragschicht) mit einem Porenvolumen von 35% eingestaut wird. Wird ein Substrat mit einem geringeren Porenanteil verwendet, beispielsweise von 25 %, liegt die Einstauhöhe für TN100a bei rund 8 cm über der Retentionsschicht. Das überstaute Regenwasser fließt verzögert über die Drosseleinrichtung in die Rigole. An der Oberfläche tritt kein Rückstau auf (vgl. Erläuterungen in Kapitel 6.4.4).

6.4.4 Plausibilität der Entwässerung über die Tiefgaragendecke

Die Plausibilität der Berechnungen zur Entwässerung der an den Quartierspark angrenzenden befestigten Flächen sowie der unterbauten Gassenbereiche zwischen den Gebäuden über die Retentionsschicht auf der Tiefgaragendecke (EZG8), erfolgt anhand einer beispielhaften Berechnung der anfallenden Ablaufmengen bei einer angeschlossenen Fläche von 400 m² (gemäß DIN 1986-100).

Das von den befestigten Flächen abfließende Regenwasser wird über Rinnen und Hofabläufe auf die Tiefgaragendecke abgeleitet und in der Drainageschicht (ca. 10 cm, Speichervolumen 35%) kurzzeitig eingestaut. Beispielhaft wird ein 50x50 cm Einlaufschacht angenommen, der eine Ablauföffnung von 0,28 m² zur Retentionsschicht auf der Tiefgaragendecke aufweist.

Tabelle 6: Abflussmenge und Rückstauhöhe bei Einlaufschacht 50x50cm auf TG-Decke

Einlaufschacht 50x50 cm	Oberflächliche Rückstauhöhe auf Tiefgaragendecke [m]	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
	Q [l/s]	13,3	18,8	23,0	26,6	29,7
Ablauf auf Tiefgaragendecke, 0,28 m ²	Rückstauhöhe im Einlaufschacht [m]	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
	Q [l/s] in Retentionsschicht (35% Speichervolumen)	13,2	18,6	22,8	26,3	29,4

Bei einer angeschlossenen Fläche von 400 m² (100% befestigt) und der Dauerstufe von 5 Minuten entstehen folgende Abflussmengen:

$$Q_{(5,5)} = 12,96 \text{ l/s}$$

$$Q_{(5,30)} = 20,67 \text{ l/s}$$

$$Q_{(5,100)} = 25,6 \text{ l/s}$$

Die Abflussmenge kann an der Oberfläche wie auch im Einlaufschacht bei T_n=5a ohne Rückstau abfließen und in die Retentionsschicht auf der Tiefgaragendecke gelangen. Bei T_n=30a kommt es zu einem Rückstau von 2-3 cm und bei T_n=100a von etwa 3-4 cm (an Oberfläche und im Einlaufschacht).

Abbildung 28 zeigt den Schnitt C-C zwischen Quartierspark und Post Paket Halle (Stand 14.08.2024, erstellt von Herzog & de Meuron mit Entwässerungsdetails von Henning Larsen). Dieser zeigt die Einhaltung der Mindestüberdeckung von 1,5 m sowie beispielhaft den Aufbau über der Tiefgaragendecke. Abbildung 29 zeigt den die Entwässerung betreffenden Ausschnitt im Detail.

Die Abdichtung der Tiefgaragendecke muss nach dem Stand der Technik gemäß Fachregel für Abdichtung DIN 18531: 2017 mittels 2-lagiger Bitumenabdichtung erstellt werden. Die DIN 18531-1 definiert, dass ein Dach (hier die Tiefgaragendecke) ohne Gefälle nur nach K1 geplant werden darf, in diesem Fall jedoch die Abdichtungsbauart nach K2 ausgelegt werden muss. Darüber hinaus wird im Kapitel 5.2 Wasser-/ Feuchteinwirkung der DIN beschrieben, dass bei einer Anstaubewässerung die Stauhöhe von 100 mm nicht überschritten werden darf. Diese **Stauhöhe von 100 mm darf jedoch kurzfristig bei Starkregenereignissen überstiegen werden.** Durch das Drosselsystem wird sichergestellt, dass Stauhöhen über 100 mm temporär bleiben.

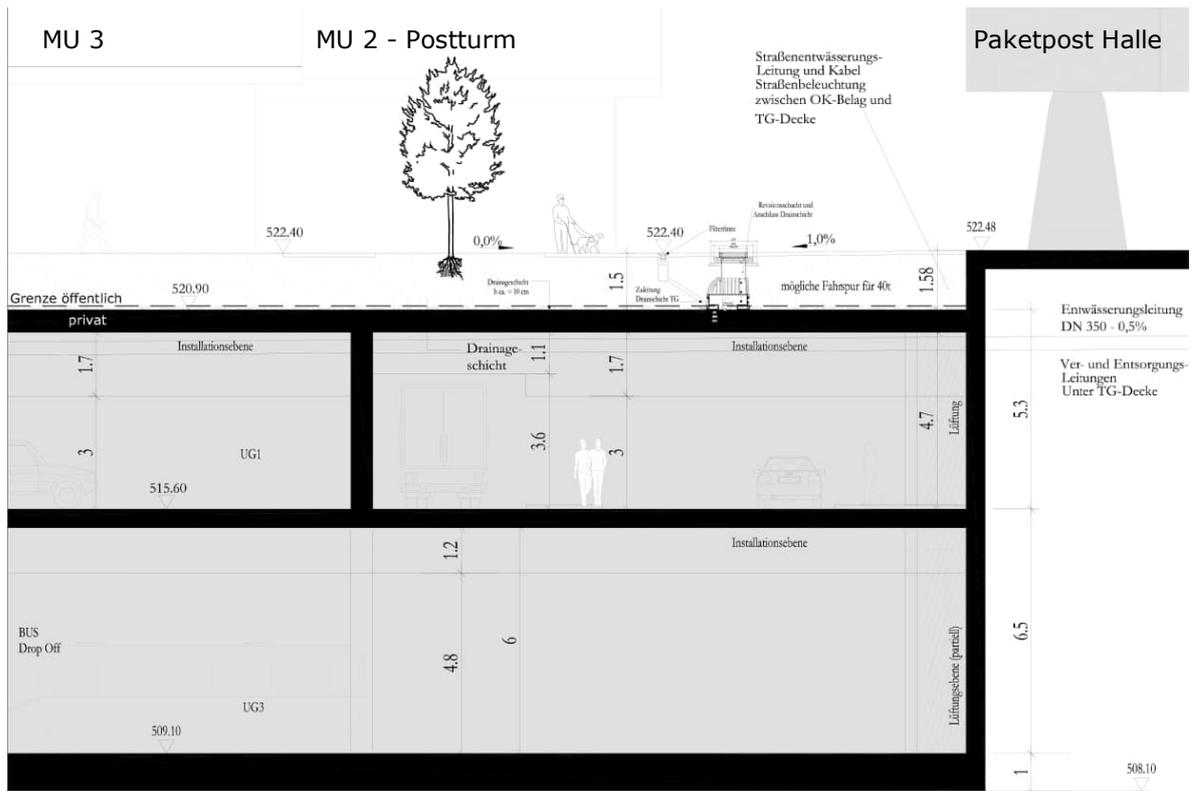


Abbildung 28: Schnitt C-C (Stand 14.08.2024, erstellt von Herzog & de Meuron mit Entwässerungsdetails von Henning Larsen)

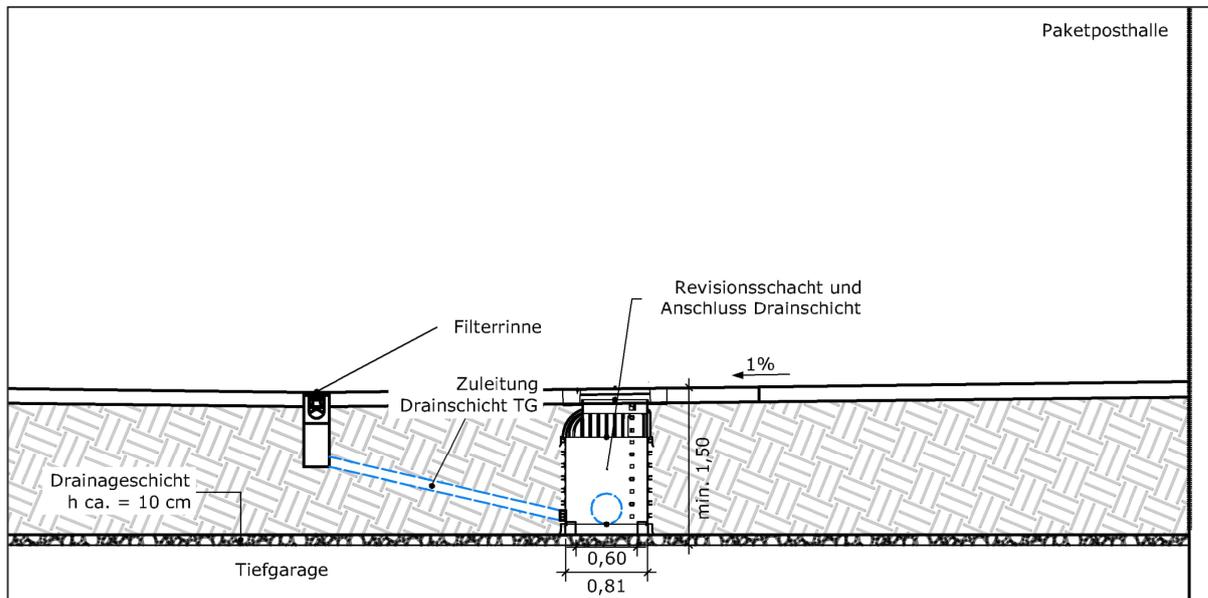


Abbildung 29: Detailausschnitt aus Schnitt C-C (Stand 11.10.2024, erstellt von Henning Larsen)

Für die Sicherstellung eines kontrollierten Rückhalts in der Retentionsschicht, ist eine Aufkantung entlang der TG-Kante geplant. Die **Einstaudauer beträgt ca. 3-12 Stunden und es ist kein Daueranstau geplant** (gemäß DWA-Merkblatt 138 dürfen 24 Stunden nicht überschritten werden). Durch die Tiefgaragenabsenkung von mind. 1,5 m unter GOK haben geplante Bäume über der Tiefgarage ausreichend Volumen (Baumsubstrat) zu Verfügung. Als Baumsubstrat wird das ZTV VegTraMü verwendet, das nach den Vorgaben der FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen (Teil 2) eine Speicherkapazität von mindestens 35% aufweisen muss. Dies entspricht der Speicherkapazität der Retentionsschicht von ebenfalls 35%. Werden diese Randbedingungen beachtet, ist keine Staunässe für die Bäume zu erwarten.

Die Retentionsschicht ist wie die Drainschicht bei Flachdächern dafür da, Wasser von Substrat- oder Tragschichten fernzuhalten und Beeinträchtigungen des Belags zu verhindern. Die **gefällelose Tiefgarage ist Stand der Technik** und wird bereits flächendeckend in Deutschland eingebaut.

6.4.5 Bewertung der Wasserqualität

Grundsätzlich wird für alle Flächen eine Regenwasseraufbereitung über die belebte Bodenzone angestrebt. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Flächen, der Topografie, der Grundstücksflächen und zum Schutz der Gebäude ist eine Reinigung über den belebten Oberboden (z.B. Muldenversickerung) aber nicht immer möglich. In diesen Fällen muss das Regenwasser technisch vorgereinigt werden über bspw. einem Filterschacht.

Zur Abschätzung, ob das anfallende Regenwasser einer zusätzlichen Regenwasserbehandlung bedarf, bevor es ins Grundwasser versickert werden kann, wurde eine Bewertung nach dem Merkblatt DWA-M 153 vorgenommen (Tabelle 2).

Die Einleitung ins Grundwasser wird mit 10 Punkten bewertet (G 12). Die Luftverschmutzung wird aufgrund der innerstädtischen Lage als mittel eingestuft und ist mit 2 Punkt angerechnet.

Die Flächenanteile zur Bestimmung der Abflussbelastung basieren auf der Flächenanalyse (s. Anhang). Bei den zu entwässernden Flächen handelt es sich um Grünflächen (F1), versiegelte Dachflächen (F2) und Hofflächen mit geringer Verkehrsbelastung (F3). Über die Flächenanteile werden je nach Verschmutzungsgrad Punkte zugeordnet, die mit den jeweiligen Punkten für die Luftverschmutzung verrechnet werden.

In den Teileinzugsgebieten, in denen eine das Regenwasser oberflächlich über den belebten Oberboden versickert ist, hierdurch einen ausreichenden Vorreinigung gewährleistet (EZG1, 2, 4, 6 und EZG10). In den Teileinzugsgebieten, in denen ein unterirdische Versickerung vorgesehen ist, ist eine technische Vorreinigung teilweise erforderlich. In den EZG 3, EZG 5, EZG 7 bis EZG 10 sowie die Gebäude MU1, MU2, MU3, MU5 und MU8 liegt die Abflussbelastung höher als die Einleitung in das Grundwasser zulässt und bedarf somit einem weiteren Aufbereitungsschritt vor der Versickerung ins Grundwasser. Für die Gebäudeblöcke MU4, MU6, MU7 und die Paketpost-Halle ergibt sich aus dem Nachweis nach DWA-M 153 kein unmittelbarer Bedarf für eine zusätzlich technische Aufbereitung. Jedoch ist diese zum Schutz des Grundwassers empfehlenswert. Die letztendliche Entscheidung, ob ein zusätzlicher Reinigungsschritt vor der Einleitung eingeplant werden muss, übernimmt die örtliche Umweltbehörde.

6.4.6 Wasserbilanz

Zum Nachweis der Wasserbilanz für das Projektgebiet (Ist-Zustand und Planung) wurde das vereinfachte Wasserbilanzmodell WABILA verwendet. Dieses wurde als Planungstool im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsvorhaben SAMUWA (www.samuwa.de, Förderkennzeichen: 033W004J) entwickelt und ermöglicht den vereinfachten rechnerischen Nachweis der Wasserbilanz nach den Empfehlungen des Merkblatts DWA-M 102-4.

Für den Nachweis der Wasserbilanz wurde der Referenzzustand für den natürlichen Wasserhaushalt im Projektgebiet (siehe Kapitel 5.7) mit dem aktuellen Ist-Zustand und der Planung gegenübergestellt. Die Wasserbilanz der verschiedenen Zustände ist in der Abbildung 30 dargestellt. Durch die geplanten Maßnahmen kann die Grundwasserneubildung von 4% im Ist-Zustand auf 66% deutlich gesteigert werden. Gleichzeitig wird der Direktabfluss von etwa 72% mit der Planung auf 6% reduziert. Auch die Verdunstung kann im Vergleich zum Ist-Zustand um 4% auf ca. 28% gesteigert werden, ist jedoch immer noch deutlich geringer als im Referenzzustand.

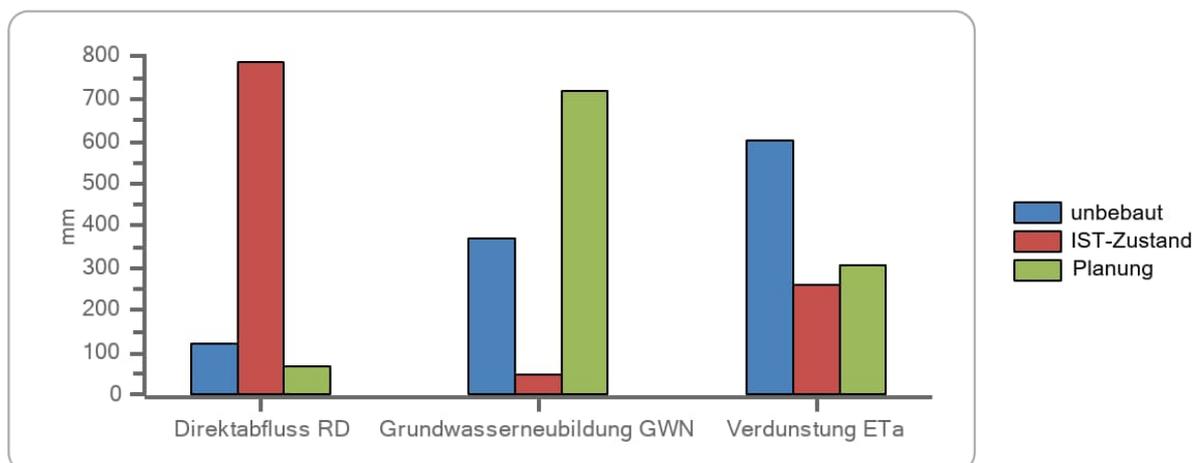


Abbildung 30: Wasserbilanz nach DWA-M 102-4

Auf Grund der geplanten, fast vollständigen Über- und Unterbauung sind die Möglichkeiten Verdunstungsflächen in Form von weiteren Mulden, Verdunstungsbeeten oder Baumrigolen zu schaffen begrenzt (Konzeptanpassung durch Vorgaben der Stadt München s. Kapitel 5.3). Trotzdem bieten sich zusätzliche Maßnahmen, die zu einer Erhöhung der Verdunstung beitragen wie z.B. Fassadenbegrünung, die Wahl poröser/ durchlässiger Oberflächenbeläge und die Regenwassernutzung zur Bewässerung der Grünflächen (siehe DWA M 102 Teil 4 sowie Kapitel 8.1 Regenwassernutzung).

7. Starkregenvorsorge

Überflutungen können durch Starkregenereignisse und das unmittelbar abfließende Oberflächenwasser auf dem Gelände ausgelöst werden. Dabei gilt es, Schäden an Gebäuden und lebenswichtigen Infrastruktureinrichtungen zu vermeiden bzw. vorzubeugen. Dafür können verschiedene Maßnahmen Anwendung finden. Das Gelände wird um alle schützenswerten Bauten und Einrichtungen über das Überflutungsniveau angehoben. Im Allgemeinen gilt, das Geländegefälle mit mind. 1-2% weg von den Gebäuden auszubilden und Tiefgaragen mit einer Schwelle vor der Einfahrt zu schützen. Kellerfenster werden druckwasserdicht ausgebildet. Öltanks müssen gegen Aufschwimmen gesichert werden.



Abbildung 31: Ableitung eines Starkregenereignis über den Querschnitt der Verkehrsflächen oder eingeplante Notwasserwege im Gelände (HL)

Im Plangebiet sollte die Topografie so geplant werden, dass der zentrale Quartierspark sowie die Grünfläche im südlichen Teil als Notwasserbecken für die umliegende Bebauung fungieren können. Zudem ist ein schadloser oberflächiger Einstau in den Gassen sowie den Verkehrsflächen sicherzustellen (max. $h = 10$ cm).

Wie bereits beschrieben ist der Überflutungsnachweis nach DIN1986-100 für die mit mehr als 70% über- und unterbauten Flächen verpflichtend, weil die Grundstücksflächen $>800\text{m}^2$ überbaut werden. Der überschlägige Überflutungsnachweis zeigt, dass Starkregen bis zum 100-jährlichen Ereignis bereits auf Grundstücksebene unabhängig von der Begrünungs- bzw. Befestigungsart entweder oberirdisch oder in den geplanten Regenwasserbewirtschaftungsanlagen zurückgehalten werden kann.

8. Trinkwassersubstitutionspotential

Die Aufbereitung und Wiederverwendung von Wasser hat vor dem Hintergrund einer zunehmenden Wasserknappheit in vielen Regionen inzwischen höchste Priorität erreicht. Um zukünftigen Erfordernissen und Trinkwasserbedarfen Rechnung zu tragen, wurde das Trinkwassersubstitutionspotential im Planungsgebiet untersucht und ein bewusster Umgang mit der Ressource Wasser im Quartier wird angestrebt. Ziel ist es, den üblichen Trinkwasserbedarf zu reduzieren und Nutzungen, die keine Trinkwasserqualität erfordern (z.B. Toilettenspülung, Bewässerung, Waschmaschine, Kühlung, Wassergestaltung) durch alternative Wasserquellen zu ersetzen. Hierfür stehen vor allem Grauwasser und Regenwasser zur Verfügung und ermöglichen eine Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs um mind. 30% gegenüber einer konventionellen Nutzung.

8.1 Regenwassernutzung

Um den Trinkwasserbedarf im Planungsgebiet zu reduzieren, soll der Regenwasserabfluss von Dach- und Fassadenflächen gesammelt, gereinigt, gespeichert und in Trockenzeiten zur Bewässerung von Grünflächen genutzt werden. Neben der Trinkwassereinsparung wird durch die Bewässerung von Grünflächen und Bäumen der Verdunstungsanteil gerade in Trockenzeiten erhöht. Jedoch steht Regenwasser nicht ganzjährig und kontinuierlich zur Verfügung. Die Menge, Intensität und zeitliche Verteilung des Speicherzulaufs variieren je nach Jahreszeit und eine Langzeitspeicherung ist nur bedingt möglich. Im Planungsgebiet wird jedoch eine Überbrückung von mindestens einem Trockenmonat durch die Bewässerung mit gespeichertem Regenwasser angestrebt. Das übergeordnete Ziel ist, kein Trinkwasser für Bewässerungszwecke zu verwenden.

In einer ersten Bilanzrechnung wurde der mittlere jährliche Regenwasserertrag und -bedarf im Quartier gegenübergestellt. Der Regenwasserertrag wurde anhand der täglichen Niederschlagshöhen (1991-2021, Station München-Stadt, DWD) in einem trockenen (2003), mittleren (2018) und feuchten Jahr (2000) und auf Grundlage der abflusswirksamen Flächen ermittelt. Die Abflussbeiwerte gehen hier als mittlerer jährlicher Abflussbeiwert in die Ertragsrechnung ein. Dieser wurde dem Bewässerungsbedarf der begrünten Freiflächen gegenübergestellt (ca. 150 L/Baum und Woche). Ein Deckungsgrad > 70% wird angestrebt.

Im Zuge der Planung wurden geprüft, ob ein dezentrales System aus mehreren kleineren Zisternen oder eine zentrale Quartierszisterne für die Grundversorgung und Bewässerung der Grünflächen im Quartier geeignet ist. Aufgrund der Anordnung der Gebäude und Organisation der Untergeschosse eignet sich das MU4 für die Verortung einer zentralen Quartierszisterne. Im 2. UG des Gebäudes kann eine ca. 2.000 m³ fassende Zisterne integriert werden (siehe Abbildung 32). Diese ist ausreichend, um die gesamten begrünten Freiflächen (ebenerdig und auf Gebäudeebene) in Trockenzeiten über mindestens einen Trockenmonat zu bewässern. Zudem ist eine zentrale Quartierszisterne erfahrungsgemäß ökonomischer aufgrund des geringeren Material- und Technikeinsatzes (z.B. Steuerung, Filter und Pumpe). Durch die Verortung einer zentralen Quartierszisterne im 2. UG des MU4 wird eine Flächenkonkurrenz mit anderen Nutzungen in den anderen Gebäudeblöcken verhindert, da hier keine zusätzlichen Flächen/Raumvolumen für Zisternen notwendig sind.

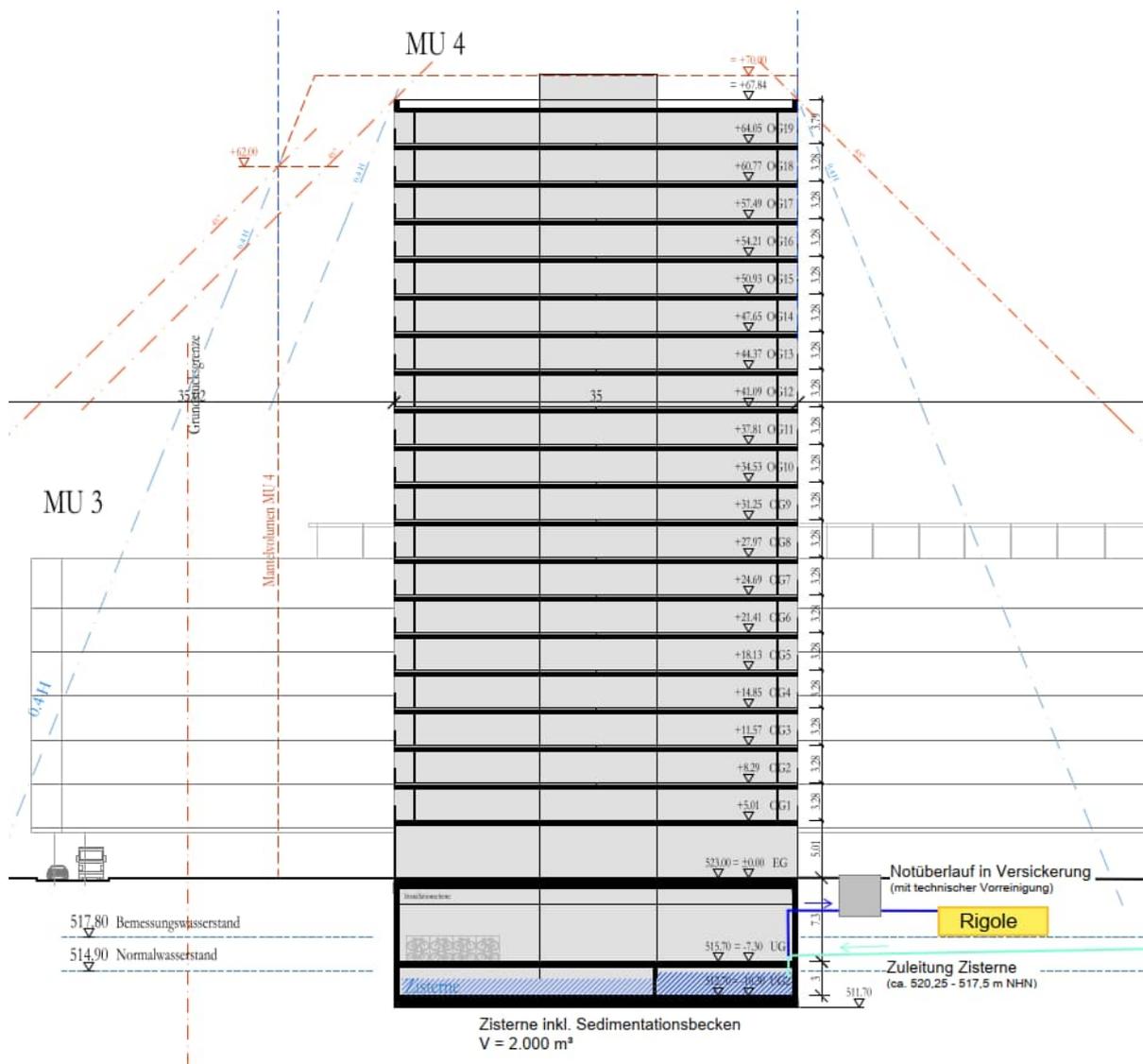


Abbildung 32: Prinzipschnitt Zisterne (HL)

Grundsätzlich ist von Dachflächen ohne Begrünungsanteil ein höherer Regenwasserabfluss zu erwarten. Daher wurden als potenzielle Ertragsflächen für die Regenwassernutzung der südliche Teil des Hallendachs sowie die Dach- und Fassadenflächen der Gebäude MU6 und MU7 festgelegt. Aufgrund von Bestandschutz bzw. der geplanten Nutzung der Dachflächen wird auf diesen Gebäuden in der aktuellen Planung keine Dachbegrünung vorgesehen. Da voraussichtlich nur ca. 10-15 % des jährlichen Regenwasserabflusses aus dem Gesamtgebiet benötigt werden, um den Bewässerungsbedarf zu decken, werden die gewählten Ertragsflächen im aktuellen Planungsstand als ausreichend zur Bewässerung der Grünflächen bewertet. Im weiteren Verlauf der Planung müssen die Bewässerungsbedarfe mit der Konkretisierung der Bepflanzung der Freiflächen im Gebiet sowie unter Berücksichtigung möglicher Fassadenbegrünung überprüft und ggf. angepasst werden und dementsprechend dem Regenwasserertrag von den bisher angenommen Ertragsflächen gegenübergestellt werden.

Für die Umsetzung einer zentralen Quartierszisterne ist zudem zu berücksichtigen, dass Abhängigkeiten im Bauablauf und in Bezug auf die Eigentumsverhältnisse frühzeitig abzustimmen sind.

8.2 Grauwassernutzung

Über das Grauwasserrecycling kann zusätzlich der Trinkwasserbedarf im Planungsgebiet reduziert werden. Der Vorteil von Grauwasser ist, dass es relativ gleichmäßig und ganzjährig anfällt und zudem das Wärmepotential zur Wärmerückgewinnung genutzt werden kann. Es muss jedoch gewährleistet sein, dass Nutzende kein hygienisches Risiko eingehen und keinen Komfortverlust erleiden. Niedrigere Wasserkosten sind ein weiteres Argument, welches für die insgesamt umweltverträgliche Technologie spricht.

Für das Grauwasserrecycling werden im Gebäude das Grau- und Schwarzwasser getrennt gesammelt, d.h. ein doppeltes Abwasserleitungsnetz ist erforderlich. Das Schwarzwasser wird dem öffentlichen Abwasserkanal zugeführt. Grauwasser entsteht vor allem aus leicht verschmutzten Abflüssen von Waschbecken, Badewannen und Duschen. Es kann sowohl in einer technischen oder naturnahen Grauwasseraufbereitungsanlage biologisch gereinigt und als Betriebswasser für Zwecke genutzt, die keine Trinkwasserqualität erfordern z.B. für die Toilettenspülung, Gartenbewässerung, Wäschewaschen und zu Reinigungszwecken. Auch hierfür ist ein doppeltes Leitungsnetz und eine strikte Trennung und Kennzeichnung des Betriebswassersystems notwendig.

Theoretisch stehen im Haushalt pro Tag und Einwohner ca. 70 L Grauwasser zur Verfügung. Dem gegenüber steht ein täglicher Betriebswasserbedarf von ca. 50 L/E (fbr Hinweisblatt H 201, 2005). Dies variiert jedoch stark je nach Nutzungsart der Gebäude. Das am geringsten belastete Grauwasser von Duschen und Badewannen ist daher i.d.R. ausreichend, um den Betriebswasserbedarf für die Toilettenspülung zu decken. In Gebäuden mit überwiegend Büronutzungen oder vergleichbarer Nutzungen ist der Grauwassertrag i.d.R. jedoch nicht ausreichend, um den Betriebswasserbedarf zu decken. Überschüssiges Betriebswasser (aus Grauwasser) könnte in diesem Fall von Wohnanlagen mit hohem Grauwasseranfall ggf. auch an Gebäude ohne eigener Grauwasseraufbereitung verteilt werden.

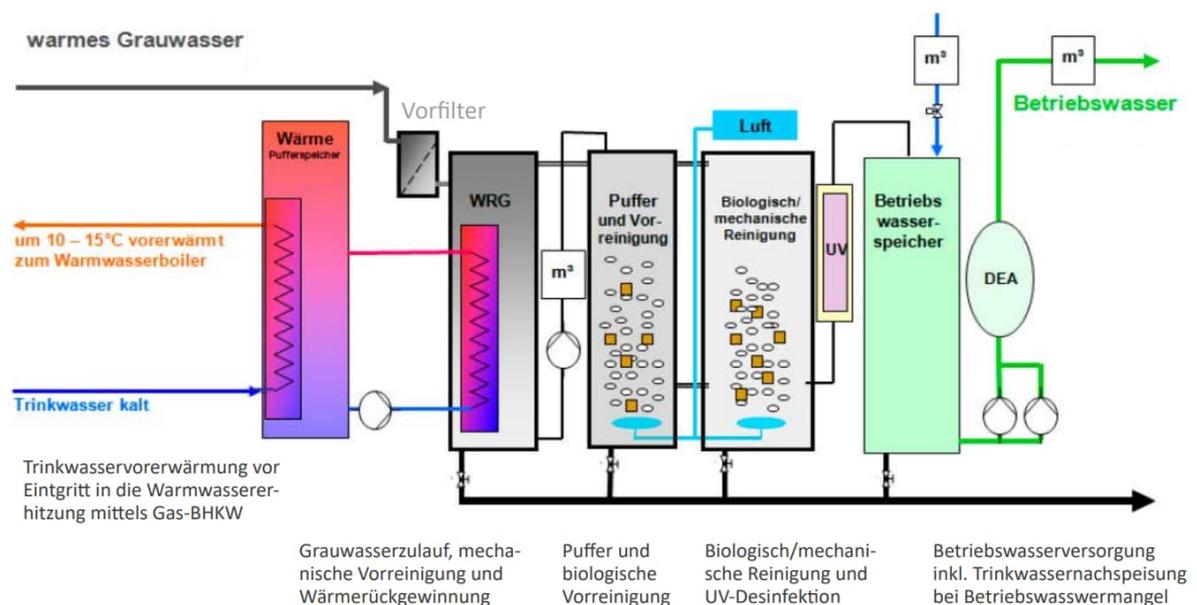


Abbildung 33: technische Grauwasseraufbereitung (ARIS BiOCycle, 2022)

Grauwasser hat zudem ein hohes Wärmepotential. Grauwasseranlagen sollten daher mit einer Wärmerückgewinnung gekoppelt werden, um die Energie des warmen, bereits benutzten Grauwassers zu nutzen. Die Wärmerückgewinnung sollte möglichst nahe am Entstehungsort des warmen Grauwassers erfolgen, also dezentral. Deshalb werden Grauwasserbehandlungsanlagen

häufig dezentral auf der Grundstücks- und Gebäudeebene umgesetzt. Der beispielhafte Aufbau einer technischen Grauwasseraufbereitungsanlage inkl. der verschiedenen Aufbereitungsschritte und Wärmerückgewinnung ist in der Abbildung 33 schematisch dargestellt.

Unter Berücksichtigung des Bebauungs- und Gebäudenutzungskonzepts wurden verschiedene Varianten (dezentral/zentral/semizentral) für die Grauwasseraufbereitung im Quartier geprüft. Auf Grundlage des Nutzungskonzepts und daraus ergebenden voraussichtlichen Anzahl an Bewohnenden bzw. Arbeitsplätze pro Gebäude wurde der Flächenbedarf für eine technische Grauwasseraufbereitungsanlagen pro Gebäude abgeschätzt. Aus Erfahrungswerten wird ein Flächenbedarf bzw. Aufstellfläche von ca. 0,1 m²/EW für eine technische Grauwasseraufbereitungsanlage angenommen. Wobei aufgrund des geringeren Wasserbedarfs und Abwasseranfalls bei einer Büronutzung angenommen wird, dass 3 Arbeitsplätze ca. einem Bewohner entsprechen.

Aus diesen Annahmen und unter der Berücksichtigung verschiedener Nutzungszwecke des aufbereiteten Grauwassers, ergeben sich eine Spanne von Flächenbedarfe für eine technische Grauwasseraufbereitung für die einzelnen Gebäudeblöcke (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Abschätzung Flächenbedarfe technische Grauwasseraufbereitung

Gebäude	Überwiegende Nutzung	Tägl. GW-Aufbereitung* [m ³ /d]	Flächenbedarf* [m ²]	Abschätzung Trinkwassereinsparung* [m ³ /a]
MU 1	Wohnnutzung	17 – 29	55 – 90	6.200 – 10.500
MU 2	Wohnnutzung	13 – 22	40 – 70	4.700 – 8.000
Postturm	Büronutzung	5 – 8	15 – 25	1.800 – 2.900
MU 3	Mischnutzung	19 – 31	60 – 100	6.900 – 11.300
MU 4	Wohnnutzung	22 – 37	70 – 115	8.000 – 13.500
MU 5	Büronutzung	12 – 20	35 – 60	4.300 – 7.300
MU 6	Mischnutzung	47 – 79	145 – 240	17.100 – 28.800
MU 7	Mischnutzung	26 – 44	80 – 135	9.400 – 16.000
MU 8	Büronutzung	7 – 12	25 – 40	2.500 – 4.300
Summe		168 - 282	525 - 875	60.900 – 102.600
*GW-Nutzung nur für Toilettenspülung (max. 30% TW-Einsparung) – GW-Nutzung für Toilettenspülung, Reinigungszwecke & Waschmaschine (max. 50% TW-Einsparung)				

Unter Berücksichtigung des geplanten Nutzungskonzepts der Gebäude sowie der Organisation der Untergeschosse und Flächenbedarfe für die Grauwasseraufbereitungsanlagen wird die Umsetzung eines semizentralen Konzepts als sinnvoll erachtet.

Durch die Koppelung von zwei bis drei Gebäudeblöcken können nutzungsbedingte Defizite des Grauwasseranfalls kompensiert werden und auch bei einer überwiegenden Büronutzung in den jeweiligen Gebäudeblöcken i.d.R. ausreichend Brauchwasser zu Verfügung gestellt werden. Zudem hat ein semizentrales System aus energetischer Sicht durch die kürzeren Leitungslängen voraussichtlich mehr potenzial als eine zentralen Grauwasseraufbereitungsanlage die längere Transportwege des Grauwassers erfordert. Die Grauwasseraufbereitungsanlagen können im 1.UG bzw. 3.UG untergebracht. In der Abbildung 34 sind die gekoppelten Gebäudeblöcke sowie ist die Verortung der Grauwasseraufbereitungsanalgen dargestellt.

Für die Umsetzung von semizentralen Grauwasseraufbereitungsanlagen sind ggf. Abhängigkeiten im Bauablauf und in Bezug auf die Eigentumsverhältnisse frühzeitig abzustimmen. Zudem sind ggf. Leitungsrechte notwendig, wenn die Grauwasser Zu- und Ableitung zwischen den Gebäudeblöcken unter öffentlichen Flächen verläuft. Im weiteren Verlauf der Planung müssen die Grauwassererträge und -bedarfe sowie die Flächenbedarfe für die Aufbereitungsanlagen mit der Konkretisierung des Nutzungskonzepts überprüft und ggf. angepasst werden. Für den Postturm (Bestandsgebäude) muss zudem geprüft werden, ob nachträglich ein zweites Leitungsnetz für Grau- und Betriebswasser im Gebäude integriert werden kann.

Die Paketposthalle wurde bisher in der Planung nicht berücksichtigt, da sich aus dem derzeitigen Stand der Planung kein Grauwasserertrag bzw. -bedarf abschätzen lässt. Im Zuge der weiteren Planung sollte geprüft werden, ob eine Grauwasseraufbereitungsanlage sinnvoll ist oder ggf. eine Zuleitung von Betriebswasser (=aufbereitetes Grauwasser) aus den umliegenden Gebäuden möglich ist und ob ein zweites Leitungsnetz für Grauwasser bzw. Betriebswasser in dem Gebäude verlegt werden kann.

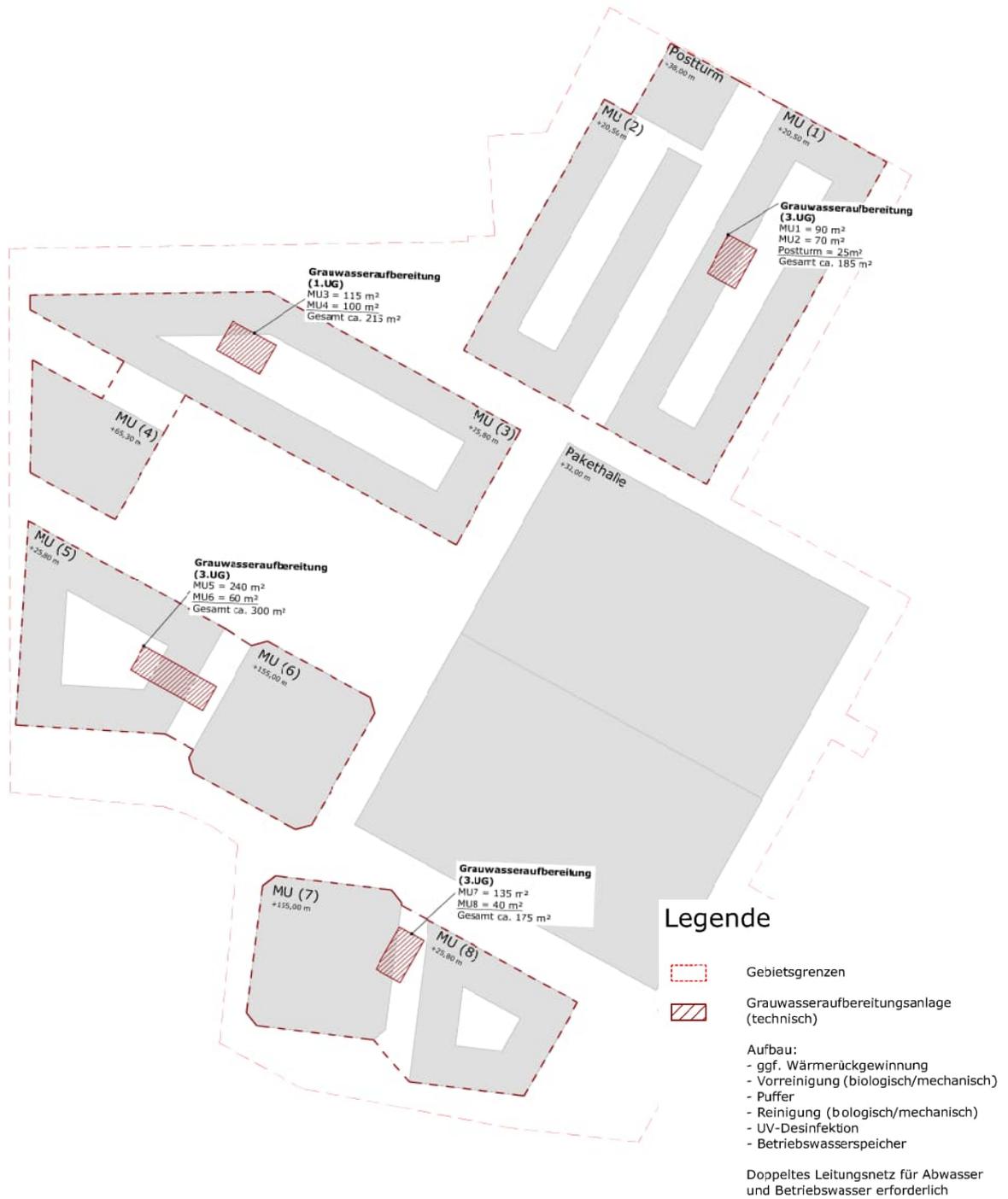


Abbildung 34: Lageplan Verortung Grauwasseraufbereitungsanlagen

Grundlage Herzog & de Meuron

9. Pflege und Unterhalt des oberirdischen Entwässerungssystems

Eine naturnahes, oberirdisches Entwässerungssystem in privaten Flächen bedarf einer angepassten und veränderten Unterhaltung und Pflege. Aus vergleichbaren Projekten ist bekannt, dass der Aufwand für die Unterhaltung der Oberflächen gegenüber unterirdischen Entwässerungsanlagen an die Oberfläche verlagert. Es geht ggf. darum Personal (Grünpflege) und entsprechende finanzielle Mittel aus der Einsparung der Niederschlagswassergebühr entsprechend dem Aufwand für Unterhalt und Pflege zu verteilen.

Die nachfolgend aufgeführten Arbeiten sind im Rahmen der regelmäßigen Wartungsarbeiten je nach Bedarf durchzuführen. Vornehmlich sollen diese Arbeiten im Frühjahr und Herbst erfolgen.

9.1 Allgemeine Wartungsarbeiten

- Freihalten der Zuwege und offener Ableitungsrinnen/ -gräben von behinderndem Bewuchs
- Mähen der Grünflächen in vorgegebenen Zeitabständen. in der Regel zweimal jährlich. Das Mähgut aus den Versickerungsbereichen ist zu entfernen.
- Ausbessern von Vegetationsschäden: eine geschlossene Pflanzendecke ist zu erhalten.
- Veranlassung von Frostschutzmaßnahmen (Fetten von Deckeln und beweglichen Teilen) und Winterdienst (Schneeräumung im Bereich oft zu kontrollierender Anlagenteilen, wie Notüberläufe), soweit erforderlich.
- Kontrolle sämtlicher Rinnenabläufe, Schächte, Rohrleitungen einschl. Schächte und Abdeckungen auf Mängel. Hierzu gehört auch die Überprüfung von Bauwerksfugen sowie des Oberflächenzustandes von Belagsflächen.
- Funktionsprüfung sämtlicher beweglicher Teile (z.B. Rinnen- und Schachtabdeckungen, Verschraubungen) auf Gängigkeit
- Überprüfung der Schutzanstriche auf Schäden
- Überprüfung der Zu- und Abflussleitung auf hydraulische Durchgängigkeit
- Halbjährliche Sichtkontrolle der Absetzschächte und des Inspektionsschachtes
- Sichtprüfung, ggf. Beseitigung grober Schwimmstoffe, Prüfung von Sedimentablagerungen
- Sichtprüfung der Wasserqualität in der Anlage. Bei starker Verschmutzung sind ggf. Analysen zu veranlassen.
- Prüfung des Wasserspiegels in der Retentionsbox, insb. nach Starkregenereignissen muss dieser kontinuierlich abnehmen.

Grundsätzlich sind bei der Unterhaltung von Versickerungsanlagen mit Blick auf Grundwasserschutz und Funktionstüchtigkeit der Entwässerungsanlage folgende Punkte zu beachten:

- Der Einsatz von wassergefährdenden Stoffen (wie z.B. Herbizide, Fungizide, Insektizide, Streusalz etc.) sind nicht zulässig.
- Zur Verringerung der Selbstdichtung durch Verschlämmen und Sedimentation der versickerungswirksamen Beläge ist ein flächenhafter Eintrag von Sedimenten auszuschließen. Die Sedimenträumung erfolgt nach Bedarf. Der Sedimentanfall hängt stark von der Charakteristik der Bepflanzung oder Nutzungen ab. Die tatsächlich erforderlichen Räumungsintervalle können aus den Betriebserfahrungen abgeleitet werden.
- Zur Vermeidung der Selbstdichtung und zum Erhalt der Versickerungsleistung (Durchlässigkeit) dürfen versickerungswirksame Flächen nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

Festgestellte Mängel, Schäden oder Dichtsetzungen sind nach Möglichkeit und Dringlichkeit sofort zu beseitigen bzw. es ist deren Beseitigung zu veranlassen. Eine erforderliche zwischenzeitliche Sicherung der Schadensstelle ist zu prüfen.

Unverzüglich zu beheben oder ihre Behebung zu veranlassen, sind festgestellte Schäden, die zu Havarien führen oder im Extremfall die Schutzwirkung der Anlage aufheben können, z.B. Verstopfungen im Zu- oder Ablaufbereich.

9.2 Außerplanmäßige Überprüfung und Wartungsarbeiten

Nach Starkregen, nach längeren Trocken- und Frostperioden, Unfällen, Havarien oder Betriebsstörungen der Anlagen gehören hierzu:

- Sofortige Kontrolle der Anlagen
- Sofortige Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen (z.B. verstopfte Sinkkästen)
- Beseitigung von Rechengut und Durchflusshindernissen
- Nach einer Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten: alle Rohrleitungen und Anlagenteile reinigen

10. Vorgaben für die Bauleitplanung

Nachfolgend ein kurzer Überblick über die Rechtlichen Vorgabemöglichkeiten und notwendigen Voruntersuchungen, die als Anlage für den B-Plan notwendig sind.

Gemäß Nachbarrechtsgesetz §1:

Ist eine dezentrale Versickerung oder der Anschluss eines Grundstückes an eine Leitung bzw. Vorfluter ohne Benutzung eines fremden Grundstückes nicht möglich, so hat der Eigentümer des fremden Grundstückes das zu dulden und entgegenstehende Nutzungen zu unterlassen (privates Leitungsrecht).

Zur Unterstützung von privaten Leitungsrechten kann seitens der Stadt eine Grunddienstbarkeit gemäß (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB) im B-Plan eingetragen werden. (s. Kap.8.4)

Die rechtliche Sicherung des Vollzugs der o.g. Festsetzungen:

Es bedarf keiner besonderen rechtlichen Absicherung, wenn die Versickerung/Retention auf dem privaten Grundstück erfolgt und der Notüberlauf an die öffentliche Fläche anschließt

Es bedarf einer rechtlichen Absicherung, wenn die Versickerung/Retention auf dem privaten Grundstück erfolgt und der Notüberlauf an eine private Fläche anschließt

Die rechtliche Absicherung erfolgt weitestgehend durch:

Eintrag im Grundstückskaufvertrag und im Grundbuch; im städtebaulichen Vertrag (BauGB §11); Grunddienstbarkeit (BGB §1018); Eintrag als Baulast (LBO §71); bei der Genehmigung des Bauantrages mit vollständiger Darstellung der Grundstücksentwässerung (LBOVVO §8) durch den Bauherrn; bei der Bauabnahme (LBO §67) /Bauüberwachung (LBO §66) durch die Baurechtsbehörde, Wasserbehörde oder Gemeinde

Nach Bauplanungsrecht gemäß BauGB §9:

Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen Flächen für die Abwasserbeseitigung einschl. Niederschlagswasser auf öffentlichen und privaten Flächen festgesetzt werden, § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB (s. Kap.8.4)

Nach Bauordnungsrecht gemäß LBO:

Gemeinden können durch Satzung für das Gemeindegebiet oder genau abgegrenzte Teile des Gemeindegebietes bestimmen, dass Anlagen zum Sammeln, Verwenden oder Versickern von Niederschlagswasser oder Brauchwasser herzustellen sind, um Abwasseranlagen zu entlasten, Überschwemmungsgefahr zu verringern und den Wasserhaushalt zu schonen.

Übernahme von Baulasten

- (1) Durch Erklärung gegenüber der Baurechtsbehörde können Grundstückseigentümer öffentlich-rechtliche Verpflichtungen zu einem ihre Grundstücke betreffenden Tun, Dulden oder Unterlassen übernehmen, die sich nicht schon aus öffentlich-rechtlichen Vorschriften ergeben (Baulasten). Sie sind auch gegenüber dem Rechtsnachfolger wirksam.
- (2) Die Erklärung nach Absatz 1 muss vor der Baurechtsbehörde oder vor der Gemeindebehörde abgegeben oder anerkannt werden; sie kann auch in öffentlich beglaubigter Form einer dieser Behörden vorgelegt werden.

10.1 Informationen und Empfehlungen für die Erschließungsplanung

Im Rahmen der Erschließungsplanung sind folgende Vorgaben zur Regenwasserbewirtschaftung zu erarbeitet:

- Abflussrichtung der Entwässerungseinrichtungen
- Lage der Entwässerungseinrichtungen
- Straßenprofile, Längs- und Quergefälle
- Rinnenprofile mit zulässigen Einstauhöhen
- Bordsteinhöhen
- sämtliche Anschlusshöhen (z.B. Tiefgarage, Einfahrten)
- Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, wie Flächen zur Behandlung, Rückhaltung, Verdunstung und Versickerung von Niederschlagswasser
- Verkehrs- und Freianlagen sind mit einer bestimmten Zweckbestimmung, z.B. Notentwässerung versehen, eine temporäre Zwischenspeicherung oder Ableitung von Niederschlagswasser auf Freiflächen ist möglich (Multifunktionale Flächennutzung)
- Maßnahmen einer wassersensiblen Stadtentwicklung, die gleichzeitig zur Erholungsfunktion und ökologischen Aufwertung der Stadträume beitragen können
- Gutachten zur Versickerungsfähigkeit der Böden
- das natürliche Wassereinzugsgebiet des B-Plan-Gebiets ermitteln und bei den entsprechenden Betrachtungen berücksichtigen
- Hauptoberflächenabflusswege und Oberflächenabflüsse (für ein Wiederkehrintervall von 30 bis 100 Jahren) im Bebauungsplangebiet prüfen (auch umliegend des Plangebiets liegenden Einzugsgebiet)
- Risikobetrachtung topografischer Senkungen im Bebauungsplangebiet hinsichtlich Starkregen/Überflutung (Z.B. durch Fließwege-Senken-Analyse)
- Maßnahmen zur gezielten Führung der Oberflächenabflüsse und zur Risikominimierung (auch im unterhalb des Plangebiets liegenden Einzugsgebiet)

10.2 Abwasserrechtliche Festsetzungsmöglichkeiten

Für Neubaumaßnahmen besteht gemäß des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) §55 der Grundsatz zur dezentralen, schadlosen Beseitigung von Niederschlagswasser durch Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein oberirdisches Gewässer, unmittelbar auf der Grundstücksfläche oder in dafür vorgesehene Flächen. In Bayern ist mit dem Wassergesetz (BayWG, Art.44) in der Fassung

vom 01.08.2019 die dezentrale, naturnahe Bewirtschaftung von Niederschlagswasser für Neubauten verpflichtend. (s. Kap. 5 Rechtliche Vorgaben)

Es gilt die aktuelle Satzung für die öffentliche Entwässerungsanlage der Stadt München vom 28.8.2018. (EntwässerungsS-EWS):

Die Eigentümer von Grundstücken, auf denen Abwasser anfällt, sind nach Maßgabe dieser Satzung berechtigt und verpflichtet, ihre Grundstücke an die öffentliche Entwässerungsanlage anzuschließen und das gesamte auf den Grundstücken anfallende Abwasser der Stadt zu überlassen. Dies gilt nur, wenn und soweit das Grundstück durch einen Kanal erschlossen wird.

(3) Ein Recht und eine Verpflichtung zum Anschluss und zur Benutzung bestehen nicht,

1. wenn das Abwasser wegen seiner Art oder Menge nicht ohne Weiteres von der Entwässerungseinrichtung übernommen werden kann und besser von demjenigen behandelt wird, bei dem es anfällt,

2. wenn eine gesonderte Behandlung des Abwassers wegen der Siedlungsstruktur das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt oder

3. solange eine Übernahme des Abwassers technisch oder wegen des unverhältnismäßig hohen Aufwands nicht möglich ist

(4) Unbeschadet des Abs. 3 besteht ein Benutzungsrecht nicht, soweit eine Versickerung oder anderweitige Beseitigung von Niederschlagswasser ordnungsgemäß möglich ist. Die MSE kann hiervon Ausnahmen zulassen oder bestimmen, wenn die Einleitung von Niederschlagswasser aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist.

10.3 Vorschläge Textbausteine B-Plan

Rückhaltung

„Das im Quartier anfallende Niederschlagswasser ist so weit die Untergrundverhältnisse es erlauben zu versickern bzw. durch geeignete Techniken (z.B. Dachbegrünung und Retentionsdächer, Mulden, Zisternen) vollständig abzuwirtschaften. Zielwert hierbei ist, die natürliche Wasserbilanz zu erhalten.“

„Aufgrund der starken Unter- und Überbauung im Quartier, ist bereits auf Gebäudeebene Regenwasser durch geeignete Techniken zurückzuhalten (z.B. durch Dachbegrünung, Retentionsdach, Zisternen) und mit einer Drossel von 15 l/s/ha an den Außenraum zu übergeben und zu versickern.“

„Die geplanten Versickerungs- und Rückhalteanlagen sind nach den Regeln der Technik (a.a.R.d.T.: DWA-A 138 und DWA-A 117 bzw. TRENGW und TREN OG) zu bemessen, zu planen und zu betreiben.“

„Eine getrennte Bewirtschaftung von privaten und öffentlichen Abwässern ist vorzusehen“

„Dächer, Höfe und öffentliche Räume sind, wo immer möglich, zu begrünen. Zwingend erforderliche Flächenbefestigungen (Zuwegungen, Fußwege, Fahrradabstellplätze, Stellplätze, Terrassen u.ä.) sind, wenn möglich mit einem wasserdurchlässigen Belag (Schotterrasen, Rasengittersteine, Drain Asphalt, Rasenpflaster, wassergebundene Decken, etc.) herzustellen. Kleinere Flächen wie Wege

können breitflächig in angrenzende Grünflächen entwässern und sind dann mit entsprechendem Gefälle auszubilden.“

„Niederschlagswasser ist auf den Dachflächen der Gebäude und der Tiefgarage angemessen zurückzuhalten, zu speichern und ggfs. zu drosseln (Dachbegrünung, Substratdach, Retentionsdach etc.).“

Hinweis:

- Oberirdische Anlagenteile von Versickerungs- und Behandlungsanlagen sind in die Freiflächengestaltung zu integrieren (z. B. als Pflanzbeet befahrbar mit Gitterrostabdeckung etc.). Sie sind im Freiflächengestaltungsplan darzustellen.
- Die Festsetzung zur Begrünung von Dachflächen ist zu beachten.
- Die Festsetzung zu Retentionsdächern ist zu beachten.
- Die Festsetzungen zur Begrünung von Retentionsflächen sind zu beachten.
- Die Festsetzung zum Aufbringen von Solarmodulen ist zu beachten.
- Die durch den multifunktionalen Gesamtaufbau des Daches entstehenden statischen Lasten sind frühzeitig bei der Planung zu berücksichtigen.
- Retentionsvolumina können im Rahmen der Ausführungsplanung in ihrer Lage und Form angepasst werden.

Ableitung

„Es ist nachzuweisen, dass eine vollständige Bewirtschaftung des Regenwassers auf dem Grundstück nicht möglich ist“

„Die Stadt kann Ausnahmen zulassen oder bestimmen, wenn die Ableitung von Niederschlagswasser aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist.“

„Es bleibt der Stadt vorbehalten, die ableitbare Wassermenge zu begrenzen, Rückhalteeinrichtungen oder eine andere Art der Ableitung zu verlangen, z.B. oberflächennahe Einleitung in das oberirdische, öffentliche Entwässerungssystem.“

Überflutungsnachweis

„Durch die Grundstückseigentümer*innen ist sicherzustellen, dass Regenwasser auch bei Starkregen schadlos auf dem Grundstück zurückgehalten wird und somit ein Schutz vor Überflutung gegeben ist. Das Regenwasser darf nicht in den Straßenraum oder in angrenzende Grundstücke entlastet werden, beziehungsweise zu Schäden bei Dritten führen. Für Grundstücke mit einer abflusswirksamen Fläche von mehr als 800 Quadratmeter ist ein entsprechender Überflutungsnachweis im Sinne der technischen Regelwerke (DIN1986-100) zu erbringen. Für Grundstücke mit einer abflusswirksamen Fläche bis zu 800 Quadratmeter ist ein geeigneter Überflutungsnachweis in Anlehnung an die technischen Regelwerke zu führen.“

Hinweise

- Für alle Grundstücke > 800 m² ist ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 für das 30-jährliche Regenereignis zu führen (und im Entwässerungsantrag nachzuweisen).
- Bei einer Versiegelung (Be-, Unterbauung, Befestigung) von mindestens 70% der Grundstücksfläche ist der Überflutungsnachweis für das 100-jährliche Regenereignis zu führen.

Vorbehandlung

„Eine direkte Einleitung in den Untergrund oder in den Vorfluter ohne vorherige Reinigung des Regenwassers ist aufgrund des zu beachtenden Gewässer- und Grundwasserschutzes nicht erlaubnisfähig. Eine Behandlung über den belebten Oberboden ist anzustreben. Hierbei wird ein mind. 30 cm mächtiger, mit Wiesenansaat oder Stauden bewachsener Oberboden eingeplant. Um einerseits eine gute Versickerung, andererseits eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, sollte der kf-Wert des Oberbodens in der Größenordnung von 10^{-5} m/s liegen. Das entspricht dem Bemessungs-kf-Wert.“

„Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, ist nachzuweisen, dass eine Vorreinigung durch geeignete Techniken (z.B. Filtration, Sedimentation) erfolgt. Die Behandlungsanlagen sind nach den Regeln der Technik (a.a.R.d.T.: DWA-M 153) zu bemessen, zu planen und zu betreiben. Die entsprechende Wasserqualität ist für jedes Grundstück im Zuge der Bauantragsstellung verbindlich nachzuweisen.“

„Falls die Reinigung des Niederschlagswassers vor der Einleitung in den Untergrund nicht über eine Bodenpassage erfolgen kann, sind gleichwertige Verfahren anzuwenden. Die Gleichwertigkeit der Behandlungsanlage muss durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder LfU-Bayern nachgewiesen sein. Wartungsintervalle sowie der fachgerechte Austausch von Filtersubstratmaterial sind zu beachten. Es ist ein Wartungsvertrag mit einer Fachfirma abzuschließen, der auf Aufforderung dem Umweltschutzamt vorzulegen ist. (Liste der Behandlungs-Anlagen mit DIBt-Zulassung: <https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/anlagen-zur-behandlung-mineraloelhaltiger-niederschlagsabfluesse-fuer-die-versickerung>)“

Grauwassernutzung

„Es wird empfohlen, einen Teil des anfallenden Grauwassers (Handwaschbecken, Dusche, usw.) in einer Zisterne zu speichern und als Betriebswasser zu verwenden. Das Grauwasser muss entsprechend vorgereinigt werden, um die Anforderungen zur Speicherung und weiteren Nutzung zu erfüllen. Durch die Verwendung von Grauwasser als Brauchwasser, kann der Trinkwasserbedarf im Quartier gesenkt werden. In Kombination mit der Regenwasserzisterne bietet die Grauwassernutzung den Vorteil, dass ein kontinuierlicher Zulauf in die Zisterne auch in Trockenperioden erfolgt.“

Regenwassernutzung

„Es wird empfohlen das anfallende Niederschlagswasser von Dachflächen und sonstigen befestigten Flächen in Speichern/Zisternen aufzufangen und zu nutzen. Die Bewässerung von Grünflächen und Grünfassaden auf den Grundstücken ist in erster Linie durch die Nutzung von Regenwasser zu bedienen.“

10.4 Festsetzungsmöglichkeiten nach dem Baugesetzbuch (BauGB) in Bezug auf Klimaschutz und -anpassung:

§1a Abs. 3 Satz 2 BauGB Maßnahmen zum Ausgleich sowie Erhalt der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts.

§9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB sowie § 16 BauNVO Maßnahmen zum Überflutungsschutz Festsetzungen zur Erdgeschossbodenhöhe und der Straßenoberkanten

§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB Festsetzen von Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, Erhalt bzw. Schaffung von Freiflächen; Berücksichtigung von Luftleit- und Abflussbahnen; Versiegelung beschränken (z.B. „Mistwege“ bzw. Gartenwege in Kombination zur oberirdischen Niederschlagswasserableitung)

§ 9 Abs. 1 u. 3 BauGB Festsetzung der Höhenlage für Nutzungen, z.B. wenn für ein Baugebiet oder Teile davon Überschwemmungsgefahr besteht; Schutzgewährung vor Einflüssen durch Starkregenereignisse

- Die Starkregengefahren minimierende Ausführung der öffentlichen Verkehrs- und Grünflächen ist gemäß der Höhenplanung des Entwurfs zur Straßenplanung und der Maßnahmenempfehlungen entsprechend sicherzustellen.
- Die sich aus dem Entwurf der Straßenplanung und den Maßnahmenempfehlungen ergebenden Höhendifferenzen, die der Ausbildung von Wasserbarrieren dienen können (insbesondere Bordsteinhöhen, Höhendifferenzen zwischen wasserführender Rinne der Fahrbahn und Straßenbegrenzungslinie), sind bei der Herstellung der öffentlichen Verkehrs- und Grünflächen zu beachten.

§ 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser; Schaffung von Niederschlagszwischenspeichern und Notwasserwegen für Starkregenereignisse; Nachweis der Rückhaltung auf Grundstücken mit vollständiger Versickerung oder, falls nicht möglich, mit gedrosselter Ableitung nach den Vorgaben des Entwässerungskonzepts. (Einleitungsbeschränkung in die Kanalisation nach Vorgabe der Stadtentwässerung nur im Ausnahmefall, oberflächige Einleitung in die Vorflut nach Vorgabe des Umweltamtes.)

§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB Festsetzen von Flächen für öffentliche und private Grünflächen.

§ 9 Abs. 1 Nr. 16c BauGB - Gebiete, in denen bei der Errichtung von baulichen Anlagen bestimmte bauliche oder technische Maßnahmen getroffen werden müssen, die der Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließlich von Schäden durch Starkregen dienen, sowie die Art dieser Maßnahmen

- Es wird empfohlen im gesamten Plangebiet die Tiefgaragen-Zufahrten (Oberkante Tiefgaragenschwelle) und sonstige Zugänge zu tief liegenden Räumen mindestens 15 cm über dem Niveau der wasserführenden Straßenrinne auszubilden. Unterschreitungen der Schwellenhöhen in Tiefgaragenzufahrten und sonstige Zugänge sollten nur in Ausnahmefällen zulässig sein, wenn dadurch keine erhöhte Überflutungsgefahr besteht oder zusätzliche Maßnahmen für den Objektschutz getroffen werden.
- Straßenzugewandte Gebäudezugänge und Lichtschächte sind im gesamten Plangebiet über dem Höhenniveau der Straßenbegrenzungslinie anzuordnen.

Hinweis:

Die im Plan angegebenen geplanten Höhen der öffentlichen Verkehrsflächen werden im Rahmen der Entwurfs- und Ausführungsplanung erfahrungsgemäß noch verändern. Sollten sich im weiteren Planungsverlauf relevanten Höhen (z. B. Straßenhöhen) ändern, muss der Starkregennachweis erneut geführt werden bzw. auf die neuen Gegebenheiten angepasst werden.

§ 9 Abs. 1 Nr. 16d BauGB Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freigehalten werden müssen, um insbesondere Hochwasserschäden, einschließlich Schäden durch Starkregen, vorzubeugen.

§ 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB Festsetzen von Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft; Festsetzen von dezentralen Systemen, z.B. der Mulden- oder Grabenentwässerung (in Kombination mit Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 14 – 15); textliche Festsetzungen zur wasserdurchlässigen Gestaltung (bspw. zur Mächtigkeit des Bodenmaterials von Gärten bzw. zur Wasserdurchlässigkeit von Zufahrten, Terrassen oder Stellplätzen)

§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB Festsetzen von Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zugunsten der Allgemeinheit, eines Erschließungsträgers oder eines beschränkten Personenkreises zu belastende Flächen; Schaffung von Notwasserwegen (z.B. Mistwege/ Grundstücksgrenzen kombiniert mit Ableitungsgräben mit oberirdischem Leitungs- und Gehrecht)

Hinweis:

- Für Flächen, für die ein Geh-, Fahr-, und Leitungsrecht festgesetzt ist, gelten ein Bauverbot sowie ein Verbot der Bepflanzung mit Bäumen und Sträuchern. Jegliche Bau- und Bepflanzungsmaßnahmen bedürfen der vorherigen Zustimmung der Versorgungsträger bzw. der Anlieger

§ 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB Festsetzen von Schutzflächen, die von Bebauung freizuhalten sind und ihrer Nutzung; Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, wie z.B. Schutzstreifen zum Schutz vor Überflutungen bei Starkregenereignissen

§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB Bindungen für Bepflanzungen und die Erhaltung von Bäumen etc. für einzelne Flächen oder Teile baulicher Anlagen festsetzen; Festsetzen von Dach- und Fassadenbegrünungen zur Verbesserung des Kleinklimas; Erhalt und Neuanpflanzung von Bäumen zur Verbesserung des Kleinklimas

Dachbegrünung

Nachgewiesen werden muss je Grundstück folgende Belegung der Hauptgebäude:

- mindestens 50% intensive Dachbegrünung (MU1, MU2, MU3, MU5, MU8)
- mindestens 50% extensive Dachbegrünung (MU4, Postturm)
- für mindestens 70% der Gebäudedachflächen inkl. Innenhöfe ist eine Retentionsdachfunktion vorgesehen (z.B. Dränschicht mit Wasserretentionsbox, Festkörperdrainage o.ä.). In der Regel ist der Dachablauf zu Drossel und ein gewisser Wassereinstau zuzulassen (mindestens 10 cm).
- Der Niederschlagsabfluss von den Gebäuden darf mit einer Drossel von 15 l/s/ha an den Außenraum übergeben und dort versickert werden. Ausreichendes Retentionsvolumen ist auf Gebäudeebene herzustellen (z.B. durch Retentionsdach mit Dachbegrünung)

Hinweis:

Der festgesetzte prozentuale Anteil bezieht sich auf die Gesamtfläche der Dachflächen aller Gebäude eines Grundstücks und kann auf die innerhalb des Grundstücks vorgesehenen Gebäude so verteilt werden, dass in der Summe die festgesetzten Anteile erreicht werden.

- für mindestens 70% der Tiefgarage ist eine Retentionsdachfunktion vorgesehen (z.B. Dränschicht mit Wasserretentionsbox, Festkörperdrainage o.ä.). In der Regel ist der Ablauf zu Drossel und ein gewisser Wassereinstau zuzulassen (mindestens 10 cm).

Hinweis:

- Alle Dachbegrünungen sind zu pflegen und dauerhaft zu unterhalten.
- Dachbegrünungen können mit Solaranlagen kombiniert werden, um den Wirkungsgrad für beide Systeme zu steigern (Verschattungs- und Kühlungseffekte, Artenvielfalt)
- Zum Schutz der Gewässer dürfen nur auswaschungsarme Dichtungsbahnen verwendet werden. Eine Düngung sollte nur maßvoll erfolgen. Auf chemische Pflege ist zu verzichten.
- Tiefgaragendächer sind, sofern sie oberirdisch nicht baulich genutzt oder für Gemeinschaftseinrichtungen und innere Erschließungen genutzt werden, mit einer vegetationsfähigen Substratschicht von mindestens 150 cm (zuzüglich Drainschicht) im Bereich von Baumpflanzungen zu überdecken und zu begrünen. Die Begrünung ist zu pflegen und dauerhaft zu erhalten. Weitergehende Anforderungen zum Rückhalt und zur Speicherung von Niederschlagswasser sind zu beachten.
- Begrünung von Retentionsflächen: Die im zeichnerischen Teil festgesetzten öffentlichen Retentionsflächen sind standort- und nutzungsangepasst zu begrünen und zu pflegen. Die Ansaat erfolgt mit einer standortgerechten und heimischen Wiesen-Saatgutmischung für frische / nährstoffreiche Standorte. Die Flächen sind extensiv zu pflegen (zweimalige Mahd/ pro Jahr). Zulässig sind darüber hinaus für die Funktionsfähigkeit der Anlagen erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen. Die getroffenen Festsetzungen gelten auch für private Retentionsflächen.

Anhang

Lagepläne

Anlage 1_379020053_RW-Konzept_Lageplan_M500

Anlage 2_379020053_RW-Konzept_Lageplan_EZG_M750

Anlage 3_379020053_RW-Konzept_Lageplan_M500_Alternativen und Spartenkonzeption

Anlage 4_379020053_GW-Konzept_Lageplan_M750

Schnitte

Anlage 5_379020053_RW-Konzept_Schnitt_A-B_M50

Berechnungen

Anlage 6_Flächenanalyse

Anlage 7_Bemessungstabelle (nach DWA-A 138, DIN 1986-100)

Anlage 8_Qualitative Bewertung (nach DWA-M 153)

Anlage 9_Simulationsbericht STORM.XXL

Anlage 10_Simulationsbericht WABILA

Protokolle und Stellungnahme

Anlage 11_Protokoll Termin Bau Referat_230817

Anlage 12_Stellungnahme Bau Referat Gartenamt_230914

Anlage 13_Protokoll Termin Bau Referat_240503