

Erschließung des Gewerbegebietes

„Bayreuther Straße“

Bebauungsplan 586c

Wasserwirtschaftlicher Fachbeitrag

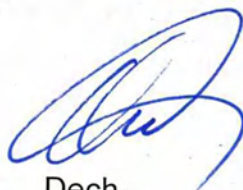
Verfasser:

Wirtschaftsbetrieb Ludwigshafen
Stadtentwässerung und Straßenunterhalt

Ludwigshafen, den 02.01.2024



Geschwill
Abteilungsleiter



Dech
Projektleiter

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Grundlagen	3
1.1 Allgemeines	3
1.2 Unterlagen	4
1.3 Beschreibung des Plangebietes	5
2. Entwässerungsplanung	7
2.1 Schmutzwasser	7
2.2 Niederschlagswasser	7
2.2.1 Auswahl der Behandlungsanlagen	7
2.2.2 Entwässerung Bayreuther Straße	8
2.2.3 Erforderliches Speichervolumen der Versickerungsanlagen	9
2.2.4 Nachweis der hydraulischen Flächenbelastung	9
2.3 Ausgleich der Wasserführung	9
3. Lokaler Wasserhaushalt	10
3.1 Ausgangszustand, Urzustand	10
3.2 Grundlagen für die Berechnung	11
3.3 Berechnungsergebnisse	12
3.4 Bewertung der Ergebnisse	13
4. Risikobewertung Starkregen	13

Anlagen:

1. Bemessung der Speichervolumina gem. DWA-Arbeitsblatt A138-1, Entwurf
2. Flächenbilanz angeschlossene Flächen gem. DWA-Arbeitsblatt A 138-1, Entwurf
3. Ermittlung der Aufteilungswerte zur Wasserhaushaltsbilanz gem. DWA-Merkblatt M 102-4 mit dem Programm Wasserbilanz-Expert

1. Grundlagen

1.1 Allgemeines

Die Stadt Ludwigshafen hat mit Datum vom 05.10.2020 die Aufstellung des Bebauungsplanes 586c „Entwicklung Bayreuther Straße“ beschlossen. Das städtebauliche Konzept sieht die Gliederung in zwei Teilbereiche vor, von denen der nördliche Bereich als Fläche für eine Schule und der südliche Bereich als Fläche für Kleingewerbe ausgewiesen werden soll. Die Erschließung des Plangebietes soll über die Bayreuther Straße erfolgen, die zu diesem Zweck zwischen der Kopernikusstraße und der Blißstraße einen Ausbau mit beidseitigem Geh- und Radweg erfahren soll.

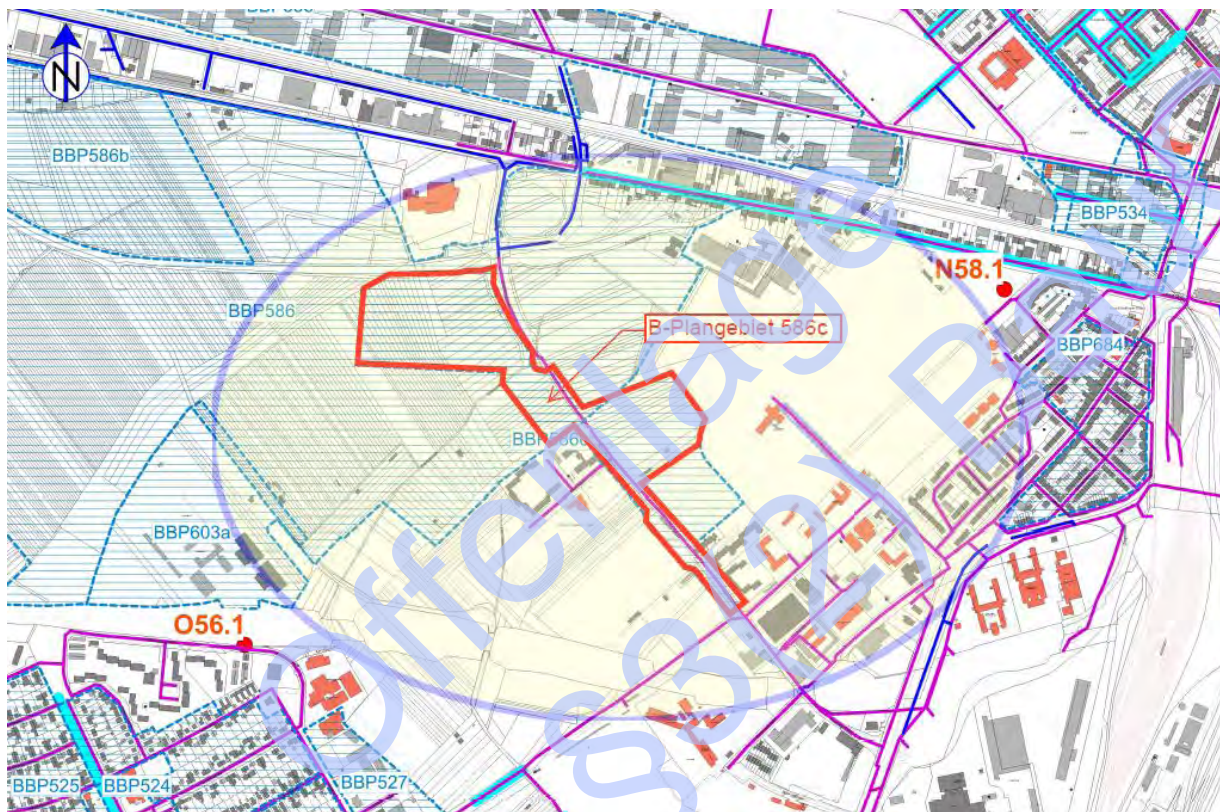


Abbildung 1: Übersichtsplan Stadtgrundkarte Ludwigshafen am Rhein

Im Rahmen der Erstellung des Bebauungsplanes ist die Erarbeitung eines wasserwirtschaftlichen Fachbeitrages erforderlich, um negative Einflüsse auf den Gesamtwasserhaushalt des Plangebietes zu vermeiden.

Der wasserwirtschaftliche Fachbeitrag beinhaltet im Wesentlichen die Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-Arbeitsblatt A 102-2 und DWA-Merkblatt M 102-4, sowie die Ermittlung von Niederschlagswasserbehandlungsmaßnahmen gem. DWA-Arbeitsblatt A 138 in Abhängigkeit der nach Flächentyp und Flächennutzung zu ermittelnden Belastungskategorien von bebauten oder befestigten Flächen gemäß DWA-Arbeitsblatt A 102-2, Anhang A.

1.2 Unterlagen

-DWA-Regelwerk Arbeitsblatt A 138 Planung, Bau, Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; April 2005

-DWA-Regelwerk Arbeitsblatt A 138-1 Planung, Bau, Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Entwurf November 2020

-DWA-Regelwerk Arbeitsblatt A 102-1; Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 1: Allgemeines, Dezember 2020

-DWA-Regelwerk Arbeitsblatt A 102-2; Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, Dezember 2020

-DWA-Regelwerk Arbeitsblatt A 102-4 / BWK-M 3-4 Teil 4; Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, März 2022

-DWA-Regelwerk Merkblatt M 119: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, November 2016

-Versickerungstechnisches Gutachten B-Plan 586c „Entwicklung Bayreuther Straße“, IGB Ingenieurgesellschaft, Ludwigshafen vom 31.01.2022

1.3 Beschreibung des Plangebietes

Das geplante Gewerbegebiet umfasst eine Fläche von ca. 9,93 ha. Der nördliche Teil (Schule) umschließt eine Fläche von 4,71 ha, der südliche Teil (Kleingewerbe) 5,22 ha. Die jeweilige Flächenaufteilung gestaltet sich gem. Abbildung 2:

23-07-03 586c Flächen/Versiegelung Schulstandort/restliche Flächen

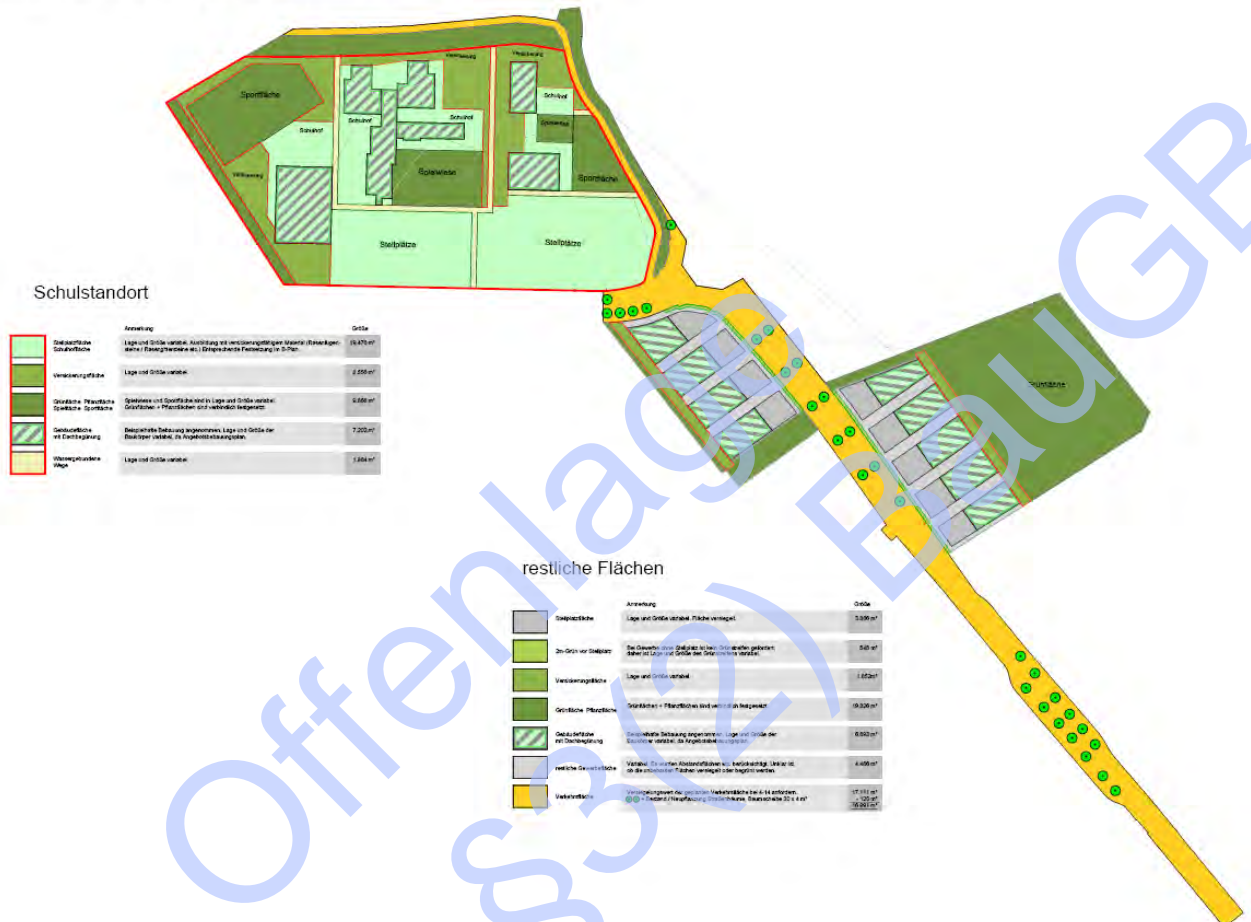


Abbildung 2: Bebauungsplangebiet B-Plan 586c

Teilfläche Nord:

- Grünflächen, für den Bau von Versickerungsanlagen

Ein großer Teil dieser Flächen wird nicht für den Bau von Versickerungsanlagen benötigt. Daher sind diese Grünflächen intensiv mit Bäumen zu bepflanzen. Lediglich die Flächen für die Versickerungsanlagen und deren Zufahrtsflächen sollten gemäß ihrer Zweckbestimmung davon ausgespart bleiben.

- Grünflächen für Sport Spiel und Freizeit

Sportflächen sind zu drainieren und das Niederschlagswasser ist über Rigolen in den Untergrund abzuleiten.

- Grünflächen als landespflegerische Ausgleichsflächen

Diese Flächen sind intensiv mit Bäumen und Sträuchern zu bepflanzen, um höhere Verdunstungsraten zu erzielen.

- Wegeflächen mit wassergebundener Decke

Wegeflächen mit wassergebundener Deckschicht sind so anzulegen, dass das Niederschlagswasser breitflächig in die angrenzenden Grünflächen und somit in den Untergrund abgeleitet wird.

- Stellplatzflächen, Schulhofflächen

Diese Flächen sind oberflächlich mit wasserdurchlässigen Porensteinen auszuführen. Gegenüber Rasengittersteinen speichern diese Steine mehr Wasser in den Poren und tragen somit mehr zur Erhöhung der Verdunstungsmenge bei als Pflasterbeläge mit großer Fugenbreite, bzw. Sickerpflaster. Der von diesen Flächen resultierende Abfluss ist oberflächlich, oder leitungsgebunden in die dezentral vorzusehenden Versickerungsanlagen (Mulden, Becken) abzuleiten.

- Gebäudeflächen (Schule, Sporthallen etc.)

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind für die Dachflächen der geplanten Gebäude intensive Dachbegrünungen festzusetzen, da diese gegenüber der extensiven Begrünung eine höhere Verdunstungsrate bewirken. Unter Berücksichtigung geringfügiger Abweichungen kann jedoch auch auf extensive Dachbegrünung zurückgegriffen werden. Je nach baulicher Gestaltung der baulichen Anlagen sind Fassadenbegrünungen zu begrüßen.

Der von diesen Flächen abzuleitende Abfluss ist ebenso in die dezentral vorzusehenden Versickerungsanlagen (Mulden, Becken) abzuleiten.

Teilfläche Süd

- Grünflächen, für den Bau von Versickerungsanlagen (Private Flächen)

Die Grundstückseigentümer müssen gem. Festsetzung im Bebauungsplan 20 Prozent der jeweiligen Grundstücksfläche als Grünfläche ausweisen. Diese Fläche kann aus wasserwirtschaftlicher Sicht ebenso für die Versickerung von Niederschlagswasser in Anspruch genommen werden. Auch sind diese Flächen für Baum- und Strauchpflanzungen geeignet.

- Grünflächen als Ausgleichsflächen (Öffentliche Flächen)

Die landespflegerischen Ausgleichsflächen sind analog der Teilfläche Nord intensiv mit Bäumen und Sträuchern zu bepflanzen, um eine höhere Verdunstungsrate zu erzielen.

- Gewerbliche Verkehrsflächen

Davon ausgehend, dass die gewerblichen Verkehrsflächen auch mit Lkw frequentiert werden, sind diese Flächen zu befestigen und als wasserundurchlässiger Belag vorzusehen. Je nach Belastung dieser Flächen ist jedoch eine Befestigung mit Porenpflaster zu begrüßen. Das hier anfallende Niederschlagswasser ist oberflächlich oder leitungsgebunden in die dezentral vorzusehenden Versickerungsanlagen abzuleiten.

- Rad- und Gehwegflächen Bayreuther Straße

Aus Gründen der Verkehrssicherheit wird seitens des Straßenbaulastträgers gefordert, die Radwege mit einem Asphaltbelag auszubauen. Die Gestaltung der Gehwegflächen mit Porenpflaster wird hingegen begrüßt. Das anfallende Niederschlagswasser ist gezielt den vorhandenen und neu geplanten Bäumen in der Bayreuther Straße zuzuführen. Hierfür sind an den Baumstandorten entsprechend dimensionierte Baumrigolen mit ober- und unterirdischen Speichervermögen vorzusehen.

- Gebäudeflächen (Gewerbe)

Ebenso wie in der Teilfläche Nord sind für die Gebäudedachflächen extensive / intensive Dachbegrünungen festzusetzen.

Das anfallende Niederschlagswasser ist in die dezentralen Versickerungsanlagen (Mulden, Becken) abzuleiten, welche für jeden Grundstückseigentümer auf den geplanten Grundstücken vorzusehen sind. Je nach baulicher Gestaltung der Gebäude sind auch hier Fassadenbegrünungen zu begrüßen.

2. Entwässerungsplanung

Die Entwässerung des geplanten Gewerbegebietes erfolgt über ein Trennsystem.

Das zukünftig anfallende Regenwasser wird dem lokalen natürlichen Wasserkreislauf durch Verdunstung und Versickerung zugeführt. Ziel der Planung ist eine retentions- und verdunstungsorientierte lokale Bewirtschaftung der anfallenden Niederschlagsabflüsse innerhalb des Plangebiets. Somit soll der Wasserkreislauf dem unbebauten Zustand angeglichen werden.

2.1 Schmutzwasser

Das im Erschließungsgebiet anfallende Schmutzwasser wird unvermischt der bestehenden öffentlichen Kanalisation in der Bayreuther Straße zugeführt. Die erforderlichen Anschlussleitungen werden bis zur Grundstücksgrenze durch die Stadtentwässerung errichtet.

2.2 Niederschlagswasser

2.2.1 Auswahl der Behandlungsanlagen

Das im Plangebiet anfallende Niederschlagswasser ist nach § 55 Abs. 2 WHG i.V.m. § 58 LWG zurückzuhalten und möglichst ortsnah zur Versickerung zu bringen (Ausnahme: Fahrbahnflächen der Bayreuther Straße s. 2.2.2). Die für dezentrale Rückhalte- und Versickerungsanlagen notwendigen Flächen sind bei der Bebauung entsprechend zu berücksichtigen.

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 102-2, Abschnitt 4.3.4 finden nur die abflusswirksamen Flächen in der Bilanzierung der Stofffracht Berücksichtigung. Grünflächen ohne Abfluss bleiben demnach in der Bilanzbetrachtung außen vor. Die übrigen Flächen werden aufgrund ihrer vorgesehenen Nutzung und Spezifizierung gemäß DWA-Arbeitsblatt A 102-2, Anhang A, Tabelle A1 den Belastungskategorien I bis III zugeordnet. Diese können der nachstehenden Tabelle 1 entnommen werden.

Flächenbezeichnung	Flächenart	Flächenspezifizierung	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie
Gebäudeflächen mit Dachbegrünung	Dach	Dachflächen	D	I
Stellplatzflächen, Schulhof, Gewerbliche Flächen	Verkehrsfläche (V)	Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit geringem Kfz-Verkehr (DTV ≤ 2.000), mit Ausnahme der unter SV und SVW fallenden	V2	II
Wegeflächen mit wassergebundener Decke, Rad- u. Gehwege	Hof- und Wegefläche (VW)	Fuß-, Rad- und Wohnwege, Hof- und Wegeflächen ohne Kfz-Verkehr in Sport- und Freizeitanlagen,	VW1	I
Straßenverkehrsflächen (Bayreuther Straße)	Verkehrsflächen (V)	Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mittlerem oder hohem Kfz-Verkehr (DTV > 2.000), mit Ausnahme der unter SV und SVW fallenden	V3	III

Tabelle 1: Einteilung der Flächen gem. DWA-Arbeitsblatt A 102-2, Anhang A, Tabelle A1

Bei Einleitung in ein Oberflächengewässer werden für Niederschlagswasser von Flächen der Belastungskategorie I keine Maßnahmen zur Reduzierung der Stofffracht erforderlich, da diese Flächen hinsichtlich ihrer Stofffracht den Anforderungen gem. DWA-Arbeitsblatt A 102-2 genügen. Für Flächen der Belastungsklassen II und III sind Maßnahmen zur Reduzierung der Stofffracht auf die zulässigen Werte vorzunehmen. Steht jedoch als Zielgewässer keine Vorflut zur Verfügung und wird das Niederschlagswasser in das Grundwasser abgeleitet, so ist gem. DWA-Arbeitsblatt A 102-2, Tabelle 3 für alle Belastungskategorien I bis III eine Versickerung und ggf. eine Behandlung gem. DWA-Arbeitsblatt A 138 erforderlich. Somit ist im vorliegenden Plangebiet das Niederschlagswasser von Flächen der Belastungskategorie I (begrünte Dachflächen) und Belastungskategorie II (Stellplatzflächen Schule, gewerbliche Verkehrsflächen) gesammelt abzuleiten und dezentral vorgesehenen Versickerungsanlagen zuzuführen. Das Niederschlagswasser der Fahrbahnflächen der Bayreuther Straße (Belastungskategorie III) wird direkt in das städtische Kanalnetz abgeleitet. Nähere Erläuterung hierzu s. 2.2.2.

2.2.2 Entwässerung Bayreuther Straße

Der Mischwasserkanal in der Bayreuther Straße wird außer für das anfallende Schmutzwasser lediglich für das Ableiten von Niederschlagswasser der Fahrbahnflächen der Bayreuther Straße zur Verfügung gestellt. Das auf den Fahrbahnflächen anfallende Niederschlagswasser innerhalb des Plangebietes 586 c (Belastungskategorie III) wird direkt und ohne weitere Behandlungsmaßnahme in den vorhandenen Mischwasserkanal DN 900 abgeleitet und findet im Rahmen der Schmutzfrachtberechnung für das Hauptpumpwerk Berücksichtigung. Damit wird der geforderte Stoffrückhalt gewährleistet.

Der wasserwirtschaftliche Ausgleich zur Mehrversiegelung der Bayreuther Straße durch die geplante Verbreiterung des Straßenquerschnittes wurde bereits mit der geplanten Versickerungsanlage des B-Plangebietes 586a „Südlich der Frankenthaler Straße“ geschaffen. Hier wurde das Einzugsgebiet der Mannheimer Straße, der Frankenthaler Straße und dem nördlichen Teil der Bayreuther Straße vom Mischwasserkanal abgekoppelt und der zentralen Versickerungsanlage des geplanten Gewerbegebietes zugeordnet. Dadurch reduziert sich das Einzugsgebiet des Mischwasserkanals und somit des Hauptpumpwerkes um ca. 3,65 ha (s. Tabelle 2). Die wasserrechtliche Erlaubnis für die Versickerungsanlage des B-Plangebietes 586a liegt mit Änderungsbescheid vom 27.07.2022, Aktenzeichen 344/31.04-21/09 vor.

Reduzierung Einzugsgebiet HPW durch Abkopplung der Bayreuther Straße im Rahmen der Erschließung der B-Pläne 586 a und 586 c			
Gebietsbezeichnung	Fläche ha	Bef.-Grad -	undurchlässige Fläche ha
Einzugsgebiet Mannheimer-, Frankenthaler-, Bayreuther Straße Abkoppelung vom MW-Kanal Bayreuther Straße gem. B-Plan 586a, Ableitung in zentrales Versickerungsbecken	-3,913	0,764	-2,989
Rad- u. Gehwege Asphalt und Pflaster gem. Planung Ableitung zur Versickerung in Baumrigolen	---		---
Straßenverkehrsflächen (Fahrbahn)gem. Planung Ableitung in MW-Kanal Bayreuther Straße	1,011	0,900	0,910
Straßenverkehrsflächen (Fahrbahn) im Bestand Ableitung in MW-Kanal Bayreuther Straße	-0,750	0,900	-0,675
Gesamtflächenbilanz HPW	-3,652		-2,754

Tabelle 2: Reduzierung Einzugsgebiet Hauptpumpwerk

2.2.3 Erforderliches Speichervolumen der Versickerungsanlagen

Der Nachweis des erforderlichen Speichervolumens der Versickerungsanlagen erfolgt mit dem Programm ATV-A138.xls der itwh GmbH, Hannover, Version 01/2004. Da keine Vorflut im B-Plangebiet vorhanden ist, sollten die Versickerungsanlagen für ein 100-jährliches Regenereignis ausgelegt werden. Der mittlere Durchlässigkeitsbeiwert wurde gem. dem vorliegenden versickerungstechnischen Gutachten mit $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s in Ansatz gebracht.

Das erforderliche Gesamtspeichervolumen wurde gem. Anlage 1 mit ca. 825 m³ ermittelt.

2.2.4 Nachweis der hydraulischen Flächenbelastung

Gem. DWA-Arbeitsblatt A138-1 (Entwurf), Tabelle 4 gelten folgende Anforderungen für die hydraulische Flächenbelastung $A_{Bem} / A_{S,m}$ bei Versickerung (Becken, oder Mulde) durch eine bewachsene Bodenzone in Abhängigkeit der Mächtigkeit d der Filterschicht:

Flächen der Kategorie I	Keine Anforderungen
Flächen der Kategorie II	$d \geq 20 \text{ cm} \rightarrow A_{Bem} / A_{S,m} \leq 30$
	$d \geq 30 \text{ cm} \rightarrow A_{Bem} / A_{S,m} \leq 50$
Flächen der Kategorie III	$d \geq 20 \text{ cm} \rightarrow A_{Bem} / A_{S,m} \leq 15$
	$d \geq 30 \text{ cm} \rightarrow A_{Bem} / A_{S,m} \leq 30$

Berücksichtigung finden jeweils nur die an die Versickerungsanlagen angeschlossenen Flächenanteile (hier: Belastungsklassen I und II,).

Der Nachweis der hydraulischen Flächenbelastung erfolgt in Anlage 2.

Demnach ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

Teilfläche Nord, Schule	$A_{Bem} / A_{S,m} = 13,3$
Teilfläche Süd, Gewerbe	$A_{Bem} / A_{S,m} = 9,1$

Somit sind die Forderungen gem. DWA-Arbeitsblatt A 138-1 (Entwurf), Tab. 4 erfüllt.

Geh- und Radwege sind der Belastungsklasse I zugeordnet, daher werden hierfür keine Maßnahmen erforderlich. Das Niederschlagswasser dieser Flächen (ca. 0,7 ha) wird gezielt in die vorgesehenen Baumscheiben und somit in die Baumrigolen abgeleitet.

Im Rahmen der Planung der Versickerungsanlagen ist zwingend darauf zu achten, dass der erforderliche Flurabstand zum maximalen langjährigen Grundwasserstand einzuhalten ist.

2.3 Ausgleich der Wasserführung

Das anfallende Regenwasser soll vollständig im Plangebiet verbleiben und durch Verdunstung sowie Versickerung in das Grundwasser dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden.

Eine Beeinträchtigung des Wasserhaushalts liegt nicht vor. Daher wird in Einklang mit § 28 Abs. 1 LWG von einem Ausgleich der Wasserführung innerhalb des Plangebiets ausgegangen.

3. Lokaler Wasserhaushalt

3.1 Ausgangszustand, Urzustand

Für das Bebauungsplangebiet wurde eine Wasserbilanz-Simulationen mit dem GIS-Berechnungsmodell RoGer_WB_1D (Infos unter <https://www.hydrology.uni-freiburg.de/roger/>) durchgeführt. Gemäß Bodenübersichtskarte wurde für das Plangebiet die nachfolgend dargestellte Bodengesellschaft ermittelt.



Abbildung 3: Darstellung der natürlichen Bodengesellschaft

Das Plangebiet befindet sich gemäß des Hydrologischem Atlas Deutschland in der Naturraumeinheit Nördliche Oberrheinniederung.

Für die Landnutzung wurde in der jeweiligen Naturraumeinheit nach den nicht urbanen Landnutzungen nach dem gleichen Boden gesucht. Hieraus wurde die Landnutzungsverteilung als naturnaher Zustand für das Gebiet ermittelt (s. nachfolgende Abbildung).

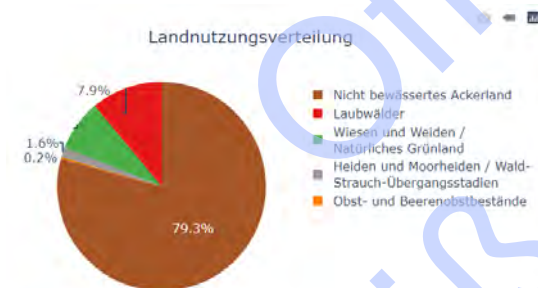


Abbildung 4: Darstellung der Landnutzungsverteilung

Gemäß der Bodengesellschaft und der Landnutzungsverteilung ergibt sich nach dem Berechnungsmodell RoGer_WB_1D der NatUrWB-Referenzwert (Wasserbilanz), welcher ohne urbane Eingriffe vorherrschen würde. In nachstehender Abbildung sind die Hauptkomponenten der Wasserbilanz dieser NatUrWB-Referenzwerte graphisch dargestellt. Demnach verteilen sich die Referenzwerte wie folgt:

NatUrWB Referenz

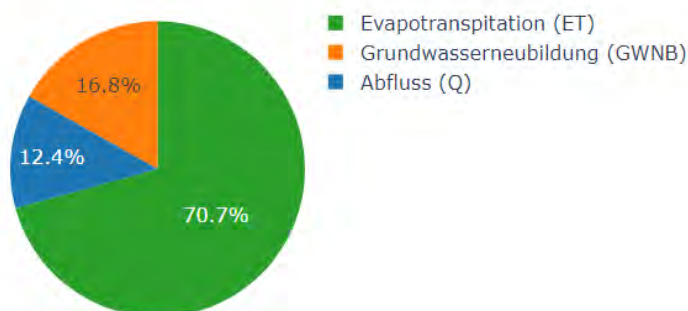


Abbildung 5: Aufteilung der Referenzwerte für ET, GWNB und Q

Diese Werte sind anzustreben, um die Wasserhaushaltsbilanz des geplanten Gewerbegebietes wieder in einen naturnahen Zustand zu führen. Dabei ist der NatUrWB-Referenzwert gem. DWA-Merkblatt M102-4 nicht als starrer Zielwert zu verstehen, sondern als Zielbereich.

3.2 Grundlagen für die Berechnung

Als Grundlage für die Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz dient der Bebauungsplan mit Angabe zu den Flächenarten. Sämtliche Flächen des Plangebietes fließen gem. den Angaben der unterschiedlichen Flächenarten in die Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz ein, auch die nicht abflusswirksamen Grünflächen. Dabei wurden bereits die unter 1.3 beschriebenen Maßnahmen zugunsten des Wasserhaushalts zugrunde gelegt. Die Flächenaufteilung gestaltet sich dabei wie folgt:

Teilfläche Nord:

Gebäude für Schulbetrieb	0,72 ha
Zufahrten, Pkw-Stellflächen	1,95 ha
Wegeflächen	0,20 ha
Grünflächen	1,84 ha
Summe	4,71 ha

Teilfläche Süd

Gewerbliche Gebäudeflächen	0,75 ha
Gewerbliche Verkehrsflächen	0,49 ha
Straßenverkehrsflächen	1,01 ha
Rad- u. Gehwegflächen	0,70 ha
Grünflächen	2,27 ha
Summe	5,22 ha

Die einzelnen Flächenarten (Grünflächen, Gebäude mit Dachbegrünung, Straßen Stellplätze, etc.) sind in der Berechnung gem. DWA-Merkblatt M102-4 sogenannten Elementtypen zugewiesen, deren Parameter sich in den Aufteilungsfaktoren **Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung** widerspiegeln und von der Verteilung des Niederschlagsabflusses vom unbebauten Zustand abweichen können. Bei der Ermittlung der Bilanz für den Planungszustand werden demnach die dargelegte Entwässerungsart der öffentlichen Straßenverkehrsflächen, die angenommene Niederschlagswasserbewirtschaftung der zur Bebauung vorgesehenen Grundstücksflächen und die dezentral vorgesehenen Ausgleichsflächen berücksichtigt.

3.3 Berechnungsergebnisse

Nachstehend zeigt sich das Ergebnis zur Wasserhaushaltsbilanz des geplanten Gewerbegebietes. Die mit dem EDV-Programm „Wabila-Expert“, (Wasserbilanz-Expert, Version 1.0.0.1, DWA) ermittelten Aufteilungswerte des Bilanzgebietes entsprechen mit geringfügigen Abweichungen der Wasserhaushaltsbilanz des unbebauten Zustandes.

Gemäß den unter 3.2 dargelegten Festlegungen wurden die Aufteilungswerte für Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung des Bilanzgebietes gem. Anlage 3 ermittelt. Zusammengefasst ergeben sich die Aufteilungswerte des Bilanzgebietes in Prozentpunkte der Gesamtjahresniederschlagsmenge wie folgt:

Direktabfluss -5,4%
Grundwasserneubildung +8,8%
Verdunstung -3,7%

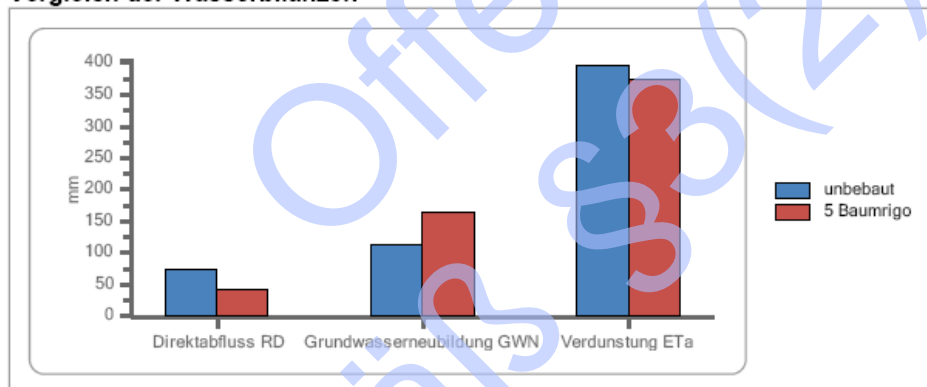
Wasserbilanz-Expert

Stadtentwässerung

Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	72	112	393	0,125	0,195	0,683			
5 Baumrigo	41	162	372	0,071	0,283	0,646	-0,054	0,088	-0,037

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand

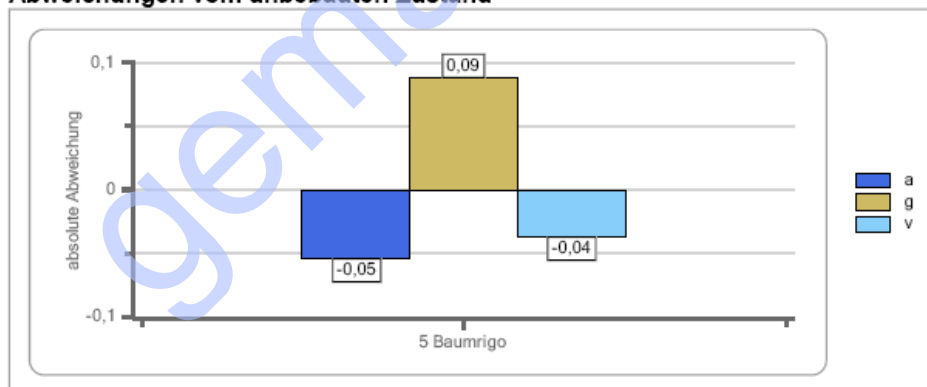


Abbildung 6: Wabila-Expert – Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

3.4 Bewertung der Ergebnisse

Gemäß DWA-Merkblatt M 102-4, Abschnitt 5.3.3 sollen die Aufteilungswerte Direktabfluss a , Grundwasserneubildung g und Verdunstung v eines bebauten Gebietes gegenüber den Werten des unbebauten Referenzzustandes um nicht mehr als 5 bis 10 Prozentpunkte abweichen.

Unter Einhaltung der unter 3.2 genannten Randbedingungen kann festgehalten werden, dass es gelingt die Werte des Referenzzustandes des natürlichen und unbebauten Einzugsgebietes mit geringfügigen Abweichungen zu erreichen.

Demnach ergibt sich für den aufgezeigten Planungszustand zusammenfassend folgende Bewertung:

Abweichung a (Direktabfluss)	-5,4 % Das Plangebiet liegt im städtischen Siedlungsbereich, dessen Direktabfluss im Umfeld bereits wesentlich überhöht ist. Die Reduktion trägt lokal betrachtet zur Annäherung an den Urzustand bei.
Bewertung	Die aufgezeigte Reduktion des Direktabflusses ist auf Grundlage der Randbedingungen positiv bzw. nicht kritisch einzustufen. Die Abweichung gegenüber dem Urzustand liegt im Toleranzbereich
Abweichung g (Grundwasserneubildung)	+8,8% Die Grundwasserneubildung wird durch die lokale Niederschlagswasserbewirtschaftung erhöht. Grundsätzlich ist für das lokale Umfeld jedoch eine Annäherung an den Urzustand in einem weiträumigeren Bezug annähernd gegeben.
Bewertung	Die Abweichung gegenüber dem Urzustand liegt im Toleranzbereich und führt unter Betrachtung des Planungsumfelds zu keinen ökologisch nachteiligen Auswirkungen.
Abweichung v (Verdunstung)	-3,7% Die Evapotranspiration wird durch die lokale Niederschlagswasserbewirtschaftung und der geplanten Versiegelung im Plangebiet nur geringfügig reduziert.
Bewertung	Die Abweichung gegenüber dem Urzustand liegt im Toleranzbereich. Für das Plangebiet werden vielfältige Bewirtschaftungsmöglichkeiten bei der RW-Bewirtschaftung vorgesehen und berücksichtigt. Die aufgezeigte geringfügige Abweichung führt unter Betrachtung des Planungsumfelds zu keinen ökologisch nachteiligen Auswirkungen.

Tabelle 3: Bewertung der Wasserhaushaltsbilanz

4. Risikobewertung Starkregen

Durch Starkregen können lokale Überflutungen eintreten. Seltene und außergewöhnliche Starkregenereignisse sind Regenereignisse mit Wiederkehrzeiten oberhalb der maßgebenden Überflutungswiederkehrzeiten (hier $T_n > 30a$). Die Risikobewertung erfolgt in Anlehnung an das DWA-Merkblatt M 119: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Durch die Auslegung der Versickerungsanlagen auf ein Regenereignis der Wiederkehrzeit $T = 100a$ ist sichergestellt, dass durch das Plangebiet keine Gefährdung der angrenzenden Bebauung und der nördlich verlaufenden Straßenbahnlinie ausgeht.

Überflutungen im Zuge von Starkregenereignissen entstehen im Besonderen durch:

- hydraulische Überlastung der Entwässerungseinrichtungen (Kanalisation, Grundstücks- und Straßenentwässerung),
- ausufernde Bachläufe
- Zuflüsse von Außengebieten (Hangwasser, „wild abfließendes Wasser“), oder
- verrohrte Gewässer.

Dabei zählen zu den überflutungsgefährdeten Bereichen:

- Tiefpunkte (z.B. Unterführungen, Senken)
- abschüssige Straßen oder Geländeverhältnisse
- hydraulische Engstellen im Netz
- Notüberläufe von Speicherbauwerken

Im Folgenden wird für das Projektgebiet eine Risikobetrachtung, bezogen auf die o. a. Punkte dargestellt:

Entstehung	Lokale Situation	Risiko/Schadenspotential
Hydraulische Überlastung der Entwässerungseinrichtungen	Hydraulische Überlastungen der Schmutzwasserkanalisation können weitestgehend ausgeschlossen werden. Die hydraulische Überlastung der Regenwasserkanalisation kann nicht ausgeschlossen werden.	Gering Bei einer Neubebauung ist davon auszugehen, dass der vorgeschriebene Rückstauschutz vorhanden ist.
Über die Ufer getretene Bachläufe	Im unmittelbaren Planungsbereich befinden sich keine Gewässer oder Gräben.	Gering Eine Überflutung durch lokale Kleingewässer kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.
Zuflüsse von Außengebieten	Auf Grundlage der umliegenden und geplanten Geländetopografie sind keine signifikanten Zuflüsse aus dem umliegenden Flachland möglich.	Gering
„schlafende“ oder verrohrte Gewässer	Um das Plangebiet befinden sich keine temporär wasserführenden Gräben oder Gewässerverrohrungen.	Gering
Gefährdungsbereiche		
Tiefpunkte	Innerhalb des Gebiets befinden sich keine signifikanten Tiefpunkte oder Senken. An allen lokalen Tiefpunkten findet eine offene Entlastung in die Retentionsflächen statt. Durch die geplanten Gradienten der Erschließung stellen sich keine Fließwege zu den Bauflächen ein.	Gering
Abschüssige Straßen oder Geländeverhältnisse	In und um das gesamte Gebiet kommen keine stark abschüssigen Straßen- oder Geländeverhältnisse vor, die eine gefährliche Kumulation von Niederschlagsabflüssen erzeugen könnten.	Gering
Notüberläufe von Speicherbauwerken	Im Einzugsbereich des Plangebietes befindet sich kein Notüberlauf von Speicherbauwerken.	Gering

Tabelle 4: Risikobewertung Starkregen

Die **Starkregengefahrenkarte der Stadt Ludwigshafen für ein Starkregenereignis $T = 100a$** zeigt für den Bestand eine Kumulation von Abflüssen mit einer resultierenden Überflutung im südlichen Bereich des Plangebiets. Diese aufgezeigten Überflutungsflächen liegen im Bestand tiefer als die umgrenzende Ackerstruktur. Im Zuge der Erschließung werden diese Senken aufgefüllt.

Zudem weist die nördlich an das Plangebiet angrenzende Straßenbahnlinie der Rhein-Haardt-Bahn bei einem Starkregen der Wiederkehrzeit $T = 100$ Jahre im Bestand eine Überflutung zwischen 0,5m und 1 m auf. Innerhalb des geplanten Gewerbegebietes sind nur geringfügig überflutete Flächen vorhanden. Es ist sicherzustellen, dass vor allem aus dem nördlichen Teil des B-Plangebietes kein Niederschlagswasser in die Unterführung der nördlich angrenzenden Straßenbahnlinie gelangt. Dies kann sichergestellt werden, indem der vorhandene, das Plangebiet östlich und nördlich umgrenzende Wirtschaftsweg gegenüber dem geplanten Schulareal geringfügig angehoben wird und somit eine Barriere bei Überflutung des Plangebietes darstellt.

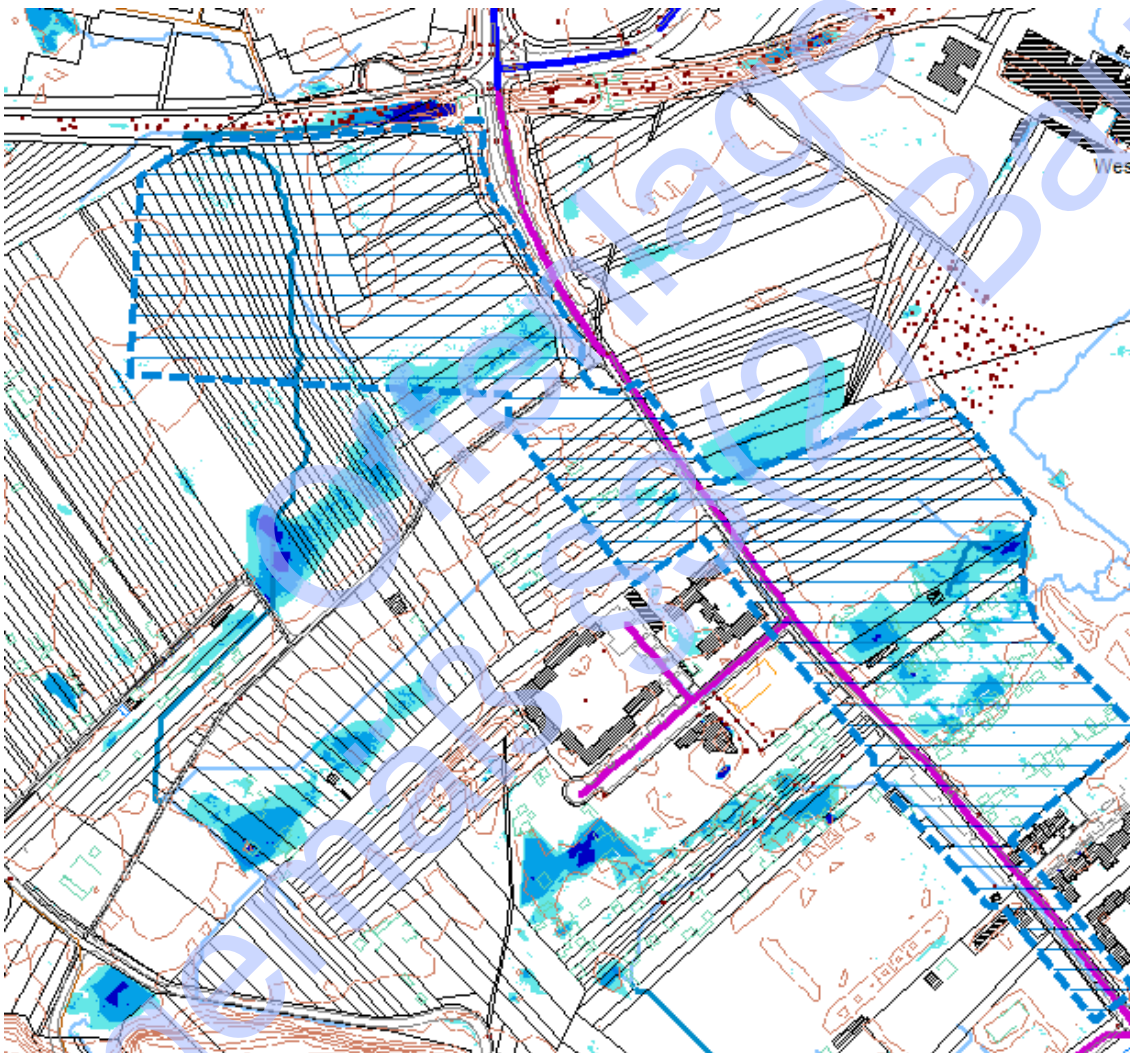


Abbildung 7: Auszug aus Starkregengefahrenkarte Ludwigshafen am Rhein mit Umgrenzung des Plangebietes (B-Plan 586c)

Anlage 1: Bemessung der Speichervolumina gem. DWA-Arbeitsblatt A138-1, Entwurf

**Bemessung von Versickerungsbecken
im Näherungsverfahren nach ATV-DVWK-A 138**

**B-Plan 586c Bagreuther Straße
Versickerungsberechnung Teilfläche Nord: Schule**

Auftraggeber:

Wirtschaftsbetrieb Ludwigshafen
Stadtentwässerung und Straßenunterhalt

Beckenbemessung:

Bemessung für Regenspende der Häufigkeit n=0,01

Eingabedaten:

$$V = (A_z \cdot 10^{-3} \cdot r_{0,1} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A \quad \text{mit} \quad Q_s = A_u \cdot q_s$$

Einzugsgebietsfläche	A_z	m ²	26.678
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138)	ψ_u	1	0,26
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	7.030
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_s	l/(s ha)	2,0
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,sohle}$	m/s	1,0E-05
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,böschung}$	m/s	1,0E-05
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	42,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	B_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z_{max}	m	0,95
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	1	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	l/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_z	1	1,0
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	15
Abminderungsfaktor	f_A	1	1,00

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{0,1}$	l/(s ha)	11,3
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	424
vorhandenes Speichervolumen	V	m³	447
Beckenlänge an Böschungsoberkante ¹⁾	L_s	m	43,9
Beckenbreite an Böschungsoberkante ¹⁾	B_s	m	11,9

¹⁾ ohne Freibord

Nachweis der Versickerungsrate:

vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,min}$	m ³ /s	0,002
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,max}$	m ³ /s	0,003
vorhandene mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	m³/s	0,002
gewählte Versickerungsrate	$q_s \cdot A_u$	m³/s	0,001

**Bemessung von Versickerungsbecken
im Näherungsverfahren nach ATV-DVWK-A 138**

**B-Plan 586c Bagreuther Straße
Versickerungsberechnung Teilfläche Süd: Gewerbe**

Auftraggeber:

Wirtschaftsbetrieb Ludwigshafen
Stadtentwässerung und Straßenunterhalt

Beckenbemessung:

Bemessung für Regenspende der Häufigkeit $n=0,01$

Eingabedaten:

$$V = (A_z \cdot 10^{-3} \cdot r_{0,1} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_a \quad \text{mit} \quad Q_s = A_u \cdot q_s$$

Einzugsgebietsfläche	A_z	m^2	12.383
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138)	ψ_u	1	0,54
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	6.656
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_s	$l/(s \cdot ha)$	2,0
Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle	$k_{f,sohle}$	m/s	1,0E-05
Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung	$k_{f,böschung}$	m/s	1,0E-05
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	57,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	B_s	m	10,0
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z_{max}	m	0,7
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	$l:m$	1	1,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	$1/Jahr$	0,01
Zuschlagsfaktor	f_z	1	1,0
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	15
Abminderungsfaktor	f_a	1	1,00

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	1080
maßgebende Regenspende	$r_{0,1}$	$l/(s \cdot ha)$	11,3
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m^3	401
vorhandenes Speichervolumen	V	m^3	432
Beckenlänge an Böschungsoberkante ¹⁾	L_s	m	58,4
Beckenbreite an Böschungsoberkante ¹⁾	B_s	m	11,4

¹⁾ ohne Freibord

Nachweis der Versickerungsrate:

vorhandene minimale Versickerungsrate	$Q_{s,min}$	m^3/s	0,003
vorhandene maximale Versickerungsrate	$Q_{s,max}$	m^3/s	0,003
vorhandene mittlere Versickerungsrate	$Q_{s,m}$	m^3/s	0,003
gewählte Versickerungsrate	$q_s \cdot A_u$	m^3/s	0,001

Anlage 2: Flächenbilanz angeschlossene Flächen gem. DWA-Arbeitsblatt A 138-1, Entwurf

Gewerbegebiet 586c, "Bayreuther Straße"								
Flächenbilanz gem. DWA-Arbeitsblatt A 138-1								
	Eingangsgrößen			Abflussbeiwerte		Ersatzfläche		A_{Bem} / A_{sm}
	Flächenbezeichnung	Fläche $A_{E,k} = A_{b,a}$ [m ²]	Fläche $A_{E,k} = A_{b,a}$ [ha]	Spitzen- abfluss- beiwert C_s	Mittlerer Abfluss- beiwert C_m	A_{bem} = $A_{E,k} * C_m$	A_{sm} aus Hydr. Berechnung A138-1	
Nördlicher Flächenanteil Schule	Flächen für die Versickerung	8.556	0,8556	n.a.	n.a.	--		
	Grünflächen (Sport-, Spiel-, Pflanzflächen)	9.868	0,9868	n.a.	n.a.	--		
	Gebäudeflächen mit Dachbegrünung (intensive Begrünung)	7.202	0,7202	0,20	0,10	0,072		
	Stellplatzflächen Schule mit Porenpflaster	19.476	1,9476	0,40	0,25	0,487		
	Wegeflächen mit wassergebundener Decke	1.984	0,1984	n.a.	n.a.	--		
An Versickerungsanlage Nord angeschlossene Fläche		26.678	2,668	0,210		0,559	0,042	13,308
Südlicher Flächenanteil Gewerbe u. Bayreuther Straße	Flächen für die Versickerung	2.059	0,2059	n.a.	n.a.	--		
	Grünstreifen an Stellplätzen	604	0,0604	n.a.	n.a.	--		
	Grünflächen, Pflanzflächen	20.015	2,0015	n.a.	n.a.	--		
	Gewerbeflächen unbebaut (Verkehrsflächen)	4.901	0,4901	1,00	0,90	0,441		
	Gebäudeflächen mit Dachbegrünung	7.482	0,7482	0,20	0,10	0,075		
	Radweg, Gehweg	7.000	0,7000	n.a.	n.a.	--		
An Versickerungsanlage Süd angeschlossene Fläche		12.383	1,238	0,417		0,516	0,057	9,051

Anlage 3: Ermittlung der Aufteilungswerte zur Wasserhaushaltsbilanz gem. DWA-Merkblatt M 102-4 mit dem Programm Wasserbilanz-Expert

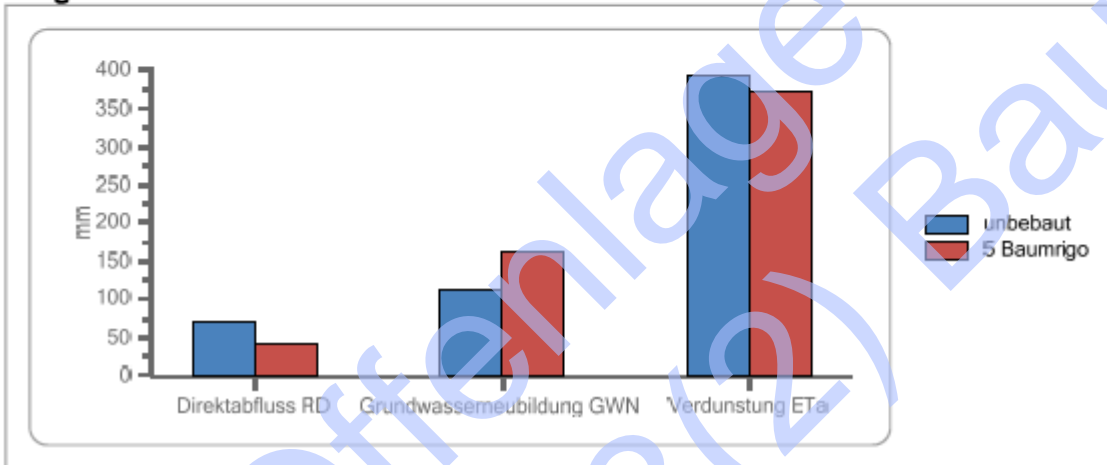
Wasserbilanz-Expert

Stadtentwässerung

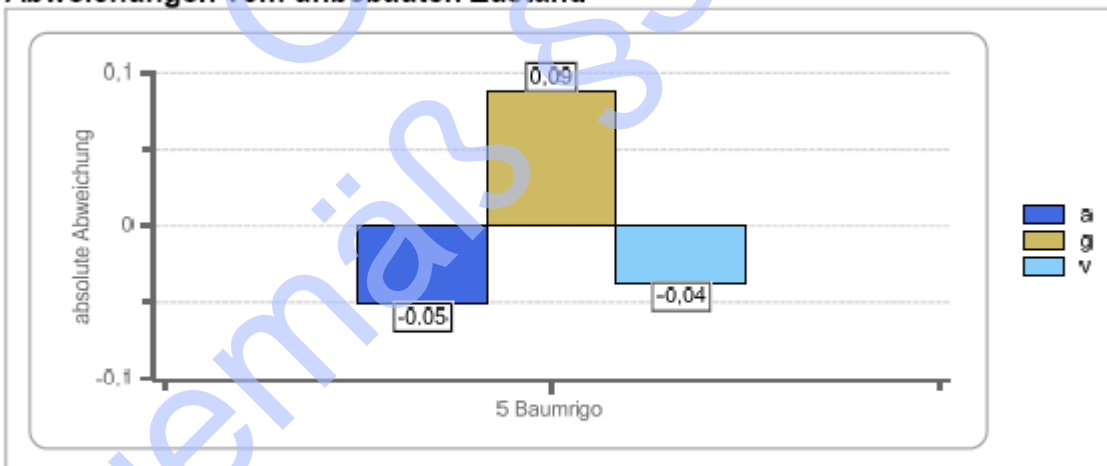
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	70	112	393	0,122	0,195	0,683			
5 Baumrigo	41	162	372	0,071	0,283	0,646	-0,051	0,088	-0,037

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante 5 Baumrigolen + Waldflächen

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Grünflächen für Versickerung Nord	Garten, Grünflächen	8.126	0,00	0,25	0,75	4.672	0	1.168	3.504	Ableitung
Fläche	Grünflächen für Sport, Spiel und Pflanzen	Garten, Grünflächen	3.868	0,00	0,25	0,75	2.224	0	556	1.668	Ableitung
Fläche	Gebäudeflächen mit Dachbegrünung	Gründach mit Intensivbegrünung	7.202	0,30	0,00	0,70	4.141	1.239	0	2.902	Versickerungsanlage Schule Nord
Fläche	Stellplatzflächen, Schulhof	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	19.476	0,00	0,49	0,50	11.199	25	5.530	5.644	Versickerungsanlage Schule Nord
Fläche	Wegeflächen, wassergebundene Decke	wassergebundene Decke	1.984	0,08	0,43	0,50	1.141	86	486	568	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Maßnahme	Versickerungsanlage Schule Nord	Versickerungsmulde	420	0,00	0,91	0,09	1.505	0	1.375	131	Ableitung
Fläche	Grünflächen für Versickerung Süd	Garten, Grünflächen	1.489	0,00	0,25	0,75	856	0	214	642	Ableitung
Fläche	Grünstreifen an Stellplätzen Süd	Garten, Grünflächen	604	0,00	0,25	0,75	347	0	87	260	Ableitung
Fläche	Grünflächen Pflanzflächen LPB Süd	Garten, Grünflächen	15	0,00	0,25	0,75	9	0	2	6	Ableitung
Fläche	Gewerbliche Flächen befestigt Süd	Asphalt, fugenloser Beton	4.901	0,68	0,00	0,32	2.818	1.927	0	891	Versickerungsanlagen Gewerbe Süd dezentral

Wasserbilanz-Expert

Stadtentwässerung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Gebäudeflächen mit Dachbegrünung (42)	Gründach mit Intensivbegrünung	7.482	0,30	0,00	0,70	4.302	1.287	0	3.015	Versickerungsanlagen Gewerbe Süd dezentral
Fläche	Straßenverkehrsflächen	Asphalt, fugenloser Beton	10.111	0,68	0,00	0,32	5.814	3.975	0	1.838	Ableitung
Fläche	Geh- u. Radwegflächen	Asphalt, fugenloser Beton	7.000	0,68	0,00	0,32	4.025	2.752	0	1.273	Baumrigolen Bayreuther Straße
Maßnahme	Versickerungsanlagen Gewerbe Süd dezentral	Versickerungsmulde	570	0,00	0,95	0,05	3.542	0	3.361	181	Ableitung
Fläche	Grünfläche für Baumpflanzungen Nord	Garten, Grünflächen	6.000	0,00	0,15	0,85	3.450	0	518	2.933	Ableitung
Fläche	Grünfläche für Baumpflanzungen Süd	Garten, Grünflächen	20.000	0,00	0,15	0,85	11.500	0	1.725	9.775	Ableitung

Seite 4 von 8

WABILA-Version 1.0.0.1

Wasserbilanz-Expert

Stadtentwässerung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Maßnahme	Baumrigolen Bayreuther Straße	Versickerungsschacht, -rohr, -rigole	0	0,00	0,40	0,60	2.752	0	1.101	1.651	Ableitung

Seite 5 von 8

WABILA-Version 1.0.0.1

Parameter der Varianten

Parameterwerte 5 Baumrigolen + Waldflächen

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Grünflächen für Versickerung Nord	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
	v	0,75	0	1	NaN
Grünflächen für Sport, Spiel und Pflanzen	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
	v	0,75	0	1	NaN
Gebäudeflächen mit Dachbegrünung	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	250	100	500	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Stellplatzflächen, Schulhof	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
Wegeflächen, wassergebundene Decke	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
Versickerungsanlage Schule Nord	kf-Wert (mm/h)	36	14	3600	NaN
Grünflächen für Versickerung Süd	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Grünstreifen an Stellplätzen Süd	v	0,75	0	1	NaN
	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
Grünflächen Pflanzflächen LPB Süd	v	0,75	0	1	NaN
	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
Gewerbliche Flächen befestigt Süd	v	0,75	0	1	NaN
	a	0	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
Gebäudeflächen mit Dachbegrünung (42)	Speicherhöhe	3	0,6	3	NaN
	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	250	100	500	NaN
Straßenverkehrsflächen	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
	Speicherhöhe	3	0,6	3	NaN
	Geh- u. Radwegflächen	Speicherhöhe	3	0,6	3
Versickerungsanlagen Gewerbe Süd dezentral	kf-Wert (mm/h)	36	14	3600	NaN
Grünfläche für Baumpflanzungen Nord	a	0	0	1	NaN
	g	0,15	0	1	NaN
	v	0,85	0	1	NaN
Grünfläche für Baumpflanzungen Süd	a	0	0	1	NaN
	g	0,15	0	1	NaN
	v	0,85	0	1	NaN

Wasserbilanz-Expert

Stadtentwässerung

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Baumrigolen Bayreuther Straße	a	0	0	1	NaN
	g	0,4	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB