



Erläuterungsbericht Übergeordnetes Regenwasser Grobkonzept

BV Neubau Zollernalb Klinikum, 72336 Balingen-Dürrwangen

In diesem ersten Erläuterungsbericht erfolgt eine ganzheitliche Betrachtung des Regenwassermanagements für das gesamte Gelände mit angrenzenden Einzugsgebieten.

Überlingen, **23.07.2024**

INHALTSVERZEICHNIS

1	PROJEKT BETEILIGTEN	5
2	PLANSTATT PHILOSOPHIE (VISION).....	6
3	GRUNDLAGEN	8
3.1	STANDORT.....	8
3.2	WASSER- UND NATURSCHUTZZONEN	11
3.3	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	12
3.4	VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT	16
3.5	LANDSCHAFTSANALYSE / LANDSCHAFTSFORMEN.....	16
3.6	KLIMAFAKTOREN	19
3.7	NIEDERSCHLAGSSPENDEN KOSTRA DWD 2020	19
3.8	NIEDERSCHLAGVERTEILUNG.....	23
3.9	VORFLUT/ EINLEITUNGSBESCHRÄNKUNG	25
3.10	STARKREGENBETRACHTUNG.....	26
3.11	KANALPLANUNG STADT BALINGEN	33
3.12	NATÜRLICHE WASSERHAUSHALTSBILANZ.....	34
3.13	SCHWÄCHEN UND POTENZIALE	36
4	REGENWASSERKONZEPT	37
4.1	ERSTEINSCHÄTZUNG.....	37
4.2	BESCHREIBUNG DER FREIANLAGEN.....	42
4.3	ABFLUSSWIRKSAME FLÄCHEN (ABFLUSSBEIWERTEVERFAHREN)	42
4.4	BERECHNUNGEN	44
4.5	Fortführung des Regenwasserkonzept	50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Standort Daten- und Kartendienst LUBW, Planstatt Senner (17.07.24)	8
Abbildung 2: Auszug zur Morphologie Kartendienst LUBW (17.07.24)	9
Abbildung 3: Morphologie Kartendienst LUBW (17.07.24)	10
Abbildung 4: Wasserschutzzone und Naturschutzzone, Kartendienst LUBW (17.07.24)	11
Abbildung 5: Abflusskonzentration im Einzugsgebiet, Kartendienst LUBW (17.07.24)	12
Abbildung 6: Bohrpunkte Kleinkernbohrungen, GeoTerton	13
Abbildung 7: Profilschnitt RKB1 - RKB 4, GeoTerton.....	14
Abbildung 8: Profilschnitt RKB5 - RKB 7, GeoTerton.....	15
Abbildung 9: Profilschnitt RKB8 - RKB 10, GeoTerton.....	15
Abbildung 10: Profilschnitt RKB11 - RKB13, GeoTerton.....	16
Abbildung 11: Landschaftsformen Schwäbische Alb, Planstatt Senner	17
Abbildung 12: Landschaftsanalyse Schwäbische Alb, Planstatt Senner	18
Abbildung 13: Jährliche Temperaturänderung Balingen, Meteoblue.....	19
Abbildung 14: Ausschnitt Rasterfeld KOSTRA-DWD.....	19
Abbildung 15: Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020	20
Abbildung 16: Toleranzbereich der Niederschlagsspenden nach KOSTRA DWD 2020	21
Abbildung 17: Niederschlagsspenden $T = 2a$, DWD-Daten, Planstatt Senner (17.07.24)	22
Abbildung 19: Jahresniederschlag 2009-2023, DWD-Daten	23
Abbildung 20: monatliche Niederschlagsverteilung 2009-2023, DWD-Daten	24
Abbildung 21: Niederschlagsanomalien nach Monaten, Meteoblue.....	25
Abbildung 22: Hochwassergefahrenkarte, Kartendienst LUBW.....	26
Abbildung 23: Starkregeneignisse in Baden-Württemberg, LUBW	27
Abbildung 24: Übersicht Starkregengefahrenkarten, Ingenieurbüro Heberle.....	28
Abbildung 25: Überlagerung Starkregengefahrenkarte mit Planungsgebiet, Ingenieurbüro Heberle	29
Abbildung 26 Diagramm Abflussgeschehen ID91 seltenes Ereignis Ing. Heberle.....	30
Abbildung 27: Übersicht der Planung, Ingenieurbüro Langenbach.....	31
Abbildung 28: Auszug Berechnung, Ingenieurbüro Langenbach.....	32
Abbildung 29: Übersicht Planung Stadt Balingen	33
Abbildung 30: Lageplan Planung Kanalentlastung Stadt Balingen	34
Abbildung 31: Lageplan natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB	35
Abbildung 32: Abfluss-Sankey-Diagramm, NatUrWB	35
Abbildung 33: Spannungsdreieck natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB.....	36

Abbildung 34: Wasserbilanzen von Elementen der Regenbewirtschaftung.....	37
Abbildung 35: Spannungsdreieck mit Elementen der Regenwasserbewirtschaftung.....	38
Abbildung 36: Verdunstungsleistungen verschiedener Vegetationsformen Musterstadt, DWD	39
Abbildung 37: Verdunstungsvergleich verschiedener Wassertiefen Musterstadt, DWD.....	40
Abbildung 38: Vergleich verschiedener Vegetationsformen des Niederschlags Berlin Hasenheide, Planstatt Senner41	
Abbildung 39: Wasserbilanz Vegetationsform Laubgehölze Berlin Hasenheide, Planstatt Senner.....	41
Abbildung 40: Abflusswirksame Flächen nach DWA-A 138, Planstatt Senner	44
Abbildung 41: Bemessung erforderliches Speichervolumen nach DWA-A 117 T= 5a, Planstatt Senner	45
Abbildung 42: Bemessung erforderliches Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a, Planstatt Senner	46
Abbildung 43: Bemessung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a (1), Planstatt Senner.....	47
Abbildung 44: Bemessung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a (2), Planstatt Senner.....	48
Abbildung 45: Grafische Darstellung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117, Planstatt Senner.....	49
Abbildung 46: Übersicht Regenwasserkonzept, Planstatt Senner	50
Abbildung 47: Einzugsgebiet Oberflächen- und Zwischenabfluss, Planstatt Senner	52
Abbildung 48: Geländeschnitt, Planstatt Senner	52
Abbildung 49: Gebäudeschnitt, Planstatt Senner	53

1 PROJEKT BETEILIGTEN

Auftraggeber

Landkreis Zollernalbkreis

Hirschbergstraße 29

72336 Balingen

vertreten durch Herrn Landrat Günther-Martin Pauli

Auftragnehmer

Planstatt Senner GmbH

Breitlestraße 21

88662 Überlingen, Deutschland

vertreten durch Herrn Geschäftsführer Johann Senner

Tel.: 07551 / 9199-0

Fax: 07551 / 9199-29

info@planstatt-senner.de

www.planstatt-senner.de

Bearbeitung

Philipp Padur (padur@planstatt-senner.de)

Tobias Röder (roeder@planstatt-senner.de)

2 PLANSTATT PHILOSOPHIE (VISION)

Entwässerung bedeutete lange Zeit, Regenwasser so schnell und vollständig wie möglich aus Siedlungsgebieten abzuleiten. Dieses traditionelle Entwässerungskonzept befindet sich im Umbruch. Als eine Alternative zur konventionellen Ableitung wird in den letzten Jahren immer häufiger die Versickerung und Rückhaltung von Regenwasser diskutiert. Sie entschärfen die wesentlichen Nachteile des Ableitungsprinzips und unterstützen das Gleichgewicht des natürlichen Wasserkreislaufs.

Jedoch wurde bisher meist nur mit einem Baustein der dezentralen Abwasserbeseitigung gearbeitet. Dies führte entweder zu Rückhaltebecken, die eingezäunt werden mussten und keine Aufenthaltsqualität boten, geschweige denn biodivers waren. Und letztlich wurde doch das sämtliche Wasser gedrosselt abgeführt. Oder es wurde nur auf Muldenversickerung gesetzt die zu einer zu hohen Grundwasserneubildung führte. Um diese unvorteilhafte Entwicklung zu korrigieren, sollte das Regenwasserkonzept aus zusätzlichen und mehreren Bausteinen bestehen, um sich der natürlichen Wasserhaushaltsbilanz anzunähern.

Die Natur zeigt vor, was das ausgewogene Maß in diesem Spannungsdreieck (Verdunstung, Versickerung, Abfluss) ist. Hinzu kommen weitere Spannungsfelder der Nutzung: Naherholung, Landwirtschaft und Biodiversität. Eine gute Abwägung dieser beiden Spannungsfelder ergibt ein nachhaltiges, klimaresilientes Konzept. Verschiedene Bausteine übernehmen unterschiedliche Funktionen, angefangen von der Auswahl des Einzugsgebiets eines Bausteins bis hin zur Bauweise.

Aus den oben genannten Gründen halten wir eine umfassende Berücksichtigung der Regenwasserbewirtschaftung bereits im Vorentwurf für äußerst sinnvoll. Bereits in diesem frühen Stadium müssen gemeinsam mit den Architekten Konzepte entwickelt werden, um festzustellen, welche Maßnahmen zur Regenrückhaltung für das Projekt geeignet sind und wie groß der benötigte Flächenbedarf ist, um die verschiedenen Anforderungen ausgewogen zu berücksichtigen.

Das Regenwasserkonzept verfolgt für den Umgang mit dem Niederschlagswasser den Ansatz, das Regenwasser, im Gegensatz zu konventionellen Konzepten, die eine Ableitung des Niederschlagswassers in Kanalnetze anstreben, das anfallende Regenwasser im Gebiet zurückzuhalten und so möglichst dem natürlichen Wasserhaushalt zu entsprechen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem ökologischen und freiraumplanerischen Konzept.

Durch den Einsatz eines oberflächennahen Entwässerungssystems ("blau-grüne Infrastruktur") sollen Grundwasserneubildung und Verdunstung gefördert und so ein

starkregenresilientes und klimagerechtes Objekt entstehen. Im Zuge der Aufstellung des Regenwasserbewirtschaftungskonzeptes soll der Fokus auf Verdunstung, Versickerung und Drosselung gelegt werden, um sich an die natürliche Wasserhaushaltsbilanz anzunähern.

Die Herangehensweise an dieses Regenwasserkonzept erfordert einen tiefgreifenden und faktenbasierten Check zur Bewertung der Rahmenbedingungen des Regenwassermanagements. Ein entscheidender Baustein hierbei ist die Geologie, insbesondere die Zusammensetzung des Bodens mit Kf-Werten und der nutzbaren Feldkapazität (nFK). Ebenso von Bedeutung sind Schutzkulissen, der Grundwasserstand und mögliche Altlasten im Boden.

Die Analyse des Niederschlagsverhaltens umfasst nicht nur die Betrachtung von Regenreihen für die hydraulische Auslegung und Konzipierung von Rückhalteräumen, sondern auch die Verteilung. Durch die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Einflüsse entstehen einzigartige Konzepte.

Die Analyse und Darstellung zeigen Potenziale und Schwächen auf, um einen faktenbasierten Entscheidungsprozess anzustoßen. In einem gemeinsamen iterativen Prozess kann die Wirkungseffizienz optimiert werden. Die Konzeptentwicklung bezieht verschiedene Bausteine im Spannungsdreieck (Verdunstung, Abfluss, Versickerung) des Wasserhaushalts ein. Entscheidend ist die Abflussreihenfolge und die Vernetzung dezentraler Systeme, wobei aufgezeigt wird, welche Bausteine sinnvoll sind und wie sie miteinander verbunden werden können.

Das oberste Kredo dabei ist, das Wasser erst für Pflanzen verfügbar zu machen und nur das überschüssige Wasser abzuleiten. Hierbei werden langfristige Wasserspeicherung, Wasserrückhaltung/Retention und Pflanzenverfügbarkeit aufgezeigt.

Dezentrale Konzepte ermöglichen eine effiziente Nutzung von Regenwasser, da es direkt vor Ort zurückgehalten, behandelt und wiederverwendet werden kann. Dies reduziert nicht nur den Bedarf an externem Wasser, sondern trägt auch zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressourcen bei. Zudem fördern dezentrale Regenwasserkonzepte die ökologische Vielfalt in den Freianlagen, da sie die lokale Flora und Fauna unterstützen. Durch die Integration solcher Systeme lassen sich zudem ökonomische Einsparungen erzielen. Die dezentrale Behandlung von Regenwasser in Freianlagen schafft somit eine effiziente, nachhaltige und ressourcenschonende Lösung.

Um ein ganzheitliches Regenwasserkonzept für das Bauvorhaben zu erstellen, muss über die einzelnen Planungsdisziplinen wie zum Beispiel Architektur und HLS

hinausgedacht und abgestimmt werden. Hierzu zählt die detaillierte Betrachtung von abflusswirksamen Flächen, wie zum Beispiel Dachflächen, sowie die Ableitpunkte.

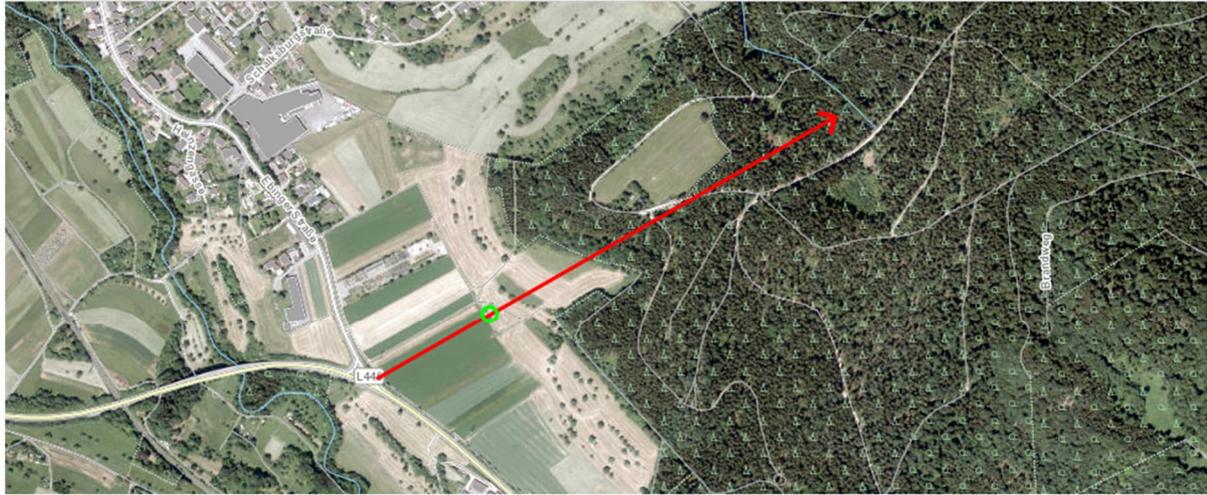
Da die Freianlagenplanung meist die ökonomischste Möglichkeit hat, Wasser zurückzuhalten, liegt das Regenwasserkonzept oft bei den Freianlagenplanern. Welcher Dachaufbau macht Sinn? Was können die Freianlagen leisten, und welche Aufgaben müssen die Dächer übernehmen? Wo sind die Ablaufpunkte, können sie oberirdisch oder unterirdisch ausgeleitet werden.

3 GRUNDLAGEN

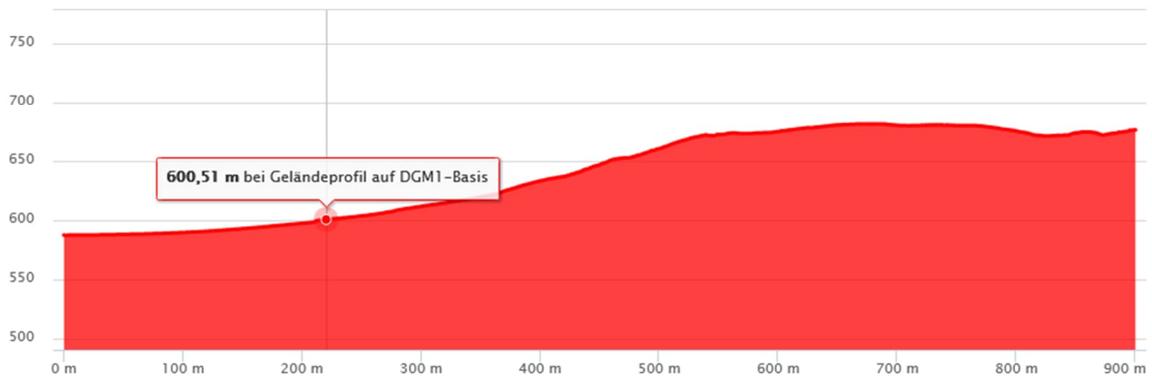
3.1 STANDORT



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



Meter über Normalnull, Überhöhung 1fach



■ Geländeprofil auf DGM1-Basis

Überhöhung

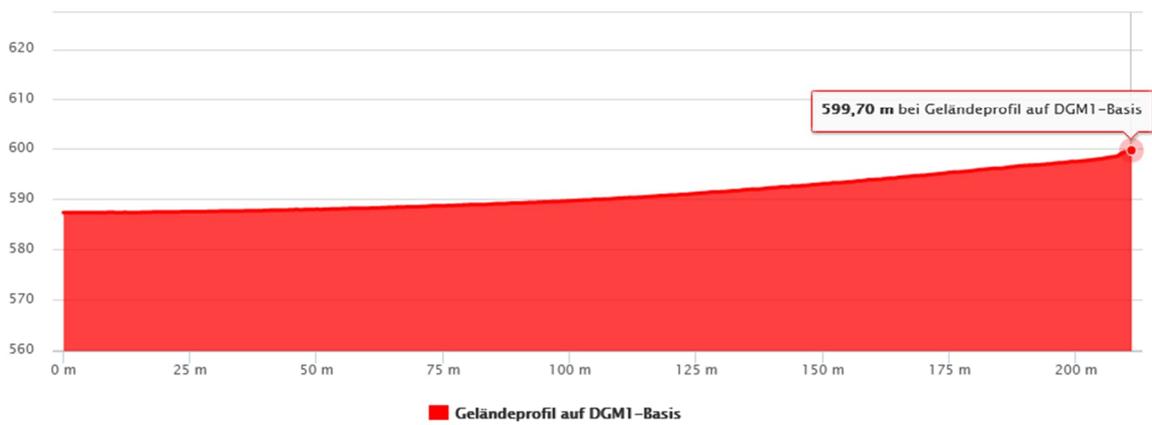


Höhe Startpunkt:	587.36 m über NN
Höhe Endpunkt:	676.22 m über NN
Höhendifferenz:	94.09 m
Länge:	899.5 m
Mittlere Steigung:	9.87 %

Abbildung 2: Auszug zur Morphologie Kartendienst LUBW (17.07.24)



Meter über Normalnull, Überhöhung 1 fach



■ Geländeprofil auf DGM1-Basis

Überhöhung



Höhe Startpunkt:	587.34 m über NN
Höhe Endpunkt:	599.7 m über NN
Höhendifferenz:	12.4 m
Länge:	210.35 m
Mittlere Steigung:	5.86 %

Abbildung 3: Morphologie Kartendienst LUBW (17.07.24)

3.2 WASSER- UND NATURSCHUTZZONEN

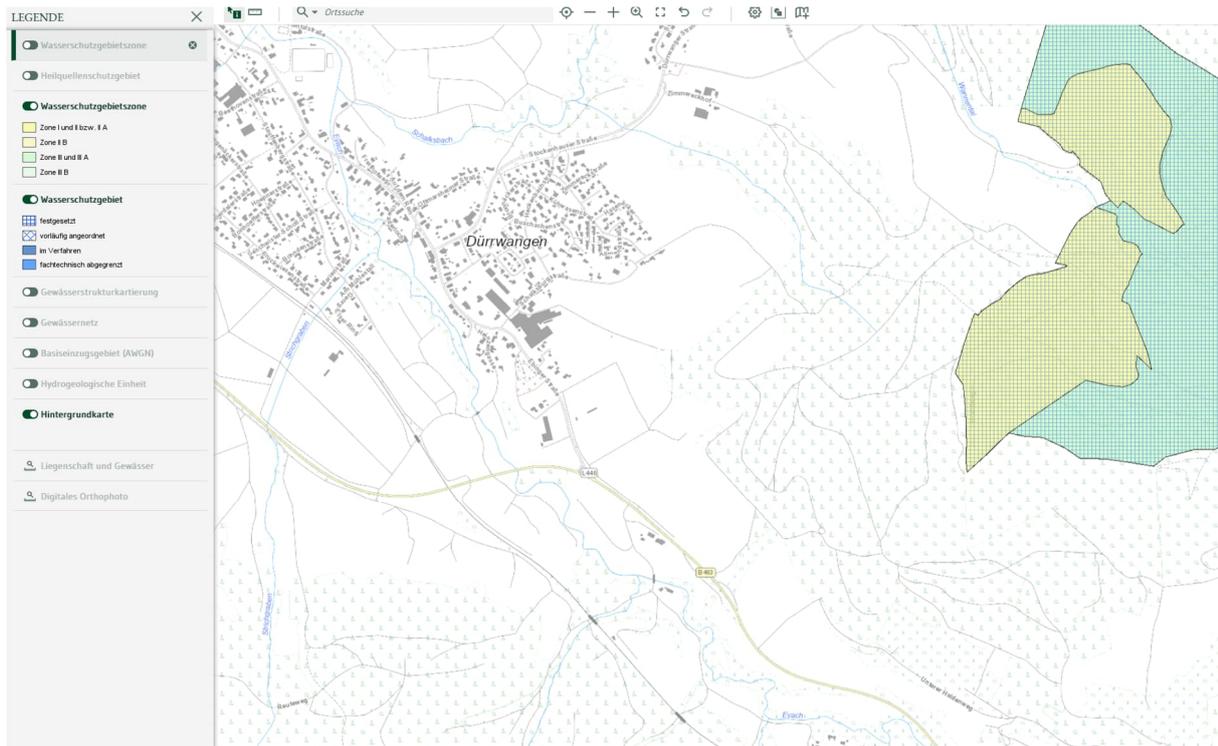


Abbildung 4: Wasserschutzzone und Naturschutzzone, Kartendienst LUBW (17.07.24)

Das Projektgebiet befindet sich nicht innerhalb einer Wasserschutzgebietskulisse.

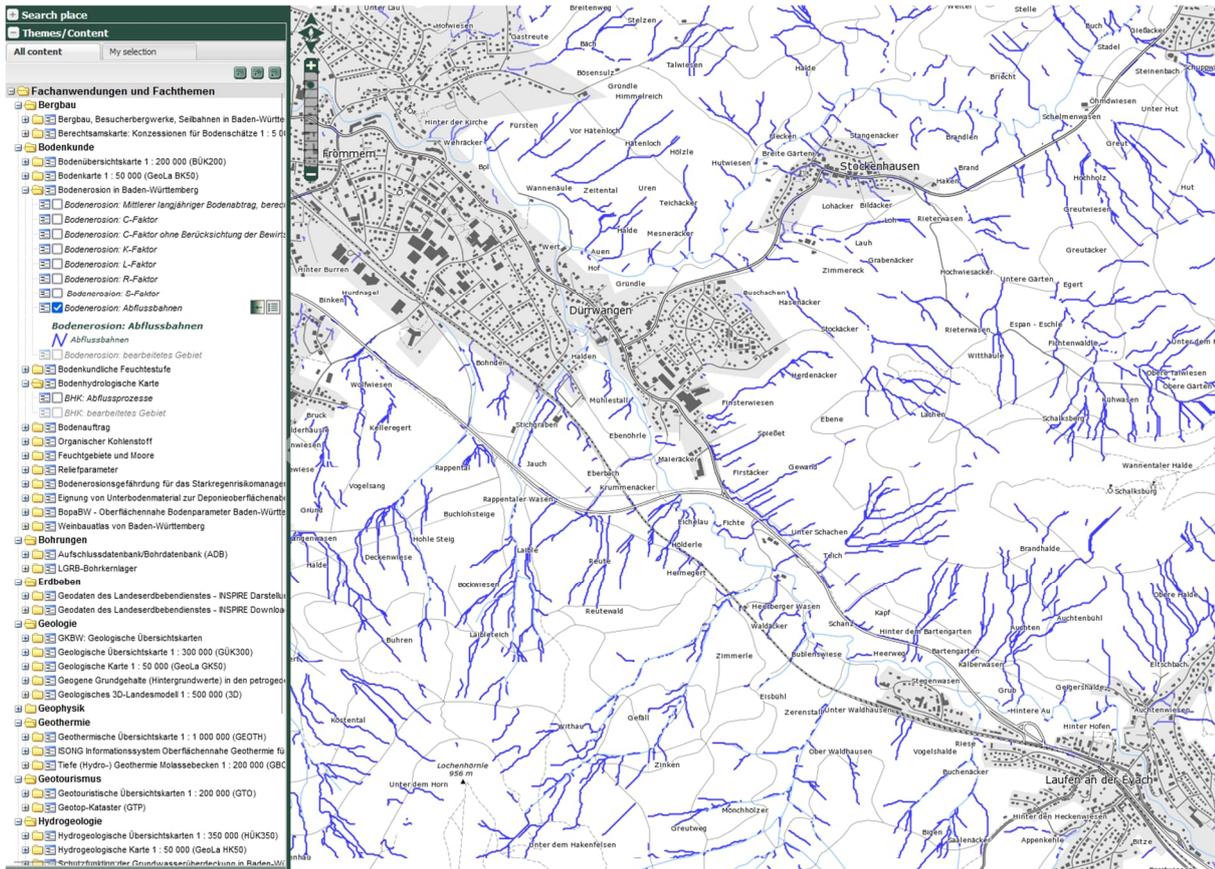


Abbildung 5: Abflusskonzentration im Einzugsgebiet, Kartendienst LUBW (17.07.24)

Aus der Übersichtskarte des LGR wird deutlich, dass mehrere Abflussrinnen das Projektgebiet queren. Eine detaillierte Betrachtung erfolgt in der Starkregengefahrenkarte. Landschaftsanalyse (Landschaftsformen und -bilder

3.3 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE

Aus den Ergebnissen der Kleinbohrungen der geologischen Vorerkundung durch die Firma GeoTerton konnten nachfolgende Bodenschichten vereinfacht beschrieben werden.

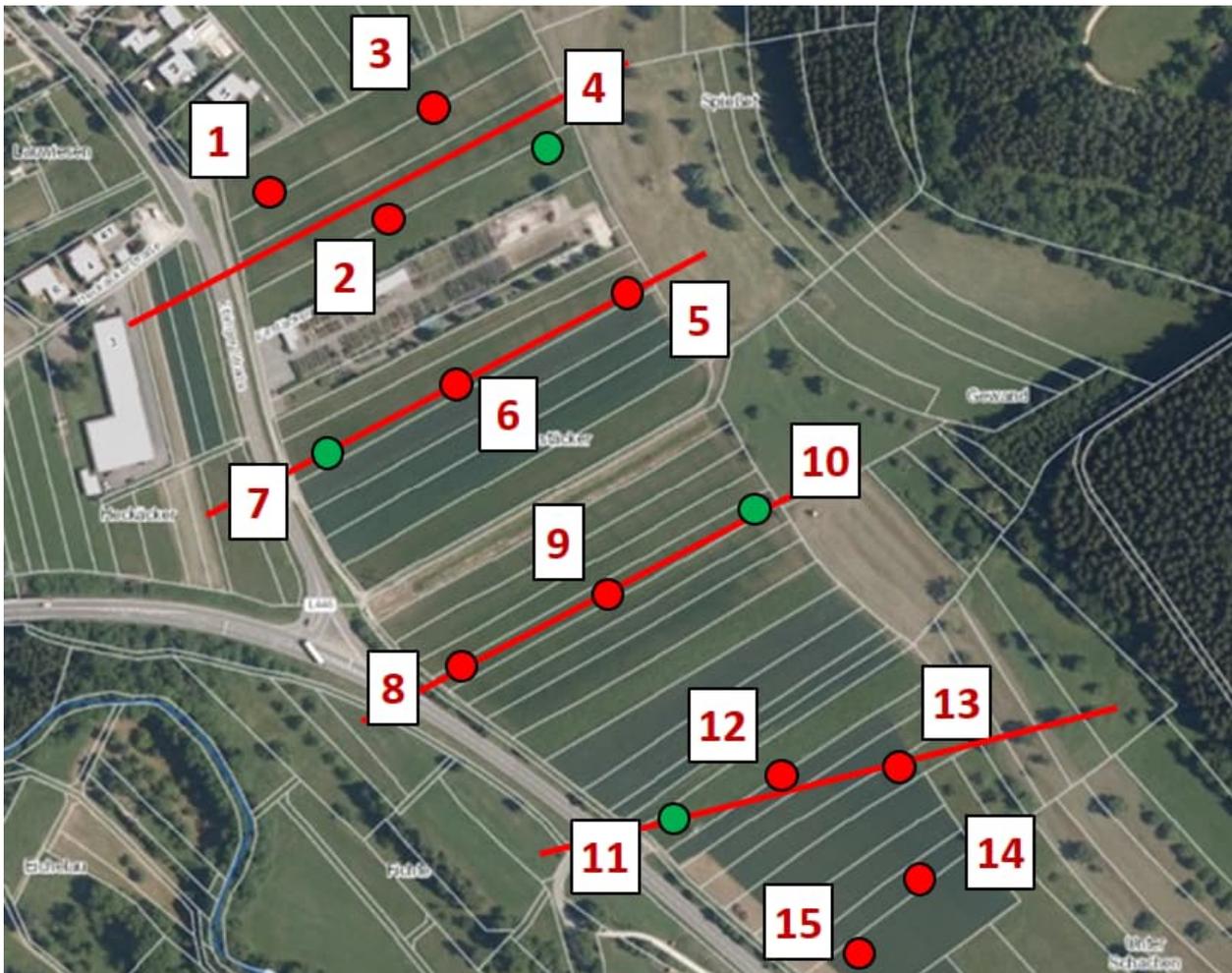


Abbildung 6: Bohrpunkte Kleinkernbohrungen, GeoTerton

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 Tonen 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 schiefriiges 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.

Im Rahmen der Erkundung wurden Wasserzutritte in den Aufschlüssen dokumentiert. 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. Im vorliegenden Fall liegt die Eyach südwestlich des Baufensters topographisch deutlich tiefer, weshalb der HHW nicht weiter betrachtet wird. 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, was durch beobachtete Vernässung bestätigt wird.

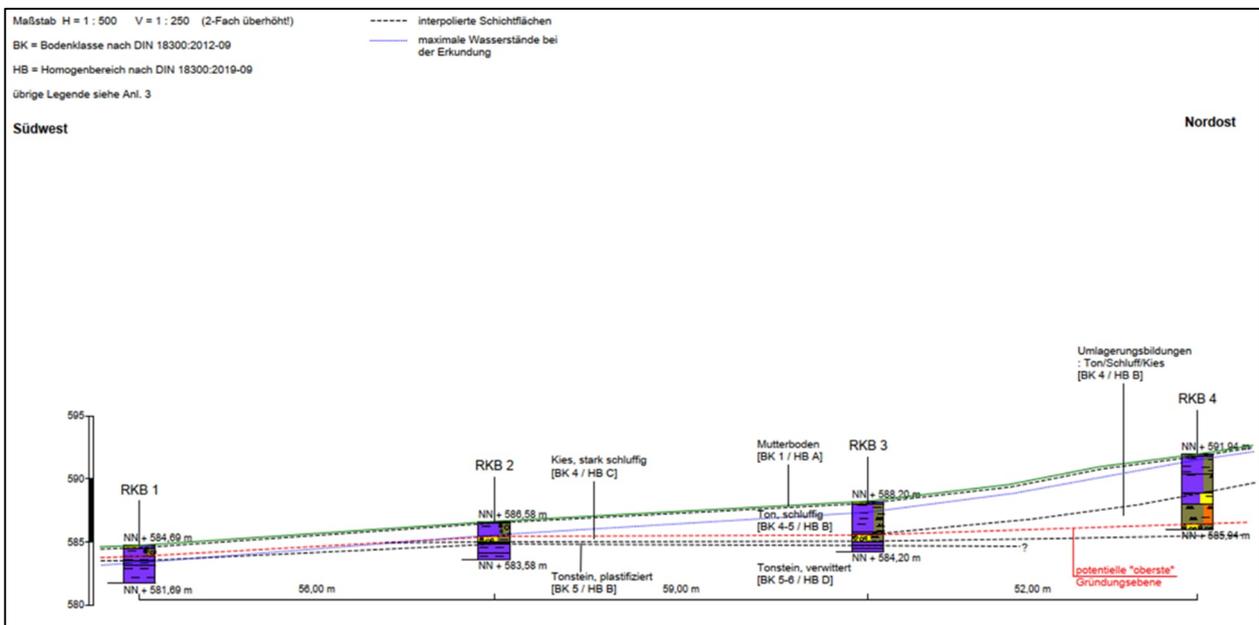


Abbildung 7: Profilschnitt RKB1 - RKB 4, GeoTerton

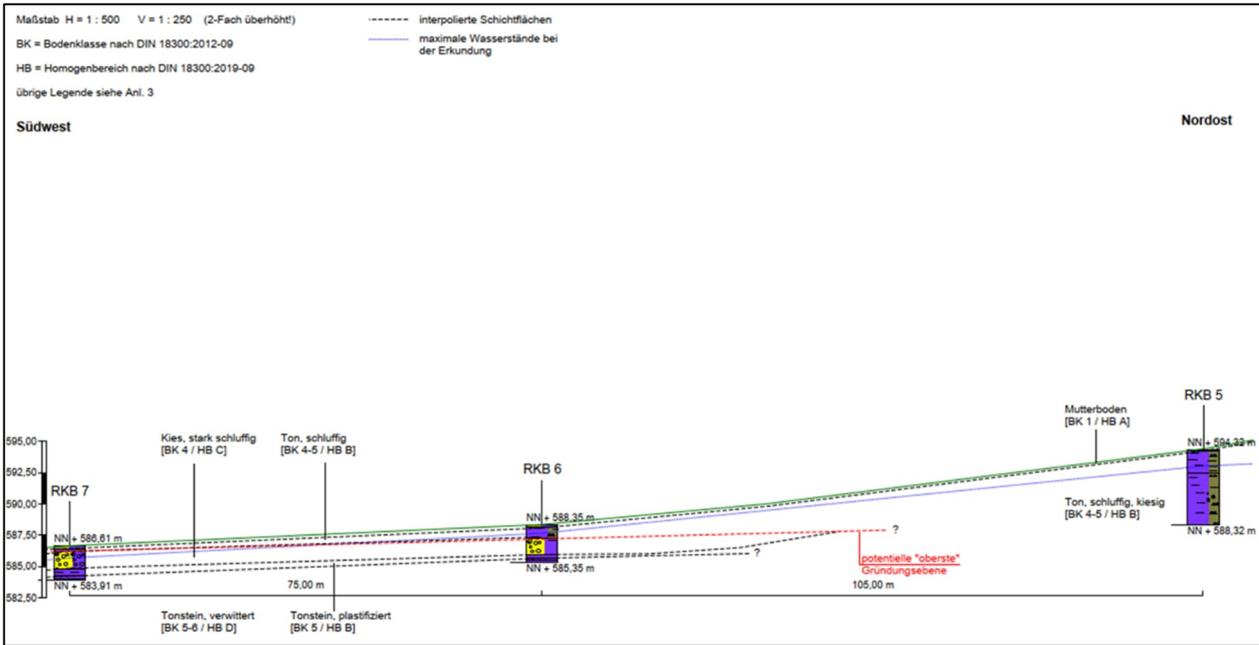


Abbildung 8: Profilschnitt RKB5 - RKB 7, GeoTerton

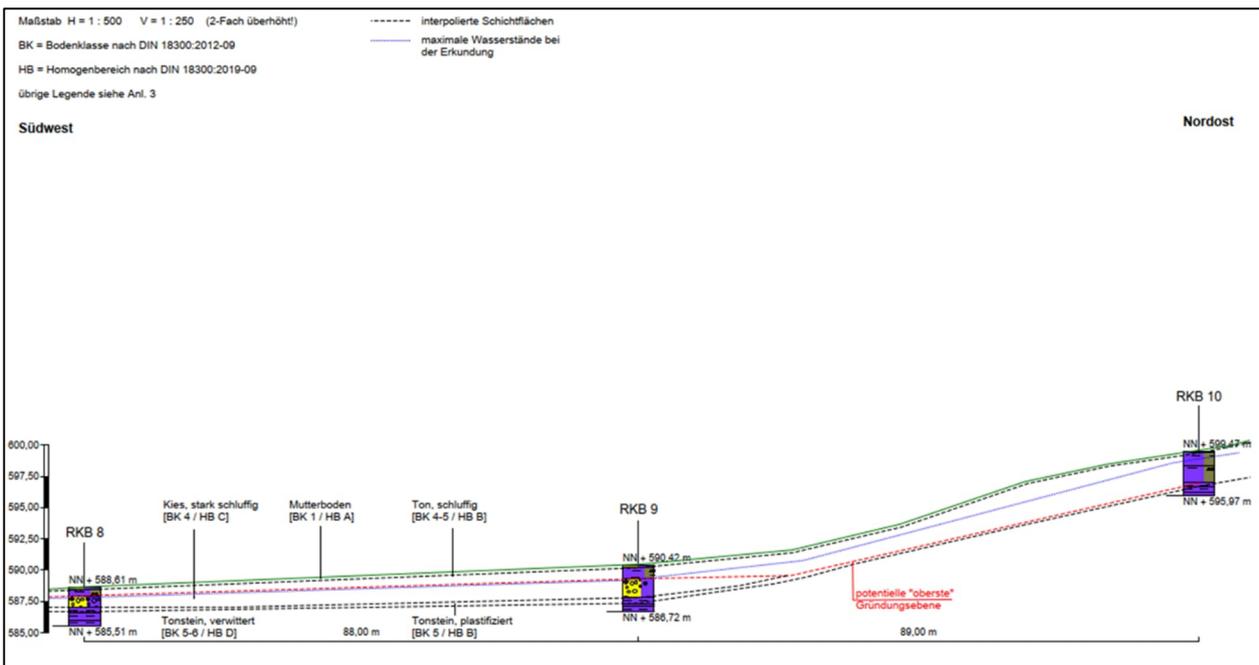


Abbildung 9: Profilschnitt RKB8 - RKB 10, GeoTerton

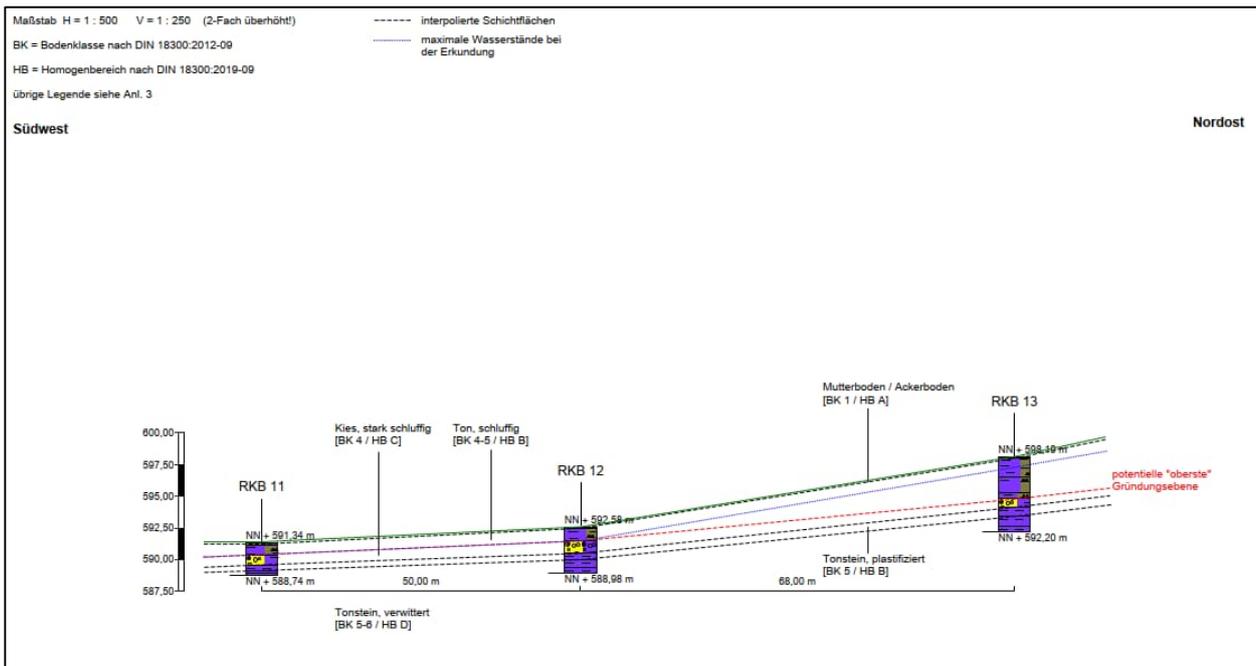


Abbildung 10: Profilschnitt RKB11 - RKB13, GeoTerton

3.4 VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT

Gemäß der DWA-A 138 erfordert eine Versickerung mit zeitweiliger Zwischenspeicherung einen Durchlässigkeitsbeiwert von $> 1 \times 10^{-6}$ m/s und einen Flurabstand von mindestens 1,0 m zwischen der Sickerfläche und dem Grundwasser. Im Untersuchungsgebiet wird dieser Flurabstand bei der aktuellen Geländeoberkante zumindest zeitweise nicht eingehalten. Die oberflächennah angetroffenen 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. Dies gilt insbesondere, da die tieferliegenden Tonsteine und ihre Verwitterungshorizonte als undurchlässig gelten und einen Abfluss zur Tiefe verhindern. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist eine Versickerung nach den Vorgaben der DWA-A 138 derzeit nicht möglich.

3.5 LANDSCHAFTSANALYSE / LANDSCHAFTSFORMEN

Da unser Ansatz einen ökologischen und freianlagenplanerischen Schwerpunkt hat, ist für uns auch die Landschaftsanalyse ein wichtiger Bestandteil, insbesondere wie die Natur mit dem Wasser umgeht und welche Bilder dadurch erzeugt werden. Wir befinden uns mit unserem Landkreis und dem eigentlichen Projekt auf der Schwäbischen Alb (siehe Abbildung 11), einem spannenden und abwechslungsreichen Landschaftsraum.

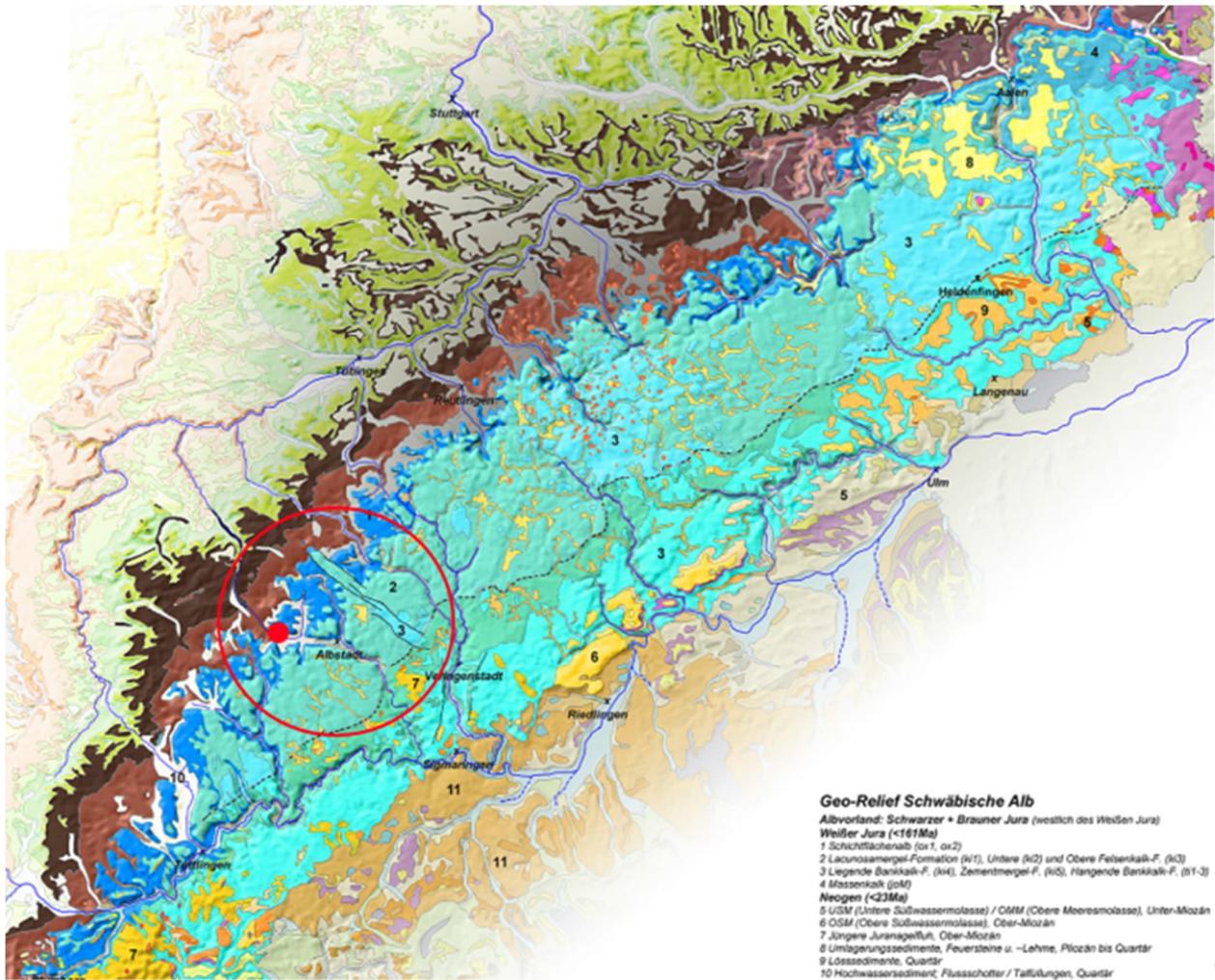


Abbildung 11: Landschaftsformen Schwäbische Alb, Planstatt Senner

Landschaftsanalyse Landschaftsformen / -bilder



Kalktuffterrassen



Mäandrierender Bachlauf



Karstbach



Hülben



Hochmoor

Abbildung 12: Landschaftsanalyse Schwäbische Alb, Planstatt Senner

Hier gibt es unterschiedliche Bilder mit Wasser, die in unsere freiraumplanerischen Überlegungen einfließen, von romantisch anmutenden mäandrierenden Bachläufen über schroffe Karstbäche und Kalktuffterrassen bis hin zu Hochmooren und eingestauten Vertiefungen, den sogenannten Hülben.

3.6 KLIMAFAKTOREN

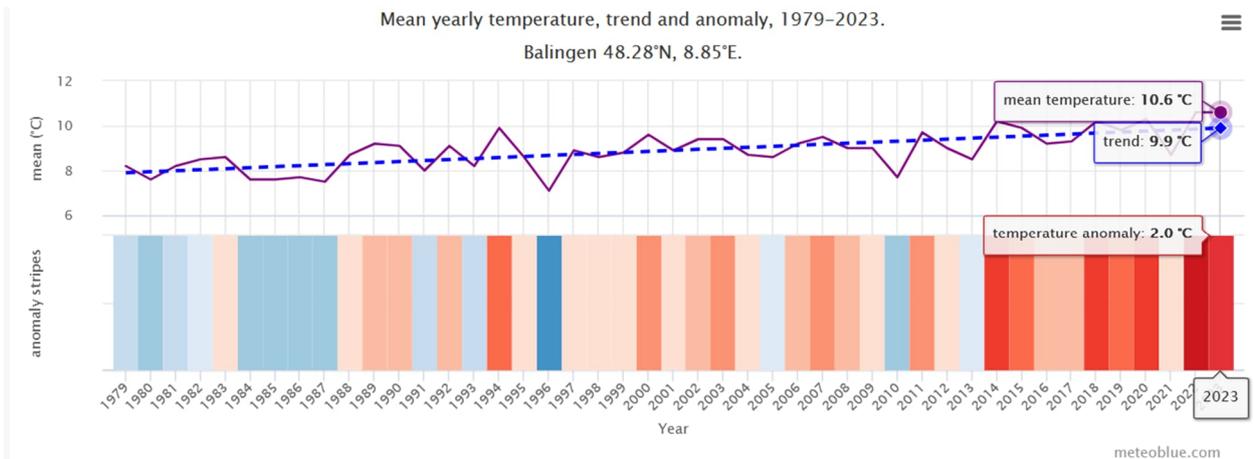


Abbildung 13: Jährliche Temperaturänderung Balingen, Meteoblue

Die obere Abbildung zeigt eine Einschätzung der mittleren Jahrestemperatur für das Gebiet von Balingen. Die gestrichelte blaue Linie ist der lineare Trend. Die Trendlinie steigt von links nach rechts an, somit ist der Temperaturtrend positiv und es wird in Balingen wärmer.

3.7 NIEDERSCHLAGSSPENDEN KOSTRA DWD 2020



Abbildung 14: Ausschnitt Rasterfeld KOSTRA-DWD



Niederschlagsspenden nach
KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 127, Zeile 201
Bemerkung :

INDEX_RC : 201127

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	236,7	286,7	320,0	363,3	423,3	483,3	526,7	580,0	656,7
10 min	160,0	195,0	216,7	245,0	285,0	328,3	355,0	391,7	443,3
15 min	124,4	151,1	167,8	190,0	221,1	254,4	275,6	303,3	344,4
20 min	102,5	125,0	139,2	157,5	183,3	210,8	228,3	251,7	285,0
30 min	77,8	95,0	105,6	119,4	139,4	160,0	173,9	191,1	216,7
45 min	58,9	71,9	79,6	90,0	105,2	120,7	131,1	144,4	163,3
60 min	48,1	58,6	65,0	73,6	85,8	98,6	106,9	117,8	133,3
90 min	35,9	43,9	48,7	55,0	64,3	73,7	80,0	88,1	99,8
2 h	29,2	35,6	39,6	44,7	52,2	60,0	65,0	71,7	81,1
3 h	21,8	26,6	29,4	33,3	38,9	44,7	48,4	53,4	60,5
4 h	17,6	21,5	23,9	27,1	31,6	36,3	39,3	43,3	49,0
6 h	13,1	16,0	17,8	20,1	23,5	26,9	29,2	32,2	36,5
9 h	9,8	11,9	13,2	14,9	17,5	20,0	21,7	24,0	27,1
12 h	7,9	9,6	10,7	12,1	14,1	16,2	17,6	19,4	21,9
18 h	5,9	7,2	7,9	9,0	10,5	12,1	13,1	14,4	16,3
24 h	4,8	5,8	6,4	7,3	8,5	9,8	10,6	11,7	13,2
48 h	2,9	3,5	3,9	4,4	5,1	5,9	6,4	7,0	7,9
72 h	2,1	2,6	2,9	3,2	3,8	4,4	4,7	5,2	5,9
4 d	1,7	2,1	2,3	2,6	3,1	3,5	3,8	4,2	4,8
5 d	1,5	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,2	3,6	4,0
6 d	1,3	1,6	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5
7 d	1,1	1,4	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	3,2

Legende

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

Abbildung 15: Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020



Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden
nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 127, Zeile 201 INDEX_RC : 201127
Bemerkung :

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	14	15	15	15	16	17	17	17	18
10 min	18	19	20	20	21	22	22	22	23
15 min	20	21	22	23	23	24	24	25	25
20 min	21	22	23	24	25	25	26	26	26
30 min	22	23	24	25	26	26	27	27	27
45 min	22	23	24	25	26	26	27	27	28
60 min	22	23	24	25	26	26	27	27	27
90 min	21	22	23	24	25	25	26	26	27
2 h	20	22	22	23	24	25	25	25	26
3 h	19	21	21	22	23	23	24	24	25
4 h	18	20	20	21	22	23	23	23	24
6 h	17	18	19	20	21	21	22	22	22
9 h	16	17	18	18	19	20	20	21	21
12 h	15	16	17	18	18	19	19	20	20
18 h	15	16	16	17	17	18	18	19	19
24 h	14	15	16	16	17	17	18	18	18
48 h	14	15	15	15	16	16	16	17	17
72 h	15	15	15	15	16	16	16	16	17
4 d	16	16	16	16	16	16	16	16	17
5 d	16	16	16	16	16	16	16	17	17
6 d	17	17	17	17	17	17	17	17	17
7 d	18	17	17	17	17	17	17	17	17

Legende

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

Abbildung 16: Toleranzbereich der Niederschlagsspenden nach KOSTRA DWD 2020

Im landesweiten Durchschnitt liegen die Regenmengen im unteren mittleren Bereich. Der 5-Minuten-Regen mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 5 Jahren beträgt 365,5 l/s-ha und liegt damit deutlich unter 400 l/s-ha. Ebenso liegt der 5-Minuten-Regen mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 100 Jahren deutlich unter 700 l/s-ha. Laut DIN 1986-100, basierend auf den alten KOSTRA-Werten von 2010, waren diese Werte noch deutlich höher, mit über 700 l/s-ha. Durch die neueren, kleineren und genaueren Rasterfelder sowie die Interpolierung der Wetterstationen und die zusätzlichen Regendaten bis 2020 kommt es sogar zu einer Reduzierung

der Regenmengen bei gleichzeitig geringen örtlichen Unsicherheiten. Dies ist aus unserer Sicht eher selten. Jedoch zeigen die neuen KOSTRA-Werte lokal spezifische Regenmengen, die sich kleinräumig stark unterscheiden können.

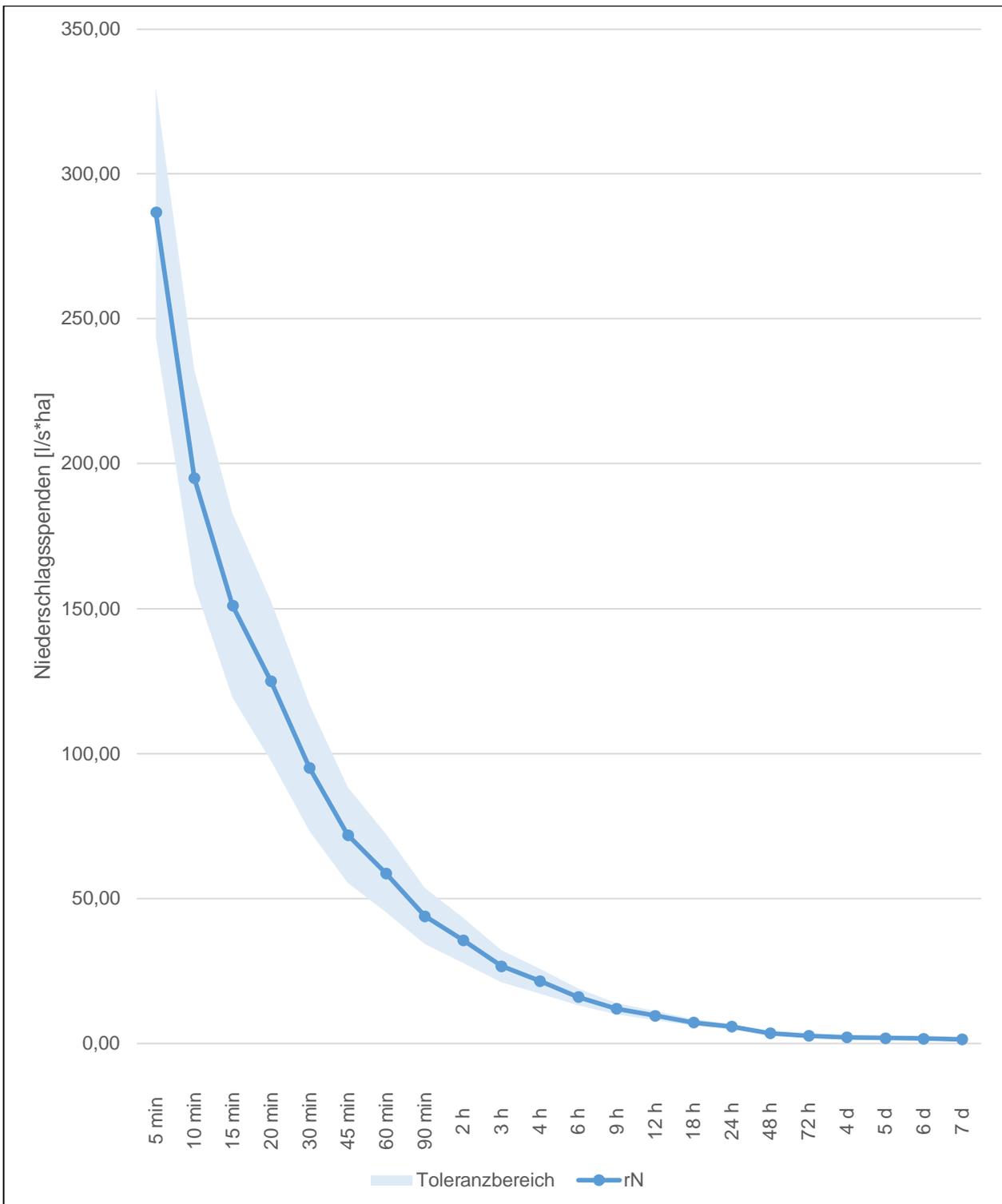


Abbildung 17: Niederschlagsspenden $T = 2a$, DWD-Daten, Planstatt Senner (17.07.24)

3.8 NIEDERSCHLAGVERTEILUNG

Die oben genannten Regenspenden sind wichtig für die Entwässerung, insbesondere für die Hydraulik und die Ermittlung notwendiger Retentionsräume. Wie bereits in unserer Philosophie erwähnt, haben wir jedoch nicht nur den reinen Entwässerungsgedanken, sondern auch das Ziel, das Wasser pflanzenverfügbar zu machen und das Wasserdargebot über das ganze Jahr, besonders während der Vegetationszeit, zu optimieren. Dabei spielt die Erhöhung der Verweilzeit und der Rückhalt eine entscheidende Rolle, um das Wasser bei starkem, schnell abfließendem Regen besser pflanzenverfügbar zu machen. Genauso wichtig sind die Gesamtregenmenge sowie vor allem die Verteilung über das Jahr, um mögliche langfristige Speicherungen zu entwickeln.

In Abbildung 18 ist ein leichter Rückgang des jährlichen Niederschlags erkennbar. Dies könnte auf den Klimawandel zurückgeführt werden, da warme Luft mehr Wasser aufnehmen kann ist das „Niederschlagspotenzial“ in der Atmosphäre zwar höher jedoch die Verteilung willkürlicher. Dieser Zusammenhang von erhöhter Verdunstung (steigende mittlere Temperaturen) zu örtlichem Niederschlag spiegelt Abbildung 20 wieder, welche Niederschlagsanomalien („Intensitäten“) aufzeigt.

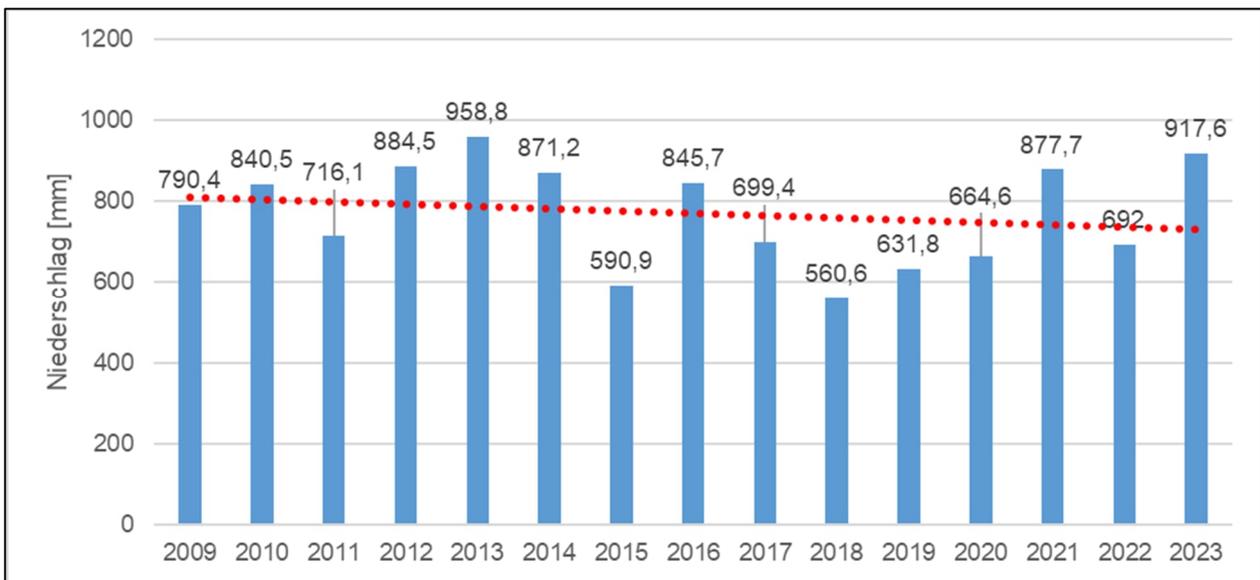


Abbildung 18: Jahresniederschlag 2009-2023, DWD-Daten

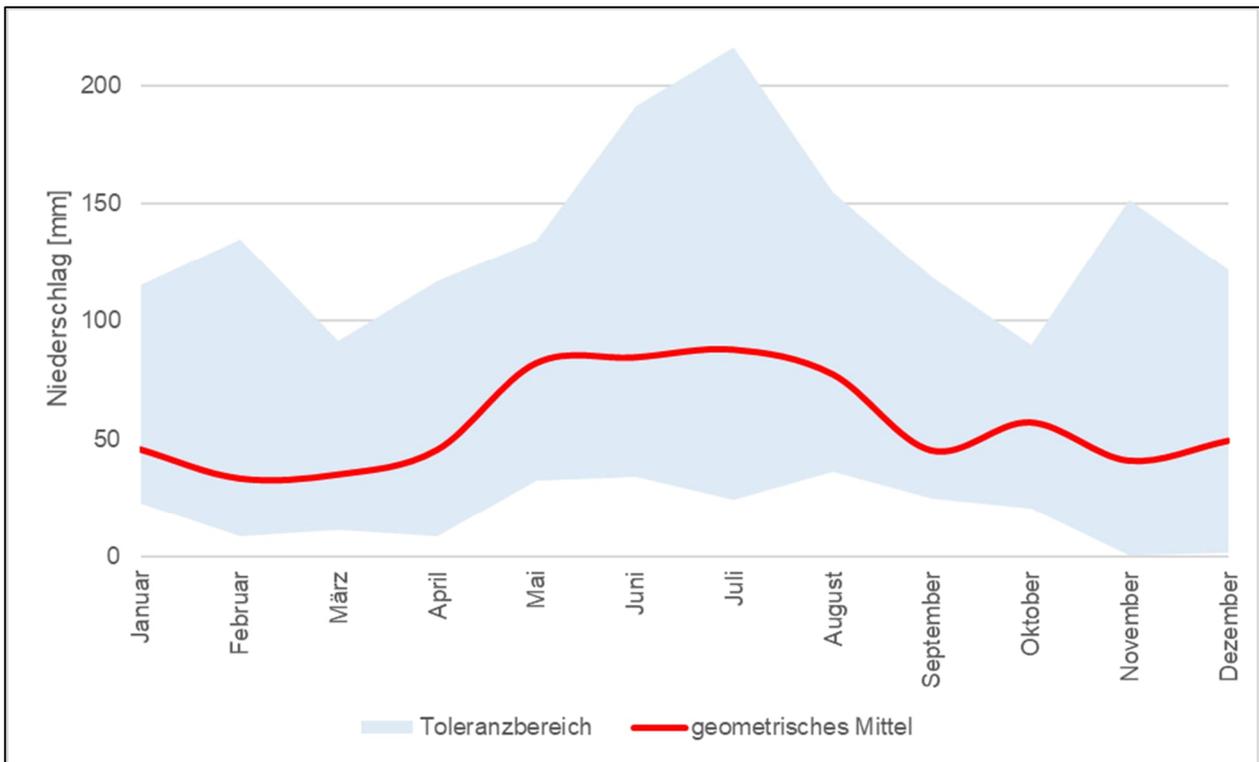


Abbildung 19: monatliche Niederschlagsverteilung 2009-2023, DWD-Daten

Die Hauptniederschlagsmengen fallen während der Vegetationszeit, mit einer Niederschlagsspitze in den Sommermonaten, insbesondere im Juli. Für die Vegetation ist dies zunächst eine gute Verteilung, da der Hauptverbrauch mit dem Hauptniederschlag zusammenfällt. Jedoch zeigt sich eine Abnahme des Gesamtniederschlags und eine Verschiebung der Niederschlagsmengen immer mehr in die vegetationslose Zeit. Dies zeigen die folgenden Grafiken, in denen die Anomalien der einzelnen Monate dargestellt sind. Es ist klar zu erkennen, dass beispielsweise in den Monaten Juli und September in den letzten Jahren hauptsächlich negative Anomalien auftreten, während im Dezember überwiegend positive Anomalien auftreten (siehe Abbildung 20).

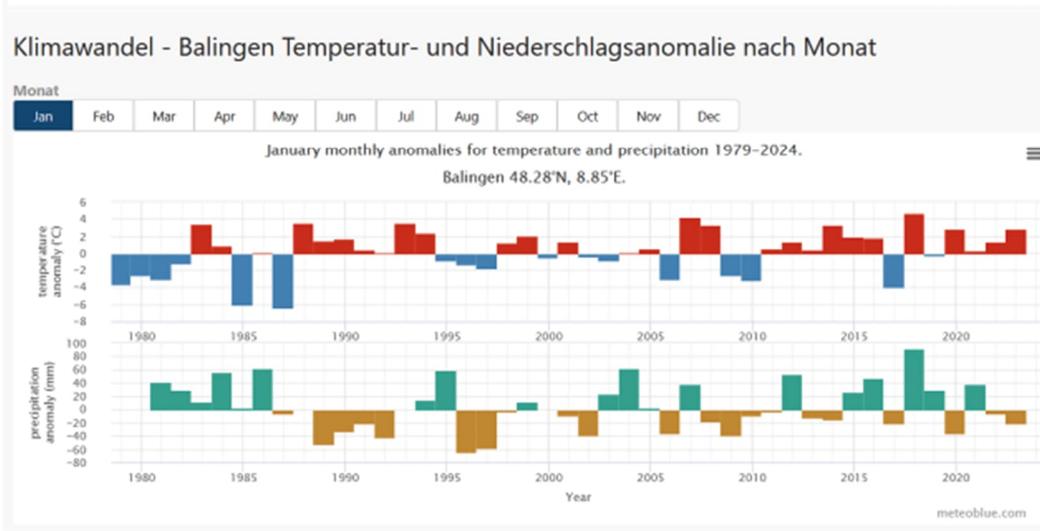
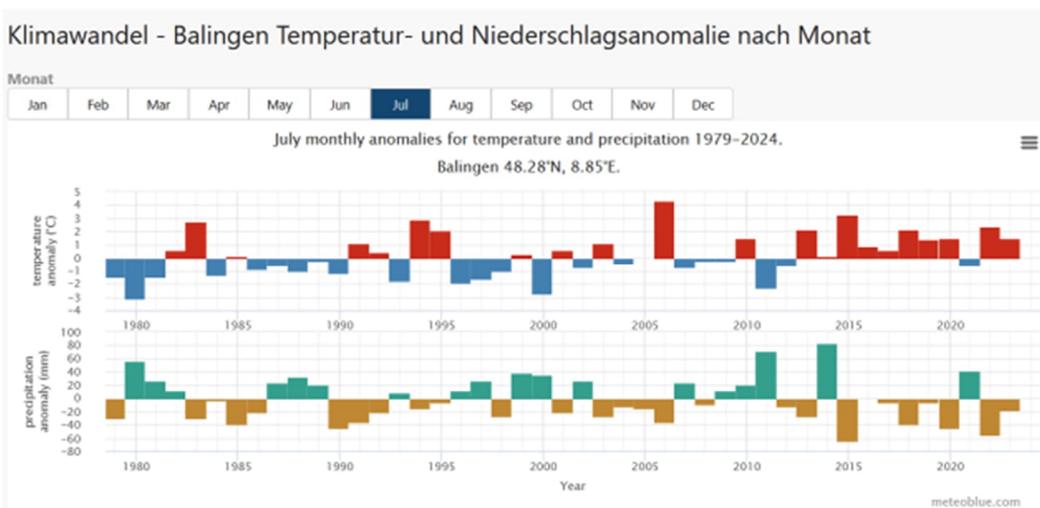
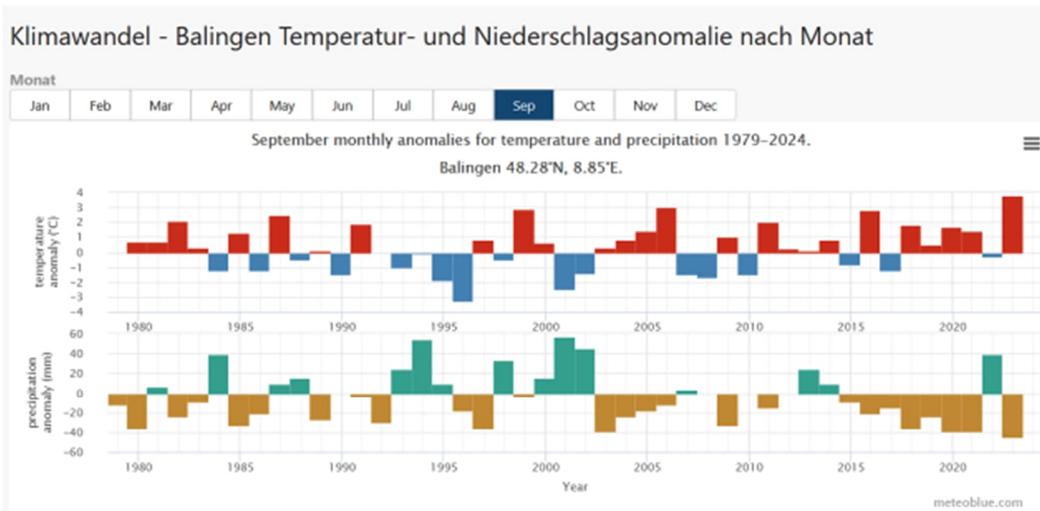


Abbildung 20: Niederschlagsanomalien nach Monaten, Meteoblue

3.9 VORFLUT/ EINLEITUNGSBESCHRÄNKUNG

Nächste Vorflut stellt die Eyach dar diese ist in diesem Bereich gering und etwas unterhalb mäßig verändert.

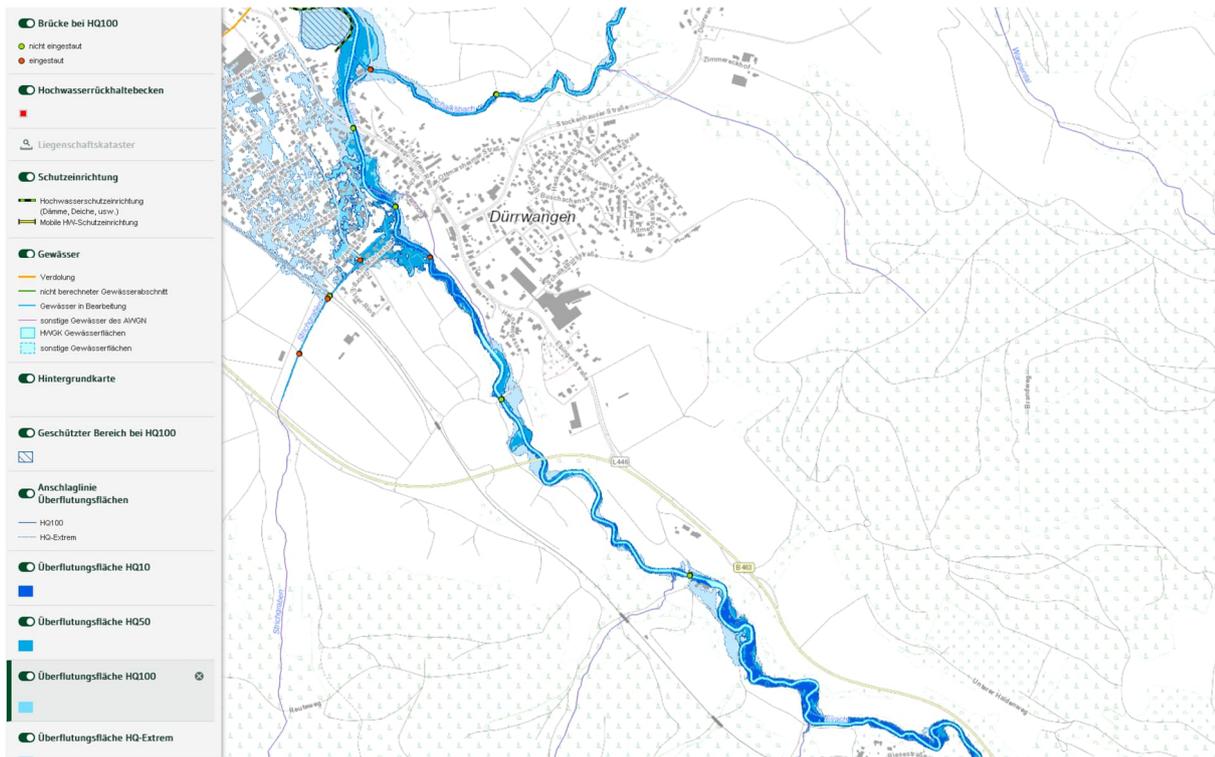


Abbildung 21: Hochwassergefahrenkarte, Kartendienst LUBW

Fluviale Einflüsse sind nicht zu erwarten, dies zeigt die Hochwassergefahrenkarte. Jedoch zeigt die weitere Grundlagenermittlung eine starke Beeinflussung durch pluviale Einflüsse (s. folgender Punkt Starkregenbetrachtung).

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 folgenden Formel berechnet:

$$Q_{dr} = A_E \times 0,1 \times r_{15,n=1}$$

Dies entspricht in unserem Fall mit $r_{15,1} = 124,4$ l/sxha einem Drosselabfluss von 12,4 l/sxha

Klinikum Areal $7,38 \text{ ha} \times 12,4 \text{ l/s} = 91,8 \text{ l/s}$

3.10 STARKREGENBETRACHTUNG

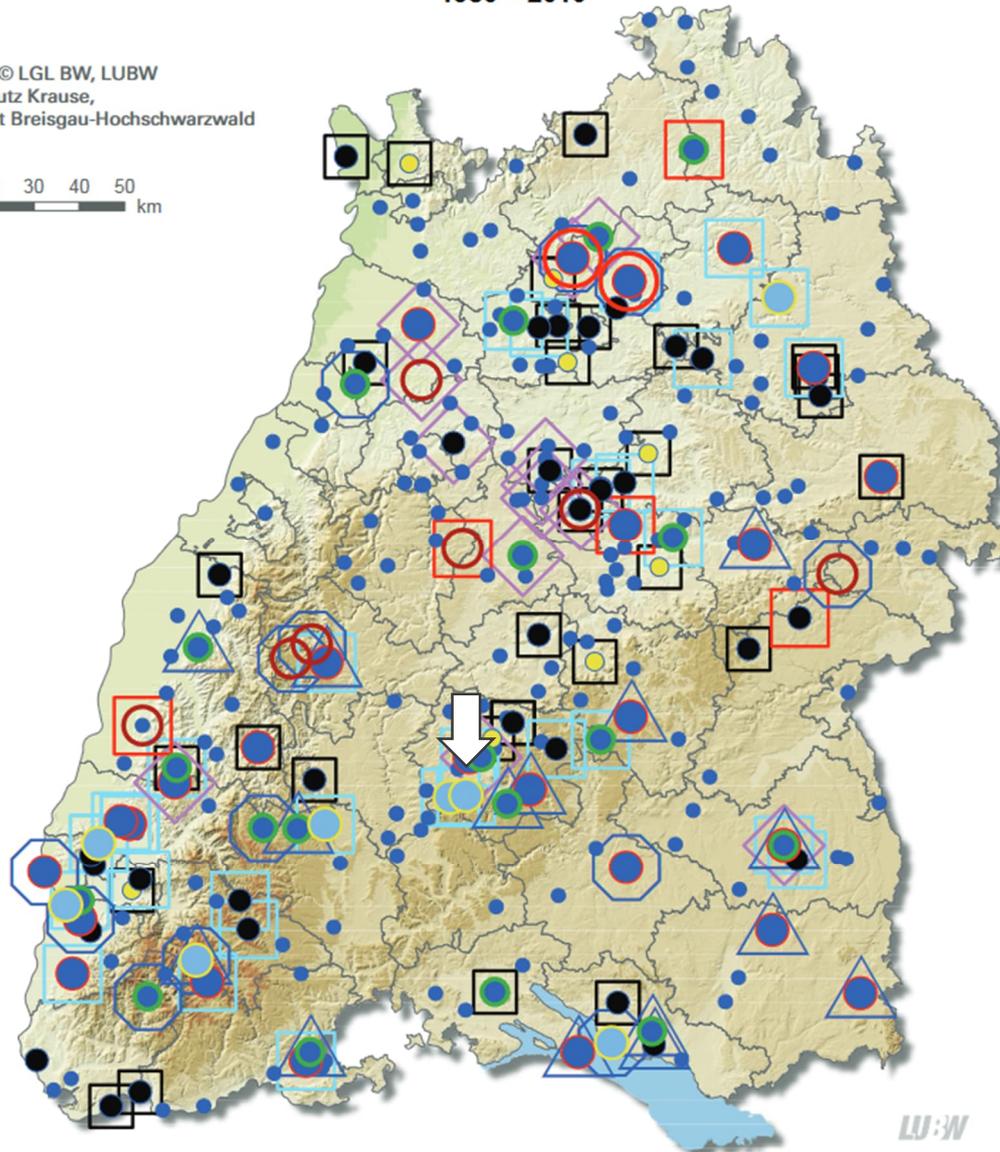
Starkregengefahrenkarten stellen die Gefahren durch Überflutung infolge starker Abflussbildung auf der Geländeoberfläche nach Starkregen dar. Sie zeigen die Fließwege des Oberflächenabflusses zum oberirdischen Gewässer auf.

Starkregenerereignisse in Baden-Württemberg

1980 – 2016

Grundlage: © LGL BW, LUBW
 Bildautor: Lutz Krause,
 Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald

0 10 20 30 40 50
 km



Niederschlagsmenge [mm]

- N-Menge unbekannt; Anzahl der Ereignisse (195)
- 0,1-20; Anzahl der Ereignisse (8)
- 20-40; Anzahl der Ereignisse (42)
- 40-60; Anzahl der Ereignisse (31)
- 60-80; Anzahl der Ereignisse (19)
- 80-100; Anzahl der Ereignisse (8)
- 100-120; Anzahl der Ereignisse (7)
- 120-125; Anzahl der Ereignisse (2)

Niederschlagsdauer [h]

- > 1 - 30 min; Anzahl der Ereignisse (33)
- >30 min bis 1 h; Anzahl der Ereignisse (33)
- ◇ > 1 h bis 2 h; Anzahl der Ereignisse (13)
- > 2 h bis 3 h; Anzahl der Ereignisse (5)
- △ > 3 h bis 12 h; Anzahl der Ereignisse (15)
- > 12 h bis 72 h; Anzahl der Ereignisse (13)

Abbildung 22: Starkregenerereignisse in Baden-Württemberg, LUBW

Die Übersichtskarte der Starkregenerereignisse in Baden-Württemberg von 1980 bis 2016 zeigt im groben lokalen Einzugsgebiet in der Nähe von Balingen eine Häufung von Ereignissen. In unmittelbarer Nähe gab es Ereignisse mit 40-60 mm Niederschlag in einem Zeitraum von mehr

als einer halben Stunde bis zu einer Stunde sowie von 60-80 mm in einem Zeitraum von mehr als einer Stunde bis zu zwei Stunden.

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 wichtiges 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. Zudem tragen diese Karten dazu bei, Schäden an Infrastruktur, Eigentum und Umwelt zu minimieren und die Sicherheit der Bevölkerung zu erhöhen. Letztendlich fördern sie eine nachhaltige und resilientere Entwicklung von Siedlungsgebieten in Balingen.

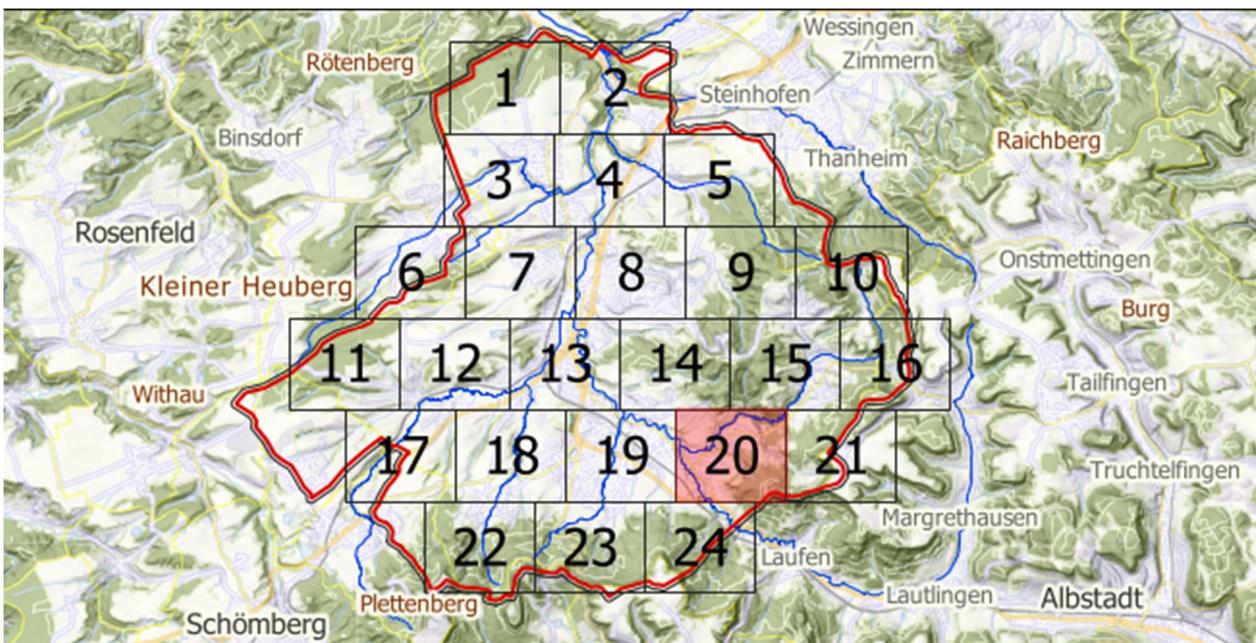


Abbildung 23: Übersicht Starkregengefahrenkarten, Ingenieurbüro Heberle

Bedingt durch die Kombination von verschiedenen abflussbestimmenden Faktoren können bei Starkregengefahrenkarten keine den Hochwassergefahrenkarten vergleichbaren Jährlichkeiten für die verschiedenen Szenarien (selten, außergewöhnlich, extrem) angegeben werden.

Um dennoch eine grobe Einordnung oder Vergleichbarkeit zu bekommen, werden unten die ungefähren statistischen Wiederkehrzeiten bei standardmäßigen Faktoren angegeben.

Für die Starkregengefahrenbetrachtung in Balingen wurden drei Szenarien gemäß den in Baden-Württemberg üblichen Kategorien betrachtet:

1. **Seltenes Ereignis:** Dieses Szenario umfasst Starkregenereignisse, die selten auftreten. Sie sind weniger häufig, aber dennoch wichtig zu berücksichtigen, da sie zu merklichen Überschwemmungen führen können. Solche Ereignisse treten statistisch gesehen etwa alle 10 bis 30 Jahre auf.
2. **Außergewöhnliches Ereignis:** Hierbei handelt es sich um Starkregenereignisse, die sehr selten vorkommen, jedoch intensiver und weitreichender sind als die seltenen Ereignisse. Diese Ereignisse können erhebliche Schäden verursachen und treten ungefähr alle 30 bis 50 Jahre auf.
3. **Extremes Ereignis:** Dieses Szenario betrachtet sehr seltene, aber extrem starke Starkregenereignisse, die nur etwa alle 100 Jahre oder seltener auftreten, da können in kurzer Zeit innerhalb einer Stunde auch mal 128mm fallen. Sie stellen die höchste Gefahrenstufe dar und erfordern umfassende Vorsorge- und Notfallstrategien, um die Bevölkerung und die Infrastruktur bestmöglich zu schützen.

Diese Szenarien ermöglichen es der Stadt Balingen, gezielte Maßnahmen für den Hochwasserschutz und die Notfallvorsorge zu entwickeln, um auf verschiedene Starkregenereignisse vorbereitet zu sein.



Abbildung 24: Überlagerung Starkregengefahrenkarte mit Planungsgebiet, Ingenieurbüro Heberle

Der Kontrollquerschnitt ID 91 liegt unmittelbar unterhalb des Planungsgebiets und bietet daher ideale Auskunft über einen möglichen Abfluss aus den drei Szenarien, der unmittelbar das Projektgebiet durchfließt.

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 m^3 (siehe folgende Abbildung).

Außergewöhnliches Ereignis: Bei einem außergewöhnlichen Ereignis beträgt der Spitzenabfluss $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ und die Abflusssumme 10.377 m^3 .

Extremes Ereignis: Bei einem extremen Ereignis kommt es sogar zu einem Spitzenabfluss von über $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ($10,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Die Abflusssumme wurde für dieses Szenario nicht angegeben.

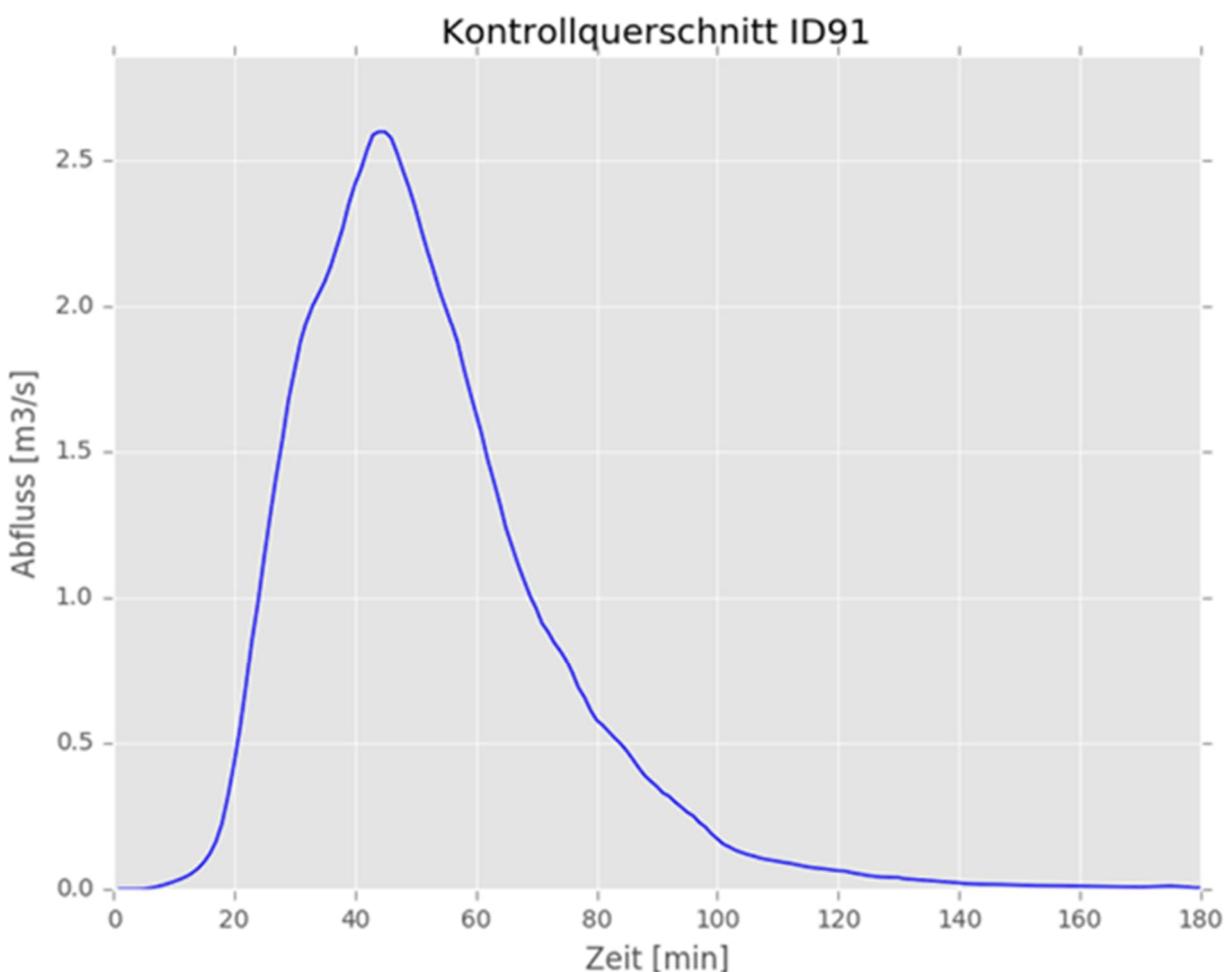


Abbildung 25 Diagramm Abflussgeschehen ID91 seltenes Ereignis Ing. Heberle

Das Ingenieurbüro Langenbach hat für diesen Bereich (Kontrollquerschnitt ID 90 und ID 91) bereits ein Rückhaltegedanke /-konzept mit Drosselung erarbeitet. Diese erste Idee wurde der Stadt Balingen bereits präsentiert, jedoch noch nicht weiter abgestimmt.

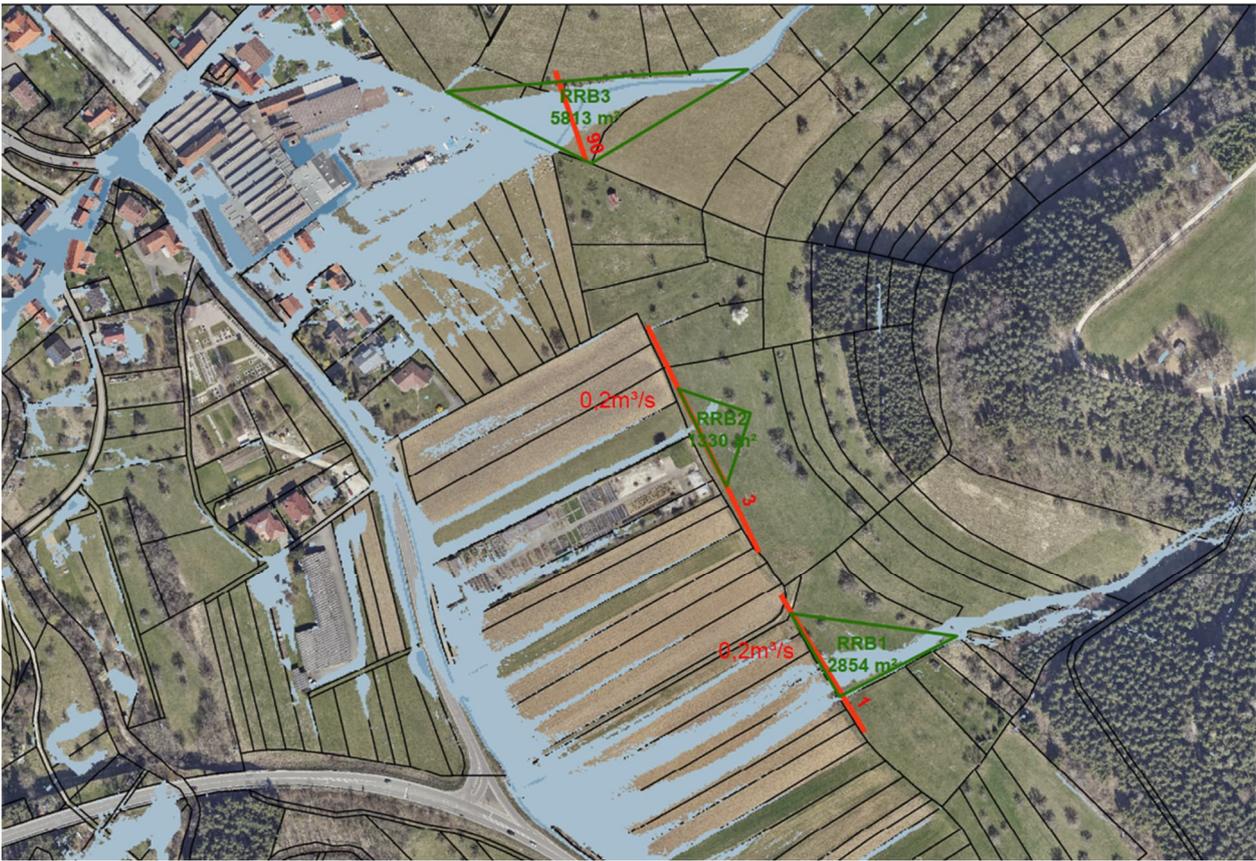


Abbildung 26: Übersicht der Planung, Ingenieurbüro Langenbach

Für das Projektgebiet ist vor allem der angelegte Querschnitt 1 der direkt oberhalb des Projektgebietes befindet von Bedeutung, sowie am Rande Querschnitt 3, der sich direkt oberhalb der bestehenden Baumschule befindet. Beide Querschnitte sollen nach dem ersten Konzept auf etwa 200 l/s gedrosselt werden, was einer kleinstmöglichen Regenwasserhaltung DN300 mit etwa 3,9 % Gefälle entspricht (siehe folgender Auszug der Tabelle). Das erforderliche Rückhaltevolumen wurde mit dem einfachen iterativen Verfahren nach DWA-A 117 ermittelt.

Drosselleitung	DN300
Gefälle	3,9
Drosselung Außengebiet	0,2
Drosselung Klinikum	0,2
Zuschlagsfaktor f_z (Tabelle 2):	1,20
Abminderungsfaktor f_A (Bild 3):	1,00

Das erforderliche Speichervolumen

RRB1 Klinikum	3000,00 m ³
RRB2 Klinikum	500,00 m ³
RRB3 Außengebit	7100,00 m ³

Max Abfluss	3,145	2,95	1,72	1,52	0,57	0,37
Summe Abfluss	7077,00	7083,50	3306,94	2959,02	953,98	498,35

Zeitschritt	Querschnitt 90		Querschnitt 1		Querschnitt 3	
	Abfluss	Abfluss minus Drosselung	Abfluss	Abfluss minus Drosselung	Abfluss	Abfluss minus Drosselung
Min	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0,000011	0	0	0
6	0	0	0,001168	0	0	0
7	0	0	0,001783	0	0,000001	0
8	0	0	0,00292	0	0,000001	0
9	0,001	0	0,004347	0	0,000023	0
10	0,005	0	0,011201	0	0,000023	0
11	0,022	0	0,034375	0	0,004149	0
12	0,079	0	0,053331	0	0,005117	0
13	0,148	0	0,074839	0	0,015188	0
14	0,274	0,074	0,093029	0	0,03086	0
15	0,413	0,213	0,110396	0	0,063154	0
16	0,578	0,378	0,134295	0	0,110538	0
17	0,698	0,498	0,196319	0	0,145316	0
18	0,864	0,664	0,245692	0,045692	0,197273	0
19	1,012	0,812	0,276759	0,076759	0,224578	0,024578
20	1,174	0,974	0,515119	0,315119	0,284136	0,084136
21	1.311	1.111	0.783407	0.583407	0.328614	0.128614

Abbildung 27: Auszug Berechnung, Ingenieurbüro Langenbach

3.11 KANALPLANUNG STADT BALINGEN

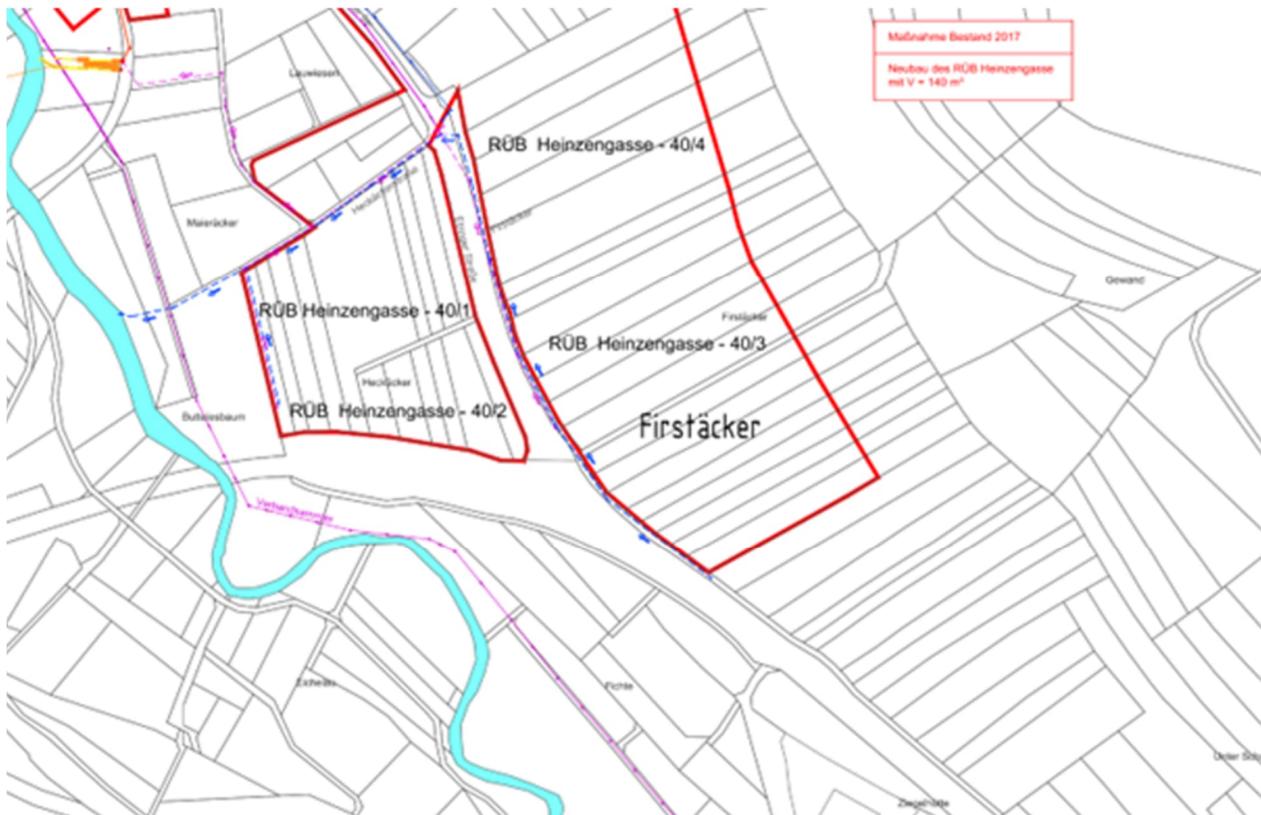


Abbildung 28: Übersicht Planung Stadt Balingen

Es gibt bereits erste Planungen zur Entlastung des Kanalnetzes mit dem Bau des neuen Regenüberlaufbeckens (RÜB) Heinzengasse mit einem Volumen von 140 m³. Dabei sind bereits Teilflächen des Projektgebiets berücksichtigt. Diese notwendigen technischen Überlegungen sind im vertiefenden Regenwasserkonzept mit der Stadt abzustimmen und können gegebenenfalls geringer ausfallen oder entlastend wirken.

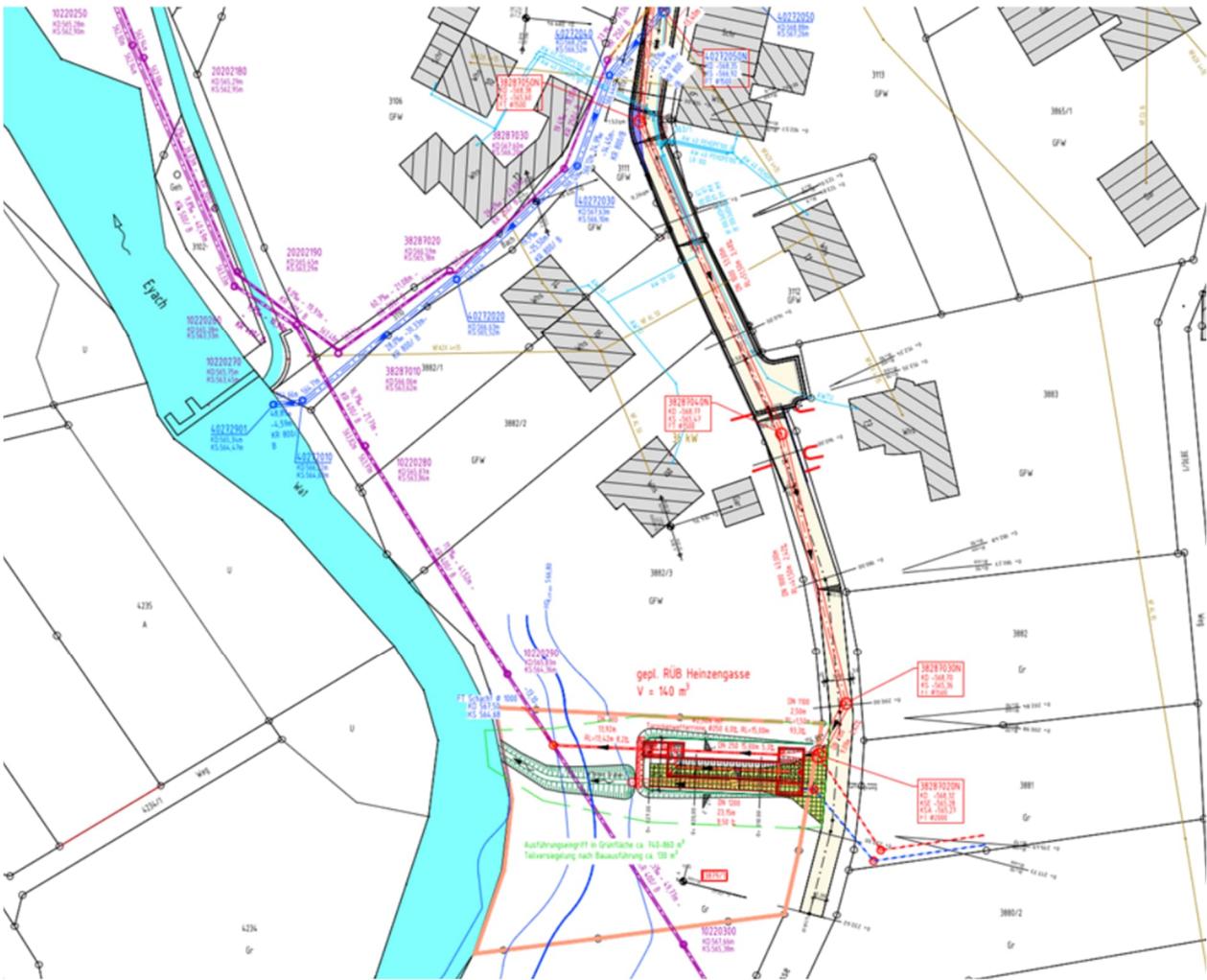
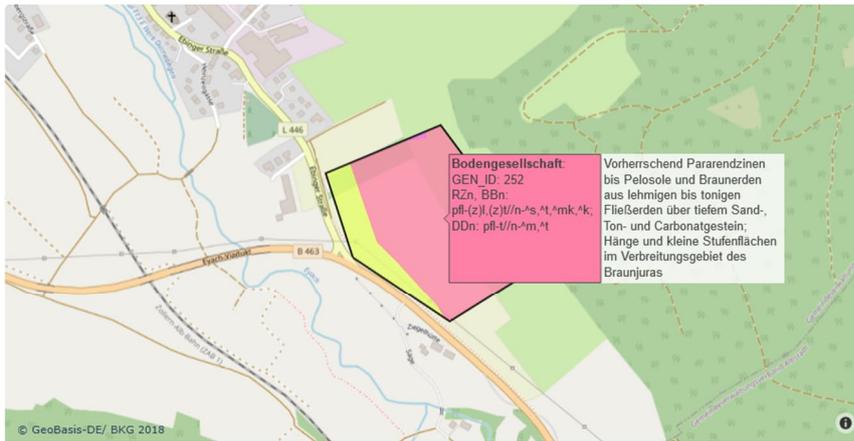


Abbildung 29: Lageplan Planung Kanalentlastung Stadt Balingen

3.12 NATÜRLICHE WASSERHAUSHALTSBILANZ

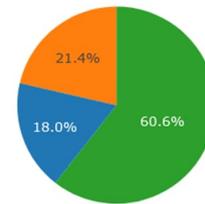


NatUrWB-Referenz

Für jedes dieser Bodenprofile wurden Wasserbilanz-Simulationen mit [RoGeR WB_1D](#) durchgeführt. Für die Landnutzung wurde in der jeweiligen Naturraumeinheit nach den nicht urbanen Landnutzungen auf dem gleichen Boden gesucht. Die Modell-Ergebnisse wurden anschließend mit dieser Verteilung gewichtet gemittelt. Daraus ergibt sich der NatUrWB-Referenzwert, also die Wasserbilanz, die ohne urbane Eingriffe vorherrschen würde. (Die Verteilung der angenommenen Landnutzungsverteilung ist weiter unten einzusehen.)

Anbei wurden die Hauptkomponenten der Wasserbilanz dieses NatUrWB-Referenzwertes grafisch als Tortendiagramm dargestellt. Dieses zeigt welcher Anteil des Niederschlags verdunsten (61 %), abfließen (18 %) bzw. dem Grundwasser zufließen (21 %) sollte, damit dieses Gebiet einen naturnahen Wasserhaushalt aufweisen würde. Diese Werte sollten demnach angestrebt werden, um den städtischen Wasserhaushalt wieder in einen naturnahen Zustand zu führen.

NatUrWB Referenz



- Evapotranspiration (ET)
- Grundwasserneubildung (GWNB)
- Abfluss (Q)

Abbildung 30: Lageplan natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB

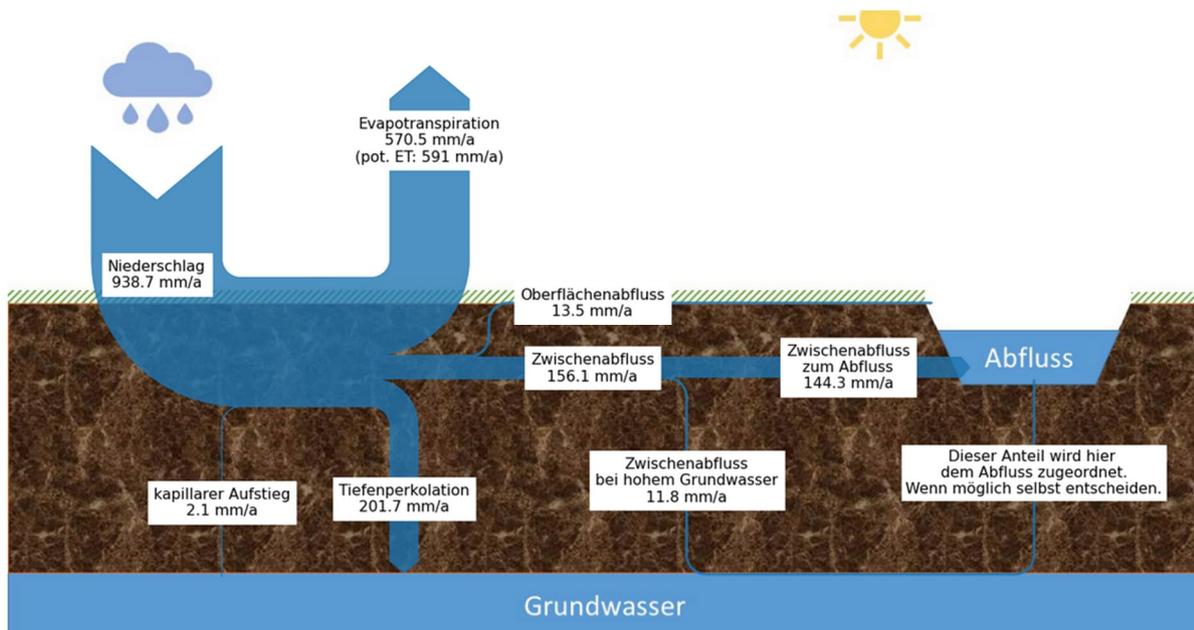


Abbildung 31: Abfluss-Sankey-Diagramm, NatUrWB

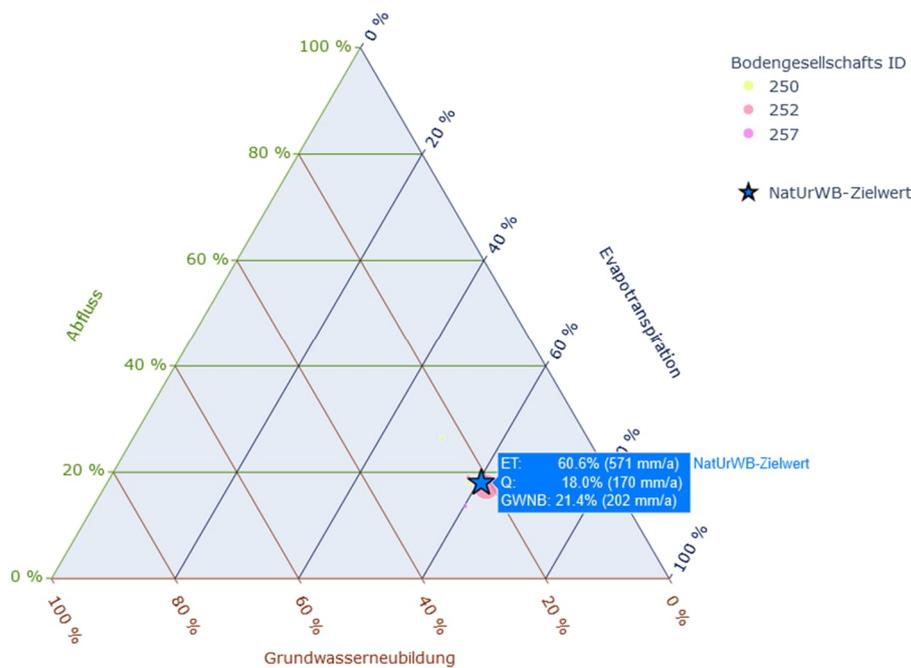


Abbildung 32: Spannungsdreieck natürliche Wasserhaushaltsbilanz, NatUrWB

Die hypothetische natürliche Wasserhaushaltsbilanz zeigt das Verhältnis im Spannungsdreieck von Abfluss, Grundwasserneubildung und Evapotranspiration. Dieses Verhältnis wird als Zielwert angesehen. Dabei liegt die Verdunstung bei über 60 %, die Versickerung ebenfalls etwas über 20 % und der Abfluss bei etwas unter 20 %.

3.13 SCHWÄCHEN UND POTENZIALE

Die Grundlagen stellen die wichtigen Rahmenbedingungen für das Regenwasserkonzept dar. Sie zeigen Schwächen und Potenziale auf. An dieser Stelle soll eine erste Einschätzung der Gesamtsituation erfolgen. Durch die Rahmenbedingungen liegt der Schwerpunkt bei der Verdunstung und Rückhaltung sowie dem gedrosselten Abfluss. Eine hauptsächlich und gezielte Versickerung und Grundwasserneubildung nach DWA A138 ist bei diesem kf-Wert und Grundwasserstand schwieriger, soll jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Was auf der einen Seite eine Schwäche darstellt, ist auf der anderen Seite eine Stärke, wie beispielsweise der hohe Grundwasserspiegel. Während der hohe Grundwasserspiegel eine Herausforderung für die Grundwasserneubildung darstellt kann er gleichzeitig Vorteile bieten für die Wasserversorgung der Vegetation.

Dadurch spielt die Erhöhung der Temperatur und der damit verbundene erhöhte Wasserbedarf der Vegetation sowie die Verschiebung der Niederschläge in unserem Projektgebiet nicht so eine große Rolle wie anderswo in Deutschland. Zwar ist die nutzbare Feldkapazität nur mittelmäßig, jedoch hat die höhere Vegetation die Möglichkeit des Grundwasseranschlusses und kann sich dabei bedienen, um dies etwas auszugleichen. Somit liegt der Schwerpunkt auf dem

Geländeniveau beim Entwässern und nicht bei der langfristigen Speicherung und Bewässerung der Pflanzen. Bei den Dachflächen sieht dies wiederum anders aus.

Die Hauptaufgabe der Entwässerung liegt nicht im eigenen Gebiet. Aufgrund der Hanglage Richtung Süden lässt sich dieses Gebiet sehr gut gedrosselt und kontrolliert in die nächste Vorflut entwässern. Die anfallenden Regenmengen im eigenen Gebiet sind auch nicht allzu hoch. Die größere Herausforderung besteht vielmehr in der Bewältigung der Regenmengen, die durch die Hanglage oberhalb aus den angrenzenden Einzugsgebieten anfallen. Es gibt zwar keine fluvialen Risiken seitens der Eyach, jedoch beträchtliche pluviale Einflüsse aus den höherliegenden angrenzenden Gebieten. Dabei handelt es sich nicht nur um den direkten Oberflächenabfluss bei eventuellen regionalen Starkregenereignissen, sondern auch um zeitlich verzögerte Einwirkungen durch das Grundwasser.

Dies zeigte sich eindrücklich dieses Jahr durch das sehr nasse Frühjahr/Frühsummer. Dies führte dazu, dass die ursprünglichen Messungen die knapp unterhalb der Geländeoberfläche waren aufgrund des anhaltenden erhöhten Niederschlags sogar zu artesisch gespannten Situationen im Grundwasserleiter führten, wodurch das Wasser aus den Bohrmessstellen quoll. So wird doch gerade für Baumpflanzungen dieser Zustand wieder zu einem Problem. Die Landschaft bietet uns gestalterisch einzigartige Möglichkeiten, das Regenwassermanagement einzubinden.

4 REGENWASSERKONZEPT

4.1 ERSTEINSCHÄTZUNG

Um den Zielbereich von etwa 60% Verdunstung zu erreichen, müssen zu den klassischen Bausteinen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wie Regenrückhaltebecken, Mulden oder Rigolen weitere Bausteine kombiniert werden. Betrachtet man die Wasserbilanz von klassischen Elementen der Regenwasserbewirtschaftung wie beispielsweise die Muldenversickerung, erkennt man schnell, dass die Verdunstungsleistung je nach Regenereignis bei gerade einmal 14-22% liegt. Wir streben jedoch eine Verdunstungsrate von 60% an.

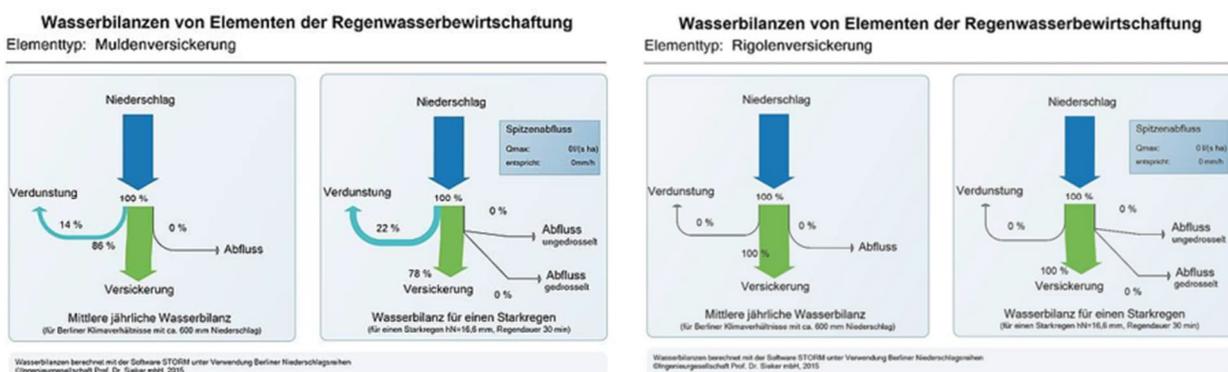


Abbildung 33: Wasserbilanzen von Elementen der Regenbewirtschaftung

Die Entwässerung muss zu jeder Jahreszeit funktionieren. Dieses Zusammenspiel und die Vernetzung von Abflussvermeidungsmaßnahmen soll dieses Grobkonzept aufzeigen.

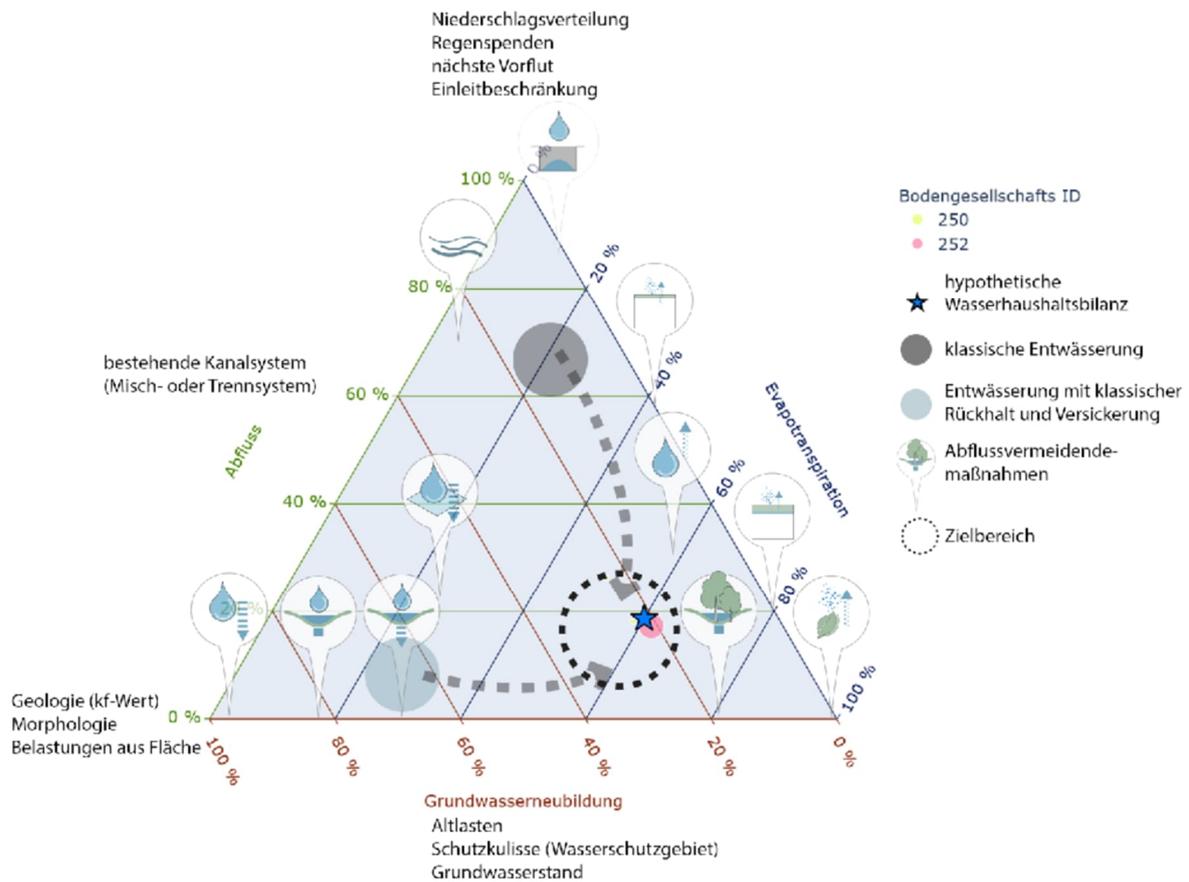


Abbildung 34: Spannungsdreieck mit Elementen der Regenwasserbewirtschaftung

Weitere Bausteine zur klassischen Rückhaltung und Versickerung durch Mulden, Mulden-Rigolen oder Rigolen stellen wasserdurchlässige Beläge dar. Diese führen zu einem geringeren Versiegelungsgrad und dem daraus resultierenden Abfluss. Dieser Baustein unterstützt gleichzeitig die Grundwasserneubildung und ist daher im Spannungsdreieck auf der linken Seite bei den Versickerungsanlagen einzuordnen.

Ein wichtiger Baustein stellt die Dachbegrünung dar. Diese reduziert ebenfalls den Abfluss, wobei das zurückgehaltene Wasser nicht versickert, sondern verdunstet. Selbst extensive Dächer (Substratstärke um 10 cm) haben Abflussbeiwerte um 0,5, das bedeutet, dass etwa 50% zurückgehalten werden. Da dies nicht versickert, verdunstet das Wasser über die Benetzung der Substrate und die aktive Verdunstung der Pflanzen. Eine intensive Dachbegrünung mit zusätzlichem Wasserreservoir (Dauerstau im Retentionsdach) führt selbst bei langanhaltender Trockenheit zu einem Wasserdargebot und aktiver Verdunstung. So kann je nach

Jahresniederschlag eine deutlich höhere Verdunstungsleistung erzeugt werden, die weit über 60% hinausgeht.

Ein weiterer Baustein auf Geländeneiveau sind offene Wasserflächen. Die Verdunstungsleistung kann je nach Tiefe, Solareinstrahlung und Windexponiertheit stark variieren.

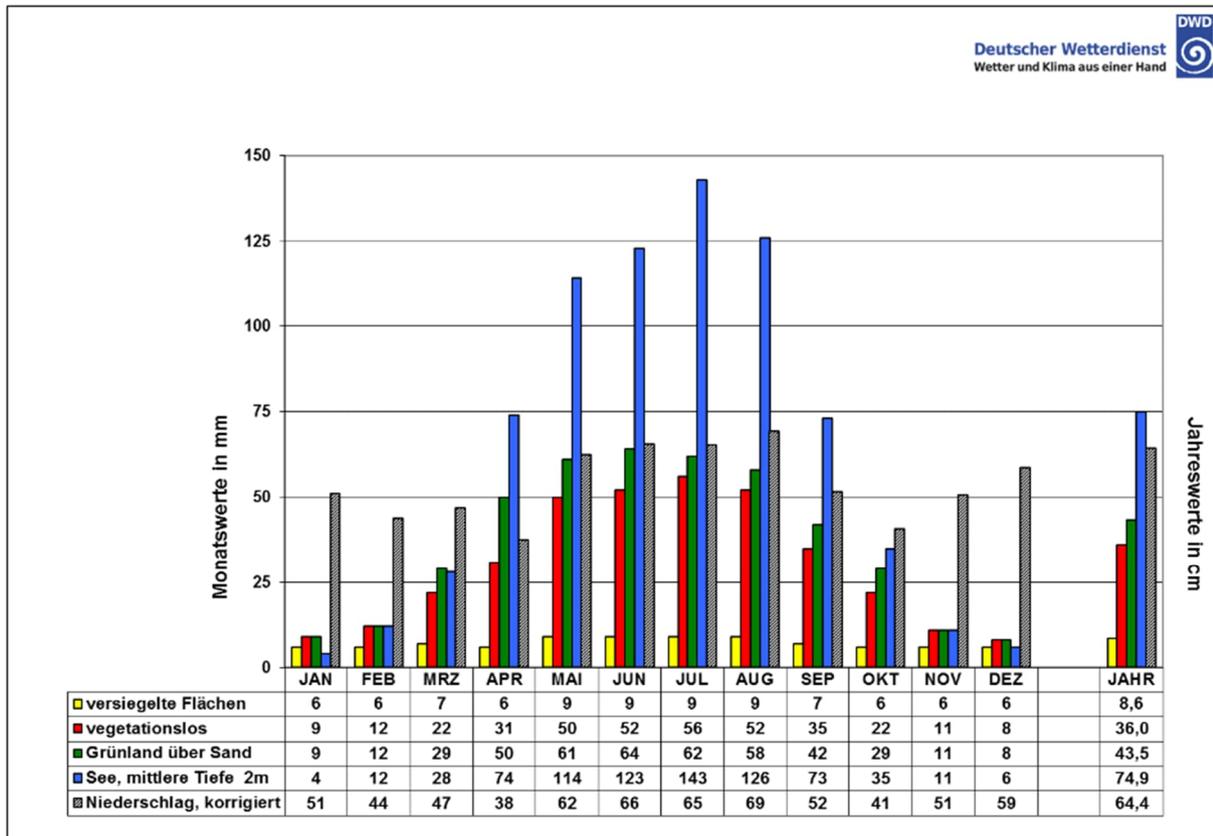


Abbildung 35: Verdunstungsleistungen verschiedener Vegetationsformen Musterstadt, DWD

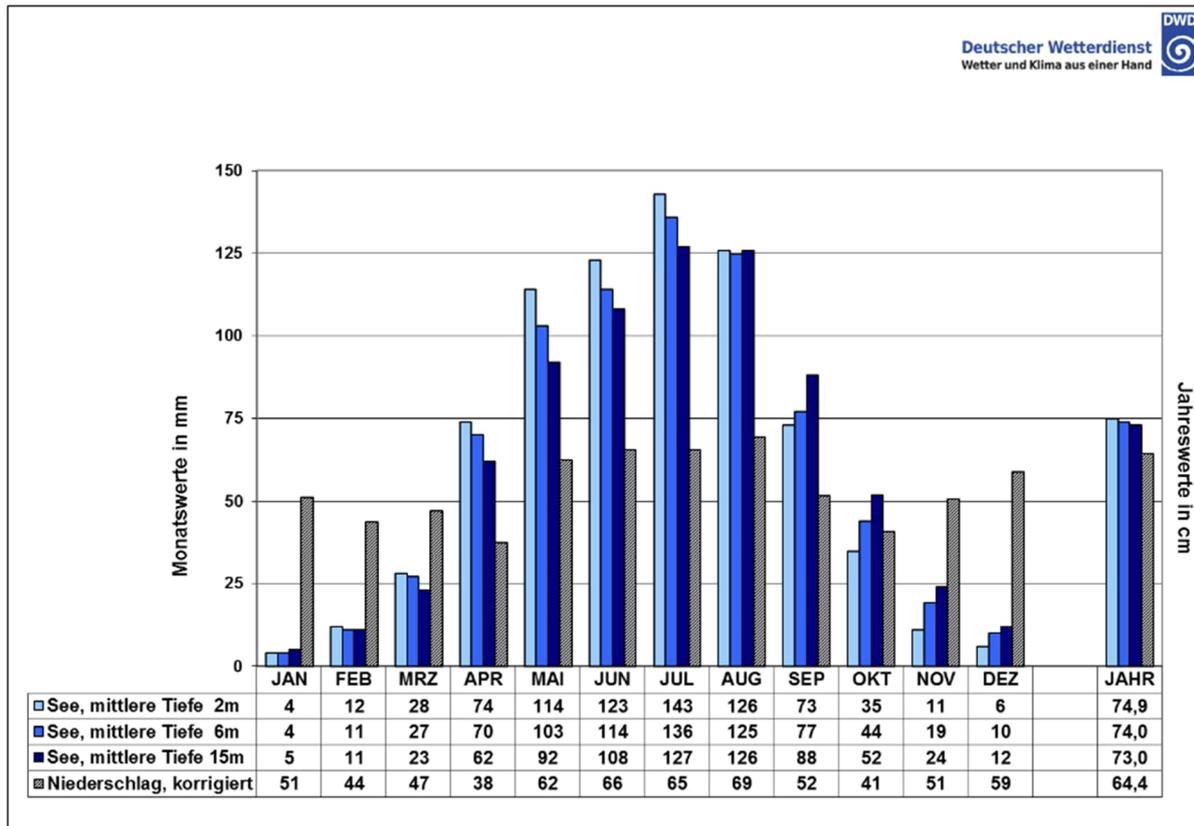


Abbildung 36: Verdunstungsvergleich verschiedener Wassertiefen Musterstadt, DWD

Die Gewässerverdunstung nimmt eine Sonderstellung ein. Sie kann sowohl als potentielle als auch als tatsächliche Verdunstung interpretiert werden. Auf die Höhe der Verdunstung einer Gewässerfläche wirkt neben den meteorologischen Bedingungen das thermische Verhalten des Wasserkörpers ein, das von der Tiefe und der Windexposition des Gewässers abhängig ist.

Eine erhöhte Verdunstungsleistung bieten temporär oder langfristig eingestaute Bereiche mit hoher Vegetation, von Bäumen bis hin zu aktiven Verdunstungsbeeten. Studien zeigen, dass Schilf- und Seggenformen bis zu 2.000 mm/a verdunsten können, was dem Doppelten des Jahresniederschlags in dieser Region entspricht. Hinzu kommt gerade bei Bäume eine beträchtliche Interzeptionsrate bei dem Niederschläge (Regen, Schnee oder Nebel) von Pflanzenoberflächen wie Blättern, Ästen und Stämmen aufgefangen werden, bevor sie den Boden erreichen. Diese aufgefangene Wassermenge kann entweder verdunsten oder als Tropfwasser (durch Abtropfen oder Abwaschen) zur Bodenoberfläche gelangen. Interzeption spielt eine wichtige Rolle im Wasserkreislauf, da sie die Menge des direkt auf den Boden treffenden Niederschlags reduziert und somit den Oberflächenabfluss mindern kann.

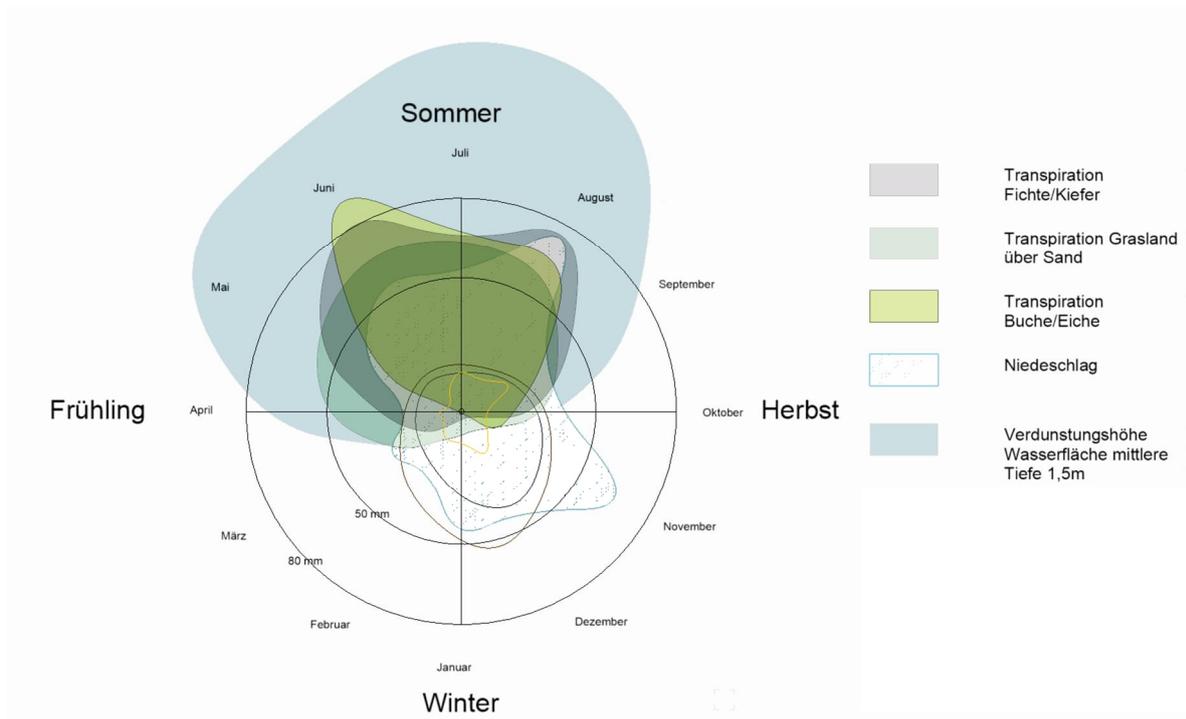


Abbildung 37: Vergleich verschiedener Vegetationsformen des Niederschlags Berlin Hasenheide, Planstatt Senner

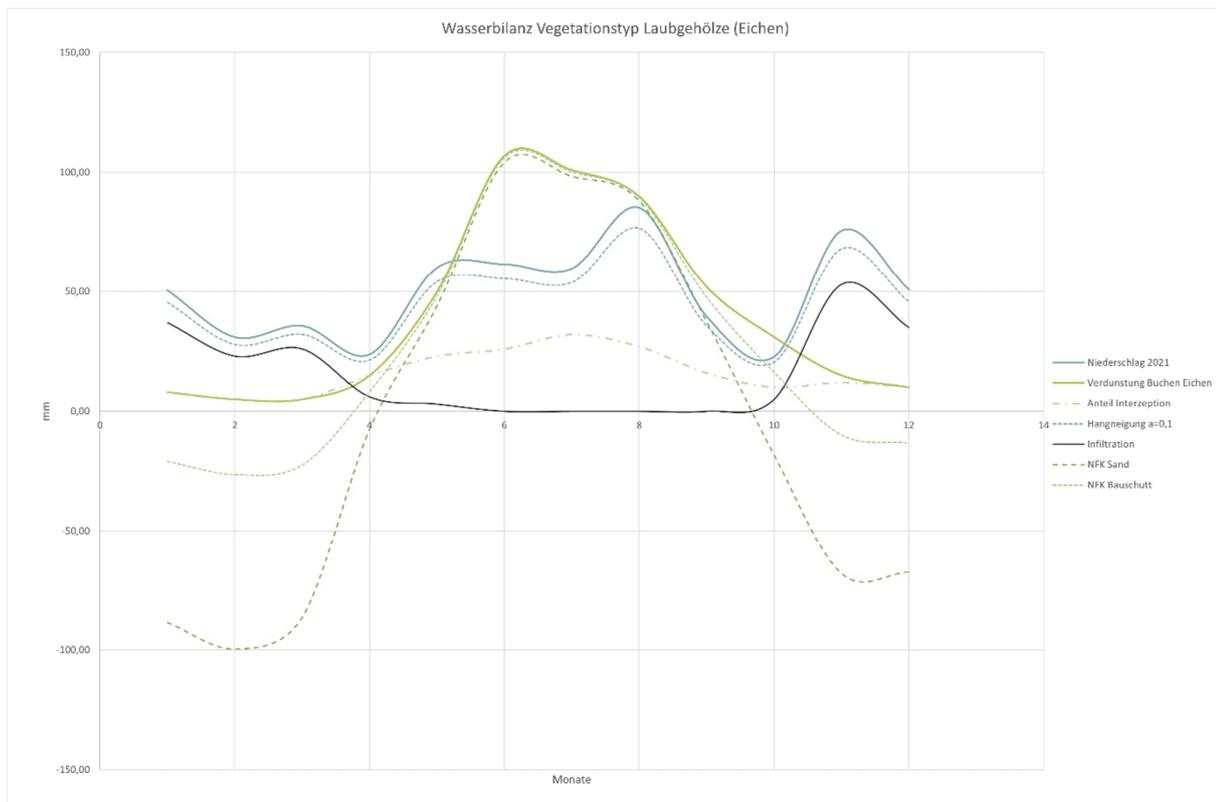


Abbildung 38: Wasserbilanz Vegetationsform Laubgehölze Berlin Hasenheide, Planstatt Senner

Diese zusätzlichen Maßnahmen und Bausteine helfen dabei, den gewünschten Verdunstungsanteil zu erreichen und gleichzeitig eine effiziente und nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung sicherzustellen.

4.2 BESCHREIBUNG DER FREIANLAGEN

Die Grundidee der Gestaltung ist inspiriert von der umgebenden Landschaft der Schwäbischen Alb. Diese ist gegliedert aus dem Albtrauf mit seiner 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. In der Variante 1 spiegeln die Dachterrassen zwischen den Gebäuden 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. Am tiefsten über eine leicht geschwungene Zufahrtsstraße wird die Klinik erschlossen. Der Großteil der PKWs wird jedoch noch vor der Abfahrt zum Vorplatz zum Parkhaus geleitet, von wo aus die Besucher das Klinikum zu Fuß erreichen. 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 Krankenwagen. 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.

4.3 ABFLUSSWIRKSAME FLÄCHEN (ABFLUSSBEIWERTVERFAHREN)

Das Abflussbeiwert-Verfahren ist ein wesentliches Instrument zur Abschätzung des Oberflächenabflusses von Niederschlägen. Es verwendet Abflussbeiwerte, die den Anteil des Niederschlags angeben, der als Oberflächenabfluss abfließt, im Vergleich zu dem Anteil, der versickert oder verdunstet. Diese Abflussbeiwerte variieren je nach Art der Oberfläche und deren Versiegelungsgrad. Beispielsweise haben versiegelte Flächen wie Asphalt oder Beton höhere Abflussbeiwerte, während unversiegelte Flächen wie Wiesen oder Wälder niedrigere Werte aufweisen. Der Oberflächenabfluss wird durch die Multiplikation des Abflussbeiwerts mit der

Niederschlagsmenge und der Einzugsgebietsfläche berechnet. Ein erster Schritt in der Planung und Berechnung ist die Auseinandersetzung mit verschiedenen Möglichkeiten und daraus resultierenden Abflussbeiwerten.

Das Verfahren wird benötigt, um den Abfluss von Niederschlägen zu modellieren, Überschwemmungsrisiken abzuschätzen, Entwässerungssysteme zu dimensionieren und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung zu planen. Insgesamt bietet das Abflussbeiwert-Verfahren eine einfache und praktikable Methode zur effektiven Verwaltung des Oberflächenabflusses in urbanen und ländlichen Gebieten.

Wir gehen von oben nach unten die derzeit geplanten Flächen durch. Die obersten Dachbereiche werden, wo möglich, mindestens mit einer extensiven Dachbegrünung versehen, die sich ideal mit PV-Anlagen kombinieren lässt und somit den Abfluss auf einen Abflussbeiwert von 0,5 reduziert. Tieferliegende, begehbare Dachflächen werden intensiv begrünt als Dachgärten mit Aufenthaltsqualität und einem Gesamtabflussbeiwert von 0,3-0,4. Die Hauptzufahrtswege sind derzeit aus nutzungstechnischer Sicht in Asphalt (Abflussbeiwert 0,9) ausgebildet. Nebenwege und -flächen werden mit Pflaster bis hin zu Pflaster mit offenen Fugen für untergeordnete Wegeführungen, z.B. auch Feuerwehrumfahrungen, gestaltet. In der folgenden Tabelle sind diese Werte für die ersten Berechnungsansätze zusammengeführt.

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0	3.769	1,00	3.769
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0			
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5	7.316	0,50	3.658
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3	3.898	0,30	1.169
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9	6.003	0,90	5.403
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75	1.895	0,75	1.421
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5	777	0,50	389
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	mittleres Gelände: 0,1 - 0,2	50.158	0,20	10.032
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			
Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]		73.816		
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]		25.841		
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]		0,35		

Abbildung 39: Abflusswirksame Flächen nach DWA-A 138, Planstatt Senner

4.4 BERECHNUNGEN

Nach der ersten Einschätzung und Gewichtung der einzelnen Bausteine wird in unserem Regenwasserkonzept nicht nur frühzeitig eine Berechnung der Anlage nach DWA-A 138, sondern auch eine Berechnung zur Überflutungsbetrachtung durchgeführt. Wir sind der Meinung, dass mit dieser ersten Zahl die Planungsaufgabe beginnt: Wie und wo kann das Volumen schadfrei eingestaut werden, oder wo muss nachjustiert werden, damit es nicht zu einem Abfluss kommt.

Da es sich um kritische Infrastruktur handelt, wird die Überflutungsbetrachtung mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 100 Jahren durchgeführt. Im Projektgebiet soll der schadfreie

Verbleib des Wassers eines hundertjährigen Ereignisses nachgewiesen werden. Unsere Berechnung ist nicht vollständig DIN 1986-100 konform, da die Formeln 20, 21 und 22 nur bis zu einer statistischen Wiederkehrzeit von 10 Jahren verwendet werden dürfen. Wir berechnen den Retentionsraum mit der DWA-A 117, in unserem Fall mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 100 Jahren. Dies führt erfahrungsgemäß zu leicht erhöhten Rückhalträumen, was sich jedoch als vorteilhaft für die Planungssicherheit im Planungsprozess erwiesen hat.

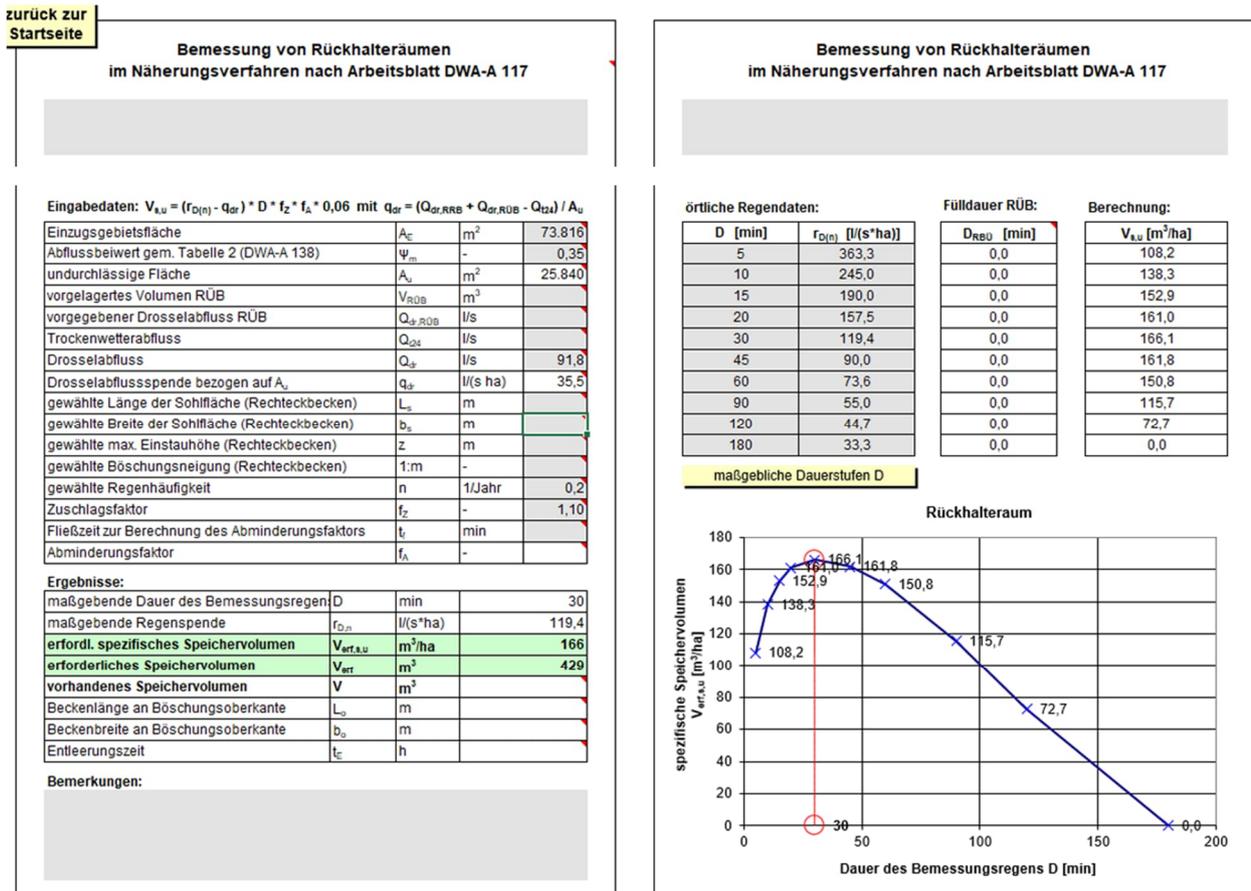


Abbildung 40: Bemessung erforderliches Speichervolumen nach DWA-A 117 $T=5a$, Planstatt Senner

Die erste Bemessung des Rückhalterausms findet für das Gesamtsystem statt; eine detaillierte Betrachtung einzelner kleiner Einzugsgebiete und deren Unterteilung erfolgt im vertiefenden Regenwassererkenntnis. Die erste Berechnung des Rückhalterausms mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 5 Jahren und der vorgegebenen Gesamtdrosselmenge von 91,8 l/s ergibt ein Rückhaltevolumen nach dem Einfachverfahren DWA-A 117 von 429 m³.

Bei einem möglichen Starkregenereignis mit einem Abflussbeiwert von 1, einer Dauer von 5 Minuten und einer statistischen Wiederkehrzeit von 5 Jahren wäre der direkte Abfluss (937 l/s)

zehnmal größer als der angegebene Drosselabfluss von 91,8 l/s.

zurück zur Startseite

**Bemessung von Rückhalteräumen
im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117**

Auftraggeber:

Rückhalteraum:

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RUB} - Q_{Z24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m ²	73.816
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,35
undurchlässige Fläche	A_u	m ²	25.840
vorgelagertes Volumen RÜB	V_{RUB}	m ³	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RUB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{Z24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	91,8
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	35,5
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	f_m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,10
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	60
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	133,3
erfordl. spezifisches Speichervolumen	$V_{ert,s,u}$	m³/ha	387
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	m³	1001
vorhandenes Speichervolumen	V	m ³	
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	
Entleerungszeit	t_E	h	

Bemerkungen:

**Bemessung von Rückhalteräumen
im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117**

Auftraggeber:

Rückhalteraum:

örtliche Regendaten:		Fülldauer RÜB:		Berechnung:	
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]	D_{RUB} [min]		$V_{s,u}$ [m ³ /ha]	
5	656,7	0,0		205,0	
10	443,3	0,0		269,1	
15	344,4	0,0		305,8	
20	285,0	0,0		329,3	
30	216,7	0,0		358,7	
45	163,3	0,0		379,5	
60	133,3	0,0		387,2	
90	99,8	0,0		381,8	
120	81,1	0,0		360,9	
180	60,5	0,0		296,7	

maßgebliche Dauerstufen D

Rückhalteraum

Dauer des Bemessungsregens D [min]	spezifische Speichervolumen $V_{ert,s,u}$ [m ³ /ha]
5	205,0
10	269,1
15	305,8
20	329,3
30	358,7
45	379,5
60	387,2
90	381,8
120	360,9
180	296,7

Abbildung 41: Bemessung erforderliches Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a, Planstatt Senner

Bei gleichen Eingangsparametern, jedoch mit einer Regenspende mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 100 Jahren, ergibt sich ein erforderlicher Rückhalteraum von 1.001 m³. Um die Bedeutung der beiden Bausteine Dachbegrünung und wasserdurchlässigere Beläge für das notwendige Rückhaltevolumen nach DWA-A 117 einordnen zu können: Ohne Gründach und wasserdurchlässige Flächen wäre die abflusswirksame Fläche nicht knapp 26.000 m², sondern knapp 33.000 m². Dies würde zu einem benötigten Rückhaltevolumen von 1.400 m³ führen.

Durch die Implementierung der beiden Bausteine wird somit ein Rückhaltevolumen von mehr als 400 m³ eingespart, was etwa einem Drittel des erforderlichen Gesamtvolumens entspricht.

Als Berechnungsgrundlage werden die aktuellen DWD-KOSTRA-Daten 2020 zugrunde gelegt. Es gibt derzeit etwa knapp 16.000 datenbelegte Rasterfelder bei aktuell etwa 1.900 Mess- und Datenstationen. Diese Informationen werden über die einzelnen Rasterfelder interpoliert.

Dadurch beinhalten die Daten zusätzlich zur Regenspende für jede Dauer und statistische Wiederkehrzeit einen Prozentsatz einer möglichen örtlichen Unsicherheit.

Die örtliche Unsicherheit wird in Form eines Plus-Minus-Prozentsatzes angegeben. Dies bedeutet, dass dem Bauherrn genau die Spannweite eines DIN-konformen Rückhaltevolumens aufgezeigt werden kann und er sich je nach Risikobereitschaft und Einschätzung für einen Wert innerhalb dieser Spannweite entscheiden kann. Die zuvor genannten Werte waren ohne die Berücksichtigung der örtlichen Unsicherheit, also ein Mittelwert. Unten wird diese Variable nochmal zusätzlich aufgeführt.

Die Bandbreite liegt zwischen 632 m³, dem Mittelwert von 1.001 m³, und mit maximaler örtlicher Unsicherheit im schlimmsten Fall bei 1.400 m³ (s. folgende Tabellen und Grafik).

Projektbeschreibung		Metall		Gründach, humusiert < 10 cm		Gründach, humusiert > 10 cm		Asphalt	
Zollernalbkrankenhaus Balingen		1		2		3		4	
Einzugsgebietsfläche	A _E [m ²]	3769,00		7316,00		3898,00		6003,00	
nicht angeschlossene Einzugsgebietsfläche	A _{NE} [m ²]	0,00		0,00		0,00		0,00	
angeschlossene Einzugsgebietsfläche	A _{AE} [m ²]	3769,00		7316,00		3898,00		6003,00	
Abflussbeiwert	[-]	1,00		0,50		0,30		0,90	
undurchlässige Fläche	A _U [m ²]	3769,00		3658,00		1169,40		5402,70	
Drosselabfluss	Q _D [l/s]	91,80		91,80		91,80		91,80	
Drosselabflussspende bezogen auf A _E	q _D [l/s*ha]	243,57		250,96		785,02		169,92	
Zuschlagfaktor	f _Z [-]	1,10		1,10		1,10		1,10	
Abminderungsfaktor	f _{A(z)}	1,00		1,00		1,00		1,00	

statistische Wiederkehrzeit [a]			100	1			2			3			4		
D	D [min]	T [%]	r _{D(t)} [l/s*ha]	r _{Zu}	q _{ab}	V _s	r _{Zu}	q _{ab}	V _s	r _{Zu}	q _{ab}	V _s	r _{Zu}	q _{ab}	V _s
5 min	5	18	656,7	216,71	80,38	136,33	216,71	82,82	133,89	216,71	259,06	0,00	216,71	56,07	160,64
10 min	10	23	443,3	292,58	160,76	131,82	292,58	165,63	126,95	292,58	518,11	0,00	292,58	112,15	180,43
15 min	15	25	344,4	340,96	241,13	99,83	340,96	248,45	92,51	340,96	777,17	0,00	340,96	168,22	172,74
20 min	20	26	285	376,20	321,51	54,69	376,20	331,27	44,93	376,20	1.036,23	0,00	376,20	224,29	151,91
30 min	30	27	216,7	429,07	482,27	0,00	429,07	496,90	0,00	429,07	1.554,34	0,00	429,07	336,44	92,63
45 min	45	28	163,3	485,00	723,40	0,00	485,00	745,35	0,00	485,00	2.331,51	0,00	485,00	504,66	0,00
60 min	60	27	133,3	527,87	964,54	0,00	527,87	993,80	0,00	527,87	3.108,68	0,00	527,87	672,88	0,00
90 min	90	27	99,8	592,81	1.446,81	0,00	592,81	1.490,70	0,00	592,81	4.663,02	0,00	592,81	1.009,32	0,00
2 h	120	26	81,1	642,31	1.929,07	0,00	642,31	1.987,60	0,00	642,31	6.217,36	0,00	642,31	1.345,77	0,00
3 h	180	25	60,5	718,74	2.893,61	0,00	718,74	2.981,40	0,00	718,74	9.326,04	0,00	718,74	2.018,65	0,00
4 h	240	24	49	776,16	3.858,15	0,00	776,16	3.975,21	0,00	776,16	12.434,72	0,00	776,16	2.691,53	0,00
6 h	360	22	36,5	867,24	5.787,22	0,00	867,24	5.962,81	0,00	867,24	18.652,08	0,00	867,24	4.037,30	0,00
9 h	540	21	27,1	965,84	8.680,83	0,00	965,84	8.944,21	0,00	965,84	27.978,11	0,00	965,84	6.055,95	0,00
12 h	720	20	21,9	1.040,69	11.574,45	0,00	1.040,69	11.925,62	0,00	1.040,69	37.304,15	0,00	1.040,69	8.074,60	0,00
18 h	1080	19	16,3	1.161,86	17.361,67	0,00	1.161,86	17.888,43	0,00	1.161,86	55.956,23	0,00	1.161,86	12.111,90	0,00
24 h	1440	18	13,2	1.254,53	23.148,89	0,00	1.254,53	23.851,24	0,00	1.254,53	74.608,30	0,00	1.254,53	16.149,20	0,00
48 h	2880	17	7,9	1.501,63	46.297,79	0,00	1.501,63	47.702,48	0,00	1.501,63	149.216,60	0,00	1.501,63	32.298,39	0,00
72 h	4320	17	5,9	1.682,21	69.446,68	0,00	1.682,21	71.553,72	0,00	1.682,21	223.824,90	0,00	1.682,21	48.447,59	0,00
4 d	5760	17	4,8	1.824,77	92.595,57	0,00	1.824,77	95.404,95	0,00	1.824,77	298.433,20	0,00	1.824,77	64.596,79	0,00
5 d	7200	17	4	1.900,80	115.744,46	0,00	1.900,80	119.256,19	0,00	1.900,80	373.041,50	0,00	1.900,80	80.745,98	0,00
6 d	8640	17	3,5	1.995,84	138.893,36	0,00	1.995,84	143.107,43	0,00	1.995,84	447.649,80	0,00	1.995,84	96.895,18	0,00
7 d	10080	17	3,2	2.128,90	162.042,25	0,00	2.128,90	166.958,67	0,00	2.128,90	522.258,11	0,00	2.128,90	113.044,38	0,00

erforderliches spez. Speichervolumen	V _{erf,s}	136,33	133,89	0,00	180,43
erforderliches Speichervolumen	V _{erf}	51,38	48,98	0	97,48

Abbildung 42: Bemessung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a (1), Planstatt Senner

Pflaster mit dichten Fugen	Pflaster mit offenen Fugen	mittleres Gelände
5	6	7
1895,00	777,00	50158,00
0,00	0,00	0,00
1895,00	777,00	50158,00
0,75	0,50	0,20
1421,25	388,50	10031,60
91,80	91,80	91,80
645,91	2362,93	91,51
1,10	1,10	1,10
1,00	1,00	1,00

5			6			7		
r_{50}	q_{50}	V_1	r_{50}	q_{50}	V_1	r_{50}	q_{50}	V_1
216,71	213,15	3,56	216,71	779,77	0,00	216,71	30,20	186,51
292,58	426,30	0,00	292,58	1.559,53	0,00	292,58	60,40	232,18
340,96	639,45	0,00	340,96	2.339,30	0,00	340,96	90,59	250,37
376,20	852,60	0,00	376,20	3.119,07	0,00	376,20	120,79	255,41
429,07	1.278,90	0,00	429,07	4.678,60	0,00	429,07	181,19	247,88
485,00	1.918,35	0,00	485,00	7.017,90	0,00	485,00	271,78	213,22
527,87	2.557,80	0,00	527,87	9.357,20	0,00	527,87	362,38	165,49
592,81	3.836,71	0,00	592,81	14.035,80	0,00	592,81	543,57	49,24
642,31	5.115,61	0,00	642,31	18.714,41	0,00	642,31	724,76	0,00
718,74	7.673,41	0,00	718,74	28.071,61	0,00	718,74	1.087,14	0,00
776,16	10.231,21	0,00	776,16	37.428,81	0,00	776,16	1.449,52	0,00
867,24	15.346,82	0,00	867,24	56.143,22	0,00	867,24	2.174,28	0,00
965,84	23.020,23	0,00	965,84	84.214,83	0,00	965,84	3.261,42	0,00
1.040,69	30.693,64	0,00	1.040,69	112.286,43	0,00	1.040,69	4.348,56	0,00
1.161,86	46.040,46	0,00	1.161,86	168.429,65	0,00	1.161,86	6.522,83	0,00
1.254,53	61.387,29	0,00	1.254,53	224.572,87	0,00	1.254,53	8.697,11	0,00
1.501,63	122.774,57	0,00	1.501,63	449.145,73	0,00	1.501,63	17.394,22	0,00
1.682,21	184.161,86	0,00	1.682,21	673.718,60	0,00	1.682,21	26.091,33	0,00
1.824,77	245.549,15	0,00	1.824,77	898.291,47	0,00	1.824,77	34.788,44	0,00
1.900,80	306.936,43	0,00	1.900,80	#####	0,00	1.900,80	43.485,55	0,00
1.995,84	368.323,72	0,00	1.995,84	#####	0,00	1.995,84	52.182,66	0,00
2.128,90	429.711,00	0,00	2.128,90	#####	0,00	2.128,90	60.879,77	0,00

3,56	0,00	255,41
0,51	0	256,22

Beschreibung
Gesamt
73816,00
0,00
73816,00
0,35
25840,45
91,80
35,53
1,10
1,00

Gesamt									
r_{50}	$r_{50,mit}$	$r_{50,max}$	$r_{50,gef}$	q_{50}	V_1	$V_{1,mit}$	$V_{1,max}$	$V_{1,gef}$	$V_{1,gef}$
216,71	177,70	255,72	78,02	11,72	204,99	165,98	244,00	78,02	78,02
292,58	225,29	359,87	134,58	23,45	269,13	201,84	336,42	134,58	134,58
340,96	255,72	426,20	170,48	35,17	305,79	220,55	391,03	170,48	170,48
376,20	278,39	474,01	195,62	46,90	329,30	231,49	427,11	195,62	195,62
429,07	313,22	544,91	231,69	70,35	358,72	242,87	474,56	231,69	231,69
485,00	349,20	620,80	271,60	105,52	379,48	243,68	515,28	271,60	271,60
527,87	385,34	670,39	285,05	140,70	387,17	244,64	529,69	285,05	285,05
592,81	432,75	752,87	320,12	211,05	381,76	221,70	541,82	320,12	320,12
642,31	475,31	809,31	334,00	281,40	360,91	193,91	527,91	334,00	334,00
718,74	539,06	898,43	359,37	422,10	296,64	116,96	476,33	359,37	359,37
776,16	589,88	962,44	372,56	562,80	213,36	27,08	399,64	372,56	372,56
867,24	676,45	1.058,03	381,58	844,19	23,05	0,00	213,84	213,84	213,84
965,84	763,02	1.168,67	405,65	1.266,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.040,69	832,55	1.248,83	416,28	1.688,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.161,86	941,11	1.382,62	441,51	2.532,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.254,53	1.028,71	1.480,34	451,63	3.376,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.501,63	1.246,35	1.756,91	510,56	6.753,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.682,21	1.396,23	1.968,18	571,95	10.130,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.824,77	1.514,56	2.134,98	620,42	13.507,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.900,80	1.577,66	2.223,94	646,28	16.883,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.995,84	1.656,55	2.335,13	678,58	20.260,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.128,90	1.766,98	2.490,81	723,83	23.637,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

erforderliches spez. Speichervolumen	$V_{mit,S}$	387,17	244,64	541,82
erforderliches Speichervolumen	V_{erf}	1000,46	632,16	1400,09

Abbildung 43: Bemessung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117 T=100a (2), Planstatt Senner

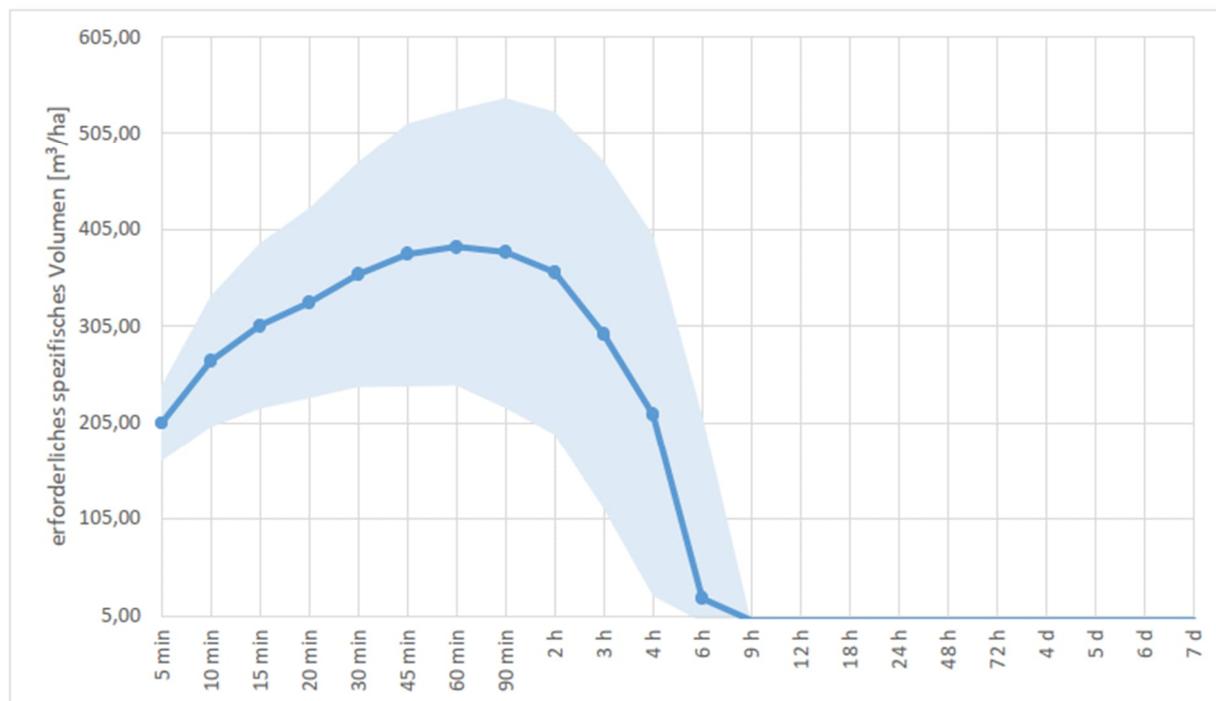
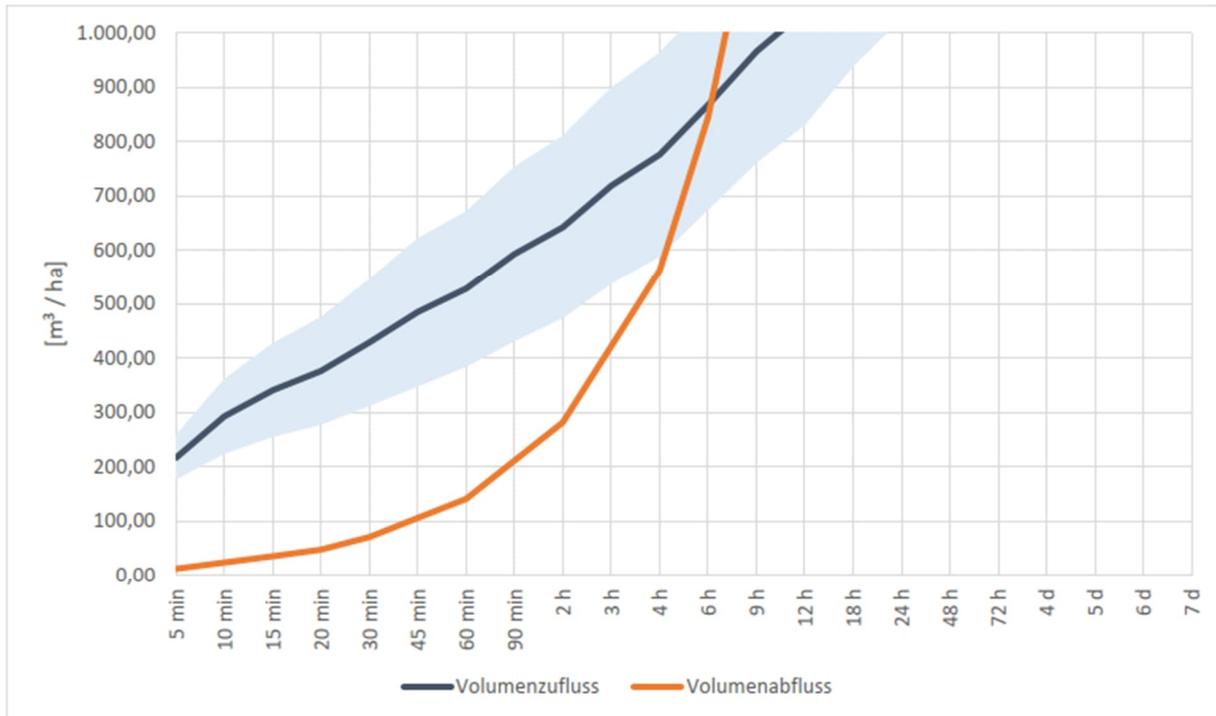


Abbildung 44: Grafische Darstellung erf. Speichervolumen nach DWA-A 117, Planstatt Senner

Hinzu kommen zwei Betrachtungen: die Grundstücksentwässerung nach DIN 1986-100 und die Starkregengefahrenkartenbetrachtung, die nicht eins zu eins zu vergleichen sind. Derzeit soll das außergewöhnliche Ereignis von außen gedrosselt abgeleitet werden. Ein außergewöhnliches Ereignis entspricht jedoch nicht einem Ereignis nach DIN 1986-100 mit einer statistischen

Wiederkehrzeit von 100 Jahren. Dies bedeutet, dass ein gewisses Volumen ungedrosselt um das Objekt umgeleitet wird.

Festzuhalten ist das durch die Bebauung und den geplanten Rückhalt auf dem Gebiet verbessert sich sogar der Schutz für unterliegende Anrainer, da die Gefahr von direkt Abflüssen und Wildwasser reduziert und kontrolliert wird.

4.5 FORTFÜHRUNG DES REGENWASSERKONZEPT

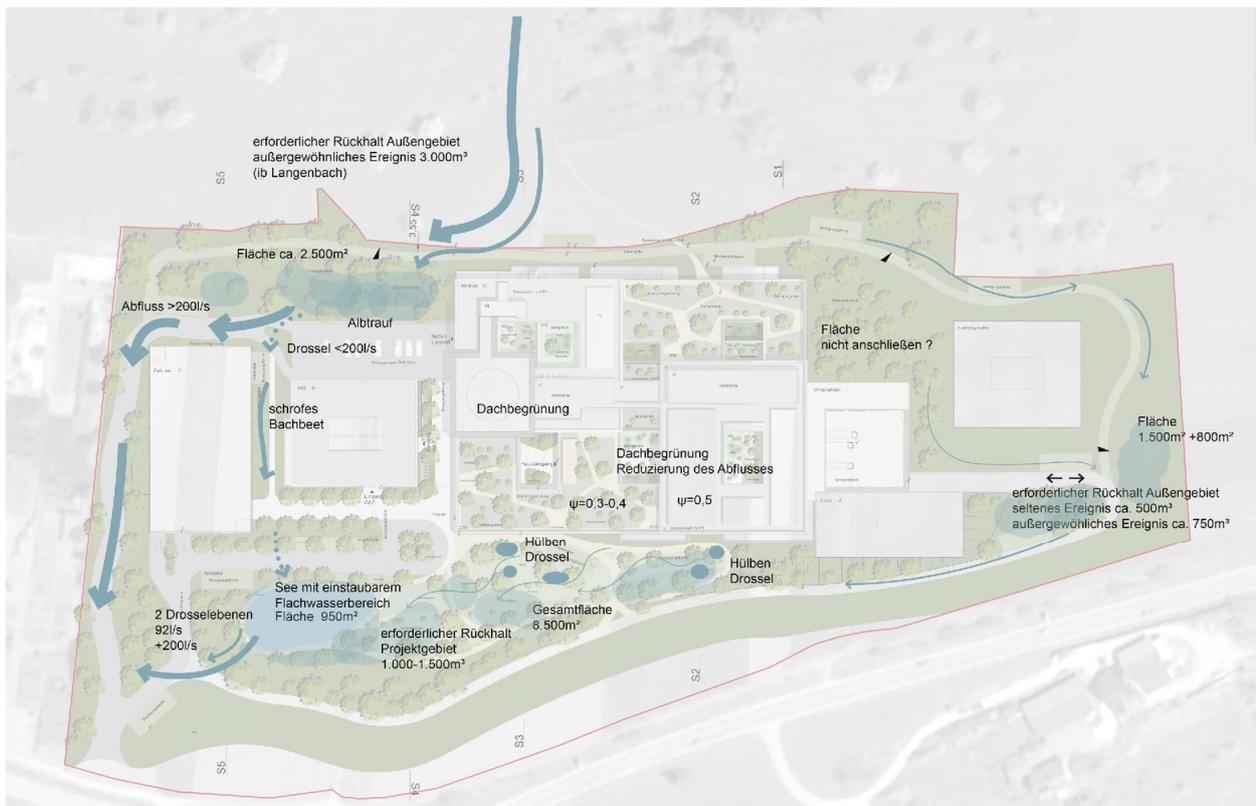


Abbildung 45: Übersicht Regenwasserkonzept, Planstatt Senner

In den Freianlagen finden sich ausreichend Flächen für den errechneten Rückhalt für das Projektgebiet. Rein rechnerisch ist bei einem Retentionsraum von 1.001 m³ und einem Einstau von 30 cm eine Einstaufläche von 3.336 m² nötig. Allein die Freifläche südlich der Gebäude ist 8.500 m² groß. Diese soll parkähnlich gestaltet werden als Erholungsraum für die Patienten und Angestellten.

Kleine eingestaute Hülben/Mulden in der Nähe der Gebäude nehmen das anfallende Dachwasser auf und leiten das Wasser gedrosselt, romantisch mäandrierend, weiter durch den Patientengarten zur zentralen, tiefer liegenden Seefläche. Diese stellt den Tiefpunkt dar und leitet das Wasser je nach Wasserstand gedrosselt aus dem Projektgebiet ab. Der See gliedert sich in einen zentralen Tiefenbereich von bis zu 2-3 m und einen ausgedehnten, umgebenden

Flachwasserbereich. Je nach Einstauhöhe staut sich das Wasser kontrolliert in bestimmte Bereiche des Patientengartens zurück.

Da noch weiteres Potenzial an Rückhalt auf dem Gebiet besteht, soll nicht nur das Wasser des eigenen Projektgebiets zurückgehalten, sondern auch das der umliegenden und zufließenden Flächen. Hierzu wurde eine zusätzliche Betrachtung über die Starkregengefahrenkarte und die erste Rückhalteidee vom Ingenieurbüro Langenbach erstellt. Die folgende Karte stellt die morphologische Karte dar, durch die Höhenlinien erkennt man das oberflächige Einzugsgebiet. Das Haupteinzugsgebiet, das zentral auf das Projektgebiet abfließt, ist etwa so groß wie das Projektgebiet selbst. Würde man den gleichen Drosselansatz wählen, wäre die Drosselung nicht 200 l/s (Annahme Ing. Langenbach), sondern eher 100 l/s (7,5 ha x 12,8 l/s/ha).

Das derzeit angesetzte Volumen von RRB1 (Ing. Langenbach) wird auf dem Gebiet aufgeteilt. An der Stelle, wo der Abfluss auf das Projektgebiet trifft, wird ein Teil des errechneten Rückhalts bereits geleistet. Der Rest wird zwischen dem Parkhaus und einem weiteren Bereich in die Retentionslandschaft mit See geleitet. Bei einem größeren Ereignis wird das Wasser schadfrei um das Parkhaus herumgeleitet. Sämtliche Zuflüsse werden um die Gebäude herumgeführt, wobei die Feuerwehrumfahrung genutzt wird, die mit einem Gegengefälle zum Hang ausgebildet ist.

Zur zusätzlichen Sicherheit werden sämtliche Lichtschächte einen Meter über Geländekante ausgeführt. Es wird auf einzelne Höhen geachtet, sodass es beispielsweise zu keinem Zufluss des Anlieferhofs kommt. Hierzu wird bewusst ein Hochpunkt in der Zufahrt ausgeführt, damit das Wasser diesen Bereich umströmt. Im östlichen Bereich werden weitere Rückhalträume für die darüber liegenden Geländeflächen angelegt.

Gut zu erkennen sind die Vertiefungen in der Landschaft, in denen sich das Wasser sammelt und so über den Zwischenabfluss der Eyach zugeführt wird. Dadurch kommt es auch zu der angesprochenen Situation des Grundwassers, das derzeit durch die hohen Niederschläge artesisch gespannt ist und aus den Grundwassermessstellen auf dem Gelände drückt. Diese Analyseergebnisse bestärken unseren Rückhalteansatz, da die Natur uns genau dies vormacht: durch Senken den Abfluss zu bremsen.

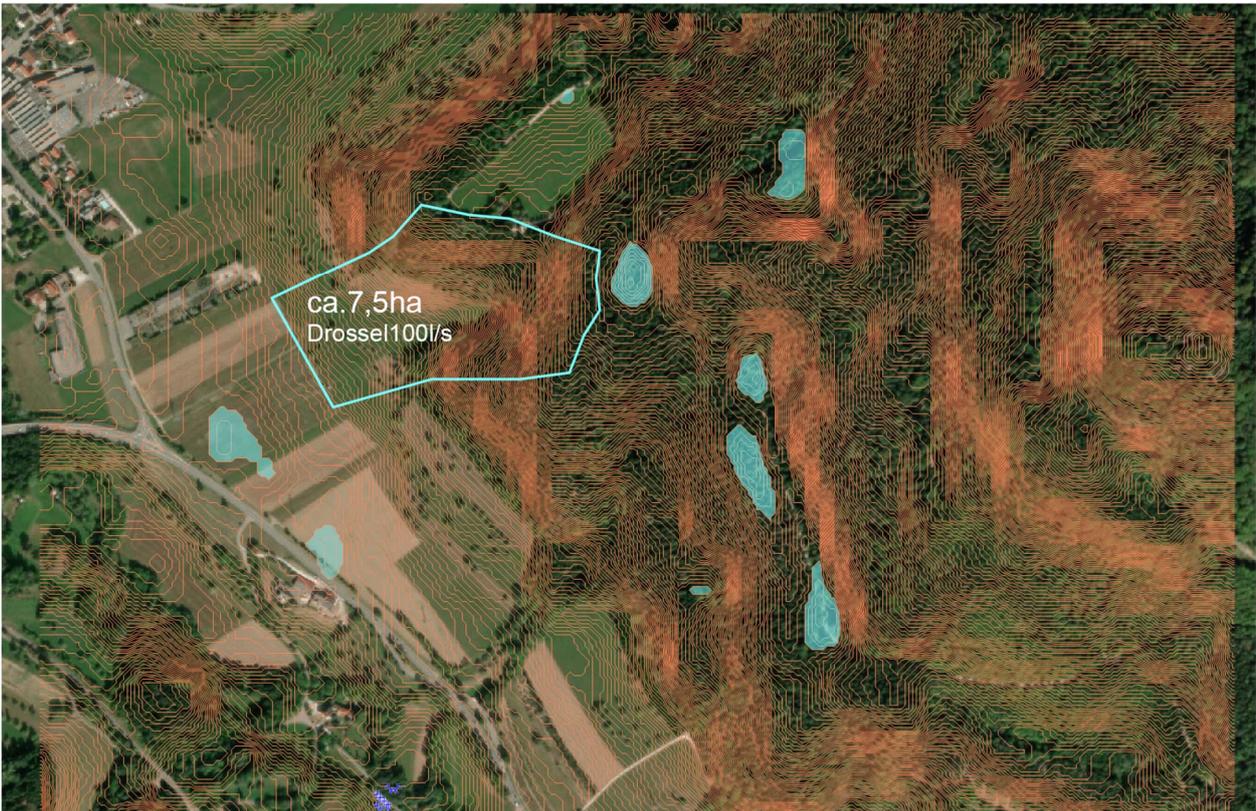


Abbildung 46: Einzugsgebiet Oberflächen- und Zwischenabfluss, Planstatt Senner

Um den Auswirkungen des hohen Grundwassers entgegenzuwirken, ist eine Idee, das gesamte geplante Objekt um einen Meter zu erhöhen. Dies hat nicht nur den Vorteil einer besseren Erdmassenbilanz, sondern bietet auch die Möglichkeit, Bäume besser zu pflanzen, ohne dass Wasser aus den Baumgruben quillt. Ein weiterer Vorteil könnte sein, dass dadurch der mittlere Grundwasserhöchststand erreicht wird, was an einigen Stellen eine partielle Versickerung ermöglicht.

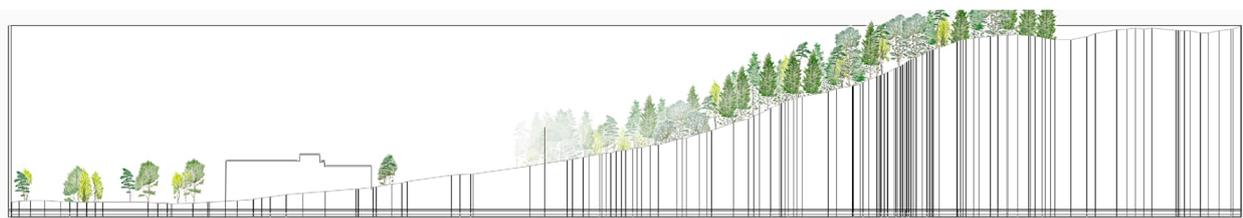


Abbildung 47: Geländeschnitt, Planstatt Senner

Durch den Einschnitt des Gebäudes in das Gelände kommt es mit der Umlaufdrainage an der Hangseite zur Grundwasserabsenkung. Um den Bemessungswasserstand für das Gebäude an der Geländeoberkante südlich des Gebäudes zu garantieren, sollen hier gezielte Austrittsmöglichkeiten aus der Drainage geschaffen werden. Diese Austrittsstellen sollen bei

