

BEBAUUNGSPLAN NR. 655
„ENERGIEWERK DIETZENBACHER STRAßE“

WASSERKONZEPT

Stand 05.08.2025

Wasserkonzept für das Bauleitplanverfahren B-Plan Nr. 655 „Energiewerk Dietzenbacher Straße“

Erstellt für:
Energieversorgung Offenbach
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

Bearbeitung:
Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7 A
64295 Darmstadt
Tel. 06151/97580 Fax 06151/975830
E-Mail: mail@umweltplanung-gmbh.de

Darmstadt, 14.05.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Verwendete Unterlagen	2
3	Datengrundlage	5
3.1	Lage und städtebauliche Grundlagen	5
3.2	Topografie	7
3.3	Bestehende Entwässerungsanlagen	7
3.4	Geotechnische Untersuchungen	8
3.4.1	Durchgeführte Untersuchungen	8
3.4.2	Untergrundverhältnisse	9
3.4.3	Grundwasserverhältnisse	9
3.4.4	Beurteilung der Versickerungseignung	10
3.4.5	Altlastensituation	11
3.5	Oberflächengewässer und Überschwemmungsgebiet	12
3.6	Schutzgebiete	12
3.7	Niederschlagsdaten	12
4	Wasserbewirtschaftungskonzept	13
4.1	Allgemeine Grundsätze einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung	13
4.2	Vorstellung der Wasserwirtschaftliche Bausteine für das Plangebiet	15
4.2.1	Wasserdurchlässige Befestigungen	15
4.2.2	Dachbegrünung	17
4.2.3	Regenwassernutzung	19
4.2.4	Versickerungsmulden	20
4.2.5	Versickerungsrigole	21
4.3	Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das Plangebiet	24
4.3.1	Randbedingungen für das Regenwasserbewirtschaftungskonzept	24
4.3.2	Wasserwirtschaftliche Zielsetzungen für das Plangebiet	24

4.3.3	Verknüpfung der Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zur Einhaltung der wasserwirtschaftlichen Ziele	25
5	Beispielhafte Bemessung der Versickerungs- und der Reinigungsanlage	26
5.1	Beispielhafte hydraulische Bemessung der Versickerungsanlagen im nördlichen Bereich	27
5.2	Beispielhafte hydraulische Bemessung der Versickerungsanlagen im südlichen Bereich	28
5.3	Beispielhafter qualitativer Nachweis der Versickerungsanlagen	29
6	Schmutzwasserkonzept für das Plangebiet	30
6.1	Überschlägige Ermittlung der Schmutzwassermengen	30
7	Trink- und Löschwasserbedarf für das Plangebiet	31
7.1	Trinkwasserbedarf für das Plangebiet	31
7.1.1	Maßnahmen zum rationellen Umgang mit Trinkwasser	31
7.1.2	Wasserbedarfsprognose	32
7.2	Löschwasserbedarf für das Plangebiet	33
8	Starkregenvorsorge im Rahmen des Bauleitplanverfahrens	34
8.1	Starkregenvorsorge außerhalb des Plangebietes	34
8.2	Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes	34
8.3	Vorläufige Berechnungen zur Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes	35
8.3.1	Beispielhafter Überflutungsnachweis für das nördliche und südliche Plangebiet	35
9	Lokale Wasserhaushaltsbilanz nach DWA Arbeitsblatt A102	37
9.1	Grundlagen zur Vorgehensweise	37
9.2	Lokale Wasserhaushaltsbilanz auf der Grundlage der geplanten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen	38
10	Administrative Sicherung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Wasserkonzeptes	40
11	Zusammenfassung	41

Abbildungen

Abbildung 1: Übersichtskarte der Lage des Plangebiets [U 2]	5
Abbildung 2: Rahmenkonzept [U 3]	6
Abbildung 3: Kanalbestand im Umfeld des Plangebietes [U 5]	7
Abbildung 4: Lage der Erkundungsbohrungen [U 4]	8
Abbildung 5: Vorläufige mittlere höchste Grundwasserstände für Versickerungsmaßnahmen [U 4]	10
Abbildung 6: Ergebnisse Versickerungsversuche im Terrassensediment [U 4]	10
Abbildung 7: Elemente und Maßnahmen der Niederschlagsbewirtschaftung [R 1]	14
Abbildung 8: Beispiel wasserdurchlässige Befestigung (eigene Darstellung)	15
Abbildung 9: Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	16
Abbildung 10: Entscheidungsmatrix Flächenbefestigung	17
Abbildung 11: Beispiel Dachbegrünung (eigene Darstellung)	18
Abbildung 12: Beispiel für eine Regenwassernutzungsanlage mit Überlauf [R 11]	19
Abbildung 13: Systemschnitt Muldenversickerung	20
Abbildung 14: Systemschnitt Rigolenversickerung	22
Abbildung 15: Mulden-Rigolen-System	22
Abbildung 16: NatUrWB-Referenzwert für das Sondergebiet [U 10]	37
Abbildung 17: Ergebnisse der lokalen Wasserbilanz für das Sondergebiet	38

Anlagen

- Anlage 1:** Lageplan Entwässerungskonzept
- Anlage 2:** Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD
- Anlage 3:** Beispielhafte Berechnung eines Mulden-Rigolen-Elements nach DWA Arbeitsblatt A138
- Anlage 4:** Beispielhafte Berechnung einer Versickerungsmulde nach DWA Arbeitsblatt A138
- Anlage 5:** Beispielhafte Bewertung der Niederschlagsabflüsse nach DWA Merkblatt M153
- Anlage 6:** Beispielhafte Berechnungen zur Regenrückhaltung nach DIN 1986-100 im Starkregenszenario
- Anlage 7:** Wasserhaushaltsbilanz nach DWA Merkblatt M102-4

1 **Veranlassung**

Die Energieversorgung Offenbach (EVO) beabsichtigt die Erweiterung des bestehenden Energiewerks an der Dietzenbacher Straße. Zur Sicherung der im weiteren Sinn städtebaulichen Ziele, wird ein Bauleitplanverfahren zur Aufstellung des neuen Bebauungsplans Nr. 655 „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ veranlasst.

Das Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH wurde von der Energieversorgung Offenbach beauftragt, im Rahmen der Bauleitplanung ein Wasserkonzept für das Areal zu erstellen.

In dem Konzept werden die Planungsgrundlagen zu den Themen Schmutz- und Regenwasserentwässerung sowie der Lösch- und Trinkwasserversorgung zusammengetragen. Die Auswahl geeigneter Elemente zur Regenwasserbewirtschaftung basiert auf der Analyse und Auswertung der durchgeführten Baugrunduntersuchungen sowie sonstigen örtlichen Verhältnissen.

Es werden einzelne Bewirtschaftungsmöglichkeiten beschrieben und deren Einsatzmöglichkeiten unter den spezifischen Randbedingungen vorgestellt. Zur Abschätzung der Auswirkungen des Wasserkonzeptes auf die weiteren Planungen, wie zum Beispiel Freiraumplanung und Städtebau, werden die einzelnen Elemente überschlägig dimensioniert und der benötigte Flächenbedarf abgeschätzt. Neben der Ausarbeitung eines nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftungskonzeptes werden Konzepte zur Starkregenvorsorge und der Schmutzwasserableitung für das Plangebiet erarbeitet.

Die aufgeführten Maßnahmen stellen eine konzeptionelle Grundlage für die nachfolgenden Planungsphasen dar.

2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen standen zur Bearbeitung zur Verfügung:

Datengrundlage:

- U 1 Begründung Bebauungsplan Nr. 655 – Vorentwurf – „Energiewerk Dietzenbacher Straße“, Begründung mit Umweltbericht (§ 9 (8) BauGB), Offenbach am Main, 19.04.2024.
- U 2 OpenStreetMap – Deutschland, online verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.de/karte/>, zuletzt aufgerufen am 28.08.2024.
- U 3 Planzeichnung Entwurf Flächenkonzept, AS+P, 2024.
- U 4 Dr. Hug Geoconsult GmbH, Ruths, M., „2. Bericht: Baugrundvoruntersuchung, hydrogeologisches Gutachten“, Oberursel, 03.08.2024.
- U 5 ESO Eigenbetriebe Stadt Offenbach, Kanalbestand, Offenbach am Main, 29.02.2024.
- U 6 Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie „Überschwemmungsgebiete“ online verfügbar unter: <https://hwrm.hessen.de/mapapps/resources/apps/hwrm/index.html?lang=de>; zuletzt aufgerufen am 02.09.2024.
- U 7 Natureg Viewer Hessen, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie „Schutzgebiete“ online verfügbar unter: <https://natureg.hessen.de/mapapps/resources/apps/natureg/index.html?lang=de>; zuletzt aufgerufen am 28.08.2024.
- U 8 WRRL Viewer Hessen, Trinkwasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Wiesbaden; zuletzt aufgerufen am 28.08.2024.
- U 9 Starkniederschlagshöhen für Deutschland KOSTRA - DWD 2020R Deutscher Wetterdienst, Biblis, 2020.
- U 10 Universität Freiburg Internetauftritt „naturnahen urbanen Wasser-Bilanz (NatUrWB) Referenz“; https://www.naturwb.de/get_ref/
- U 11 Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (ZWO), „Stellungnahme ZWO zu Bebauungsplan Nr. 655 „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ der Stadt Offenbach am Main, 15.07.2024
- U 12 E-Mail „Unterlagen Austauschtermin EVO und RPDa zur Versickerung von Kondensat am EVO Energiewerk“, Versendet von Vaupel, K. (EVO) an Geitner, S. (Regierungspräsidium Darmstadt RPDa); Wagner, C. (RPDa), Schneider, M. (Energienetze Offenbach), Kopie an Milde, D. (EVO), Pohl, M. (EVO), 17.08.2023.
- U 13 E-Mail „WG: Energiewerk Dietzenbacher Straße Schmutzwasserprognosen“, Versendet von Milde, D. (EVO) an Feistenauer, I. (UBS), Kopie an Von der Laden, K. (AS&P), Weiß, L. (AS&P), Gegner, M. (EVO), Fotakis, D. (EVO), 29.07.2024.

- U 14 E-Mail „AW: Energiewerk Dietzenbacher Str.“, Versendet von Weirauch, G. (Stadtwerke Offenbach) an Feistenauer, I. (UBS), Kopie an Milde, D. (EVO), Jäger, M. (UBS), Weiß, L. (AS&P), 16.09.2024.
- U 15 E-Mail „Wasserkonzept Energiewerk Offenbach“, Versendet von Milde, D. (EVO) an Feistenauer, I. (UBS), Kopie an Von der Laden, K. (AS&P), Weiß, L. (AS&P), Jäger, M. (UBS), 12.07.2024.
- U 16 Deutscher Wetterdienst. Vieljährige Mittelwerte 1981 – 2010. 11.02.2021, online verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder_9120_fest.html?view=nasPublication, zuletzt aufgerufen am 25.09.2024.
- U 17 E-Mail „BPlan-Verfahren - Flächenerweiterung EVO Energiewerk Löschwasserversorgung“, Versendet von Fotakis, D. (EVO) an Milde, D. (EVO) und Vaupel, K. (EVO), 29.10.2024.

Regelwerke/Gesetze/Literatur:

- R 1 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: „Arbeitsblatt DWA-M 102-1 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 1: Allgemeines“; April 2022
- R 2 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: „Merkblatt DWA-M 102-4 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“; März 2022
- R 3 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2006): „Arbeitsblatt DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“; ISBN: 978-3-939057-15-4.
- R 4 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Oktober 2002): „Kommentar zum Arbeitsblatt DWA-A 138 „Versickerung“
- R 5 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2007): „Merkblatt DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“
- R 6 Deutsches Institut für Normung e.V. DIN1986-100 (2016-12): „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056“
- R 7 Deutsches Institut für Normung e.V.: „DIN EN 16941-1: 2024-05 „Vor Ort Anlagen für Nicht-Trinkwasser – Teil 1: Anlagen für die Verwendung und Regenwasser“
- R 8 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts, Wasserhaushaltsgesetz – WHG in der Fassung vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. Dezember 2023
- R 9 Hessisches Wassergesetz (HWG) in der Fassung vom 14. Dezember 2010, Zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juni 2023

- R 10 Arbeitshilfen zur Berücksichtigung von wasserwirtschaftlichen Belangen in der Bauleitplanung; Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Stand Juli 2014
- R 11 Deutsches Institut für Normung e. V. (2022): DIN 1989-100: 2022-07 „Regenwassernutzungsanlagen - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 16941-1“
- R 12 Wassersparende Trinkwasser-Installationen – Anforderung an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung VDI-Richtlinie 6024, September 2008
- R 13 Sieker, Heiko; Neidhart, Nicolas (2018): „Planungshilfe für eine dezentrale Straßenentwässerung“; Berliner Wasserbetriebe, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hg.)
- R 14 Fachbeitrag „Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung – Teil 1“; Björn Kluge (Berlin), Matthias Pallasch (Hoppegarten), Daniel Geisler und Sven Hübner (Berlin), Korrespondenz Abwasser 2022 (69), Nr. 5
- R 15 Leitfaden „Versickerung, Retention und Verdunstung als Beitrag zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung; Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat; Download 15. Juli 2024
- R 16 DVGW (2008): Technische Regel Arbeitsblatt W 405 Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung.

3 Datengrundlage

3.1 Lage und städtebauliche Grundlagen

Das rund 11 ha große Plangebiet liegt in der Gemarkung Offenbach und umfasst innerhalb der Flur 33 das Flurstück 20/26, sowie teilweise die Flurstücke 20/57 und 20/58 und innerhalb der Flur 34 die Flurstücke 5/14, 5/16, 5/17 und teilweise die Flurstücke 4/19, 5/18 und 22/7 [U 1]. Innerhalb des rund 11 ha großen Geltungsbereichs liegen Waldflächen, Straßenverkehrsflächen, das bestehende Energiewerk sowie eine bauliche Erweiterungsfläche mit einer Größe von rund 5 ha.

Es wird im Norden von der Bundesautobahn A3 begrenzt, sowie im Osten durch die Mitte der Landstraße L 3301 (Dietzenbacher Straße). Nördlich, südlich und westlich des Plangebietes grenzen Waldflächen an.

Die großräumige Lage des Plangebietes wird anhand der nachfolgenden **Abbildung 1** aufgezeigt.

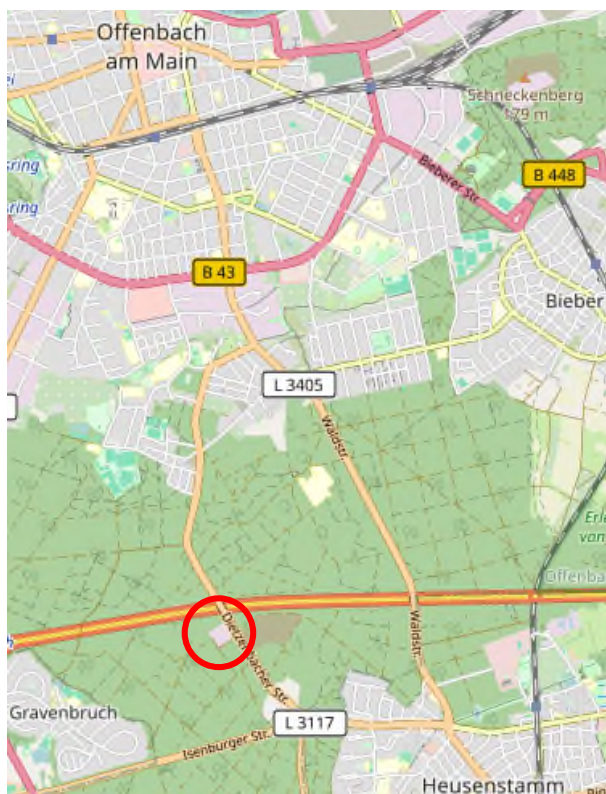


Abbildung 1: Übersichtskarte der Lage des Plangebietes [U 2]

Auf dem Areal ist die Erweiterung des Energiewerkes der Energieversorgung Offenbach geplant. Der Entwurf des Rahmenkonzeptes (Stand 08.10.2024) kann der **Abbildung 2** entnommen werden.



Abbildung 2: Rahmenkonzept [U 3]

3.2 Topografie

Das Gelände des Plangebietes ist relativ eben. Die Geländehöhen variieren zwischen 124,8 m ü. NHN und 127,2 m ü. NHN [U 4].

Das Gelände fällt von Westen nach Osten und hat seinen tiefsten Punkt im Osten in der Nähe der Dietzenbacher Straße.

3.3 Bestehende Entwässerungsanlagen

Teile des Geländes sind bereits entwässerungstechnisch erschlossen. Das vom Bestandsareal anfallende Schmutz- und Regenwasser wird in einen Mischwasserkanal DN 450 geleitet, der vom bestehenden Gelände des Energiewerks Offenbach unter der Dietzenbacher Straße weitergeführt und Richtung Norden (A 3) geleitet wird. Die vorhandenen Mischwasserkanäle können **Abbildung 3** entnommen werden. Weitere Entwässerungsanlagen sind nicht vorhanden.

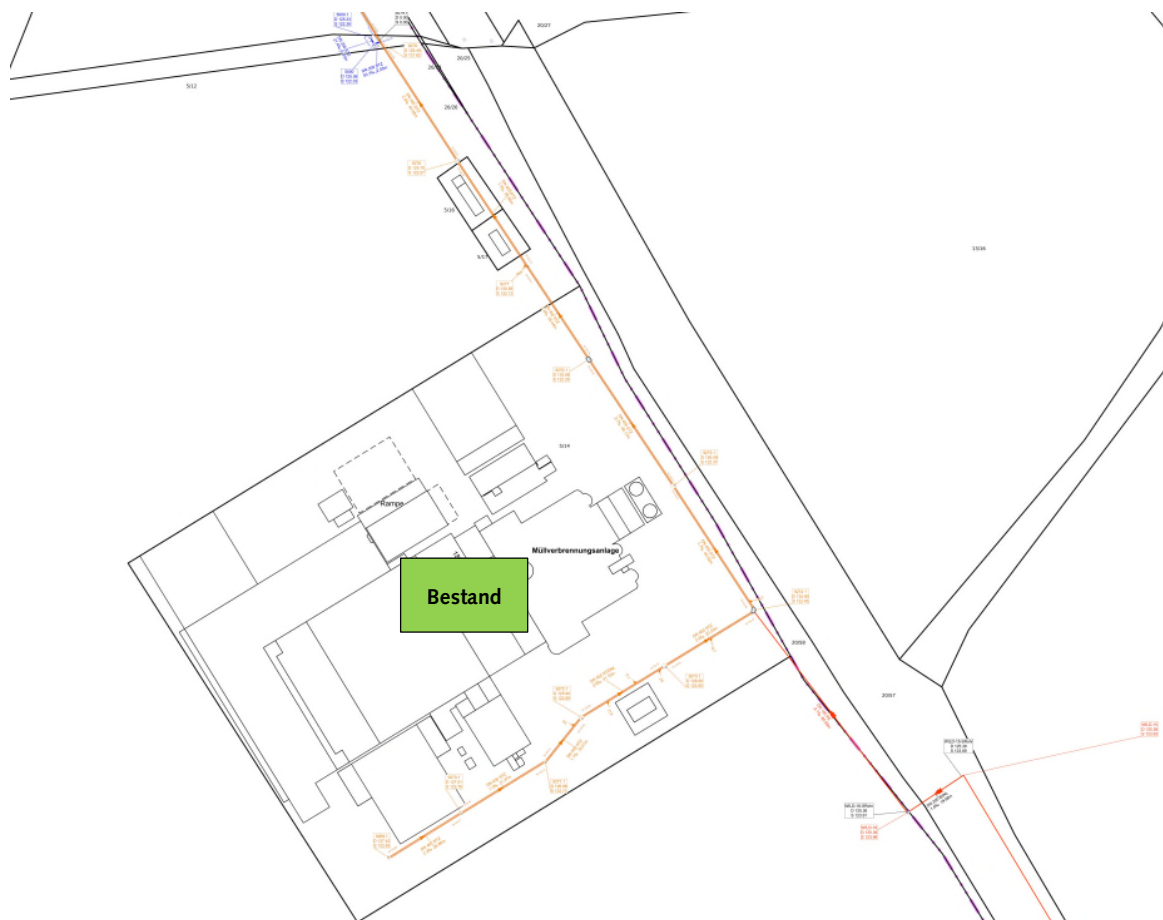


Abbildung 3: Kanalbestand im Umfeld des Plangebietes [U 5]

3.4 Geotechnische Untersuchungen

3.4.1 Durchgeführte Untersuchungen

Für das Plangebiet wurden durch das Büro Dr. Hug Geoconsult GmbH eine Baugrundvoruntersuchung und ein hydrogeologisches Gutachten erstellt. Dabei wurde die Durchlässigkeit des Bodens (k_f -Wert) hinsichtlich der Eignung für eine gezielte entwässerungstechnische Versickerung von Niederschlagswasser und die Grundwasserverhältnisse im Plangebiet ermittelt.

Vom 22. bis zum 26.04.2024 wurden 19 Bohrsondierungen mit der Rammkernsonde ausgeführt. Die Erkundungstiefe dieser Sondierungen betrug rund 6 m unter GOK. Zudem wurden drei Bohrsondierungen zu semistationären Grundwassermessstellen ausgebaut. In den Grundwassermessstellen wurde am 11.06.2024 und am 16.08.2024 je eine Stichtagslotung durchgeführt [U 4].

In vier Bohrungen, die eine Tiefe von rund 1,5 bis 2 m unter GOK aufweisen, wurden Versickerungsversuche durchgeführt [U 4].

Dem Bohrgut aus den Bohrsondierungen wurden Proben entnommen und bodenphysikalisch und chemisch-analytisch untersucht [U 4].

Die Lage der Erkundungen ist in der nachfolgenden **Abbildung 4** dargestellt.

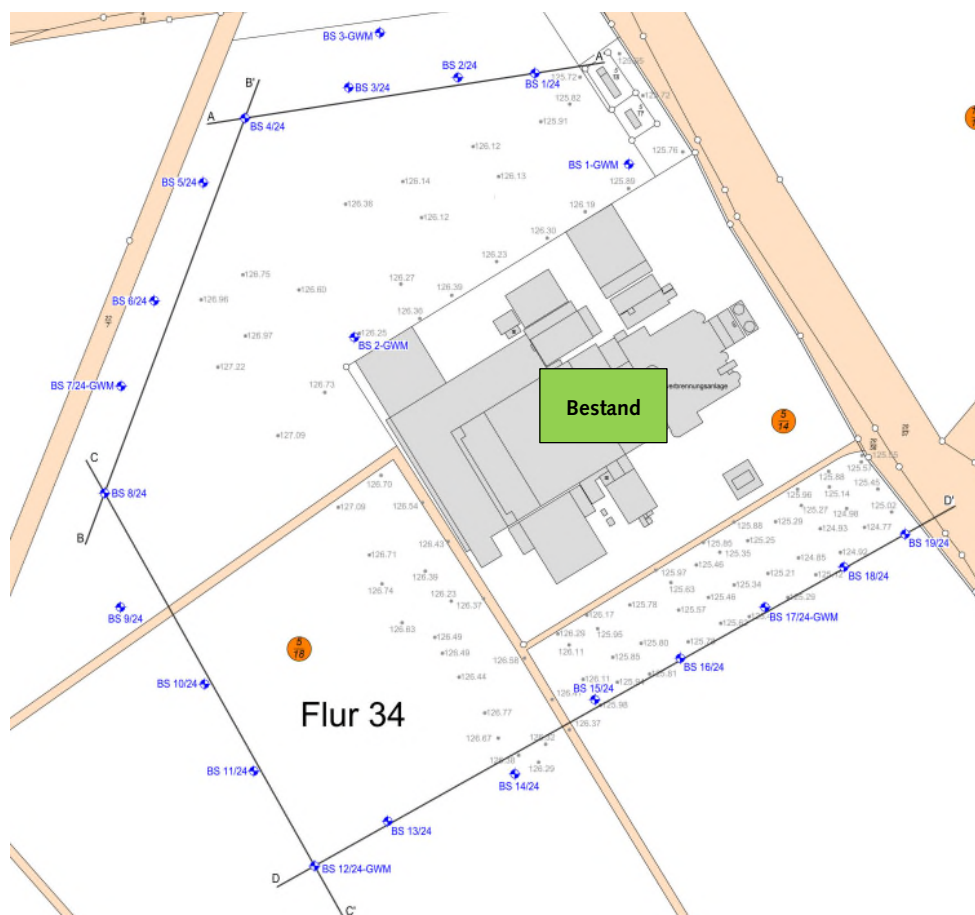


Abbildung 4: Lage der Erkundungsbohrungen [U 4]

3.4.2 Untergrundverhältnisse

Generell wurden zwei Schichten bei den Untersuchungen von Dr. Hug Geoconsult GmbH vorgefunden:

Schicht 1: Oberböden

Schicht 2: Terrassensande und -kiese mit Lehmlagen (Quartär)

Die Oberböden weisen dabei eine Stärke von etwa 0,1 m bis 0,3 m auf und „wurden im Gelände als schwarzbraune bis schwarzgraue, humose, mit Wurzel- und Pflanzenresten durchsetzte Sande mit unterschiedlichen Feinkornanteilen angesprochen“. Dies entspricht nach der DIN 18196 einem Boden der Bodengruppe OH [U 4].

Unterhalb der Oberböden stehen für das Gebiet typische Terrassensedimente an. Diese wurden durch bodenmechanische Untersuchungen im Wesentlichen als Sand-Kies-Gemische mit variierendem Schlammkornanteil bestimmt. Dabei sind die oberen Horizonte vermehrt sandig-schluffig geprägt und in zunehmender Tiefe nehmen die sandigen bzw. kiesigen Bestandteile zu [U 4].

In den Terrassenböden wurden zudem in der Mehrzahl der Bohrungen Lehmlagen vorgefunden, die meistens in einer Tiefe von rund 2 bis 3 m unter GOK liegen. Bei mehreren Bohrungen konnten die Lehmlagen allerdings auch bis in einer Tiefe von max. 5,6 m unter GOK angetroffen werden [U 4].

3.4.3 Grundwasserverhältnisse

Bei Grundwasserstandsmessungen wurden Grundwasserstände von maximal 122,5 m NHN am nördlichen / nordöstlichen Rand der Erweiterungsfläche gemessen und 125,9 m NHN am südwestlichen Rand der Erweiterungsfläche. Weitere Messungen zu einem späteren Zeitpunkt ergaben Grundwasserstände, die um etwa - 0,1 m bis - 0,4 m von den zuvor gemessenen Grundwasserständen abweichen. Dies ist vermutlich auf jahreszeitliche bzw. witterungsbedingte Schwankungen zurückzuführen. Im Südwesten des Plangebietes kam es allerdings mit einer Abweichung von - 1,2 m zu einer deutlich höheren Abweichung, was auf die hier mächtigeren Lehmzwischenlagen zurückgeführt wird [U 4].

Die Dr. Hug Geoconsult GmbH empfiehlt vorläufig die folgenden fachgutachterlich gemittelten Bemessungsgrundwasserstände anzusetzen [U 4].



Abbildung 5: Vorläufige mittlere höchste Grundwasserstände für Versickerungsmaßnahmen [U 4]

In Bezug zur aktuellen Geländeoberkante beträgt der Grundwasserflurabstand somit im Norden 3 bis 3,7 m und im südlichen Bereich 1,3 bis 2,5 m. Der Grundwasserflurabstand ist demnach im Süden etwas geringer.

Die Grundwasserverhältnisse sind im Vorfeld der nachfolgenden Planungsschritte in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter nochmals zu verifizieren und gegebenenfalls anzupassen [U 4].

3.4.4 Beurteilung der Versickerungseignung

Abbildung 6: Ergebnisse Versickerungsversuche im Terrassensediment [U 4]

Bohrung	Tiefe [m]	Bodenansprache vor Ort	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
BS 3/24	0,75 – 1,75	Sand, schwach bis stark kiesig, schwach schluffig	$2,7 \cdot 10^{-5}$
BS 6/24	0,5 – 1,0	Sand, schwach kiesig, schwach schluffig	$1,9 \cdot 10^{-5}$
BS 11/24	0,6 – 1,6	Sand, schwach kiesig, tw. schwach schluffig	$2,7 \cdot 10^{-6}$
BS 16/24	0,9 – 1,9	Sand, schwach kiesig, schwach schluffig	$1,0 \cdot 10^{-6}$

Die Versickerungsversuche wurden in den Terrassensanden durchgeführt. Dabei wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f \approx 2 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt. Die Ergebnisse der Siebanalyse zeigt, dass sich die Durchlässigkeitsbeiwerte in den feinkornarmen Sanden in einer Größenordnung zwischen

$k_f \approx 1 \cdot 10^{-4}$ m/s und $k_f \approx 5 \cdot 10^{-4}$ m/s befinden. Die stärker verlehmtten Horizonte weisen einen geringeren Durchlässigkeitsbeiwert auf, der sich zwischen $k_f \approx 1 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s bewegt [U 4].

Gemäß dem hydrogeologischen Gutachten, wird empfohlen einen geringeren Durchlässigkeitsbeiwert anzusetzen als der, der bei den Versuchen und Analysen ermittelt wurde [U 4]. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die dünnmächtigen Lehmschichten in den Analysen nicht mitberücksichtigt wurden, diese den Durchlässigkeitsbeiwert jedoch beeinflussen. Aus diesem Grund soll zunächst ein Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 3 \cdot 10^{-6}$ m/s für die weiteren hydraulischen Berechnungen der geplanten Versickerungsanlagen berücksichtigt werden [U 4].

3.4.5 Altlastensituation

Zur Prüfung, ob eine Regenwasserversickerung aus umwelttechnischer Sicht auf dem Gelände möglich ist, wurden im Rahmen der Baugrundvoruntersuchung des Büros Dr. Hug Geoconsult GmbH vier Mischproben aus den für Versickerungsmaßnahmen relevanten Bodenschichten entnommen und analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass weder im Feststoff noch im Eluat erhöhte Schadstoffkonzentrationen vorliegen. Das Material kann demnach in die LAGA Klasse Z 0 eingestuft werden. Es ergibt sich daraus keine Einschränkung bei der Versickerung von Niederschlagswasser und der anstehende Boden kann bei späteren Erdarbeiten uneingeschränkt verwertet werden [U 4].

Das Büro GeoZ hat zudem das Gelände am 22.04.2024 auf Kampfmittel in den Sondieransatzpunkten überprüft und freigegeben [U 4]. Ein genereller Verdacht auf Kampfmittel kann allerdings nicht ausgeschlossen werden und muss im weiteren Planungsverlauf untersucht werden.

Ein Deponiekörper einer ehemaligen Schlackendeponie, der gegenüber des Erweiterungsgebietes liegt, liegt nach ersten Einschätzungen des Büros Dr. Hug Geoconsult GmbH außerhalb des Einflussbereiches der Versickerungsmaßnahmen und sollte diese demnach nicht beeinflussen [U 4].

Beim Bau von Versickerungsanlagen ist sicherzustellen, dass sich im hydraulischen Einflussbereich keine Schadstoffe befinden. An den Versickerungsstandorten sind daher vor der Ausführung der Anlagen Untersuchungen auf Schadstoffbelastungen vorzunehmen. Sollten bei einer Beprobung die Werte LAGA Z 0 überschritten werden, ist der Boden entsprechend gegen unbelasteten Boden ähnlicher Durchlässigkeit möglichst aus dem Plangebiet auszutauschen.

3.5 Oberflächengewässer und Überschwemmungsgebiet

In unmittelbarer Nähe des Plangebietes befindet sich kein Oberflächengewässer. Rund 500 m entfernt liegt der Bach von Grafenbruch, der Hainbach und der Wildhofsbach. Das nächstgrößere Gewässer stellt der Main dar, der rund 5 km entfernt liegt [U 2].

Auf Grund der großen Entfernung zu den nächsten Gewässern liegt das Gebiet in keinem überschwemmungsgefährdeten Bereich [U 6].

3.6 Schutzgebiete

Das Plangebiet befindet sich weder in einem Wasser- noch in einem Heilquellenschutzgebiet. Es liegt allerdings in einem Landschaftsschutzgebiet [U 7; U 8].

3.7 Niederschlagsdaten

Für die Bemessungen von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung werden die Messdaten des Deutschen Wetterdienstes verwendet [U 9]. Die Daten sind statistisch nach Niederschlagsdauer und Häufigkeit aufbereitet und sind in **Anlage 2** beigefügt.

Im Plangebiet liegt der langjährige mittlere Jahresniederschlag bei rund 725 mm/a [U 16].

4 Wasserbewirtschaftungskonzept

4.1 Allgemeine Grundsätze einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung

Nach den rechtlichen Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes [R 8] in Verbindung mit dem Wassergesetz für Hessen [R 9] sowie den Arbeitshilfen zur Berücksichtigung von wasserwirtschaftlichen Belangen in der Bauleitplanung [R 10, R 15] sollen Niederschlagsabflüsse auf ein Mindestmaß reduziert werden. Unvermeidbare Niederschlagsabflüsse sollen dezentral am Entstehungsort verwertet werden oder durch gezielte Versickerung zur Neubildung des Grundwassers beitragen.

Das Ziel einer nachhaltigen Siedlungsentwässerung ist somit einerseits die Minimierung der Niederschlagsabflüsse aus dem Gebiet und andererseits die möglichst naturnahe Wiedereingliederung der unvermeidbaren Niederschlagsabflüsse in den natürlichen Wasserkreislauf. Abflussspitzen sowie Anteile des Oberflächenabflusses sollen dabei zugunsten von Rückhaltung, Verdunstung und Versickerung reduziert werden. Darüber hinaus ist ein sparsamer rationeller Umgang mit Trinkwasser und die Substitution von Trinkwasser durch Betriebswasser beziehungsweise Regenwassernutzungsanlagen zu realisieren. Das Regenwasser kann für die Grünflächenbewässerung, Toilettenspülung und gewerbliche Anwendungen genutzt werden. Weiter kann Trinkwasser durch die Verwendung von Betriebswasser ersetzt werden.

Die Vorteile eines naturnahen Umgangs mit Niederschlagswasser liegen insbesondere in der Förderung der lokalen Grundwasserneubildung, der Verbesserung des Kleinklimas durch erhöhte Verdunstungsraten, einer kostengünstigeren Abwasserentsorgung durch Abflussreduzierung sowie einer Trinkwassereinsparung. Die Verschiebung des natürlichen Gleichgewichtes im Wasserkreislauf mit Auswirkungen auf Kleinklima und örtliche Grundwasserneubildung wird somit minimiert.

Das nachhaltige, an den natürlichen Wasserkreislauf angepasste Entwässerungskonzept weist eine deutlich höhere Robustheit beziehungsweise Resilienz gegenüber Veränderungen wie zum Beispiel den Klimawandel auf als herkömmliche ableitungsorientierte Entwässerungskonzepte.

Zur Umsetzung der vorgenannten Ziele einer nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung steht ein breites Spektrum unterschiedlicher Maßnahmen zur Abflussvermeidung, zur Versickerung, zur verzögerten Ableitung, zur Regenwassernutzung sowie zur Behandlung verschmutzter Abflüsse zur Verfügung, die je nach städtebaulichen und hydrogeologischen Randbedingungen in dem betreffenden Plangebiet zum Einsatz kommen beziehungsweise kombiniert werden können (siehe **Abbildung 7**).



Abbildung 7: Elemente und Maßnahmen der Niederschlagsbewirtschaftung [R 1]

4.2 Vorstellung der Wasserwirtschaftliche Bausteine für das Plangebiet

Im Folgenden werden die Bausteine zur Umsetzung der vorgenannten Ziele der Regenwasserbewirtschaftung im Plangebiet vorgestellt und Planungsempfehlungen für den Einsatz der jeweiligen Elemente gegeben.

4.2.1 Wasserdurchlässige Befestigungen

Notwendige Flächenbefestigungen, wie zum Beispiel für Stellplätze für Angestellte und Besucher, Platzflächen oder Fußwege, sollten wasserdurchlässig realisiert werden oder alternativ die Flächen soweit möglich über eine geeignete Oberflächenneigung in angrenzende Grünflächen entwässert werden.



Abbildung 8: Beispiel wasserdurchlässige Befestigung (eigene Darstellung)

Prinzipiell ist hierbei zwischen geschütteten, gepflasterten und gebundenen Befestigungsmaterialien mit oder ohne Vegetationsanteil zu unterscheiden.

Eine Übersicht der gängigen Flächenbefestigungsarten ist in der folgenden **Abbildung 9** dargestellt.

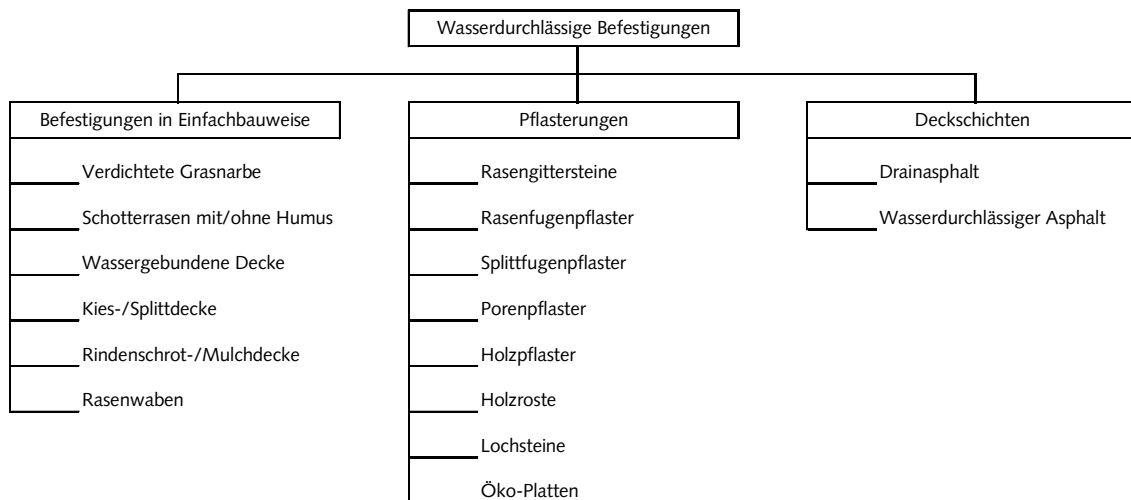


Abbildung 9: Wasserdurchlässige Flächenbefestigung

Grundsätzlich geeignete wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen sind zum Beispiel Pflaster mit offenen Fugen, Rasengittersteine, wassergebundene Decken, Schotterrasen, Porenpflaster, etc. [R 4]. Kies- oder Splittdecken, wasserdurchlässiger Asphalt oder Porenpflaster weisen im Gegensatz zu Rasengittersteinen und Rasenfugenpflaster keinen Vegetationsanteil auf. Befestigungssysteme mit einem Vegetationsanteil sind aus ökologischer Sicht grundsätzlich höher zu bewerten. Die Reinigungswirkung des nicht bewachsenen Bodens unterhalb wasserdurchlässig befestigter Flächen ist geringer als die einer bewachsenen und durchwurzelter Bodenschicht. Daher sollten Flächen, die nicht stark vom rollenden Verkehr frequentiert werden, durch Systeme mit integriertem Vegetationsanteil befestigt werden (zum Beispiel Rasengittersteine, Rasenwaben, Schotterrasen). In **Abbildung 10** ist eine Entscheidungsmatrix für die Eignung typischer wasserdurchlässiger Befestigungssysteme in Abhängigkeit von der geplanten Flächennutzung dargestellt. Der Aufwand für die Wartung und Pflege hängt wesentlich von der Nutzung ab. Das Abkehren von gepflasterten Flächen mit Grünanteil muss in der Regel von Hand ausgeführt werden, da sonst die Bepflanzung zerstört wird. Wasserdurchlässige Befestigungen dürfen im Winter nicht mit Salz abgestreut werden.

Abbildung 10: Entscheidungsmatrix Flächenbefestigung

Flächennutzung	Schotter- rasen	Kies-/ Splittdecke	Poren- pflaster	Rasengitter- steine	Rasenfugen- pflaster	Splittfugen- pflaster
Fußweg	+	+	+	-	o	o
Kfz – Stellplatz	+	+	+	+	+	+
Hoffläche	o	+	+	-	+	o
Terrasse	-	o	+	-	o	o
Fahrweg	+	o	+	+	+	+
Zufahrt	+	-	+	+	+	+
Gartenweg	o	o	+	-	+	+
Eignung	+ geeignet o bedingt geeignet - ungeeignet					

Entsprechend DWA Arbeitsblatt A138 **[R 4]** ist die Anlage von durchlässig befestigten Oberflächen im entwässerungstechnischen Sinne auf Grund alterungsbedingt nicht auszuschließendem Rückgang der Versickerungsfähigkeit (Eintrag von mineralischen und organischen Feinanteilen) nicht mehr als Flächenversickerung anzusetzen. Stattdessen werden teildurchlässig befestigte Flächen bei der Bemessung mit abgeminderten Abflussbeiwerten angesetzt. Dies gilt jedoch nicht für kleine privat genutzte Flächen, die mit einer entsprechenden durchlässigen Befestigung als abflusslos anzusehen sind.

Eine wasserdurchlässige Befestigung wird für alle Flächen empfohlen, bei denen keine Gefährdung von Boden und Grundwasser zu erwarten ist. Davon kann z.B. bei Fuß- und Radwegen sowie Stellplätzen für Mitarbeitende ausgegangen werden. Die Unbedenklichkeit der Flächennutzung ist nachzuweisen.

4.2.2 Dachbegrünung

Die Realisierung einer konventionellen Dachbegrünung mit einer Vegetationstragschicht (Substrat) von rund 10 cm führt insgesamt zu einer Reduzierung des jährlichen Niederschlagsabflusses von diesen Flächen um mindestens 50 %.

Die Wasseraufnahme und -abgabe von Dachbegrünungen beruht darauf, dass bei Auftreten von Niederschlägen der unterschiedlich vorgesättigte Boden das anfallende Wasser aufnimmt, bis der Zustand der maximalen Wassersättigung erreicht ist. Erst nach Überschreiten dieser Zustandsform setzt der Wasserabfluss ein. Das aufgenommene und gespeicherte Regenwasser wird über die Verdunstung der Pflanzen und aus dem Schichtaufbau unmittelbar wieder in den natürlichen Kreislauf gebracht. Je nach

Substratzusammensetzung und der damit verbundenen maximalen Wasserspeichereigenschaft und Schichthöhe können unterschiedliche Mengen an Regenwasser im Dachbegrünungssubstrat zurückgehalten werden. Nur das Überschusswasser fließt ab, der überwiegende Anteil wird über die Pflanzen aufgenommen und verdunstet. Die Verdunstungsleistung der Pflanzen hängt von der Vegetationsform ab und beträgt an einem heißen Sommertag 2 l/m² bei extensiver Dachbegrünung und etwa 20 l/m² bei einer Intensivbegrünung.

Bei Bürogebäuden und z.B. Geschosswohnungsbau werden oftmals Substrathöhen von 10 bis 15 cm für eine Grünbedachung gewählt, um höhere Verdunstungseffekte zu erreichen, etwas mehr Wasserrückhalt und eine vielfältigere Vegetation. Im gewerblichen Bereich, in dem oft standardisierte Hallen aus Stahl oder mittlerweile Holzkonstruktionen realisiert werden, ergeben sich aus den genannten Substrathöhen erhebliche statische Mehrbelastungen mit entsprechenden Kosten. Für solche Bauwerke eignen sich spezielle leichte Substratmaterialien und/oder geringe Substrathöhen von z.B. 6 cm. Wasserwirtschaftlich ergeben sich bei nachgeschalteten Versickerungsanlagen keine Nachteile hieraus.



Abbildung 11: Beispiel Dachbegrünung (eigene Darstellung)

Die Niederschlagsabflüsse von Dachflächen werden aufgrund der Dachbegrünung, ähnlich wie bei dem Durchsickern einer belebten Bodenzone, vorgereinigt.

In der Regel werden heute Dachflächen für die Realisation von Photovoltaikanlagen genutzt. Die Gründachhersteller haben hierfür spezielle Dachbegrünungssysteme mit Aufständierungen für Photovoltaikmodule entwickelt. Diese werden durch die Substratauflast verankert. Die Verschattung der Gründächer durch Photovoltaikmodule spielt keine Rolle. Durch die erhöhte Verdunstung durch die Dachbegrünung werden die PV-Module gekühlt, wodurch der Ertrag bis zu 10 % erhöht wird. Von daher stellt die Dachbegrünung keine Konkurrenz zur Realisation von Photovoltaikanlagen dar.

Eine Dachbegrünung wird für alle Dachflächen, soweit technisch möglich und keine Gefährdung von Boden und Grundwasser zu erwarten ist, empfohlen. Aufgrund der umfangreich geplanten technischen Installationen im Bereich des Energiewerkes ist eine Umsetzung voraussichtlich nur bei untergeordneten Nebengebäuden realisierbar.

4.2.3 Regenwassernutzung

Die Niederschlagsabflüsse von Dachflächen können in Regenwasserspeichern gesammelt werden und zum Beispiel für die Toilettenspülung sowie für die Bewässerung von begrünten Freiflächen genutzt werden. Darüber hinaus kann aus klimatischen und gestalterischen Gesichtspunkten die Begrünung einzelner Wände in Betracht gezogen werden (Fassadenbegrünung). Auch diese Flächen können mit dem zwischengespeicherten Regenwasser bewässert werden. Die Anlagen zur Speicherung sind entsprechend der DIN 1989-100 Regenwassernutzungsanlagen [R 11] und DIN EN 16941-1 [R 7] zu planen und zu betreiben. Bei Gewerbeflächen ist die Regenwassernutzung im Einzelfall zu prüfen. Bei vielen gewerblichen Nutzungen besteht kein Betriebswasserbedarf.

Der Regenwasserertrag ist bei der Festlegung der Nutzungsart zu berücksichtigen. Bei einer Nutzung in Kombination mit Dachbegrünungen beispielsweise kann der auf den Dachflächen anfallende Niederschlagsabfluss je nach Substrataufbau stark reduziert sein. Die folgende **Abbildung 12** zeigt ein Beispiel für eine Regenwassernutzungsanlage mit Überlauf.

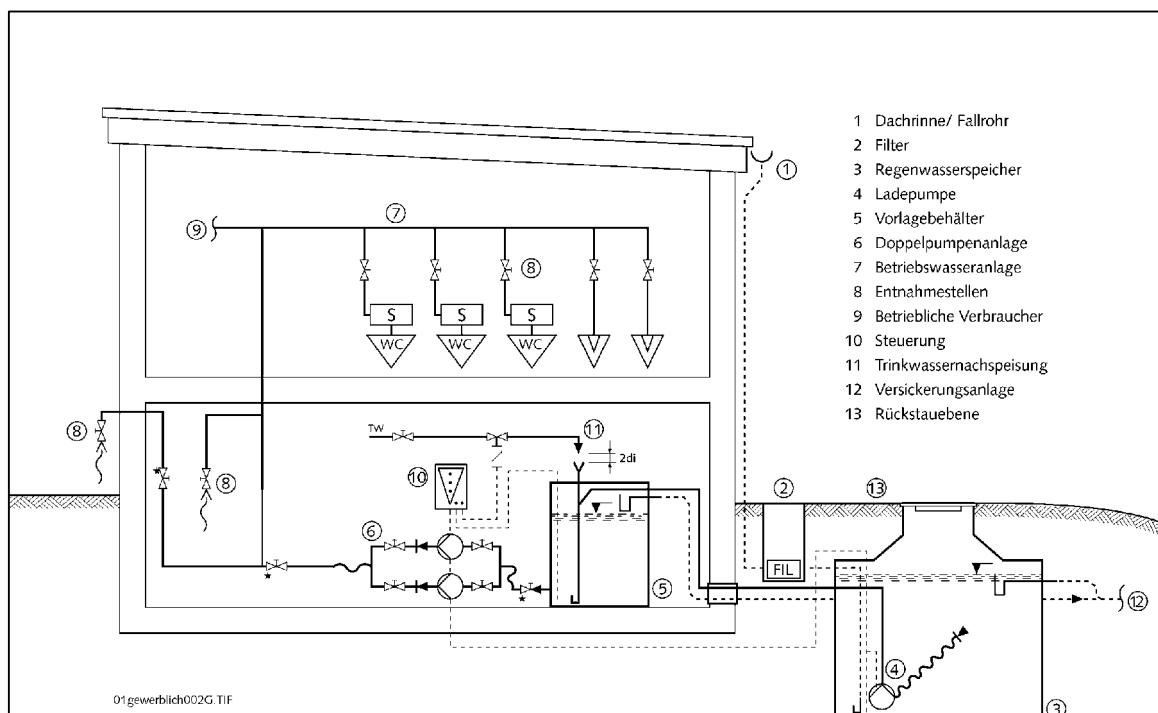


Abbildung 12: Beispiel für eine Regenwassernutzungsanlage mit Überlauf [R 11]

Es wird empfohlen Regenwasser bzw. Brauchwasser, wenn nötig, aufzubereiten und für die Toiletten-spülung oder die Grünflächenbewässerung zu nutzen.

4.2.4 Versickerungsmulden

Das Niederschlagswasser wird in Mulden zwischengespeichert und sickert zeitverzögert durch den bewachsenen Oberboden in den Untergrund (vgl. **Abbildung 13**).

Der bewachsene Oberboden hat die Funktion die Niederschlagsabflüsse zu reinigen, wobei sich die Reinigungsleistung gemäß dem zu verwendenden Regelwerk DWA Merkblatt M153 [R 5] erhöht, wenn die Oberbodenschicht vergrößert wird oder die Muldensohlfläche im Verhältnis zur angeschlossenen Fläche möglichst groß gewählt wird.

Es ist unabhängig von besseren Durchlässigkeiten in den unterlagernden Bodenschichten eine Durchlässigkeit der bewachsenen Oberbodenschicht von $1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ anzusetzen.

Muldensohlflächen dürfen nur mit Rasen oder Stauden bepflanzt werden. Die Pflanzung von Bäumen auf der Sohlebene einer Mulde ist aus wasserwirtschaftlich funktionalen Aspekten nicht gestattet. Von Bäumen sollte mindestens ein Abstand gehalten werden, der der Hälfte des möglichen Kronendurchmessers entspricht

Der Flächenbedarf dezentraler beziehungsweise semizentraler Mulden liegt in der Regel bei zirka 10% der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche. Die maximale Einstauhöhe von Mulden sollte 30 cm nicht überschreiten.

Damit Schäden an der Gründedecke vermieden werden, ist eine maximale Einstaudauer von 24 h nicht zu überschreiten. Die Versickerungsmulden füllen sich nur bei ergiebigen Niederschlagsereignissen und entleeren sich in der Regel innerhalb weniger Stunden.

Aufgrund der offenen oder oberflächennahen Zuleitung des Niederschlagswassers in den Versickerungsmulden ist eine frühzeitige und detaillierte Abstimmung bei der Grünflächenplanung erforderlich.

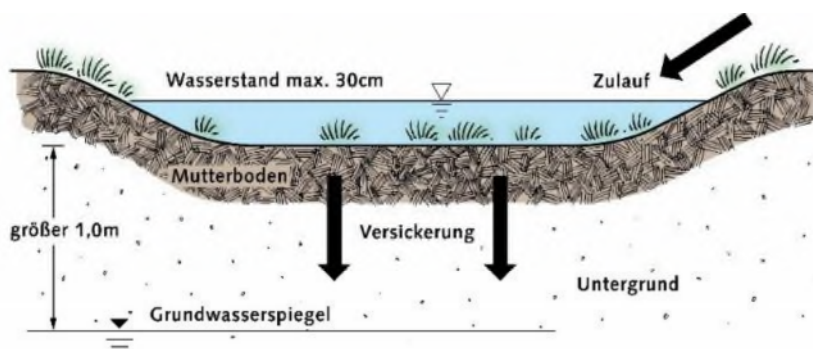


Abbildung 13: Systemschnitt Muldenversickerung

Da im Projektgebiet ein geringer Grundwasserflurabstand vorliegt und genügend Flächen für Anlagen zur Muldenversickerung vorhanden sind, wird empfohlen, wenn möglich, Mulden zur gezielten entwässerungstechnischen Versickerung von Regenwasser zu nutzen.

4.2.5 Versickerungsrigole

Wenn keine oder nur geringe Flächen zur Realisierung von Versickerungsmulden vorhanden sind, können die Niederschlagsabflüsse über unterirdische Rigolen versickert werden. Da allerdings eine Verdunstung des anfallenden Niederschlagswassers nicht gegeben ist, sind wenn möglich Versickerungsmulden zu bevorzugen.

Die Versickerungsrigole besteht aus einem unter der Erdoberfläche liegenden Hohlkörper, welcher zum Beispiel in „überfahrbarer“ Ausführung auch unter Geh-, Fahr- und Stellplatzflächen angeordnet werden kann. Eine Bepflanzung hingegen ist nur mit Gräsern und Stauden empfehlenswert. Zu berücksichtigen sind entsprechende Wartungs- und Revisionsmöglichkeiten sowie der erforderliche Mindestabstand von 1,0 m der Anlagensohle zum mittleren hohen Grundwasserhorizont.

Als Material für die Rigole können Kies oder Schotter in grober Körnung oder speziell entwickelte Beton- oder Kunststoffkörper eingesetzt werden. Der Niederschlagsabfluss der angeschlossenen Fläche wird über Rohrleitungen in die Rigole geleitet. Der Rigole vorzuschalten ist ein Filter- oder Absetzschacht, um Verunreinigungen wie Laub oder Feinstoffe zurückzuhalten. Die Wirkung von Filter- und Sedimentationsanlagen können unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen im Plangebiet direkt mit dem Regelwerk DWA Merkblatt M153 [R 5] bestimmt werden. Bei gewerblichen Flächen darf in der Regel aus qualitativen Gründen nur Regenwasser von Dachflächen in Rigolen versickert werden.

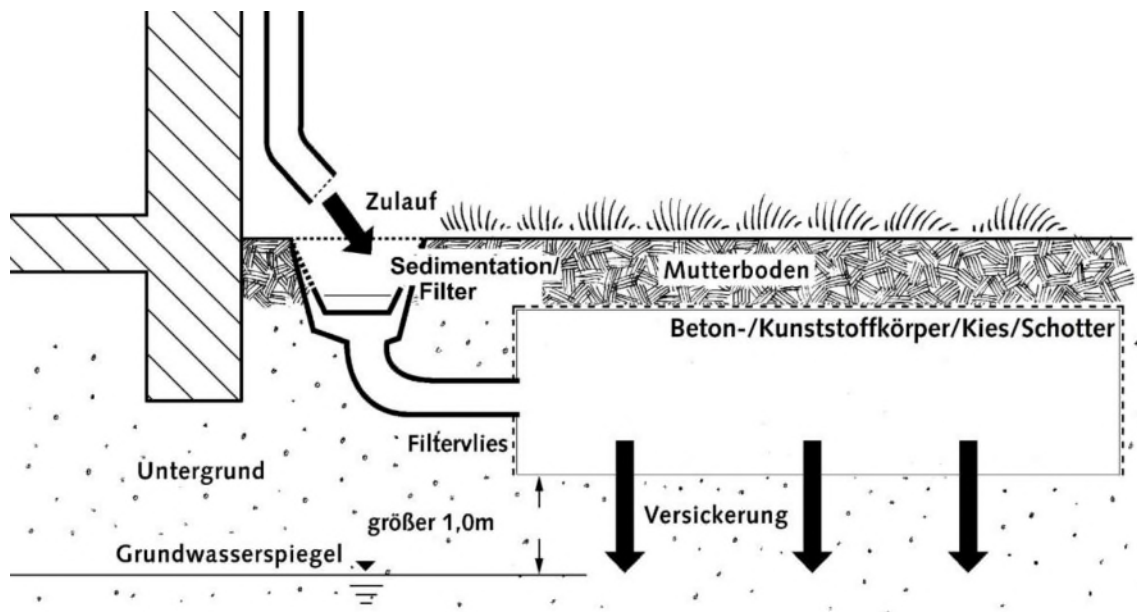


Abbildung 14: Systemschnitt Rigolenversickerung

Ein Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünten Mulde mit darunterliegender Rigole (Muldenbett von mindestens 30 cm über Rigole).

Als Material für die Rigole kann Kies oder Schotter in grober Körnung oder speziell entwickelte Beton- oder Kunststoffkörper eingesetzt werden.

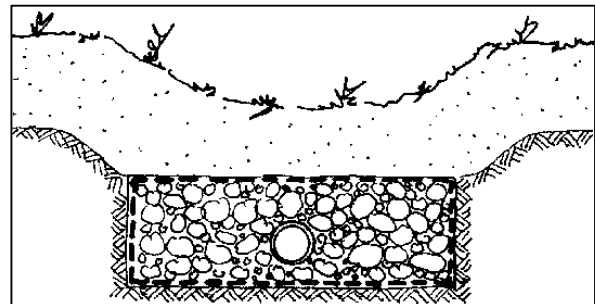


Abbildung 15: Mulden-Rigolen-System

Der Niederschlagsabfluss der angeschlossenen Flächen sickert durch ein Muldenbett mit einer Schichtstärke von mindestens 30 cm in die Rigole.

Durch den spezifisch großen ober- und unterirdischen Speicherraum (Mulde und Rigole) sind Mulden-Rigolen-Elemente auch bei geringen Wasserdurchlässigkeiten von bis zu $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ einsetzbar. Sie können auch mit einem gedrosselten Ablauf an den Kanal als Retentionsbauwerk genutzt werden.

Die Reinigung des Oberflächenwassers erfolgt durch Anlagerungsprozesse entlang des Sickerweges in der belebten Bodenzone (Dicke mindestens 30 cm). Eine Entlastungsmöglichkeit der Mulden durch einen Überlauf zwischen Mulde und Rigole wird empfohlen. Sie ist unabdingbar, wenn für die Mulde eine geringere Überlaufhäufigkeit (z.B. $n = 1 \text{ 1/a}$) als für das gesamte Mulden-Rigolen-Element gewählt wird. Durch die Bemessung der Mulden auf $n = 1 \text{ 1/a}$ und die Anordnung des Überlaufes kann ein Teil des erforderlichen Speichervolumens in den Untergrund verlagert werden. Auf diese Weise kann der oberflächennahe Flächenbedarf erheblich reduziert werden.

Das Mulden-Rigolen-System ist eine Alternative zur reinen Muldenversickerung bei beengten Platzverhältnissen oder bei eher ungünstigen Versickerungseigenschaften der anstehenden Böden.

Da die Versickerungsfähigkeit des Bodens im Plangebiet teilweise eingeschränkt ist, können Mulden-Rigolen-Elemente als Alternative zu einer reinen Mulden-Versickerung ggf. eingesetzt werden. Bei einem ausreichenden Grundwasserflurabstand wird empfohlen Mulden-Rigolen-Elemente einzusetzen.

4.3 Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das Plangebiet

4.3.1 Randbedingungen für das Regenwasserbewirtschaftungskonzept

Anhand der vorhandenen Datengrundlage werden folgende städtebaulichen und hydrogeologischen Randbedingungen in dem Plangebiet identifiziert und sind maßgebend für die Entwicklung des vorliegenden Regenwasserbewirtschaftungskonzeptes:

- ausreichende Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens (siehe **Kapitel 3.4.4**)
- ausreichend Grundwasserflurabstand (siehe **Kapitel 3.4.3**)
- Plangebiet liegt außerhalb von Wasserschutzzonen (siehe **Kapitel 3.6**)
- ausreichend Freiflächen innerhalb des Plangebietes zur Anordnung von Versickerungsanlagen
- „einfache“ Zugänglichkeit der Versickerungsanlagen zu Wartungszwecken
- Flache, relativ ebene Geländetopografie (siehe **Kapitel 3.2**)
- Neubau von Gebäuden mit Einsatz von wassersparender Sanitärtechnik

4.3.2 Wasserwirtschaftliche Zielsetzungen für das Plangebiet

Unter Berücksichtigung der im **Kapitel 4.3.1** aufgeführten Randbedingungen werden folgende konkreten Ziele für die naturnahe Bewirtschaftung des Niederschlagswassers in dem Plangebiet in Verbindung mit den entsprechenden wasserwirtschaftlichen Bausteinen zur Umsetzung dieser Ziele vorgeschlagen:

- Abflussminimierung durch wasserdurchlässige Befestigungen auf Flächen mit geringem Verkehrsaufkommen (z.B. Parkplätze, Fußwege)
- Erhöhung der örtlichen Grundwasserneubildung durch vollständige Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers und des aufbereiteten Prozesswassers, das bei der Rauchgaskondensation entsteht
- Realisierung eines sparsamen rationellen Umganges mit Trinkwasser durch moderne wassersparende Sanitärtechnik
- extensive Dachbegrünungssysteme, soweit dies technisch realisierbar ist
- Regenwassernutzung zum Beispiel zur Grünflächenbewässerung, Toilettenspülung und ggf. individuelle gewerbliche Nutzungen

Als wesentliche planerische Zielsetzung für die Entwässerung des Plangebietes wird die vollständige Versickerung sämtlicher Niederschlagsabflüsse innerhalb des Plangebietes „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ formuliert.

4.3.3 Verknüpfung der Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen zur Einhaltung der wasserwirtschaftlichen Ziele

Zur Erreichung der vorgenannten wasserwirtschaftlichen Ziele in dem Plangebiet wird die konsequente Umsetzung der im **Kapitel 4.3.2** aufgeführten Bausteine für die Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen empfohlen. Zur Optimierung des wasserwirtschaftlichen Erfolges sind hierbei, soweit möglich, die einzelnen Elemente miteinander „kaskadenförmig“ zu vernetzen.

Das anfallende Niederschlagswasser wird vollständig innerhalb des Plangebietes bewirtschaftet. Eine Ableitung von restlichen Oberflächenabflüssen in Richtung nachgeordneter Entwässerungsanlagen ist nicht vorgesehen.

Für die Bewirtschaftungsmaßnahmen bestehen neben den gegebenen Bodenverhältnissen weitere technische Rahmenbedingungen, darunter räumliche Einschränkungen durch zum Beispiel auf der Dachfläche angeordneten Belüftungsanlagen.

Es wird empfohlen, soweit möglich, untergeordnete Verkehrsflächen und Wegebeziehungen mit wasserdurchlässiger Befestigung auszuführen.

Auf Grund der Grundwasserverhältnisse und des geringen k_f -Wertes werden Mulden beziehungsweise Mulden-Rigolen-Systeme für das Planungsgebiet empfohlen. Diese können am äußeren Rand rund um die geplanten baulichen Anlagen platziert werden (siehe **Anlage 1**).

Aufgrund der ermittelten Grundwasserstände [**U 4**] wird voraussichtlich im Süden des Sondergebietes im Rahmen des Neubaus eine geringfügige Anhebung des vorhandenen Geländeniveaus um 0,5 bis 1 m erforderlich, um den geforderten Grundwasserflurabstand von 1 m zwischen der Sohle der Versickerungsanlage (hier: im Süden Versickerungsmulden) und dem Bemessungsgrundwasserstand [**U 4**] einzuhalten. Die konkrete Ausführung ist im Verlauf der weiteren Planungsschritte unter Berücksichtigung der dann vorliegenden Planungen zur Gebäudeentwässerung und Freianlagenplanung zu konkretisieren.

Das empfohlene Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung in dem Plangebiet ist in der **Anlage 1** schematisch dargestellt.

5 Beispielhafte Bemessung der Versickerungs- und der Reinigungsanlage

Die nachfolgenden beispielhaften Berechnungen des Flächenbedarfes der Versickerungsanlagen ersetzen keine Bauwerksplanungen und -bemessungen in der Ausführungsphase.

Die Bemessungen der empfohlenen Regenwasserbewirtschaftungs- und Reinigungsanlagen sowie die konkrete Ausführung und Verortung sind im Verlauf der weiteren Planungsschritte unter Berücksichtigung der dann vorliegenden Planungen zur Gebäudeentwässerung und Freianlagenplanung fortzuschreiben und zu konkretisieren.

Für die Bemessung wird das Gebiet in zwei Teile getrennt: Der nördliche und der südliche Teil. Im nördlichen Teil ist der Grundwasserflurabstand größer, weshalb es dort möglich ist ein Mulden-Rigolen-System umzusetzen. Im südlichen Teil ist auf Grund des geringen Grundwasserflurabstandes unter Berücksichtigung einer geringfügigen Geländeanhebung nur ein Muldensystem möglich.

Das Prozesswasser soll in die nördlich gelegene Versickerungsanlage fließen. Für den Fall muss das Mulden-Rigolen-Element demnach Niederschlags- und Prozesswasser versickern, was das erforderliche Volumen des Rigolenkörpers erhöht. Eine Möglichkeit das Volumen der Rigolen in diesem Fall zu minimieren, ist das Prozesswasser über eine gezielte Abflusssteuerung nur dann in die Rigole zu leiten, wenn gleichzeitig keine Niederschlagsabflüsse der Rigole zugeführt werden. Das Prozesswasser müsste in einem zusätzlichen Rückhaltebecken temporär zwischengespeichert werden. Ein solches Vorgehen ist im späteren Planungsprozess zu prüfen.

5.1 Beispielhafte hydraulische Bemessung der Versickerungsanlagen im nördlichen Bereich

Das Mulden-Rigolen-System wird im nördlichen Teil (siehe **Anlage 1**) des Projektgebietes geplant. Dort beträgt der Grundwasserflurabstand rund 3 bis 3,7 m. Dieser Abstand ist ausreichend, um eine oberflächennahes Mulden-Rigolen-System zu realisieren.

Der vorläufig erforderliche Flächenbedarf für Versickerungsanlagen des nördlichen Teils des Projektgebietes wurde auf der Grundlage des DWA Arbeitsblattes A138 **[R 4]** unter Berücksichtigung der vorhandenen Bodenkennwerte **[U 4]** ermittelt.

Es wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Wiederkehrzeit Bemessungsregen Mulde: T 1 Jahre (Kostr-Datensatz **[U 9]**)
- Wiederkehrzeit Bemessungsregen Rigole: T 5 Jahre (Kostr-Datensatz **[U 9]**)
- maßgebender Durchlässigkeitsbeiwert: Oberboden k_f -Wert: 1×10^{-5} m/s
Anstehender Boden gem. **[U 4]** k_f -Wert: 3×10^{-6} m/s
- Befestigung: Es wird davon ausgegangen, dass gemäß Vorgaben des Bauherrn sowohl die Dach- als auch die befestigten Freiflächen vollständig undurchlässig befestigt sind (einheitlicher Abflussbeiwert Ψ 0,9)
- maximale Einstautiefe Mulde: 30 cm (+ Freibord mind. ca. 10 cm)

Bei einem Mulden-Rigolen-Element kann das Muldenelement nach der DWA Arbeitsblatt A138 mit einer größeren Bemessungshäufigkeit (Wiederkehrzeit = 1/a) als die der Rigole (Wiederkehrzeit = 5/a) angesetzt werden **[R 4]**.

Unter den gegebenen Randbedingungen ergibt sich eine erforderliche mittlere Versickerungsfläche der Mulde von rund 1.663 m². Die Länge der Mulde beträgt dabei 350 m. Die Muldenbreite oben wird mit 5 m gewählt, die Breite an der Sohle auf 4,5 m. Auf Grund der Böschung der Mulde, Tiefenlage Zuleitungssysteme, Abstand zu Gebäuden und Straßen sowie zu Unterhaltungszwecken ist der Flächenbedarf allerdings höher. Es wird empfohlen einen Flächenbedarf von 350 m x 10 m für das Mulden-Rigolensystem einzuplanen. Die Muldensohle ist horizontal herzustellen. Auf Grund der großen Länge der Mulde wird es vermutlich erforderlich sein, die Mulde kaskadenförmig anzulegen.

Für das Rigolenelement unterhalb der Mulde ist für die Niederschlagsversickerung eine Länge der Rigole von 350 m notwendig. Dies entspricht der Länge der darüberliegenden Versickerungsmulde. Der Rigolenkörper hat dabei eine Breite von 5 m und eine Höhe von 0,4 m.

Für die Versickerung des Prozesswassers ist der Rigolenkörper zusätzlich noch um rund 700 m³ zu vergrößern.

Die Realisierbarkeit der empfohlenen Versickerungsmulden wurde somit exemplarisch nachgewiesen. Die Berechnungen sind im Detail in **Anlage 3** beigefügt.

Es wird empfohlen das Prozesswasser vorrangig zu nutzen (z.B. Speisung des Löschwasserbeckens, industrielle Prozesse).

5.2 Beispielhafte hydraulische Bemessung der Versickerungsanlagen im südlichen Bereich

Die Versickerungsmulden werden im südlichen Teil (siehe **Anlage 1**) geplant. Dort beträgt der Grundwasserflurabstand derzeit rund 1,3 bis 2,6 m. Da ein Abstand von 1 m vom Grundwasser zur Sohle der Versickerungsanlage vorgeschrieben ist, wird es vermutlich notwendig sein, Teile des Geländes in diesem Bereich rund 0,5 bis 1 m aufzuschütten. Der vorläufig erforderliche Flächenbedarf für Versickerungsanlagen des südlichen Teils des Projektgebietes wurde auf der Grundlage des DWA Arbeitsblattes A138 [**R 4**] unter Berücksichtigung der vorhandenen Bodenkennwerte [**U 4**] ermittelt.

Es wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Wiederkehrzeit Bemessungsregen: T 5 Jahre (Kostrat-Datensatz [**U 9**])
- maßgebender Durchlässigkeitsbeiwert: Oberboden k_f -Wert: 1×10^{-5} m/s
Anstehender Boden gem. [**U 4**] k_f -Wert: 3×10^{-6} m/s
- Befestigung: Es wird davon ausgegangen, dass gemäß Vorgaben des Bauherrn sowohl die Dach- als auch die befestigten Freiflächen vollständig undurchlässig befestigt sind (einheitlicher Abflussbeiwert Ψ 0,9)
- maximale Einstautiefe Mulde: 30 cm (+ Freibord mind. ca. 10 cm)

Unter den gegebenen Randbedingungen ergibt sich eine erforderliche mittlere Versickerungsfläche von rund 2.879 m². Auf Grund der Böschung der Mulde, Tiefenlage Zuleitungssysteme, Abstand zu Gebäuden und Straßen sowie zu Unterhaltungszwecken ist der Flächenbedarf allerdings höher. Es wird empfohlen einen Flächenbedarf von 410 m x 10 m für das Muldensystem einzuplanen. Die Muldensohle ist horizontal herzustellen. Auf Grund der großen Länge der Mulde wird es vermutlich erforderlich sein, die Mulde kaskadenförmig anzulegen.

Die Realisierbarkeit der empfohlenen Versickerungsmulden wurde somit exemplarisch nachgewiesen. Die Berechnungen sind im Detail in **Anlage 4** beigefügt.

5.3 Beispielhafter qualitativer Nachweis der Versickerungsanlagen

Eine vorläufige Bewertung der erforderlichen Reinigungsmaßnahmen nach dem DWA Merkblatt M153 [R 5] für das Projektgebiet, ergibt eine Abflussbelastung von maximal $B = 17,7$ Punkten. Der geforderte Durchgangswert D bei einer Versickerung der Niederschlagsabflüsse beträgt in diesem Fall mindestens 0,57.

Für die qualitative Bewertung der Niederschlagsabflüsse wurde nach derzeitigem Kenntnisstand vorläufig davon ausgegangen, dass die Dachflächen 70 % der befestigten Fläche betragen und die restlichen 30 % gleichmäßig auf Fußwege und Verkehrsflächen verteilt sind.

Bei der empfohlenen Ausführung der Mulden- bzw. Mulden-Rigolen-Systeme ergibt sich eine Flächenbelastung A_u zu A_s von rund 5,7 zu 1 (Muldensystem) bzw. 13 zu 1 (Mulden-Rigolen-System). Da empfohlen wird das Niederschlagswasser über die Mulden mit 30 cm bewachsenem Oberboden zu führen, ergibt sich bei der erwähnte Flächenbelastung ein Durchgangswert D von 0,2. Die Behandlung durch die Versickerung durch den 30 cm bewachsenen Oberboden ist demnach ausreichend.

Das Prozesswasser, das versickert werden soll, muss nach den Vorgaben des Regierungspräsidiums Darmstadt (RPDa) vor der Einleitung in die Versickerungsanlage in einer Wasseraufbereitungsanlage (Umkehrosmose oder Ähnliches) gereinigt werden und in geeigneter Weise „aufgesalzen“ werden [U 12].

Bei dem dargestellten Szenario besteht für das Projektgebiet hinsichtlich des Boden- und des Grundwasserschutzes keine Erfordernis, weitere Maßnahmen zur Reinigung der Niederschlagsabflüsse vorzunehmen.

Die Ergebnisse sind im Detail in der **Anlage 5** dargestellt.

6 Schmutzwasserkonzept für das Plangebiet

Die im Plangebiet anfallenden Schmutzwasserabflüsse werden in Richtung Osten zur Bestandskanalisation in der Dietzenbacher Straße abgeleitet (siehe **Anlage 1**).

6.1 Überschlägige Ermittlung der Schmutzwassermengen

Im Planungsgebiet wird durch die Erweiterung des Energiewerkes weiteres Schmutzwasser anfallen. Dieses setzt sich aus zwei Komponenten zusammen.

Prozesswasser: Durch die Erweiterung des Energiewerkes werden weitere Anlagen hinzukommen, bei denen Kondenswasser entsteht. Dieses soll aufbereitet und versickert werden (siehe **Kapitel 4.3**). Bei einer Anlagenstörung muss das Prozesswasser allerdings in den Schmutzwasserkanal abgeleitet werden. Nach Abstimmung mit der EVO ist dabei ist nach aktuellem Planungsstand mit einer Menge von maximal 2,8 l/s zu rechnen [**U 13**]. Das Prozesswasser wird für die in diesem Konzept bemessenen Versickerungsanlagen auch bei Niederschlag versickert. Um die Versickerungsanlagen kleiner zu gestalten, könnte ein zusätzliches Rückhaltebecken vorgesehen werden, in dem bei Niederschlag das Prozesswasser temporär zwischengespeichert werden kann (siehe S. 26).

Sonstiges Schmutzwasser: Im Energiewerk werden durch die Erweiterung mehr Mitarbeiter beschäftigt werden. Der dadurch entstehende Mehranfall von Schmutzwasser kann zum aktuellen Planungsstand nur abgeschätzt werden. Für die Berechnung des zusätzlich anfallenden Schmutzwassers wird der flächenspezifische Ansatz nach DWA Arbeitsblatt A118 [**R 3**] gewählt.

Die zu entwässernde (versiegelte) Erweiterungsfläche ($A_{E,k}$) entspricht rund 4,5 ha. Es wird von einem Betrieb mit geringem Wasserverbrauch ausgegangen ($q_G = 0,5 \text{ l/s/ha}$). Damit ergibt sich insgesamt ein Schmutzwasserabfluss von: $Q_T = 0,5 \text{ l/s/ha} \cdot 4,5 \text{ ha} = 2,25 \text{ l/s}$. Insgesamt wird somit mit einer maximalen zusätzlichen Schmutzwassermenge von rund 5 l/s gerechnet.

Der Schmutzwasserabfluss stellt einen Anhaltswert auf der Basis von Richtwerten dar und ist eine Grundlage für die hydraulische Bemessung von Kanalnetzen.

Der zusätzliche Schmutzwasserabfluss von rund 5 l/s aus dem Plangebiet kann gemäß Angaben der Stadtwerke Offenbach über die Bestandskanalisation in der Dietzenbacher Straße abgeleitet und über die städtische Kläranlage gereinigt werden [**U 14**].

7 Trink- und Löschwasserbedarf für das Plangebiet

7.1 Trinkwasserbedarf für das Plangebiet

Im Wesentlichen werden im geplanten Bauvorhaben gewerbliche und industrielle Einrichtungen vorgesehen. Für die vorgenannten Nutzungen werden im Folgenden Maßnahmen zum rationellen Umgang mit Trinkwasser vorgestellt, die die Basis für die Prognose des Trinkwasserverbrauchs darstellen.

7.1.1 Maßnahmen zum rationellen Umgang mit Trinkwasser

Folgende Maßnahmen stehen zum rationellen Umgang mit Trinkwasser zur Verfügung:

a. Büroflächen / Sanitärbereich

Im Sanitärbereich wird ein rationeller Einsatz von Wasser durch Produkte gewährleistet, die

- Wasserereignis- und zeitbezogen zur Verfügung stellen,
- die Nutzungsdauer vorgeben,
- den Volumenstrom begrenzen und
- ereignisbezogen hinsichtlich der erforderlichen Wassermenge optimiert sind.

Handwaschbecken

- Volumenstrombegrenzung auf 6 l/min
- Armaturen mit Näherungselektronik oder zumindest Selbstschlussarmaturen
- Armaturen mit elektronischer Steuerung für automatische Hygienespülzyklen
- Warmwasserbereitstellung nur an Einsatzstellen, wo dies notwendig ist (z. B. Teeküchen)

WC-Anlagen

- Tiefspülklosetts mit 4 l Spülvolumen
- Einsatz von Spartasten mit 2 bzw. 3 l Spülvolumen

Urinale

- Trockenurinale
- Systeme mit 2 l Spülvolumen
- Systeme mit Einzel-Näherungssteuerung

b. Gebäudetechnische Anlagen

Hierzu gehören im Wesentlichen raumlufttechnische Anlagen und Kälteanlagen. Es sind vorzugsweise folgende Systeme einzusetzen:

- Rückgewinnung von Luftfeuchte mit Umluftsystemen und Wärmerückgewinnung bei raumlufttechnischen Anlagen

- Nutzung von Wärmekreisläufen und Kondensationswärme sowie ggf. Verwendung von Betriebswasser in Rückkühlwerken und Nutzung von Verdunstungskondensatoren ohne Wasser
- Systeme für Hygienespülungen mit Spülwasserableitung zu einer Betriebswasseranlage

c. Konferenz / Besprechungsräume

Für die genannten Nutzungen sind die Ausführungen zum Sanitärbereich sowie ggf. zu den gebäudetechnischen Anlagen, hier raumluftechnische Anlagen, relevant.

d. Grünflächen

Der Wasserbedarf von Grünflächen hängt im Wesentlichen von der Art der Gestaltung der Grünflächen ab. Es wird eine Bepflanzung mit klimaangepasster Vegetation empfohlen, die nur einen geringen Wasserbedarf ausweist. Darüber hinaus sind Bewässerungssysteme mit Tröpfchenbewässerung und ggf. eine Systemsteuerung mit Bodenfeuchtemessung und Meteorologischer Prognose relevant. Für Grünflächen ist eine Nutzung von Regenwasser sinnvoll. Im vorliegenden Fall sind nur geringe Grünflächen im Rahmen der Bebauung vorgesehen.

e. Regenwassernutzung

Die Nutzung von Regenwasser von Dachflächen und sonstigen Flächen wird für die Toiletenspülung, die Grünflächenbewässerung und ggf. für gebäudetechnische Anlagen zur Kühlung und Klimatisierung empfohlen. Es können ggf. relevante Trinkwassermengen substituiert werden.

f. Energiewerk

Im vorliegenden Fall sind im Bereich des Energiewerkes bei entsprechender energetischer Anlage wassersparende Systeme bzw. Prozesse nach Möglichkeit zu realisieren.

7.1.2 Wasserbedarfsprognose

Im Geltungsbereich des B-Plans Nr. 655 ist bereits das Bestandsgebäude über eine Anschlussleitung und einen Übergabeschacht an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossen und nach Angaben der EVO wird der aktuelle Bedarf von 106 m³/Monat dadurch gedeckt [U 13].

Zusätzlich werden derzeit rund 95.000 m³ Prozesswasser aus einer eigenen Brunnenanlage genutzt. Nach aktuellem Planungsstand wird darüber hinaus kein weiteres Prozesswasser benötigt [U 13].

Durch den Personalzuwachs von 10 bis 20 Mitarbeitern wird sich der aktuelle Trinkwasserbedarf nicht wesentlich verändern und die Trinkwasserversorgung ist demnach über den bestehenden Anschluss sichergestellt [U 11].

7.2 Löschwasserbedarf für das Plangebiet

Für die Erweiterung des Energiewerks muss gemäß den Randbedingungen des DVGW-Arbeitsblattes W 405 ein Grundschatz von mindestens 192 m³/h über einen Zeitraum von 2 h zur Verfügung stehen [R 16].

Nach Angaben der EVO erfolgt die Löschwasserversorgung aktuell über ein Pufferwasserbecken mit einer Kapazität von 380 m³. Für die Erweiterung wird ein zusätzliches Becken mit einem Fassungsvermögen von 500 m³ benötigt. Dieses besteht bereits, ist allerdings noch nicht in Betrieb und befindet sich unter der Reststoffhalle. Das Konzept ist nach Angaben der EVO bereits mit der Feuerwehr abgestimmt [U 15, U 17].

In Summe ist demnach eine Löschwasserbevorratung von rund 880 m³ gegeben. Die Löschwasserversorgung wird hierdurch gewährleistet.

8 Starkregenvorsorge im Rahmen des Bauleitplanverfahrens

Im Rahmen der Starkregenvorsorge ist der Nachweis zu erbringen, dass bei einem entsprechenden Starkregenereignis keine Oberflächenabflüsse in Gebäude eindringen oder über Grundstücksgrenzen auf angrenzende öffentliche oder private Flächen entwässern.

Die Oberflächenentwässerung des gesamten Erweiterungsgebietes basiert auf einer vollständigen Versickerung des nicht schädlich verunreinigten Niederschlagswassers in den Untergrund. Dementsprechend ist der Entwässerungsweg der Dachflächen und angeschlossenen Freiflächen sowie der Verkehrsflächen grundsätzlich vorgegeben.

8.1 Starkregenvorsorge außerhalb des Plangebietes

Aufgrund der topographischen Situation mit einem natürlichen Gefälle innerhalb des Plangebietes „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ in Richtung Osten bzw. Süd-Osten (siehe **Kapitel 3.2**) sind nennenswerte Außengebietszuflüssen bei „seltenen“ Starkregenereignissen mit Wiederkehrzeiten bis T 30 Jahren nicht zu erwarten. Weitergehende Schutzmaßnahmen diesbezüglich, wie zum Beispiel Abfanggräben, sind somit nicht erforderlich.

8.2 Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes

Zur Aktivierung von Rückhalteflächen im Bereich der Grünanlagen und Verkehrsflächen im Starkregenfall ist eine angepasste Gestaltung der Geländetopografie und Deckenhöhenplanung notwendig. Diese ermöglicht, dass über oberflächennahe Fließwege das Regenwasser in die genannten Rückhalteräume fließt.

Im Rahmen der weiteren Planung ist zu gewährleisten, dass das anfallende Niederschlagswasser im Überflutungsfall den vorgesehenen Flächen oder Einrichtungen durch eine entsprechende Dimensionierung von Rinnen, Sinkkästen, Einlaufbauwerken, Grundleitungen oder Gefälle von (Verkehrs-) Flächen zufließen kann.

Zur Starkregenvorsorge werden für den Objektschutz weiterhin grundsätzlich folgende Maßnahmen empfohlen:

- Gestaltung der Höhenlagen mit vom Gebäude abfallendem Geländeniveau
- Schutz von Fenstern und Türen durch Außenabdichtungen
- Schutz der Gebäudeöffnungen durch Hochborde
- Aufkantungen an Lichtschächten und an Kellereingängen
- Überdachung von Kellereingängen

Die Planungen zur Starkregenvorsorge beziehungsweise der Überflutungsnachweis zum Entwässerungsantrag im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens sind in den weiteren Planungsphasen zu konkretisieren.

8.3 Vorläufige Berechnungen zur Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes

Die nachfolgenden vorläufigen Berechnungen zur Starkregenvorsorge erfolgen in Anlehnung an die DIN 1986-100 mit Gleichung 21 und Berücksichtigung von Versickerungsanlagen [R 6].

Es ist darauf hinzuweisen, dass alle Angaben und Berechnungen davon ausgehen, dass kein Regenwasser von Nachbargrundstücken oder angrenzenden öffentlichen Flächen dem Untersuchungsraum im Überflutungsfall zusätzlich zufließt.

Die vorläufigen Berechnungen zur Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes sind im Detail in der **Anlage 6** beigefügt.

8.3.1 Beispielhafter Überflutungsnachweis für das nördliche und südliche Plangebiet

Für das Projektgelände, das überbaut werden soll, wird exemplarisch ein vorläufiger Nachweis zur Starkregenvorsorge durchgeführt. Es wird für den nördlichen und den südlichen Teil das zusätzlich erforderliche Rückhaltevolumen im Starkregenfall mit einer Wiederkehrzeit von 30 Jahren ermittelt. Der im Plangebiet liegende Waldrand wird für diese Betrachtung vernachlässigt, da davon ausgegangen wird, dass das anfallende Niederschlagswasser in diesen Bereichen verdunstet beziehungsweise unmittelbar versickert.

Im Rahmen der nachfolgenden vertieften Planungsphasen ist diese vorläufige und überschlägige Nachweisführung unter Berücksichtigung der dann vorliegenden detaillierten Planungsdaten fortzuschreiben und zu konkretisieren.

Nördliche Teilfläche

Im Rahmen der Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems mit einem Regenereignis auf der Basis einer Wiederkehrzeit von 1 Jahr für die Bemessung der Mulde wird ein oberirdisches Muldenvolumen von rund 500 m³ berechnet. Das Rigolenelement wird mit einem Bemessungsregen mit einer Wiederkehrzeit von 5 Jahren berechnet und weist ein Rückhaltevolumen von 665 m³ auf.

Im Starkregenszenario mit einem Regenereignis auf der Basis einer Wiederkehrzeit von 30 Jahren müssen abzüglich der 500 m³ und 665 m³ zusätzlich somit noch rund 631 m³ bereitgestellt werden (siehe **Anlage 6**).

Das zusätzliche Retentionsvolumen von rund 631 m³ für die Sicherstellung einer ausreichenden Starkregenvorsorge kann nicht alleine über das zusätzliche Freibord der Mulde (mind. 10 cm) zurückgehalten werden. Eine zusätzliche Vergrößerung der Mulden ist auf Grund der begrenzten Platzverhältnisse nach derzeitigem Planungstand nicht möglich. Das Rückhaltevolumen muss deshalb auf den Flächen des Einzugsgebietes zurückgehalten werden. Ein entsprechender Nachweis ist im weiteren Genehmigungsverfahren in Abstimmung mit einer konkreter Freianlagenplanung vorzulegen.

Südliche Teilfläche

Im Rahmen der Bemessung der Versickerungsmulden mit einem Regenereignis auf der Basis einer Wiederkehrzeit von 5 Jahren wird ein oberirdisches Muldenvolumen von rund 984 m³ berechnet.

Im Starkregenszenario mit einem Regenereignis auf der Basis einer Wiederkehrzeit von 30 Jahren müssen abzüglich der 984 m³ zusätzlich somit noch rund 368 m³ bereitgestellt werden (siehe **Anlage 6**).

Das zusätzliche Retentionsvolumen von rund 368 m³ für die Sicherstellung einer ausreichenden Starkregenvorsorge kann nicht vollständig über das zusätzliche Freibord der Mulde (mind. 10 cm) zurückgehalten werden. Eine zusätzliche Vergrößerung der Mulden ist auf Grund der begrenzten Platzverhältnisse nach derzeitigem Planungstand nicht möglich. Das Rückhaltevolumen muss deshalb auf den Flächen des Einzugsgebietes zurückgehalten werden. Ein entsprechender Nachweis ist im weiteren Genehmigungsverfahren in Abstimmung mit einer konkreter Freianlagenplanung vorzulegen.

9 Lokale Wasserhaushaltsbilanz nach DWA Arbeitsblatt A102

9.1 Grundlagen zur Vorgehensweise

Zur Überprüfung der wasserwirtschaftlichen Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen wird eine Bewertung des Wasserhaushaltes nach DWA Merkblatt M102-4 durchgeführt [R 2]. Diese ermöglicht einen Vergleich zwischen der Wasserhaushaltsbilanz im unbebauten Zustand und geplanten, bebauten Zustand unter Berücksichtigung der empfohlenen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (siehe Kapitel 4). Die Wasserbilanz des unbebauten Zustandes dient hierbei als Referenzzustand für die Planung. Durch einen Vergleich der Wasserbilanz des unbebauten mit dem bebauten Zustand können Defizite im lokalen Wasserhaushalt bei den geplanten Maßnahmen quantifiziert werden.

Für ein Planungsgebiet in Siedlungen wird als Referenzzustand der Wasserhaushalt des gleichen Gebietes mit nicht urbaner Landnutzung definiert. Hierbei wird die umliegende heutige Landnutzung als Kulturland ohne Siedlungsanteile auf gleichen Böden in ähnlicher Lage angenommen [U 10].

Anhand eines Modells der Universität in Freiburg wird der Referenzwert für die naturnahe urbane Wasserbilanz (NatUrWB) für das vorliegende Sondergebiet bestimmt. Dieses Modell baut auf dem Wasserbilanzmodell RoGeR_WB_1D der Uni Freiburg auf und simuliert für alle Flächen in Deutschland einen naturnahen Wasserhaushalt. Unter Zuhilfenahme eines Webtools der Universität Freiburg wurde dieser Referenzwert der lokalen Wasserhaushaltsbilanz für das Sondergebiet abgefragt [U 10].

Für das Sondergebiet ergibt sich folgende „Wasserhaushaltsbilanz ohne urbane Eingriffe“ als Zielgröße für die Umsetzung der Erschließungsmaßnahmen:

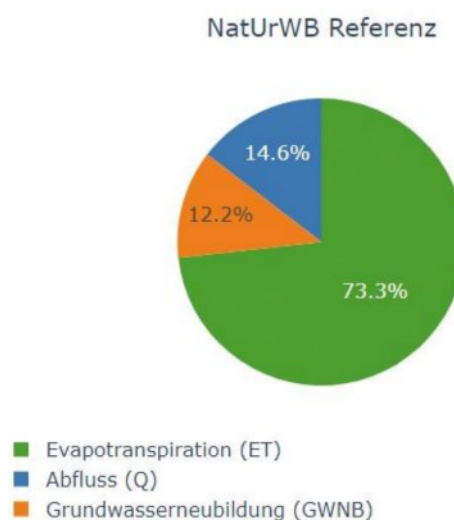


Abbildung 16: NatUrWB-Referenzwert für das Sondergebiet [U 10]

9.2 Lokale Wasserhaushaltsbilanz auf der Grundlage der geplanten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen

Für das Sondergebiet wird eine vereinfachte Wasserbilanz erstellt. Hierbei wird für die Flächen des Bilanzgebietes der Niederschlag $P_{\text{kor}} in die Komponenten Direktabfluss R_D , Grundwasserneubildung GWN und Verdunstung ET_a aufgeteilt.$

Für die Wasserbilanz befestigter und nicht befestigter Flächen in dem Sondergebiet gilt letztlich:

$$P_{\text{kor}} = R_D + GWN + ET_a \quad \text{in mm/a}$$

Für die lokale Wasserhaushaltsbilanz wurde nach derzeitigem Kenntnisstand vorläufig davon ausgegangen, dass die Dachflächen 70 % der befestigten Fläche betragen und die restlichen 30 % gleichmäßig auf Fußwege und Verkehrsflächen verteilt sind.

Für den Nachweis der lokalen Wasserhaushaltsbilanz und die Verifizierung des wasserwirtschaftlichen Erfolges der empfohlenen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen in dem Sondergebiet werden vorläufig somit neu überplante abflusswirksame Flächen von insgesamt rund 4,5 ha mit folgenden Teileinzugsflächen angenommen:

- Verkehrsflächen/Stellflächen (Asphaltflächen): rd. 6.752 m²
- Nebenflächen/Gehwege (Pflasterflächen bzw. Asphaltflächen): rd. 6.752 m²
- Flachdach/Technische Anlagen: rd. 31.511 m²

Das Szenario für den bebauten Zustand berücksichtigt eine konsequente Umsetzung der geplanten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen gemäß **Kapitel 4.3**.

Der lokale Wasserhaushalt in dem Plangebiet verändert sich nach der Bebauung gegenüber dem Ursprungszustand des Geländes entsprechend nachfolgender Übersicht (siehe **Abbildung 17**).

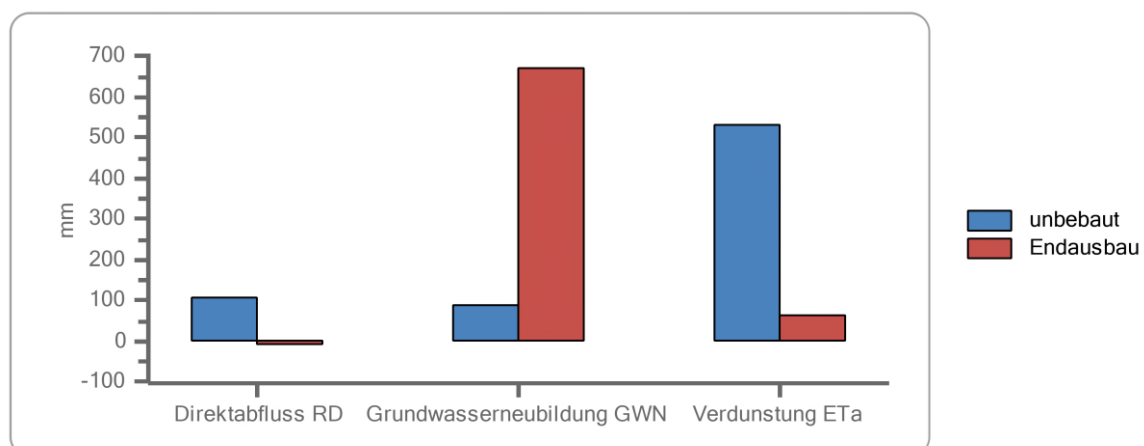


Abbildung 17: Ergebnisse der lokalen Wasserbilanz für das Sondergebiet

Aufgrund der Reduzierung des Begrünungsanteils und des hohen Versiegelungsgrades in dem Sondergebiet reduziert sich der Verdunstungsanteil gegenüber dem natürlichen Referenzzustand zukünftig erheblich.

Die Komponente „Direktabfluss“ aus dem Sondergebiet entfällt im Vergleich zum unbebauten Zustand, da über die Erschließungsplanung grundsätzlich eine umfassende Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse in Verbindung mit einer vollständigen entwässerungstechnischen Versickerung sämtlicher Restabflüsse geplant ist. Eine Ableitung in nachgeordnete Entwässerungsanlagen ist nicht vorgesehen.

Die Grundwasserneubildung ist aufgrund der gezielten entwässerungstechnischen Versickerungsmaßnahmen (Versickerungsmulden, Mulden-Rigole-Systeme) somit deutlich gesteigert.

Die maßgebende wasserwirtschaftliche Zielsetzung ist die Veränderung des Wasserhaushalts durch die Erschließungsmaßnahme so gering zu halten, wie es ökologisch, technisch und wirtschaftlich vertretbar ist. Entsprechend wird bei der Erschließungsplanung als übergeordnetes Ziel definiert, im langjährigen Mittel den lokalen Wasserhaushalt des bebauten Zustands im Vergleich zu einer gebietscharakteristischen Kulturlandnutzung ohne Siedlungs- und Verkehrsflächen als Referenzzustand möglichst zu erhalten oder weitestgehend anzunähern.

Entsprechend der vorliegenden Nachweisführung ist bei einer Umsetzung der empfohlenen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen eine Angleichung an den natürlichen Wasserhaushalt begrenzt möglich. In Folge der Erschließungsmaßnahmen kommt es bei einer konsequenten Umsetzung der vorgeschlagenen Versickerungsmaßnahmen in dem Sondergebiet (siehe **Kapitel 4.3**) zu einer Verschiebung innerhalb der lokalen Wasserhaushaltsbilanz von einem hohen Verdunstungsanteil im unbebauten Zustand (Referenzzustand) hin zu einem hohen Versickerungsanteil im zukünftig bebauten Zustand.

Die Berechnungen sind in der **Anlage 7** im Detail beigefügt.

10 Administrative Sicherung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Wasserkonzeptes

Nachfolgend werden Textvorschläge zur administrativen Sicherung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung aufgeführt.

-Textliche Festsetzungen

Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§9 Absatz1, Nr. 20 BauGB)

Oberflächenbefestigungen

Wege, Zufahrten, Stellplatzflächen und sonstige befestigte Grundstücksfreiflächen sind mit wasser-durchlässigen Materialien herzustellen. Als wasserdurchlässig im Sinn dieser Festsetzung werden alle Oberflächenbefestigungen mit einem mittleren Abflussbeiwert von max. 0,5 nach DWA Arbeitsblatt A138 in Verbindung mit DWA Arbeitsblatt A117 und DWA Merkblatt M153 (Bezug: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef) angesehen. Auf eine wasser-durchlässige Befestigung kann verzichtet werden, wenn die breitflächige Versickerung in den Seitenflächen gewährleistet werden kann.

Wasserrechtliche Regelungen

Gemäß § 55 Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und den landesrechtlichen Vorgaben ist der Niederschlagsabfluss ortsnahe zu versickern, verrieseln, oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer einzuleiten, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

Verwendung von Niederschlagswasser (§37 Abs. 4 HWG)

Die Realisierung von Regenwassernutzungsanlagen zur Nutzung von Betriebswasser (z.B. WC-Spülung, Grünflächenbewässerung, gewerbliche Nutzung) wird empfohlen.

11 Zusammenfassung

Die Energieversorgung Offenbach beabsichtigt die Erweiterung des bestehenden Energiewerks an der Dietzenbacher Straße. Zur Sicherung der im weiteren Sinn städtebaulichen Ziele wird ein B-Planverfahren zur Aufstellung des neuen Bebauungsplans Nr. 655 „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ durchgeführt.

Das Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH wurde von der Energieversorgung Offenbach beauftragt im Rahmen der Bauleitplanung ein Wasserkonzept für das Areal zu erstellen.

Nach den rechtlichen Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes [R 8] in Verbindung mit dem Wassergesetz für Hessen [R 9] sowie den Arbeitshilfen zur Berücksichtigung von wasserwirtschaftlichen Belangen in der Bauleitplanung [R 10, R 15] sollen Niederschlagsabflüsse dezentral am Entstehungsort verwertet werden oder durch gezielte Versickerung zur Neubildung des Grundwassers beitragen. Niederschlagsabflüsse aus Plangebietes sollen vermieden werden.

Im Rahmen einer detaillierten Grundlagenermittlung wurden zunächst die hydrogeologischen und städtebaulichen Randbedingungen für die Ausarbeitung des vorliegenden Wasserkonzeptes ermittelt.

Die bestehenden Abwasseranlagen der Stadt Offenbach am Main innerhalb des Plangebietes beziehungsweise im unmittelbaren Umfeld des Plangebietes sind als Mischsystem ausgeführt.

Ein Baugrundgutachten des Büros Dr. Hug Geoconsult weist auf der Grundlage flächendeckender Baugrunderkundungen eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 3 \times 10^{-6}$ m/s für den anstehenden Baugrund in dem Plangebiet „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ nach.

Die Grundwasserflurabstände liegen zwischen 3 m bis 3,7 m im Norden und 1,3 m bis 2,5 m im Süden des Gebietes. Auf Grund des geringen Grundwasserflurabstandes im südlichen Projektgebiet können hier nur Versickerungsmulden angeordnet werden. Im nördlichen Teil können aufgrund des höheren Grundwasserflurabstandes Mulden-Rigolen-Elemente realisiert werden.

Es werden folgende wasserwirtschaftlichen Bausteine für die Oberflächenentwässerung im Plangebiet empfohlen:

- Minimierung der versiegelten Verkehrsflächenanteile auf das verkehrstechnisch erforderliche
- Abflussminimierung durch wasserdurchlässige Befestigungen von verkehrstechnischen Nebenanlagen (zum Beispiel Gehwege, PKW-Stellplätze)
- Regenwasserzuführung in Mulden-Rigolen-Elemente bzw. Versickerungsmulden
- extensive Dachbegrünungssysteme, soweit dies technisch realisierbar
- Regenwassernutzung zum Beispiel zur Grünflächenbewässerung und Toilettenspülung

Im Rahmen des vorliegenden Wasserkonzeptes erfolgt anhand von repräsentativen Beispielrechnungen die qualitative und hydraulische Nachweisführung für eine vollständige Versickerung der Regenwasserabflüsse. Eine Ableitung von Oberflächenabflüssen aus dem Plangebiet in Richtung angrenzender Bestandskanalisation ist nicht vorgesehen.

Zur Verifizierung des wasserwirtschaftlichen Erfolges der geplanten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahme werden auf der Grundlage des DWA Arbeitsblattes A102 Berechnungen zum lokalen Wasserhaushalt in dem Sondergebiet durchgeführt. Entsprechend der vorliegenden Nachweisführung ist bei einer konsequenten Umsetzung der empfohlenen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen in dem Sondergebiet eine Angleichung an den natürlichen Wasserhaushalt eingeschränkt möglich. In Folge der Erschließungsmaßnahmen kommt es bei einer konsequenten Umsetzung der vorgeschlagenen Versickerungsmaßnahmen in dem Sondergebiet zu einer Verschiebung innerhalb der lokalen Wasserhaushaltsbilanz von einem hohen Verdunstungsanteil im unbebauten Zustand (Referenzzustand) hin zu einem hohen Versickerungsanteil im zukünftig bebauten Zustand.

Im Rahmen einer umfassenden Bedarfsanalyse wurde der Trink- und Betriebswasserbedarf in dem Plangebiet „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ ermittelt und etwaige Einsparpotentiale vor dem Hintergrund der geplanten städtebaulichen Maßnahmen vorgestellt.

Der Trinkwasserbedarf erhöht sich durch die Erweiterung des Energiewerks kaum. Die entsprechenden Mehrmengen können über das städtische Versorgungsnetz gedeckt werden.

Die erforderliche Löschwassermenge für den Grundschutz kann über die vorhandenen Löschwasserbecken zur Verfügung gestellt werden.

Abschließend wurde ein vorläufiger Nachweis zur Starkregenvorsorge innerhalb des Plangebietes bei einem Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit von T 30 Jahren erarbeitet.

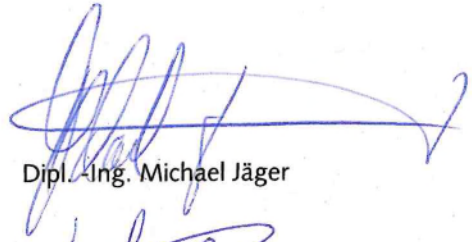
Im Hinblick auf die prognostizierten Schmutzwassermengen aus dem Plangebiet „Energiewerk Dietzenbacher Straße“ wurde eine überschlägige Berechnung der zusätzlichen Abwassermengen durchgeführt. Das vorhandene Mischsystem wird durch die Erweiterung des Energiewerkes nur im geringen Umfang zusätzlich belastet. Es wird mit einer maximalen zusätzlichen Belastung von rund 5 l/s gerechnet, welche sich aus Schmutzwasser und Prozesswasser (jenes nur bei Anlagenausfall) zusammensetzt.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass die wasserwirtschaftlichen Aspekte im Rahmen der Bauleitplanung ausreichend berücksichtigt sind. Die Trink- und Löschwasserversorgung sowie Schmutzwasserversorgung sind gesichert. Eine vollständige Bewirtschaftung des Regenwassers wurde nachgewiesen.

Darmstadt, 14.05.2025



Dipl.-Ing. Martin Bullermann



Dipl.-Ing. Michael Jäger



Ines Feistenauer, M. Eng.

Anlagen

- Anlage 1:** Lageplan Entwässerungskonzept
- Anlage 2:** Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD
- Anlage 3:** Beispielhafte Berechnung eines Mulden-Rigolen-Elements nach DWA Arbeitsblatt A138
- Anlage 4:** Beispielhafte Berechnung einer Versickerungsmulde nach DWA Arbeitsblatt A138
- Anlage 5:** Beispielhafte Bewertung der Niederschlagsabflüsse nach DWA Merkblatt M153
- Anlage 6:** Beispielhafte Berechnungen zur Regenrückhaltung nach DIN 1986-100 im Starkregenszenario
- Anlage 7:** Wasserhaushaltsbilanz nach DWA Merkblatt M102-4

Anlage 1:
Lageplan Entwässerungskonzept



Beispiel Mulden-Rigolen-System



Beispiel Versickerungsmulde



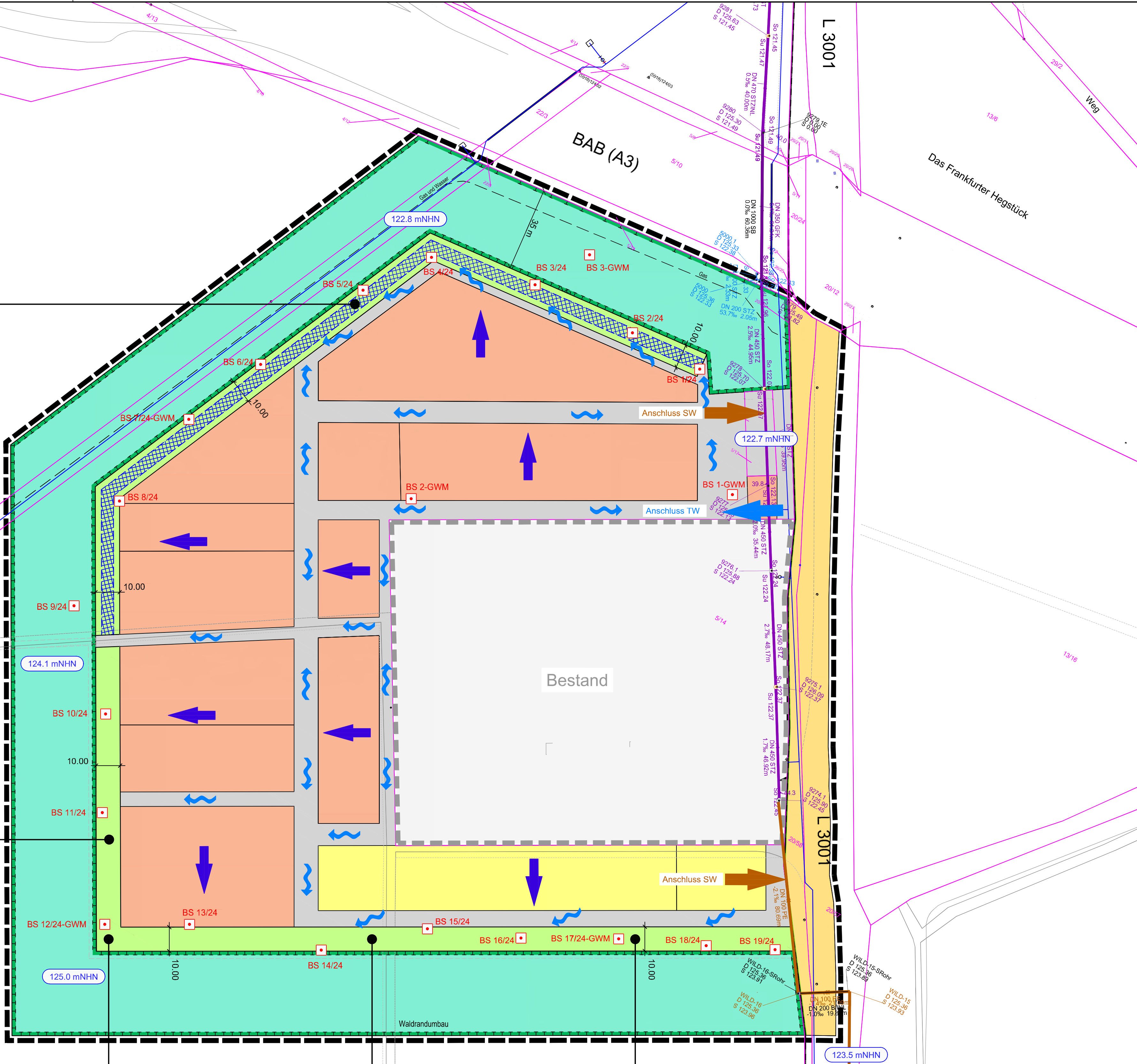
Beispiel Versickerungsmulde



Beispiel Versickerungsmulde



Beispiel Versickerungsmulde



Legende

Planung:

- Grenze B-Plan
- schematische öffentl. Straßenverkehrsfläche, gem. B-Plan und Flächenkonzept: AS+P, Stand 26.06.2024
- schematische Waldfläche, gem. B-Plan und Flächenkonzept: AS+P, Stand 26.06.2024
- schematisches Baufeld, gem. B-Plan und Flächenkonzept: AS+P, Stand 26.06.2024
- schematische Verkehrsfläche, gem. B-Plan und Flächenkonzept: AS+P, Stand 26.06.2024
- schematische Versickerungsmulde (L= 405m) Einstautiefe max. Versickerungsmulde 0.30m
- schematisches Mulden-Rigolen-System (L= 350m) Einstautiefe max. Versickerungsmulde 0.30m inklusive Zusatzvolumen Prozesswasser

Bestand:

- Umgrenzung Gelände Bestand
- Mischwasserkanal mit Angabe von Durchmesser, Material, Gefälle, Haltungslänge und Fließrichtung
- Schmutzwasserkanal Druckleitung mit Angabe von Durchmesser, Material, Haltungslänge und Fließrichtung
- Regenwasserkanal mit Angabe von Durchmesser, Material, Gefälle, Haltungslänge und Fließrichtung
- Trinkwasserleitung
- Gasleitung
- Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22475-1 (nachrichtl. übernommen)
- Vorläufig mittlere höchste Grundwasserstände für Versickerungsmaßnahmen (Büro HUG Geoconsult, August 2024)

Bemerkung:
Alle Darstellungen der Maßnahmen zum Entwässerungskonzept sind schematisch und sind im Verlauf der weiteren Planung zu konkretisieren.

Versickerungsanlagen im Projektgebiet müssen an ihrem niedrigstens Punkt (Sohle) ein Grundwasserflur-Abstand von mind. 1m aufweisen.

Der angegebene Flächenbedarf der Versickerungsanlagen enthält den berechneten notwendigen Flächenbedarf, sowie genügend Fläche für Wartungswege und während der Fachplanung eventl. auftretende Flächenänderungen.

Plangrundlage:
-B-Plan und Flächenkonzept: AS+P, Eingang 26.06.2024
-Kanalbestand: ESO Eigenbetrieb Stadt Offenbach, Stand 29.02.2024
-Trinkwasser Bestand: ZWO Zweckverband Wasserversorgung Stadt u. Kreis Offenbach, Stand 09.04.2024
-Lage Bodenaufschlüsse (nachrichtl. übernommen): HUG Geoconsult, Stand Juni 2024
-Bemessungswasserstände (nachrichtl. übernommen): HUG Geoconsult, Stand August 2024

Umweltplanung Bullermann Schnelle GmbH

Ingenieure und Umweltplaner

Bebauungsplan Nr. 655

"Energiewerk Dietzenbacher Straße, Offenbach"

Lageplan Wasserkonzept

Anlage 1

BEARBEITET

GEZEICHNET

GEPRÜFT

PROJEKT NR.

ERSTELLT

BEARBEITUNGSSTAND

Jäger

Richert

Bullermann

2481608

August 2024

25.09.2024

AUFTRAGGEBER

PLANVERFASSTER

ENERGIEVERSORGUNG OFFENBACH AG

UMWELTPLANUNG BULLERMANN SCHNELLE GmbH

ANDRÉSTRASSE 71

HAVELSTRASSE 7A, D-64295 DARMSTADT

63067 OFFENBACH AM MAIN

TELEFON:06151/9758-0 TELEFAX:06151/9758-30

Anlage 2:
Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD

KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 126, Zeile 160 INDEX_RC : 160126
 Ortsname : Offenbach am Main (HE)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	7,2	8,8	9,9	11,2	13,1	15,1	16,4	18,1	20,5
10 min	9,4	11,5	12,8	14,5	17,0	19,6	21,3	23,5	26,6
15 min	10,6	13,1	14,6	16,5	19,4	22,3	24,2	26,7	30,3
20 min	11,6	14,2	15,9	18,0	21,1	24,3	26,4	29,1	33,0
30 min	13,0	15,9	17,7	20,1	23,6	27,2	29,5	32,5	36,9
45 min	14,4	17,7	19,7	22,4	26,2	30,2	32,8	36,2	41,0
60 min	15,5	19,0	21,2	24,0	28,2	32,4	35,2	38,9	44,1
90 min	17,1	21,0	23,4	26,5	31,1	35,8	38,9	42,9	48,7
2 h	18,3	22,5	25,0	28,4	33,3	38,3	41,6	45,9	52,1
3 h	20,1	24,7	27,5	31,3	36,6	42,1	45,8	50,5	57,3
4 h	21,5	26,4	29,4	33,4	39,1	45,1	48,9	54,0	61,3
6 h	23,6	29,0	32,3	36,7	43,0	49,5	53,7	59,3	67,3
9 h	25,9	31,8	35,5	40,2	47,2	54,3	58,9	65,0	73,8
12 h	27,7	34,0	37,9	43,0	50,4	58,0	62,9	69,5	78,8
18 h	30,3	37,2	41,5	47,1	55,2	63,6	69,0	76,2	86,4
24 h	32,4	39,8	44,3	50,3	58,9	67,8	73,7	81,3	92,3
48 h	37,9	46,5	51,8	58,9	69,0	79,4	86,2	95,1	107,9
72 h	41,5	51,0	56,8	64,5	75,6	87,0	94,5	104,3	118,3
4 d	44,3	54,4	60,7	68,9	80,7	92,9	100,8	111,3	126,3
5 d	46,6	57,2	63,8	72,4	84,8	97,7	106,0	117,0	132,8
6 d	48,6	59,6	66,5	75,5	88,4	101,8	110,5	122,0	138,4
7 d	50,3	61,7	68,8	78,1	91,5	105,4	114,4	126,3	143,3

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 hN Niederschlagshöhe in [mm]

KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 126, Zeile 160 INDEX_RC : 160126
 Ortsname : Offenbach am Main (HE)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	240,0	293,3	330,0	373,3	436,7	503,3	546,7	603,3	683,3
10 min	156,7	191,7	213,3	241,7	283,3	326,7	355,0	391,7	443,3
15 min	117,8	145,6	162,2	183,3	215,6	247,8	268,9	296,7	336,7
20 min	96,7	118,3	132,5	150,0	175,8	202,5	220,0	242,5	275,0
30 min	72,2	88,3	98,3	111,7	131,1	151,1	163,9	180,6	205,0
45 min	53,3	65,6	73,0	83,0	97,0	111,9	121,5	134,1	151,9
60 min	43,1	52,8	58,9	66,7	78,3	90,0	97,8	108,1	122,5
90 min	31,7	38,9	43,3	49,1	57,6	66,3	72,0	79,4	90,2
2 h	25,4	31,3	34,7	39,4	46,3	53,2	57,8	63,8	72,4
3 h	18,6	22,9	25,5	29,0	33,9	39,0	42,4	46,8	53,1
4 h	14,9	18,3	20,4	23,2	27,2	31,3	34,0	37,5	42,6
6 h	10,9	13,4	15,0	17,0	19,9	22,9	24,9	27,5	31,2
9 h	8,0	9,8	11,0	12,4	14,6	16,8	18,2	20,1	22,8
12 h	6,4	7,9	8,8	10,0	11,7	13,4	14,6	16,1	18,2
18 h	4,7	5,7	6,4	7,3	8,5	9,8	10,6	11,8	13,3
24 h	3,8	4,6	5,1	5,8	6,8	7,8	8,5	9,4	10,7
48 h	2,2	2,7	3,0	3,4	4,0	4,6	5,0	5,5	6,2
72 h	1,6	2,0	2,2	2,5	2,9	3,4	3,6	4,0	4,6
4 d	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	2,9	3,2	3,7
5 d	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	3,1
6 d	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,1	2,4	2,7
7 d	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]



Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 126, Zeile 160 INDEX_RC : 160126
 Ortsname : Offenbach am Main (HE)
 Bemerkung :

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	8	9	9	10	10	11	11	12	12
10 min	12	13	14	15	16	17	17	17	18
15 min	14	16	17	18	19	19	20	20	21
20 min	16	17	18	19	20	21	21	22	22
30 min	17	19	20	21	22	22	23	23	24
45 min	17	19	20	21	22	23	23	24	24
60 min	17	19	20	21	22	23	24	24	24
90 min	17	19	20	21	22	23	23	24	24
2 h	17	19	20	20	22	22	23	23	24
3 h	16	18	19	20	21	21	22	22	23
4 h	15	17	18	19	20	21	21	22	22
6 h	14	16	17	18	19	20	20	21	21
9 h	13	15	16	17	18	19	19	20	20
12 h	13	14	15	16	17	18	18	19	19
18 h	12	13	14	15	16	17	17	18	18
24 h	11	13	13	14	15	16	16	17	17
48 h	10	11	12	13	14	14	15	15	16
72 h	10	11	11	12	13	14	14	14	15
4 d	10	11	11	12	13	13	14	14	14
5 d	10	10	11	12	12	13	13	14	14
6 d	10	10	11	11	12	13	13	13	14
7 d	10	10	11	11	12	12	13	13	14

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
 UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]

Anlage 3:

Beispielhafte Berechnung eines Mulden-Rigolen-Elements nach DWA Arbeitsblatt A138

Dimensionierung eines Mulden-Rigolen-Elementes

Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

Mulden-Rigolen-Element:

B-Planverfahren "Energiewerk Dietzenbacher Straße" Offenbach - Wasserkonzept

Teilgebiet Nord: Mulden-Rigolen System mit Überlauf, L/B = 350 m / 5 m

Eingabedaten Mulde:

$$V_M = [(A_u + L_M \cdot b_M) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_{S,M} \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_{Z,M} = L_M \cdot (b_M + b_{M, \text{Sohle}}) \cdot z_M / 2$$

$$\Rightarrow z_M = [(A_u + L_M \cdot b_M) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_{S,M} \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_{Z,M} / [L_M \cdot (b_M + b_{M, \text{Sohle}})] \cdot 2$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	24.100
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,90
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	21.690
gewählte Muldenbreite, oben	b_M	m	5
gewählte Muldenbreite, Sohle	$b_{M, \text{Sohle}}$	m	4,5
gewählte Muldenlänge	L_M	m	350
gewählte Versickerungsfläche der Mulde	$A_{S,M}$	m ²	1.663
Durchlässigkeitsbeiwert des Muldenbettes	$k_{f,M}$	m/s	1,0E-05
Regenhäufigkeit Mulde	n_M	1/Jahr	1
Zuschlagsfaktor Mulde	$f_{Z, M}$	-	1,15

Eingabedaten Rigole:

$$L_R = [(A_u + A_{S,M} + A_{u,R}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr} - V_M / (D \cdot 60 \cdot f_{Z,R})] / [(b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_{Z,R}) + (b_R \cdot h_R / 2) \cdot k_f / 2]$$

undurchlässige Fläche direkt an Rigole	$A_{u,R}$	m ²	0
gewählte Breite der Rigole	b_R	m	5,00
gewählte Höhe der Rigole	h_R	m	0,4
Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,95
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoeffizient	s_{RR}	-	0,95
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	3,0E-06
Regenhäufigkeit Rigole	n_R	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor Rigole	$f_{Z, R}$	-	1,15

Dimensionierung eines Mulden-Rigolen-Elementes

Alternative Bemessung in Anlehnung an Arbeitsblatt DWA-A 138

Regendaten Muldenberechnung:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	240,0
10	156,7
15	117,8
20	96,7
30	72,2
45	53,3
60	43,1
90	31,7
120	25,4
180	18,6
240	14,9
360	10,9
540	8,0
720	6,4
1080	4,7
1440	3,8
2880	2,2
4320	1,6

Berechnung Muldentiefe:

z_M [m]
0,12
0,15
0,17
0,19
0,21
0,22
0,24
0,25
0,26
0,27
0,27
0,26
0,24
0,20
0,13
0,04
0,00
0,00

Regendaten Rigolenberechnung:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	373,3
10	241,7
15	183,3
20	150,0
30	111,7
45	83,0
60	66,7
90	49,1
120	39,4
180	29,0
240	23,2
360	17,0
540	12,4
720	10,0
1080	7,3
1440	5,8
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung Rigolenlänge:

L_R [m]
0,00
0,00
0,00
0,00
22,56
54,74
76,86
110,84
135,37
173,03
198,01
234,54
266,70
291,04
312,90
318,53
314,48
295,38

Dimensionierung eines Mulden-Rigolen-Elementes Alternative Bemessung in Anlehnung an DWA-A 138

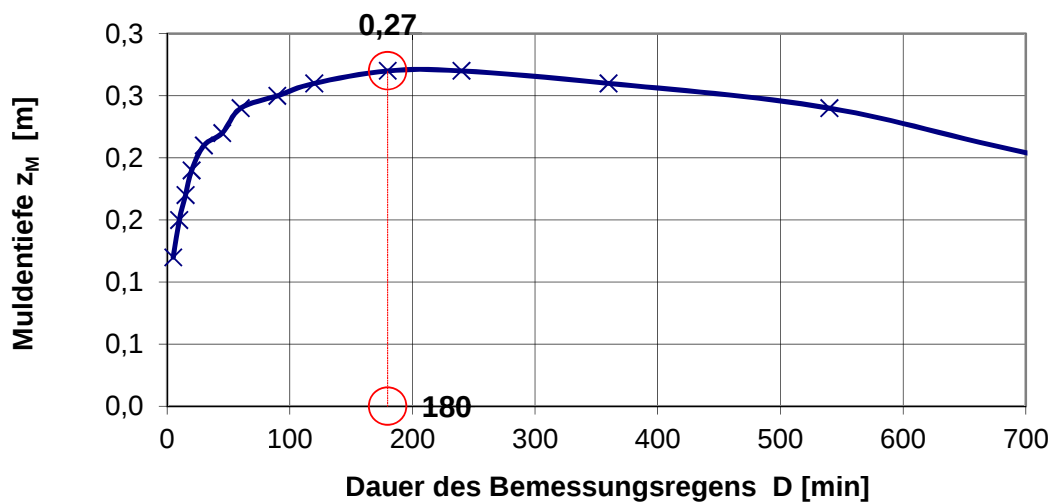
Ergebnisse Muldenbemessung:

erforderliche Muldentiefe	z_M	m	0,3
erforderliches Muldenvolumen	V_M	m ³	448,9
gewählte Muldentiefe	$z_{M, \text{gew}}$	m	0,30
gewähltes Muldenvolumen	$V_{M, \text{gew}}$	m ³	498,8
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	16,7

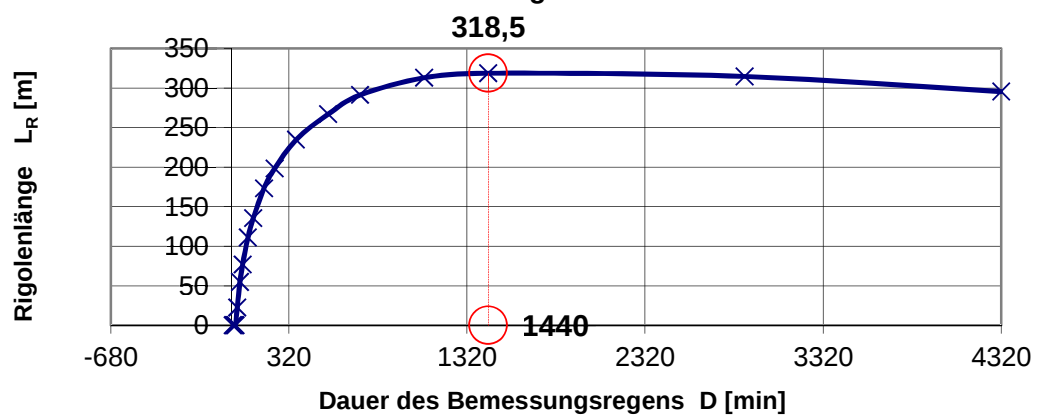
Ergebnisse Rigolenbemessung:

erforderliche Länge der Rigole	L_R	m	318,5
erforderliches Rigolen-Speichervolumen	V_R	m ³	605,2
gewählte Rigolenlänge	$L_{R, \text{gew}}$	m	350
gewähltes Rigolen-Speichervolumen	$V_{R, \text{gew}}$	m ³	665,0
Rigolenaushub	$V_{R, \text{Aushub}}$	m ³	700,0

Mulde



Rigole



Vereinfachter Ansatz

Rigolenlänge berechnet sich aus: $(Q_{zu} \cdot 2 / k_f) / (b_R + h_R / s)$

	Parameter	Wert	Einheit
Breite Rigole	bR	5,1	m
Höhe Rigole	hR	0,4	m
Max. Zufluss durch Prozesswasser	Qzu	2,78	l/s
	Qzu	10	m³/h
	Qzu	0,00278	m³/s
	kf-Wert	0,000003	m/s
Durchlässigkeitsbeiwert			
Berechnung			
Länge Rigole	LR	349,41	m
Volumen Rigolenkörper	VR	712,8	m³

Anlage 4:

Beispielhafte Berechnung einer Versickerungsmulde nach DWA Arbeitsblatt A138

Bemessung der erforderlichen Muldenfläche bei vorgegebener Muldentiefe

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

Muldenversickerung:

B-Planverfahren "Energiewerk Dietzenbacher Straße" Offenbach - Wasserkonzept
Teilgebiet Süd: Mulden-System, L/B = 410 m / 8 m

Eingabedaten:

$$A_S = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}] / [z_M / (D \cdot 60 \cdot f_Z) - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + k_f / 2]$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	20.915
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,90
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	18.824
gewählte Mulden-Einstauhöhe	z_M	m	0,30
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	3,0E-06
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
5	373,3
10	241,7
15	183,3
20	150,0
30	111,7
45	83,0
60	66,7
90	49,1
120	39,4
180	29,0
240	23,2
360	17,0
540	12,4
720	10,0
1080	7,3
1440	5,8
2880	3,4
4320	2,5

Berechnung:

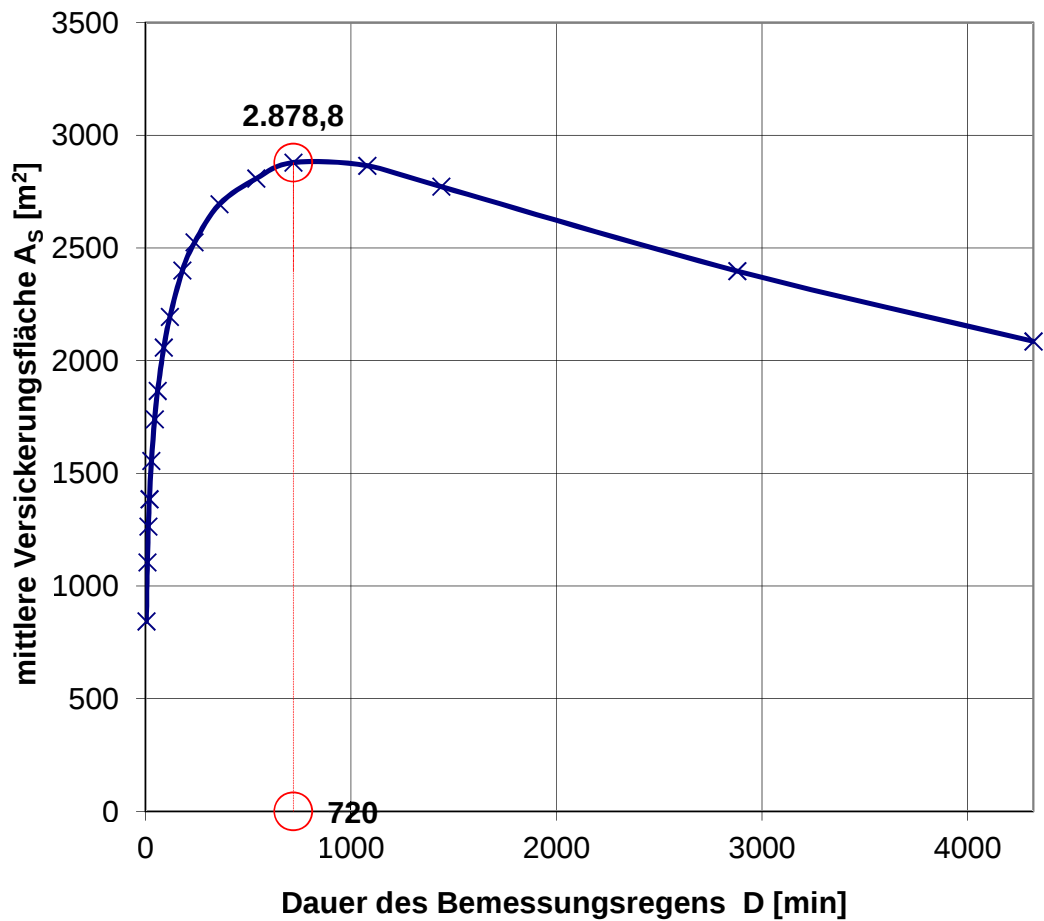
A_S [m ²]
842,8
1104,0
1263,7
1384,8
1554,5
1739,5
1865,7
2058,5
2194,7
2399,0
2524,9
2694,2
2808,3
2878,8
2865,3
2771,4
2397,3
2085,5

Bemessung der erforderlichen Muldenfläche bei vorgegebener Muldentiefe

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	720
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	10
erforderliche mittlere Versickerungsfläche	A_S	m²	2878,8
gewählte mittlere Versickerungsfläche	$A_{S, \text{gew}}$	m²	3280
Speichervolumen der Mulde	V	m ³	984,0
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	55,6

Muldenversickerung



Anlage 5:

Beispielhafte Bewertung der Niederschlagsabflüsse nach DWA Merkblatt M153

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil	Flächen F_i / Luft L_i	Abfluss- belastung B_i
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	(Abschnitt 4)	(Tab. A.3 / A.2)	
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m²] o. [ha]	f_i	Typ Punkte
Parkplätze in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	3615	0,15	F5 27
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3 4
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	16870	0,7	F2 8
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3 4
Hofflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	3615	0,15	F5 27
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3 4
	$\Sigma = 24100$	$\Sigma = 1$	B = 17,7

Die Abflussbelastung B = 17,7 ist größer als G = 10. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich!

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$:	$G / B = 10/17,7 = 0,56$
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden ($5 : 1 < A_u : A_s \leq 15 : 1$)	D1	0,2
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2):}$		$D = 0,2$
Emissionswert $E = B * D$:		$E = 17,7 * 0,2 = 3,54$

Die vorgesehene Behandlung ist ausreichend, da $E \leq G$ ($E = 3,54$; $G = 10$).

Bemerkungen:

Mulden-Rigolen System

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässer- punkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10

Fläche	Flächenanteil		Flächen F_i / Luft L_i		Abfluss- belastung B_i
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
Parkplätze in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	3137	0,15	F5	27	4,65
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3	4	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	14641	0,7	F2	8	8,4
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3	4	
Hofflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	3137	0,15	F5	27	4,65
Siedlungsbereich mit starkem Verkehrsaufkommen (DTV > 15000 Kfz / 24 h)			L3	4	
	$\Sigma = 20915$	$\Sigma = 1$			B = 17,7

Die Abflussbelastung $B = 17,7$ ist größer als $G = 10$. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich!

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Büro Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B$:	$G / B = 10/17,7 = 0,56$
gewählte Versickerungsfläche $A_S =$	

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden ($5 : 1 < A_u : A_s \leq 15 : 1$)	D1	0,2
Durchgangswert $D = \text{Produkt aller } D_i \text{ (Abschnitt 6.2.2):}$		$D = 0,2$
Emissionswert $E = B * D$:		$E = 17,7 * 0,2 = 3,54$

Die vorgesehene Behandlung ist ausreichend, da $E \leq G$ ($E = 3,54$; $G = 10$).

Bemerkungen:

Versickerungsmulden

Anlage 6:

Beispielhafte Berechnungen zur Regenrückhaltung nach DIN 1986-100 im Starkregenszenario

Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100

Nachweis mit Gleichung 21 und

Berücksichtigung von Versickerungsanlagen

Projekt:

Wasserkonzept EVO
Fläche Nord

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

Eingabe:

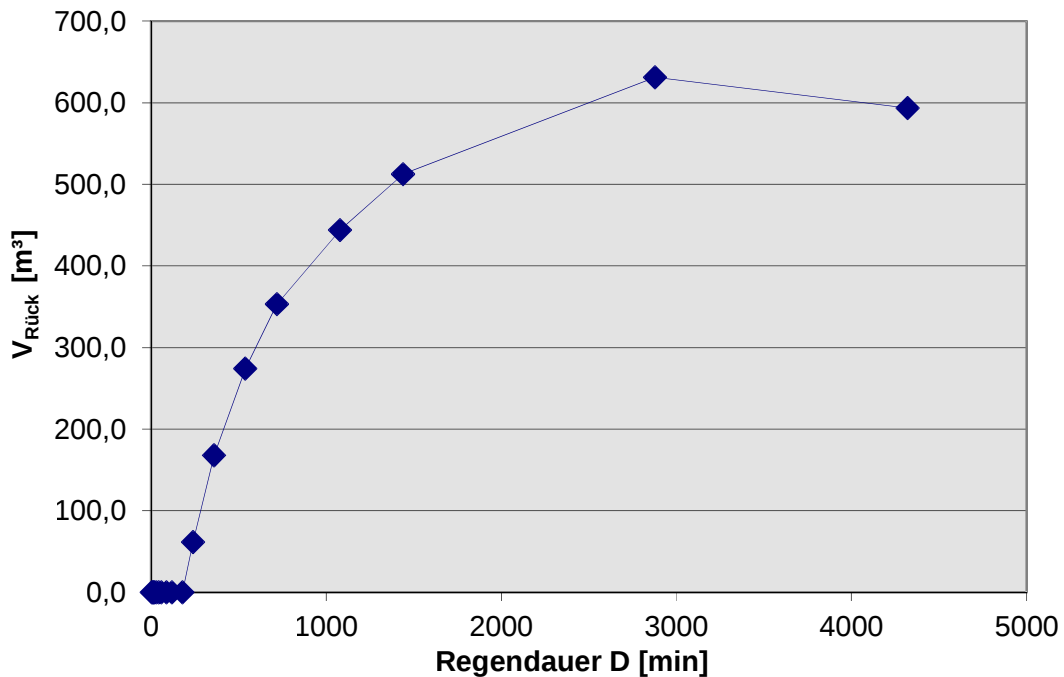
$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,30)} * (A_{\text{ges}} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{\text{Dr}})] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m^2	24.100
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m^2	7.230
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	0,0
vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138	V_s	m^3	1163,8
Versickerungsrate nach DWA-A 138	Q_s	l/s	2,495
versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138	A_s	m^2	1.663

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Berechnungsregens	D	min	2880
maßgebende Regenspende Bemessung $V_{\text{Rück}}$	$r_{(D,30)}$	l/(s*ha)	5,0
zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m^3	631,1
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,09

Berechnungsergebnisse



Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100

Nachweis mit Gleichung 21 und

Berücksichtigung von Versickerungsanlagen

Projekt:

Wasserkonzept EVO
Fläche Nord

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{(D,30)}$ [l/(s*ha)]
5	546,7
10	355,0
15	268,9
20	220,0
30	163,9
45	121,5
60	97,8
90	72,0
120	57,8
180	42,4
240	34,0
360	24,9
540	18,2
720	14,6
1080	10,6
1440	8,5
2880	5,0
4320	3,6

Berechnung:

$V_{\text{Rück}}$ [m³]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
61,6
168,0
274,6
353,4
444,2
512,7
631,1
593,6

Bemerkungen:

Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100

Nachweis mit Gleichung 21 und

Berücksichtigung von Versickerungsanlagen

Projekt:

Wasserkonzept EVO
Fläche Süd

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

Eingabe:

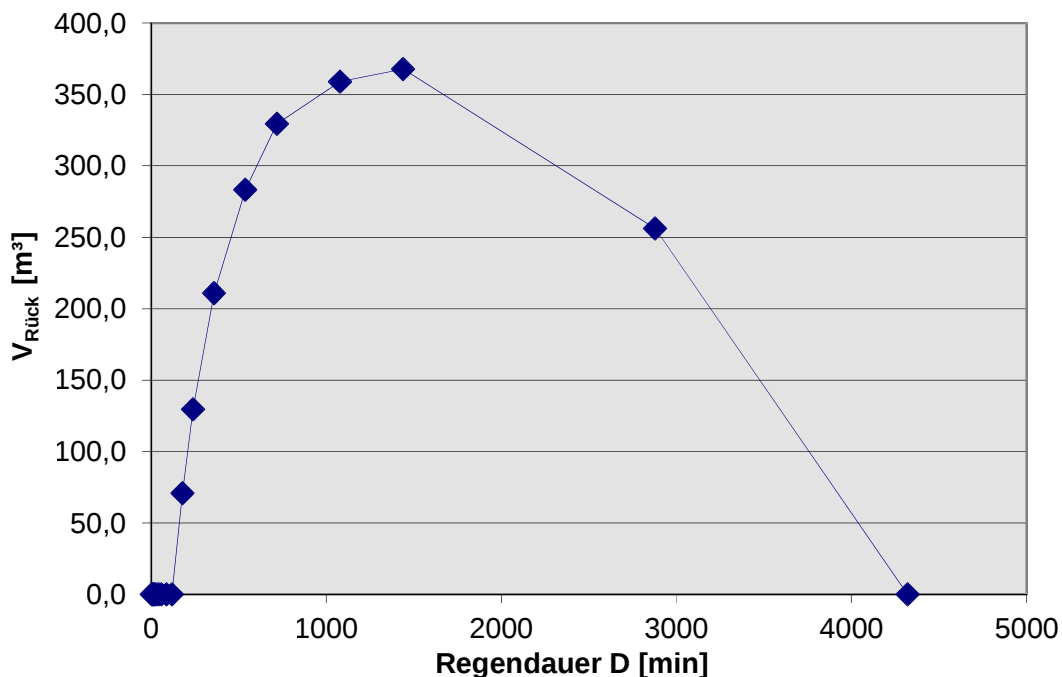
$$V_{\text{Rück}} = [r_{(D,30)} * (A_{\text{ges}} + A_s) / 10000 - (Q_s + Q_{\text{Dr}})] * D * 60 * 10^{-3} - V_s \geq 0$$

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A_{ges}	m ²	20.915
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A_{FaG}	m ²	6.275
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	0,0
vorhandenes Rückhaltevolumen nach DWA-A 138	V_s	m ³	984,0
Versickerungsrate nach DWA-A 138	Q_s	l/s	4,92
versickerungswirksame Fläche nach DWA-A 138	A_s	m ²	3.280

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Berechnungsregens	D	min	1440
maßgebende Regenspende Bemessung $V_{\text{Rück}}$	$r_{(D,30)}$	l/(s*ha)	8,5
zurückzuhaltende Regenwassermenge	$V_{\text{Rück}}$	m³	367,8
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,06

Berechnungsergebnisse



Überflutungsnachweis in Anlehnung an DIN 1986-100
Nachweis mit Gleichung 21 und
Berücksichtigung von Versickerungsanlagen

Projekt:

Wasserkonzept EVO
Fläche Süd

Auftraggeber:

Energieversorgung Offenbach AG
Andréstraße 71
63067 Offenbach am Main

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{(D,30)}$ [l/(s*ha)]
5	546,7
10	355,0
15	268,9
20	220,0
30	163,9
45	121,5
60	97,8
90	72,0
120	57,8
180	42,4
240	34,0
360	24,9
540	18,2
720	14,6
1080	10,6
1440	8,5
2880	5,0
4320	3,6

Berechnung:

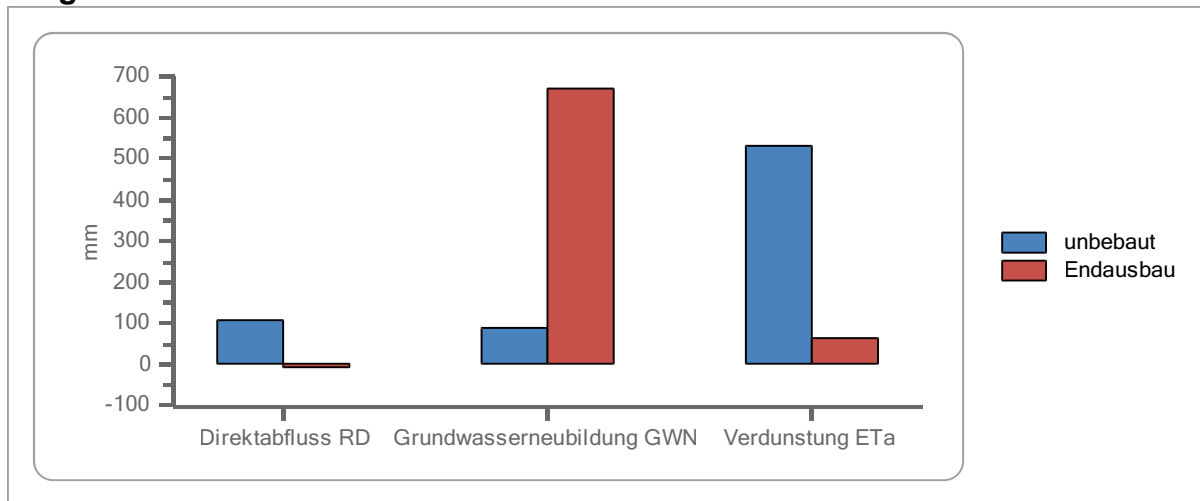
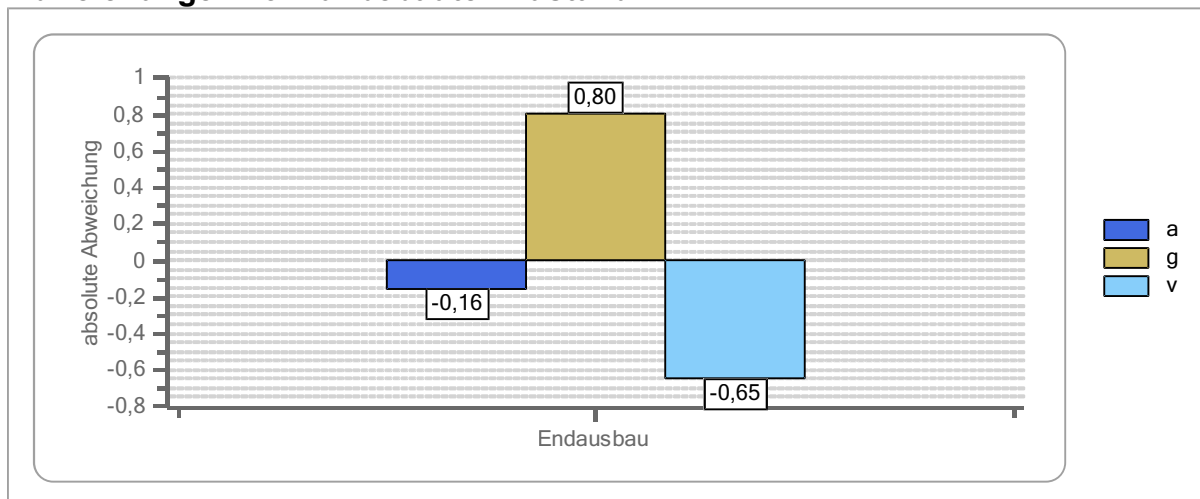
$V_{\text{Rück}}$ [m³]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
70,8
129,7
211,0
283,3
329,5
359,1
367,8
256,3
0,0

Bemerkungen:

Anlage 7:
Wasserhaushaltsbilanz nach DWA Merkblatt M102-4

Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	106	88	531	0,146	0,121	0,732			
Endausbau	-8	670	63	-0,011	0,924	0,087	-0,157	0,803	-0,646

Vergleich der Wasserbilanzen**Abweichungen vom unbebauten Zustand**

Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Endausbau Energiewerk OF

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Fläche Nord Dachflächen	Flachdach (Metall, Glas)	16.870	0,94	0,00	0,06	12.231	11.473	0	757	Mulden-Rigolen-System Nord
Fläche	Fläche Nord Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	3.615	0,73	0,00	0,27	2.621	1.905	0	716	Mulden-Rigolen-System Nord
Fläche	Fläche Nord Fußwege/ untergeordnete Verkehrsflächen	Pflaster mit dichten Fugen	3.615	0,78	0,00	0,22	2.621	2.041	0	580	Mulden-Rigolen-System Nord
Maßnahme	Mulden-Rigolen-System Nord	Mulden-Rigolen-System	1.663	0,01	0,96	0,04	16.626	114	15.914	597	Ableitung
Fläche	Fläche Süd Dachflächen	Flachdach (Metall, Glas)	14.641	0,94	0,00	0,06	10.615	9.957	0	657	Versickerungsmulde

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Fläche Süd Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	3.137	0,73	0,00	0,27	2.274	1.653	0	621	Versickerungsmulde
Fläche	Fläche Süd Fußwege/ untergeordnete Verkehrsflächen	Pflaster mit dichten Fugen	3.137	0,78	0,00	0,22	2.274	1.771	0	503	Versickerungsmulde
Maßnahme	Versickerungsmulde	Versickerungsmulde	3.280	0,00	0,93	0,07	15.760	44	14.689	1.027	Ableitung

Parameter der Varianten**Parameterwerte Endausbau Energiewerk OF**

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Fläche Nord Dachflächen	Speicherhöhe	0,1	0,1	0,6	NaN
Fläche Nord Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Fläche Nord Fußwege/untergeordnete Verkehrsflächen	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Mulden-Rigolen-System Nord	kf-Wert der Mulde (mm/h)	3,6	0,36	3,6	NaN
	Drosselabflussspende qdr (l/(s*ha))	1	1	10	NaN
Fläche Süd Dachflächen	Speicherhöhe	0,1	0,1	0,6	NaN
Fläche Süd Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Fläche Süd Fußwege/untergeordnete Verkehrsflächen	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Versickerungsmulde	kf-Wert (mm/h)	14	14	3600	NaN