



Stadtverwaltung Sinsheim

Eigenbetrieb Stadtwerke

Baugebiet „Bründel“

Stadtteil Dühren

Entwässerung

Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Erläuterungsbericht

Juni 2021



DIE EXPERTEN FÜR ÖKOLOGISCHES GEWÄSSERMANAGEMENT

BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH für Planen und Bauen in der Wasser- und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 1 · 74889 Sinsheim · Telefon Zentrale 07261 65951-0 · info@bioplan.de · www.bioplan.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Aufgabenstellung	1
2	Planungsgrundlagen	2
3	Örtliche Verhältnisse	3
3.1	Lage des Plangebietes	3
3.2	Geländesituation im Plangebiet	3
3.3	Gewässer/Vorfluter	4
3.4	Anschlusskanalisation und Regenwasserbehandlungsanlage	5
3.5	Niederschlagscharakteristik	7
3.6	Schutzgebiete	7
3.7	Wasserschutzgebiete	8
4	Bewirtschaftung und Behandlung von Regenabflüssen	9
4.1	Grundsätze	9
4.2	Flächenkategorisierung und Behandlungsnotwendigkeit	9
5	Entwässerungssystem im Plangebiet	10
5.1	Städtebaulicher Entwurf	10
5.2	Flächenbilanz	10
5.3	Flächenentwässerung	11
5.4	Außengebietsentwässerung	11
5.5	Nachweis der bestehenden Regenwasserkanäle	13
5.6	Hydrodynamische Berechnung Regenwasserkanäle Plangebiet	14
5.7	Schmutzwasserentsorgung	14
5.8	Schmutzwasserabfluss	15
5.9	Fremdwasserabfluss	15
5.10	Trockenwetterabfluss	15
5.11	Mindestnennweite Schmutzwasserkanal	15
5.12	Nachweis hydraulische Leistungsfähigkeit Ableitungsgraben	15
6	Erfordernis zur Retention der Niederschlagsabflüsse	17
6.1	Notwendigkeit der Rückhaltung	17
6.2	Ermittlung Drosselabfluss	17
6.3	Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens	18
6.4	Ergebnisse der konzeptionelle Variantenuntersuchung	18
6.5	Stauziel Regenrückhaltebecken	19
6.6	Freibord	19
6.7	Volumennachweis Regenrückhaltebecken	19
6.8	Leistungsfähigkeit Ablaufkanal	20
7	Regenwasserbehandlung mit Bodenfilter	21
7.1	Nachweis der Leistungsfähigkeit des bestehenden Bodenfilters	21
7.2	Hydraulische Kenngrößen der Nachberechnung	21
8	Beschreibung Entwässerung	22
8.1	Entwässerungsverfahren	22
8.2	Schmutzwasserkanalisation	22
8.3	Regenwasserkanalisation	23
8.4	Regenrückhaltebecken	23
8.5	Außengebietsableitung	24
9	Zusammenfassung	26
10	Literaturverzeichnis	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Plangebiet	3
Abbildung 2: Neigungsverhältnisse im Plangebiet.....	4
Abbildung 3: Vorfluter im Bereich des Plangebiets.....	4
Abbildung 4: Hydraulische Situation in der Karlsruher Straße	5
Abbildung 5: Bodenfilter „Eschelbacher Weg“	6
Abbildung 6: Schutzgebiete im Bereich des Plangebiets.....	7
Abbildung 7: Fließstrecke Einleitungsstelle bis zum Wasserschutzgebiet	8
Abbildung 8: Fließwege Außengebiet	12
Abbildung 9: Einfluss Außengebiet auf Grundstück Flurstücks-Nr. 4809.....	13
Abbildung 10: Abflussleistung Ableitungsgraben.	16
Abbildung 11: Oberflächenabflusswelle Außengebiet	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenkategorisierung BG „Bründel“	9
Tabelle 2: Flächenbilanz BG „Bründel“	10
Tabelle 3: Volumennachweis Regenrückhaltebecken	19

1 Einführung

1.1 Veranlassung

Die Stadt Sinsheim beabsichtigt die Erschließung des Baugebiets „Bründel“ im Stadtteil Dühren. Die geplante Flächenentwicklung an der Ortsrandlage Richtung Westen umfasst eine Gesamtfläche von ca. 1,09 ha. Wegen möglicher Auswirkungen der Flächenzunahme sind die zusätzlichen hydraulischen und stofflichen Belastungen an der bestehenden Kanalisation, der Regenwasserbehandlung und am Vorfluter zu überprüfen.

Die BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH wurde daher im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans durch die Stadtwerke Sinsheim mit der Erstellung einer Entwässerungskonzeption und darauf aufbauend mit der Entwässerungsplanung beauftragt.

1.2 Aufgabenstellung

Im ersten Schritt ist zunächst zu klären, inwieweit die Anschlusskanalisation zum bestehenden Bodenfilter ausreichend groß dimensioniert ist. Weiterhin ist zu untersuchen, ob eine Erweiterung des Bodenfilters angezeigt ist oder ob auf Grundlage der neuen Bemessungsansätze im DWA-Arbeitsblatt A 178 der Filter das zusätzliche Niederschlagswasser aus dem Baugebiet „Bründel“ verarbeiten kann.

Entsprechend den ausgewiesenen Hochwassergefahrenkarten kommt es in der Ortslage Dühren am Erlenbach zu Überschwemmungen bei Auftreten eines Niederschlagsereignisses mit der Wiederkehrzeit von $T_N = 100$ Jahren. Die Abflussverhältnisse für die Unterlieger dürfen sich durch eine Baugebieterschließung nicht nachteilig verändern. Die Gebietsentwässerung ist daher für ein 100-jähriges Ereignis auf den natürlichen Gebietsabfluss zu reduzieren.

Resultierend aus den aktuell erstellten Karten zur Starkniederschlagsbetrachtung für die Ortslage Dühren sind ggfs. Maßnahmen zu definieren, wie eine Ableitung des Außengebiets westlich und nördlich des Plangebietes erfolgen kann.

2 Planungsgrundlagen

Folgende Planungsgrundlagen standen für die Erarbeitung der Entwässerungsplanung zur Verfügung:

- Bebauungsplan, StadtLandPlan, Speyer, 11.06.2021
- Auszug Kanal- und Wasserleitungsbestandsdaten Stadtteil Dühren, Stadtwerke Sinsheim, 20.01.2021
- Allgemeiner Kanalisationsplan für den Stadtteil Dühren, BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH, August 2019
- Kartenabfrage im Daten- und Kartendienst der LUBW

3 Örtliche Verhältnisse

3.1 Lage des Plangebietes

Der Stadtteil Dühren liegt ca. 3 km südwestlich der Kernstadt Sinsheim. Das Plangebiet „Bründel“ befindet sich am westlichen Ortsrand von Dühren und ist über die Karlsruher Straße und im weiteren Verlauf über den Bründelweg und den Ernst-Ziegler-Weg zu erreichen.

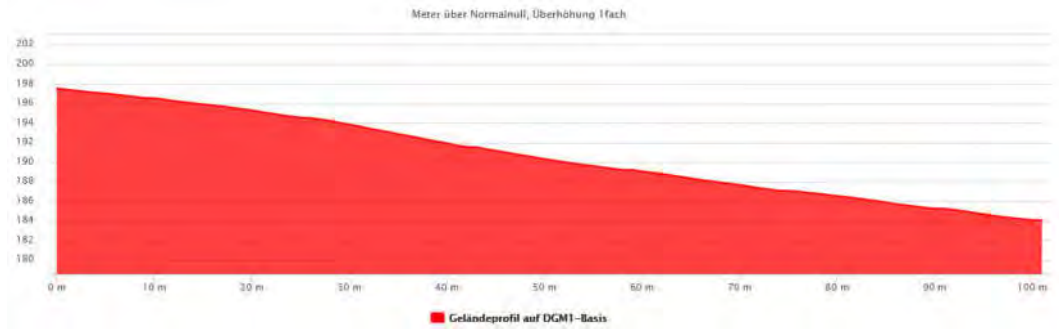


Quelle: LUBW Kartendienst

Abbildung 1: Plangebiet

3.2 Geländesituation im Plangebiet

Der Hochpunkt liegt an der nordwestlichen Ecke bei ca. 198 m+NN. An der südöstlichen Ecke des Plangebiets, am Übergang auf den Ernst-Ziegler-Weg beträgt die Geländehöhe 184 m+NN. Dadurch ergibt sich eine maximale Hangneigung von ca. 13,3 % (siehe Abbildung 2).



Quelle: LUBW Kartendienst

Abbildung 2: Neigungsverhältnisse im Plangebiet

3.3 Gewässer/Vorfluter

Hauptvorfluter ist der Erlenbach, in den innerhalb der Ortslage Dühren noch der Galgenteichgraben und der Wittichgraben münden.

Die Regenwasserkanäle der bestehenden Bebauung im Ernst-Ziegler-Weg entwässern über den Retentions-Bodenfilter „Eschelbacher Weg“ und haben ihre Vorflut im Bründelweggraben. Der Bründelweggraben geht südlich der Bundesstraße B292/Karlsruher Straße in den verrohrten Galgenteichgraben über (siehe Abbildung 3).



Quelle: LUBW

Abbildung 3: Vorfluter im Bereich des Plangebiets

3.4 Anschlusskanalisation und Regenwasserbehandlungsanlage

Das östlich gelegene Wohngebiet „Ernst-Ziegler-Weg“ wird im Trennsystem entwässert. Die Mischwasserkanalisation in der Karlsruher Straße weist bereits im Istzustand bei Regenereignissen mit einer Häufigkeit von $n = 0,5$ (1-mal in 2 Jahren) Überlastungen mit der Ausprägung „Überstau“ auf (siehe Abbildung 4).

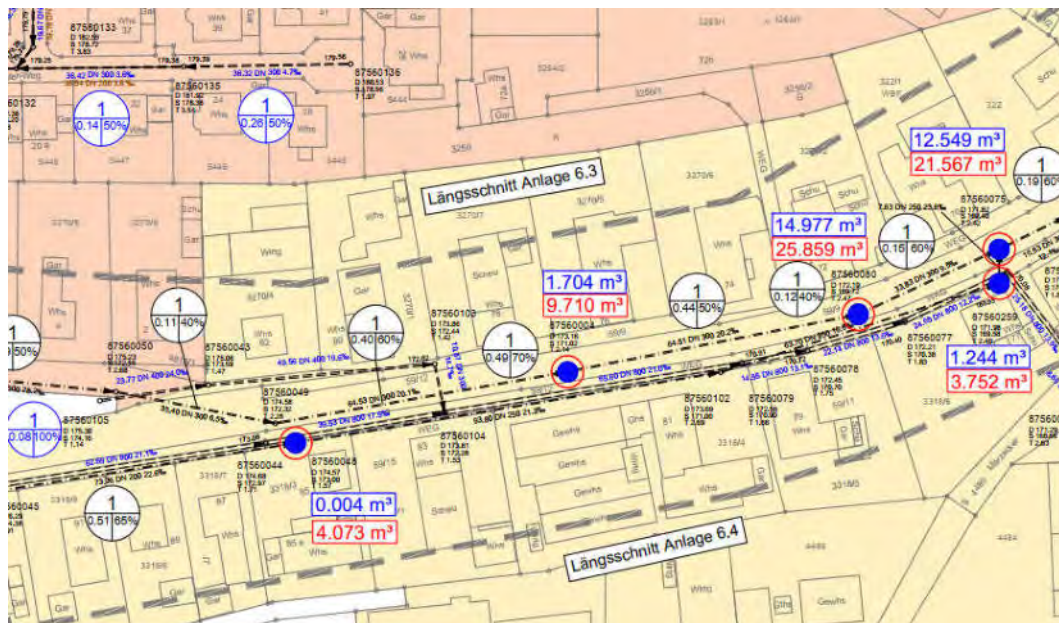


Abbildung 4: Hydraulische Situation in der Karlsruher Straße

Vor der Einleitung des anfallenden Niederschlagswassers aus dem bestehenden Wohngebiet in den Bründelweggraben erfolgt die Regenwasserbehandlung in einem sogenannten „Retentionsbodenfilter“. Der Bodenfilter „Eschelbacher Weg“ wurde 1998 errichtet und auf Grundlage des „Handbuches Wasser 4“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg dimensioniert. Das Plangebiet „Bründel“ wurde bei der Bemessung des Bodenfilters nicht berücksichtigt, da zum damaligen Zeitpunkt keine Flächenerweiterungen geplant waren.

Bei einer Nachberechnung des Bodenfilters nach den maßgebenden, aktuellen Regelwerken ist davon auszugehen, dass der bestehende Bodenfilter ausreichend leistungsfähig ist und die zusätzliche Wasser- und Stofffracht aus dem Plangebiet aufgenommen werden kann. Abbildung 5 zeigt einen Auszug aus dem Bestandsplan der Bodenfilteranlage.

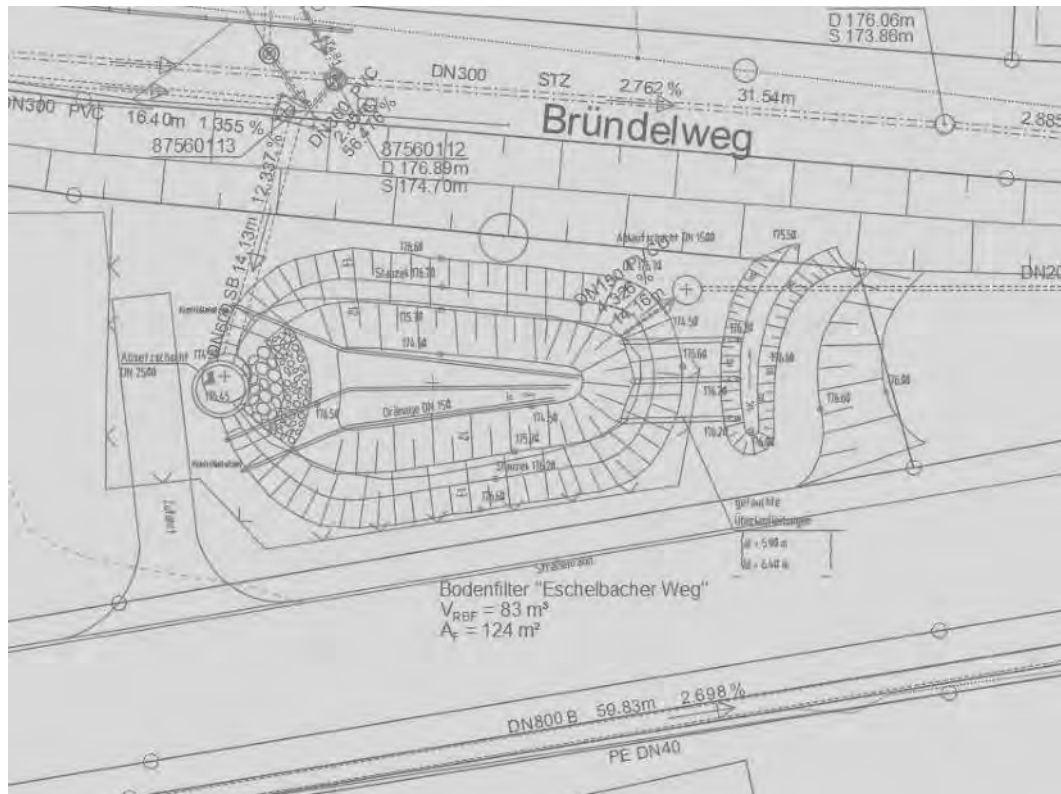


Abbildung 5: Bodenfilter „Eschelbacher Weg“

Die bestehende Anschlusskanalisation befindet sich im Ernst-Ziegler-Weg und im Bründelweg. Hier verlaufen Schmutz- bzw. Mischwasserkanäle DN 200 bis DN 300, sowie ein Regenwasserkanal DN 300 bis zum Abzweig Richtung Bodenfilter. Zusätzlich zur Gebietsentwässerung im Trennsystem erfolgt über den Regenwasser(RW-)kanal im Ernst-Ziegler-Weg und im weiteren Verlauf im Bründelweg die Ableitung eines ca. 3,5 ha großen, westlich der Ortslage Dühren gelegenen Außengebiets. Die Einleitung der Niederschlagsabflüsse aus dem Außengebiet erfolgt über herkömmliche Straßeneinläufe und eine Flachrinne in die Regenwasserkanalisation.

3.5 Niederschlagscharakteristik

Für das Niederschlagsgeschehen im Planungsgebiet sind nachfolgende Werte charakteristisch:

Mittlerer Jahresniederschlag (aus KOSTRA-Atlas):

	Regenspenden/	Regenhöhen:
$r_{15\ 1}$	= 117,8 l/s x ha /	10,6 mm
$r_{15\ 0,3}$	= 169,2 l/s x ha /	15,2 mm
$r_{15\ 0,05}$	= 258,0 l/s x ha /	23,2 mm
$r_{15\ 0,01}$	= 333,3 l/s x ha /	30,0 mm

3.6 Schutzgebiete

An der Nordseite, am Übergang zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen, befindet sich ein als Biotop kartierter Hohlweg (Biotop-Nr.: 167182260544, siehe Abbildung 6).



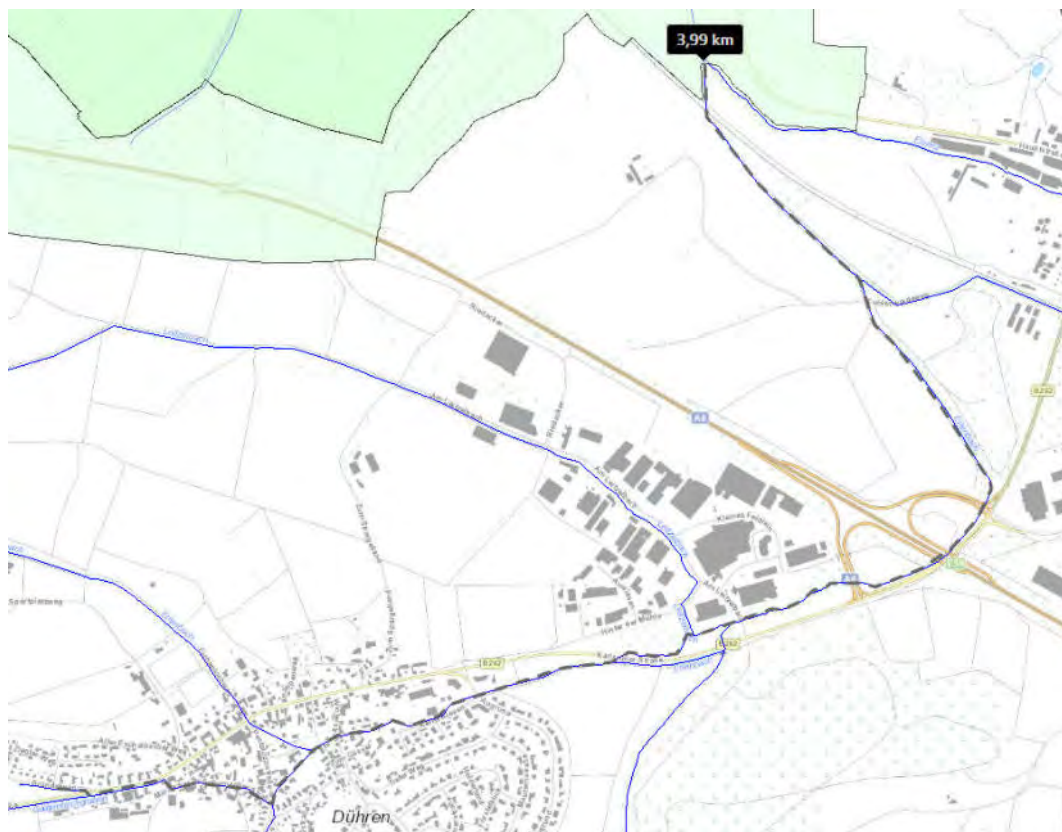
Quelle: LUBW

Abbildung 6: Schutzgebiete im Bereich des Plangebiets

Weitere Schutzgebiete in unmittelbarer Nähe zum Plangebiet liegen sowohl laut LUBW als auch laut Informationsverbund der kommunalen und staatlichen Umweltdienststellen des Landes Baden-Württemberg nicht vor.

3.7 Wasserschutzgebiete

Die Fließstrecke von der Einleitstelle der Regenabflüsse in den Bründelweggraben bis zum Erreichen des festgesetzten Wasserschutzgebietes „Br. Gew. Bruch, Röhrig Sinsheim-Hoffenheim“ (WSG Nr. Amtl.: 226.005, Zone III B) beträgt 3,99 km. Bei einer Fließgeschwindigkeit von 0,4 m/s für den mittleren Abfluss beträgt die Fließzeit bis zum Wasserschutzgebiet ca. 2,8 Stunden.



Quelle: LUBW

Abbildung 7: Fließstrecke Einleitungsstelle bis zum Wasserschutzgebiet

4 Bewirtschaftung und Behandlung von Regenabflüssen

4.1 Grundsätze

Veränderungen des Wasserhaushaltes sind in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering wie möglich zu halten. Das heißt in Bezug auf die Wasserbilanz sollten der Direktabfluss, die Grundwasserneubildung und die Verdunstung im bebauten Zustand denen des unbebauten Zustandes ähnlich sein. Als stoffbezogene Zielgrößen sind die Jahresfrachten der Feinfraktion abfiltrierbarer Stoffe AFS (Korndurchmesser $< 63 \mu\text{m}$, neue Bezeichnung AFS63) zugrunde zu legen. Oberflächen, auf denen Regenabfluss entsteht, werden in Abhängigkeit von der Flächennutzung (z. B. Dachflächen, Hof- und Wegeflächen, Verkehrsflächen oder Betriebsflächen) hinsichtlich der möglichen Verschmutzung in unterschiedliche Belastungskategorien (I-III) eingeteilt.

Auf Flächen der Kategorie I fällt gering belastetes Niederschlagswasser an und eine Einleitung in ein Oberflächengewässer ohne vorherige Behandlung ist möglich. Für Flächen mit mäßiger (Kategorie II) und starker Belastung (Kategorie III) ist eine Regenwasserbehandlung vorzusehen bzw. im Bestand nachzurüsten. Der Umfang bzw. das Maß der Behandlung bestimmt sich nach den jeweiligen Flächenanteilen im Einzugsgebiet an der Einleitstelle. Die Luftbelastung wird im Gegensatz zu der früheren Betrachtung (DWA-M153) nicht in die Bewertung einbezogen.

4.2 Flächenkategorisierung und Behandlungsnotwendigkeit

Die Belastungskategorie wurde nach Tabelle A.1 DWA-A102-2 bestimmt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 1 dokumentiert.

Tabelle 1: Flächenkategorisierung BG „Bründel“

Flächenart	Flächenspezifizierung	Flächen- gruppe	Belastungs- kategorie
Straßen-/ Hofflächen	Hof-/Verkehrsflächen in Wohngebieten mit geringem KFZ-Verkehr ($\text{DTV} \leq 300$ o. 50 Wohneinheiten)	V1	I
Dach- flächen	Dachflächen $\leq 50 \text{ m}^2$ und Dachflächen $\geq 50 \text{ m}^2$, ausgenommen Dachflächen mit hohen bis sehr hohe Anteile an Materialien, die zu signifikanten Belastungen des Niederschlagswassers mit gewässerschädlichen Substanzen führen	D	I

Da für die Entwässerungsfläche im Plangebiet die Belastungskategorie I ermittelt wurde, ist keine Regenwasserbehandlung für das im Trennsystem entwässernde Baugebiet "Bründel" erforderlich.

5 Entwässerungssystem im Plangebiet

5.1 Städtebaulicher Entwurf

Der städtebauliche Entwurf sieht auf einer Wohnbaufläche von ca. 0,95 ha in einer Ringerschließung die Errichtung von 14 Einfamilienhäusern und 2 Mehrfamilienhäusern mit jeweils 6-8 Wohneinheiten vor. Bei einem geschätzten Versiegelungsgrad von ca. 57 % errechnet sich eine befestigte Fläche von ca. 0,54 ha.

Die Ausdehnung in Nord-Südrichtung beträgt ca. 115 m, die in Ost-Westrichtung ca. 90 m.

Das Gebiet weist im östlichen Rand eine öffentliche Grünfläche auf, die nicht bebaut werden soll. Hier sind diverse Ausgleichsmaßnahmen geplant.

5.2 Flächenbilanz

Das Planungsgebiet weist eine Gesamtfläche von 1,09 ha (einschließlich Entwässerungsgraben im Norden, öffentlicher Grünfläche im Osten, bestehender Erschließungsstraße im Ernst-Ziegler-Weg) auf. Davon sind 0,95 ha Wohnbaufläche für die Flächenkanalisation entwässerungsrelevant. Die Grünfläche und die Fläche des Ableitungsgrabens werden für die Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen als Außengebiet berücksichtigt. Auch die bestehende Straßenfläche ist im Kanalnetzmodell des AKP bereits berücksichtigt. Für die reine Wohnbaufläche ergibt sich ein Befestigungsgrad in Höhe von 57 %. Die Flächenbilanz ist in Tabelle 2 abgebildet. Die Ermittlung des Versiegelungsgrades erfolgte auf Grundlage einer GRZ von 0,3 mit einer zulässigen Überschreitung bis 50 %.

Tabelle 2: Flächenbilanz BG „Bründel“

Flächentyp	Flächengröße, befestigt [m²]	Flächengröße, unbefestigt [m²]	Anteil [%]	Abflussbeiwert [-]
Straßenflächen	1.360		14,3	0,90
Hofflächen	700		7,4	0,75
Dachflächen	3.340		35,2	1,00
Grünfläche		4.100	43,2	0,10
Summe	5.400	4.100	100,0	0,58

Der mittlere Abflussbeiwert von 0,58 ergibt sich aus der Multiplikation der einzelnen Flächengrößen mit den zugeordneten Abflussbeiwerten.

5.3 Flächenentwässerung

Eine Entwässerung des Plangebiets im Mischverfahren ist nicht genehmigungsfähig, da es den Grundsätzen des Wassergesetzes widerspricht. Nicht behandlungsbedürftiges Niederschlagswasser sollte ortsnah versickert oder in den Vorfluter eingeleitet werden. Weiterhin würde sich bei der Umsetzung einer Entwässerung im Mischverfahren die Überlastungssituation in der Karlsruher Straße verschärfen.

Bei einer Entwässerung im modifizierten Mischsystem kommt es ebenfalls zu einer Verschlechterung der hydraulischen Verhältnisse in unterhalbliegenden, überlasteten Mischwasserkanälen.

Die Entwässerung im Trennverfahren wird als Vorzugsvariante betrachtet, da diese Art der Entwässerung bereits im benachbarten Wohngebiet zur Ausführung kam und die geringste Auswirkung auf die Mischwasseranschlusskanalisation hat. Beim Trennverfahren ist die Auswirkung auf die bestehende Regenwasserbehandlungsanlage (Retentionsbodenfilter) und die Situation der Außengebietsentwässerung zu berücksichtigen.

5.4 Außengebietsentwässerung

An der Nordseite des Planungsgebiets schließt ein Außengebiet in der Größe von ca. 3,37 ha an. Am westlichen Rand befindet sich ebenfalls ein abflussrelevantes Teilgebiet von ca. 0,23 ha. Zuzüglich der Flächen des Ableitungsgrabens und der Grünfläche im Nordosten des Plangebietes (Summe = 0,14 ha) sind für die Bemessung der Entwässerungsanlagen 3,51 ha anzusetzen.

Die Niederschlagsabflüsse dieser Außengebiete müssen von der Wohnbebauung ferngehalten werden, um mögliche Überflutungen von tiefliegenden Gebäudeteilen zu vermeiden. Eine Besonderheit bei der Betrachtung der Fließwege des Abflusses stellt das Biotop am nördlichen Gebietsrand dar. Der bestehende Hohlweg stellt eine Geländevertiefung dar, in dem sich die wesentlichen Abflüsse aus dem Außengebiet sammeln und an einer Stelle konzentriert in das Plangebiet eindringen können (siehe nachfolgende Abbildung 8 und Anlage 4).

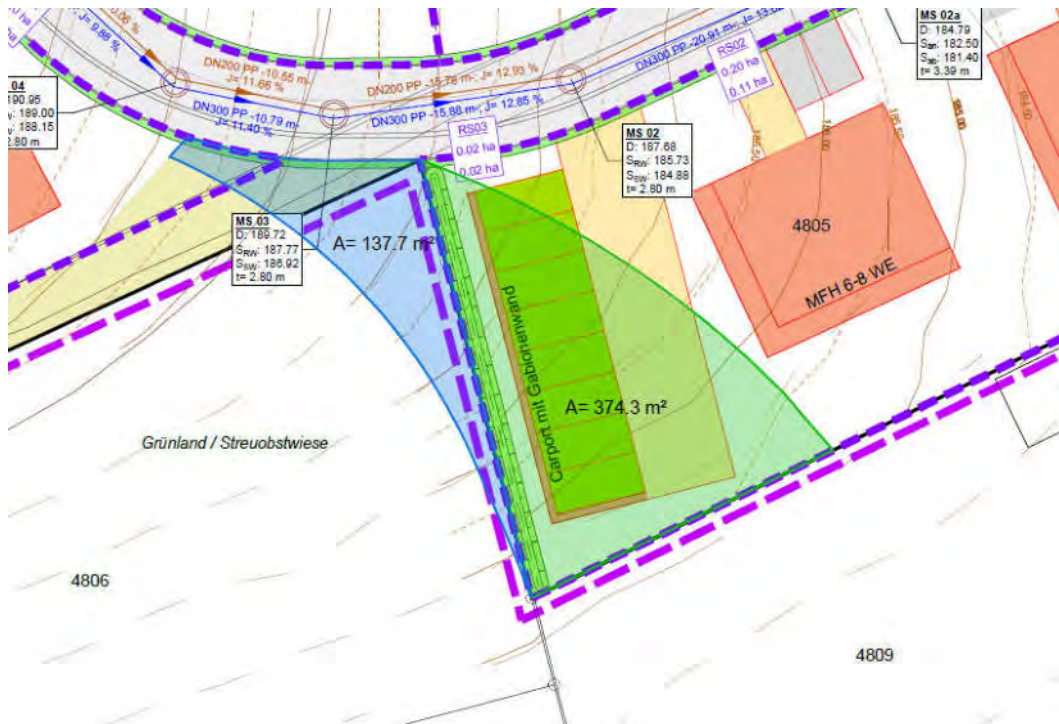


Abbildung 9: Einfluss Außengebiet auf Grundstück Flurstücks-Nr. 4809

5.5 Nachweis der bestehenden Regenwasserkänäle

Im allgemeinen Kanalisationsplan (AKP) wurde das Plangebiet in der Prognoseberechnung mit der aktuell beabsichtigten Flächengröße nicht berücksichtigt, da zum Zeitpunkt der Ausarbeitung ein Baugebiet an anderer Stelle mit einem geringeren Flächenumfang vorgesehen war.

Deshalb wurde nun das bestehende Regenwasserkanalnetz im Ernst-Ziegler-Weg mit den neu geplanten Flächengrößen nachgerechnet. Die Ergebnisse der Nachrechnung sind im Längsschnitt (siehe Anlage 5) dargestellt. Für den Bemessungsregen mit einer Wiederkehrzeit von 3 Jahren ist der geforderte Entwässerungsanspruch noch sichergestellt. Bei der Betrachtung seltenerer Ereignisse zeigt sich jedoch nach Anschluss des Plangebietes an die bestehende RW-Kanalisation eine Verschlechterung der hydraulischen Verhältnisse im Hinblick auf mögliche kanalinduzierte Überflutungen. Beim Ansatz einer dezentralen Retention (private Zisternen mit einem Gesamtvolumen von 70 m³) ist bei einem Regenereignis der Wiederkehrzeit von 20 Jahren (Bemessungsansatz für Überflutungsprüfung), gegenüber dem Zustand der unbebauten Fläche des Plangebietes, keine Verschlechterung der Überstausituation zu erwarten. Ohne Berücksichtigung einer dezentralen Retention würde das Überstauvolumen ansteigen.

Aufgrund vorhersehbarer unzureichender Funktionsprüfung und Wartung der dezentralen Retention durch die Eigentümer wird der Anteil dieser Retentions-elemente rechnerisch nicht angesetzt.

Damit sich die hydraulischen Verhältnisse im bestehenden Kanalnetz im Ernst-Ziegler-Weg nicht verschlechtern, wurde daher in der Netzberechnung jeweils am unteren Ende der geplanten RW-Kanäle im Plangebiet ein Rohrspeicher (DN 800 und DM 900) mit Abflussdrosselung simuliert. Durch diese zentrale Retention, mit einer Abflussdrosselung auf 120 l/s, kommt es im betrachteten Kanalabschnitt im Ernst-Ziegler-Weg (zwischen Schacht 87560119_R und Schacht 87560114) zu keiner Überflutung bei einem Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit von 20 Jahren. Die Abflusssituation in der Regenwasserkanalisation wird sich folglich mit Umsetzung der zentralen Speicherelemente im Zuge der Baugebieterschließung sogar verbessern.

5.6 Hydrodynamische Berechnung Regenwasserkanäle Plangebiet

Im Zusammenhang mit dem hydraulischen Nachweis der Anschlusskanalisation wurde das geplante RW-Kanalnetz hydrodynamisch berechnet. Auf die Vorbemessung mit dem Zeitbeiwertverfahren wurde verzichtet.

Die Berechnung wurde mit einer betrieblichen Rauheit k_b von 1,5 mm durchgeführt. Aufgrund der vorhandenen Topografie ergeben sich Leitungsgefälle zwischen 5 % und 12 %. Als Mindestnennweite wurde DN/OD 315 angesetzt, da die Ausführung in Kunststoffrohren vorgesehen ist.

Die Ergebnisausdrucke zu den hydraulischen Berechnungen sind in Anlage 2 enthalten.

5.7 Schmutzwasserentsorgung

Das anfallende häusliche Schmutzwasser wird an das örtliche Mischwasserkanalnetz abgegeben bzw. in Richtung Kläranlage Sinsheim zur Behandlung abgeleitet. Die Auswirkungen des Schmutzwasseranfalls auf die Überlastung im Mischwasserkanal in der Karlsruher Straße wurden bereits in der Variantenuntersuchung im AKP betrachtet.

5.8 Schmutzwasserabfluss

Die Ermittlung des Schmutzwasserabflusses erfolgt anhand der Einwohnerzahl und der Wasserverbrauchswerte:

Mittlerer Schmutzwasserabfluss Q_{s24}

$$Q_{s24} = 0,95 \text{ ha} \times 100 \text{ E/ha} \times 130 / 86.400 = 0,14 \text{ l/s}$$

5.9 Fremdwasserabfluss

Für die Berechnung wird der Fremdwasseranteil (ggf. Fehlanlüsse und Eintritt von Oberflächenwasser über Schachtabdeckungen) mit 10 % des Schmutzwasserabflusses angenommen:

Mittlerer Fremdwasserabfluss Q_{f24}

$$Q_{f24} = 0,14 \times 0,10 = 0,014 \text{ l/s}$$

5.10 Trockenwetterabfluss

Der mittlere Trockenwetterabfluss Q_{t24} wird aus dem Schmutzwasserabfluss und dem Fremdwasserabfluss ermittelt:

$$Q_{t24} = 0,14 \text{ l/s} + 0,014 \text{ l/s} = 0,15 \text{ l/s}$$

Der Spitzenfaktor im ländlichen Bereich liegt bei 8 h/d. Dadurch ergibt sich ein stündlicher Spitzenabfluss bei Trockenwetter Q_{tx} wie folgt:

$$Q_{tx} = 0,14 \text{ l/s} \times 24 / 8 + 0,014 \text{ l/s} = 0,43 \text{ l/s}$$

5.11 Mindestnennweite Schmutzwasserkanal

Die Mindestnennweite für Schmutzwasserkanäle beträgt DN 200 ($d_i = 182 \text{ mm}$). Bei einem Mindestgefälle von 0,004, gemäß DWA-A 110, entspricht dies, bei einer betrieblichen Rauheit von $k_b = 0,75 \text{ mm}$, einer Abflussleistung von 16 l/s. Die Mindestnennweiten sind für die Ableitung des Trockenwetterabflusses ausreichend. Da deutlich größere Gefälleverhältnisse vorliegen, sind keine Kanalablagerungen zu erwarten.

5.12 Nachweis hydraulische Leistungsfähigkeit Ableitungsgraben

Der geplante Ableitungsgraben verfügt an der maßgebenden Stelle über ein Gefälle von 1,6 %. Durch Ausbildung eines Trapezgerinnes mit einer Sohlbreite von 50 cm und Böschungsneigungen von 1:1,5 ergibt sich ein Abfluss von 829 l/s bei einer Vollfüllung des Gerinnequerschnitts.

Im Flussgebietsmodell Elsenz-Schwarzbach wird ein spezifischer Wert von $0,423 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$ für H_{q100} für das Teileinzugsgebiet „Dührenerbach“ angegeben. Für kleine Einzugsgebiete sind diese Flächen abzugrenzen und über ein Spendendiagramm zu ermitteln. Gemäß Diagramm ergibt sich eine Abflussspende von $2,0 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$ ($= 20 \text{ l/s} \times \text{ha}$). Diese entspricht bei einer Größe von $3,77 \text{ ha}$ einem Abfluss von $75,4 \text{ l/s}$. Für den Lastfall Klimaänderung wird ein Zuschlag von 15% berücksichtigt. Daraus ergibt sich ein Bemessungsabfluss von ca. 87 l/s .

Abflußkapazität Trapezgerinne			
1.	Eingabeparameter		
1.0	Sohlbreite	$S =$	$0,50 \text{ m}$
1.1	Böschungsneigung rechts $1:n_r$	$n_r =$	$1,50$
1.2	Böschungsneigung links $1:n_l$	$n_l =$	$1,50$
1.3	Fließtiefe	$t =$	$0,50 \text{ m}$
1.4	Freibord	$f =$	$0,00 \text{ m}$
1.5	Gerinnetiefe	$T =$	$0,50 \text{ m}$
1.6	Rauhigkeit	$k_{ST} =$	$25,00 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
1.7	Sohlgefälle	$I =$	$16,00 \text{ ‰}$
2.	Ergebnisse		
2.1	Kronenbreite	$B =$	$2,00 \text{ m}$
2.2	Wasserspiegelbreite	$W =$	$2,00 \text{ m}$
2.3	Durchflossener Querschnitt	$A =$	$0,63 \text{ m}^2$
2.4	benetzter Umfang	$U =$	$2,30 \text{ m}$
2.5	hydraul. Radius	$r_{hyd} =$	$0,27 \text{ m}$
2.6	Fließgeschwindigkeit	$v =$	$1,33 \text{ m/s}$
2.7	Abfluß	$Q =$	$828,51 \text{ l/s}$
2.8	Froude-Zahl	$Fr =$	$0,60$ strömender Abfluss

Abbildung 10: Abflussleistung Ableitungsgraben.

Die Abflusskapazität des Grabens an der maßgebenden Stelle liegt mit 829 l/s deutlich über dem Bemessungswert von 87 l/s .

Eine Reduzierung des Abflussquerschnittes wird jedoch nicht empfohlen.

6 Erfordernis zur Retention der Niederschlagsabflüsse

6.1 Notwendigkeit der Rückhaltung

Regenwassereinleitungen aus Neubaugebieten können an Fließgewässern hydraulischen Stress und damit Gewässerschädigungen verursachen. Zur Vermeidung dieser Veränderungen ist die natürliche Eigendynamik des Gewässers zu erhalten bzw. bei bereits stabilisierten Gewässerbetten die Erosion zu verhindern. Zusätzlich dürfen sich die Abflussverhältnisse für die Unterlieger durch eine Baugebieterschließung nicht nachteilig verändern. Die Gebietsentwässerung ist daher für ein 100-jähriges Ereignis auf den natürlichen Gebietsabfluss zu reduzieren.

6.2 Ermittlung Drosselabfluss

Aus einer Niederschlagsabflusssimulation wurde die Oberflächenabflusswelle für einen 1-h-Regen aus dem Außengebiet ermittelt (siehe Abbildung 10).

Aus dieser Berechnung ergibt sich eine Gebietsabflussspende in Höhe von ca. 8,1 l/s x ha ($305 \text{ m}^3 \times 1000 / 3,1 \text{ h} / 3600 / 3,37 \text{ ha}$).

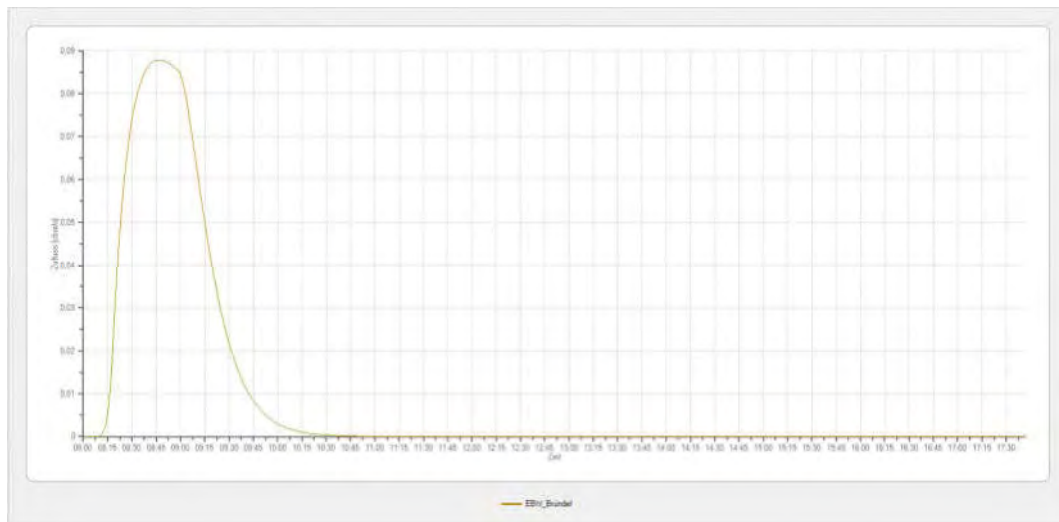


Abbildung 11: Oberflächenabflusswelle Außengebiet

Der Drosselabfluss aus der Retention wird auf 42 l/s festgelegt. Dieser Wert entspricht dem spezifischen Gebietsabfluss für das Direkteinzugsgebiet $((3,37 \text{ ha} + 1,05 \text{ ha} + 0,78 \text{ ha}) \times 8,1 \text{ l/s} \times \text{ha})$.

6.3 Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens

Zur Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens wird gemäß ATV-A 117 eine Niederschlag-Abfluss-Langzeit-Simulation mit dem Programm „KOSIM“ durchgeführt.

Bei diesem Nachweisverfahren ist es möglich, die natürliche Abfolge von Niederschlagsereignissen und die mögliche Überlagerung von Füll- und Entleerungsvorgängen in Rückhalteräumen rechnerisch abzubilden. Bei o. g. Verfahren werden befestigte und nicht befestigte Flächen in ihrem ereignisabhängigen Abflussverhalten simuliert. Das Volumen ist iterativ zu bestimmen bis die geforderte Überschreitungshäufigkeit eintritt. Die Ergebnisse der Langzeitsimulation sind dabei nach gängigen empirischen Verfahren aufzutragen und auszuwerten. Zur Ermittlung der Beziehung zwischen Volumen und Häufigkeit sind für jedes Ereignis die Summen von Speicher- und Überlaufvolumen zu bilden und die Größe nach zu ordnen.

Die Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens erfolgt in Abhängigkeit vom Drosselabfluss, der gewählten Überschreitungshäufigkeit von $n = 0,01$ ($T_N = 100$ Jahre) und der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche. Als Systembelastung wurde die synthetische Regenreihe Sinsheim-Dühren verwendet. Der Simulationszeitraum von 30 Jahren entspricht der Dauer der Regenreihe. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 803 mm. Die Ergebnisse zur Simulation sind in Anlage 2 dokumentiert.

Die Berechnung ergab ein erforderliches Speichervolumen für ein zentrales Rückhaltebecken vor Einleitung in den Vorfluter von 610 m³.

6.4 Ergebnisse der konzeptionelle Variantenuntersuchung

Vor Erarbeitung der Entwurfsplanung wurden mögliche Varianten zur Rückhaltung untersucht. Das im Lageplan dargestellte Regenrückhaltebecken wurde auf der Grundstückfläche Nr. 4812 entwickelt und entsprechend der topografischen Verhältnisse konstruiert. Anhand der gewählten Abmessungen und der Einstautiefe von 0,85 m lässt sich ein Speichervolumen von 620 m³ bereitstellen.

In Abstimmung mit dem Kanalnetzbetreiber wurde festgelegt, den gesamten Regenabfluss unterhalb des bestehenden Schachtes 87560115 aus dem oberhalb angeschlossenen, bestehenden Wohngebiets und aus dem Plangebiet direkt, in das zentrale Regenrückhaltebecken einzuleiten. Der Abfluss aus der Retention wird auf 42 l/s begrenzt. Davon wird ein Anteil von 10 l/s direkt in den Bodenfilter

eingeleitet. Auf die Ausbildung einer Filtersohle mit möglicher Versickerung wird verzichtet. Die Aufteilung der Drosselabflüsse erfolgt über ein gemeinsames Drosselbauwerk.

6.5 Stauziel Regenrückhaltebecken

Die maximale Zulaufwassermenge zum RRB ergibt sich aus der hydrologischen Berechnung. Im Simulationszeitraum (30 Jahre) stellt sich kein Überlauf ein. Der Zufluss zum RRB gemäß hydrodynamischer Berechnung beträgt ca. 270 l/s für $n = 0,01$. Das maximale Stauziel für den Notüberlauf mit dieser Abflussmenge berechnet sich mit der Wehrformel nach Poleni bei einer gewählten Wehrbreite von 8,00 m demnach wie folgt:

$$\text{Überfallhöhe } h_u = \left(\frac{3 \times Q}{2 \times u \times b \times \sqrt{2 \times g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{3 \times 0,270}{2 \times 0,55 \times 8,0 \times \sqrt{2 \times 9,81}} \right)^{2/3} = 0,075 \text{ m}$$

$$\text{Maximales Stauziel} = 176,75 \text{ m+NN} + 0,075 = 176,83 \text{ m+NN}$$

6.6 Freibord

Gemäß DWA-Merkblatt M 176, Kapitel 5.3 soll die Mindestfreibordhöhe für ungedichtete Regenrückhaltebecken 0,35 m (s. a. Abbildung 7 „Mindestfreibordhöhen von Regenbecken als Erdbecken“) betragen. Da das natürliche Gelände am Standort des RRB von westlicher Richtung leicht zum Vorfluter hin abfällt, wird die Herstellung eines ca. 20 bis 30 cm hohen Dammes an der Nordostseite erforderlich.

6.7 Volumennachweis Regenrückhaltebecken

Das erforderliche Retentionsvolumen von 610 m³ ergibt sich aus der mittleren Einstautiefe, der Grundfläche des RRB und Oberfläche beim normalen Stauziel.

Das Volumen wird über die Formel $V = h/3 \times (Au + \sqrt{Au} \times Ao + Ao)$ berechnet. Der Nachweis ist in Tabelle 3 dokumentiert.

Tabelle 3: Volumennachweis Regenrückhaltebecken

	NN-Höhe	Fläche	Tiefe	Volumen
Sohlfläche i. M.	175,90	640 m ²		
Stauziel	176,75	820 m ²	0,85	620 m ³

6.8 Leistungsfähigkeit Ablaufkanal

Die Mindestleistungsfähigkeit des Ablaufkanals wird auf das 1,5-fache des Drosselabflusses festgelegt:

Durchmesser: DN 300
Gefälle: 1 %
Vollfüllungsleistung: 99 l/s
Drosselabfluss: 32 l/s
Auslastungsgrad: $99 / 32 = 3,1 >> 1,5$

7 Regenwasserbehandlung mit Bodenfilter

7.1 Nachweis der Leistungsfähigkeit des bestehenden Bodenfilters

Der bestehende Bodenfilter entspricht im Hinblick auf die Bemessungsansätze und die konstruktive Ausbildung dem Bodenfiltertyp der 1. Generation. Die Leistungsfähigkeit des Bodenfilters wurde durch eine Langzeitsimulation nachgewiesen. Durch die Flächenzunahme bei der Erschließung des Plangebietes wird die zulässige Filterbelastung nicht überschritten. Der Drosselabfluss aus dem Bodenfilter kann beibehalten werden.

7.2 Hydraulische Kenngrößen der Nachberechnung

Der Jahresregenzufluss VQ_{zu} beträgt 8.124 m^3 , der Jahresdrosselabfluss VQ_{Dr} 5.383 m^3 und der Jahresregenüberlauf VQ_{ue} 2.729 m^3 . Daraus resultiert eine mittlere Filterbelastung von $34,3 \text{ m/a}$. Die maximale Filterbelastung beträgt $59,9 \text{ m/a}$.

Die Ergebnisse der Nachberechnung sind in Anlage 2 dokumentiert.

8 Beschreibung Entwässerung

8.1 Entwässerungsverfahren

Das Baugebiet „Bründel“ soll im Trennverfahren entwässert werden. Das häusliche Schmutzwasser wird aus den Grundstücken über Anschlussleitungen zu den Sammel- und Transportkanälen abgeleitet. Sämtliche Schmutzwasserkanäle sind als Freispiegelkanäle ausgebildet.

Das anfallende Regenwasser der befestigten Flächen wird über ein zweites Kanalsystem in das geplante zentrale Rückhaltebecken, das westlich der bestehenden Bodenfilteranlage erstellt werden soll, zugeführt.

8.2 Schmutzwasserkanalisation

Die Gesamtlänge der neu geplanten Schmutzwasserkanalisation beträgt rund 205 m. Im Abstand von rund 30 m Kanallänge ist jeweils ein Kontrollschacht zwecks Richtungswechsel oder Neigungswechsel angeordnet. Gleichzeitig dienen die Kontrollschächte zur Inspektion und Wartung des Kanalsystems. Die Kontrollschächte sollen größtenteils als Kombischächte für Trennentwässerung ausgeführt werden.

Die Rohrdimensionen sind durchgängig gleich groß in der Nennweite DN/OD 200. Das Rohrgefälle im Baugebiet variiert zwischen ca. 5% und 12 %. Flachstrecken liegen keine vor. Der Anschluss der neuen Schmutzwasserkanalisation an das bestehende Schmutzwassernetz erfolgt im Ernst-Ziegler-Weg unterhalb des Schachtes 87560119.

Die Kanaltiefe liegt bei ca. 2,80 m unter Straßenoberkante. In Abhängigkeit der nach dem Bebauungsplan festgelegten maximal zulässigen EFH-Höhe, insbesondere bei den zum Sammelkanal talseits gelegenen Grundstücken muss ggf. eine Entwässerung der Untergeschosse mittels Hebeanlage erfolgen. In diesem Zusammenhang sind auch die Ausführungen der DIN 1986-100 zum Schutz gegen Rückstau zu beachten.

Als Rohrmaterial wird Polypropylen mit einer Ringsteifigkeit von SN 16 vorgeschlagen.

8.3 Regenwasserkanalisation

Die Nennweiten der geplanten Regenwasserkanäle betragen DN/OD 315 und DN 800 bzw. 900 für die beiden zentralen Rohrspeicher im Kreuzungsbereich der beiden Erschließungsachsen 100/150. Die Gesamtlänge der neu zu bauenden Kanäle beträgt ca. 210 m. Die beiden Rohrspeicher müssen zur Ausnutzung des vollständigen Speichervolumens mit geringerem Gefälle verlegt werden. Dadurch ergibt sich am jeweiligen Anfangsschacht der Rohrspeicher eine Tiefenlage von über 3 m.

Die an diese Schächte ankommenden Haltungen werden mit einem außenliegenden Absturz versehen, um die Regeltiefe der Sammelkanäle von ca. 2,0 bis 2,30 m einzuhalten.

Die Drosselung des Regenabflusses aus den Rohrspeichern erfolgt auf 120 l/s. Dadurch kann eine Verschlechterung der hydraulischen Verhältnisse in der RW-Anschlusskanalisation vermieden werden.

Wegen der Höhenverhältnisse des Vorfluters und der Tiefenlage der bestehenden Regenwasserkanalisation muss die Gewässerquerung als Düker ausgebildet werden. Direkt vor und nach dem eigentlichen Düker werden Kontrollschächte angeordnet, die ständig teileingestaut sind.

8.4 Regenrückhaltebecken

Die aus dem zukünftigen Wohngebiet anfallenden Regenabflüsse werden im Regenrückhaltebecken zwischengespeichert und mit einer Drosselwassermenge von 32 l/s in den Bründelweggraben abgeleitet. Der Retentionsraum ist so bemessen, dass statistisch gesehen ein Überlauf nur alle 100 Jahre auftritt. Gleichzeitig erfolgt eine Weiterleitung von 10 l/s direkt in den Retentionsbodenfilter. Dadurch wird ein Teil des Gesamtregenabflusses einer Behandlung zugeführt, zum anderen wird durch die Abtrennung des bestehenden RW-Kanals im Ernst-Ziegler-Weg einer Unterlast des Filters entgegengewirkt.

Die mittlere Einbindetiefe (Abstand der Beckensohle zur Geländeoberkante) beträgt 1,85 m. Die Böschungen werden ringsum mit einer Neigung von 1: 2 ausgeführt. Die Abmessungen des Regenrückhaltebeckens betragen im Mittel ca. 47 m x 25 m.

Zwischen Zulaufbereich und Ablaufbereich wird eine Art Niedrigwasserrinne ausgebildet, um bei kleinen und häufigeren Regenereignissen ein schnelles Abtrocknen der Beckensohle zu erreichen. Die Beckensohle ist von den Außenseiten zur Rinne hin leicht geneigt, um punktuelle dauerhafte Vernässungen zu vermeiden.

Die Sohl- und Böschungsflächen werden mit Oberboden angedeckt und mit standortgerechtem Landschaftsrasen angesät.

Die Einleitungsstelle im Zulaufbereich wird mit einem Steinsatz an der Sohle und einer Umpflasterung des Auslaufs DN 400 vor Erosion geschützt. Zur Energieumwandlung werden zusätzlich mehrere Steingabionen angeordnet.

Die Drosselung des Regenabflusses aus dem Retentionsraum in den Bründelweggraben erfolgt mittels einer mechanisch funktionierenden Armatur auf 32 l/s. Die Drosselung Richtung Bodenfilter erfolgt in gleicher Weise auf 10 l/s.

Der Notüberlauf des Rückhaltebeckens ist als abgesenkte Dammscharte konzipiert. Die Länge der Überlaufschwelle beträgt 8 m. Zur gleichmäßigen Ableitung des Entlastungsabflusses wird die Schwelle aus Tiefbordsteinen hergestellt. Die abgesenkte Dammscharte und der Übergang in den Vorfluter werden mit einem Steinsatz befestigt. Die Dammscharte wird zwecks Pflegearbeiten überfahrbar ausgeführt.

Das Rückhaltebecken wird nach Fertigstellung vollständig eingezäunt bzw. die vorhandene Umzäunung der Bodenfilteranlage erweitert.

8.5 Außengebietsableitung

Für die Ableitung der Niederschlagsabflüsse aus den beiden angrenzenden Außengebieten werden eine Verwallung und ein Entwässerungsgraben vorgesehen. Durch die Bewirtschaftung der westlich des Plangebiets liegenden Ackerflächen ist besonders auf die Einhaltung der Mindesthöhe des Walles zu achten. Diese kann sich je nach Intensität der Bewirtschaftung reduzieren. Eine regelmäßige Kontrolle ist vorzusehen.

Das gleiche trifft auch für den an der Nord- und Ostseite des Plangebietes verlaufenden Ableitungsgraben zu. Dieser ist ständig zu unterhalten, damit der vorgegebene Abflussquerschnitt eingehalten wird. Bei Starkregen kann insbesondere aus den benachbarten Ackerflächen bei Erosion eine große Menge an Löß eingetragen werden.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass beim Ausufern des Grabens an der Nordseite des Plangebietes die unterhalbliegende Bebauung durch Überflutung gefährdet ist, zumal das Gelände an der Böschungsoberkante des Grabens deutlich nach Süden hin abfällt und das aus dem Graben ausgetretene Regenwasser dann nicht mehr in diesen zurückfließen kann.

Das am Ende des Ernst-Ziegler-Wegs geplante Einlaufbauwerk, das die Abflüsse aus dem Ableitungsgraben aufnehmen und der Regenwasserkanalisation zuführen soll, ist ebenfalls in regelmäßigen Abständen auf Verlegung zu kontrollieren.

Im Ernst-Ziegler-Weg sollten zusätzlich mehrere sogenannte Bergstraßeneinläufe angeordnet werden, um bei Überstausituationen (seltener als 1-mal in 20 Jahren) das aus dem Regenwasserkanalnetz ausgetretene Regenwasser über solche „Noteinläufe“ in Haltungen, die weniger überlastet sind, wieder teilweise ins Kanalnetz zurückführen zu können.

9 Zusammenfassung

Die Stadt Sinsheim beabsichtigt die Erschließung des Wohnbaugebietes „Bründel“ auf einer Gesamtfläche von ca. 1,09 ha. Die Entwässerung soll im Trennsystem mit Ableitung der Niederschlagsabflüsse in den Bründelweggraben und den bestehenden Bodenfilter erfolgen.

Zum Schutz des Vorfluters vor hydraulischer Überlastung und zum Schutz der Unterlieger vor Überflutung, ist das Niederschlagswasser in einem Rückhaltebecken zwischenspeichern und gedrosselt einzuleiten. Die Dimensionierung des Rückhaltebeckens erfolgte für eine Bemessungshäufigkeit von $n = 0,01 [1/a]$ durch eine Langzeitsimulation mit einem Niederschlagsabfluss-Modell.

Durch eine hydrodynamische Kanalnetzberechnung wurden die erforderlichen Nennweiten der Sammel- und Ableitungskanäle ermittelt. Die Regenwasserkanäle sind für eine Überstauhäufigkeit, die seltener als 1-mal in 3 Jahren auftritt, ausgelegt. Für seltenere Ereignisse bis 20 Jahre wurde nachgewiesen, dass kein Überflutungsrisiko besteht, sofern die Entwässerungseinrichtungen wie Straßenabläufe, Hofabläufe und Dachrinnen dafür ausreichend groß dimensioniert sind.

Um eine Verschlechterung der hydraulischen Verhältnisse im bestehenden Regenwasserkanal im Ernst-Ziegler-Weg gegenüber dem Istzustand zu vermeiden, sind für die Flächenentwässerung zwei Rohrspeicher im Plangebiet vorzusehen. Der Abfluss aus der Rohrrückhaltung ist auf 120 l/s zu begrenzen. Durch eine Optimierungsberechnung könnte noch überprüft werden, ob mit einem einzelnen Rohrspeicher mit größerer Nennweite (DN 1200) die gleiche Wirkung erzielt werden kann.

Für eine Teilbehandlung der Regenabflüsse aus dem bestehenden Wohngebiet und dem Plangebiet ist der vorhandene Bodenfilter ausreichend, wobei eine Behandlung der Regenabflüsse aus dem Plangebiet nach neuesten Regelwerken nicht erforderlich wäre. Bei Wegfall des Bodenfilters würde sich der Stoffeintrag in den Vorfluter erhöhen, was gegebenenfalls dem Verschlechterungsgebot widerspräche.

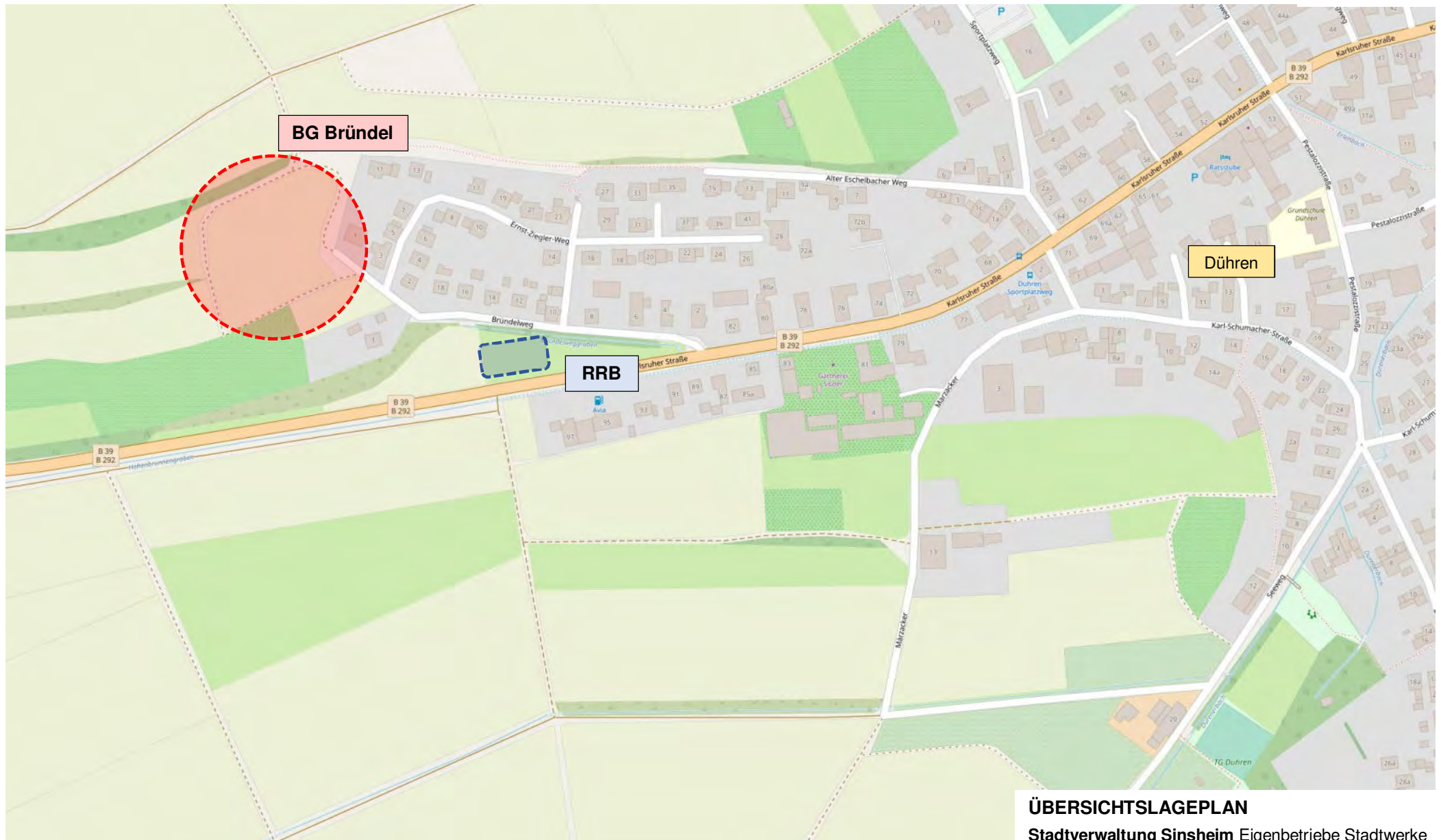
Durch Herstellung eines Entwässerungsgrabens und einer Verwallung am Rande des Plangebietes sollen die angrenzenden Baugrundstücke vor Überflutung von außen geschützt werden. Die Errichtung von dezentralen Retentionszisternen auf den Privatgrundstücken kann zur Reduzierung möglicher Überflutungen beitragen. Für die Auslegung der Entwässerungselemente werden diese Retentionsanlagen rechnerisch jedoch nicht berücksichtigt.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Arbeitsblatt DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, März 2006
- [2] Arbeitsblatt DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen, Dezember 2013
- [3] Arbeitsblatt DWA-A 166 Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, November 2013
- [4] K.-J. Schneider: Bautabellen, Werner-Ingenieur-Texte Bd. 40, 23. Auflage, 2018
- [5] Merkblatt DWA-M 158 Bauwerke der Kanalisation – Beispiele, März 2006
- [6] Merkblatt DWA-M 176 Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung, November 2013
- [7] Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M102, Dezember 2020

Sinsheim, den 21.06.2021

Dipl.-Ing. Karsten Schmidt
BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH

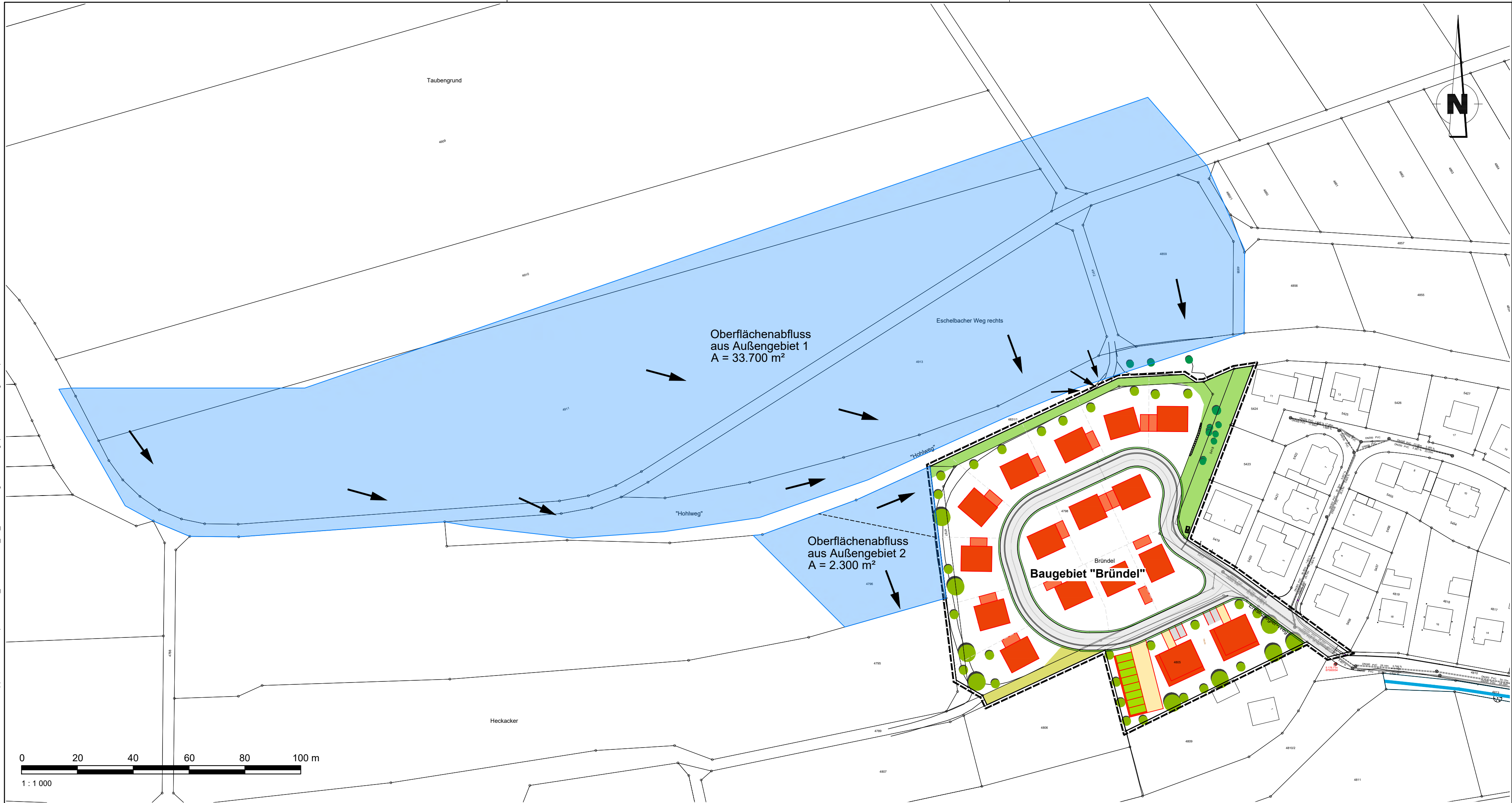


ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Stadtverwaltung Sinsheim Eigenbetriebe Stadtwerke
Baugebiet „Bründel“ in Sinsheim - ST Dühren

Projekt - Nr.: 50040 - unmaßstäblich -

Projektdatum: 21.06.21 11:18:48
21.06.21 11:04:51 als C:\Users\lars\AppData\Local\Temp\AcPublish_7964EP50040_LP_Niederschlagswasser.dwg (A3.3 LP-Aussengebiete)



Legende:
→ Fließrichtung Oberflächenabfluss

Fertigung	Koordinatensystem: UTM ☒ GK ☐	Projekt-Nr. 50040	Anlage 3.3
BIOPLAN DIE EXPERTEN FÜR ÖKOLOGISCHES GEWÄSSERMANAGEMENT BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH für Planen und Bauen in der Wasser- und Abfallwirtschaft Karlsplatz 1 · 74889 Sinsheim · Telefon Zentrale 07261 65951-0 · info@bioplan.de · www.bioplan.de			
Bauherr: Stadtwerke Sinsheim Dührener Str. 23 74889 Sinsheim		Projekt: Sinsheim - Stadtteil Dühren BG "Bründel" - Entwurfs- / Genehmigungsplanung -	
Lageplan Oberflächenabfluss aus Außengebieten		Maßstab: 1 : 1000	
bearbeitet: ZA	gezeichnet: MF	Datum: 21.06.2021	Plangröße: 750 x 297mm
Bauherr		Planer	
freigegeben am:		BIOPLAN Ingenieurgesellschaft	



Höhenlinien Bestand

Ver- und Entsorgungsleitungen

	$DH = m_{\%}$	Mischwasserkanal, Bestand
	$DH = m_{\%}$	Schmutzwasserkanal, Planung
	$DH = m_{\%}$	Regenwasserkanal, Bestand
	$DH = m_{\%}$	Regenwasserkanal, Planung
		Trinkwasserleitung, Bestand
		Multro-Schacht, Planung
		Einzugsgebiete, Planung
		Bebauungsplan-Abgrenzung

 BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH für Planen und Bauen in der Wasser- und Abfallwirtschaft Kienplatz 1 - 74889 Simsbach - Telefon-Zentrale 07143 43551-33 - info@bioplan.de - www.bioplan.de		
Die Experten für ÖKOLOGISCHES GENÜSSERMANAGEMENT		
Bauherr:  Stadtverwaltung Simsbach Eigenbetrieb Stadtwerke Dühlener Str. 23, 74889 Simsbach	Projekt: Simsbach - Stadtteil Dühren BG "Bründel" - Entwurfs- / Genehmigungsplanung -	
Lageplan Entwässerung mit RRB	Maßstab: 1 : 250	
bearbeitet: ZA Bauherr	gezeichnet: SC	Datum: 21.06.2021 Plangröße: 1500 x 841mm
freigegeben am: BIOPLAN Ingenieurgesellschaft		



Stadtverwaltung Sinsheim

Eigenbetrieb Stadtwerke

Baugebiet „Bründel“

Stadtteil Dühren

Entwässerung

Entwurfs- und Genehmigungsplanung

Ergebnislisten

hydrologische und hydraulische Berechnungen

Juni 2021



DIE EXPERTEN FÜR ÖKOLOGISCHES GEWÄSSERMANAGEMENT

BIOPLAN Ingenieurgesellschaft mbH für Planen und Bauen in der Wasser- und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 1 · 74889 Sinsheim · Telefon Zentrale 07261 65951-0 · info@bioplan.de · www.bioplan.de

Inhaltsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Inhaltsverzeichnis	
Inhaltsverzeichnis	1
Abkürzungsverzeichnis	2
Allgemeines	7
Regenwetterabflüsse	8
Regenwasserbehandlung	9
Regenwasserbehandlung Details	10
Regenrückhaltebecken	11
Regenrückhaltebecken Details	12
Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen	14

Abkürzungsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Abkürzungsverzeichnis Teil1 (Variablen)		
Kürzel	Einheit	Langtext
A	ha or m ²	Fläche
A ₁₂₈	ha	Au gem. A ₁₂₈
a _a		Einflusswert Kanalablagerungen (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
A _{b,a}		Angeschlossene befestigte Fläche (A ₁₀₂)
a _c		Einflusswert TW-Konzentration (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
A _E	ha	Einzugsgebietsfläche
a _f		Fließzeitabminderung (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
a _h		Einflusswert Jahresniederschlag (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
a _R		Einflusswert Fracht im RW-Abfluss (A ₁₀₂)
Abb	%	Abbauleistung (RWB)
AFS		Abfiltrierbare Stoffe
AFS ₆₃		Abfiltrierbare Stoffe, Siebdurchgang 0,45 bis 63µm
B	m	Breite
b _{R,a}	kg/(ha * a)	Flächenspezifischer Stoffabtrag (A ₁₀₂)
BB		Belebungsbecken
BF		Bodenfilter
C	mg/l	Konzentration
C _b	mg/l	Bemessungskonzentration (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
C _e	mg/l	rechn. Entlastungskonzentration (A ₁₂₈ /A ₁₀₂)
CSB	mg/l	Chemischer Sauerstoffbedarf
d	mm	Durchmesser
DBH		Durchlaufbecken im Hauptschluss
DBN		Durchlaufbecken im Nebenschluss
E		Einwohner
e ₀	%	Entlastungsrate A ₁₂₈ (Anhang 3)
ETA	%	Absetzwirkung
ETA _{hydr}	%	hydraulischer Wirkungsgrad (BF)
EW		Einwohnerwerte
f _D		Abminderungsfaktor (A ₁₀₂)
FBH		Fangbecken im Hauptschluss
FBN		Fangbecken im Nebenschluss
h	m	Höhe
H	m	Wasserstand
H _s	m/a	Stapelhöhe (BF)
I	%	Gefälle
I _{Geb}	%	Gebietsgefälle
ISV	l/kg	Schlammindex
k	min	Speicherkonstante
k _b	mm	Betriebsrauheit
KA		Kläranlage
KN		Gesamtstickstoff (Kjeldahl Nitrogen)
L	m	Länge
L _{Gew}	km	Fließgewässerlänge

Abkürzungsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Abkürzungsverzeichnis Teil1 (Variablen)		
Kürzel	Einheit	Langtext
m		Mischverhältnis
MNQ		Mittlerer Niedrigwasserabfluß
MS		Mischwassersystem
n		Anzahl Speicher
n	1/a	Häufigkeit
N		Niederschlag
Nbrutto	mm	gemessener Niederschlag
NGm		Neigungsgruppe
NKB		Nachklärbecken
Nnetto	mm	abflusswirksamer Niederschlag
p	%	Flächenanteil der Belastungskategorien (A102)
P		Phosphor
Psi		Abflussbeiwert
Q	l/s	Abfluss
q	l/s/ha	Abflussspende
QDr	l/s	Drosselabfluss
QF	l/s	Fremdwasserabfluss
Qre	l/s	Regenabfluss bei Entlastung (A128/A102)
QT,d	l/s	Trockenwettertagesmittel Qt,24
QB		Basisabfluss
RRB		Regenrückhaltebecken
Rückstau		Rückstaugefährdet
RUE		Regenüberlauf
RV		Rücklaufschlammverhältnis
S		Konzentration der gelösten Stoffe
SF		Schmutzfracht
SFue,128	kg/a	Entlastungsfracht gem. A128
SG		Stoffgröße
SKOE		Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung
SKUE		Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung
tau		tau-Wert für Kanalablagerungen (A128/A102)
tf	min	Fließzeit
Ti	m	Tiefe
TL	min	Schwerpunktlaufzeit
Tr		Trennsystem
TS		Trockensubstanz
V	m³	Volumen
Vben	mm	Benetzungsverlust
VKB		Vorklärbecken
Vmuld	mm	Muldenverlust
wd	l/E/d	Wasserverbrauch (tägl.)
X		Konzentration abfiltrierbarer Stoffe
x	h/d	Verhältniszahl TW-Tagesspitze

Abkürzungsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Abkürzungsverzeichnis Teil1 (Variablen)		
Kürzel	Einheit	Langtext
x_a		Einflusswert Ablagerungen (Anhang 3)
Z		Zulauf (A131)

Abkürzungsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Abkürzungsverzeichnis Teil2 (Indizes)	
Kürzel	Langtext
0	Anfang, Beginn
a	Jahr, jährlich
A	Ablauf
ab	Abfluss
b	befestigt
BB	Belebungsbecken
BSB	BSB5 Konzentration
Bue	Beckenüberlauf
D	Direkt
d	Tag
De	Denitrifikation
Dr	Drossel
e	Ende, Entlastung
erf	erforderlich
F	Fremdwasser
ges	Gesamt
gew	gewählt
h	Stunden
Inf	Infiltration
Iw	Interflow
Kue	Klärüberlauf
kum	kumuliert über alle maßgebenden Fließwege
M	Mischwasser, Mittelwert
max	maximal
min	mindest
N	Nachklärung
nat	natürlich
nb	unbefestigt
nutz	nutzbar
ob	oberhalb
Prz	prozentual
R	Regen
ret	Retention
S	Schmutzwasser
s	spezifisch
sick	Versickerung
stat	statisch (ohne Simulation)
T	Trockenwetter
Tr	Trennsystem
TW	Trockenwetter
u	undurchlässig (A128)
ue	Überlauf
Verd	Verdunstung

Abkürzungsverzeichnis

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Abkürzungsverzeichnis Teil2 (Indizes)	
Kürzel	Langtext
Vers	Versickerung
voll	Vollfüllung
vorh	vorhanden
Z	Zulauf (A131)
zu	Zulauf

Allgemeines
BG Bründel
Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Allgemeines	
Projekt	BG Bründel
Auftraggeber	
Auftragnehmer	
Straße	
Ort	
Telefon	
Fax	
E-Mail	
Bearbeiter	
Allgemeines	
Rechenlauf	
	BG_Bründel
Simulationsbeginn	01.01.1974 00:00:00
Simulationsende	31.12.2003 23:55:00
DeltaT [min]	5
Verdunstungsmenge	657 mm/a
Verdunstung bei Ereignis	ja
Verdunstungsart	periodisch
Jahresgang	ja
Tagesgang	ja
Rückstau Hltg.	nein
Dateiname	P:\Sinsheim Dühren BG Bründel\2_Entwurf\KOSIM\BG_Bründel.klsb

Regenwetterabflüsse

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Regenwetterabflüsse					
Außengebiet 1025					
Fläche 1026 (A)	Fläche	3,5100 ha			Parametersatz: PAN 1148
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	8,1 mm/a	VQR 283 m³/a
Straßen BG Bründel (A)	Fläche	0,1360 ha	A _{b,a}	0,1292 ha	Parametersatz: Straßenflächen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	479,8 mm/a	VQR 653 m³/a
Hofflächen BG Bründel (A)	Fläche	0,0700 ha	A _{b,a}	0,0595 ha	Parametersatz: Standard
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	434,9 mm/a	VQR 304 m³/a
Dachflächen BG Bründel (A)	Fläche	0,3340 ha	A _{b,a}	0,3340 ha	Parametersatz: geneigte Dachflächen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	665,8 mm/a	VQR 2.224 m³/a
Gebiet Bestand befestigt (A)	Fläche	0,3850 ha	A _{b,a}	0,3273 ha	Parametersatz: Standard
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	434,9 mm/a	VQR 1.674 m³/a
Gebiet Bestand unbefestigt (A)	Fläche	0,3850 ha			Parametersatz: Rasen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	17,2 mm/a	VQR 66 m³/a
Fläche Bestand unbefestigt (A)	Fläche	0,6400 ha			Parametersatz: Rasen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	17,2 mm/a	VQR 110 m³/a
Fläche Bestand befestigt (A)	Fläche	0,6400 ha	A _{b,a}	0,5440 ha	Parametersatz: Standard
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	434,9 mm/a	VQR 2.783 m³/a
Rasen BG Bründel (A)	Fläche	0,4100 ha			Parametersatz: Rasen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	17,2 mm/a	VQR 71 m³/a
RBF (A)	Fläche	0,0157 ha	A _{b,a}	0,0000 ha	Parametersatz: RWB-Flächen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	582,4 mm/a	VQR 91 m³/a
RRB Bründel (A)	Fläche	0,0819 ha	A _{b,a}	0,0000 ha	Parametersatz: RRB-Flächen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	582,4 mm/a	VQR 477 m³/a
Rohrspeicher (A)	Fläche	0,0010 ha	A _{b,a}	0,0000 ha	Parametersatz: RRB-Flächen
	Nbrutto	803,1 mm/a	Nnetto	582,4 mm/a	VQR 6 m³/a
Gesamt	AE,b	1,6635 ha			AE,nb 1,4350 ha
	AE,nat	3,5100 ha			AE 6,6085 ha
	VQR,b	8.212 m³/a			VQR,nb 247 m³/a
	VQR,nat	283 m³/a			VQR 8.743 m³/a

Regenwasserbehandlung

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Regenwasserbehandlung						
RBF	Oberhalb DB	ja	Typ Bodenfilter	FFB		
	Vvorh	102 m³	VQzu	8.124 m³/a	ETA, hydr.	66,41 %
	Einstauhöhe	1,85 m	VQDr	5.383 m³/a	Tein (T=1a)	70,58 h
	QDr,max	1,23 l/s	VQue	2.729 m³/a	hF,m	34,3 m/a
	n,ue	12,0 1/a	T,ue	56,4 h/a	hF,max	59,9 m/a
Gesamt	Vvorh	102 m³	VQue	2.729 m³/a		

Regenwasserbehandlung Details

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

RBF			
Kenndaten	Oberhalb DB/RKB		ja
	Typ Bodenfilter	Fangfilterbecken	
	Länge	L	11,09 m
	Breite	B	11,09 m
	Höhe Retentionsraum	H _{RR}	0,65 m
	Höhe Filterkörper	H _{FK}	1,20 m
	Böschungsneigung	1 :	0,00 -
	Anteil Porenvolumen	V _p	0,15 -
	Filterfläche	A _{Filter}	122,89 m ²
	Vorhandenes Volumen	V _{vorh}	102 m ³
	Drosselleistung	Q _{Dr}	1 l/s
	Drosselspende	q _{Dr}	0,01 l/(s *m ²)
	rechnerische Entleerungsdauer	t _e	23,1 h
Prozessdaten - Menge	Zulaufmenge	V _{Qzu}	8.124 m ³ /a
	Ablaufmenge	V _{QDr}	5.383 m ³ /a
	Überlaufmenge	V _{Que}	2.729 m ³ /a
	Maximaler Überlauf	Q _{ue,max}	238,85 l/s
	Überlaufdauer	T _{ue}	56,4 h
	Einstaudauer für T = 1 a	T _{ein} (T=1a)	70,6 h
	Anzahl Überlaufereignisse	n _{ue}	12,0 1/a
	Kalendertage mit Überlauf	n _{ue,d}	16,9 d/a
	Hydraulischer Wirkungsgrad	ETA, hydr.	66,41 %
	mittl. Flächenbelastung	h _{F,m}	34,3 m/a
	max. Flächenbelastung	h _{F,max}	59,9 m/a

Regenrückhaltebecken

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Regenrückhaltebecken						
Rohrspeicher	AE,b,kum	0,54 ha	kf,Sohle	0*10 ⁰⁰ m/s	qr,ges	26,9 l/s/ha
	AE,nb,kum	0,41 ha	kf,Böschung	0*10 ⁰⁰ m/s	VQ _{Dr}	105.926 m³
	AE,kum	4,46 ha	Qsick	0,00 l/h	VQue	287 m³
	Länge	5,00 m	Q _{Dr1}	120,00 l/s	n,ue,d	7,0 d
	Breite	2,00 m	Q _{Dr2}	0,00 l/s	n,ue	8,0 -
	Tiefe	2,00 m	n,erf	0,20 -	n,vorh	0,29 -
	Neigung 1:	0,0 -	Vvorh	20 m³	Verf	38 m³
RRB Bründel	AE,b,kum	0,93 ha	kf,Sohle	1*10 ⁻⁰⁹ m/s	qr,ges	8,0 l/s/ha
	AE,nb,kum	0,80 ha	kf,Böschung	1*10 ⁻⁰⁹ m/s	VQ _{Dr}	172.620 m³
	AE,kum	5,23 ha	Qsick	1,47 l/h	VQue	0 m³
	Länge	42,00 m	Q _{Dr1}	10,00 l/s	n,ue,d	0,0 d
	Breite	19,49 m	Q _{Dr2}	32,00 l/s	n,ue	0,0 -
	Tiefe	0,85 m	n,erf	0,01 -	n,vorh	0,01 -
	Neigung 1:	2,0 -	Vvorh	610 m³	Verf	609 m³
Gesamt	AE,b,kum	0,93 ha				
	AE,nb,kum	0,80 ha	Qsick	1,47 l/h	VQue	287 m³
	AE,kum	5,23 ha	Vvorh	630 m³	Verf	646 m³

Regenrückhaltebecken Details

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Rohrspeicher, Seite 1			
Angeschlossene Flächen	Befestigte Fläche	A _{E,b,kum}	0,54 ha
	Unbefestigte Fläche	A _{E,nb,kum}	0,41 ha
	Teilbefestigte Fläche	A _{E,tb,kum}	0,00 ha
	Natürliche Fläche	A _{E,nat,kum}	3,51 ha
	Gesamtfläche	A _{E,kum}	4,46 ha
Kenndaten	Länge	L	5,00 m
	Breite	B	2,00 m
	Tiefe	T	2,00 m
	Böschungsneigung	1 :	0,0 -
	Maximaler Drosselabfluss 1	Q _{Dr1}	120,00 l/s
	Maximaler Drosselabfluss 2	Q _{Dr2}	0,00 l/s
	Regenabflussspende	qr,ges	26,9 l/s/ha
	Offenes Becken	RRB, offen	ja -
	Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle	k _{f,Sohle}	0*10 ⁰⁰ m/s
	Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung	k _{f,Böschung}	0*10 ⁰⁰ m/s
	Erforderliche Bemessungshäufigkeit	n,erf	0,20 1/a
	Max. Versickerungsleistung RRB	Q _{sick}	0,00 l/h
	Volumen im Dauerstau	V _{dauer}	0 m³
	Nutzbares Volumen	V _{nutz}	20 m³
	Rückstauvolumen	V _{stat}	0 m³
Prozessdaten - Menge	Vorhandenes Volumen	V _{vorh}	20 m³
	Zufluss	V _{Qzu}	106.213 m³
	Drosselabflussmenge 1	V _{QDr1}	105.926 m³
	Drosselabflussmenge 2	V _{QDr2}	0 m³
	Überlaufmenge	V _{Que}	287 m³
	Verdunstungsmenge	V,Verd	0 m³
	Versickerungsmenge	V,Vers	0 m³
	Volumen zu Beginn des Zeitraumes	V,Beginn	0 m³
	Volumen am Ende des Zeitraumes	V,Ende	0 m³
	Niederschlag auf RRB	V _{QRRB}	175 m³
Einstau- / Überstaustatistik	Anzahl Einstauereignisse	Nein	18,0 -
	Kalendertage mit Einstau	Nein,d	15,0 d
	Einstaudauer	Tein	4,0 h
	Anzahl Überlaufereignisse	n,ue	8,0 -
	Kalendertage mit Überlauf	n,ue,d	7,0 d
	Überlaufdauer	T,ue	1,0 h
	Maximaler Überlauf	Que,max	150,40 l/s
	Vorhandene Überlaufhäufigkeit	n,vorh	0,29 1/a
	Erforderliches Volumen	Verf	38 m³

Regenrückhaltebecken Details

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

RRB Bründel, Seite 1			
Angeschlossene Flächen	Befestigte Fläche	A _{E,b,kum}	0,93 ha
	Unbefestigte Fläche	A _{E,nb,kum}	0,80 ha
	Teilbefestigte Fläche	A _{E,tb,kum}	0,00 ha
	Natürliche Fläche	A _{E,nat,kum}	3,51 ha
	Gesamtfläche	A _{E,kum}	5,23 ha
Kenndaten	Länge	L	42,00 m
	Breite	B	19,49 m
	Tiefe	T	0,85 m
	Böschungsneigung	1 :	2,0 -
	Maximaler Drosselabfluss 1	Q _{Dr1}	10,00 l/s
	Maximaler Drosselabfluss 2	Q _{Dr2}	32,00 l/s
	Regenabflussspende	qr,ges	8,0 l/s/ha
	Offenes Becken	RRB, offen	ja -
	Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle	k _{f,Sohle}	1*10 ⁻⁰⁹ m/s
	Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung	k _{f,Böschung}	1*10 ⁻⁰⁹ m/s
	Erforderliche Bemessungshäufigkeit	n,erf	0,01 1/a
	Max. Versickerungsleistung RRB	Q _{sick}	1,47 l/h
	Volumen im Dauerstau	V _{dauer}	0 m³
	Nutzbares Volumen	V _{nutz}	610 m³
	Rückstauvolumen	V _{stat}	0 m³
Prozessdaten - Menge	Vorhandenes Volumen	V _{vorh}	610 m³
	Zufluss	V _{Qzu}	172.733 m³
	Drosselabflussmenge 1	V _{QDr1}	154.168 m³
	Drosselabflussmenge 2	V _{QDr2}	18.451 m³
	Überlaufmenge	V _{Que}	0 m³
	Verdunstungsmenge	V,Verd	109 m³
	Versickerungsmenge	V,Vers	5 m³
	Volumen zu Beginn des Zeitraumes	V,Beginn	0 m³
	Volumen am Ende des Zeitraumes	V,Ende	0 m³
	Niederschlag auf RRB	V _{QRRB}	14.301 m³
Einstau- / Überstaustatistik	Anzahl Einstauereignisse	Nein	4.725,0 -
	Kalendertage mit Einstau	Nein,d	1.476,0 d
	Einstaudauer	Tein	2.566,0 h
	Anzahl Überlaufereignisse	n,ue	0,0 -
	Kalendertage mit Überlauf	n,ue,d	0,0 d
	Überlaufdauer	T,ue	0,0 h
	Maximaler Überlauf	Que,max	0,00 l/s
	Vorhandene Überlaufhäufigkeit	n,vorh	0,01 1/a
	Erforderliches Volumen	Verf	609 m³

Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

RRB Bründel											
Rang	Beginn	Tein[h]	max h[m]	Que,max[l/s]	VQzu[m³]	VQein[m³]	VQue[m³]	VQein+VQue[m³]	n[1/a]	T[a]	
1	13.05.1975 08:50:00	8,08	0,83	0,0	1.000,8	595,3	0,0	595,3	0,03	30,39	
2	03.09.1975 17:50:00	8,33	0,73	0,0	1.021,1	515,3	0,0	515,3	0,07	15,19	
3	02.02.1985 07:20:00	7,25	0,61	0,0	822,6	424,3	0,0	424,3	0,10	10,13	
4	18.11.1996 07:20:00	5,50	0,53	0,0	578,4	360,2	0,0	360,2	0,13	7,60	
5	10.02.1982 12:50:00	6,17	0,47	0,0	560,8	317,5	0,0	317,5	0,16	6,08	
6	14.08.1975 01:55:00	5,75	0,39	0,0	474,3	256,2	0,0	256,2	0,20	5,06	
7	02.07.1980 12:35:00	5,25	0,38	0,0	514,9	253,6	0,0	253,6	0,23	4,34	
8	24.05.1985 20:40:00	5,92	0,38	0,0	623,1	252,0	0,0	252,0	0,26	3,80	
9	22.11.2000 11:20:00	6,67	0,37	0,0	485,7	248,4	0,0	248,4	0,30	3,38	
10	18.02.1981 06:20:00	5,83	0,37	0,0	585,9	243,8	0,0	243,8	0,33	3,04	
11	24.06.1975 11:05:00	6,17	0,35	0,0	670,3	230,3	0,0	230,3	0,36	2,76	
12	04.07.2003 12:15:00	7,08	0,34	0,0	473,1	227,0	0,0	227,0	0,39	2,53	
13	03.09.1995 07:15:00	5,17	0,34	0,0	408,9	226,1	0,0	226,1	0,43	2,34	
14	26.07.1975 03:30:00	4,83	0,29	0,0	367,7	190,2	0,0	190,2	0,46	2,17	
15	21.08.2000 03:20:00	4,42	0,28	0,0	444,8	182,7	0,0	182,7	0,49	2,03	
16	14.02.2000 02:10:00	4,50	0,27	0,0	368,1	177,3	0,0	177,3	0,53	1,90	
17	11.04.2003 22:00:00	4,08	0,25	0,0	409,1	164,9	0,0	164,9	0,56	1,79	
18	12.10.1975 00:35:00	6,25	0,25	0,0	466,3	163,9	0,0	163,9	0,59	1,69	
19	04.10.1985 06:10:00	4,33	0,25	0,0	435,1	160,6	0,0	160,6	0,63	1,60	
20	14.02.1976 12:35:00	6,58	0,23	0,0	585,7	150,1	0,0	150,1	0,66	1,52	
21	11.09.1990 03:50:00	3,75	0,23	0,0	261,9	149,1	0,0	149,1	0,69	1,45	
22	16.01.1994 09:00:00	4,50	0,23	0,0	306,2	148,9	0,0	148,9	0,72	1,38	
23	06.01.1976 00:20:00	6,08	0,22	0,0	429,0	145,0	0,0	145,0	0,76	1,32	
24	28.02.1990 03:10:00	4,42	0,22	0,0	287,9	144,4	0,0	144,4	0,79	1,27	
25	05.07.1996 18:00:00	3,67	0,22	0,0	343,8	142,6	0,0	142,6	0,82	1,22	
26	03.09.2000 12:20:00	5,25	0,22	0,0	426,4	142,3	0,0	142,3	0,86	1,17	
27	06.01.1976 07:30:00	4,50	0,21	0,0	308,9	136,0	0,0	136,0	0,89	1,13	
28	25.09.1979 15:00:00	5,50	0,21	0,0	529,6	135,9	0,0	135,9	0,92	1,09	
29	17.03.2000 01:45:00	5,83	0,20	0,0	366,8	132,0	0,0	132,0	0,95	1,05	
30	14.02.2000 07:45:00	4,50	0,20	0,0	327,7	131,0	0,0	131,0	0,99	1,01	
31	26.01.1982 16:25:00	4,67	0,20	0,0	375,1	130,2	0,0	130,2	1,02	0,98	
32	22.01.1976 22:40:00	3,50	0,20	0,0	241,0	129,3	0,0	129,3	1,05	0,95	
33	21.12.1981 01:40:00	6,00	0,20	0,0	341,7	128,8	0,0	128,8	1,09	0,92	
34	17.02.1976 13:00:00	5,00	0,20	0,0	448,3	128,2	0,0	128,2	1,12	0,89	
35	20.09.1998 13:00:00	4,67	0,19	0,0	286,8	125,1	0,0	125,1	1,15	0,87	
36	14.07.1981 01:15:00	4,92	0,19	0,0	401,7	120,2	0,0	120,2	1,18	0,84	
37	28.12.1999 16:35:00	4,08	0,18	0,0	317,2	118,3	0,0	118,3	1,22	0,82	
38	02.06.1995 21:00:00	4,08	0,18	0,0	247,1	117,2	0,0	117,2	1,25	0,80	
39	26.09.1982 14:35:00	3,50	0,17	0,0	200,3	108,0	0,0	108,0	1,28	0,78	
40	04.05.1997 22:15:00	5,00	0,17	0,0	372,4	107,6	0,0	107,6	1,32	0,76	
41	16.02.1995 07:00:00	4,92	0,17	0,0	355,2	107,1	0,0	107,1	1,35	0,74	
42	01.09.1995 00:05:00	4,17	0,17	0,0	367,0	106,1	0,0	106,1	1,38	0,72	
43	22.08.1992 17:00:00	6,33	0,16	0,0	320,5	105,6	0,0	105,6	1,42	0,71	
44	04.10.1984 07:10:00	6,58	0,15	0,0	443,8	99,0	0,0	99,0	1,45	0,69	
45	12.10.1980 16:30:00	4,33	0,15	0,0	311,6	98,1	0,0	98,1	1,48	0,68	
46	16.06.1975 21:50:00	4,17	0,15	0,0	318,6	96,8	0,0	96,8	1,51	0,66	
47	12.03.1979 13:40:00	4,17	0,15	0,0	262,4	96,7	0,0	96,7	1,55	0,65	
48	16.12.1982 16:00:00	4,08	0,15	0,0	354,1	95,9	0,0	95,9	1,58	0,63	
49	17.07.1981 16:35:00	3,58	0,15	0,0	209,4	95,1	0,0	95,1	1,61	0,62	
50	27.11.2003 01:55:00	6,33	0,15	0,0	437,5	94,4	0,0	94,4	1,65	0,61	
51	03.11.1986 07:40:00	5,17	0,14	0,0	253,4	89,8	0,0	89,8	1,68	0,60	
52	25.06.1997 12:05:00	5,25	0,14	0,0	315,0	89,5	0,0	89,5	1,71	0,58	
53	03.06.1981 15:20:00	2,75	0,14	0,0	173,8	89,1	0,0	89,1	1,74	0,57	
54	14.01.1998 19:35:00	6,17	0,14	0,0	376,7	88,1	0,0	88,1	1,78	0,56	
55	27.01.1982 19:00:00	7,25	0,14	0,0	611,0	87,8	0,0	87,8	1,81	0,55	
56	24.02.1995 13:05:00	4,25	0,14	0,0	210,7	87,7	0,0	87,7	1,84	0,54	
57	28.11.1978 00:20:00	4,50	0,13	0,0	223,6	84,9	0,0	84,9	1,88	0,53	
58	06.01.1981 08:10:00	5,92	0,13	0,0	331,5	83,0	0,0	83,0	1,91	0,52	
59	21.09.1999 15:50:00	3,25	0,13	0,0	165,4	83,0	0,0	83,0	1,94	0,52	
60	15.08.1985 10:00:00	3,33	0,13	0,0	233,9	81,7	0,0	81,7	1,97	0,51	
61	30.12.1981 08:30:00	7,42	0,13	0,0	354,3	81,7	0,0	81,7	2,01	0,50	
62	13.01.1986 03:30:00	4,50	0,13	0,0	243,8	81,4	0,0	81,4	2,04	0,49	
63	28.10.1998 10:30:00	3,67	0,13	0,0	187,3	80,9	0,0	80,9	2,07	0,48	

Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

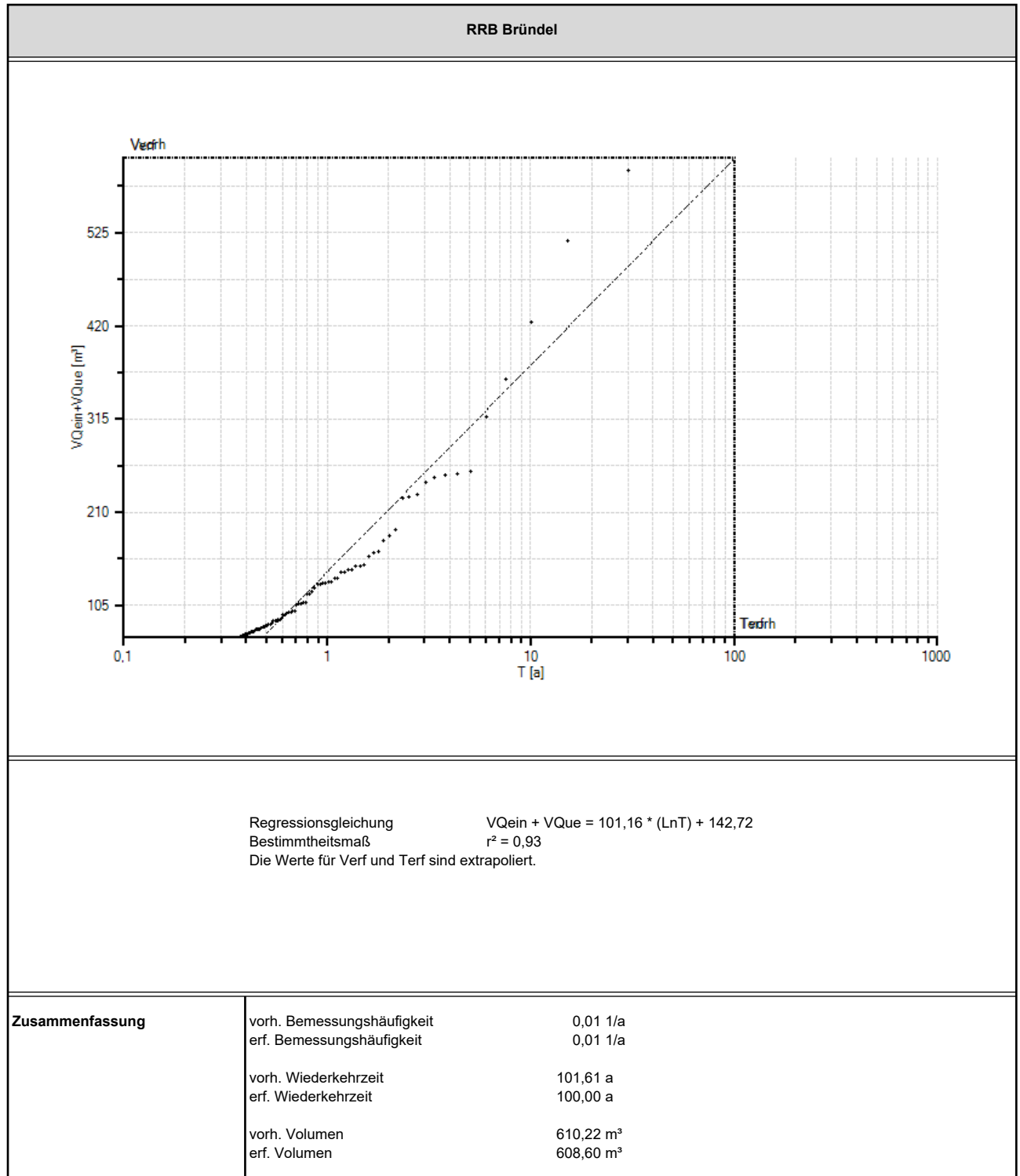
RRB Bründel											
Rang	Beginn	Tein[h]	max h[m]	Que,max[l/s]	VQzu[m³]	VQein[m³]	VQue[m³]	VQein+VQue[m³]	n[1/a]	T[a]	
64	16.12.1984 07:05:00	6,08	0,12	0,0	315,2	79,0	0,0	79,0	2,11	0,47	
65	07.05.1999 22:20:00	5,83	0,12	0,0	260,1	78,5	0,0	78,5	2,14	0,47	
66	04.05.1979 18:05:00	3,92	0,12	0,0	247,1	78,0	0,0	78,0	2,17	0,46	
67	03.07.1978 09:05:00	4,83	0,12	0,0	259,0	78,0	0,0	78,0	2,20	0,45	
68	24.08.1987 20:15:00	5,50	0,12	0,0	247,4	77,5	0,0	77,5	2,24	0,45	
69	29.04.1975 04:50:00	5,00	0,12	0,0	237,6	76,4	0,0	76,4	2,27	0,44	
70	16.04.1996 18:10:00	6,83	0,12	0,0	424,6	75,9	0,0	75,9	2,30	0,43	
71	02.10.2003 22:05:00	3,08	0,12	0,0	172,0	75,6	0,0	75,6	2,34	0,43	
72	21.10.1993 02:00:00	5,75	0,12	0,0	318,4	74,8	0,0	74,8	2,37	0,42	
73	28.06.1995 09:05:00	3,75	0,12	0,0	215,7	74,3	0,0	74,3	2,40	0,42	
74	05.10.1979 08:30:00	5,50	0,12	0,0	298,9	74,2	0,0	74,2	2,44	0,41	
75	27.03.2000 20:50:00	4,17	0,11	0,0	254,5	72,4	0,0	72,4	2,47	0,41	
76	11.05.1990 18:50:00	3,08	0,11	0,0	141,9	72,1	0,0	72,1	2,50	0,40	
77	20.09.1998 19:05:00	6,08	0,11	0,0	318,5	72,1	0,0	72,1	2,53	0,39	
78	18.12.1979 00:00:00	6,75	0,11	0,0	291,0	71,7	0,0	71,7	2,57	0,39	
79	22.09.1997 17:05:00	5,92	0,11	0,0	403,3	71,5	0,0	71,5	2,60	0,38	
80	30.08.1980 03:00:00	3,00	0,11	0,0	138,1	70,2	0,0	70,2	2,63	0,38	
81	24.03.1987 23:40:00	2,25	0,11	0,0	106,6	69,8	0,0	69,8	2,67	0,38	

Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021



Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

Rohrspeicher											
Rang	Beginn	Tein[h]	max h[m]	Que,max[l/s]	VQzu[m³]	VQein[m³]	VQue[m³]	VQein+VQue[m³]	n[1/a]	T[a]	
1	13.05.1975 09:00:00	0,75	2,10	150,4	477,2	21,0	152,3	173,4	0,03	31,68	
2	02.02.1985 08:50:00	0,50	2,10	134,2	283,5	21,0	65,2	86,2	0,06	15,84	
3	18.11.1996 07:40:00	0,50	2,04	50,1	260,9	20,4	41,4	61,8	0,09	10,56	
4	10.02.1982 13:20:00	0,50	2,03	35,1	237,8	20,3	21,2	41,5	0,13	7,92	
5	03.09.1975 19:55:00	0,33	2,01	6,5	149,5	20,1	2,8	22,9	0,16	6,34	
6	03.09.1975 18:10:00	0,25	2,01	8,9	120,5	20,1	2,7	22,8	0,19	5,28	
7	22.11.2000 14:10:00	0,25	2,00	3,6	120,8	20,0	1,1	21,1	0,22	4,53	
8	24.05.1985 21:20:00	0,33	2,00	1,2	149,1	20,0	0,4	20,4	0,25	3,96	
9	02.07.1980 13:15:00	0,25	1,30	0,0	114,4	13,0	0,0	13,0	0,28	3,52	
10	11.04.2003 22:05:00	0,08	1,13	0,0	47,3	11,3	0,0	11,3	0,32	3,17	
11	18.02.1981 06:50:00	0,25	1,12	0,0	117,5	11,2	0,0	11,2	0,35	2,88	
12	03.09.1995 08:45:00	0,25	1,11	0,0	114,4	11,1	0,0	11,1	0,38	2,64	
13	26.07.1975 04:50:00	0,17	0,98	0,0	81,8	9,8	0,0	9,8	0,41	2,44	
14	04.07.2003 15:45:00	0,08	0,84	0,0	44,4	8,4	0,0	8,4	0,44	2,26	
15	02.02.1985 07:55:00	0,08	0,25	0,0	38,5	2,5	0,0	2,5	0,47	2,11	
16	06.01.1976 02:15:00	0,08	0,19	0,0	37,9	1,9	0,0	1,9	0,50	1,98	
17	24.05.1985 23:35:00	0,08	0,18	0,0	37,8	1,8	0,0	1,8	0,54	1,86	
18	14.08.1975 03:55:00	0,08	0,01	0,0	36,1	0,1	0,0	0,1	0,57	1,76	

Statistische Auswertung von Ein- und Überstauereignissen

BG Bründel

Modus: Nachweis

Stand: Dienstag, 22. Juni 2021

