

Projektbericht

Erstellung einer Entwässerungskonzeption für den Gewerbepark am Flughafen Essen/Mülheim



Auftraggeber

**Stadt Mülheim an der Ruhr, Amt für
Stadtplanung und Wirtschaftsförderung**

Essen, Februar 2024

Wir danken allen Beteiligten für die Hilfestellungen bei der Bearbeitung und die jederzeit freundliche und kooperative Zusammenarbeit.

Impressum

Verfasser	Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH Kaiser-Otto-Platz 13 45276 Essen +49 241 94689 0 mail@hydrotec.de www.hydrotec.de
Auftraggeber	Amt für Stadtplanung und Wirtschaftsförderung, Stadt Mülheim an der Ruhr
Projektbetreuung	Katja Grittner (Stadt Mülheim an der Ruhr)
Autoren	Anna Alina Schütze (dr. papadakis GmbH) Heike Schröder (Hydrotec)
Bildnachweis	Das Titelbild zeigt das städtebauliche Rahmenkonzept der Stufe 1 für den Gewerbepark des Flughafens Essen/Mülheim. (Quelle: rheinflügel severin)
Stand	Februar 2024
Projektnummer	P2860

© 2024 Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2 Bestandssituation	6
2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes	6
2.2 Aktuelle Entwässerungssituation	6
2.3 Untergrundverhältnisse	7
2.3.1 Grundwasserverhältnisse	7
2.3.2 Schadstoffe	8
2.4 Kampfmittel	8
3 Entwässerungskonzept	9
3.1 Grundsätzliches	9
3.2 Ermittlung der potenziell natürlichen Abflüsse	9
3.3 Behandlung des Niederschlagswassers	10
3.3.1 Abschätzung des Verkehrsaufkommens	10
3.3.2 Gewählte Maßnahmen	11
3.4 Entwässerungskonzept Variante 1	12
3.4.1 Abflüsse aus dem Plangebiet - Variante 1	12
3.4.2 Verkehrsflächen (öffentlich)	15
3.4.2.1 Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems	16
3.4.2.2 Bemessung der multifunktionalen Fläche	18
3.4.3 Grundstücke (privat)	18
3.4.3.1 Bemessung Rückhaltung	19
3.4.3.2 Bemessung Retentions Gründach	20
3.5 Entwässerungskonzept Variante 2	21
3.5.1 Abflüsse aus dem Plangebiet – Variante 2	21
3.5.2 Verkehrsfläche (öffentlich)	23
3.5.3 Grundstück (privat)	25
3.6 Alternative Ableitung	25
4 Beispiele Maßnahmen	26
4.1.1 Mulden-Rigolen-System	26
4.1.2 Multifunktionale Fläche	27
4.1.3 Retentionsdächer	28
4.1.4 Fassadenbegrünung	28
4.1.5 Rückhaltung/Zisternen	29
5 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme	31
6 Anhang	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Untersuchungsgebiet Gewerbepark am Flughafen Essen/Mülheim (© rheinflügel severin).....	5
Abbildung 2-1:	Übersichtsplan	6
Abbildung 2-2:	Aktuelle Entwässerungssituation	7
Abbildung 2-3:	Lage der Kampfmittel	8
Abbildung 3-1:	Belastung des Niederschlagswassers nach Trennerlass (MULNV 2004)	12
Abbildung 3-2:	Verkehrsflächen des Plangebietes der Variante 1	13
Abbildung 3-3:	Aufteilung der Grundstücksflächen Variante 1	14
Abbildung 3-4:	Maßnahmen der Variante 1 auf Quartiersebene	16
Abbildung 3-5:	Längsschnitt des Mulden-Rigolen-Systems (Skizze)	16
Abbildung 3-6:	Prinzipskizze eines Mulden-Rigolen-Systems (Grafik: Berliner Wasserbetriebe).....	17
Abbildung 3-7:	Beispiel einer multifunktionalen Fläche aus dem Leitfaden der Stadtentwässerungsbetriebe Köln für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln	18
Abbildung 3-8:	Beispiel zum Anschluss der Grundstücksentwässerung, Variante A und B (Skizze)	19
Abbildung 3-9:	Grundstück GW_1001.....	20
Abbildung 3-10:	Verkehrsflächen des Plangebietes der Variante 2	21
Abbildung 3-11:	Aufteilung der Grundstücksflächen Variante 2	22
Abbildung 3-12:	Maßnahmen der Variante 2 auf Quartiersebene	24
Abbildung 3-13:	Alternative Ableitung des Drosselabflusses aus dem Mulden-Rigolen-System für die Variante 2	25
Abbildung 4-1:	Mulden-Rigolen-System (Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH)	26
Abbildung 4-2:	Zulauf und Mulde Bornsedter Feld (BlueGreenStreets)	26
Abbildung 4-3:	Beispiel einer dezentralen Straßenentwässerung eines Quartiers (Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH)	27
Abbildung 4-4:	Geplanter Wasserplatz bei unterschiedlichen Wasserständen (Benden J. 2014)	27
Abbildung 4-5:	Extensives Gründach: Alexa, Berlin (Riechel, M. et al. 2017)	28
Abbildung 4-6:	Intensives Gründach: DRK-Klinik Westend, (Riechel, M. et al. 2017)	28
Abbildung 4-7:	Fassadenbegrünung (NABU)	29
Abbildung 4-8:	Fassadenbegrünung (NABU)	29
Abbildung 4-9:	Zisterne mit Wasserstandssensor (Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH 2022)	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	KOSTRA Niederschlagsdaten	10
Tabelle 3-2:	Abflussspende natürliche Fläche Forstbach	10
Tabelle 3-3:	Richtungsbezogene KFZ-Tagesbelastung im Quell- / Zielverkehr: Variante 1, Szenario HIGH	11
Tabelle 3-4:	Richtungsbezogene KFZ-Tagesbelastung im Quell- / Zielverkehr: Variante 2, Szenario HIGH	11
Tabelle 3-5:	Erforderliches Volumen aus den Verkehrsflächen Variante 1	13
Tabelle 3-6:	Erforderliches Volumen für das Grundstück GW_1001	15
Tabelle 3-7:	Tiefe der Mulde für verschiedene Jährlichkeiten Variante 1	17
Tabelle 3-8:	Bereitzustellende Volumen der Grundstücksfläche 1001	20
Tabelle 3-9:	Erforderliches Volumen aus den Verkehrsflächen Variante 2	22
Tabelle 3-10:	Erforderliches Volumen für das Grundstück 2001 Variante 2	23
Tabelle 3-11:	Tiefe der Mulde für verschiedene Jährlichkeiten Variante 2	24

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge der neuen gewerblichen Entwicklung des Flughafens Essen/Mülheim soll ein nachhaltiges Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung entstehen. Für den ausgewählten Entwurf des städtebaulichen Konzepts (von rheinflügel severin mit NU-WELA) soll eine tragfähige Entwässerungskonzeption entsprechend des Leitbildes der wassersensiblen Stadt- und Freiraumentwicklung erstellt werden. Das Konzept soll die Darstellung von Abkopplungs-, Ableitungs- und Rückhaltemaßnahmen im Plangebiet inkl. einer Vordimensionierung der zu planenden Entwässerungsmodule beinhalten.

Die Umsetzung des Konzeptes soll für zwei Varianten erfolgen. Für beide Varianten soll ein tragfähiges Konzept erarbeitet werden. Die bereits in der Umsetzung bzw. im Bauplan verankerten Entwicklungen „Büro- und Gewerbepark am Flughafen – H17“, wie die bereits vorhandenen RKB/RRB Forstbach und RKB/RRB Ru(h)mbach, sind in dem Konzept zu berücksichtigen oder ggf. in dieses zu integrieren.

Weitere Grundlageninformationen – die bereits in dem im Rahmen des Wettbewerbs erstellten Gutachten erarbeitet wurden – sind ebenfalls heranzuziehen.



Abbildung 1-1: Untersuchungsgebiet Gewerbepark am Flughafen Essen/Mülheim (© rheinflügel severin)

Ziel des Vorhabens ist es, ein nachhaltiges Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung der gesetzlichen wasserwirtschaftlichen Anforderungen zu entwickeln. Eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung mit einer Minimierung der Niederschlagsabflüsse wird angestrebt. Entsprechend des Leitbildes der wassersensiblen Stadtentwicklung wird eine oberirdische Regenwasserentwässerung vorgesehen; Konflikte mit dem Flugbetrieb (z. B. durch offene Wasserflächen) sollen jedoch vermieden werden.

Die im Rahmen des Entwässerungskonzeptes berücksichtigten Entwässerungsmodule sollten konkret verortet und anhand der abflusswirksamen Flächen vordimensioniert werden. Die Maßnahmen sind dabei auf ihre Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu überprüfen und ggf. mit Planungsalternativen zu hinterlegen.

2 Bestandssituation

2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der Flughafen Essen/Mülheim befindet sich im südwestlichen Teil des Ruhrgebietes auf der Grenze der Städte Mülheim an der Ruhr im Westen und Essen im Osten. Die Autobahn A52 verläuft südlich des Geländes (s. Abbildung 2-1).

Das gesamte Gelände des Flughafens umfasst eine Größe von rund 140 ha. Der Flughafen verfügt über eine ca. 1.550 m lange versiegelte Start- und Landebahn. Auf dem umliegenden Gelände befinden sich Grasflächen, die bis auf die Sicherheitsstreifen und das Segelfluggelände landwirtschaftlich bewirtschaftet werden (Grünland). Das Relief des Geländes ist als sehr eben zu beschreiben, die umgebene Topographie ist hingegen sehr uneben.

Im Nordwesten des Flughafens fließen der Forstbach, im Nordosten der Ru(h)mbach und im Süden die Rossenbeck und der Rohmbach, die alle im Westen in die Ruhr münden.

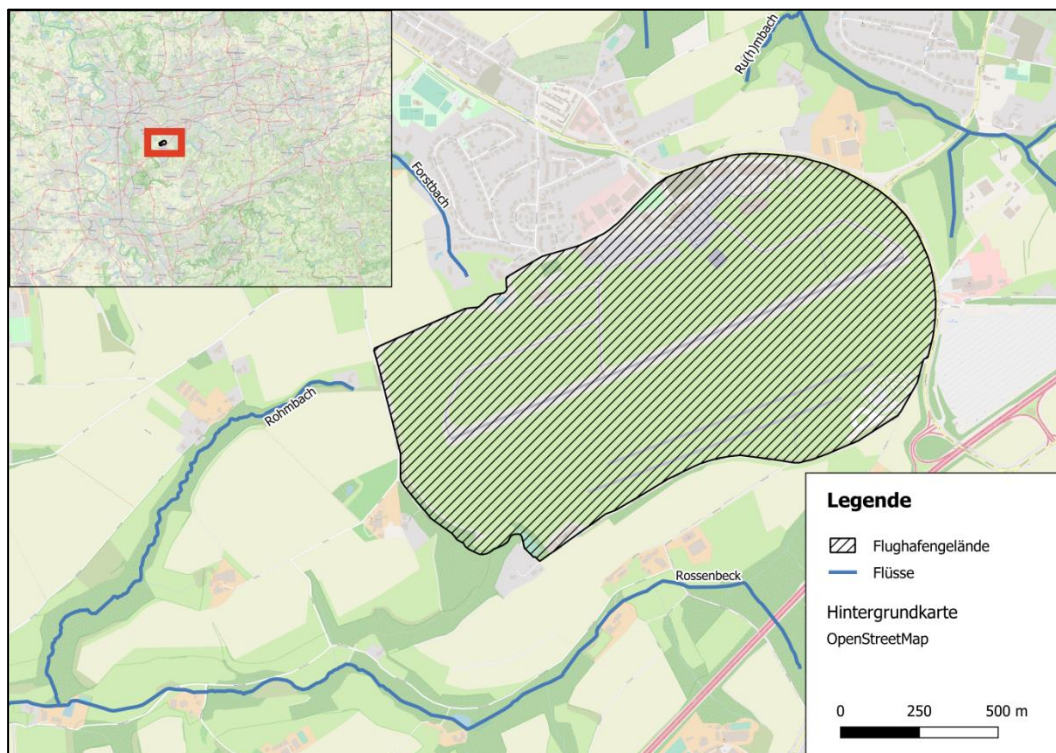


Abbildung 2-1: Übersichtsplan

2.2 Aktuelle Entwässerungssituation

Nach den vorliegenden Unterlagen verfügt der Flughafen Essen/Mülheim über ein umfangreiches Entwässerungssystem mit unterirdischen Kanälen, die das Niederschlagswasser der Start- und Landebahnen und der Rollwege sowie das Sickerwasser aus den Grünflächen erfassen. Das über das NW-Entwässerungssystem gesammelte Niederschlagswasser wird in zwei kombinierte Regenklär- und Regenrückhaltebecken geleitet. Die Einleitung erfolgt gedrosselt in den Forstbach bzw. den Ru(h)mbach. Der gedrosselte Abfluss in den Forstbach beträgt 75 l/s, in den Ru(h)mbach 26,25 l/s. Die Lage der RKB/RRB sind der Abbildung 2-2 zu entnehmen.

Die vorhandenen Drainagen liegen ungefähr in einer Tiefe von 4 m unter der Geländeoberkante (s. Abbildung 2-2). Da der Verdacht besteht, dass über die Drainagen ein Eintrag von Schadstoffen aus den Schlacken unter den Betriebsflächen des Flugplatzes in die

Niederschlagswasserkanalisation erfolgt, wurden sie nach Angabe der Flughafengesellschaft verschlossen, um den ggf. erfolgenden Schadstoffeintrag zu stoppen.

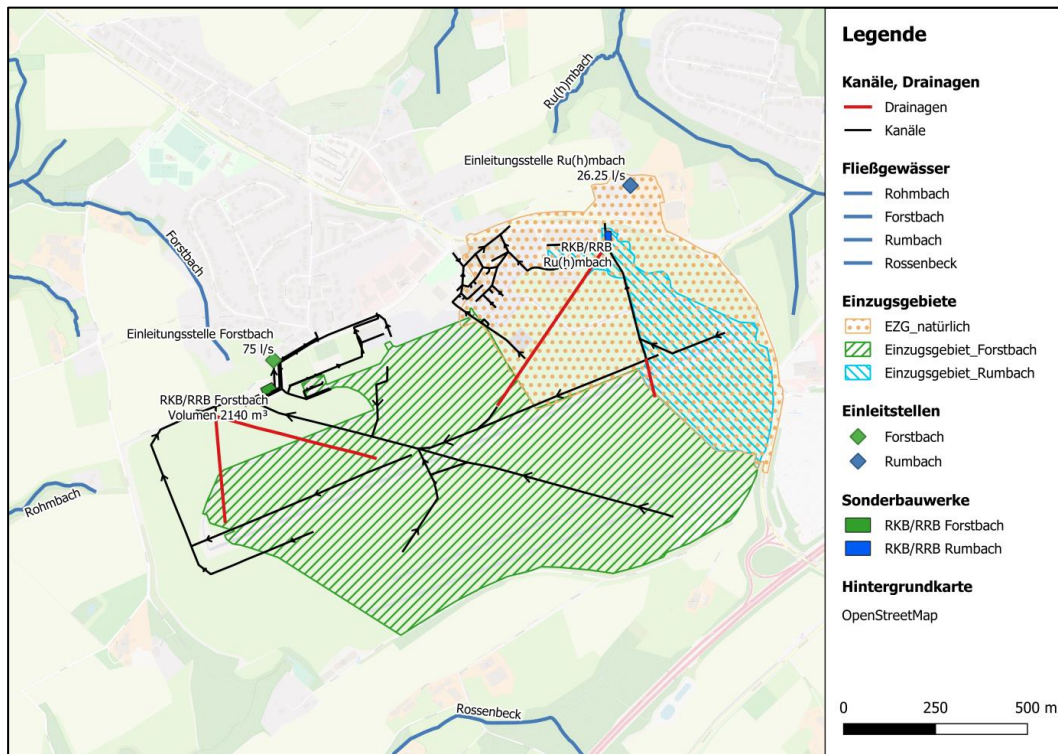


Abbildung 2-2: Aktuelle Entwässerungssituation

2.3 Untergrundverhältnisse

Die Untergrundverhältnisse wurden mittels einer geotechnischen Felduntersuchung durch die Firma Terratec GmbH untersucht und werden im Folgenden kurz erläutert. Eine detaillierte Beschreibung ist der *Gutachterlichen Einschätzung zur Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser im Rahmen des Masterplanprozesses zur Nachnutzung des Flughafens Essen/Mülheim* (Dr. Papadakis GmbH, Hydrotec 2020) zu entnehmen.

Die durchgeführten Rammkernsondierungen im Untersuchungsraum zeigten zum überwiegenden Teil Auffüllungen mit umgelagerten Boden-/ Felsbruchmaterial sowie deutlichen Bauschutt- und Aschen-/ Schlackenanteilen mit einer Schichtdicke von 1,0 m bis zu 7,0 m.

In den Bereichen ohne Auffüllungen sowie im Liegenden der Auffüllungen stehen lokal geringmächtige Lösslehme mit einer Mächtigkeit von unterhalb 1 m im zentralen Bereich und bis zu 2 m Mächtigkeit im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes an.

Im Liegenden der quartären Sedimente bzw. vereinzelt auch unmittelbar unterhalb der Auffüllung stehen meist hellbraune, rotbraune bis graubraune, z.T. sandige Ton- und Siltsteine der Ziegelschiefer und Grauwacken Zone an. Lokal sind diese oberflächig (1 m – 2 m) verwittert.

2.3.1 Grundwasserverhältnisse

Bis zu einer max. Endtiefe von 8,8 m wurde während der Rammkernsondierungen kein zusammenhängendes, oberflächennahes Grundwasservorkommen angetroffen.

Lokal sind geringmächtige Stauwasserhorizonte über z. B. stark bindigen Teilen innerhalb der Auffüllung oder an der Basis der Auffüllungen oberhalb der bindigen Lösssedimente zu erwarten. Dies tritt insbesondere zur regenreichen Jahreszeit auf.

2.3.2 Schadstoffe

Untersuchungen durch den Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. aus dem Jahr 2019 an Sickerwasser- und Bodenproben zeigten Auffälligkeiten und deuten auf ein Vorhandensein von Altlasten hin. Insgesamt wurden an unterschiedlichen Stellen Sickerwasserproben entnommen und durch das Bergische Wasser- und Umweltlabor der BTV GmbH analysiert. Dabei konnten acht Überschreitungen der Prüfwerte nach BBodSchV festgestellt werden. Es gab sechs Überschreitungen der Prüfwerte für Fluorid und je eine Überschreitung für Blei und PAK. Weitere Untersuchungen nach BBodSchV zeigten keine Hinweise auf Belastungen mit anderen Stoffen oder Stoffgruppen.

Zur weiteren Untersuchung des Untergrundes wurden insgesamt sechs Punkte für einen Baggerschurf ausgesucht. Die Lage der Schürfe liegt außerhalb des Untersuchungsgebietes der Variante 1. Für die zweite Variante liegen die Schürfe 2 und 6 innerhalb des Bereiches. Schurf 2 weist hohe PAK-Werte auf. Die Bodenprobe aus Schurf 6 zeigt vereinzelte eingestreute Fremdbestandteile (Schlacken) im natürlichen Boden. Auch an dieser Stelle liegen bereits Belastungen vor.

Neben Schürfen sind ebenfalls 47 Rammkernsondierungen im Untersuchungsgebiet der Variante 1 durchgeführt worden. Die chemischen Analyseergebnisse zeigten auffällige Stoffgehalte, insbesondere für die Parameter Blei, Zink und PAK nach US-EPA, die häufig oberhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV (1999) bzw. lokal auch oberhalb der Beurteilungswerte nach HLUG (2001). So kann eine Gefährdung, insbesondere für den Wirkungspfad Boden – Sickerwasser – Grundwasser nicht ausgeschlossen werden.

2.4 Kampfmittel

Auf dem gesamten Gelände des Flughafens Essen/Mülheim muss mit Blindgängern aus dem 2. Weltkrieg gerechnet werden. Bei allen Arbeiten im Boden ist daher zu beachten, dass zunächst eine Freigabe durch den zuständigen Munitionsräumdienst erfolgen muss. Die Lage der Kampfmittelverdachtsflächen ist in Abbildung 2-3 dargestellt (Gutachterlichen Einschätzung zur Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser im Rahmen des Masterplanprozesses zur Nachnutzung des Flughafens Essen/Mülheim, Dr. Papadakis GmbH, Hydrotec 2020).

Mit Beeinträchtigungen der geplanten Bauvorhaben ist zu rechnen.

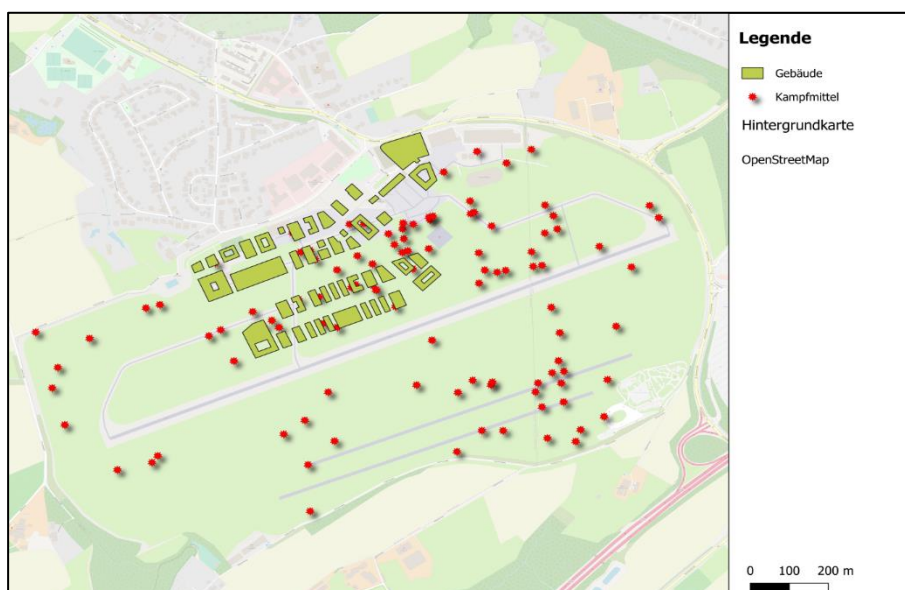


Abbildung 2-3: Lage der Kampfmittel

3 Entwässerungskonzept

3.1 Grundsätzliches

Wie den Erläuterungen aus den vorangegangenen Kapiteln entnommen werden kann, ist eine Versickerung des Niederschlagswassers in den Untergrund nicht möglich.

Daher basiert das Entwässerungskonzept grundsätzlich auf der Rückhaltung und gedrosselter Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers. Die Rückhaltemaßnahmen sind zu einem großen Teil oberirdisch – in Kombination mit Bepflanzung – konzipiert, um eine positive Wirkung für das Mikroklima im Quartier zu bewirken.

Das Niederschlagswasser des gesamten Einzugsgebiets wird auf den potenziell natürlichen Abfluss (siehe Kapitel 3.2) gedrosselt und in den Forstbach abgeleitet.

Die Erforderlichkeit einer Behandlung (Reinigung) des Niederschlagswassers vor Einleitung in den Forstbach ist von der Nutzung abhängig. Die Grundlagen für die Bemessung sind in Kapitel 3.3 beschrieben.

In den Kapiteln 3.4 und 3.5 werden die Entwässerungskonzepte für die Variante 1 und Variante 2 genauer erläutert. Für die jeweilige Variante ist die Ermittlung der anfallenden Niederschlagswasser sowie die Bemessung des Entwässerungssystems getrennt für die Verkehrsflächen (öffentlich) und Grundstück (privat) behandelt.

3.2 Ermittlung der potenziell natürlichen Abflüsse

Für die Beurteilung der zulässigen Einleitungen in die an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Gewässer ist die Ermittlung der potenziell natürlichen Abflüsse (ohne Berücksichtigung von Bebauung) erforderlich. Dafür wurde die Abflussspende aus dem unbefestigten Gebiet des Forstbachs bestimmt.

Zur Ermittlung der potenziell natürlichen Abflüsse aus dem Einzugsgebiet wurde das Niederschlag-Abfluss-Modell NASIM (Version 5.4) verwendet.

NASIM ist ein seit vielen Jahren bewährtes Niederschlag-Abfluss-Modell. Es wurde mit der Zielsetzung entwickelt, die traditionelle Verwendung von unterschiedlichen Kurz-, Mittel- oder Langzeitmodellen aufzugeben. Das Modell bietet die Möglichkeit, die wesentlichen Aufgaben der deterministischen Hydrologie mit einem einzigen Modell zu bearbeiten. Dies wird durch die Abbildung aller wesentlichen Teilkomponenten des hydrologischen Kreislaufs und entsprechende programmtechnische Steuerungsoptionen ermöglicht.

Das Niederschlag-Abfluss-Modell wurde für die Ermittlung der Abflüsse für verschiedene Wiederkehrhäufigkeiten mit Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD 2010R) belastet. Es wurden hier nicht die neueren KOSTRA-DWD 2020 Daten verwendet, da die älteren KOSTRA-DWD 2010R Daten höhere Niederschlagswerte anzeigen (vgl. Tabelle 3-1) und das „Worst-Case-Szenario“ betrachtet werden soll. Die Niederschlagsdaten wurde auch für die Ermittlung der Niederschlagsabflüsse aus den bebauten Flächen und zur Bemessung der Rückhaltesysteme herangezogen.

Tabelle 3-1: KOSTRA Niederschlagsdaten

	KOSTRA-DWD	
	2010R	2020
Tn	mm	mm
1	10,3	9,7
2	12,8	11,8
5	16	14,7
10	18,5	17
20	21	19,5
30	22,4	21,1
50	24,2	23,2
100	26,7	26,2

Die mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell berechneten Abflussspenden aus dem unbefestigten Gebiet (potenziell natürlich) des Forstbachs können der nachfolgenden Tabelle 3-2 entnommen werden.

Tabelle 3-2: Abflussspende natürliche Fläche Forstbach

Abfluss natürliche Fläche Forstbach	
Tn	Qnat l/(s*ha)
1	1,87
2	2,77
5	4,43
10	5,79
20	7,15
30	7,91
50	8,89
100	10,25

3.3 Behandlung des Niederschlagswassers

3.3.1 Abschätzung des Verkehrsaufkommens

Im Zuge der Erstellung des Rahmenplanes wurde eine Abschätzung des Verkehrsaufkommens bei der Entwicklung des Gewerbegebietes am Flughafen Essen/Mülheim durchgeführt. Hierbei wurden zwei Varianten betrachtet und ausgearbeitet.

In der Studie wurden die beiden Szenarien „LOW“ und „HIGH“ betrachtet. Beim Szenario „LOW“ wird von einer mäßigen Flächenintensität ausgegangen, indem eine Bebauung von 60 % der Grundstücksfläche mit einer 1,5-geschössigen Bauweise zugrunde gelegt wird. Beim Szenario „HIGH“ wird hingegen eine 2,5-geschossige Bauweise als Ausgangsbasis herangezogen. Angesichts der planerischen Zielvorstellungen erscheint es sinnvoll, das Szenario „HIGH“ für die weitere Abschätzung des Verkehrsaufkommens heranzuziehen.

Basierend auf den vorgenannten Nutzungsszenarien wurde unter Berücksichtigung einer gewissen Spannbreite, insbesondere hinsichtlich der zu erwartenden Kundenzahl ein zu erwartendes Verkehrsaufkommen ermittelt. Hierbei wurde generell ein MIV-Anteil von 70 % angenommen, der Besetzungsgrad bei den Beschäftigten wird mit 1,1 Personen pro PKW und bei den Kunden mit 1,3 Personen pro PKW berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4 zeigen das Ergebnis der Prognose.

Berücksichtigt man die Summe der Maximalwerte für die Variante 1, so kommt man auf mehr als 15.000 KFZ/Tag. Für die Variante 2 sind es 35.000 KFZ/Tag.

Tabelle 3-3: Richtungsbezogene KFZ-Tagesbelastung im Quell- / Zielverkehr: Variante 1, Szenario HIGH

Nutzung	Gewerbliche Nutzung							
	Beschäftigten-V.		Kunden-Verkehr		Güter-Verkehr		Quell-/Zielverkehr	
	Pkw		Pkw		Lkw		Kfz	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Produktion	119	142	5	47	88	88	212	277
Handwerk	259	370	74	148	28	219	361	737
Dienstl.	1.955	2.073	118	1.179	22	876	2.095	4.128
Handel	169	212	6.388	9.581	55	219	6.612	10.012
Summe	2.502	2.797	6.585	10.955	193	1.402	9.280	15.154

Tabelle 3-4: Richtungsbezogene KFZ-Tagesbelastung im Quell- / Zielverkehr: Variante 2, Szenario HIGH

Nutzung	Gewerbliche Nutzung							
	Beschäftigten-V.		Kunden-Verkehr		Güter-Verkehr		Quell-/Zielverkehr	
	Pkw		Pkw		Lkw		Kfz	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Produktion	276	331	11	110	204	204	491	645
Handwerk	604	862	172	344	64	510	840	1.716
Dienstl.	4.552	4.828	275	2.746	51	2.040	4.878	9.614
Handel	394	493	14.875	22.313	55	219	15.324	23.025
Summe	5.826	6.514	15.333	25.513	374	2.973	21.533	35.000

3.3.2 Gewählte Maßnahmen

Abhängig davon, auf welchen Flächen das Niederschlagswasser anfällt, besteht gemäß den Vorgaben des Trennerlasses (MULNV 2004) eine Behandlungsbedürftigkeit.

Im Trennerlass wird zwischen „unbelastetem Niederschlagswasser“, „schwach belastetem Niederschlagswasser“ und „stark belastetem Niederschlagswasser“ unterschieden. „Unbelastetes Niederschlagswasser“ kann grundsätzlich immer ohne Vorbehandlung in Oberflächen-gewässer eingeleitet werden. „Schwach belastetes Niederschlagswasser“ bedarf gemäß Trennerlass in Ausnahmefällen (z. B., wenn eine unerhebliche Belastung durch sauerstoffzehrende Substanzen und Nährstoffe sowie eine geringe Belastung durch Schwermetalle und organische Schadstoffe vorliegt) keiner Behandlung. „Stark belastetes Niederschlagswasser“ bedarf grundsätzlich einer Behandlung.

Der Trennerlass sieht für die Reinigung der Niederschlagsabflüsse Abscheider, Regenklärbecken oder Bodenfilter vor. Alternativ kann die Reinigung jedoch auch über gleichwertige technische Systeme mit Zulassung des DiBt (Deutsches Institut für Bautechnik) erfolgen.

Die Verkehrsflächen im Untersuchungsgebiet sind mit einer Verkehrsbelastung von mehr als 15.000 KFZ/Tag (Variante 1) in die Kategorie III „stark belastetes Niederschlagswasser“ einzuordnen (s. Abbildung 3-1). Somit muss das Niederschlagswasser grundsätzlich gesammelt, abgeleitet und einer geeigneten Abwasserbehandlung oder der zentralen Kläranlage zugeführt werden.

Herkunftsbereich des Niederschlagsabflusses	Art der zu erwartenden Belastung				
	Mineralöl- Kohlenwas- serstoffe	sauerstoffzeh- rende Sub- stanzen, Nähr- stoffe		Schwermetall- e, organische Schadstoffe	
		partiku- lär	ge- löst	parti- kulär	ge- löst
Flächen, auf denen mit wassergefährdenden Stoffen i. S. des § 19 g Abs. 5 WHG umgegangen wird, z. B. Lager-, Abfüll- und Umschlagplätze für diese Stoffe	+++	+	+++	+++	+++
Flächen, auf denen mit Jauche und Gülle, Stallung oder Silage umgegangen wird, z. B. Lager-, Abfüll- und Umschlagplätze für diese Stoffe		+++	+++		
Flächen mit starkem Kfz-Verkehr (fließend und ruhend), z. B. Hauptverkehrsstraßen, Fernstraßen sowie Großparkplätze als Dauerparkplätze mit häufiger Frequentierung	++			++	+
Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten, soweit nicht unter Kategorie II fallend	++	+	+	+	+
Flächen mit großen Tieransammlungen, z. B. Viehhaltungsbetriebe, Reiterhöfe, Schlachthöfe, Pelztierfarmen	+	+++	+++		
Start- und Landebahnen von Flughäfen im Winterbetrieb (Enteisung) sowie Flächen, auf denen eine Betankung oder Enteisung oder Wäsche der Flugzeuge erfolgt	+++		+++	+	+
Befestigte Gleisanlagen			++		+++
Verkehrsflächen von Abwasserbehandlungs- und Abfallentsorgungsanlagen (z. B. Deponiegelände, Umschlaganlagen, Kompostierungsanlagen, Zwischenlager)	+	++	++	++	++
Flächen zur Lagerung und Zwischenlagerung industrieller Reststoffe und Nebenprodukte, von Recyclingmaterial, Asche	+	+	+	++	++

Abbildung 3-1: Belastung des Niederschlagswassers nach Trennerlass (MULNV 2004)

Die Reinigung des behandlungsbedürftigen Regenwassers im Untersuchungsgebiet soll über den Durchlauf der Bodenpassage in der Mulde des Mulden-Rigolen-Systems (s. Kapitel 3.1) erfolgen. Sollte eine zusätzliche Reinigung erforderlich sein, so kann diese vor Einleitung in den Forstbach in einem Reinigungsschacht oder in der Zulaufleitung beispielsweise durch eine SediPipe erfolgen. Die SediPipe kann in dem Zulaufkanal zum Forstbach integriert werden.

3.4 Entwässerungskonzept Variante 1

3.4.1 Abflüsse aus dem Plangebiet - Variante 1

Für die Beurteilung der zulässigen Einleitung in den Forstbach sind zusätzlich zur Ermittlung der potenziell natürlichen Abflüsse auch die Zuflüsse aus den Verkehrsflächen sowie die der einzelnen Grundstücke erforderlich.

Zunächst wurden hierfür die Verkehrsflächen der Variante 1 bestimmt (s. Abbildung 3-2). Insgesamt sind das 4,6 ha.

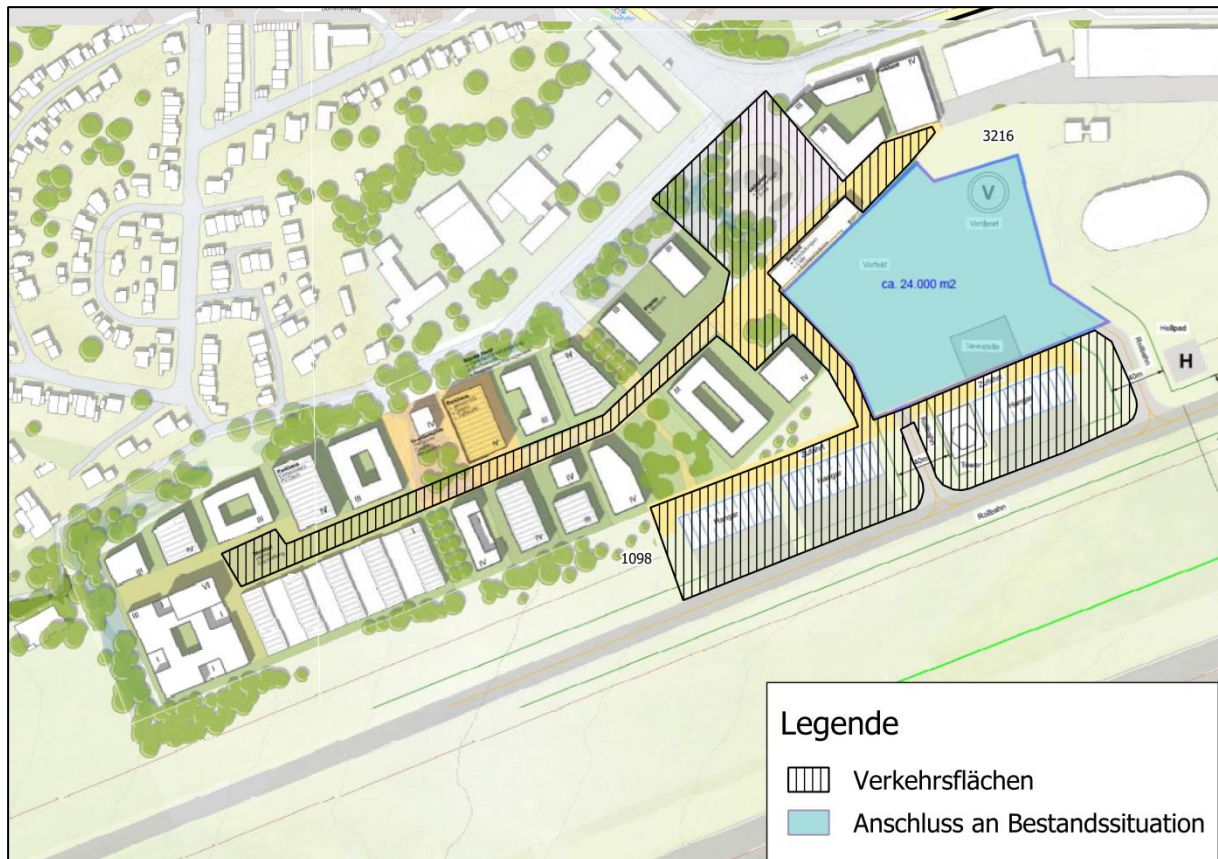


Abbildung 3-2: Verkehrsflächen des Plangebietes der Variante 1

Für die Einleitung in den Forstbach ist eine gedrosselte Einleitung erforderlich.

Die Drosselung soll auf die natürliche Abflussspende eines einjährigen Ereignisses ($1,87 \text{ l/s*ha}$ für $T_n=1$, s. Tabelle 3-2) reduziert werden, was eine Drosselmenge von $8,6 \text{ l/s}$ ($1,8 \text{ l/s*ha} * 4,6 \text{ ha}$) ergibt. Das überschüssige Niederschlagswasser muss in den Mulden und Rigolen des Systems zurückgehalten werden. In der nachfolgenden Tabelle 3-5 sind die erforderlichen Volumen für die Verkehrsflächen für die einzelnen Jährlichkeiten aufgelistet.

Tabelle 3-5: Erforderliches Volumen aus den Verkehrsflächen Variante 1

Straßenabfluss	
T_n	m^3
1	475
2	590
5	743
10	859
20	974
30	1.041
50	1.126
100	1.242

Zusätzlich zu den Verkehrsflächen wurden auch die Abflüsse aus den einzelnen Grundstücken bestimmt. Dafür wurde die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes der Variante 1 in 20 Teilgebiete (GW_1001 bis GW_1020) aufgeteilt (s. Abbildung 3-3).

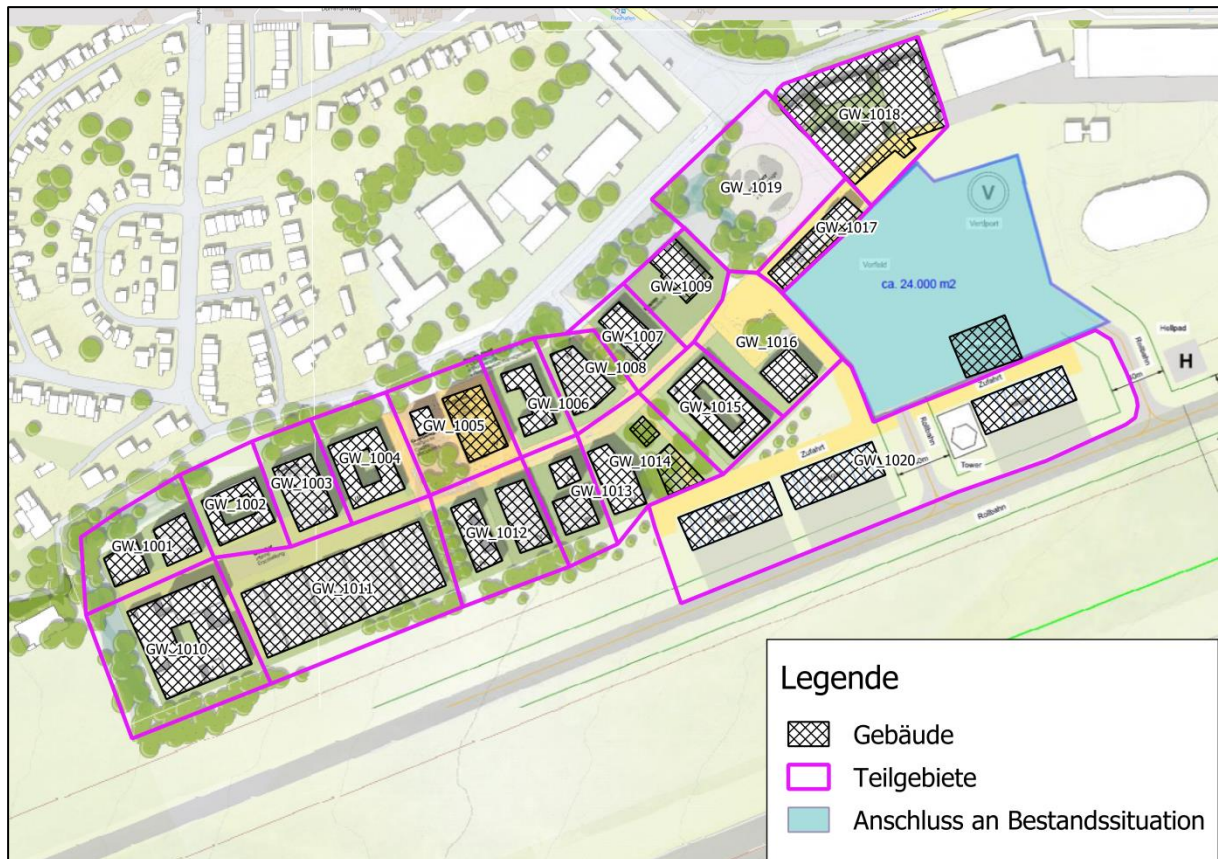


Abbildung 3-3: Aufteilung der Grundstücksflächen Variante 1

Für die Ermittlung des abzuleitenden Niederschlagswassers der Grundstücke GW_1001 bis GW_1020 wurde angenommen, dass die Dachflächen als Retentionsgründach ausgebildet werden. Für die Zufahrtswege wurden 90 % Versiegelung berücksichtigt, für die übrige Fläche wurde ein Versiegelungsgrad von 50 % angenommen.

Für die Ermittlung des zurückzuhaltenden Niederschlagsabflusses ergaben sich somit die folgenden Abflussbeiwerte:

- Straßenflächen: 0,9
- Retentionsgründach: 0,1
- Restliche Grundstücksfläche: 0,5 (80 % befestigt mit Abflussbeiwert 0,6 - 0,7)

Die Ableitung der Niederschlagsabflüsse aus den einzelnen Grundstücken soll über das System zur Straßenableitung erfolgen. Dabei ist das Regenwasser aus den Verkehrsflächen ggf. vor Ableitung zu reinigen (z. B. in einem Reinigungsschacht). Auch das Niederschlagswasser der Grundstücke hier ist vor Einleitung in den Forstbach auf die natürliche Abflusspende zu drosseln.

In der nachfolgenden Tabelle 3-6 sind die erforderlichen Rückhaltevolumina beispielhaft für die Grundstücksfläche GW_1001 für die einzelnen Jährlichkeiten aufgelistet. Die erforderlichen Volumina der weiteren Grundstücke sind dem Anhang 1 zu entnehmen.

Tabelle 3-6: Erforderliches Volumen für das Grundstück GW_1001

Grundstück GW_1001	
Tn	m³
1	30
2	37
5	46
10	53
20	60
30	64
50	70
100	77

3.4.2 Verkehrsflächen (öffentlich)

Im Bereich des Quartieres ist für die Entwässerung der öffentlichen Verkehrsflächen ein Mulden-Rigolen-System in Verbindung mit einer multifunktionalen Fläche vorgesehen. Da keine Versickerung möglich ist (siehe Kapitel 2.3), werden die Rigolen abgedichtet und das Niederschlagswasser wird gedrosselt in den Forstbach eingeleitet.

Das Mulden-Rigolen-System soll mittig der Anbindungsstraße errichtet werden (s. Abbildung 3-4). Es kann so erstellt werden, dass es in einigen Bereichen überfahrbar ist. Eine mögliche Umsetzung zeigen die Beispiele in Kapitel 4.

Auf dem Multifunktionsplatz im nördlichen Bereich des Gewerbegebietes soll eine Muldenfläche entstehen, in der sich im Starkregenfall das Wasser von den angrenzenden Flächen sammeln kann. Eine Ableitung des Wassers soll im Freigefälle über das Mulden-Rigolen-System erfolgen. Um das erforderliche Fließgefälle sicherzustellen, sollte die Ableitung am Geländetiefpunkt der multifunktionalen Fläche angeordnet werden. Im Trockenwetterfall ist die multifunktionale Fläche nicht wasserführend und kann anderweitig genutzt werden. Eine mögliche Umsetzung zeigen die Beispiele in Kapitel 4.

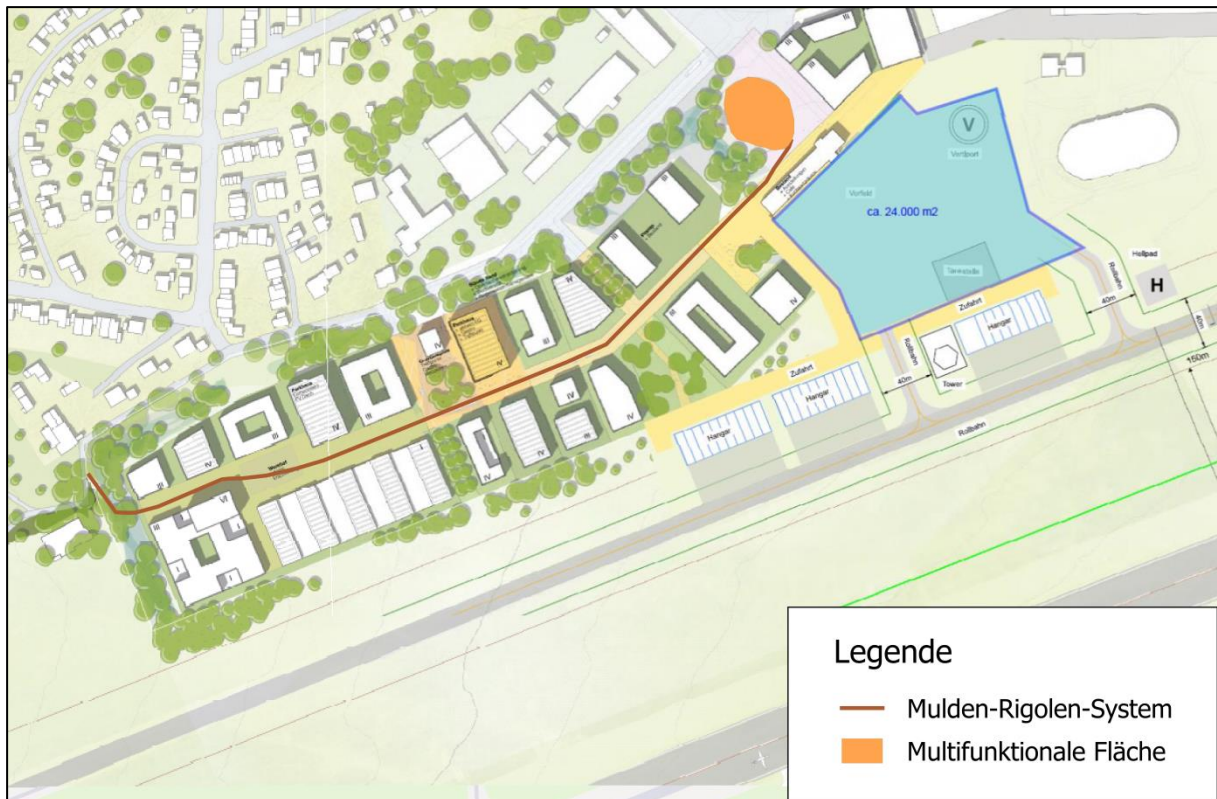


Abbildung 3-4: Maßnahmen der Variante 1 auf Quartiersebene

3.4.2.1 Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems

Die Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems erfolgt in Anlehnung an DWA-A138 (DWA 2005). Die jährliche Überschreitungshäufigkeit des Versagens eines Mulden-Rigolen-Systems wurde in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde auf 1-mal in 100 Jahren festgelegt. Das geplante System soll sich entlang der geplanten Verkehrsfläche im Zentrum des Industriegebietes erstrecken und aus mehreren Rigolen bestehen. Zwischen den einzelnen Rigolen sind Drosselschächte anzuordnen, die den Abfluss entsprechend der Erfordernisse an die Regenrückhaltung regulieren (s. Abbildung 3-5). Sämtliche Rigolen sollen mit Spülrohren ausgestattet sein, die bei Bedarf gereinigt werden können.

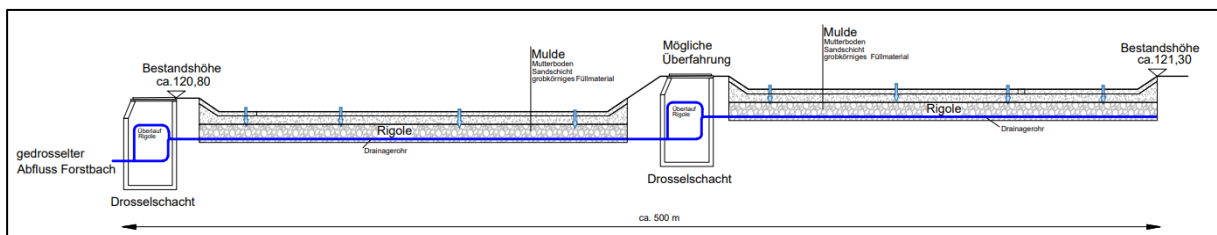


Abbildung 3-5: Längsschnitt des Mulden-Rigolen-Systems (Skizze)

Bei der Planung der Verkehrsfläche ist die Integration von Grünflächen zu beachten. Diese Grünflächen sollen als Mulden auf einer Länge von insgesamt ca. 500 m und einer Breite von ca. 3 m ausgebildet werden. Sie werden an den Seiten abgeboischt. Die benötigten Tiefen sind entsprechend der Jährlichkeiten zu wählen. Mit den angenommenen Grundlagendaten (Flächen/Volumen) liegt die erforderliche Tiefe hier bei 0,83 m, um das benötigte Volumen bis zu einem 100-jährlichen Ereignis aufnehmen zu können (s. Tabelle 3-7).

Die Höhenlage erlaubt eine Ableitung im Freigefälle. Höher liegende Geländeabschnitte können über verrohrte Abschnitte überwunden werden (Beispiel „Überführung“ in Abbildung 3-5).

Die genaue Anordnung der offenen und geschlossenen Ableitung ist im Zuge der Straßenplanung festzulegen.

Tabelle 3-7 Die Höhenlage erlaubt eine Ableitung im Freigefälle. Höher liegende Geländeabschnitte können über verrohrte Abschnitte überwunden werden (Beispiel „Überfahung“ in Abbildung 3-5). Die genaue Anordnung der offenen und geschlossenen Ableitung ist im Zuge der Straßenplanung festzulegen.

Tabelle 3-7: Tiefe der Mulde für verschiedene Jährlichkeiten Variante 1

Tiefe der Mulde	
Tn	m
1	0,32
2	0,40
5	0,50
10	0,58
20	0,65
30	0,70
50	0,76
100	0,83

Das Regenwasser eines in der Planung festzulegenden Abschnittes fließt in die dafür vorgesehene Mulde, wird dort für einen kurzen Zeitraum zurückgehalten und versickert über die bepflanzte Bodenzone in die darunter liegende Rigole (siehe Abbildung 3-6).

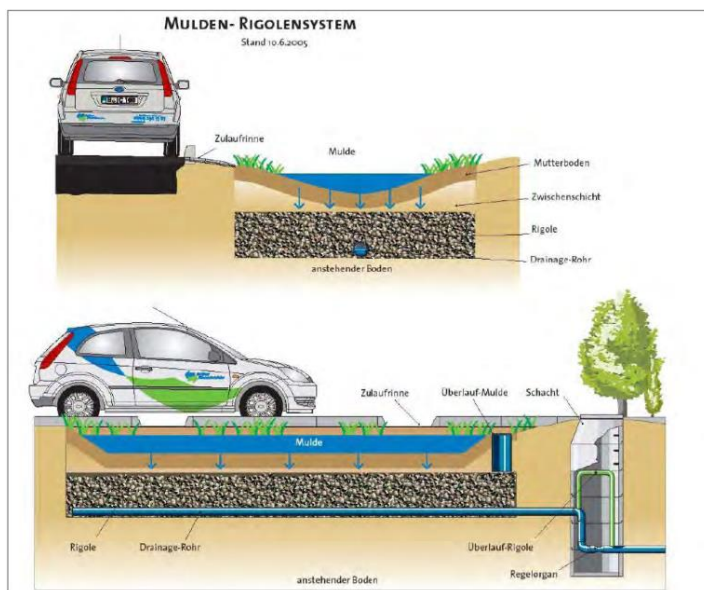


Abbildung 3-6: Prinzipskizze eines Mulden-Rigolen-Systems (Grafik: Berliner Wasserbetriebe)

Jede Mulde erhält einen Muldenüberlauf, der dafür sorgt, dass bei höherem Niederschlagswasseranfall die maximale Einstauhöhe nicht überschritten wird und das Wasser über den Muldenüberlauf direkt in die darunter liegende Rigole fließen kann. Die Mulden sind entsprechend des Regelquerschnittes für das Mulden-Rigolen-System auszubilden. Entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (DWA 2005) ist zunächst ein Oberboden von mindestens 10 cm Stärke einzubringen, der als belebte Bodenschicht für die Reinigung des Straßenwassers sorgt. Darunter ist bis auf Höhe der Rigolen eine ebenfalls mindestens 10 cm mächtige Sandschicht einzubauen, die einen Durchlässigkeitsbeiwert von mindestens $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s aufweisen muss. Damit wird gewährleistet, dass das Wasser ausreichend schnell in die Rigole unter

der Mulde versickert. Die Rigolen sind abgedichtet und dienen ausschließlich der Regenrückhaltung, da eine Versickerung aufgrund der Bodenbeschaffenheit nicht möglich ist (siehe Kapitel 2.3).

Die Lage der geplanten Rigolen kann erst mit einer genauen Verkehrsplanung erfolgen. Wir schlagen Kunststoffboxen als Rigolen vor, da diese eine maximale Speicherkapazität aufweisen. Sämtliche Rigolen sind mit sog. Spülrohren auszustatten, die bei Bedarf von den Drosselschächten aus gereinigt werden können. Des Weiteren werden Schächte auf einzelne Rigolenboxen aufgesetzt, die als Muldenüberlauf dienen. Die Drosselschächte sind jeweils zwischen den einzelnen Rigolen angeordnet, die Drosseleinstellung richtet sich nach der jeweils angeschlossenen Fläche und dem zur Verfügung stehenden Volumen in dem betrachteten Teilabschnitt. Eine Drosselung vor Einleitung in den Forstbach ist mit 8,7 l/s sicherzustellen.

3.4.2.2 Bemessung der multifunktionalen Fläche

Die multifunktionale Fläche auf der nördlichen Verkehrsfläche soll eine ungefähre Größe von 2.300 m² bekommen. Bei einer nutzbaren Tiefe von 0,2 m könnte bei Starkregen ein zusätzliches Retentionsvolumen von 460 m³ aktiviert werden. Die Abbildung zeigt beispielhaft eine multifunktionale Fläche aus dem Leitfaden der Stadtentwässerungsbetriebe Köln für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln kurz nach einem Regenereignis. In Kapitel 4 sind weitere Beispiele der Ausgestaltung dargestellt.



Abbildung 3-7: Beispiel einer multifunktionalen Fläche aus dem Leitfaden der Stadtentwässerungsbetriebe Köln für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln

3.4.3 Grundstücke (privat)

Grundsätzlich soll das Niederschlagswasser auf den Grundstücken bis zu einem 100-jährlichen Ereignis zurückgehalten werden. Die Entwässerung der einzelnen Grundstücke soll über Rückhaltung z. B. in Form von Zisternen, die eine Kombination von Rückhaltung und Regenwassernutzung ermöglichen, erfolgen.

Zusätzlich ist eine intensive Begrünung der Dachflächen oder die Herstellung von Retentionsgründächern vorgesehen. Zusätzlich zu Retentionsdächern wird die Installation von Fassadenbegrünung empfohlen. Diese hat zwar keinen direkten Effekt auf die Minimierung der Niederschlagsabflüsse, bietet jedoch weitere Vorteile in Bezug auf das Mikroklima. Das anfallende Regenwasser wird über Dachabläufe nach außen geleitet und über außenliegende Regenfallrohre den auf dem Grundstück installierten Zisternen zugeführt.

Der durch die genannten Maßnahmen auf den potenziell natürlichen einjährigen Abfluss gedrosselte Regenwasserabfluss kann entweder über das Rigolen-System in der Straße oder in einem parallel geführten System Richtung Forstbach abgeleitet werden. Ein möglicher Aufbau der geplanten Maßnahmen zeigt die nachfolgende Schemaskizze (s. Abbildung 3-8). Dargestellt ist die Variante A mit einem gedrosselten Ablauf aus der Zisterne des Grundstückes in das Mulden-Rigolen-System sowie die Variante B mit einem Ablauf aus der Zisterne in ein paralleles System.

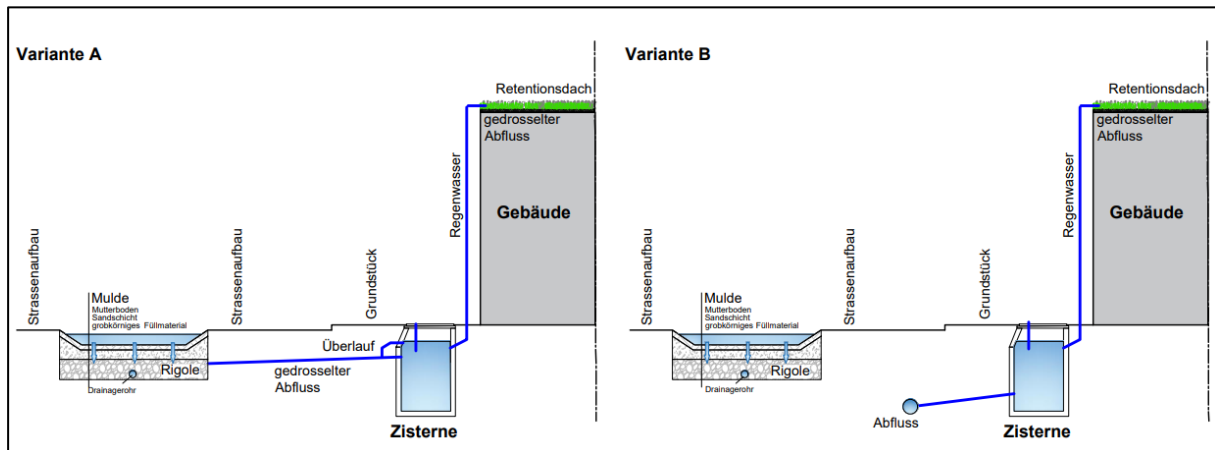


Abbildung 3-8: Beispiel zum Anschluss der Grundstücksentwässerung, Variante A und B (Skizze)

3.4.3.1 Bemessung Rückhaltung

Eine Rückhaltung z. B. in Form einer Zisterne sollte für jedes Gebäude vorgesehen werden. Diese muss so dimensioniert werden, dass zu jedem Zeitpunkt der benötigte Speicherraum zurückgehalten werden kann. Ist eine zusätzliche Nutzung für Brauchwasser gewünscht, so muss die Zisterne entsprechend größer dimensioniert werden. Die Ableitung erfolgt mittels Drosselabfluss an das Mulden-Rigolen-System in der Straße.

Das auf Grundlage der übergebenen Planunterlagen ermittelte zurückzuhaltende Volumen für jede Grundstücksfläche kann Anhang 1 entnommen werden. In der folgenden Abbildung 3-9 und in Tabelle 3-8 ist das bereitzustellende Volumen exemplarisch für die Grundstücksfläche GW_1001 dargestellt.



Abbildung 3-9: Grundstück GW_1001

Tabelle 3-8: Bereitzustellende Volumen der Grundstücksfläche 1001

GW_1001	
Tn	m ³
1	30
2	37
5	46
10	53
20	60
30	64
50	70
100	77

3.4.3.2 Bemessung Retentions Gründach

Retentionsgründächer werden grundsätzlich für jedes Gebäude empfohlen. Die Umsetzung kann, falls gewünscht, in Kombination mit einer Fassadenbegrünung erfolgen.

Je nach Art und Aufbau des Retentionsdaches ist eine Reduzierung des maximalen Abflussbeiwertes auf 0,1 möglich, d. h. nur 10 % des Niederschlages kommt zum Abfluss, der Rest wird über den Bewuchs und den Retentionskörper zurückgehalten. Begrünte Dächer ohne Retention erreichen je nach Bewuchs und Aufbauhöhe einen Abflussbeiwert zwischen 0,3 und 0,5. Ein Anschluss an die auf dem Grundstück befindliche Zisterne wird empfohlen.

Beispiele für die Umsetzung von Gründächern und Zisternen sind in Kapitel 4 dargestellt.

3.5 Entwässerungskonzept Variante 2

Das Grundprinzip der Entwässerung in Variante 2 entspricht dem Vorgehen in Variante 1.

3.5.1 Abflüsse aus dem Plangebiet – Variante 2

Für die Beurteilung der zulässigen Einleitung in den Forstbach wurden analog zu Variante 1 für die Variante 2 die nach einer Umsetzung des städteplanerischen Entwurfes abzuleitenden Abflüsse aus den Verkehrsflächen sowie den einzelnen Grundstücken ermittelt.

Die zu entwässernden Verkehrsflächen der Variante 2 betragen insgesamt 3,8 ha (siehe Abbildung 3-10). Die Verkehrsfläche ist hier geringer als in Variante 1, da der Flughafenbetrieb aufgegeben wird und sich die versiegelten Flächen in diesem Bereich deutlich reduzieren.



Abbildung 3-10: Verkehrsflächen des Plangebietes der Variante 2

Für die Einleitung in den Forstbach ist eine gedrosselte Einleitung erforderlich.

Die Drosselung soll auf die natürliche Abflussspende eines einjährigen Ereignisses ($1,87 \text{ l/s*ha}$ für $T_n=1$, s. Tabelle 3-2) reduziert werden, was eine Drosselmenge von $7,1 \text{ l/s}$ ($1,87 \text{ l/s*ha} * 3,8 \text{ ha}$) für die Variante 2 ergibt. Das überschüssige Niederschlagswasser muss in den Mulden und Rigolen des Systems zurückgehalten werden. In der nachfolgenden Tabelle 3-9 sind die erforderlichen Volumen für die Verkehrsflächen für die einzelnen Jährlichkeiten aufgelistet.

Tabelle 3-9: Erforderliches Volumen aus den Verkehrsflächen Variante 2

Straßenabfluss	
Tn	m³
1	365
2	445
5	554
10	642
20	737
30	797
50	877
100	990

Zusätzlich zu den Verkehrsflächen wurden auch die Abflüsse aus den einzelnen Grundstücken bestimmt. Dafür wurden die zusätzlichen Grundstücksflächen des Untersuchungsgebietes der Variante 2 in 21 Teilgebiete (GW_2001 bis GW_2021) aufgeteilt (siehe Abbildung 3-11).



Abbildung 3-11: Aufteilung der Grundstücksflächen Variante 2

Für die Ermittlung des abzuleitenden Niederschlagswassers der Grundstücke GW_2001 bis GW_2021 wurde analog zu Variante 1 angenommen, dass die Dachflächen als Retentionsgründach ausgebildet werden. Für die Zufahrtswege wurden 90 % Versiegelung berücksichtigt, für die übrige Fläche wurde ein Versiegelungsgrad von 50 % angenommen.

Für die Ermittlung des zurückzuhaltenden Niederschlagsabflusses ergaben sich somit die folgenden Abflussbeiwerte:

- Straßenflächen: 0,9
- Retentionsgründach: 0,1
- Restliche Grundstücksfläche: 0,5 (80 % befestigt mit Abflussbeiwert 0,6 - 0,7)

Die Ableitung der Niederschlagsabflüsse aus den einzelnen Grundstücken soll auch hier über das System zur Straßenableitung erfolgen. Dabei ist das Regenwasser aus den Verkehrsflächen ggf. vor Ableitung zu reinigen (z. B. in einem Reinigungsschacht). Auch das Niederschlagswasser der Grundstücke hier ist vor Einleitung in den Forstbach auf die natürliche Abflussspende zu drosseln.

In der nachfolgenden Tabelle 3-10 sind die erforderlichen Volumina beispielhaft für die Grundstücksfläche GW_2001 für die einzelnen Jährlichkeiten aufgelistet. Die erforderlichen Volumina der weiteren Grundstücke sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

Tabelle 3-10: Erforderliches Volumen für das Grundstück 2001 Variante 2

Grundstück 2001	
Tn	m³
1	10
2	12
5	15
10	18
20	20
30	22
50	24
100	27

3.5.2 Verkehrsfläche (öffentlich)

Auch in Variante 2 ist für die Entwässerung der Verkehrsflächen ein Mulden-Rigolen-System vorgesehen. Der Drosselabfluss kann über das Mulden-Rigolen-System der Variante 1 abgeleitet werden. Dafür soll eine Querverbindung zwischen den beiden Systemen entstehen.

Das Mulden-Rigolen-System soll mittig der Anbindungsstraße errichtet werden (siehe Abbildung 3-12). Es kann so erstellt werden, dass es in einigen Bereichen überfahrbar ist. Eine mögliche Umsetzung zeigen die Beispiele in Kapitel 4.



Abbildung 3-12: Maßnahmen der Variante 2 auf Quartiersebene

Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems

Die Bemessung des Mulden-Rigolen-Systems erfolgt, wie sie in Kapitel 3.4.2.1 für Variante 1 beschrieben ist.

Für die Variante 2 soll das System mit einer Länge von ca. 350 m und einer Breite von ca. 3 m ausgebildet werden. Bei einer Jährlichkeit von 100 Jahren liegt die benötigte Tiefe bei 0,95 m, um das benötigte Volumen aufnehmen zu können (siehe Tabelle 3-11).

Tabelle 3-11: Tiefe der Mulde für verschiedene Jährlichkeiten Variante 2

Tiefe der Mulde	
Tn	m
1	0,35
2	0,43
5	0,53
10	0,61
20	0,70
30	0,76
50	0,84
100	0,95

3.5.3 Grundstück (privat)

Die Entwässerung der einzelnen Grundstücke soll analog zu Variante 1 mit Berücksichtigung von Zisternen und Retentionsgründächern erfolgen (siehe Kapitel 3.4.3).

Bemessung Rückhaltung

Retentionsgründächer werden auch in Variante 2 für jedes Gebäude empfohlen. Die Umsetzung kann, falls gewünscht, in Kombination mit einer Fassadenbegrünung erfolgen.

Je nach Art und Aufbau des Retentionsdaches ist eine Reduzierung des maximalen Abflussbeiwertes auf 0,1 möglich, d. h. nur 10 % des Niederschlages kommt zum Abfluss, der Rest wird über den Bewuchs und den Retentionskörper zurückgehalten. Begrünte Dächer ohne Retention erreichen je nach Bewuchs und Aufbauhöhe einen Abflussbeiwert zwischen 0,3 und 0,5. Ein Anschluss an die auf dem Grundstück befindliche Zisterne wird empfohlen.

Beispiele für die Umsetzung von Gründächern und Zisternen sind in Kapitel 4 dargestellt.

3.6 Alternative Ableitung

Als Alternative zur Ableitung des Regenwassers in den Forstbach kann in Variante 2 die Ableitung des Drosselabflusses aus dem Mulden-Rigolen-System des Gesamtsystems oder eines Teilsystems (südliches Einzugsgebiet) in ein künstliches Gewässer (Teich) erfolgen. Dieses müsste aufgrund der vorliegenden Bodenverhältnisse auch abgedichtet werden, sodass eine Versickerung nicht stattfinden kann.

Aufgrund der komfortablen Platzverhältnisse könnte die Oberfläche jedoch so groß gestaltet werden, dass das Niederschlagswasser über die Teichoberfläche (Retentionsfläche) und den Uferbewuchs verdunstet (siehe Abbildung 3-13).



Abbildung 3-13: Alternative Ableitung des Drosselabflusses aus dem Mulden-Rigolen-System für die Variante 2

4 Beispiele Maßnahmen

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick zu den empfohlenen Maßnahmen und zeigt Beispiele zu bereits umgesetzten Maßnahmen.

4.1.1 Mulden-Rigolen-System

Ein Mulden-Rigolen-System bietet als Speicherraum zum einen die oberirdische Mulde und zum anderen den unterirdischen Speicherraum. Mulden-Rigolen-Systeme weisen einen geringeren Platzbedarf auf als reine Flächen- und Muldenversickerungen und werden typischerweise bei schlecht sickerfähigen Oberböden (kf-Wert: $< 10^{-6}$ m/s), wie sie im Gebiet vorhanden sind, eingesetzt. Gedichtete Mulden-Rigolen-Systeme ermöglichen den zusätzlichen Einsatz bei stark verschmutzten Niederschlagsabflüssen oder kontaminierten Böden. Die Reinigung des Regenwassers findet zwischen der Mulde und den Rigolen, in der Mutterbodenschicht, statt. Diese Schicht hat eine Dicke von ungefähr 30 cm. Sie ist mit Kies gefüllt, wodurch das anfallende Niederschlagswasser schnell versickern kann. Zwischen dem Muldenbett und der Rigole liegt eine zusätzliche, etwa 5 cm mächtige Schutzschicht, die zum Schutz vor Beschädigungen dient. Die Rigole wird mit Kies (Porenvolumen: 25-35 %), Kunststofffüllkörpern (Porenvolumen: über 90 %) und anderen Materialien gefüllt. Mulde und Rigole sind zusätzlich durch einen Überlauf verbunden. Bei einer Überlastung der Mulde kann so das Wasser „auf kurzem Wege“ in die Rigole geleitet werden. Der Niederschlagsabfluss erfolgt im Anschluss gedrosselt in den Kanal (Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH). Die nachfolgende Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2 zeigen beispielhaft, wie eine Umsetzung aussehen kann.



Abbildung 4-1: Mulden-Rigolen-System
(Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH)



Abbildung 4-2: Zulauf und Mulde Bornseder Feld
(BlueGreenStreets)

Die Abbildung 4-3 zeigt den Querschnitt einer dezentralen Straßenentwässerung eines Quartiers mit einem Mulden-System seitlich der Fahrbahn. Die Lage des Mulden-Systems kann entsprechend der Vorstellungen und Wünsche angepasst werden.

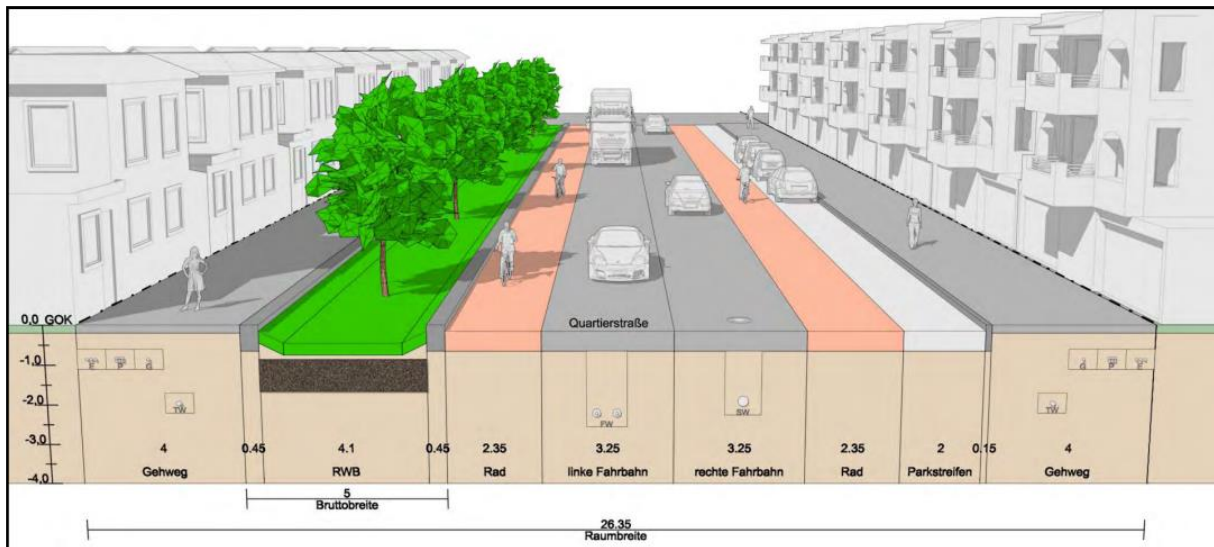


Abbildung 4-3: Beispiel einer dezentralen Straßenentwässerung eines Quartiers (Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH)

4.1.2 Multifunktionale Fläche

Multifunktionale Retentionsflächen dienen neben ihrer hauptsächlichen Aufgabe im Falle eines Starkregenereignisses als Notspeicherraum des anfallenden Niederschlagswassers. Das Prinzip der Mehrfachnutzung dieser Räume (multifunktionale Retentionsräume) sieht vor, dass vor allem öffentliche Freiflächen (Plätze, Parkflächen, Grünanlagen, Spielplätze oder Straßen) neben ihrer Hauptfunktion, bei seltenen Starkregen temporär und gezielt als Speicherraum oder als Ableitungselement genutzt werden. Die Gestaltung kann ähnlich der Abbildung 4-4 umgesetzt werden.



Abbildung 4-4: Geplanter Wasserplatz bei unterschiedlichen Wasserständen (Benden J. 2014)

4.1.3 Retentionsdächer

Begrünte Dächer von Gebäuden dienen dazu, einen Teil des anfallenden Niederschlagswassers durch gezielte Retention temporär zurückzuhalten und im Anschluss gedrosselt an das Kanalnetz abzugeben. Ein Teil kann zusätzlich durch Oberflächenverdunstung abgegeben werden.

Nach der Begrünungsart unterscheidet man zwischen extensiven und intensiven Gründächern. Extensive Gründächer besitzen eine dünne Substratschicht. Zur Bepflanzung eignen sich besonders Sedum-Arten und Moose. Wegen der geringen Auflastung eignen sie sich auch zum nachträglichen Einbau. Allerdings sind sie nicht zum Aufenthalt geeignet. Intensive Gründächer haben eine Aufbauhöhe von > 15 cm und können ganze Gartenlandschaften auf dem Dach bewirtschaften, die einen Aufenthalt und Nutzung ermöglichen. Die Rückhaltung des Niederschlagswassers erfolgt in der Substratschicht. Anschließend folgt eine gedrosselte Abgabe. Der Anteil der Verdunstung sowie das Maß der Retention sind maßgeblich von der Höhe und Art der Substratschicht, der Anstauhöhe im System, der Art der Bepflanzung und der Dachneigung abhängig. Die nachfolgende Abbildung 4-5 und Abbildung 4-6 zeigen beispielhaft, wie eine Umsetzung erfolgen kann.



Abbildung 4-5: Extensives Gründach: Alexa, Berlin (Riechel, M. et al. 2017)



Abbildung 4-6: Intensives Gründach: DRK-Klinik Westend, (Riechel, M. et al. 2017)

4.1.4 Fassadenbegrünung

Als Fassadenbegrünung bezeichnet man den planmäßigen und kontrollierten Bewuchs geeigneter oder speziell vorgerichteter Fassaden und Wände mit Pflanzen. Generell wird zwischen erdgebundenem Bewuchs (Kletterpflanzen) und systemgebundenem Bewuchs in modularer Bauweise unterschieden. Zur Bewässerung kann das anfallende unbelastete Regenwasser genutzt werden. Bei systemgebundener Fassadenbegrünung ist ein entsprechendes Bewässerungssystem notwendig. Zudem sollte ein Substrat mit einer hohen Wasserspeicherfähigkeit und möglichst geringem Gewicht gewählt werden, damit die Traglast möglichst gering ist. Der Nährstoffgehalt des Gießwassers sollte ebenfalls möglichst gering gehalten werden, um eine Auswaschung der Nährstoffe aus dem Substrat zu verhindern.

Eine Fassadenbegrünung minimiert nicht den Niederschlagsabfluss, kann allerdings als natürliche Klimaanlage im Sommer oder als Isolationseffekt im Winter dienen. Zudem bietet sie einen Lärmschutz und erhöht die innerstädtische Lebens- und Aufenthaltsqualität. Die nachfolgende Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8 zeigen zwei Beispiele der Umsetzung.



Abbildung 4-7: Fassadenbegrünung (NABU)



Abbildung 4-8: Fassadenbegrünung (NABU)

4.1.5 Rückhaltung/Zisternen

Eine Regenwasserzisterne ist ein meist unterirdisch vergrabener Wassertank, in dem Regenwasser gesammelt wird. Das anfallende Regenwasser stammt von den Dachflächen sowie den Regenrinnen und wird über ein eigenes Rohrleitungssystem in den Regenwassertank befördert. Regenwassernutzungsanlagen können optisch unterschiedlich aussehen, funktionieren allerdings alle nach dem gleichen Prinzip. Im Allgemeinen gibt es Betonzisternen und Kunststoffzisternen, Rundtanks und Flachtanks in vielen verschiedenen Größen zwischen 1.000 und mehr als 60.000 Litern Fassungsvermögen. In den meisten Fällen sind die Zisternen im Boden vergraben, sie können jedoch auch im Garten oder Keller aufgestellt sein. Für welche Art man sich entscheidet, hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab sowie den persönlichen Wünschen.

Nachteilig bei herkömmlichen Zisternen ist allerdings, dass bei Starkregen und einer schon gefüllten Zisterne kein weiteres Speichervolumen mehr zur Verfügung steht. Infolgedessen läuft die Zisterne unkontrolliert über, entlastet in den nächsten Vorfluter oder Kanal und kann möglicherweise oberflächlich über Straßenabläufe in die Kanalisation gelangen. Es empfiehlt sich hier eine intelligente - oder auch smarte Zisterne. Diese wird auf Basis von Niederschlagsvorhersagen rechtzeitig entleert, wodurch Starkregenabflüsse zwischengepuffert werden können. Die Regenwassermengen können gezielt bewirtschaftet werden und Abflussspitzen im Vorfluter oder Kanal können rechtzeitig reduziert werden (s. Abbildung 4-9).

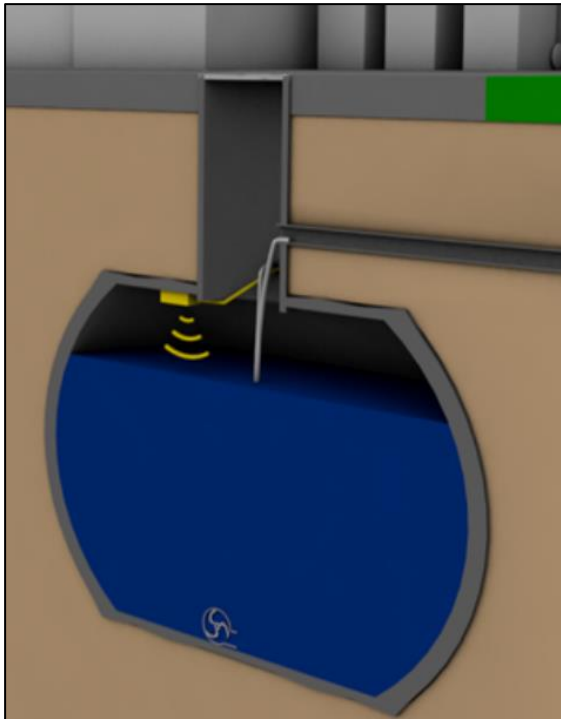


Abbildung 4-9: Zisterne mit Wasserstandssensor (Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH 2022)

5 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

- Benden, J. 2014: Möglichkeiten und Grenzen einer Mitbenutzung von Verkehrsflächen zum Überflutungsschutz bei Starkregenereignissen. Dissertation, RWTH Aachen
- BlueGreenStreets (Hrsg.) 2022: BlueGreenStreets Toolbox – Teil A. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- BlueGreenStreets (Hrsg.) 2022: BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- Dr. Papadakis GmbH, Hydrotec 2020: Gutachterlichen Einschätzung zur Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser im Rahmen des Masterplanprozesses zur Nachnutzung des Flughafens Essen/Mülheim.
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) 2005: DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef
- Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH: Mulden-Rigolen-System. <https://www.sieker.de/fachinformationen/article/mulden-rigolen-system-mrs-9.html> (06.07.2023)
- Junghänel, T.; Ertel, H. & Deutschländer, T. 2017: KOSTRA-DWD 2010R. Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main
- Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 2023: Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren RdErl. D. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – IV-9 031 001 2104 – v. 26.5.2004. https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&bes_id=2837&aufgehoben=N (14.09.2023)
- MUNLV 2004: Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - IV-9 031 001 2104 – v. 26.5.2004
- NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V.: Fassadenbegrünung in der Stadt – Wieso das Grün am Haus für Klima und Tierwelt gut ist. <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/grundlagen/dach-wand/28541.html> (07.07.2023)
- Riechel, M., Remy, C., Matzinger, A., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., Offermann, M., Strehl, C., Nickel, D., Sieker, H., Pallasch, M., Köhler, M., Kaiser, D., Möller, C., Büter, B., Leßmann, D., von Tils, R., Säumel, I., Pille, L., Winkler, A., Bartel, H., Heise, S., Heinzmann, B., Joswig, K., Reichmann, B., RehfeldKlein, M.: Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin. http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumente_Verwaltung/pdf/Steckbriefe_komplett_web.pdf (07.07.2023)

Verwendete EDV-Programmsysteme

- | | |
|-----------------------|--|
| QGIS, Version 3.16.6 | - QGIS.org, QGIS Geographic Information System |
| NASIM®, Version 5.4.1 | - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |

6 Anhang

Anhang 1: Zurückzuhaltende Volumina der einzelnen Grundstücke für die Variante 1

	m ³					
Tn	GW 1001	GW 1002	GW 1003	GW 1004	GW 1005	GW 1006
1	30	19	17	22	29	15
2	37	23	21	27	36	19
5	46	29	27	34	46	24
10	53	33	31	39	53	27
20	60	38	35	44	60	31
30	64	40	37	47	64	33
50	70	44	41	51	69	36
100	77	48	45	56	76	39

	m ³				
Tn	GW 1007	GW 1008	GW 1009	GW 1010	GW 1011
1	13	14	17	49	52
2	16	17	21	60	64
5	19	22	26	76	80
10	22	25	30	87	93
20	25	29	34	99	105
30	27	31	36	106	112
50	29	33	39	114	121
100	32	36	43	126	134

	m ³				
Tn	GW 1012	GW 1013	GW 1014	GW 1015	GW 1016
1	369	17	24	21	10
2	457	21	29	26	12
5	574	26	37	32	16
10	662	30	43	37	18
20	751	34	48	42	20
30	802	36	52	45	22
50	867	39	56	49	23
100	956	43	62	53	26

	m ³			
Tn	GW 1017	GW 1018	GW 1019	GW 1020
1	5	25	0	10
2	6	31	0	12
5	7	39	0	15
10	8	45	0	18
20	10	51	0	20
30	10	55	0	21
50	11	59	0	23
100	12	65	0	25

Anhang 2: Zurückzuhaltende Volumina der einzelnen Grundstücke für die Variante 2

	m³					
Tn	GW_2001	GW_2002	GW_2003	GW_2004	GW_2005	GW_2006
1	10	48	10	7	12	16
2	12	59	12	8	15	19
5	15	73	15	11	19	24
10	18	85	17	12	22	28
20	20	97	20	14	25	32
30	22	105	21	15	27	34
50	24	116	24	17	30	38
100	27	131	27	19	34	43

	m³				
Tn	GW_2007	GW_2008	GW_2009	GW_2010	GW_2011
1	13	2	29	2	12
2	15	3	35	3	15
5	19	4	44	4	18
10	22	4	50	4	21
20	26	5	58	5	24
30	28	5	62	5	26
50	30	6	69	6	29
100	34	7	78	7	33

	m³				
Tn	GW_2012	GW_2013	GW_2014	GW_2015	GW_2016
1	8	11	11	21	11
2	10	14	13	26	13
5	12	17	17	32	17
10	14	20	19	38	19
20	16	23	22	43	22
30	18	25	24	47	24
50	20	27	26	51	26
100	22	30	30	58	30

	m³				
Tn	GW_2017	GW_2018	GW_2019	GW_2020	GW_2021
1	22	14	11	14	3
2	26	17	13	17	3
5	33	21	16	21	4
10	38	24	19	25	5
20	44	28	21	28	5
30	47	30	23	31	6
50	52	33	25	34	6
100	59	37	29	38	7