

# Erläuterungsbericht

## Vertiefendes Regenwasserkonzept

Projektname: Neubau Zollernalb Klinikum  
72336 Balingen-Dürrwangen

Projektnummer: 5726 A

Bearbeitung: Leonie Hildebrand  
Philipp Padur  
Tobias Röder

Stand: 02.10.2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Unterlagen, Regelwerke und Literatur .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>6</b>
3.1	DWA-A 100 (2006) – Integrale Siedlungsentwässerung .....	6
3.2	DWA-M 102-4 (2022) – Wasserhaushaltsbilanz .....	7
3.3	Rechtliche Grundlage und Zielvorgaben .....	7
3.4	Regenwassermanagement als Klimaanpassungsstrategie .....	8
3.5	Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 .....	9
3.6	Planstatt Senner Philosophie .....	9
<b>4</b>	<b>Grundlagen / Bestandsanalyse .....</b>	<b>11</b>
4.1	Standort .....	11
4.2	Topografie .....	12
4.3	Schutzzonen .....	13
4.4	Vorflut .....	13
4.5	Entwässerungssysteme .....	14
4.5.1	RÜB „Heinzengasse“ .....	14
4.5.2	RRB „Firstäcker“ .....	14
4.6	Geologischen Verhältnisse .....	15
4.7	Hydrogeologischen Verhältnisse .....	17
4.7.1	Grundwasser .....	17
4.7.2	Versickerungsfähigkeit .....	18
4.8	Niederschlag .....	18
4.9	Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD .....	18
4.10	Bemessungsregen und Starkregenbetrachtung .....	19
4.11	Starkregenrisikomanagement (SRRM) .....	23
4.11.1	Starkregengefahrenkarte .....	23
4.11.2	Regenrückhaltebecken Außengebiete .....	25
4.12	Natürliche Wasserhaushaltsbilanz nach NatUrWB .....	26
4.13	Auswirkungen des Klimawandels .....	28
4.14	Zusammenfassung .....	29
<b>5</b>	<b>Regenwasserkonzept .....</b>	<b>31</b>
5.1	Beschreibung der Freianlagen .....	31
5.2	Maßnahmen .....	31

5.2.1	Dachbegrünung .....	31
5.2.2	Abflussreduktion durch teildurchlässige Flächenbeläge .....	31
5.2.3	Rückhaltemulden .....	32
5.2.4	See .....	32
5.2.5	Drainage und Ableitung des Grundwassers .....	33
5.3	Übersicht Einzugsgebiete .....	34
5.4	Abflussschema .....	35
<b>6</b>	<b>Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation .....</b>	<b>37</b>
6.1	Darstellung verschiedener Szenarien .....	38
6.2	Modellierung – Szenario 1 (Bemessungsfall) .....	39
<b>7</b>	<b>Starkregenbetrachtung .....</b>	<b>40</b>
7.1	Modellierung – Szenario 2 .....	40
<b>8</b>	<b>Behandlungsbedürftigkeit nach DWA-A 102-2 .....</b>	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4.....</b>	<b>44</b>
9.1	Zielbereich .....	44
9.2	Auswertung.....	45
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>47</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort Daten- und Kartendienst LUBW, Planstatt Senner (17.07.24).....	12
Abb. 2: Topographische Karte, Planausschnitt .....	13
Abb. 3: Verortung künftiges RRB „Firstäcker“ .....	15
Abb. 4: Übersicht Bohrpunkte Kleinkernbohrungen, GeoTerton .....	16
Abb. 5: mittlere jährliche Niederschlagshöhe 2009 - 2023, DWD-Daten.....	18
Abb. 6: Überflutungsschutz als Gemeinschaftsaufgabe, DWA-A 118 .....	19
Abb. 7: Abgrenzung Überflutungsschutz und SRRM, LUBW.....	20
Abb. 8: Übersicht SRRM – Überflutungstiefen – selten, verschlämmt .....	24
Abb. 9: Übersicht SRRM – Fließgeschwindigkeit – selten verschlämmt .....	24
Abb. 10: Kontrollquerschnitt ID 91 – SRRM .....	25
Abb. 11: Verortung der Regenrückhaltebecken im Außengebiet, Ing. Langenbach .....	26
Abb. 12: Abfluss-Sankey-Diagramm, NatUrWB .....	27
Abb. 13: Spannungsdreieck natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB .....	28
Abb. 14: Auswirkungen des Klimawandel, LUBW Klimaatlas .....	29
Abb. 15: Auszug Schnitt Planung der Freianlagen .....	32
Abb. 16: Rückführungskonzept Schichtenwasser .....	33
Abb. 17: Übersichtskarte der Einzugsgebiete .....	35
Abb. 18: Abflusswege im Planungsgebiet .....	36
Abb. 19: KOSIM-Ersatzsystem (Abflussschema) im Planungsgebiet .....	37
Abb. 20: Übersicht Überflutungshäufigkeit T = 30 a .....	40
Abb. 21: Übersicht Szenario mit Außengebieten .....	41
Abb. 22: Übersicht mögliche Fließwege Starkregenbetrachtung .....	42
Abb. 23: Schematische Darstellung der Reduktion von Niederschlag .....	46

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Zuordnung von Niederschlägen nach Starkregenindex.....	19
Tab. 2: Hydraulische Anforderungen an Entwässerungssysteme, DWA-A 118.....	22
Tab. 3: Farbcodierung – Überlaufhäufigkeit der Ergebnisse (RRB).....	39
Tab. 4: Übersicht der Ergebnisse nach Szenario 1 .....	40
Tab. 5: Abweichung des bebauten Planungszustand zum Referenzzustand .....	45

## **1      Veranlassung**

Im Zuge der Planung der Freianlagen durch die Planstatt Senner GmbH wurde ein vertiefendes Regenwasserkonzept durch die Zollernalb Klinikum gGmbH am 29.07.2024 beauftragt.

Dieser Bericht umfasst das vertiefende Regenwasserkonzept (Honorarvorschlag 2024 – 039) in dem einzelne Teilbereiche detaillierter ausgearbeitet wurden. Der Bericht ist eine Fortführung des übergeordneten Regenwasserkonzept und dient als Grundlage der Genehmigungsplanung.

## **2      Verwendete Unterlagen, Regelwerke und Literatur**

- 2.1      Baugrunduntersuchung und Gründungsgutachten für ein Klinikum mit Parkhaus, BV Neubau Zollernalb Klinikum – Ingenieurbüro GeoTerton (Juli 2024)
- 2.2      Hydraulischer Auslastungsplan Sanierungsbedürftigkeit Endausbau n=0,5 – Dr. Ing. WW. Götzelmann & Partner (April 2004)
- 2.3      Zuleitung zum gepl. RÜB „Heinzengasse“ Variante 6.2 – SWECO GmbH (Januar 2021)
- 2.4      Stellungnahme (Az.: 327-Li-621.41) Landratsamt Zollernalbkreis – Umwelt und Abfallwirtschaft (09.10.2024)
- 2.5      Stellungnahme (Az: 311-621.41) Landratsamt Zollernalbkreis – Umwelt und Abfallwirtschaft (18.09.2025)
- 2.6      Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse der Starkregenrisikomanagements, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (11.06.2016)
- 2.7      Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (2016), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- 2.8      DWA-A 138-1 (2024) – Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser Teil 1: Planung, Bau, Betrieb
- 2.9      DWA-A 117 (2013) – Bemessung von Rückhalteräumen
- 2.10     DWA-M 165-1 (2021) – Niederschlag-Abfluss- und Schmutzfrachtmodelle in der Siedlungsentwässerung
- 2.11     DIN 1986-100:2016-12 – Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke

## **3      Allgemeines**

### **3.1     DWA-A 100 (2006) – Integrale Siedlungsentwässerung**

Das DWA Arbeitsblatt 100 (2006) „Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)“ bietet einen allgemeinen übergeordneten Rahmen für die Planung und Umsetzung der Siedlungsentwässerung. Es stellt sicher, dass diese als ganzheitlicher,

integraler Prozess betrachtet wird, um eine nachhaltige Abwasserentsorgung zu fördern. Detaillierte technische Vorgaben zur Umsetzung finden sich in spezifischen Einzelrichtlinien.

Die integrale Siedlungsentwässerung nach DWA-A 100 (2006) verfolgt das zentrale Ziel, die durch Siedlungsaktivitäten bedingten Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts sowohl mengenmäßig als auch stofflich auf ein ökologisch, technisch und wirtschaftlich tragfähiges Maß zu reduzieren. Dafür ist eine

### **ganzheitliche Betrachtung**

unter Einbeziehung rechtlicher, gesellschaftlicher und nachhaltiger Aspekte erforderlich. Das Regelwerk lässt sich in zwei Hauptbereiche unterteilen, die unterschiedliche Ziele verfolgen:

- | Entsorgungssicherheit – Dies bedeutet eine zuverlässige und möglichst überflutungsfreie Ableitung von Schmutz-, Misch- und Niederschlagswasser.
- | Gewässerschutz – Hierbei geht es darum, die Belastung der Gewässer durch Regenabflüsse zu minimieren oder auf ein vertretbares Maß zu begrenzen

## **3.2 DWA-M 102-4 (2022) – Wasserhaushaltsbilanz**

Das Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) dient mit methodischen Empfehlungen zur Bewertung der Wasserhaushaltsgrößen in Siedlungsgebieten und ist Teil der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“. Die Arbeits- und Merkblattreihe umfasst die folgenden Inhalte:

- | DWA-A 102-1: Allgemeines,
- | DWA-A 102-2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen,
- | DWA-M 102-3: Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen,
- | DWA-M 102-4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers,
- | DWA-M 102-5: Hydromorphologische und biologische Verfahren zur immissionsbezogenen Bewertung.

Das Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) richtet sich auf städtebauliche Neuerschließungen, Überplanungen (wie Nachverdichtung und Sanierung) sowie auf Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands. Die Maßnahmen sollen auch die Abflusswirksamkeit bei Starkregen reduzieren.

## **3.3 Rechtliche Grundlage und Zielvorgaben**

Das Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) unterliegt der Kap. 3.1 beschriebenen Zielsetzung der integralen Siedlungsentwässerung. Planungsziel ist es nach DWA-M 102-4 (2022) die Auswirkungen von Siedlungsaktivitäten auf den natürlichen

Wasserhaushalt so gering wie möglich zu halten. Die Wasserbilanz im bebauten Zustand soll dem unbebauten Referenzzustand möglichst entsprechen.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bildet die Grundlage für eine gemeinsame Wasserpolitik in Europa. Ihr Ziel ist der Schutz und die Verbesserung der Gewässerqualität. In Deutschland wurde sie durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und die Grundwasserverordnung (GrwV) in nationales Recht übernommen.

Um die Belastung der Gewässer (Grund- und Oberflächengewässer) durch Einleitungen zu verringern, schreibt die Richtlinie einen

### **kombinierten Ansatz**

vor. Der kombinierte Ansatz verbindet zwei Prinzipien:

- | Emissionsgrenzwerte: Menge an Schadstoffen einer Quelle die höchstens in ein Gewässer abgegeben werden darf
- | Umweltqualitätsnormen: Konzentration an Schadstoffen einer Quelle die einen bestimmten Grenzwert bei Einleitung in ein Gewässer nicht überschreiten darf

Eine Quelle ist die Stelle, an der Schadstoffe in ein Gewässer eingeleitet werden. Dies kann punktuell (Kläranlagen, industrielle Abflüsse) geschehen, durch gezielte Versickerung oder durch diffuse Quellen (Regenwetterabflüsse aus städtischen oder landwirtschaftlich genutzten Flächen).

Aus diesem kombinierten Ansatz folgen Emissionsbezogene Anforderungen an die Einleitung von Niederschlagswasser in Gewässer, welche die Verschmutzung von Gewässern durch Regenwetterabflüsse (Niederschlagswasser) begrenzen. Ein zentraler Grundsatz für zukünftige Planungen in der Siedlungsentwässerung ist hierbei nach § 55 Abs. 2 WHG

### **Niederschlagswasser nicht mit Schmutzwasser zu vermischen.**

Zusätzlich können Maßnahmen zur Klimaanpassung helfen die Belastung der Gewässer zu reduzieren. Dazu gehören nach DWA-M 102-4 (2022):

- | die Förderung der Verdunstung
- | der Rückbau versiegelter Flächen
- | die naturnahe Gestaltung von Freiräumen

## **3.4 Regenwassermanagement als Klimaanpassungsstrategie**

Extremwetterereignisse erfordern angesichts des Klimawandels eine Anpassung der urbanen Infrastruktur, insbesondere im Hinblick auf den Wasserhaushalt und die veränderte Niederschlagscharakteristik. Ein wichtiger Ansatz ist die wassersensible Freiraumgestaltung, die sich auf die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung konzentriert. Ziel ist es, Niederschläge unmittelbar vor Ort zu bewältigen, indem das



Niederschlagswasser durch Versickerung oder Rückführung in den natürlichen Wasserhaushalt integriert wird. Ein wachsendes Handlungsfeld ist der

### **naturnahe Wasserhaushalt**

der die Balance zwischen Versickerung, Verdunstung und Ableitung von Regenwasser berücksichtigt. Besonders die Verdunstung gewinnt an Bedeutung, da sie hilft die Überhitzung von Städten zu reduzieren. Ein weiteres Thema ist die Überflutungsvorsorge, da Starkregenereignisse die Kanalisation belasten. Extremwetterereignisse erfordern Lösungen, bei denen Niederschlagswasser auf den Oberflächen kontrolliert abgeleitet und zurückgehalten wird, um Schäden zu vermeiden. Naturnahe Rückhalteräume lassen sich in die Freiraumplanung mit einer höheren Akzeptanz in der Bevölkerung integrieren und schaffen Synergien:

- | Stadt lebenswerter durch multifunktionale Flächennutzung
- | Klimaanpassung durch eine Reduzierung von Überflutungen
- | Klimaanpassung durch eine Erhöhung der kühlenden Verdunstung

Hierbei wird das Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) angewandt um eine Zielgröße des naturnahen Wasserhaushalts (unbebauter „natürlicher“ Referenzzustand) eines Planungsgebiets zu erhalten. Anschließend werden geeignete naturnahe Maßnahmen zum Erreichen des Zielwertes gewählt, welche in die Freiraumplanung integriert werden können.

Der Planungsgrundsatz besteht darin, negative Auswirkungen der Bebauung auf den Wasserhaushalt zu minimieren. Maßnahmen zur Rückhaltung von Niederschlagswasser reduzieren Abflussspitzen, jedoch nicht die Abflussvolumina. Der Flächenanteil der Maßnahmen ist entscheidend für ihre Effektivität in der Wasserbilanz eines Gebiets.

### **3.5 Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100**

Für innerörtliche Grundstücke muss ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 erbracht werden. Dieser ist zu führen wenn im Planungsgebiet abflusswirksame Flächen des Grundstückes größer als 800 m<sup>2</sup> vorliegen.

Durch den Überflutungsnachweis wird das zurückzuhaltende Volumen der Regenmenge ermittelt, welches schadlos auf dem Grundstück zurückzuhalten ist.

Der Überflutungsnachweis wird je nach Schutzkategorie mit der entsprechenden Überflutungshäufigkeit i. d. R. T = 30 a geführt. Bestehen die befestigten Flächen im Planungsgebiet > 70 % aus nicht überflutbaren Flächen, so ist für den Überflutungsnachweis eine Überflutungshäufigkeit von T = 100 a anzusetzen.

### **3.6 Planstatt Senner Philosophie**

Die Entwässerungspraxis in Siedlungsgebieten war über viele Jahrzehnte davon geprägt, Regenwasser möglichst schnell und vollständig in die Kanalisation abzuleiten. Dieses Denken entspricht jedoch nicht mehr den heutigen Anforderungen an

Klimaanpassung, Gewässerschutz und nachhaltige Stadtentwicklung. Die Philosophie, die wir verfolgen, orientiert sich an einem klaren Leitsatz:

**„Kein Tropfen verlässt das Grundstück.“**

Dieser Grundsatz verdeutlicht, dass Regenwasser nicht als Last, sondern als Resource betrachtet wird. Ziel ist es, das Niederschlagswasser am Ort seines Anfalls zu bewirtschaften und möglichst vollständig im natürlichen Wasserkreislauf zu halten – sei es durch Verdunstung, Versickerung, Rückhaltung oder direkte Nutzung. Erst wenn alle Potenziale ausgeschöpft sind, erfolgt eine kontrollierte Ableitung.

Unsere Philosophie ist eng mit den Grundlagen aktueller wasserwirtschaftlicher Regelwerke und gesetzlicher Vorgaben verknüpft. Das DWA-Arbeitsblatt A 100 (2006) verpflichtet zu einer ganzheitlichen Betrachtung der Siedlungsentwässerung im Spannungsfeld aus Entsorgungssicherheit und Gewässerschutz. Das Merkblatt DWA-M 102-4 (2022) liefert die methodische Grundlage zur Wasserhaushaltsbilanz, mit dem klaren Ziel, die Differenz zwischen bebautem Zustand und der unbebauten Referenz so gering wie möglich zu halten. Auf europäischer Ebene setzt die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000/60/EG) verbindliche Qualitätsziele für Grund- und Oberflächengewässer, die in Deutschland durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und die Grundwasserverordnung (GrwV) umgesetzt sind. Entscheidend ist hier der sogenannte kombinierte Ansatz aus Emissionsgrenzwerten und Umweltqualitätsnormen.

Unser Leitbild unterstützt diesen Ansatz, indem Einleitungen minimiert und lokale Kreisläufe gestärkt werden. Nicht zuletzt greift unser Prinzip direkt die Vorgabe des § 55 Abs. 2 WHG auf, dem zufolge Niederschlagswasser möglichst nicht mit Schmutzwasser vermischt, sondern eigenständig bewirtschaftet werden soll. In diesem Rahmen verfolgen wir eine Philosophie, die auf drei Grundprinzipien aufbaut:

- | Verdunstung: Regenwasser trägt zur Kühlung urbaner Räume bei und verbessert das Mikroklima, was insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Überhitzung von Städten ein unverzichtbarer Beitrag zur Klimaanpassung ist.
- | Versickerung: Durch gezielte Infiltration wird die Grundwasserneubildung gefördert, wodurch der lokale Wasserhaushalt stabilisiert wird.
- | Retention / Drosselung: Rückhalt und zeitverzögerte Ableitung stellen sicher, dass Starkregenereignisse ohne Überlastung der Kanalisation bewältigt werden können.

Diese drei technischen Kernfunktionen werden jedoch nie isoliert, sondern stets im größeren Kontext gesehen. Die Regenwasserbewirtschaftung bewegt sich in Spannungsfeldern: Einerseits innerhalb des natürlichen Wasserhaushalts (Verdunstung – Versickerung – Abfluss), andererseits in Bezug zu städtebaulichen, ökologischen und gesellschaftlichen Anforderungen. Regenwasserrückhaltung leistet gleichzeitig Beiträge zu Aufenthaltsqualität, zur Förderung von Biodiversität, zur Schaffung von Freiräumen für Naherholung und nicht zuletzt zur Wirtschaftlichkeit von Bau- und Betriebskonzepten.

Deshalb verstehen wir Regenwasserbewirtschaftung nicht als starre technische Maßnahme, sondern als integralen Bestandteil der Stadt- und Freiraumplanung. Dieses Verständnis zeigt sich insbesondere in folgenden Planungsgrundsätzen, die von Beginn an in allen Projekten gelten:

- | Integration wasserwirtschaftlicher Aspekte bereits in den frühen Leistungsphasen, unter enger Zusammenarbeit zwischen Architektur, Freiraumplanung und technischer Erschließung.
- | Standortbezogene Analysen als fachliche Grundlage: Geologie (kf-Werte, nutzbare Feldkapazität, Grundwasserstand), Altlasten, Schutzkulissen sowie lokale Klimabedingungen.
- | Hydrologische Bemessung nicht nur anhand von Standardszenarien, sondern auch unter Berücksichtigung veränderter Niederschlagscharakteristik aufgrund des Klimawandels.
- | Verbindung mehrerer dezentraler Bausteine zu einem funktionalen Gesamtsystem, anstelle von Einzellösungen mit begrenzter Wirkung.
- | Herstellung von blau-grüner Infrastruktur, die Nachhaltigkeit nicht nur technisch, sondern auch sozial erfahrbar macht.

Unser Vorgehen folgt dabei einfachen, aber wirksamen Prinzipien: Retention vor Ableitung, Dezentralität vor Zentralität, Multifunktionalität vor Mononutzung. So entstehen Konzepte, die sowohl den strengen Anforderungen der Gesetzgebung als auch den Erwartungen der Gesellschaft an klimaresiliente, lebenswerte Städte entsprechen.

## **4 Grundlagen / Bestandsanalyse**

In dem nachfolgenden Kapitel werden die relevanten Grundlagen im Planungsgebiet dargestellt.

### **4.1 Standort**

Das Planungsgebiet befindet sich Balingen-Dürrwangen an den folgenden Koordinaten UTM 32 U 492351 5342270 (Geografisch 48.23360°N 8.89699°E).



Abb. 1: Standort Daten- und Kartendienst LUBW, Planstatt Senner (17.07.24)

## 4.2 Topografie

Die nachfolgende Abb. 2 zeigt das anstehende Gelände im Planungsgebiet. Nordöstlich des Planungsgebiets ist ein steiler Anstieg zu verzeichnen. Südwestlich bis östlich des Planungsgebiets befinden sich Flächen mit geringerer Neigung. Das gesamte Planungsgebiet weist im Westen den Geländetiefpunkt auf.

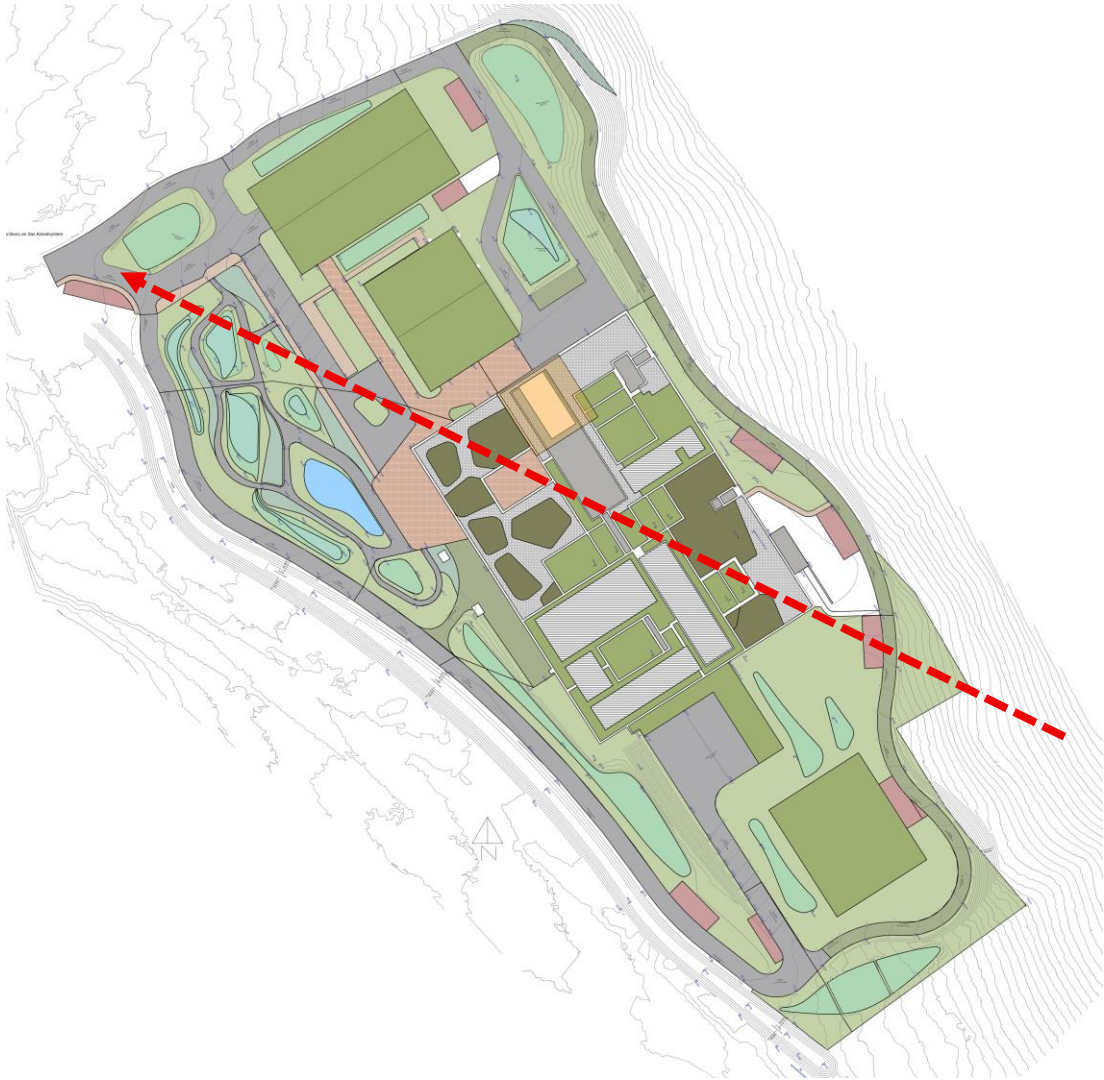


Abb. 2: Topographische Karte, Planausschnitt

#### 4.3 Schutzzonen

Das Projektgebiet befindet sich

**nicht innerhalb eines Wasserschutzgebiets.**

#### 4.4 Vorflut

Der Nächste Vorfluter im Planungsgebiet stellt die

**Eyach**

dar. Fluviale Einflüsse sind anhand der Hochwassergefahrenkarte nicht zu erwarten. Aus dem Merkblatt für den Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis des Landratsamts Zollernalbkreis wird zur Drosselung des Abflusses folgendes grundsätzlich empfohlen.

Die Drosselung soll dem unbebauten Zustand entsprechen und wird mit der nachfolgenden Gleichung ermittelt.

$$Q_{Dr} = A_E \cdot 0,1 \cdot r_{15,1}$$



Das Klinikum Areal umfasst eine Einzugsgebietsfläche von 6,29 ha. Bei einer Regenspende nach KOSTRA-DWD 2020 ergibt sich der nachfolgender Drosselabfluss im Planungsgebiet (siehe Anh. 10.1).

$$Q_{Dr} = 7,4 \text{ ha} \cdot 0,1 \cdot 124,40 \frac{l}{s \cdot ha} = 92,06 \frac{l}{s}$$

#### **4.5 Entwässerungssysteme**

In der Stadt Balingen im Ortsteil Dürrwangen ist eine

##### **Mischwasser Kanalisation**

vorhanden. Anhand des allgemeinen Kanalisationsplan (2004) wurde Sanierungsbedürftigkeit des Kanals im Bereich der Ebinger Straße dokumentiert.

Das anfallende Niederschlagswasser darf nicht der Mischwasserkanalisation und dem RÜB „Heinzengasse“ zugeführt werden (siehe 2.5).

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist für die Neuerschließung (Bebauungsplan „Firstäcker“) eine Trennwasser Kanalisation von Seiten des Ingenieurbüros Pirker + Pfeiffer angedacht. Derzeit ist ein RRB „Firstäcker“ zur gedrosselten Einleitung des anfallenden Niederschlagswasser in die Eyach angedacht.

Das Planungsgebiet Klinikum ist Bestandteil der Neuerschließung. Nach Abstimmung mit dem Ingenieurbüro Pirker + Pfeiffer liegt der angedachte Drosselabfluss aus dem Planungsgebiet (Klinikum) bei

$$Q_{Dr} = 92,00 \text{ l/s}$$

in das Trennsystem der Neuerschließung. Derzeit wird für das Planungsgebiet das erforderliche Rückhaltevolumen nach DWA-A 117 nicht im RRB „Firstäcker“ vorgesehen. Der erforderliche Rückhalt des anfallenden Niederschlag findet auf dem Planungsgebiet des Klinikums statt.

##### **4.5.1 RÜB „Heinzengasse“**

Für die Entlastung des bestehenden Kanalnetzes im Bereich Dürrwangen ist ein neues Regenüberlaufbecken (RÜB) geplant. Die Planung sieht ein RÜB mit einem Fassungsvermögen von 140 m<sup>3</sup> vor (siehe Anh. 10.6).

##### **4.5.2 RRB „Firstäcker“**

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist für die Neuerschließung (Bebauungsplan „Firstäcker“) ein RRB „Firstäcker“ in Verlängerung an die Heckäckerstraße angedacht (siehe Abb. 3). Dieses wird durch das Ingenieurbüro Pirker + Pfeiffer geplant. (siehe Kap 4.5).

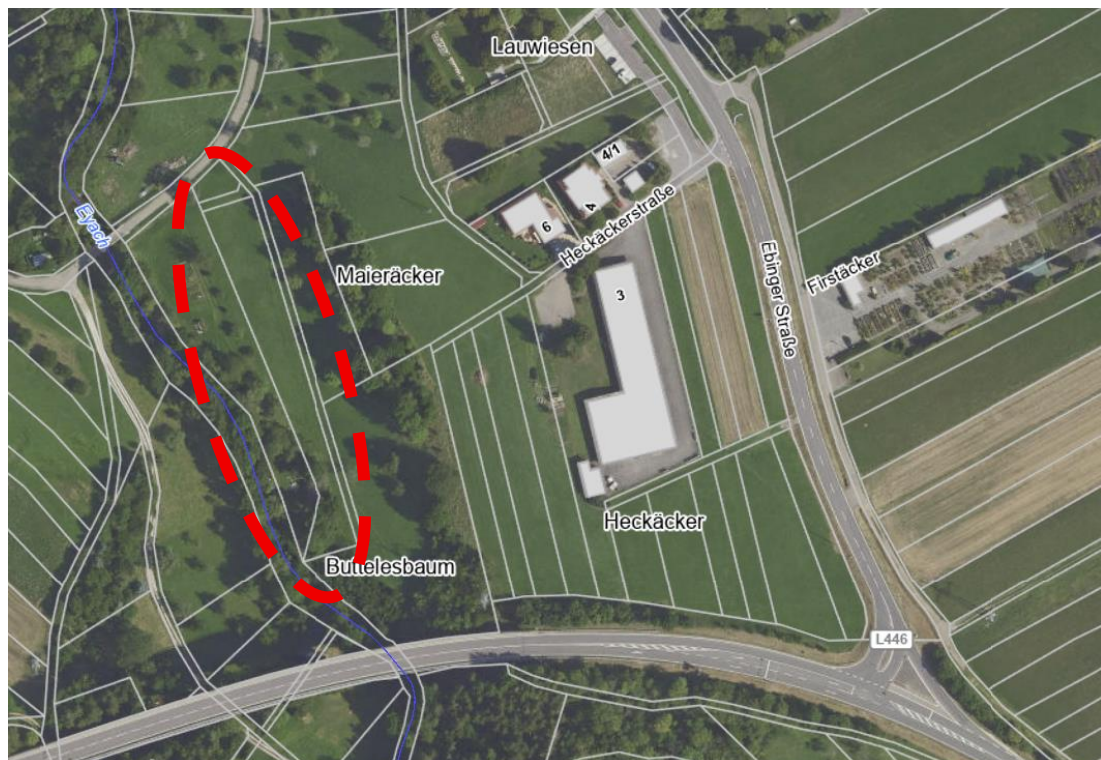


Abb. 3: Verortung künftiges RRB „Firstäcker“

#### 4.6 Geologischen Verhältnisse

Im Planungsgebiet liegt eine Detailuntersuchung durch das Ingenieurbüro GeoTerton vom 22.07.2024 vor. Diese Baugrunduntersuchung und Gründungsgutachten liefert umfangreiche Erkenntnisse zu den vorherrschenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen.

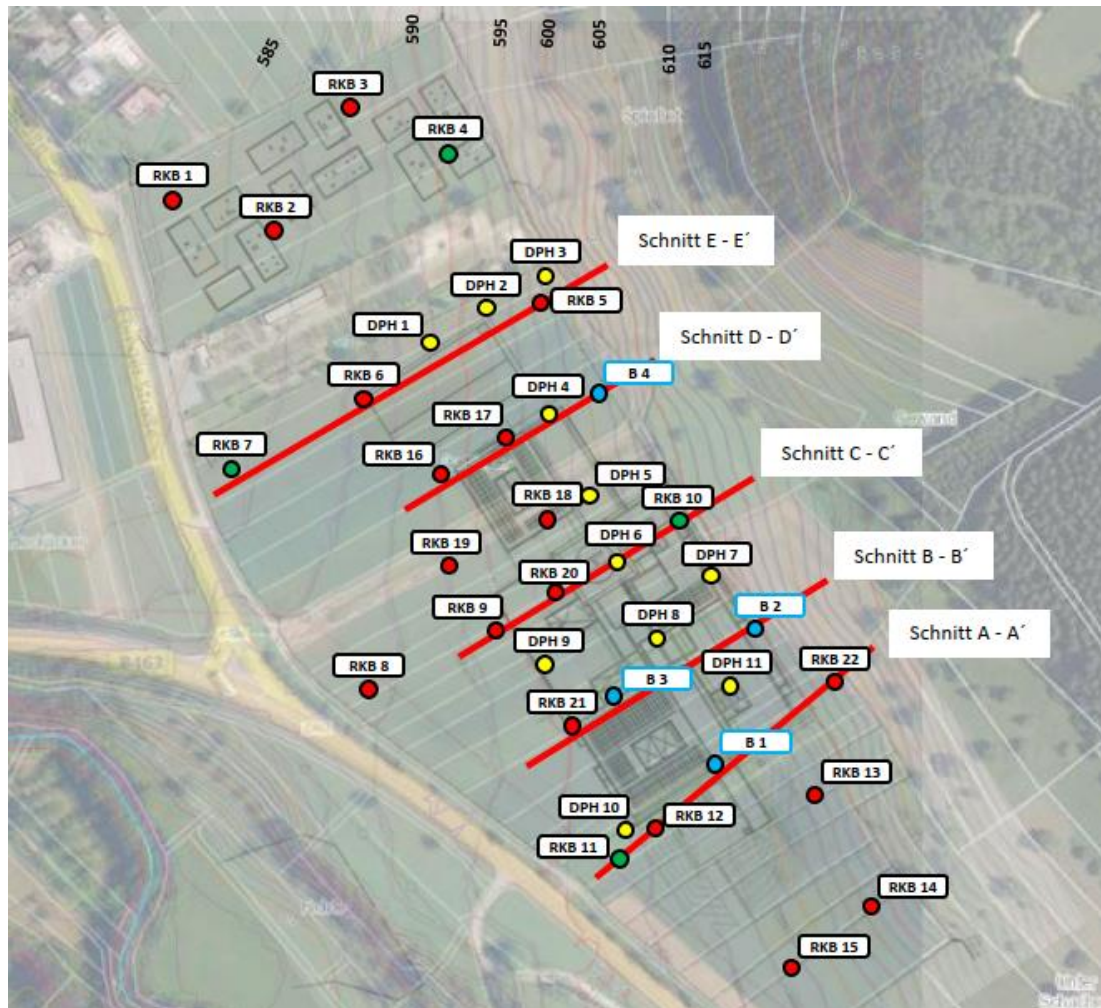


Abb. 4: Übersicht Bohrpunkte Kleinkernbohrungen, GeoTerton

Aus den Ergebnissen der Kleinbohrungen konnten nachfolgende Bodenschichten vereinfacht beschrieben werden.

- | Oberboden (0,1-0,2 m): Mutter- bzw. Ackerboden mit humosem, durchwurzeltem, schluffigem und kiesigem Ton in weicher bis steifer Konsistenz.
- | Tone (bis 5,9 m): Unter dem Oberboden folgen Tone mit variierenden Anteilen an Schluff und Kies. Diese zeigen oberflächennah meist eine steife Konsistenz, während im Südosten weichere Konsistenzen festgestellt wurden. Die Tone enthalten Tonsteinbruch, Sandsteinstücke und Eisenkonkretionen. Die Mächtigkeit variiert stark und ist in hangseitiger Richtung größer. In Bohrung RKB 5 reichen die Tone bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 6,0 m.
- | Kiese (lokal): Unter den Tönen wurden stark schluffige Kiese mit kantengerundeten Kalksteinen erbohrt. Diese sind teilweise nass und die feinkörnige Matrix ist weich bis breiig. In Bohrung RKB 4 werden die Kiese durch eine 1,6 m mächtige Lage feinsandigen und tonigen Schluffs unterbrochen.
- | Opalinuston-Formation: Unterhalb der Kiese folgen tonige Verwitterungshorizonte oder plastifizierte Tonsteine. In den Bohrungen RKB 2 und RKB 15 wurden schluffige, weiche Tone von geringer Mächtigkeit (0,1 bis 0,2 m) angetroffen. Diese



zeigen oberflächennah ein schiefriges Gefüge und sind zur Tiefe hin weniger verwittert. Talseitige Bohrungen zeigten an der Basis mäßig harten, verwitterten Tonstein, während in hangseitigen Bohrungen die Tonsteine mit einer Tiefe von 6,0 m nicht erreicht wurden.

## **4.7 Hydrogeologischen Verhältnisse**

Im Rahmen der Erkundung durch das Ingenieurbüro GeoTerton wurden Wasserzutritte in den Aufschlüssen dokumentiert.

### **4.7.1 Grundwasser**

Der im Baufeld vorhandene Grundwasserleiter ist ein Porengrundwasserleiter, der durch tiefer liegende, undurchlässige Tonsteine nach unten abgegrenzt wird. Dies verhindert einen Abfluss zur Tiefe. Bei erhöhten Grundwasserneubildungsereignissen, wie Starkregen oder Schneeschmelze, kommt es zu einem Aufstau im Porengrundwasserleiter. Dies führt zu größeren Schwankungen und einer schnellen Reaktion des Grundwasserspiegels auf solche Ereignisse.

Der Bemessungswasserstand definiert den höchsten zu erwartenden Wasserpegel, der auf geplante Bauwerke einwirken kann, und berücksichtigt dabei Hochwasserhöchststände (HHW), höchste Grundwasserstände (HGW) sowie Stauwasser in Form von Oberflächenwasser.

Da keine langfristigen Messdaten zu den Grundwasserständen vorliegen, muss zu den gemessenen Wasserständen ein Sicherheitszuschlag von mindestens 1,0 m veranschlagt werden, hieraus folgt der höchste anzunehmende Grundwasserstand (HGW). Dadurch liegt der Bemessungswasserstand in weiten Bereichen auf der

#### **Geländeoberkante (Bemessungswasserstand).**

Der Bemessungswasserstand kann durch geeignete technische Maßnahmen gezielt beeinflusst werden, hierfür ist eine ausreichend durchlässige Arbeitsraumverfüllung erforderlich die eine Wasserführung um die Gebäude sicherstellt. In Kombination mit einer kontrollierten Ableitung über entsprechende Leitungen kann dabei die

#### **zukünftig tiefste Geländehöhe (alternativer Bemessungswasserstand)**

am Gebäudegrund, von der an ein freier Abfluss gewährleistet ist, als maßgeblicher Bemessungswasserstand angesetzt werden. Hierfür ist eine gesicherte Ableitung durch die Retentionsflächen (Rückhaltermulden) erforderlich

Teilweise wurden Wasserstände über der Geländeoberkante aufgenommen, diese weisen auf artesische Verhältnisse hin. Artesische Verhältnisse treten auf, wenn geringdurchlässige Schichten über einer wasserführenden Schicht liegen. Grundwasser kann hierdurch nicht weiter an die Oberfläche ansteigen. Wird die geringdurchlässige Schicht im Zuge der Bauarbeiten angeschnitten oder durchbrochen, kann das Grundwasser an den entsprechenden Stellen über die gemessenen Grundwasserstände ansteigen.

#### 4.7.2 Versickerungsfähigkeit

Im Planungsgebiet wird der Flurabstand bei der aktuellen Geländeoberkante zumindest zeitweise nicht eingehalten. Ein erforderlicher Mindestabstand zum Grundwasser nach DWA-A 138-1 (siehe 2.8) ist nicht gewährleistet.

Die oberflächennahen tonigen Böden im Gebiet sind für die Versickerung ungeeignet, da sie

#### Durchlässigkeitsbeiwerte von $< 1 \times 10^{-6}$ m/s

aufweisen. Die tieferliegenden gemischtkörnigen bzw. kiesigen Böden haben zwar theoretisch eine ausreichende Durchlässigkeit, sind jedoch bereits wassergesättigt und können kein weiteres Wasser ohne zusätzlichen Aufstau aufnehmen.

#### 4.8 Niederschlag

Die nachfolgende Abb. 5 zeigt die gemessenen Niederschlagswerte durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) zwischen 2009 und 2023. Hierbei ist ein leichter Rückgang des mittleren jährlichen Niederschlags erkennbar.

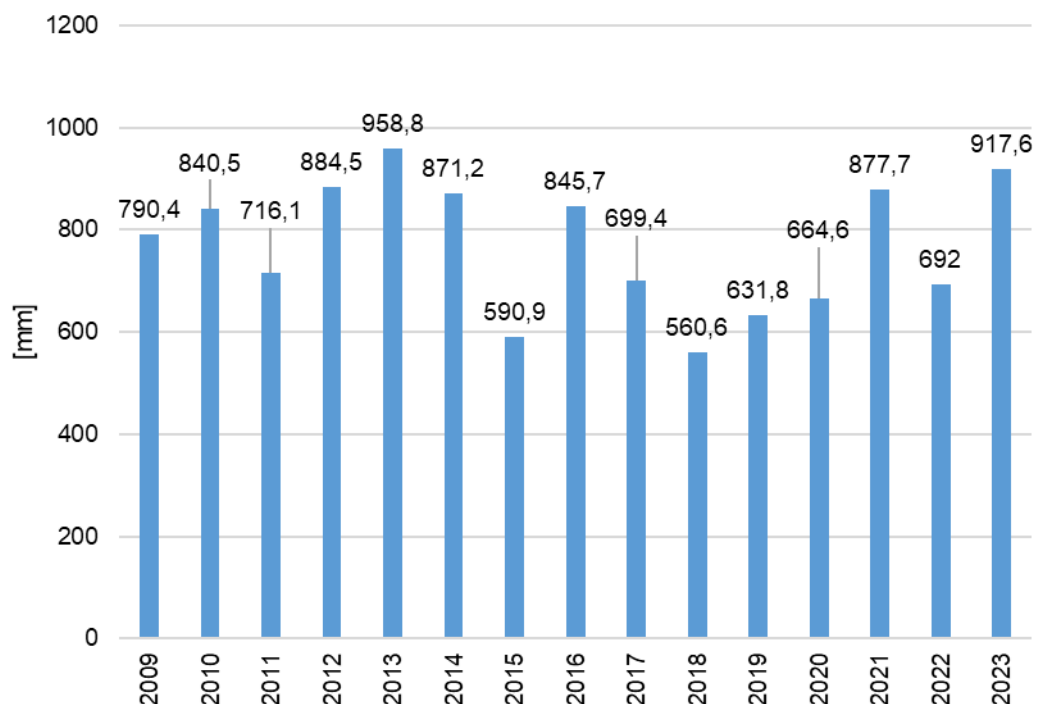


Abb. 5: mittlere jährliche Niederschlagshöhe 2009 - 2023, DWD-Daten

#### 4.9 Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD

Der DWD führt seit den 1980er Jahren eine koordinierte Starkregenauswertung durch. Die extremwertstatische Analyse liefert Regenspenden  $r_N$  welche eine wesentliche Größe im Planungs- und Bemessungsprozess darstellt. Die Datensätze sind in einzelnen Rasterfelder unterteilt mit einer Auflösung von 5 km x 5 km. Die entsprechende Rasterzelle befindet sich in

**Spalte 127 - Zeile 201.**

Die ausgewiesenen Daten sind mit örtlichen Unsicherheiten UC behaftet. Unsicherheiten können z.B. bei der Beobachtung und Messung sowie durch eine große räumliche und zeitliche Variabilität des Niederschlags entstehen. Die örtlichen Unsicherheiten werden in Prozent angegeben. Bei der Planungs- und Bemessung von Maßnahmen können örtliche Unsicherheiten mit berücksichtigt werden, i. d. R. werden Versickerungsanlagen ohne örtliche Unsicherheiten der Regenspende bemessen.

#### 4.10 Bemessungsregen und Starkregenbetrachtung

Bei der Planung von Entwässerungssystemen spielt die Vorsorge gegen Überflutungen durch Starkregen eine zentrale Rolle. Ziel ist es, nicht nur die regelmäßigen Regenereignisse zu bewältigen, sondern auch die Risiken bei selteneren, intensiveren Niederschlägen darzustellen. Die nachfolgende Tab. 1 liefert einen Überblick der einzelnen Niederschlagsereignisse nach statistischer Wiederkehrzeit.

Tab. 1: Zuordnung von Niederschlägen nach Starkregenindex

Wiederkehrzeit $T_n$ (a)	1-10	20	30	50	100	> 100				
Starkregenindex	1-3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Regendauer	Starkregenhöhen in mm									
15 min	10 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	> 35					
60 min	15 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 75	75-100	100-130	130-160	160-200	> 200
2 h	20 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 65	65 - 80					
4 h	20 - 45	45 - 55	55 - 60	60 - 75	75 - 85	85-120	120-150	150-180	180-220	> 220
6 h	25 - 50	50 - 60	60 - 65	65 - 80	80 - 90					

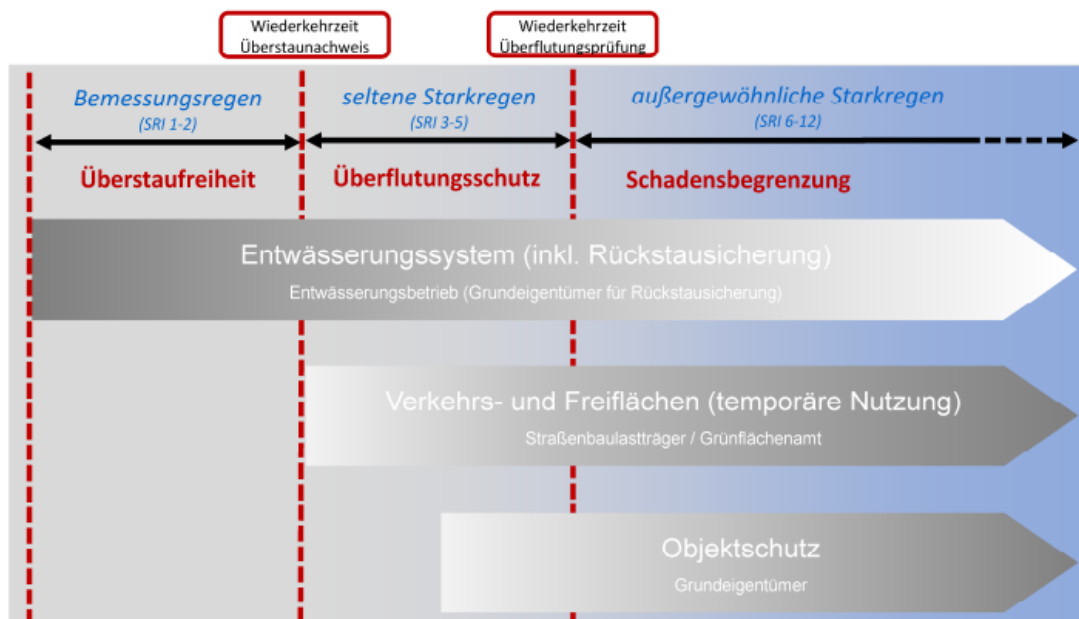


Abb. 6: Überflutungsschutz als Gemeinschaftsaufgabe, DWA-A 118

Klassische Kanalnetze können diese Risiken zwar teilweise abmildern, doch bei außergewöhnlich starken Regenfällen stoßen sie schnell an ihre Grenzen. Ein wirksamer Schutz erfordert daher zusätzliche Maßnahmen, zum Beispiel Flächen zur Zwischenspeicherung von Wasser, gezielte Ableitungen an der Oberfläche oder den Schutz einzelner Gebäude. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Einordnung der Niederschlagsereignisse nach dem Starkregenindex (SRI).

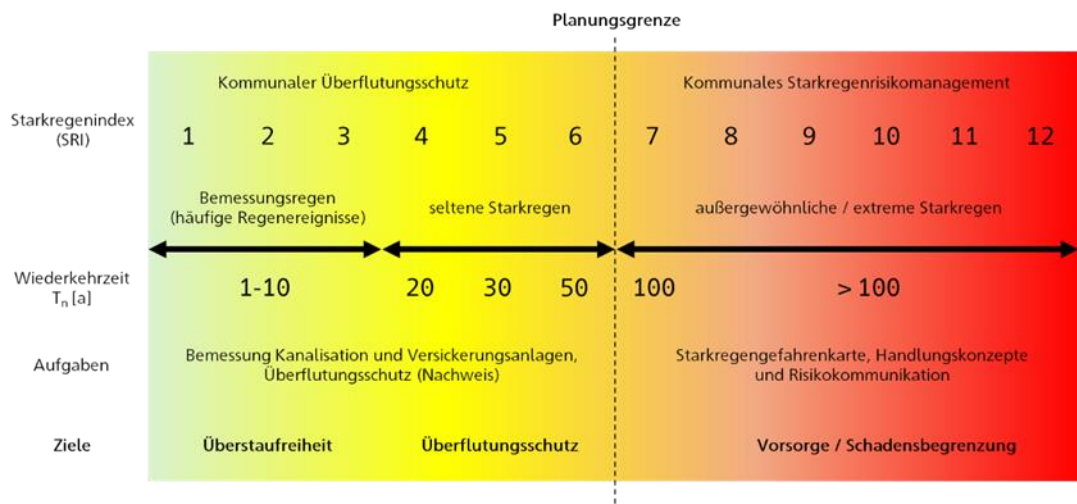


Abb. 7: Abgrenzung Überflutungsschutz und SRRM, LUBW

Der Überflutungsschutz und die Siedlungsentwässerung, sowie ein nachhaltiges naturnahes Regenwassermanagement sind eine Gemeinschaftsaufgabe zwischen Grundeigentümer und öffentlicher Hand.

Nach § 54 Abs. 1 WHG ist gesammelt abfließendes Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen Abwasser, wild abfließendes Wasser bzw. Außengebietswasser, fällt solange es nicht gesammelt abgeführt wird nicht unter den Tatbestand „Abwasser“. Die kommunale Abwasserbeseitigungspflicht liegt in fachgerechter Bemessung der Kanalisation für den Bemessungsregen. Außerdem soll nach DIN 1986-100 ein langfristiger Überflutungsschutz für seltene Niederschlagsereignisse (10 bis 50 Jahren) gewährleistet werden.

Kommunen sind jedoch nicht verpflichtet eine einwandfreie Ableitung für jedes außergewöhnliche Ereignis zu leisten. Das kommunale Starkregenrisikomanagement (SRRM) betrachtet

### **seltene, außergewöhnliche und extreme Abflussereignisse**

durch Starkregen an der Geländeoberfläche. Die statistischen Wiederkehrzeiten der Niederschlagsereignisse liegen über den betrachteten Jährlichkeiten des kommunalen Überflutungsschutzes. Ein

### **absoluter Schutz vor Überflutung durch Starkregen ist nicht möglich.**

Durch geeignete Vorsorgemaßnahmen kann das Schadenspotenzial bzw. das Gefährdungsrisiko verringert werden.

Aus der Schutzbedürftigkeit von Mensch, Umwelt, Versorgung, Wirtschaft und Kultur ergeben sich nach DWA-A 118 verschiedene Schutzkategorien bzgl. der Überstauhäufigkeit (Bemessungshäufigkeit) von einzelnen Anlagen von Entwässerungssystemen. Die nachfolgende Tab. 2 stellt die Überstauhäufigkeiten und Überflutungshäufigkeiten nach Schutzkategorien dar.

Im Planungsgebiet wurde für die Bemessungs- und Überstauhäufigkeit aufgrund der Schutzbedürftigkeit der kritischen Infrastruktur und der vorhandenen Starkregengefahrensituation eine statistische Wiederkehrzeit von

**T = 30 a (Bemessungs- und Überstauhäufigkeit)**

angesetzt. Hierbei wird die Empfehlung von Seiten des Landratsamtes Zollernalb vom 09.10.2024 zur „großzügigen Bemessung“ der Entwässerung einer kritischen Infrastruktur berücksichtigt. Nach DWA-A 118 wäre eine Bemessungs- und Überstauhäufigkeit von T = 10 a ausreichend (siehe Tab. 2).

Durch den Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 wird das zurückzuhaltende Volumen der Regenmenge ermittelt, welches schadlos auf dem Grundstück zurückzuhalten ist. Für den Überflutungsnachweis wird eine statistische Wiederkehrzeit von

**T = 100 a (Überflutungshäufigkeit)**

angesetzt.

Tab. 2: Hydraulische Anforderungen an Entwässerungssysteme, DWA-A 118

Schutz- kategorie	Auswirkungen auf Flächen und Objekte	Bereichsklassifizierung	Überstau- häufigkeit	Überstau- häufigkeit	Über- flutungs- häufigkeit
Für Mensch, Umwelt, Versorgung, Wirtschaft, Kultur	Zuordnung nach DIN EN 752:2017 Tabelle 3	Beispielhafte Nutzung	einmal in x Jahren Bestand	einmal in x Jahren Neubau	einmal in x Jahren
(1) gering	sehr gering	Bereiche, in denen das Wasser überwie- gend schadlos und ohne Nutzungsein- schränkungen auf der Oberfläche abfließen oder verbleiben kann,  z. B. ländliche Gebiete/Streusiedlungen, Grün- und Freiflächen, Parks	1	2	10
	gering				
(2) mäßig	gering bis mittel	Bereiche, in denen Überflutungen geringe bis mittlere Schäden oder Nutzungsein- schränkungen verursachen können und die Sicherheit und Gesundheit nicht gefährden,  z. B. Wohn- und Mischgebiete mit Wohnbe- bauung und/oder Einzelhandel und Kleinge- werbe ohne zu Wohn- oder Gewerbezwec- ken genutzte Untergeschosse	2	3	20
	mittel				
(3) stark	mittel bis stark	Bereiche, in denen Überflutungen lokal zu größeren Schäden oder Nutzungsein- schränkungen führen oder die Sicherheit und Gesundheit potenziell gefährden kön- nen,  z. B. Stadtzentren, Wohngebiete mit zu Wohn- oder Gewerbe Zwecken genutzten Untergeschossen, Gewerbe-/Industriege- biete, Verkehrswege und Flächen von be- sonderer Bedeutung, Tiefgaragen und ver- kehrstechnisch untergeordnete Straßenunterführungen	3	5	30
	stark				
(4) sehr stark	sehr stark	Bereiche, in denen Überflutungen zu weit- reichenden größeren Schäden oder Nut- zungseinschränkungen führen oder die Sicherheit und Gesundheit akut gefährden können,  z. B. Bereiche mit kritischer Infrastruktur, Tiefbahnhof-Zugänge oder verkehrstech- nisch übergeordnete Infrastrukturen/Tief- garagen	5	10	50

## 4.11 Starkregenisikomanagement (SRRM)

In den nachfolgenden Kapiteln findet eine Beurteilung der Starkregensituation im Planungsgebiet statt.

### 4.11.1 Starkregengefahrenkarte

Starkregengefahrenkarten stellen die Gefahren durch Überflutung infolge starker Abflussbildung auf der Geländeoberfläche nach Starkregen dar. Sie zeigen die Fließwege des Oberflächenabflusses zum oberirdischen Gewässer auf.

Die Stadt Balingen hat im Jahr 2023 Starkregengefahrenkarten erstellt, um die Risiken und potenziellen Auswirkungen von starkem Regen und damit verbundenen Überschwemmungen zu identifizieren und zu visualisieren.

Diese Karten sind ein Werkzeug für die Stadt- und Raumplanung, da sie dabei helfen, gefährdete Gebiete zu erkennen und entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu treffen. Durch die Analyse und Darstellung von Starkregenereignissen können Behörden und Bürger besser auf solche Naturereignisse vorbereitet werden. Hierbei werden drei unterschiedliche Szenarien dargestellt:

- | Ein seltenes Ereignis entsteht, wenn ein Niederschlag mit einer Dauer von einer Stunde und einer statistischen Wiederkehrzeit von etwa 30 Jahren auftritt. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Bodenverhältnisse führt dieses Szenario zu einem entsprechenden Oberflächenabfluss. In solchen Fällen sind die Anlagen der Stadtentwässerung in der Regel überlastet, sodass es zu Überflutungen in einzelnen Bereichen kommt (siehe 2.7).
- | Ein außergewöhnliches Ereignis basiert auf einem einstündigen Niederschlag mit einer statistischen Wiederkehrzeit von etwa 100 Jahren. Durch die gegebenen Bodenverhältnisse, entwickelt sich daraus ein außergewöhnlicher Oberflächenabfluss. Dieses Szenario kann großflächigere Überflutungen verursachen, die weite Teile des Gebietes betreffen (siehe 2.7).
- | Ein extremes Ereignis liegt vor, wenn innerhalb von einer Stunde ein Niederschlag von etwa 128 Millimetern fällt. Der daraus resultierende extreme Oberflächenabfluss führt zu weitreichenden und großflächigen Überflutungen (siehe 2.7).

Die nachfolgende Abb. 8 stellt die Überflutungstiefen bei einem seltenen Ereignis im Planungsgebiet dar. Hierbei kommt es überwiegend zur Überflutung im Bereich der Bundesstraße 463 mit Überflutungstiefen von 0,1 m bis 0,5 m.



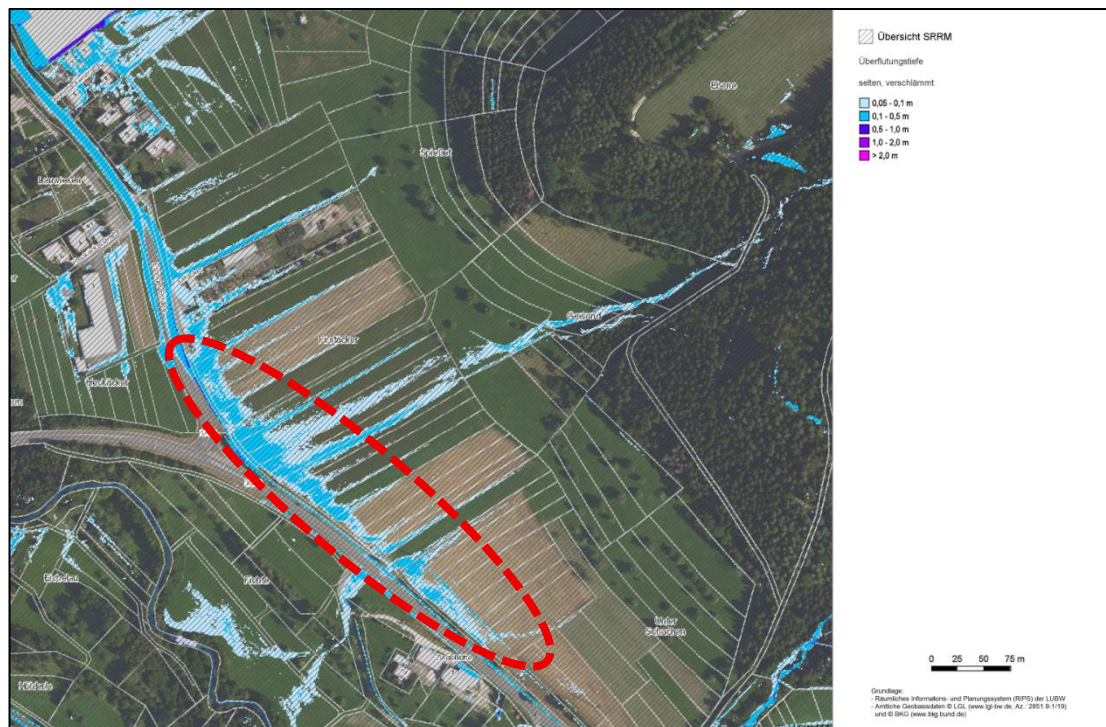


Abb. 8: Übersicht SRRM – Überflutungstiefen – selten, verschlammte

Die nachfolgende Abb. 9 stellt die Fließgeschwindigkeiten bei einem seltenen Ereignis dar. Hierbei kommt es zu Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,2 m/s bis 2 m/s. Die Hauptfließrichtung ist hangabwärts hin zur Bundesstraße 463.

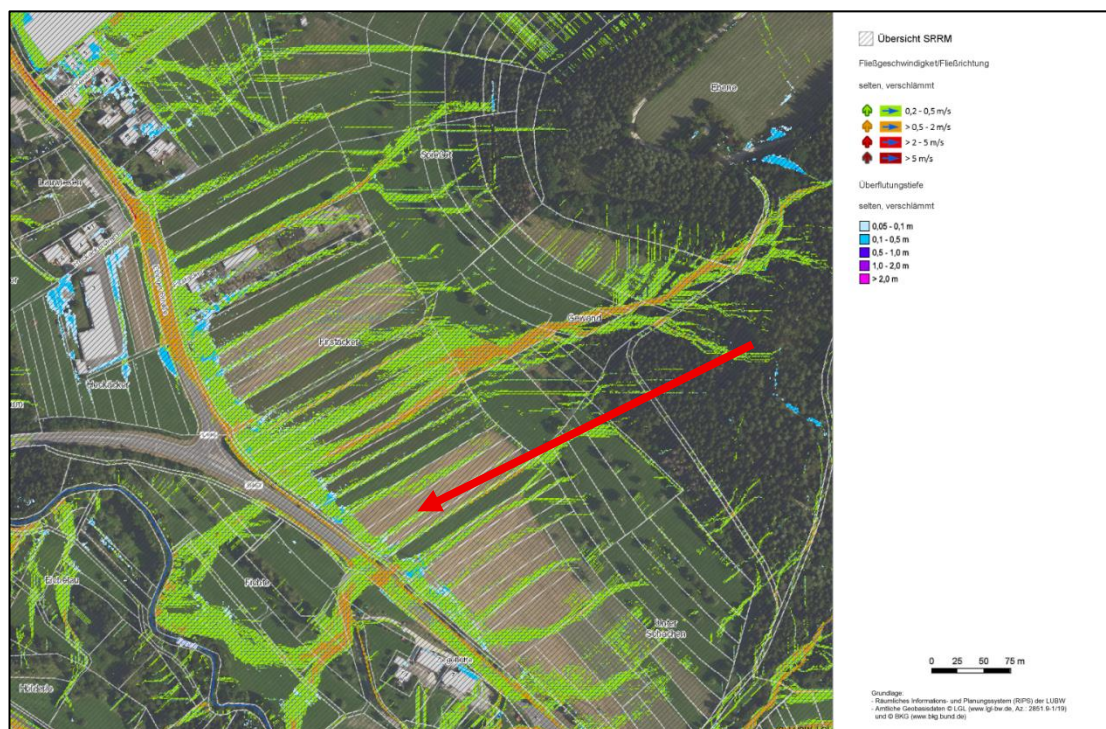


Abb. 9: Übersicht SRRM – Fließgeschwindigkeit – selten verschlammte



#### 4.11.2 Regenrückhaltebecken Außengebiete

Die nachfolgende Abb. 10 zeigt den Kontrollquerschnitt ID 91 unterhalb des Planungsgebiets. Die Auswertung für die SRRM Ereignisse ergibt die nachfolgenden drei Spitzenabflüsse und Abflusssummen:

- | Seltenes Ereignis: Bei einem seltenen Ereignis kommt es zu einem Spitzenabfluss von  $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$  und einer Abflusssumme von  $6.570 \text{ m}^3$ .
- | Außergewöhnliches Ereignis: Bei einem außergewöhnlichen Ereignis beträgt der Spitzenabfluss  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  und die Abflusssumme  $10.377 \text{ m}^3$ .
- | Extremes Ereignis: Bei einem extremen Ereignis kommt es sogar zu einem Spitzenabfluss von über  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Abflusssumme für dieses Szenario wurde nicht angegeben.

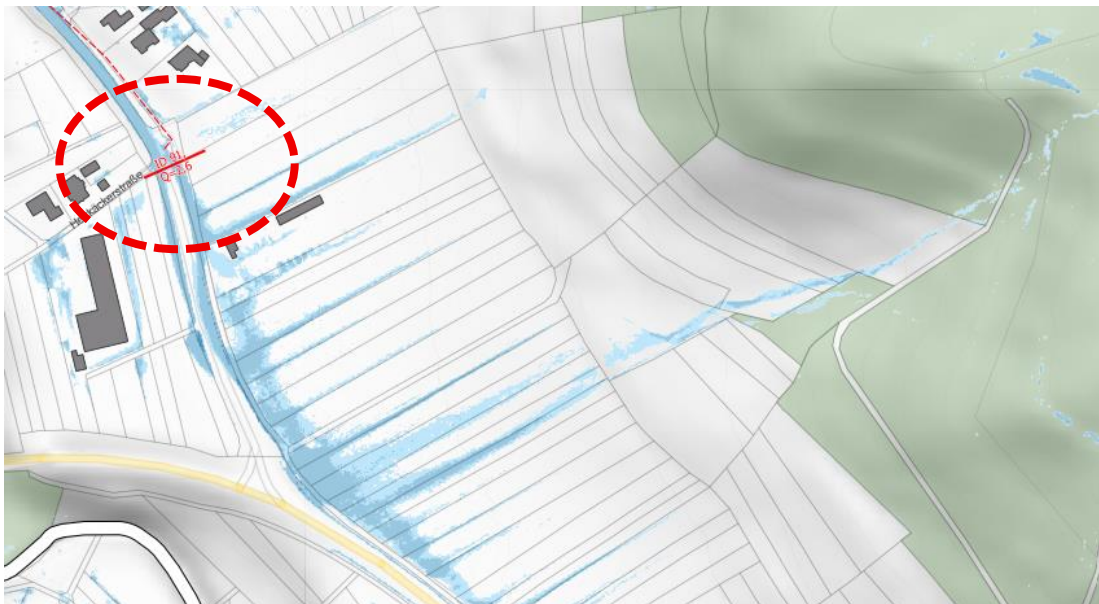


Abb. 10: Kontrollquerschnitt ID 91 – SRRM

Von Seiten des Ingenieurbüro Langenbach gab erste Überlegungen für das Starkregenrisikomanagements (SRRM) für die Stadt Balingen. Diese wurden der Stadt Balingen präsentiert und nach derzeitigem Kenntnisstand nicht weiter abgestimmt. Im Bereich des Planungsgebietes des Neubaus Klinikum Zollernalb wurde für Reduzierung der Auswirkungen durch Starkregen drei Regenrückhaltebecken vorgesehen (siehe Abb. 11).

Die angedachten RRB 1 und RRB 2 liegen unmittelbar oberhalb des Planungsgebiets. Von Seiten des Ingenieurbüros Langenbach wurde für die RRBs eine Drosselung von

#### **200 l/s (Drosselung RRB Außengebiet)**

vorgesehen. Mittels eines einfachen iterativen Verfahren nach DWA-A 117 wurden durch das Ingenieurbüro Langenbach, Rückhaltevolumina von  $3000 \text{ m}^3$  für das RRB 1 und  $500 \text{ m}^3$  für das RRB 2 ermittelt.

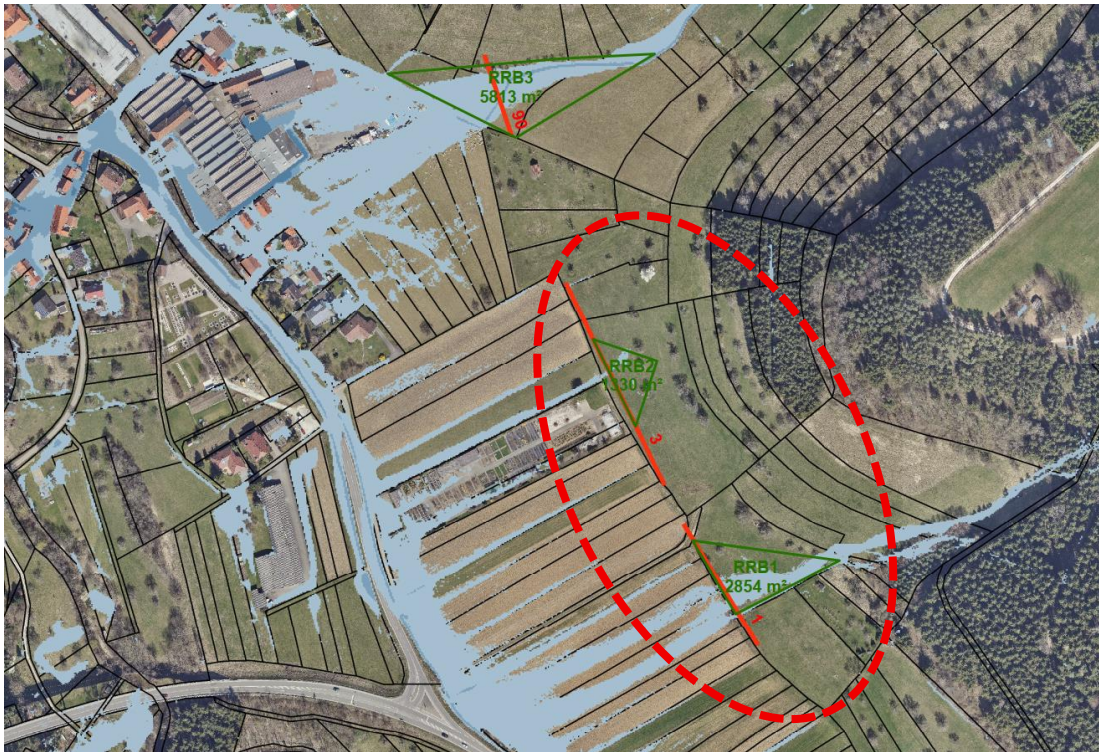


Abb. 11: Verortung der Regenrückhaltebecken im Außengebiet, Ing. Langenbach

#### 4.12 Natürliche Wasserhaushaltsbilanz nach NatUrWB

Im Planungsgebiet wurde die natürliche Wasserbilanz im unbebauten Referenzzustand mit dem WaSiG-Verfahren über eine Webtool-Abfrage der (Naturnahe Urbane Wasserbilanz) NatUrWB ermittelt (siehe Abb. 12 und Abb. 13).

Die NatUrWB-Methode zur Ermittlung der Wasserbilanz für den unbebauten Referenzzustand basiert auf dem WaSiG-Verfahren. Die NatUrWB-Methode ist ein Geoinformationssystem (GIS) -gestütztes Verfahren welches für eine kleinräumige Auflösung in Deutschland den natürlichen Wasserhaushalt, entsprechend der naturräumlichen Einheiten einer heutigen Kulturlandnutzung für ein urban geprägtes Gebiet ermittelt. Die nachfolgende Beschreibung der NatUrWB-Methode ist als Open-Source-Modell (Webtool) unter <https://www.naturwb.de/> frei verfügbar.

- | Für das Modell werden Niederschlagsreihen mit einer 10-minütigen Auflösung des DWD verwendet. Die verwendeten Niederschlagsdaten stammen aus dem Zeitraum zwischen dem 01.01.2009 bis 31.12.2019 und werden aufgrund der zeitlichen Verschiebung über einen Skalierungsfaktor an die aktuellen Gegebenheiten angepasst.
- | Als Referenzbasis werden die Naturraumeinheiten (NRE) des HAD herangezogen. Diese Einheiten wurden definiert, um Regionen mit ähnlichen geophysikalischen Eigenschaften zu gruppieren. Sie basieren auf Faktoren wie Geologie, Bodenbeschaffenheit und Klima und stellen somit geeignete Vergleichsräume dar, in denen sich ohne anthropogene Einflüsse eine ähnliche Vegetation und Wasserbilanz ausbilden würde.

- | Die Bodenverhältnisse im Planungsgebiet werden anhand der Bodenübersichtskarte (BÜK) bestimmt, die für ganz Deutschland Bodengesellschaften in Form von Polygonflächen definiert. Jede Bodengesellschaft ist in einer Sachdatenbank mit typischen Bodenprofilen hinterlegt, die charakteristische hydraulische Eigenschaften (z. B. gesättigte hydraulische Leitfähigkeit, Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität, Grundwasserflurabstand) besitzen.
- | Die Landnutzungsverteilung wird durch Corine-Landcover-Daten ergänzt, die Flächennutzungsarten wie Wälder, landwirtschaftliche Flächen oder Gewässer differenzieren.
- | Mithilfe des Niederschlag-Abfluss-Modell (NA-Modell) RoGeR\_WB\_1D der Universität Freiburg werden für jede Kombination aus Bodentyp und Landnutzungsform Wasserbilanzen simuliert. Das Modell berechnet auf Grundlage der physikalischen Bodenparameter, des lokalen Klimas und der Vegetationsbedeckung, wie sich der Niederschlag auf die verschiedenen Aufteilungswerte der Wasserbilanz verteilt.

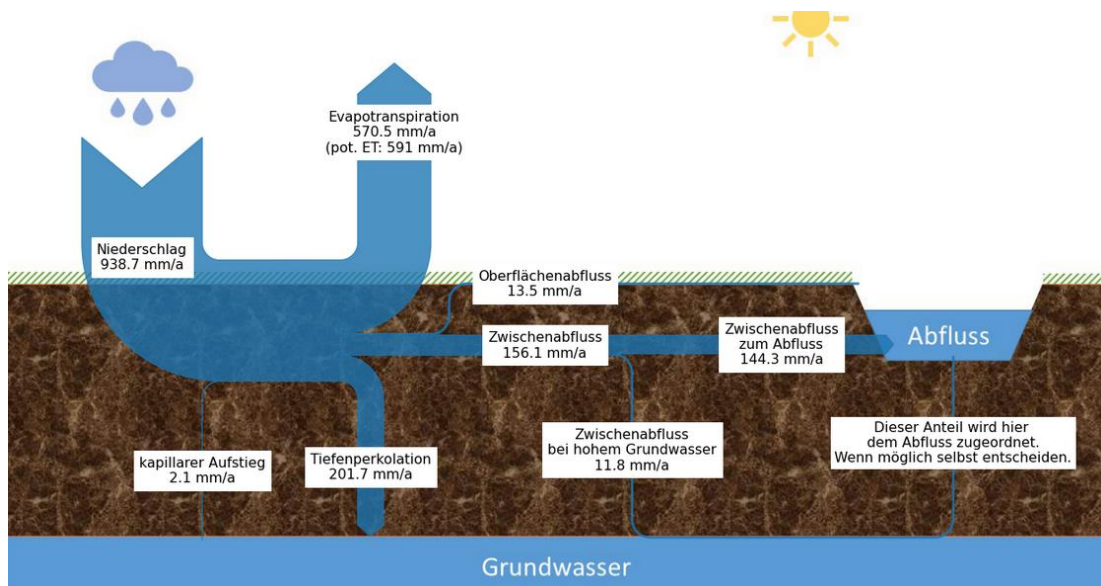


Abb. 12: Abfluss-Sankey-Diagramm, NatUrWB



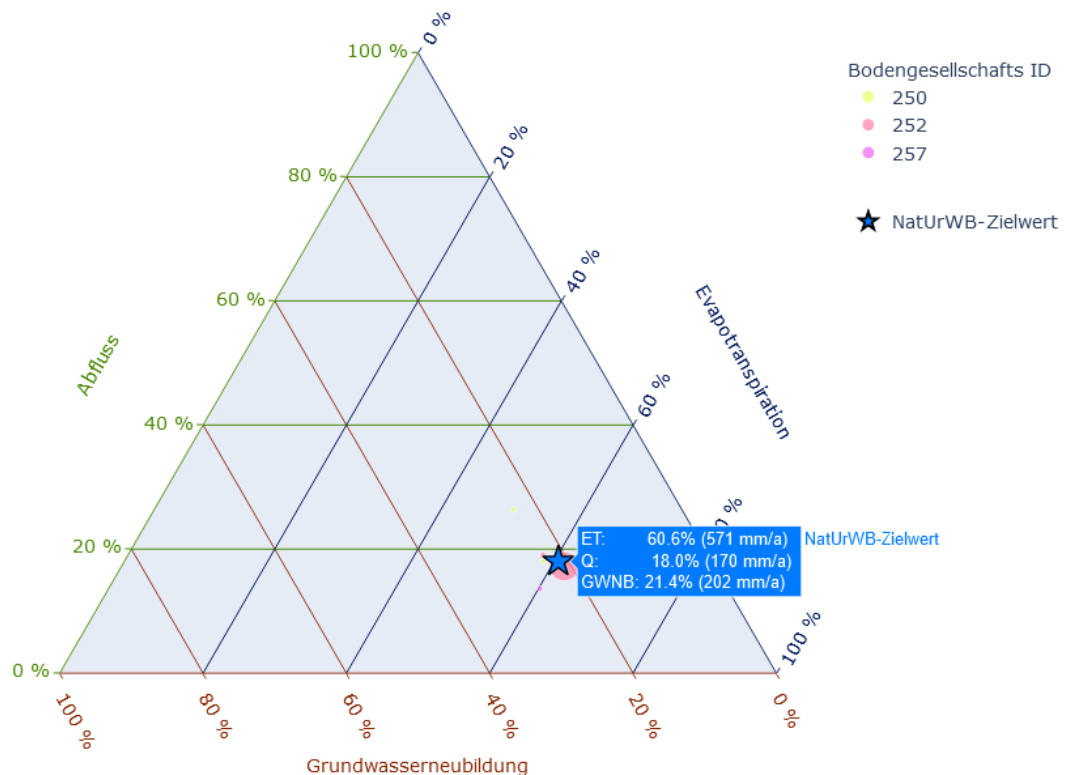


Abb. 13: Spannungsdreieck natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB

Die hypothetische natürliche Wasserhaushaltsbilanz zeigt das Verhältnis im Spannungsdreieck von Abfluss, Grundwasserneubildung und Evapotranspiration. Dieses Verhältnis wird als Zielwert angesehen und dient als unbebauter naturnaher Referenzzustand. Dabei liegt die Verdunstung bei ~ 60 %, die Versickerung bei ~ 20 % und der Abfluss bei ~ 20 %.

#### 4.13 Auswirkungen des Klimawandels

In diesem Kapitel werden die Auswirkung des Klimawandels im Planungsgebiet informativ zusammenfassend dargestellt.

Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) bietet mit dem Klimaatlas ein Webtool an, mit dem für jeden Landkreis in Baden-Württemberg Klimaprofile erstellt werden können. Die aufbereiteten Daten zeigen, wie der Klimawandel sich auf das Gebiet ausgewirkt hat (Klimarückblick) und wie er sich durch verschiedenen Klimaprojektionen auswirken kann.

	Jahresmittelwert 1961 - 1990	Jahresmittelwert 1991 - 2020	Kalenderjahr 2024	Extremjahre
<b>Lufttemperatur [°C]</b> Mittelwert der Lufttemperatur	7,5	8,6	10,1	6,6 (in 1963) 10,2 (in 2023)
<b>Heiße Tage [Tage]</b> Anzahl der heißen Tage (Tmax ≥ 30°C)	3	7	15	0 (in 1978) 21 (in 2015)
<b>Tropennächte [Nächte]</b> Anzahl der Tage mit Tmin ≥ 20 °C	0	0	0	0 (in 1961) 0 (in 1983)
<b>Frosttage [Tage]</b> Anzahl der Tage mit Tmin < 0 °C	116	104	71	64 (in 2002) 146 (in 1973)
<b>Starkniederschlag 20mm [Tage]</b> Anzahl der Tage mit N > 20 mm	6	5	7	2 (in 1961) 13 (in 2002)
<b>Trockenperioden [Tage]</b> Dauer der längsten Trockenperiode	21	22	19	11 (in 2000) 43 (in 2011)

Abb. 14: Auswirkungen des Klimawandel, LUBW Klimaatlas

Klimaprojektionen sind Vorhersagen über die zukünftige Entwicklung des Klimas. Sie simulieren wie sich Temperatur, Niederschlag und weiteren klimatische Kennwerte unter verschiedenen Bedingungen verändern könnten. Zwei wichtige Szenarien für die Zukunft sind (Representative Concentration Pathways) RCP 4,5 und RCP 8,5.

- | Das RCP 4,5-Szenario geht davon aus, dass die Treibhausgasemissionen bis etwa 2040 weiter ansteigen, dann aber durch Klimaschutzmaßnahmen sinken. Dadurch würde sich die globale Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 um etwa 1,8 bis 2,5 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit erhöhen.
- | Das RCP 8,5-Szenario beschreibt eine Zukunft ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen. In diesem Fall steigen die Emissionen weiter an, was zu einer Erwärmung von 3,5 bis 5 °C bis Ende des Jahrhunderts führen könnte. Dies hätte starke Auswirkungen auf das Klima, wie häufigere Hitzewellen, stärkere Niederschläge und einen Anstieg des Meeresspiegels.

Die Berechnungen erfolgen für verschiedene Zeiträume, die Referenzperiode 1971 bis 2000 sowie für die Zukunftszeiträume 2021 bis 2050 (Nahe Zukunft) und 2071 bis 2100 (Ferne Zukunft). Die verwendeten Klimamodelle haben eine Auflösung von 5 km x 5 km und wurde durch den DWD validiert.

#### 4.14 Zusammenfassung

Im Planungsgebiet wurden die maßgeblichen Bestandsgrundlagen untersucht und die projektrelevanten Rahmenbedingungen erfasst.

Der Geländetiefpunkt liegt am westlichen Rand einer schwach geneigten Fläche, die sich nordöstlich zu einem steileren Hang entwickelt. Schutzgebiete, insbesondere

Wasserschutzzonen, sind nicht betroffen. Der nächstgelegene Vorfluter ist die Eyach, wobei nach der Hochwassergefahrenkarte keine direkten fluvialen Einflüsse zu erwarten sind. Für die Einleitung gilt die Vorgabe einer Abflusssrosselung entsprechend dem unbebauten Zustand.

Hinsichtlich der bestehenden Entwässerung ist im Ortsteil Dürrwangen eine Mischwasserkanalisation vorhanden, deren Sanierungsbedarf am Hauptsammler dokumentiert ist. Ergänzend zur kommunalen Infrastruktur ist die Errichtung von Entlastungsbauwerken vorgesehen, u. a. das geplante Regenüberlaufbecken Heinzen-gasse (Volumen 140 m<sup>3</sup>) und Regenrückhaltebecken Firstäcker.

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurden durch ein Baugrundgutachten erfasst. Es dominieren tonige Bodenschichten mit wechselnden Konsistenzen, lokal unterlagert von schluffigen Kiesen und Verwitterungshorizonten der Opalinuston-Formation. Grundwasserzutritte wurden beobachtet; der Porengrundwasserleiter steht auf tonigen Sperrschichten auf und zeigt eine schnelle Reaktion auf Niederschlagsereignisse. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist mit mindestens Geländeoberkante anzusetzen; in weiten Bereichen ist somit mit aufstauendem Grundwasser bis an die Oberfläche zu rechnen. Die oberflächennahen Böden sind für Versickerungsmaßnahmen ungeeignet.

Die Niederschlagsauswertung anhand von DWD-Daten zeigt mittlere Niederschlagsrückgänge seit 2009. Für die Bemessungsansätze und den Überflutungsnachweis wurden statistische Wiederkehrzeiten von 30 Jahren (Überstauhäufigkeit) und 100 Jahren (Überflutungshäufigkeit) gewählt, entsprechend den Vorgaben der DIN 1986-100 und DWA-A 118. Ergänzend liegen kommunale Starkregengefahrenkarten vor, die für seltene, außergewöhnliche und extreme Ereignisse Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten im Untersuchungsraum abbilden.

Im Zuge des Starkregenrisikomanagements wurden für das Außengebiet oberhalb des Klinikstandorts zusätzliche Regenrückhaltebecken vorgesehen, die eine Drosselung von 200 l/s gewährleisten sollen. Die Bemessung der hierfür erforderlichen Rückhaltevolumina erfolgte nach DWA-A 117.

Zur Wasserhaushaltsbilanz wurde im Referenzzustand mit der NatUrWB-Methode ein naturnahes Bilanzverhältnis ermittelt. Dieses weist einen natürlichen Prozessraum von etwa 60% Verdunstung, 20% Grundwasserneubildung und 20% Abfluss aus. Dieser Zustand dient als Vergleichsmaßstab für die spätere flächenhafte Entwicklung.

Nach Auswertungen der LUBW zeigen Klimaprojektionen deutliche Veränderungen von Temperatur- und Niederschlagsmustern in Abhängigkeit vom Szenario (RCP 4,5 / RCP 8,5). Damit sind künftig stärkere Niederschlagsereignisse und ein erhöhtes Starkregenrisiko zu erwarten, was bei der Auslegung der Entwässerungsinfrastruktur und der Überflutungsvorsorge zu berücksichtigen ist.

## **5 Regenwasserkonzept**

### **5.1 Beschreibung der Freianlagen**

Die Grundidee der Gestaltung ist inspiriert von der umgebenden Landschaft der Schwäbischen Alb. Diese ist gegliedert aus dem Albtrauf mit seine karstigen Hangkante, welche in den typischen Rotbuchenwald übergeht. Unterhalb des Waldes befinden sich Wacholderheiden und Trockenwiesen mit Streuobst, die auch das Gelände des neuen Klinikums umgeben. Im Tal befindet sich die Eyach, die sich durch Feuchtwiesen schlängelt.

Die Dachterrassen zwischen den Gebäuden spiegeln den Albtrauf mit polygonalen und kantigen Wegen. Die Umgebung des Klinikums ist mit Trockenwiesen und Streuobstbäumen bepflanzt. Zum Tal hin werden die Feuchtwiesen und die Eyach aufgenommen. Über Wege werden diese Feuchtgebiete erschlossen und bieten Erholungsmöglichkeiten für Patienten und Mitarbeiter.

Der Vorplatz ist durch ein Baumpaket geprägt. In unmittelbarer Nähe befinden sich auch Kurzzeit- und Behindertenparkplätze sowie Fahrrad-Abstellmöglichkeiten. Das Parkhaus wird auf der Seite zum Klinikum und nach Osten begrünt, um das Parkhaus besser in die Landschaft zu integrieren.

Oberhalb des Ärztehauses befinden sich Stellplätze und die Anlieferung der Krankenkamper. Danach bilden Wiesen mit locker gestreuten Bäumen den Übergang zur Landschaft. Nur eine Umfahrung der Feuerwehr ist in dem Bereich berücksichtigt.

Auch wenn es intensiv gestaltete Grünanlagen gibt, ist der Großteil der Außenanlagen extensiv angelegt, sodass der Pflegaufwand minimiert wird. Das viele Grün wirkt jedoch positiv auf die Besucher, die Kranken und Mitarbeiter und hat darüber hinaus einen ökologischen Mehrwert für die Biodiversität, die wiederum maßgeblich wichtig für unsere Gesundheit ist.

### **5.2 Maßnahmen**

In dem nachfolgenden Kapitel werden die Maßnahmen im Planungsgebiet dargestellt.

#### **5.2.1 Dachbegrünung**

Im Planungsgebiet sind auf den einzelnen Gebäuden teilweise Dachbegrünungen mit verschiedenen Aufbauhöhen vorgesehen. Sie ermöglicht eine effektive Reduktion des Oberflächenabflusses von Niederschlagswasser und steigert Verdunstungsprozesse.

Zur Vermeidung potenziell umweltschädlicher Effekte durch Biozide (Giftstoffe), die in bituminösen Abdichtungen zur Durchwurzelungshemmung eingesetzt werden, sollen umweltfreundliche Alternativen für eine naturnahe Gestaltung eingesetzt werden. Materialien wie Dichtungsbahnen aus Kautschuk oder flexiblem Polyolefin sind geeignet.

#### **5.2.2 Abflussreduktion durch teildurchlässige Flächenbeläge**

Maßnahmen zur Flächenentsiegelung haben einen direkten Einfluss auf die Abflussbildung bei Niederschlägen. Durch die Umwandlung versiegelter Flächen in

Grünflächen oder andere (teil-)durchlässige Oberflächen wird der Niederschlagsabfluss reduziert, wodurch die Menge des abzuführenden oder zu bewirtschaftenden Regenwassers sukzessive verringert wird.

### 5.2.3 Rückhaltemulden

Im Planungsgebiet sollen oberflächen- und naturnahe Rückhaltemulden und ein See entstehen. Aufgrund der geringen Versickerungsfähigkeit des Untergrunds (siehe Kap. 4.7.2) ist keine gezielte Versickerung im Planungsgebiet angedacht.

Der anfallende Niederschlag soll kaskadierend über oberflächennahe Mulden und eine künstlichen See der öffentlichen Kanalisation zugeführt werden. Hierdurch kann der anfallende Niederschlag im Planungsgebiet temporär zurückgehalten werden und die öffentliche Kanalisation aufgrund der sinkenden Abflussspitze entlastet.

Die nachfolgende Abb. 15 zeigt einen Auszug aus dem Schnitt der künftigen Freianlagenplanung im Planungsgebiet. Hierbei liegt die derzeitige Geländehöhe unterhalb der künftigen Geländehöhe. Hierdurch wird eine Einbindung der Mulden in den Bereich des Bemessungswasserstand verhindert.

Um eine Speisung der Rückhaltemulden durch den Porengrundwasserleiter zu verhindern ist der Erhalt der abdichtenden Boden- und Gesteinsschichten zum Porengrundwasserleiter erforderlich. Sollten diese im Zuge der Bauarbeiten durchbrochen werden sind Maßnahmen zur Wiederherstellung der natürlichen Sperrschicht erforderlich. Hierfür können mineralische Abdichtungsschutzgüter z. B. DERNOTON verwendet werden. Eine Minderung des Rückhaltevolumen durch Speisung von Grundwasser ist hierdurch nicht zu erwarten.

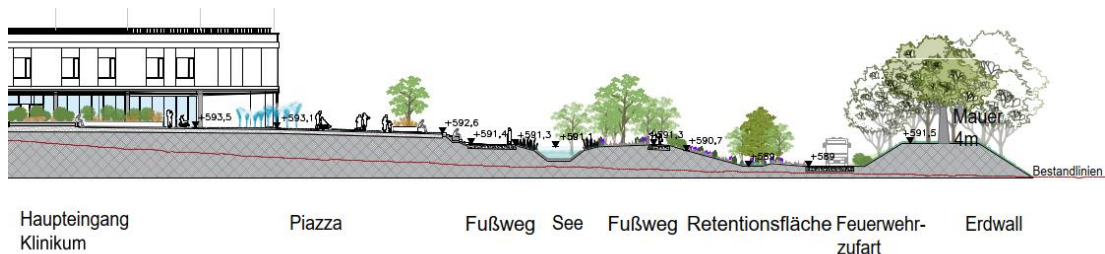


Abb. 15: Auszug Schnitt Planung der Freianlagen

### 5.2.4 See

Wasserflächen verdunsten unabhängig von der Wasserverfügbarkeit, da sie durchgängig Wasser enthalten. Die Verdunstung über Wasserflächen ist höher als über Landflächen in einem Gebiet mit ähnlichem Klima. Wenn die Verdunstung größer ist als der anfallende Niederschlag, verlieren diese Wasserflächen an Volumen was sich auf den Wasserhaushalt eines Einzugsgebiets auswirkt.

Durch eine Kopplung des anfallenden Niederschlag mit Wasserflächen (Einleitung in Wasserflächen), kann der Effekt der Verdunstung als natürliche Bewirtschaftungsmaßnahme genutzt werden.



## 5.2.5 Drainage und Ableitung des Grundwassers

Der angedachte Aufbau der Unterkonstruktion der Bodenplatte mit einer kapillarbrechenden Wirkung angedacht. Um eine kombinierte Trag- und Flächendrainage-schicht herzustellen wurde von Seiten des Ingenieurbüro GeoTerton ein Gemisch ohne Feinanteile mit der Körnung

**2/45 bzw. 5/45 (Schottergemisch, gebrochen)**

vorgeschlagen. Die angrenzenden Arbeitsräume können äquivalent verfüllt werden. Das zutretende Wasser aus den wasserführenden Schichten wird über Drainagen

**den Retentionsmulden rückstaufrei**

zugeführt. Sollte eine rückstaufreie Rückführung des Drainagewassers nicht möglich sein, sollte zum Erhalt des natürlichen Wasserhaushalt und den allgemeinen Planungszielen nach § 55 WHG das gefasste Drainagewasser der Eyach direkt zugeführt werden.

Sollte im Zuge weiterer Untersuchungen des Grundwasserleiters eine Rückführung des „Schichtenwasser“ erforderlich oder dienlich sein, wäre die nachfolgende Beschreibung eine mögliche Variante für die Rückführung des Schichtenwasser in den Grundwasserleiter.

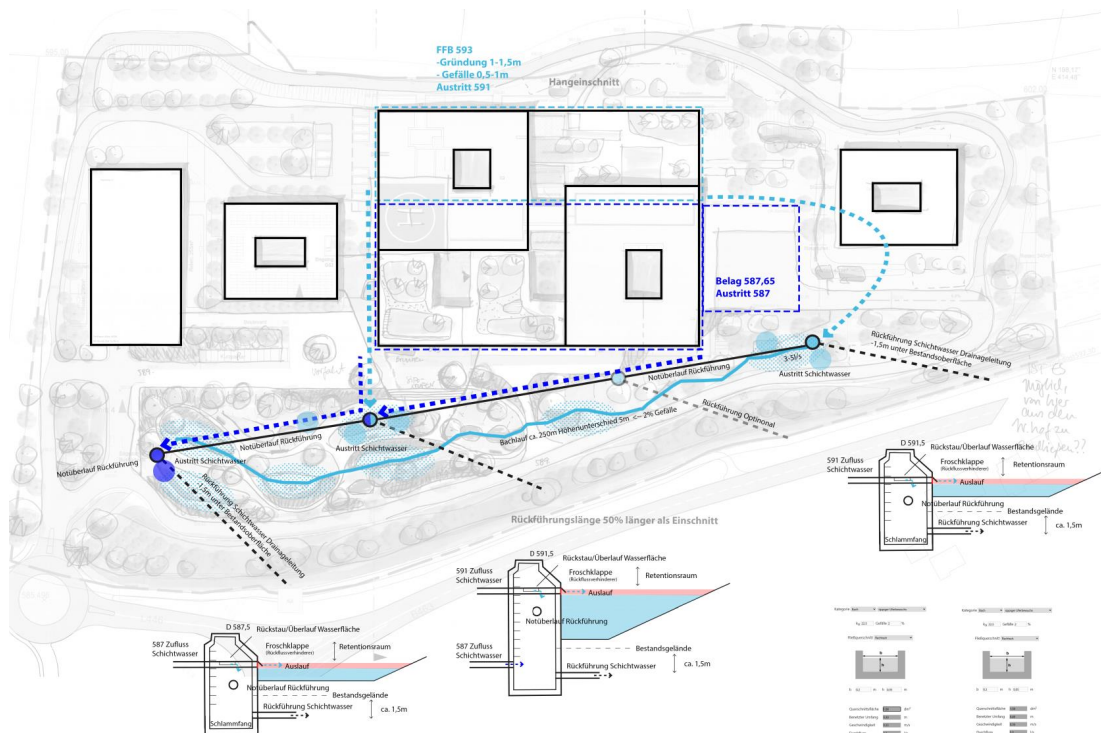


Abb. 16: Rückführungskonzept Schichtenwasser

Durch umlaufende Drainagen soll der Bemessungswasserstand auf die Austrittshöhe ins Freigelände festgelegt werden (siehe 4.7). Es gibt zwei unterschiedliche Höhen-niveaus der Drainagen, die auch die Ausleitungshöhen bestimmen. Dadurch wird sichergestellt, dass diese stets rückstaufrei im Freispiegel entwässern.

Das Schichtenwasser soll in erster Linie das Dauereinstauziel der Wasserflächen bedienen. Ist dieses erreicht, fällt das überschüssige Wasser über eine gezielte Rückstauenebene in Form einer offenen Revisionsöffnung auf die Sohle des Schachts. Von dort wird es über eine Drainageleitung versucht, in den Zwischenabfluss über die wasserführenden Schichten zu leiten.

Sollte die Schicht gesättigt sein, kommt es zu einem Rückstau im Schacht. Dieser ist mit einem Notüberlauf ausgestattet. Die Schächte sind miteinander verbunden; wie viel tatsächlich in den Zwischenabfluss zurückgeführt werden kann, ist unbekannt. Es handelt sich hierbei um einen Versuch, den Zwischenabfluss dem natürlichen Zustand wieder näherzubringen. Laut Geologen ist mit einem Abfluss aus der Drainage von maximal ca. 20 l/s zu rechnen.

Die geplante Rückführleitung ist insgesamt etwa 50 % länger als der Anschnitt der wasserführenden Schicht. Die Position der Schächte und Rückführleitungen in den Zwischenabfluss ist so gewählt, dass Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Schächten möglichst vermieden werden. Der Notüberlauf des letzten Schachts ist an die Ableitung in die Vorflut angeschlossen.

Eine Rückschlagklappe beim Auslauf in den See verhindert eine unerwünschte Vermischung von Oberflächen- mit Schichtenwasser.

Zusammengefasst lässt sich festhalten:

- | Das Schichtenwasser verbessert die Wasserverfügbarkeit der Wasserlandschaft
- | Der Zwischenabfluss soll wie im Bestand möglichst wiederhergestellt werden

### **5.3 Übersicht Einzugsgebiete**

Die nachfolgende Abb. 17 bietet eine Übersicht über die Einzugsgebiete der einzelnen Flächen im Planungsgebiet. Hierbei wurden aufgrund der vorherrschenden Topografie einzelne Flächen zu Einzugsgebieten zusammengefasst. Die einzelnen Einzugsgebiete sind in den Anh. 10.7 bis 10.20 aufgeführt.

Die Einzugsgebiete dienen als Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumen mittels Niederschlag-Abfluss-Modell im Nachweisverfahren nach DWA-M 165-1.

Die Dachflächen des Klinikums wurden gesondert betrachtet. Die einzelnen Dachflächen des Klinikums wurden auf Grundlage der Planung von Seiten Ingenieurbüro Rieker in den einzelnen Strängen zusammengefasst und anhand ihres Auslasspunktes im Gelände einer Rückhaltemulde zugewiesen.

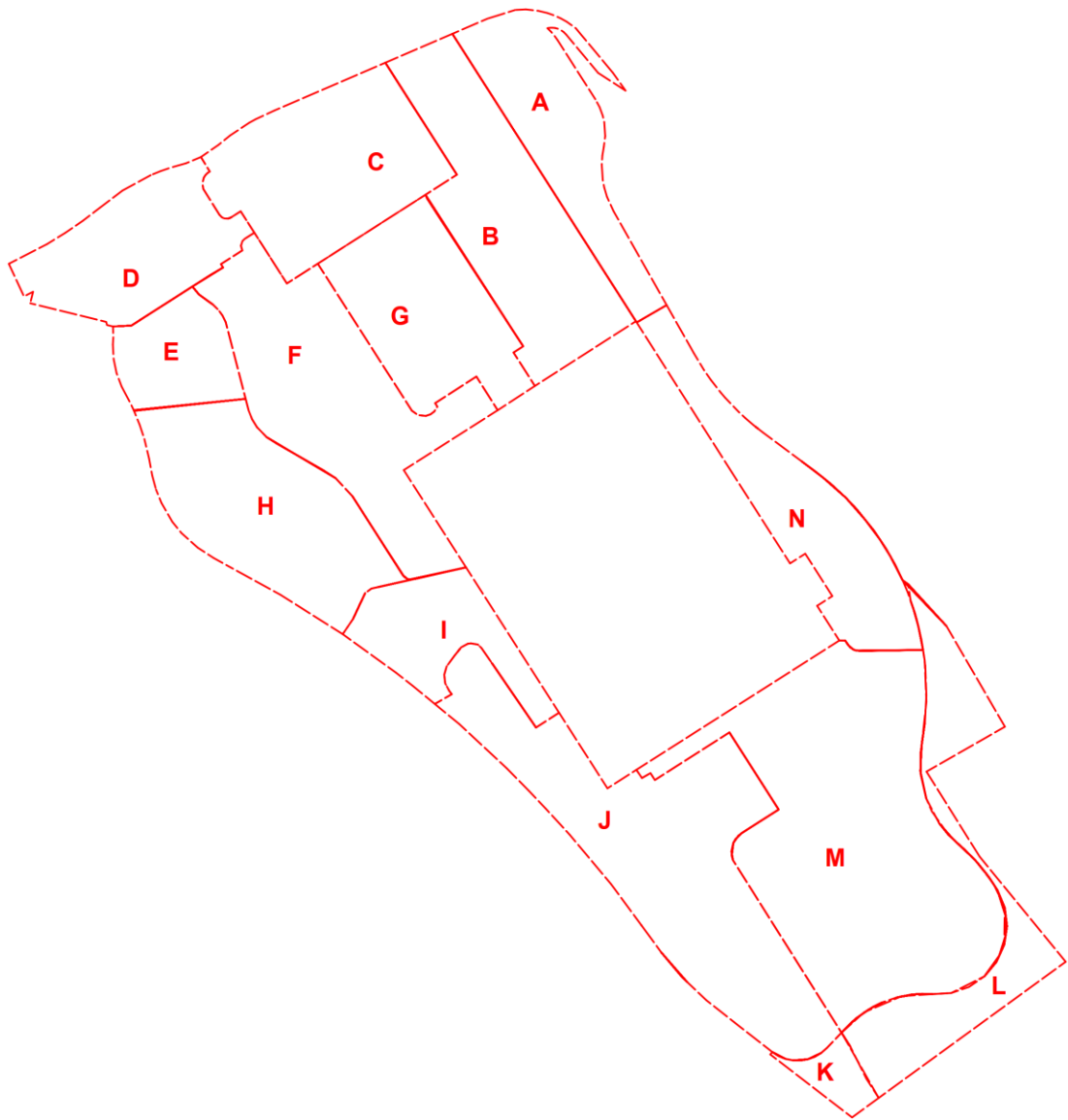


Abb. 17: Übersichtskarte der Einzugsgebiete

#### 5.4 Abflussschema

Die nachfolgende Abb. 18 zeigt die angedachten Fließwege innerhalb des Planungsgebiets. Hierbei wurde das anfallende Regenwasser aus den Außengebieten nicht berücksichtigt.



Abb. 18: Abflusswege im Planungsgebiet

Die nachfolgende Abb. 19 zeigt das Ersatzsystem für die angewendete Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation. Dieses Ersatzsystem spiegelt die angedachten Fließwege des anfallenden Regenwassers wieder.

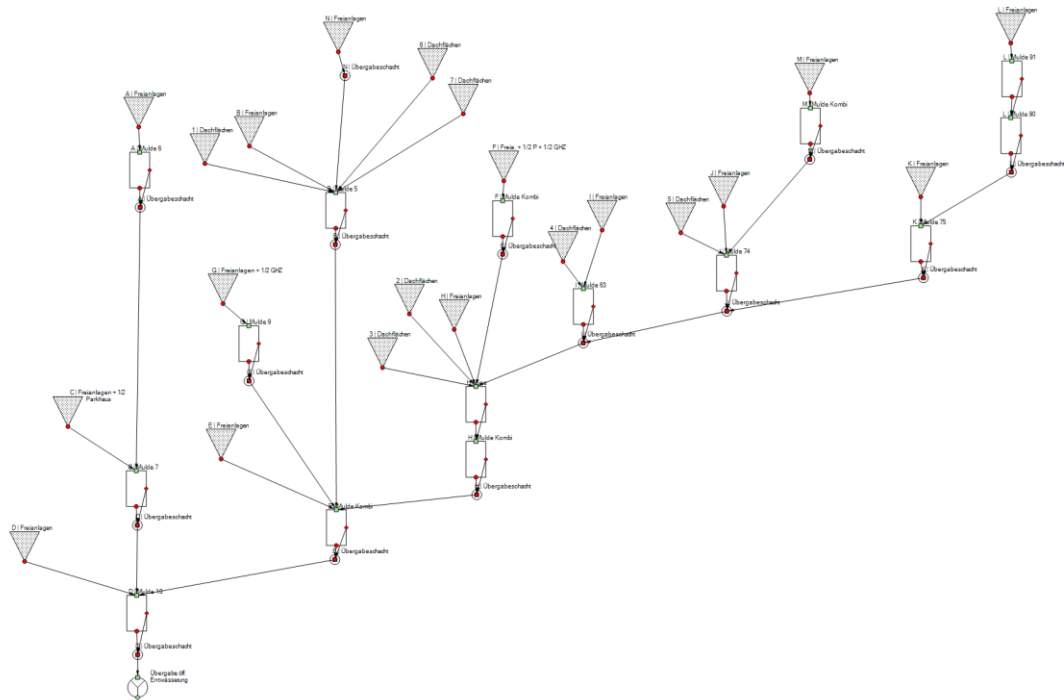


Abb. 19: KOSIM-Ersatzsystem (Abflussschema) im Planungsgebiet

## 6 Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation

Die Ermittlung des Volumens von Regenrückhalteräumen mittels einfachen Verfahren (Bemessung nach DWA-A 117) ist für einfache strukturierte Entwässerungssysteme anwendbar. Im Planungsgebiet wird der anfallende Niederschlag durch verschiedene kaskadenstufen gedrosselt der öffentlichen Kanalisation zugeführt. Aufgrund der Komplexität des Entwässerungssystem im Planungsgebiet wird eine Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation (NA-Modell) durchgeführt.

Im Planungsgebiet wurde der hydrologisch-hydraulische Nachweis mithilfe eines solchen Modells geführt. Hierfür kam das kontinuierliche Langzeitsimulationsmodell KOSIM der itwh Hannover GmbH zur Anwendung.

Mit KOSIM lassen sich unterschiedliche Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung, wie beispielsweise Versickerungsmulden, Mulden-Rigolen-Systeme, Regenrückhaltebecken oder weitere Speicherbauwerke, bemessen und nachweisen.

Die Modellierung basiert auf kontinuierlich aufgezeichneten, standortrepräsentativen Niederschlagszeitreihen, die einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren umfassen. Um kurzzeitige Starkregenereignisse adäquat berücksichtigen zu können, ist eine zeitliche Auflösung der Niederschlagsdaten von höchstens fünf Minuten erforderlich. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, zur Berücksichtigung potenzieller Veränderungen des Starkniederschlagsverhaltens infolge des Klimawandels synthetisch erzeugte Niederschlagszeitreihen in die Simulationen einzubeziehen.

Im Planungsgebiet wurden

**synthetische erzeugte Niederschlagszeitreihen**

verwendet. Hierfür wurde der stochastischen Niederschlagsgenerator NIEDSIM von Seiten des LUBW verwendet und durch die Planstatt Senner GmbH erworben.

NIEDSIM wurde am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelt und steht in mehreren Bundesländern als anerkannte Planungsgrundlage zur Verfügung. Das Modell erzeugt für jeden beliebigen Standort hochaufgelöste Niederschlagszeitreihen, die statistisch die Eigenschaften des natürlichen Niederschlags vor Ort abbilden, dazu zählen realistische Jahressummen, jahreszeitliche Schwankungen, das großräumige Wetterverhalten sowie die Darstellung von längeren nassen oder trockenen Perioden. Durch Berücksichtigung von Extremwertanalysen (z.B. KOSTRA) werden auch Starkregen statistisch zuverlässig nachgebildet.

Das Besondere an NIEDSIM ist, dass nicht nur historische Klimabedingungen wiedergegeben werden, sondern mittels der Klima-Variante auch die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden können. Prognostizierte Veränderungen wie die Häufung intensiver Niederschläge und verschobene saisonale Muster gehen in die erzeugten Reihen ein. Dies ermöglicht es, hydraulische Belastungs- und Entwässerungssysteme gezielt für zukünftige Bedingungen auszulegen und unterschiedliche Szenarien vergleichend zu bewerten. Die Zeitreihen werden lückenlos und mit hoher zeitlicher Auflösung bereitgestellt, was für die Bemessung von Kanalsystemen, Schmutzfrachtberechnungen und Überflutungsnachweisen unerlässlich ist.

Die Abflussberechnung erfolgt auf Grundlage der Ansätze der Grenzwertmethode unter differenzierter Betrachtung befestigter und unbefestigter Flächen. Hierbei werden Benetzungsverluste, Muldenverluste sowie Anfangs- und Endabflussbeiwerte berücksichtigt, sodass für jedes Niederschlagsereignis dynamische, ereignisabhängige Abflussbeiwerte ermittelt werden. Die Abflussbildung im Modell basiert dabei auf einer kontinuierlichen Bilanzierung der Niederschläge unter Einbeziehung der Bodenfeuchte und Vorsättigung von unbefestigten und naturnahen Flächen sowie extensiven und intensiven Gründächern. Ebenso werden unterschiedliche Boden- und Substratschichten berücksichtigt, um die Speicher- und Infiltrationseigenschaften präzise abzubilden. Diese Vorgehensweise folgt den Vorgaben des Arbeitsblatts DWA-M 102-4 zur Erstellung Wasserbilanzen. Darüber hinaus wird im Modell eine lokal anpassbare potenzielle Verdunstung berücksichtigt. In Trockenphasen kommt es zur Reduzierung des Benetzungs- und Muldenspeichers, wodurch der Einfluss der Vorbedingungen auf die Abflussbildung realitätsnah nachgebildet wird.

## **6.1 Darstellung verschiedener Szenarien**

Für den Umgang und einer repräsentativen Darstellung mit dem anfallenden Regenwasser im Planungsgebiet wurden verschiedene Szenarien bzgl. der hydraulischen Leistungsfähigkeit des angedachten Entwässerungssystems erarbeitet.

- | Szenario 1: Nachweisführung des Planungsgebiets für eine statistische Wiederkehrzeit von  $T = 30$  a ohne zusätzliche Einleitung der Außengebiete (siehe Kap. 4.10).

- | Szenario 2: Nachweisführung des Planungsgebiets für eine statistische Wiederkehrzeit von  $T = 30$  a mit zusätzlicher Beaufschlagung der Außengebiete. Dieses Szenario dient der Darstellung von möglichen Auswirkungen durch Starkregen im Planungsgebiet (siehe Kap. 4.10).
- | Szenario 3: Modellierung des Planungsgebiets für eine statistische Wiederkehrzeit von  $T = 100$  a (Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100). Dieses Szenario wird im Zuge der Erstellung des Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 beschrieben.

Für die Darstellung der Ergebnisse wurde das Ersatzsystem anhand der Überlaufhäufigkeit in den nachfolgenden Farbcode eingefärbt (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Farbcodierung – Überlaufhäufigkeit der Ergebnisse (RRB)

Farbcode	von ( $>$ ) $n$ [1/a]	bis ( $\leq$ ) $n$ [1/a]	von ( $>$ ) $T$ [a]	bis ( $\leq$ ) $T$ [a]
	<b>-0,10</b>	<b>0,02</b>	0,00	50,00
	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	50,00	30,00
	<b>0,03</b>	<b>1,00</b>	30,00	1,00

## 6.2 Modellierung – Szenario 1 (Bemessungsfall)

Die nachfolgende Abb. 20 zeigt das eingefärbte Ersatzsystem im Planungsgebiet. Hierbei kommt es bis zu einer statistischen Wiederkehrzeit von 50 Jahren zu keinem Überlauf aus den Rückhaltemulden bei einer maximalen Ableitung aus dem Planungsgebiet von 90 l/s.



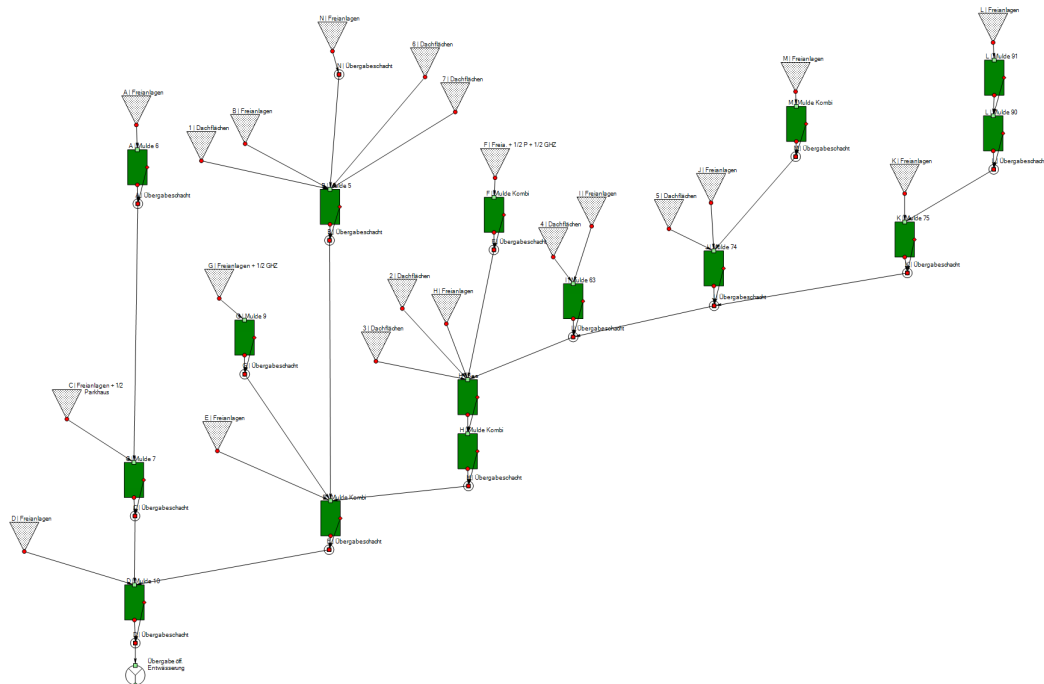


Abb. 20: Übersicht Überflutungshäufigkeit T = 30 a

Die nachfolgende Tab. 4 zeigt die Ergebnisse der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation. Hierbei kommt es bis zu einer statistischen Wiederkehrzeit von T = 50 a zu keinem Überlauf aus der angedachten Rückhaltemulden.

Tab. 4: Übersicht der Ergebnisse nach Szenario 1

Bezeichnung	befestigtes Einzugsgebiet $A_{E,b,kum}$ [ha]	max. Einstauhöhe [m]	Fläche [m²]	nutz. Rückhaltvolumen $V_{nutz}$ [m³]	Drosselabfluss $Q_D$ [l/s]	Einstau $n_{ein}$ [1/a]	Überlauf $n_{ue}$ [1/a]	erf. Rückhaltvolumen $V_{err}$ [m³]
A   Mulde 6	0,0000	0,30	680,00	187,00	1,50	69,44	0,00	33,27
B   Mulde 5	0,3733	0,30	540,00	148,00	5,00	107,58	0,02	144,78
C   Mulde 7	0,1825	0,30	290,00	78,00	2,00	181,69	0,02	61,43
D   Mulde 10	2,7415	0,30	450,00	123,00	90,00	10,85	0,02	109,4
E   Mulde Kombi	2,4020	0,30	420,00	115,00	90,00	8,04	0,02	72,27
F   Mulde Kombi	0,3547	0,30	170,00	45,00	70,00	0,92	0,02	39,34
G   Mulde 9	0,0970	0,30	250,00	67,00	20,00	0,50	0,00	6,23
H   Mulde Kombi	1,9116	0,30	680,00	187,00	85,00	6,79	0,00	128,76
I   See	1,9116	0,30	368,00	100,00	120,00	3,46	0,02	92,39
J   Mulde 63	0,3038	0,30	130,00	34,00	15,00	4,17	0,00	20,56
K   Mulde 74	0,7414	0,30	690,00	189,00	12,00	48,58	0,00	145,53
L   Mulde 75	0,0000	0,30	110,00	29,00	5,00	0,38	0,00	1,13
M   Mulde 90	0,0000	0,30	290,00	78,00	1,00	82,40	0,00	16,56
N   Mulde 91	0,0000	0,30	210,00	56,00	1,00	17,96	0,00	15,64
O   Mulde Kombi	0,2660	0,30	600,00	164,00	1,50	165,79	0,00	87,47

## 7 Starkregenbetrachtung

### 7.1 Modellierung – Szenario 2

Die nachfolgende Abb. 21 zeigt das eingefärbte Ersatzsystem im Planungsgebiet mit Außengebieten. Hierbei kommt es zum Überlauf in den Rückhaltemulden in der Retentionslandschaft im Planungsgebiet von ca. 1000 m³.

**Überlauf Rückhaltemulden ~ 1000 m³**



Eine Drosselung durch eine vorgeschaltete Rückhaltung (siehe Kap. 4.11.2) wurde hierbei mit betrachtet. Eine exakt vergleichbare Modellierung ist aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen nicht möglich (siehe Kap. 4.10). Für die hydrologische und hydraulische Bemessung baulicher Maßnahmen dürfen die Ergebnisse aus den Starkregengefahrenkarten nicht direkt zur Dimensionierung herangezogen werden, da diese auf generalisierenden Abflusskennwerten, Modellannahmen und Szenarien beruhen (siehe 2.6).

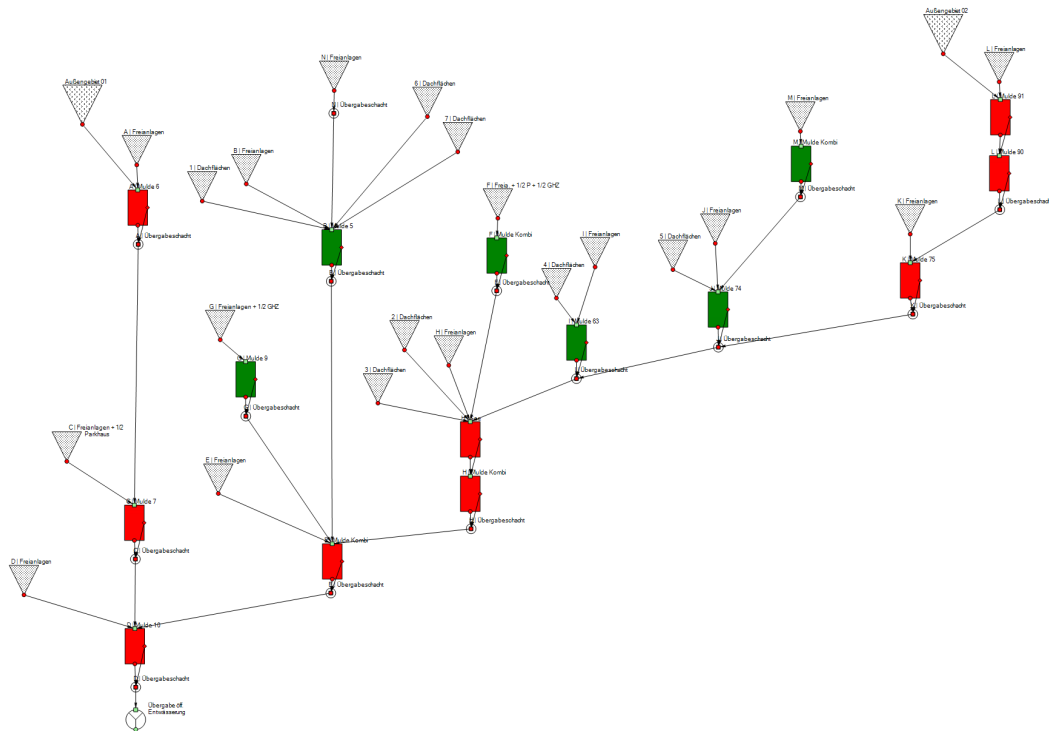


Abb. 21: Übersicht Szenario mit Außengebieten

In der nachfolgenden Abb. 22 werden mögliche Fließwege und Varianten dargestellt, wie mit einer Starkregensituation im Planungsgebiet umgegangen werden kann. Hierbei werden Varianten der Rückhaltung oder Ableitung in die Eyach aufgezeigt.

Eine erste Optimierung besteht darin, den Retentionsraum in den Randbereichen, in die das Außengebiet fließt, möglichst zu vergrößern. Hier ist der ästhetische Anspruch nicht so hoch wie im zentralen Park- und Willkommensbereich. Dies ist jedoch nicht in ausreichendem Maße möglich. Eine Variante könnte sein, oberhalb der Feuerwehrumfahrung oder unterhalb des Projektgebiets zusätzlichen Rückhalteraum anzulegen.

Eine wesentliche Änderung der Abflusswege gegenüber dem Grobkonzept betrifft das Wildwasser: Es wird nicht mehr zentral aufgenommen, sondern zwischen Parkhaus und angrenzender Bebauung (Richtung Ortskern) nach außen verlagert. Diese Verschiebung ergab sich, da größere Teile des Daches innerhalb der Höfe der Krankenvorgänge geleitet werden mussten, aus Gründen der Einleithöhen. Somit fließt sämtliches Wildwasser aus dem Außengebiet 01 außen am Parkhaus bei seltenen, außergewöhnlichen und extremen Ereignissen entlang (Notwasserweg).

Die Straße ist nach innen geneigt, das Gelände am Gebäude dagegen so, dass sich eine große V-förmige Abflussrinne ergibt. Die Feuerwehrumfahrung ist hingegen nach außen geneigt, um zusammen mit dem wegebegleitenden Graben einen leistungsstarken Abflussquerschnitt zu erzeugen.

Durch die Höhenprofilierung der Längsachse der Feuerwehrumfahrung wird das Außengebiet durch einen Höchstpunkt im Längsprofil in zwei Teilbereiche geteilt:

| Außengebiet 01: 9 ha Einzugsgebiet

| Außengebiet 02: 5 ha Einzugsgebiet.

Das Einzugsgebiet 02 wird ebenfalls über die Wasserführung entlang der Feuerwehruzufahrt geleitet und durch einen in drei Stufen gegliederten Rückhalteraum gedrosselt Richtung Tiefpunkt durch die Wasserlandschaft geführt. Bei größeren außergewöhnlichen Ereignissen fließt das Wasser über den Notwasserweg am Rand der Wasserlandschaft zum Tiefpunkt und über den Kreisverkehr Richtung Eyach. Durch die Höhen und den oberflächennahen Abfluss gibt es beim Notwasserweg nur eine Abflussvariante.

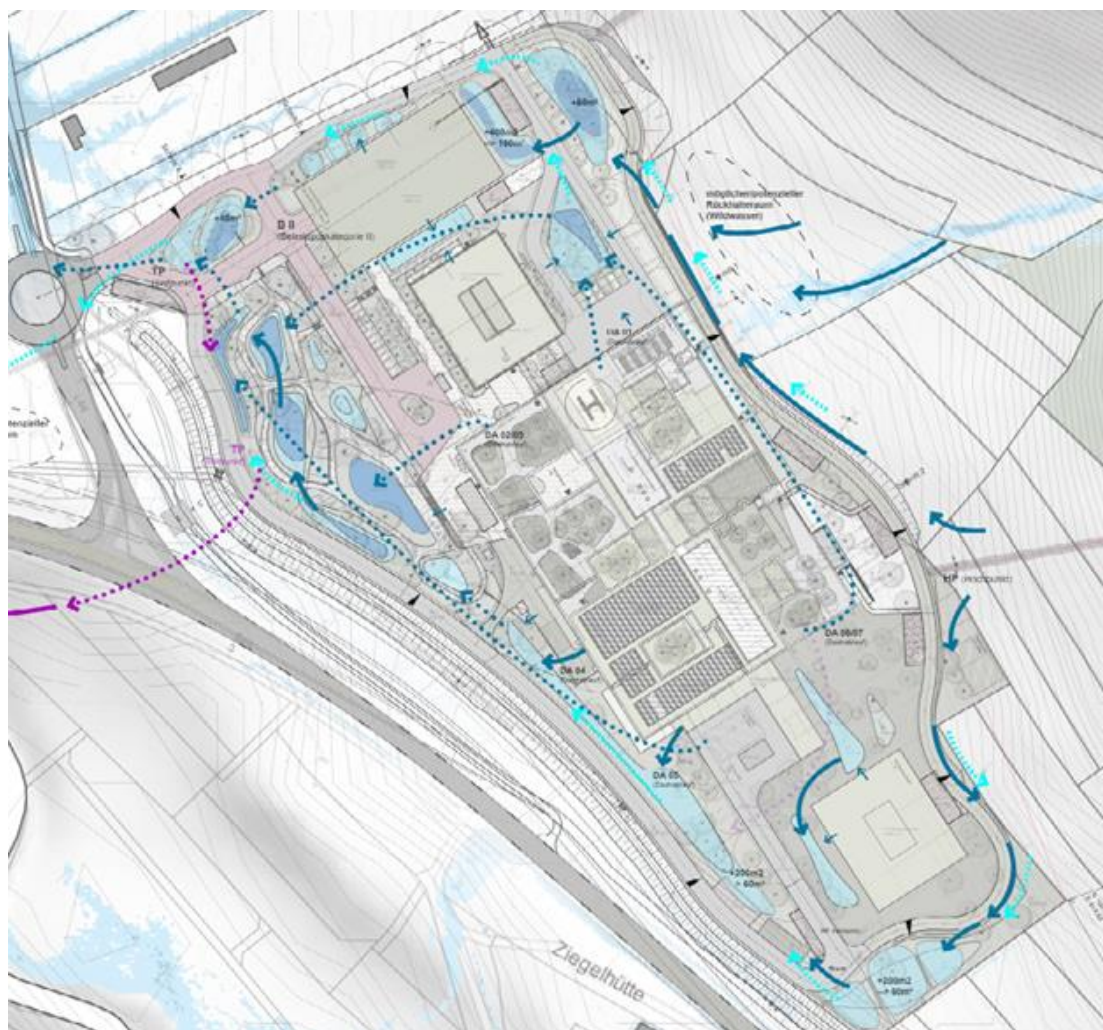


Abb. 22: Übersicht mögliche Fließwege Starkregenbetrachtung

Bei der Ableitung der gedrosselten Abflüsse gibt es derzeit noch zwei Varianten, die im weiteren Planverlauf abgestimmt werden müssen:

- | Variante 1: Einleitung des gedrosselten Abflusses aus dem Plangebiet (Ebene 1, ca. 92 l/s) und des gedrosselten/abgeminderten Abflusses aus dem Außengebiet (ca. 200–300 l/s) in den öffentlichen Regenwassersammler der Ebinger Straße.
- | Variante 2 (bevorzugt): Separate direkte Ableitung in die nächste Vorflut der Eyach. Diese liegt nur etwa 150 m entfernt, während der öffentliche Sammler mehr als 450 m lang wäre. Der Sammler könnte zwar nicht wesentlich (ca. 50 m) kürzer gebaut werden, müsste aber deutlich kleiner dimensioniert werden. Aufgrund des deutlich kürzeren Leitungsweges gegenüber den Kosten einer Aufdimensionierung erscheint dieser separate Stich nicht nur als dezentrale und sichere Ableitung, abgewandt vom Stadtkörper, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll.

Die separate Ableittrasse umfasst etwa 100 m Rohrleitung unter dem Lärmschutzwall und der Bundesstraße hindurch sowie etwa 50 m offenen Bachlauf mit ca. 20 % Gefälle. Dies ist in einer separaten Untersuchung zu prüfen.

Hinzu kommt, dass durch die Abkopplung der Flächen mit der Flächenbelastungskategorie II die Reinigung entweder durch einen Reinigungsschacht oder eine belebte Bodenzone im Projektgebiet erfolgen kann. Alternativ kann eine ungedrosselte Fläche von 2.750 m<sup>2</sup> an die Straßenentwässerung angeschlossen werden, die ebenfalls eine Vorbehandlung benötigt.

Zusätzlich könnte das überflüssige Drainagewasser laut Geologen von maximal etwa 20 l/s direkt in das Fließgewässer eingeleitet werden.

## 8 Behandlungsbedürftigkeit nach DWA-A 102-2

Die Bewertung der Verschmutzung von Niederschlagswasser und des möglichen Umfangs notwendiger Behandlungsmaßnahmen vor der Einleitung erfolgt auf Grundlage zum Stoffaufkommen der unterschiedlichen Herkunftsflächen vorrangig auf den Referenzparameter AFS63. Der zulässige flächenspezifische Stoffaustrag („Emission“) für AFS63 liegt nach DWA-A 102-2 bei

$$b_{R,e,zul,AFS63} = 280 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a}).$$

Die Herkunftsflächen werden nach DWA-A 102-2 je nach Flächentypen und -nutzung ihrer jeweiligen Belastungskategorie zugeordnet. Je nach Belastungskategorie entsteht hieraus eine Behandlungsbedürftigkeit. Überschreitet der flächenspezifische Stoffabtrag eines betrachteten Gebiets den zulässigen Stoffaustrag werden dezentrale oder zentrale Behandlungsmaßnahmen erforderlich.

Im Planungsgebiet wurde die Behandlungsbedürftigkeit des anfallenden Niederschlags mittels Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation ausgewertet. Hierbei wurde den einzelnen Flächen die entsprechende Belastungskategorie nach DWA-A 102-2 Anhang A zugeordnet.

Für das Planungsgebiet wurde ein flächenspezifischer Stoffaustrag für AFS63 von

$$b_{R,a,AFS63} = 282 \text{ kg/(ha*a)}$$

ermittelt. Hieraus ergibt sich ein erforderlicher Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahme von

$$\eta_{erf} = \left( 1 - \frac{b_{R,e,zul,AFS63}}{b_{R,a,AFS63}} \right) \cdot 100 [\%] = 0,7 \%$$

für das gesamte Planungsgebiet. Nach DWA-A 102-2 ist wenn möglich bei Neuplanungen eine Vermischung von Niederschlagswasser unterschiedlicher Belastungskategorien zu vermeiden. Im Planungsgebiet könnte der zulässige Stoffabtrag über die nachfolgenden Varianten erreicht werden:

- | Dezentrale Behandlungsmaßnahmen von Flächen der Belastungskategorie II im Planungsgebiet über Reinigungsschächte oder einer vergleichbaren baulichen Maßnahme die einen Wirkungsgrad von  $\eta_i = 0,63 \sim 63,15 \%$  vorweist.
- | Abkopplung der Flächen der Belastungskategorie II im Einzugsbereich D und F. Hierbei handelt es sich um die Zufahrt zum Klinikum (Asphaltflächen). Der ermittelte Stoffabtrag aus dem Planungsgebiet liegt nach Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation bei  $b_{R,a,AFS63} = 272 \text{ kg/(ha*a)}$  und somit unter dem zulässigen Grenzwert nach DWA-A 102-2. Die Behandlung des anfallenden Niederschlags könnte gemeinsam mit dem Straßenwasser der Ebinger Straße im Zuge der Neuerschließung erfolgen.

## 9 Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-M 102-4

In den nachfolgenden Kapitel wird der Vergleich des unbebauten Referenzzustand (siehe Kap. 4.12) und des bebauten Planungszustand dargestellt.

### 9.1 Zielbereich

Die allgemeine Zielvorgabe für den Erhalt des naturnahen Wasserhaushalt, kann mit den drei Komponenten der Wasserbilanz: Abfluss, Versickerung und Verdunstung dargestellt werden. Die Bewertung erfolgt mit dem Vergleich des bebauten und unbebauten Referenzzustandes. Nach DWA-M 102-4 haben Praxisbeispiele gezeigt, dass durch geeignete Maßnahmen Abweichungen in der Wasserbilanz um

**5 % bis 10 % (Abweichung)**

gegenüber dem „natürlichen“ unbebauten Referenzzustand möglich sind. Dieser Bereich wird als Zielbereich definiert. Diese Abweichungen sollten unter einer ganzheitlichen Betrachtung bewertet werden.

## 9.2 Auswertung

Tab. 5: Abweichung des bebauten Planungszustand zum Referenzzustand

Parameter	Wert [-]	Wert [%]
Direktabfluss, unbebauter Referenzzustand	0,180	18,0
Direktabfluss, bebauter Planungszustand	0,211	21,1
<b>Direktabfluss, Abweichung</b>		<b>3,1</b>
Grundwasserneubildung, unbebauter Referenzzustand	0,214	21,4
Grundwasserneubildung, bebauter Planungszustand	0,359	35,9
<b>Grundwasserneubildung, Abweichung</b>		<b>14,5</b>
Verdunstung, unbebauter Referenzzustand	0,606	60,6
Verdunstung, bebauter Planungszustand	0,430	43,0
<b>Verdunstung, Abweichung</b>		<b>-17,6</b>

Die Vegetation beeinflusst die Abflussbildung auf der Oberfläche, indem das auftretende Wasser von den pflanzlichen Strukturen wie Blättern, Nadeln, Ästen und Stämmen aufgenommen, gespeichert und teilweise aktiv durch Verdunstung wieder an die Atmosphäre abgegeben wird.

In den Vegetationsflächen der Freianlagen im Planungsgebiet werden

### **Sträucher und Bäume**

gepflanzt.

Die Zwischenspeicherung von Niederschlag durch die Vegetation, kann nicht dem Direktabfluss zugeordnet werden, es sei denn, er gelangt durch „Stammabfluss“ schnell an den Boden (siehe Abb. 23). Der verbleibende Niederschlag nimmt an weiteren hydrologischen Prozessen wie Versickerung, Direktabfluss und Bodenverdunstung teil.

Auf unversiegelten, bewachsenen Böden hat die Verdunstung der Pflanzen einen Einfluss auf den Wasserhaushalt und Bodenwärmehaushalt (thermischen Bedingungen). Die vielschichtigen Wechselwirkungen zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre führen zu einer hohen Komplexität, welche in der Praxis schwer zu quantifizieren ist.

Die Ergebnisse in Tab. 5 basieren auf der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation im Planungsgebiet. Hierbei können die Effekte durch höhere Vegetation wie Sträucher und Bäume nur bedingt dargestellt werden. Es ist davon auszugehen dass die Verdunstungsleistung höher ausfällt. Äquivalent reduziert sich hierdurch der Direktabfluss und die Grundwasserneubildung im Planungsgebiet.

Pflanzen beeinflussen das Standortklima und die Bodenstruktur, während ihre Entwicklung von den Standortbedingungen abhängt. Bei einer konstanten Wasserversorgung der Pflanzen in einem Planungsgebiet ist ein konstantes Verdunstungspotenzial gegeben.

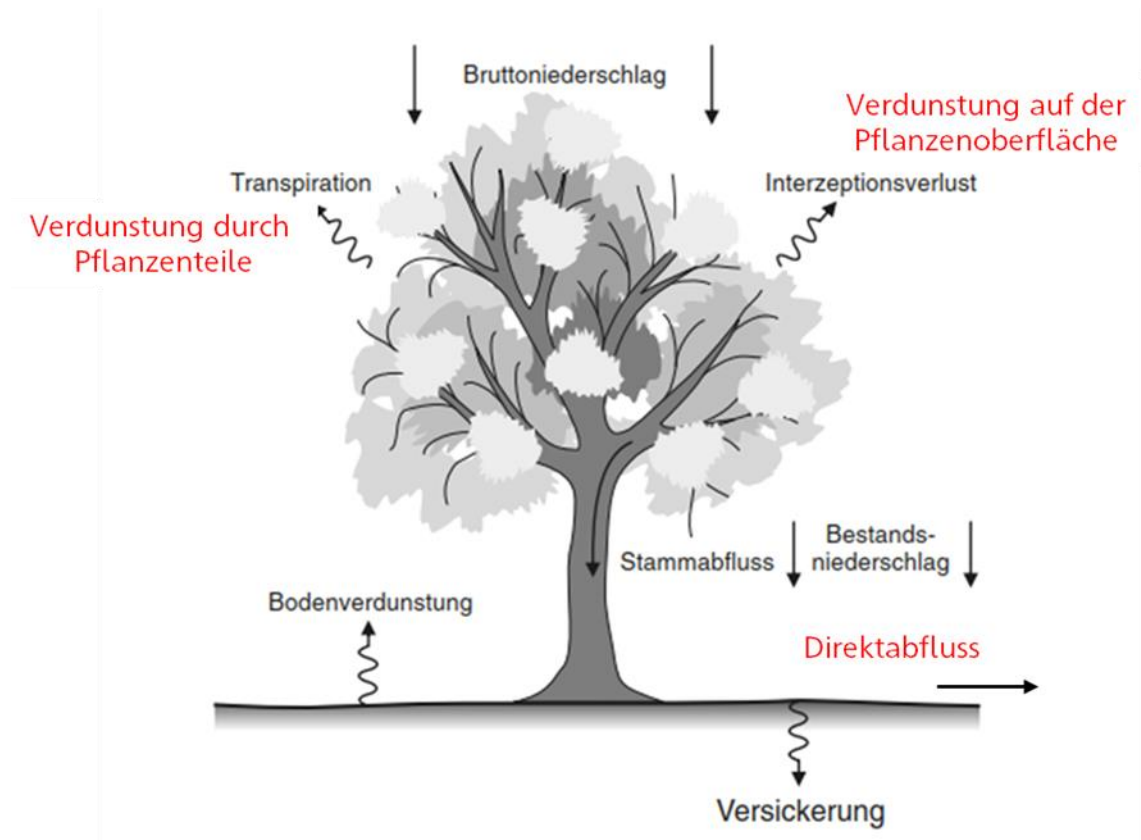


Abb. 23: Schematische Darstellung der Reduktion von Niederschlag



## **10 Anhang**

10.1	Niederschlagsspende nach KOSTRA-DWD 2020.....	48
10.2	Profilschnitt RKB 1 – RKB 4, GeoTerton .....	49
10.3	Profilschnitt RKB 5 – RKB 7, GeoTerton .....	50
10.4	Profilschnitt RKB 8 – RKB 10, GeoTerton .....	51
10.5	Profilschnitt RKB 11 – RKB 13, GeoTerton.....	52
10.6	Übersicht Einzugsgebiet Regenüberlaufbecken „Heinzengasse“ .....	53
10.7	Einzugsgebiet A.....	54
10.8	Einzugsgebiet B.....	55
10.9	Einzugsgebiet C .....	56
10.10	Einzugsgebiet D .....	57
10.11	Einzugsgebiet E.....	58
10.12	Einzugsgebiet F .....	59
10.13	Einzugsgebiet G .....	60
10.14	Einzugsgebiets H.....	61
10.15	Einzugsgebiet I .....	62
10.16	Einzugsgebiet J .....	63
10.17	Einzugsgebiet K.....	64
10.18	Einzugsgebiet L .....	65
10.19	Einzugsgebiet M .....	66
10.20	Einzugsgebiet N .....	67
10.21	Ergebnisse der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation T = 30 a .....	68
10.22	Ergebnisse der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation mit Außengebieten .....	69
10.23	Übersichtsplan Starkregenbetrachtung im Planungsgebiet mit Varianten.....	70
10.24	Rückführungskonzept Schichtenwasser .....	71

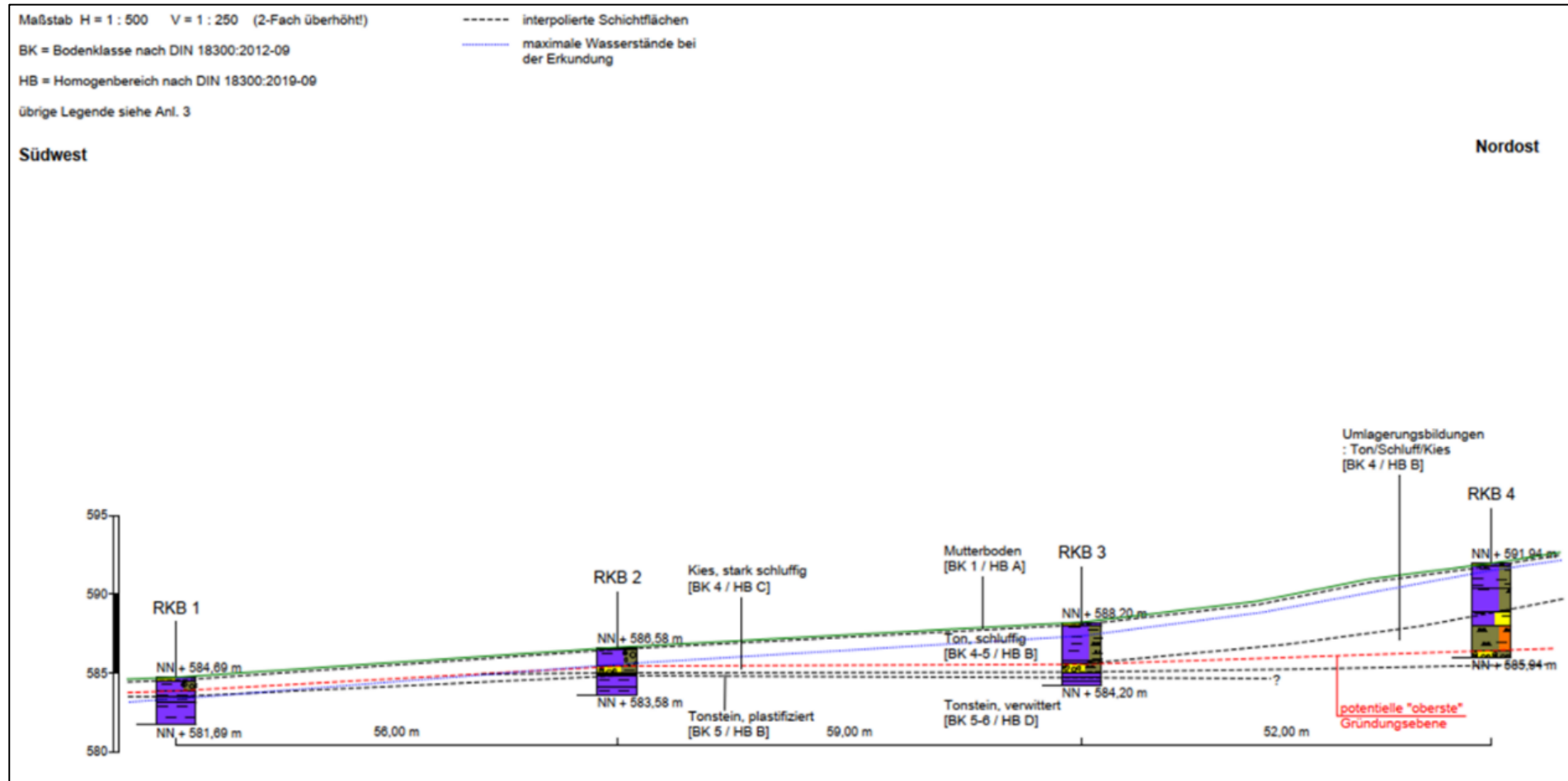
## 10.1 Niederschlagsspende nach KOSTRA-DWD 2020

KOSTRA DWD 2020

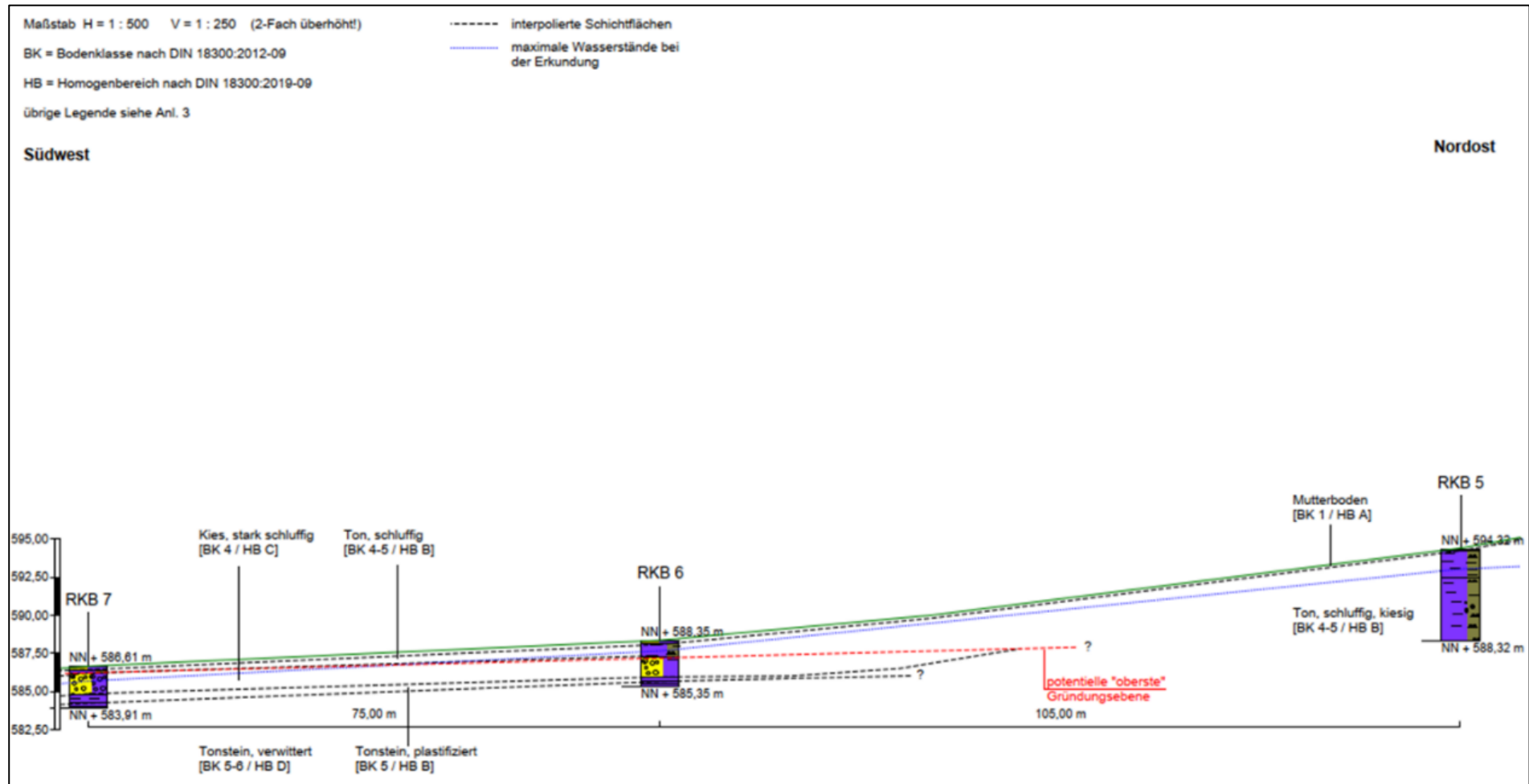
Ortsname:	Balingen		
Spalte:	127	Zeile:	201

statistische Wiederkehrzeiten [a]																			
Dauerstufen		1a		2a		3a		5a		10a		20a		30a		50a		100a	
D	D [min]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]	UC [%]	rN [l/s*ha]
5 min	5	14	236,7	15	286,7	15	320	15	363,3	16	423,3	17	483,3	17	526,7	17	580	18	656,7
10 min	10	18	160	19	195	20	216,7	20	245	21	285	22	328,3	22	355	22	391,7	23	443,3
15 min	15	20	124,4	21	151,1	22	167,8	23	190	23	221,1	24	254,4	24	275,6	25	303,3	25	344,4
20 min	20	21	102,5	22	125	23	139,2	24	157,5	25	183,3	25	210,8	26	228,3	26	251,7	26	285
30 min	30	22	77,8	23	95	24	105,6	25	119,4	26	139,4	26	160	27	173,9	27	191,1	27	216,7
45 min	45	22	58,9	23	71,9	24	79,6	25	90	26	105,2	26	120,7	27	131,1	27	144,4	28	163,3
60 min	60	22	48,1	23	58,6	24	65	25	73,6	26	85,8	26	98,6	27	106,9	27	117,8	27	133,3
90 min	90	21	35,9	22	43,9	23	48,7	24	55	25	64,3	25	73,7	26	80	26	88,1	27	99,8
2 h	120	20	29,2	22	35,6	22	39,6	23	44,7	24	52,2	25	60	25	65	25	71,7	26	81,1
3 h	180	19	21,8	21	26,6	21	29,4	22	33,3	23	38,9	23	44,7	24	48,4	24	53,4	25	60,5
4 h	240	18	17,6	20	21,5	20	23,9	21	27,1	22	31,6	23	36,3	23	39,3	23	43,3	24	49
6 h	360	17	13,1	18	16	19	17,8	20	20,1	21	23,5	21	26,9	22	29,2	22	32,2	22	36,5
9 h	540	16	9,8	17	11,9	18	13,2	18	14,9	19	17,5	20	20	20	21,7	21	24	21	27,1
12 h	720	15	7,9	16	9,6	17	10,7	18	12,1	18	14,1	19	16,2	19	17,6	20	19,4	20	21,9
18 h	1080	15	5,9	16	7,2	16	7,9	17	9	17	10,5	18	12,1	18	13,1	19	14,4	19	16,3
24 h	1440	14	4,8	15	5,8	16	6,4	16	7,3	17	8,5	17	9,8	18	10,6	18	11,7	18	13,2
48 h	2880	14	2,9	15	3,5	15	3,9	15	4,4	16	5,1	16	5,9	16	6,4	17	7	17	7,9
72 h	4320	15	2,1	15	2,6	15	2,9	15	3,2	16	3,8	16	4,4	16	4,7	16	5,2	17	5,9
4 d	5760	16	1,7	16	2,1	16	2,3	16	2,6	16	3,1	16	3,5	16	3,8	16	4,2	17	4,8
5 d	7200	16	1,5	16	1,8	16	2	16	2,2	16	2,6	16	3	16	3,2	17	3,6	17	4
6 d	8640	17	1,3	17	1,6	17	1,7	17	2	17	2,3	17	2,6	17	2,8	17	3,1	17	3,5
7 d	10080	18	1,1	17	1,4	17	1,5	17	1,7	17	2	17	2,3	17	2,5	17	2,8	17	3,2

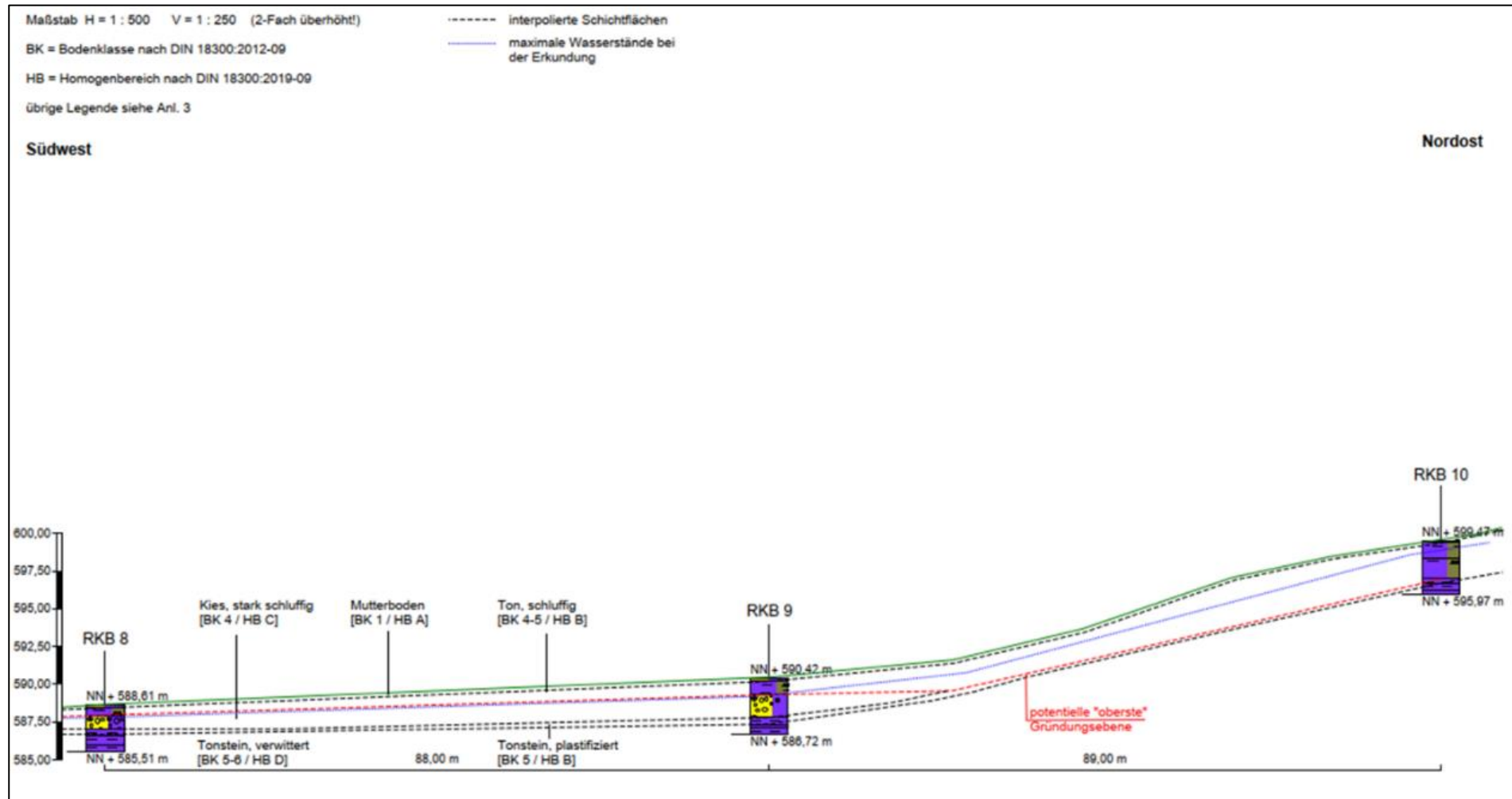
## 10.2 Profilschnitt RKB 1 – RKB 4, GeoTerton



### 10.3 Profilschnitt RKB 5 – RKB 7, GeoTerton



## 10.4 Profilschnitt RKB 8 – RKB 10, GeoTerton



## 10.5 Profilschnitt RKB 11 – RKB 13, GeoTerton

Maßstab H = 1 : 500 V = 1 : 250 (2-Fach überhöht!)

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

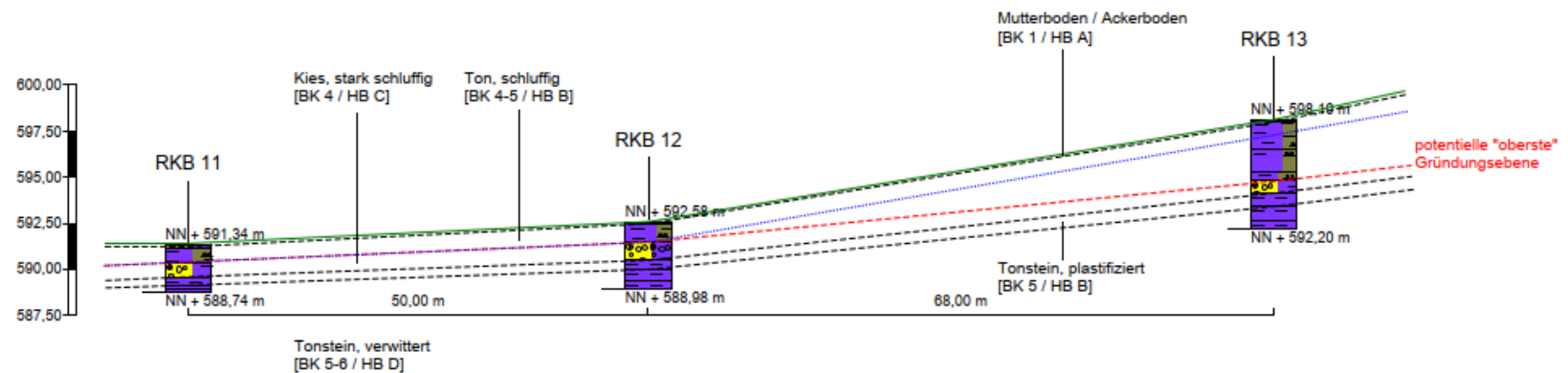
HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

übrige Legende siehe Anl. 3

----- interpolierte Schichtflächen  
 ..... maximale Wasserstände bei der Erkundung

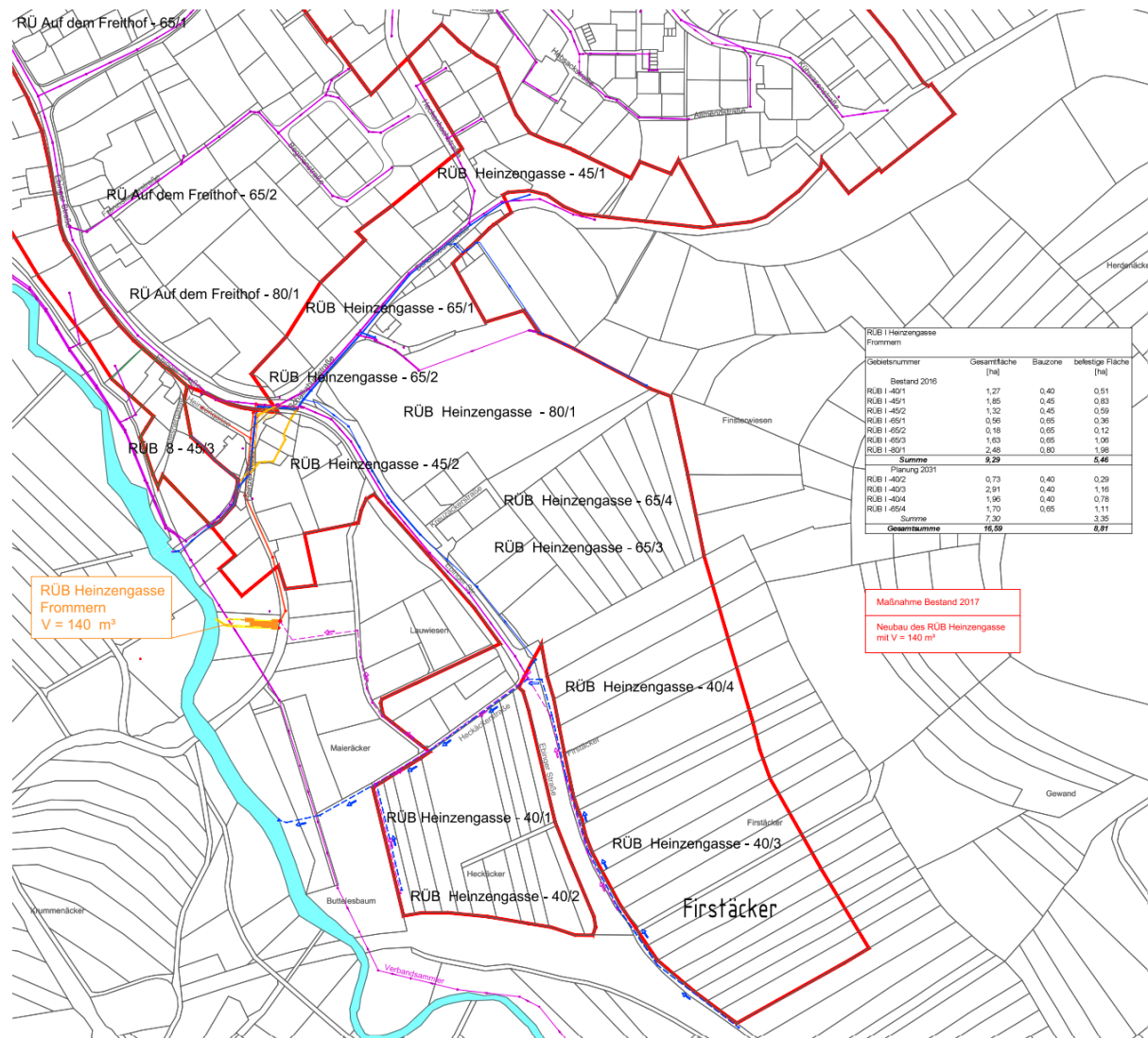
Südwest

Nordost

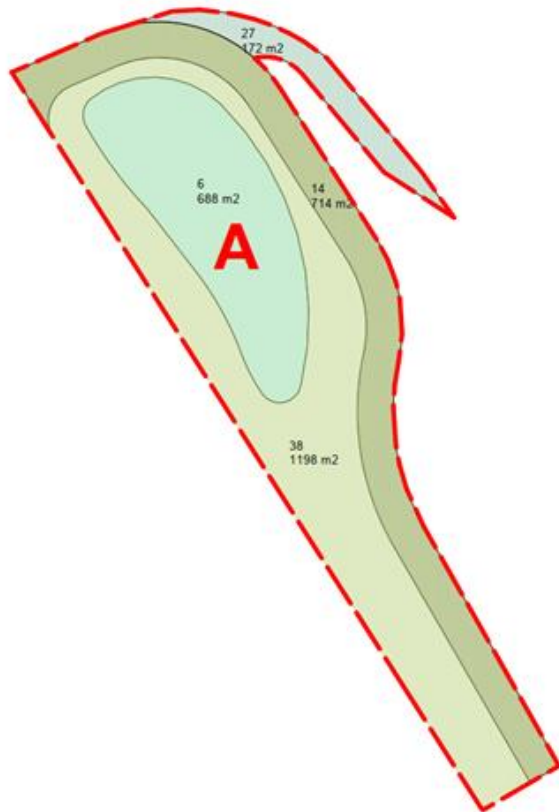




## 10.6 Übersicht Einzugsgebiet Regenüberlaufbecken „Heinzengasse“



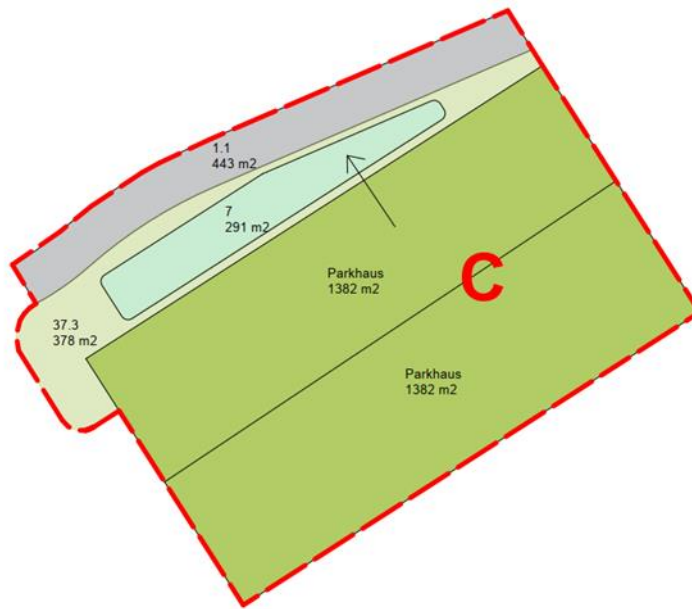
## 10.7 Einzugsgebiet A



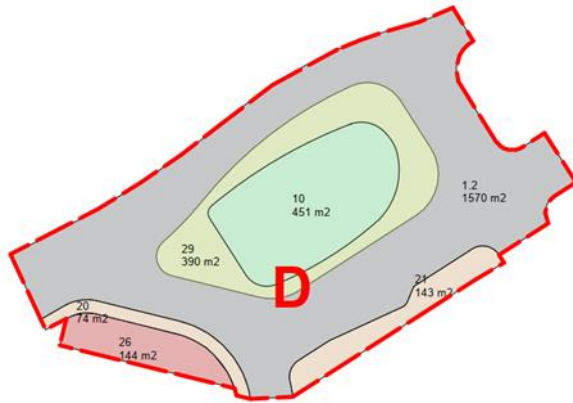
## 10.8 Einzugsgebiet B



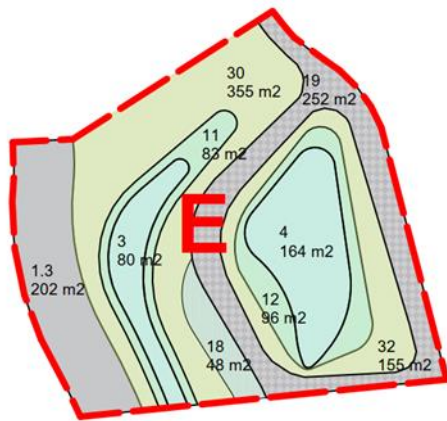
## 10.9 Einzugsgebiet C



## 10.10 Einzugsgebiet D



## 10.11 Einzugsgebiet E





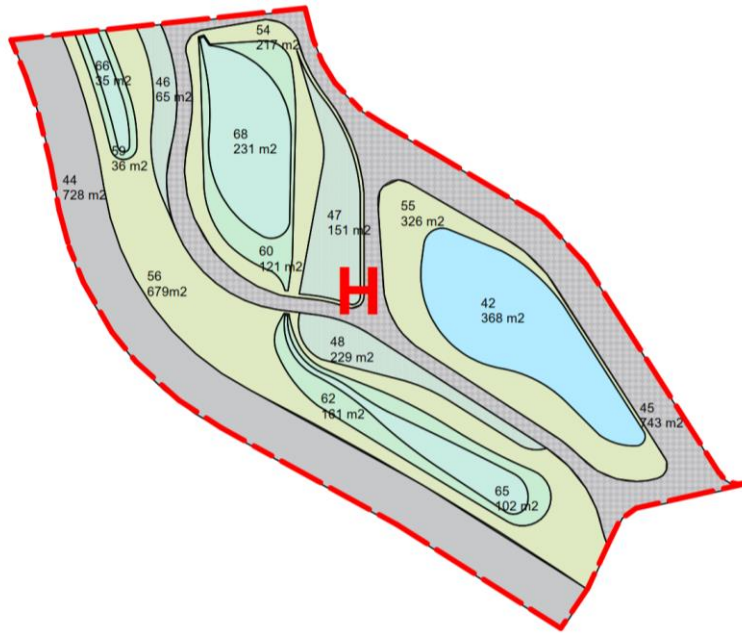
## 10.12 Einzugsgebiet F



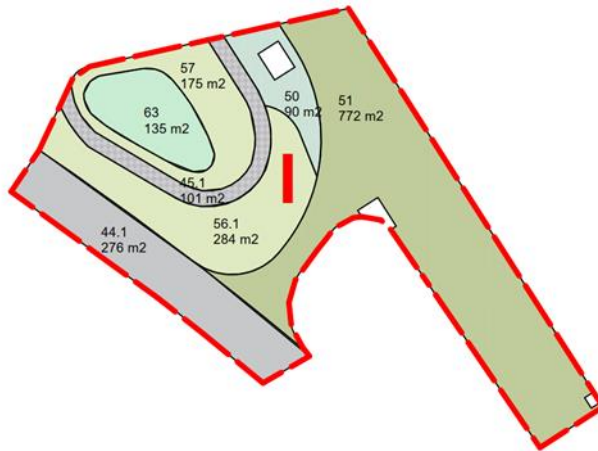
## 10.13 Einzugsgebiet G



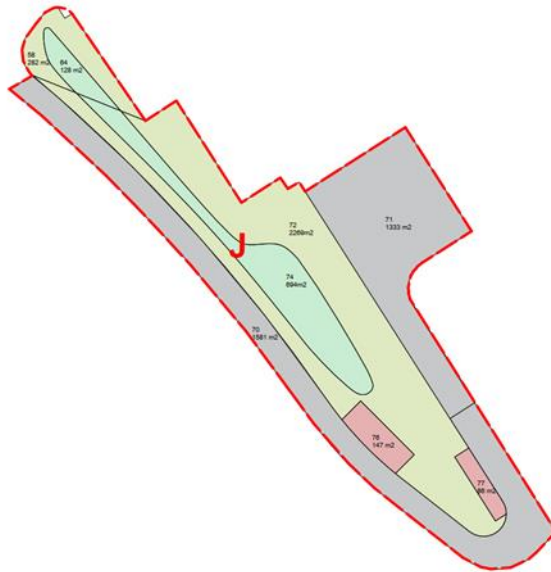
## 10.14 Einzugsgebiets H



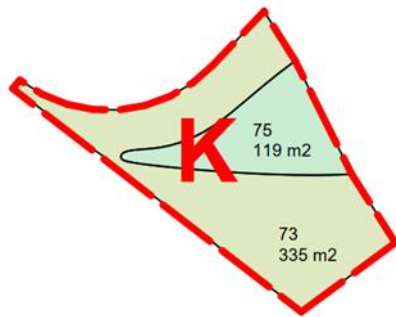
## 10.15 Einzugsgebiet I



## 10.16 Einzugsgebiet J

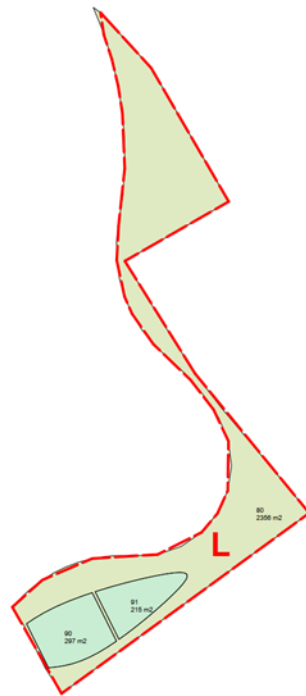


## 10.17 Einzugsgebiet K





## 10.18 Einzugsgebiet L



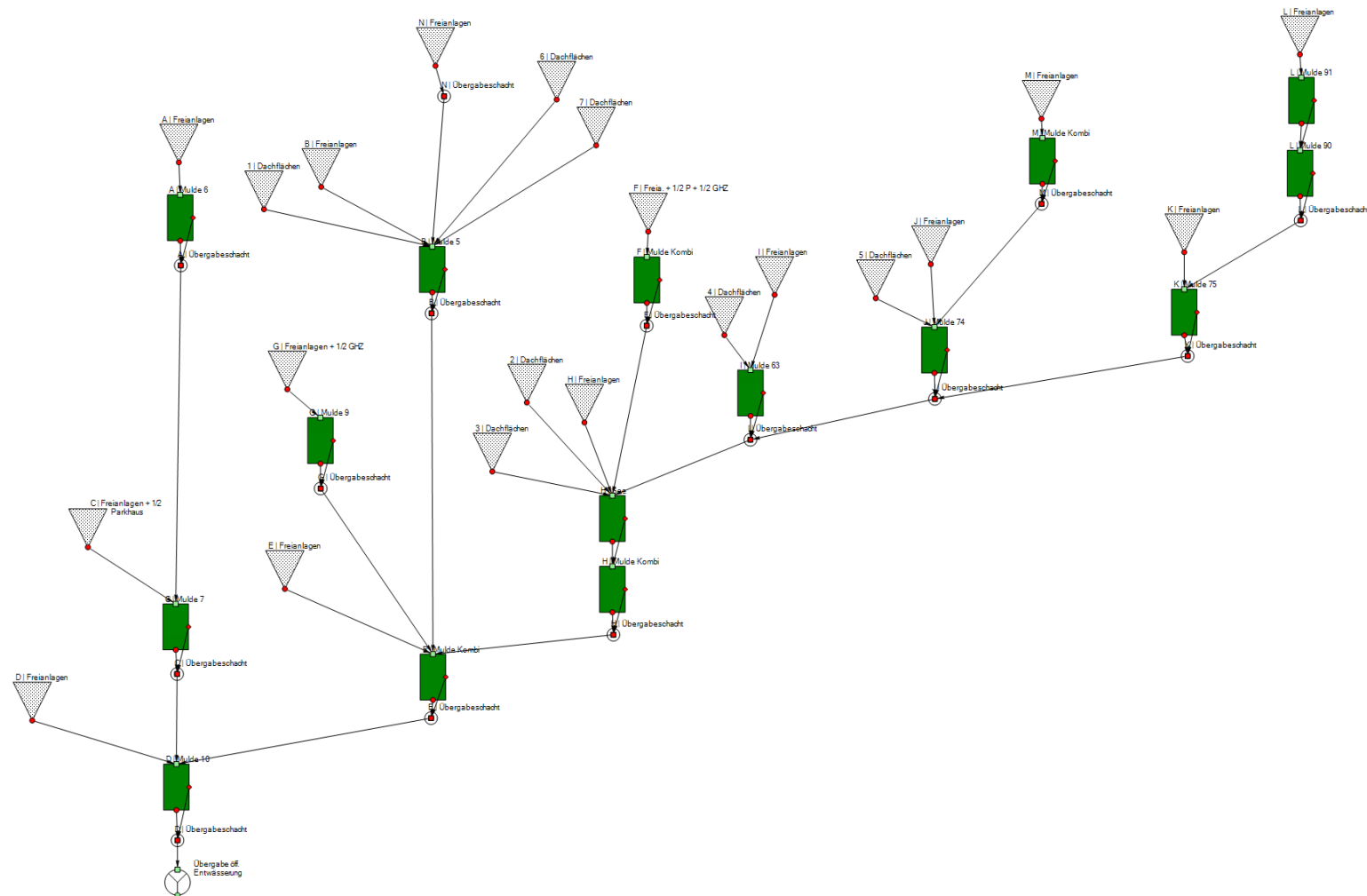
## 10.19 Einzugsgebiet M



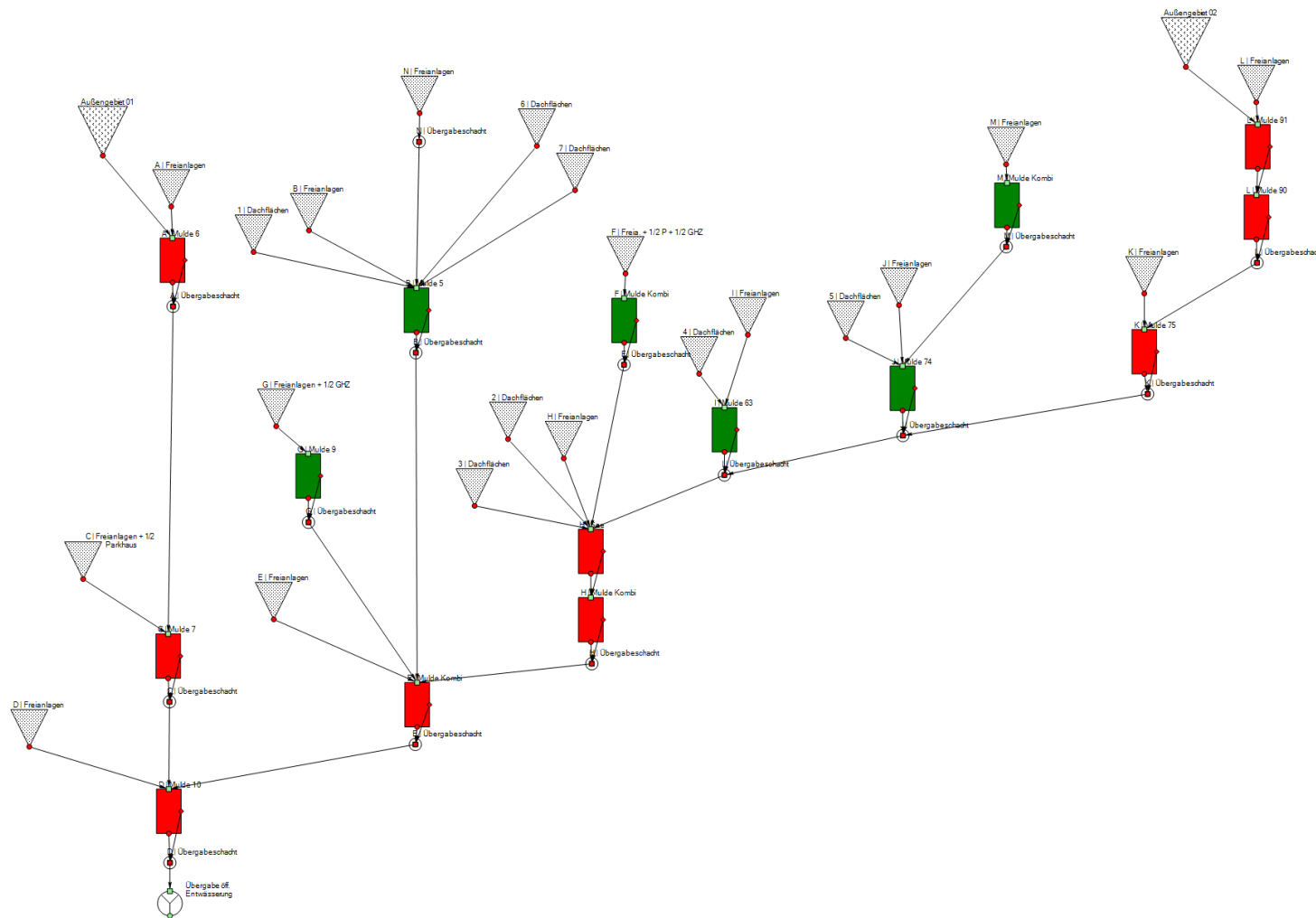
## 10.20 Einzugsgebiet N



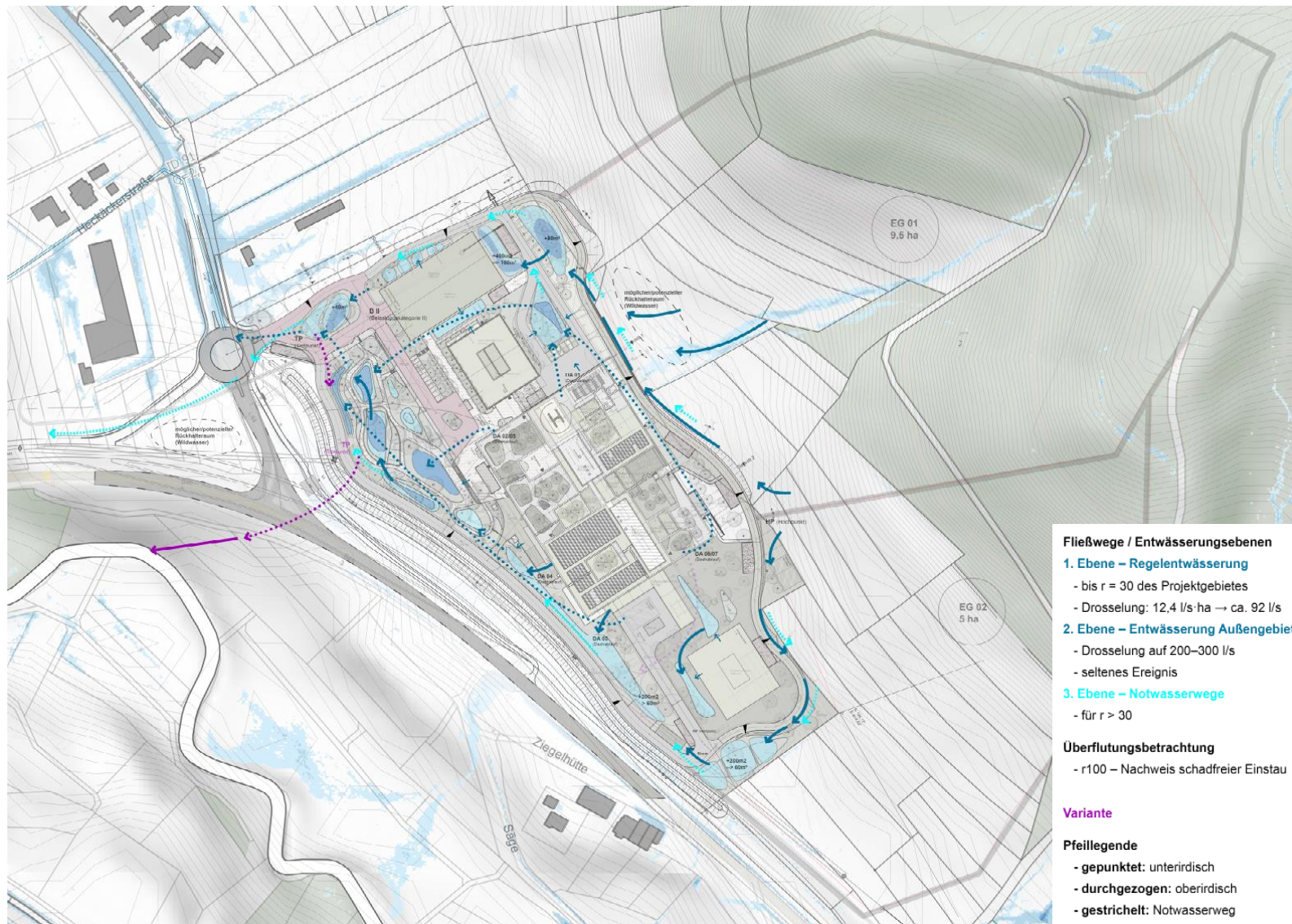
## 10.21 Ergebnisse der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation T = 30 a



## 10.22 Ergebnisse der Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation mit Außengebieten



## 10.23 Übersichtsplan Starkregenbetrachtung im Planungsgebiet mit Varianten





## 10.24 Rückführungskonzept Schichtenwasser

