

Gateway Real Estate AG

Quartier Sullivan Süd in Mannheim

Entwässerungskonzept



BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH
Standort Speyer
Diakonissenstraße 29, 67346 Speyer
Telefon +49 6232 699160-0, bce-speyer@bjoernsen.de
Mai 2025, JoKa, Pr, man2405243

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht

1	Veranlassung	1
2	Grundlagen	1
2.1	Lage und Bestand	1
2.2	Regenwassermanagement nach dem Schwammstadt-Prinzip	2
2.3	Bodengutachten	3
2.4	Abstand zu Gebäuden und Grenzen	3
3	Regenwasserbewirtschaftung	4
3.1	Versickerungsanlagen: Mulden-Rigolen Elemente (MRE) nach DWA A-138	4
3.2	Geländeanpassungen	6
3.3	Fließwege	6
3.4	Bewertung der Behandlungsbedürftigkeit von Regenwasser nach DWA-A-138	7
3.5	Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100	8
4	Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4	9
4.1	Veranlassung	9
4.2	Grundlagen	9
4.3	Referenz-Zustand	9
4.4	Ist-Zustand	10
4.5	Planungs-Zustand	11
4.6	Fazit Wasserhaushaltsbilanz	12

5	Klimainseln zur Regulierung des Mikroklimas	13
6	Zusammenfassung	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Luftbild des Projektgebiets. Stand September 2023.	2
Abbildung 2:	Vergleich der Aufteilungswerte (in %) der Wasserhaushaltskomponenten Grundwasserneubildung (g), Verdunstung (v) und Direktabfluss (a) von Referenz- Ist- und Planungszustand.	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersichtstabelle zu Flächengrößen und Abflussbeiwerten	5
Tabelle 2:	Erforderliche Behandlungsanforderung in Abhängigkeit von der Versickerungsart nach DWA-A 138 GD	8
Tabelle 3:	Zusätzliche Speichervolumen beim Einstau der Grünfläche um 5cm	8
Tabelle 4:	Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) für den Referenz-Zustand	10
Tabelle 5:	Aufteilungswerte der Flächen für den Ist-Zustand	10
Tabelle 6:	Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) für den Ist-Zustand	10
Tabelle 7:	Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) nach Flächennutzung für den Planungsfall	11
Tabelle 8:	Vergleich der korrigierten Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) von Referenz-/ Ist- und Planungszustand	11

Anlagen

Reihe A: Übersichten und Zusammenstellungen

- A-1 Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4
 - A-1.1 Eingangsparameter der WHB für den Referenzzustand
 - A-1.2 Anschlussflächen MRE
 - A-1.3 Aufteilungswerte MRE und Flächentypen für den Planungszustand
 - A-1.4 Muldendimensionierung nach DWA-A 138
 - A-1.5 Flächenaufstellung der einzelnen Mulden
- A-2 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Reihe B: Übersichten und Pläne

Maßstab

B-1	Flächenplan	1:800
B-2	Einzugsgebiete der MRE	1:800
B-3	Verortung der Mulden-Rigolen Elemente	1:800
B-4	Fließweg/-Senkenanalyse	1:800

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Bezeichnung
A	Direktabfluss
A _{Bem}	Angeschlossene, abflusswirksame Fläche
A _E	Gesamtfläche
A _{S,m}	Versickerungsfläche der Mulde
A _U	Abflusswirksame Fläche
D	Flächengruppe: Alle Dachflächen
DGM	Digitales Geländemodell
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EZG	Einzugsgebiet
GIS	Geoinformationssystem
GWNB	Grundwasserneubildung
k _F	Durchlässigkeitsbeiwert
MRE	Mulden-Rigolen Element

Verwendete Unterlagen

- [1] Deutsche Vereinigung Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (Hrsg.): Merkblatt; DWA-M 102-4/BWK-M 3-3. März 2022
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (Hrsg.): Arbeitsblatt; DWA-A 138. Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau und Betrieb. Oktober 2024
- [3] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (Hrsg.): Arbeitsblatt; DWA-A 138. Gelbdruck. Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb. November 2020.
- [4] Benden, J.; Broesi, R; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 1: Wissenschaftliche Grundlagen. MURIEL Publikation.
- [5] Deutscher Wetterdienst (2024): Klimadaten zum Download abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/cdc/cdc_ueberblick-klimadaten.html.
- [6] Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) Geoportal (2024): Hydrologischer Atlas Deutschland. <https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HAD/index.html?lang=de&vm=2D&s=0&r=0>
- [7] LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2022): Zu viel / Zu wenig. Extreme meistern, Extremen begegnen. Folgen für die Wasserwirtschaft. KLIWA. September 2022.
- [8] BlueGreenStreets (Hrsg.): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A. Multifunktionale Straßenumgestaltung urbaner Quartiere. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“. Hamburg, März 2022.
- [9] BlueGreenStreets (Hrsg.): BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenumgestaltung urbaner Quartiere. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“. Hamburg, März 2022
- [10] Verordnung des Regierungspräsidiums Karlsruhe zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage „Mannheim-Käfertal“ (früher „Käfertaler Wald“) vom 19.05.2009.
- [11] Wasserschutzgebiete: Daten und Kartendienst der LUBW 4.0. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. <https://umweltdaten.lubw.baden-wuerttemberg.de/>.

- [12] Überschwemmungsgebiete: Daten und Kartendienst der LUBW 4.0. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>.
- [13] P. f. H. - A.-L. U. F. i.Br., „NatUrWB,“ 2021. [Online]. verfügbar: <https://www.naturwb.de> [Zugriff am 09 2024].
- [14] Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge 9. Auflage, 2022, [online] verfügbar: <https://www.fib-bund.de/inhalt/themen/hochwasser/> [Zugriff am 20.01.2025]

1 Veranlassung

Die Gateway Real Estate AG beabsichtigt auf dem ehemaligen Sullivan Gelände in Mannheim ein Wohn/-Mischquartier zu realisieren. Dort soll ein neues Gebiet mit unterschiedlichen Nutzungen entwickelt werden. Vorgesehen sind 15 Gebäude mit umliegender Grünfläche, einem Parkhaus, einer Kita und angeschlossenen Wegen, wobei drei Bestandsgebäude erhalten bleiben.

Begleitend zur Bebauungsplanung wurde das vorliegende Entwässerungskonzept für eine naturnahe, dezentrale und multifunktionale Regenwasserbewirtschaftung über Mulden-Rigolen Elemente unter Nutzung des vorhandenen Entwässerungssystems aufgestellt.

Folgende Nachweise und Berechnungen sind Gegenstand dieses Berichts:

- Wasserhaushaltsbilanz (WHB) nach DWA-M 102-4
- Regenwasserbewirtschaftung durch Mulden Rigolen Elemente (MRE) nach DWA-A 138-1
- Überflutungsnachweise nach DIN 1986-100
- Berechnung der Fließwege/Notwasserwege

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH wurde beauftragt ein Entwässerungskonzept auszuarbeiten.

2 Grundlagen

2.1 Lage und Bestand

Das Projektareal umfasst das ca. 3,5 ha große ehemalige Kasernengelände Sullivan und befindet sich am „Platz der Freundschaft“ in Mannheim.

Das Planungs-Gelände ist eine Konversionsfläche einer amerikanischen Kaserne. Auf den Flächen befanden sich zehn Gebäude, welche bis auf drei Gebäude zurückgebaut wurden.

Die Flächen sind größtenteils verdichtet und liegen aktuell brach. Entlang des ehemaligen Georg-Sullivan-Ring besteht ein Mischwasserkanal EBS, über den Joy-Fleming-Ring wird von Osten und Westen Abwasser über private Abwasserleitungen zum Mischwasserkanal im Bestand zugeleitet.

Die vorhandenen, weitergenutzten Gebäude sollen für die Entwässerung am vorhandenen Mischsystem verbleiben.

Das Gebiet ist nicht als Überschwemmungsgebiet festgesetzt [12].

Der Bereich Sullivan liegt in der Wasserschutzzone 3b des Wasserschutzgebietes Mannheim-Käfertal, wobei Auflagen für die Versickerung von Niederschlagswasser (siehe 3.4) zu beachten sind [11].



Abbildung 1: Luftbild des Projektgebiets. Stand September 2023.

2.2 Regenwassermanagement nach dem Schwammstadt-Prinzip

Die hohe Flächenversiegelung und die kanalisierte Ableitung von Niederschlagswasser im städtischen Raum führt zu einem ausgeprägtem Stadtklima mit verstärkter Hitzebelastung und einem veränderten Wasserhaushalt, gekennzeichnet durch einen höheren Oberflächenabfluss und eine reduzierte Verdunstung und Grundwasserneubildung. Damit einher gehen Trockenstress und eine eingeschränkte Vitalität der städtischen Vegetation. Im Rahmen des Klimawandels ist von einer Verschärfung der umrissenen Problematik auszugehen [7].

Die Verbesserung des Stadtklimas und die Reduzierung negativer Auswirkungen des Klimawandels erfordert eine Anpassung der Niederschlagswasserbewirtschaftung. Ziel ist, die urbane Wasserbilanz so weit wie möglich dem natürlichen Wasserhaushalt anzugleichen. Mit den Ausführungen des DWA-M 102-4 [1] wird dieses Ziel als technische Vorgabe verankert.

Das Schwammstadt-Prinzip trägt den geschilderten, veränderten Anforderungen an die Niederschlagswasserbewirtschaftung Rechnung. Es sieht vor, einen möglichst hohen Anteil des Niederschlagswassers vor Ort zu bewirtschaften und die lokale Wasserbilanz durch die Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswasser naturnah zu gestalten. Durch die Nutzbarmachung von zwischengespeichertem Niederschlagswasser für die Vegetation kann die Verdunstung deutlich erhöhen und eine aktive Kühlung des städtischen Klimas erreicht werden. Flächen mit einer starken Verdunstungsleistung können z.B. über Grünflächen, Stadtbäume und vertikale Bauwerksbegrünung geschaffen werden. Stadtbäume sorgen durch die Beschattung von Oberflächen zusätzlich für eine passive Kühlung. Die Optimierung des städtischen Wasserhaushalts erfordert die Verzahnung der Flächengestaltung und der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Sinne einer blau-grünen Infrastruktur. Solche Klimainseln fördern nicht nur das Wohlbefinden der Stadtbewohner, sondern unterstützen auch die Biodiversität, indem sie Lebensräume für verschiedene Tier- und Pflanzenarten schaffen. Die Schaffung solcher grüner Oasen in städtischen Gebieten ist ein wichtiger Schritt zur Anpassung an den Klimawandel und zur Förderung eines gesunden Mikroklimas.

Umfängliche Ausführungen zum Thema finden sich beispielsweise in der Publikation „Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 1: Wissenschaftliche Grundlagen“ [4] oder in den Publikationen zum Forschungsprojekt „BlueGreenStreets“. [8][9]

Konkret existieren eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten, durch die eine Reduzierung des Oberflächenabflusses und eine Erhöhung der Verdunstung und der Grundwasserneubildung erreicht werden können. Neben einer quantitativ angemessenen Anlage von Grünflächen betreffen konkrete Maßnahmen unter anderem die Ausgestaltung von Oberflächen. Um die Zwischenspeicherung und / oder Versickerung zu erhöhen, können versickerungsfähige Beläge gewählt werden. Im Projektgebiet sind zudem Gründächer vorgesehen, die im Vergleich zu komplett versiegelten Dächern eine gesteigerte Verdunstung von Niederschlagswasser und gleichzeitig eine Abflussreduktion ermöglichen. Durch die Kombination von Versickerungsanlagen und Vegetationsflächen, z.B. in Form von Baumrigolen oder sogenannten Klimainseln, können zudem Räume geschaffen werden, die sich über eine angepasste Wassernutzung stadtklimatisch günstig auswirken und gleichzeitig als Freizeit- und Aufenthaltsflächen dienen (Stichwort „multicodierte Flächen“, weiterführend siehe z.B. [4][8][9]).

2.3 Bodengutachten

Grundlage sind die Bodengutachten vom Mai 2024 und November 2024 der Firma RT-Consult aus Mannheim, wobei insgesamt 20 Sondierungen durchgeführt wurden.

Im Untersuchungsgebiet sind natürlich gewachsene Sande zu finden, wobei unter einer dünnen Mutterbodenschicht i.d.R. anthropogene Auffüllungen mit einer überwiegend sandig-kiesigen, schwach schluffigen Matrix und mineralischen Fremdbestandteilen (Bauschuttresten, kohlige Reste und untergeordnete Schlacke) angetroffen wurden.

Die unter den Auffüllungen befindlichen Deckschichten sind als feinkornreiche Sande oder Schluff/Ton bis in max. 2,2 m Tiefe ausgebildet, wobei feinkornarme bis feinkornfreie Sande und sandige Kiese den Abschluss der erbohrten Bodenabfolge bilden.

Versickerungsfähiges Bodenmaterial mit k_f -Werten im Bereich von 10^{-4} – 10^{-5} m/s ist in Tiefen von bis zu 2,8 m zu finden.

Bei den geplanten Mulden-Rigolen Elementen ist ein Bodenaushub mit einer Muldentiefe von max. 0,3 m, einem Mutterbodenauftrag von 0,3 m und einer Rigolentiefe von rd. 0,5 m vorgesehen. Einzig die MRE im EZG MI1 Nord sind durch die hohe Versiegelung mit einer Rigolentiefe von 1,2 m bemessen.

Um auf die versickerungsfähigen Sande zu stoßen, ist unter Berücksichtigung des Bodengutachtens ein zusätzlicher Aushub / Bodenaustausch bis auf das versickerungsfähige Material durchzuführen. Weitere Informationen sind dem aufgeführten Bericht zu entnehmen.

2.4 Abstand zu Gebäuden und Grenzen

Schäden an Gebäuden infolge von Versickerungsanlagen sind auszuschließen.

Nach DWA-A 138 sind für den Abstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden oder Grundstücksgrenzen Regeln zu beachten, die sich nach folgenden Kriterien unterscheiden:

- Art der Abdichtung des betroffenen Gebäudes
- Existenz einer Unterkellerung

Art der Abdichtung: Im Fall einer Abdichtung gegen drückendes Wasser (z.B. „Weiße Wanne“ oder „Schwarze Wanne“) ist eine Versickerung im unmittelbaren Gebäudenahbereich unproblematisch. Lediglich bautechnische Grundsätze sind zu beachten, z.B. Auftriebssicherheit und Lastabtragung des Bauwerks. Soweit eine Abdichtung gegen drückendes Wasser nicht existiert, sind die nachfolgenden, weiteren Grundsätze zu beachten.

Existenz einer Unterkellerung (dezentrale Versickerungsanlagen): Bei unterkellerten Gebäuden ist nach [2] das 1,5-fache der Baugrubentiefe als Abstand vom Böschungsfuß der Baugrube nicht zu unterschreiten. Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist anstelle der Baugrubentiefe die Tiefe des Fundaments heranzuziehen.

Dadurch, dass die an den MRE befindlichen unterkellerten Gebäude entsprechende Abdichtungen (wasserdichte Keller) aufweisen, ist laut DWA-A 138 kein Mindestabstand der MRE zum Gebäude einzuhalten. Die Ausführung einer Weißen Wanne oder schwarzen Wanne etc. ist nach den Anforderung somit ausreichend.

3 Regenwasserbewirtschaftung

In der Planung wird von einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung durch Versickerungsanlagen ausgegangen. Dabei ist geplant, dass es keine Überflutungen über die Gebietsgrenze hinaus geben kann. Es werden für jedes Baufeld einzelne Versickerungsanlagen in Form von Mulden-Rigolen Elementen (MRE) angelegt. Die Größe und Lage der einzelnen Mulden und der Nachweis der Versickerungsfähigkeit ist in den Anlagen B-3, A-1.4 und A-1.5 dargestellt.

Die Grünflächen sollen dabei so modelliert werden, dass das anfallende Regenwasser in die Mulden-Rigolen-Systeme geleitet wird und im Starkregenfall $n=30$ (30 jährliche Ereignisse) 5 cm tief eingestaut werden kann.

3.1 Versickerungsanlagen: Mulden-Rigolen Elemente (MRE) nach DWA A-138

Die gewählte Versickerungsanlage für das Baugebiet Sullivan Süd ist ein Mulden-Rigolen Element. Das Mulden-Rigolen-System stellt, im Gegensatz zum konventionellen Trenn- bzw. Mischsystem keine „Regenwasserentsorgung“, sondern eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung dar. Das Niederschlagswasser wird weitestgehend in der Nähe des Anfalls (dezentral) versickert.

Flächengrößen und Berechnungsgrundlage der MRE nach DWA A-138 sind den Anlagen A-1.4 und A-1.5 zu entnehmen.

Aufgrund der großflächigen Versiegelung durch die Parkhausflächen im Einzugsgebiet (EZG) MI1 Nord und zur Erbringung des Überflutungsnachweises nach DIN 1986-100 wird in den Berechnungen nach interner Absprache von einer Teilbegrünung (Extensive Begrünung) des Parkhauses (ca. 1.600 m² - überschlägig in GIS gemessen) ausgegangen. Dies ist in der weiteren Planung des Parkhauses zu berücksichtigen.

Für die vereinfachte Berechnung und als Berechnungsgrundlage der MRE pro Einzugsgebiet bezieht sich Anlage A-1.4 nur auf die Dimensionierung einer großen Mulde, dessen Maße und Rückhaltevolumina im Anschluss auf die verschiedenen MRE aufgeteilt wurden.

Die Größen und jeweiligen Speichervolumina der einzelnen Mulden-Rigolen Elemente pro EZG sind Anlage A-1.5 zu entnehmen.

Für die Berechnung sind folgende Flächen und Abflussbeiwerte gewählt (Tabelle 1):

Tabelle 1: Übersichtstabelle zu Flächengrößen und Abflussbeiwerten

Flächenbezeichnung	Fläche (m ²)	Abflussbeiwert
Gründach	10919	0,4
Grünfläche (Freifläche)	13107	0,1
Versiegelte Freiflächen	1885	0,75
Versiegelte Freiflächen (wasserdurchlässige Bauweise)	3428	0,25
Schotterrasen, Sand (z.B. Aufstellfläche Feuerwehr, Spielplätze)	1191	0,3
Dicht versiegelte Fläche (z.B. Balkone)	985	0,9
Wassergebundene Wegdecke	750	0,7
Versiegelte Parkhausfläche	1844	0,9

Eine detailliertere Auflistung der einzelnen Flächen pro EZG ist Anlage A-1.2 zu entnehmen.

Die Mulde ist mit einer Einstauhöhe von max. 0,3 m und einer Böschung von 1:2 dimensioniert (siehe Anlage A-1.4 & A-1.5). Dabei ist ein Mutterbodenauftrag von 0,3 m und eine Rigolenhöhe von 0,5 – 1,2 m geplant. Zwischen Muldenbett und Rigole ist zusätzlich eine etwa 5 cm mächtige Schutzschicht, bestehend aus Kiessand, angeordnet. Diese dient als Schutz vor Beschädigung. Die geplante Rigole wird als Kiesrigole ausgelegt, wobei unterhalb der Mulde ein Rigolen-Körper aus Kies/Schotter angeordnet ist. Außerdem wird die Mulde mit einem Überlauf (Rohr) in die Rigole versehen.

Die Versickerung erfolgt sowohl über die Mulde als auch über die Rigole. Durch die Rigole steht gegenüber einer reinen Muldenversickerung zusätzliches Speichervolumen zur Verfügung.

Durch den Überlauf in die Rigole wurde die Überlaufhäufigkeit der Mulde geringer gewählt als die der Rigole. Hierbei ist die Mulde auf ein 1-jährliches Niederschlagsereignis und die Rigole für ein 5-jährliches Niederschlagsereignis ausgelegt. Dadurch kann die Mulde kleiner gewählt werden als bei einer reinen Muldenversickerung [2].

Die Dachflächenentwässerung der Planungsgebäude werden an die im sich am Gebäude befindlichen MRE angeschlossen. Die Lage der Mulden innerhalb der Grünflächen berücksichtigt die Platzierung von Spielplatzelementen und Feuerwehrstellflächen.

Eine Verschiebung oder ein Zusammenschluss von Mulden-Rigolen Elementen innerhalb des Einzugsgebietes ist unter Berücksichtigung und Beibehaltung des jeweiligen Speichervolumens sowie der

zuvor berücksichtigten Beschränkungen (Feuerwehraufstellflächen etc.) im weiteren Planungsverlauf möglich.

Zusätzlich können die Mulden mit diversen Gräsern und Gehölzen begrünt werden. Weitere Hinweise und Anforderungen zur Bepflanzung der Mulde sind dem DWA- A-138 [2] zu entnehmen.

3.2 Geländeanpassungen

Das Projektgebiet weist nur geringe Höhenunterschiede auf. Dadurch ergibt sich eine natürliche Fließrichtung des anfallenden Niederschlags von Süd nach Nord. Um den Zustand des bebauten Gebiets zu simulieren und Fließwege bei Starkregen zu identifizieren, wird das DGM1 um die Gebäude erweitert. Hierbei wurden die Planungsgebäude in das DGM eingebunden und erhöht dargestellt.

Grünflächen, die bei Starkregen und Überflutung der Mulden-Rigolen-Elemente als zusätzlicher Rückhalteraum genutzt werden und somit Wasser aufnehmen können, sollen in der weiteren Planung so angepasst werden, dass sie 5 cm eingestaut werden können.

Um die Wege bei Überflutung der nebengelegenen Grünflächen begehbar zu halten, wird in der weiteren Planung ein Höhenversatz von den Wegen zur Grünfläche von mindestens 5 cm empfohlen. Wege sind zudem so zu profilieren, dass ein Abfluss des dort anfallenden Niederschlages in Richtung der Versickerungsanlagen ermöglicht wird.

Um ein oberflächliches Einströmen von Wasser in die Gebäude zu verhindern, wird empfohlen Zugänge und Fenster mit einer zusätzlichen Höhe über der Höhe der Wege zu errichten oder entsprechend zu profilieren. Dessen Zugänglichkeit sollte bei Starkregen gewährleistet sein und ist im Vorhinein mit Anlage B-4 abzugleichen. Gleiches gilt für Kellerzugänge, Tiefgarage und Lichtschächte. Weitere Informationen zu Objektschutz und baulicher Vorsorge sind in der Hochwasserschutzfibel des Bundes zu finden [14].

3.3 Fließwege

Auf Grundlage der berechneten Geländeanpassungen wurden die Fließwege des Regenwassers bei Starkregen berechnet (Anlage B-4). Dazu wurde eine Fließweg-/Senkenanalyse durchgeführt, woraus sich die Hauptfließwege und Notwasserwege ableiten lassen die bei der Planung zu berücksichtigen sind.

Die berechneten Notwasserwege dienen der Eindämmung der Auswirkungen von Starkregenereignissen und sind bei der Gebäudeplanung und dessen Zugänglichkeiten zu beachten (s. Abschnitt 3.2). Die Notwasserwege fließen durchgehend in Richtung Norden aus dem Planungsgebiet heraus. Die Wegeführung wird teilweise durch die Fließwege gekreuzt. Abgesehen von Gebäude J und K haben alle Gebäude mindestens eine Gebäudeseite an der keine Senke angrenzt.

Die Fließwege leiten das auf den Flächen anfallende Regenwasser in einem Großteil der Fälle direkt in die Versickerungsanlagen. In den übrigen Bereichen wird das Wasser aus dem Gebiet geleitet. Die

Wassertiefe der Senken beträgt im Teileinzugsgebiet MRI1-Nord und -Süd bis zu 0,40 m. Eine besonders große Wasserfläche kann zwischen den Gebäuden A, B und D sowie auf dem George-Sullivan-Ring entstehen. Innerhalb der Wasserfläche zwischen den Gebäuden wurde zudem ein Fließweg berechnet. Daher ist ein Durchströmen des Wassers in diesem Bereich nicht auszuschließen.

Um das Überströmen der Wegflächen und das Unfallrisiko zu reduzieren, sind daher entsprechende Profilierungen in Richtung der Versickerungsmulden und Grünflächen entscheidend.

Dadurch, dass ein Fließweg den mittleren Bereich des Quartiersplatzes mit den meisten Baumstandorte kreuzt, ist eine Profilierung in diese Fläche ebenfalls als sinnvoll zu erachten.

Ein Überschuss dieses Wassers kann an dieser Stelle durch die geringere Versiegelung potenziell besser aufgenommen werden.

Insgesamt kann durch die Berechnungen angenommen werden, dass das Planungsgebiet fast nicht von Niederschlägen von außerhalb beeinflusst wird. Zudem wird ein hoher Anteil der auf dem Gelände anfallenden Niederschläge ohne zusätzliche technische Anlagen in die geplanten Versickerungsanlagen geleitet.

3.4 Bewertung der Behandlungsbedürftigkeit von Regenwasser nach DWA-A-138

Nach DWA-A 138 sind die an die Entwässerung angeschlossenen Flächen unterschiedlichen Belastungskategorien zuzuordnen. Im Planungsgebiet entsprechen die Gründächer der Kategorie D und die weiteren befestigten Flächen der Kategorie VW1 s. Tabelle 2.

Vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer oder vor einer Versickerung (Einleitung in das Grundwasser) ist das Niederschlagswasser je nach Belastung der Herkunftsflächen zunächst einer Behandlung zuzuführen. Dadurch, dass die Flächengruppen die Belastungskategorie I nicht überschreiten, ist eine Mulden-Versickerung mit einer mindestens 30 cm mächtigem bewachsenem Bodenschicht ausreichend. Die vorgesehene Niederschlagswasserbehandlung durch die Versickerungsanlagen (Mulden-Rigolen Elemente) ist nach dem Bewertungsverfahren somit erfüllt.

Die Versickerungen von unbelastetem Niederschlagswasser aus Wohngebieten ist nach der Verordnung zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage „Mannheim-Käfertal im weiteren Schutzgebiet (Zone III b) ebenfalls zulässig [10].

Tabelle 2: Erforderliche Behandlungsanforderung in Abhängigkeit von der Versickerungsart nach DWA-A 138 GD

Flächenkategorie	Flächengruppe	Nutzung	Versickerung durch bewachsene Bodenzone ≥ 30 cm
Kategorie I	D	Dachflächen	$A_{Bem} / A_{S,m}$ keine Anforderungen bei Mulden-Rigolen Überlauf in Rigole = 2/Jahr
Kategorie I	VW1	Private Freiflächen, Geh-/Radwege, öffentl. Grünflächen, Wohnstraßen	$A_{Bem} / A_{S,m}$ keine Anforderungen bei Mulden-Rigolen Überlauf in Rigole = 2/Jahr

3.5 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Da das Gesamtgebiet eine Fläche von 800 m² deutlich übersteigt, ist unter Berücksichtigung der Vorgaben nach DIN 1986-1000 [4] ein Überflutungsnachweis zu führen. Bemessen wird es anhand eines 30-jährigen Regenereignisses. Um das notwendige Wasservolumen, das im Überflutungsfall auftreten würde, aufstauen zu können, werden die rückhaltefähigen Flächen im Gebiet betrachtet. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die Mulden-Rigolen Elemente und die Grünflächen.

Da das Speichervolumen der Mulden-Rigolen Elemente nicht ausreicht (Auslegung der Mulde auf 1 jährliches und Rigole auf 5 jährliches Ereignis), ist für die Erbringung des Überflutungsnachweises ein Einstau der jeweiligen Grünfläche von 5 cm vorgesehen. Die folgende Tabelle beschreibt die Auflistung für das zusätzlich zur Verfügung stehende Speichervolumen im Quartier pro EZG:

Tabelle 3: Zusätzliche Speichervolumen beim Einstau der Grünfläche um 5cm

EZG	Verfügbare Grünfläche pro EZG [m ²]	Verfügbares Speichervolumen [m ³] (bei 5cm Einstau)
MI1 Süd	2584,0	129,2
MI1 Nord	377,5	18,9
MI2 Nord	969,8	48,5
MI2 Süd	1709,5	85,5
MI2 Zufahrt	141,4	7,1
WA1	2476,6	123,8
MI3 Nord	2026,2	101,3
MI3 Süd	1327,3	66,4

Die Berechnung des Überflutungsnachweises pro Teileinzugsgebiet ist in Anlage A-2 aufgeführt. Durch den Einstau der Grünflächen übersteigt das zur Verfügung stehende Speichervolumen das Erforderliche, womit der Nachweis nach DIN 1986-100 erbracht ist (Anlage A-2).

4 Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4

4.1 Veranlassung

Für das Entwässerungskonzept Quartier Sullivan-Süd in Mannheim ist ein Bebauungsplan in Aufstellung. In diesem Zuge ist nachzuweisen, dass die Wasserhaushaltsbilanz bei Umsetzung der Planung und der damit einhergehenden Flächenversiegelung möglichst weitgehend einem natürlichen Referenzzustand entspricht.

Die bauliche Erschließung des Projektgebietes stellt einen Eingriff in den lokalen Wasserhaushalt dar. Insbesondere durch die Versiegelung von Flächen verschiebt sich das Verhältnis der wesentlichen Wasserhaushaltskomponenten Grundwasserneubildung (G), Verdunstung (V) und Direktabfluss (A) zugunsten des Direktabflusses. Ziel für den beplanten Zustand ist es, die drei Bilanzgrößen im bebauten und unbebauten Zustand im langjährigen Mittel soweit wie möglich anzunähern. Differenzen die aus dem Toleranzbereich von 10 % abweichen sind fachlich zu begründen und im Hinblick auf Ersatz- und Ausgleichsregelungen zu prüfen. Dieser Nachweis nach DWA-M 102-4, mit Grundlagen des Hydrologischen Atlas von Deutschland (BfG 2003a), ist Gegenstand vorliegender Untersuchung. [6]

4.2 Grundlagen

Die Flächengröße der Teilflächen wurde überschlägig GIS-gestützt ermittelt und ist als Anlage B-1 inklusive Flächennutzung beigelegt. Die Größe der geplanten Bäume sowie der Bestandsbäume wurde im Vorhinein mit der Freiflächenplanung abgestimmt und ist mit 8 m Kronendurchmesser (10 Jahre nach Vollendung des Baus) bemessen.

Im Projektgebiet befinden sich drei Bestandsgebäude die in der weiteren Planung /Freiflächenplanung miteingebunden sind. Da diese über den Kanal entwässern, werden diese, wie auch die Verkehrsflächen (Joy-Fleming-Ring) in der Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz (WHB) nicht berücksichtigt.

4.3 Referenz-Zustand

Für das Gebiet ist eine Angleichung der WHB des Planungsfalls an einen unbebauten Referenz-Zustand nach DWA-M 102-4 nachzuweisen [1]. Eine Abweichung von 5 bis 10 Prozentpunkten gilt dabei als tolerierbar. Der Referenz-Zustand soll eine typische Kulturlandnutzung im Umfeld des Projektgebietes abbilden.

Zu diesem Zweck sieht das einschlägige Regelwerk vor, dass insgesamt drei Standorte (nicht bis mäßig bebaut) ausgewählt werden (Lage der Standorte in A-1.1). Für diese werden aus dem Hydrologischen Atlas Deutschland die mittleren Jahreswerte für Direktabfluss, Grundwasserneubildung, Verdunstung und Niederschlag (korrigierte und unkorrigierte Höhen) ermittelt [6].

Für Grundwasserneubildung (g), Direktabfluss (a) und Verdunstung (v) werden die prozentualen Anteile bezogen auf die Niederschlagshöhe ermittelt. Diese sogenannten Aufteilungswerte sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Berechnungsgrundlagen sind als Anlage A-1.1 beigelegt.

Tabelle 4: Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) für den Referenz-Zustand

Aufteilungswerte		
a	g	v
[-]	[-]	[-]
0,107	0,115	0,778

4.4 Ist-Zustand

Die Methodik des Vergleichs des Referenzzustands gemäß DWA M-102-4 ist bei der Planung neuer Bauvorhaben von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig ist es jedoch besonders wichtig, die Gegebenheiten bei der Umgestaltung bereits bestehender Gebäude zu berücksichtigen.

Die Wasserhaushaltsbilanz für das Entwässerungskonzept Sullivan Süd in Mannheim wird daher um die Berechnung des Ist-Zustandes als weiterer Vergleichszustand ergänzt.

Für die Berechnung des Ist-Zustands wurde die neben den drei Bestandsgebäuden und den Bestandsbäumen verbleibende derzeitige Brachfläche als „vegetationslose Fläche“ angenommen. Daraus ergeben sich nach DWA M-102-4 folgende Aufteilungswerte:

Tabelle 5: Aufteilungswerte der Flächen für den Ist-Zustand

Flächentyp	Fläche ($A_{E,k,i}$)	a_F	g_F	v_F
[-]	[m²]	[-]	[-]	[-]
Bestandsbäume	1.550	0,127	0,033	0,840
Bestandsgebäude	2.010	0,901	0,000	0,099
Vegetationslose Fläche	35.127	0,21	0,21	0,58

Vergleicht man die sich daraus ergebenden Aufteilungswerte des Ist-Zustandes mit denen des Referenzzustands in Abbildung 1., so ist eine Steigerung des Abflusses um 13,5 %, der Grundwasserneubildung (GWNB) um 7,7 %, sowie eine Absenkung der Verdunstung von 21,2 % zu verzeichnen.

Tabelle 6: Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) für den Ist-Zustand

Aufteilungswerte		
a	g	v
[-]	[-]	[-]
0,242	0,192	0,566

4.5 Planungs-Zustand

Für den Planungszustand werden zunächst die Aufteilungswerte der versiegelten Fläche ermittelt. Für die unversiegelte Grünfläche werden nach DWA-M 102-4 die Aufteilungswerte des Referenz-Zustandes verwendet.

Die Verdunstung liegt damit im Bereich der potentiellen Verdunstung und ist mit 100 % des Niederschlages zu berücksichtigen. Die Aufteilungswerte nach Flächennutzung zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7: Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) nach Flächennutzung für den Planungsfall

Flächennutzung	Aufteilungswerte Flächen		
	a	g	v
Versiegelte Fläche (Pflastersteine, dichte Fuge)	0,774	0,000	0,226
Versiegelte Fläche (Beton)	0,746	0,000	0,254
Gründach (< 10cm)	0,417	0,000	0,583
Teildurchlässige Flächen	0,002	0,536	0,462
Wassergebundene Wegdecke	0,079	0,499	0,422
Grünfläche	0,107	0,115	0,778
Bäume	0,13	0,03	0,84

Aus dem Produkt der Aufteilungswerte der jährlichen mittleren Niederschlagshöhe und der Fläche der einzelnen Nutzungen ergibt sich die Gesamtbilanz für das Untersuchungsgebiet. Diese ist als Anlage A-1.3 beigelegt.

Tabelle 8: Vergleich der korrigierten Aufteilungswerte für Direktabfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) von Referenz- / Ist- und Planungszustand

	Aufteilungswerte (korrigiert)		
	a	g	v
	[-]	[-]	[-]
Referenz	0,107	0,115	0,778
Ist	0,242	0,192	0,566
Planung	0,005	0,391	0,604

Insgesamt weicht die Änderung der Grundwasserneubildung (g) von Planungs- zu Referenzzustand mit + 27,6 % und die der Verdunstung (v) mit -17,4 % ab. Die Abweichung des Direktabflusses (a) beträgt - 10,2 %.

Im Vergleich von Ist-Zustand zu Planungszustand sinkt der Abfluss (- 23,8 %) zu Gunsten der GWNB (+ 19,9 %) deutlich, wobei sich die Verdunstung um 3,8 % erhöht (siehe Abbildung 2.).

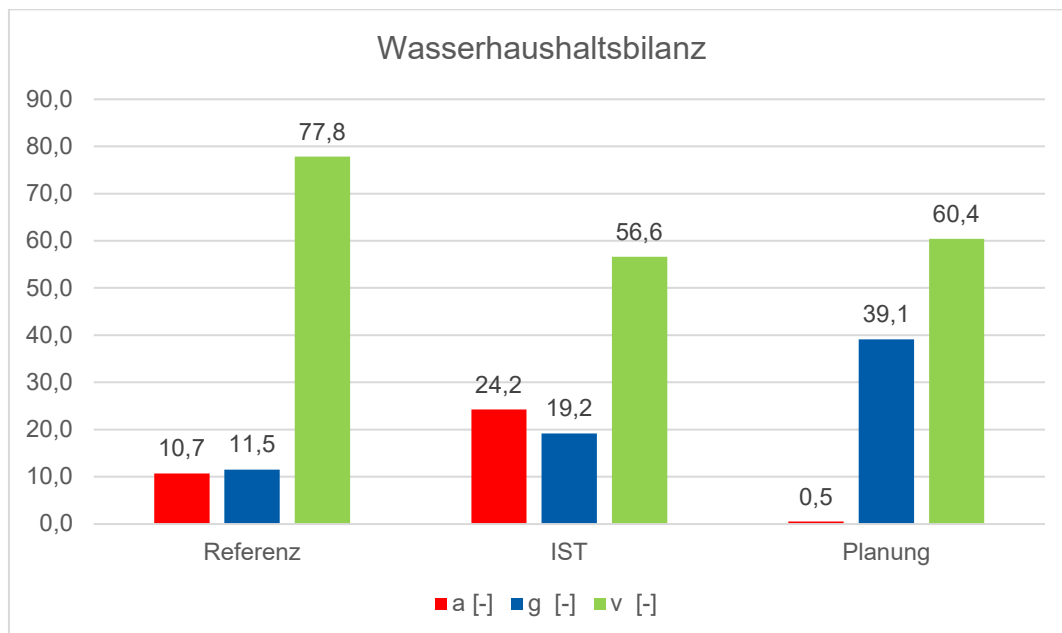


Abbildung 2: Vergleich der Aufteilungswerte (in %) der Wasserhaushaltskomponenten Grundwasserneubildung (g), Verdunstung (v) und Direktabfluss (a) von Referenz- Ist- und Planungszustand.

4.6 Fazit Wasserhaushaltsbilanz

Für die Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4 ist der Vergleich des Planungs- mit dem Referenzzustand Stand der Technik. Eine umfassendere Analyse des Referenz-, Planungs- und Ist-Zustands kann wie folgt bewertet werden.

Die Steigerung des Direktabflusses um +13,6 % und der GWNB um + 7,7 %, sowie die gesunkene Verdunstung mit -21,2 % von Referenz- zu Ist-Zustand kann durch die bestehende Brachfläche und Bestandsgebäude begründet werden.

Insgesamt weicht die Änderung der Grundwasserneubildung (g) von Planungs- zu Referenzzustand mit + 27,6 % und die der Verdunstung mit -17,4 % von den max. zulässigen 10 % gemäß DWA-M 102-4 ab. Eine Steigerung der GWNB entsteht hier zu Lasten des gesunkenen Direktabflusses. Dessen Abweichung (a) beträgt 10,2 % und liegt damit leicht über der Toleranz von 10 %.

Laut DWA-M 102-4 kann eine deutliche Unterschreitung des Direktabflusses gegenüber des Referenzzustandes toleriert werden, da dieser im Regelfall im Siedlungsbereich stark überhöht ist [1]. Die DWA- Anforderungen nach DWA-M 102-4 sind durch die erhöhte GWNB zwar nicht erfüllt, allerdings ist die Änderung der GWNB um 27,6 % ebenso positiv zu bewerten.

Im Vergleich von Ist-Zustand zu Planungszustand kann eine Steigerung der Verdunstung (+ 3,8 %) verzeichnet werden, was auf die zusätzliche Begrünung und Baumbepflanzung zurückzuführen ist. Die gezielte Versickerung in die MRE fördert die GWNB zu Gunsten des sinkenden Direktabflusses.

Bei der Bearbeitung der Wasserhaushaltsbilanz nach DWA 102-4 ist standartmäßig der Vergleich zwischen Planungszustand und Referenzzustand entscheidend.

Versucht man allerdings die Defizite der Verdunstung von Planungszustand gegenüber Referenzzustand auszugleichen oder die maximale Toleranz von 10 % einzuhalten, so führt dies zu sehr hohen Verdunstungsraten die nur über zusätzliche und sehr kostspielige Bewässerungsanlagen lösbar sind.

Da sich bereits im Vergleich von Ist-Zustand zu Planungszustand eine deutliche Verbesserung der Verdunstung durch Grünflächen und Planungsbäume einstellt sowie eine Steigerung der GWNB durch die MRE, ist es aus wirtschaftlichen Gründen durchaus sinnvoll diesen als Referenzwert anzunehmen.

Zusammenfassend kann im Planungs-Zustand zwar der Toleranzbereich des Wasserhaushalts im Referenzzustand nach DWA-M 102-4 nicht erreicht werden, die geplante Versickerung in Mulden-Rigolen Elemente führt allerdings zu einer Verringerung des Abflusses und Erhöhung der Grundwasserneubildung, was eine Verbesserung des natürlichen Wasserkreislaufs bedeutet.

Aufgrund der zusätzlichen Baumpflanzung und Grünflächen in der Planung kann eine positive Entwicklung durch die Steigerung der Verdunstung um 3,8 % im Vergleich zum Ist-Zustand erreicht werden.

Angesichts der genannten Punkte und wirtschaftlichen Überlegungen schlagen wir vor, die Änderungen des Planungszustands im Hinblick auf den Ist-Zustand zu bewerten, anstatt auf den Referenzzustand zurückzugreifen.

5 Klimainseln zur Regulierung des Mikroklimas

Wie in Abschnitt 2.2 erwähnt, ist die Schaffung von Klimainseln zur Regulierung und Verbesserung des Klimas unabdingbar. Die im Konzept vorgestellten Versickerungsanlagen und die Pflanzung neuer Bäume helfen dabei die Temperatur durch die erhöhte Verdunstung weiter zu regulieren und den Kühleffekt zu verbessern. Zusätzlich können die geplanten MRE mit verschiedenen Gräsern und Gehölzen bepflanzt werden, was der Biodiversität zu Gute kommt.

6 Zusammenfassung

Die Gateway Real Estate AG plant die Erschließung eines Wohn-/Mischquartiers auf dem ehemaligen Sullivan Gelände in Mannheim.

Das vorliegende Entwässerungskonzept sieht eine Entwässerung über Versickerungsanlagen vor (Mulden-Rigolen-Versickerung), um eine möglichst weitgehende Angleichung der Wasserhaushaltsbilanz im Planungsfall an den unbebauten Referenz-Zustand herzustellen.

Durch die Regenwasserbewirtschaftung über Mulden-Rigolen Elemente weicht die Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4 für den Wasserhaushaltsparameter der Verdunstung um 17,4 % - somit ca. 7 % über der maximal zulässigen 10 % Toleranz zum Referenzzustand ab. Die Grundwasserneubildung weicht um 27,6 %, somit 17,6 % vom Toleranzbereich nach DWA-M 102-4 ab, wodurch der Direktabfluss um 10,2 % sinkt.

Laut DWA-M 102-4 kann eine deutliche Unterschreitung des Direktabflusses im Siedlungsbereich toleriert werden, da dieser dort oft überhöht ist. Die gesteigerte Grundwasserneubildung ergibt sich aus der ortsnahen Versickerung in die Mulden-Rigolen Systeme und erhöht sich zu Lasten der

Verdunstung. Aufgrund der positiven Entwicklung der Aufteilungswerte im Vergleich zum Ist-Zustand, ist Dieser als Vergleichswert anzuführen.

Die Ermittlung der Fließweg-/Senkenanalyse zeigt, dass das Gebiet fast nicht durch Außengebietszuflüsse beeinflusst wird und ein hoher Anteil des auf dem Gelände anfallenden Niederschlags ohne zusätzliche technische Anlagen in die geplanten Versickerungsanlagen geleitet wird. Durch den Einstau der Grünflächen bei Starkregen ist der Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 ebenfalls erbracht, wobei die Fließwege und entsprechende Profilierungen bei der weiteren Planung zu berücksichtigen sind.

Aufgestellt:

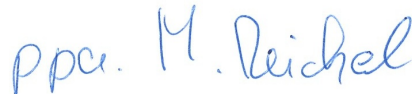
M. Sc. Kathrin Josy

Speyer, Mai 2025

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH



Michael Probst, May 28, 2025 03:15:26 PM UTC
Dr.-Ing. Michael Probst



Marion Reichel, May 28, 2025 11:37:58 AM UTC
ppa. Dipl.-Ing. (FH) Marion Reichel