

timeout Thurner St. Märgen Entwässerungskonzeption

September 2023

Erläuterungsbericht

timeout Stiftung gGmbH Thurner
Thurner 1
79274 St. Märgen

BIT | INGENIEURE

Standort Freiburg
Talstraße 1
79102 Freiburg
Tel. +49 761 29657-0
www.bit-ingenieure.de

02ZSO22066

Timeout Stiftung gGmbH Thurner

Entwässerungskonzept

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
1 Allgemeines	4
1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung	4
1.2 Vorhandene Unterlagen und Daten	4
1.3 Gesetze, Richtlinien, Arbeitsblätter etc.	4
2 Grundlagen	5
2.1 Bauvorhaben und Standort	5
2.2 Höhensituation	6
2.3 Boden- und Grundwasserverhältnisse	6
2.4 Niederschlag	6
2.5 Vorfluter	7
2.6 Naturschutz	8
2.7 Wasserschutzgebiete	9
2.8 Hochwasser	9
2.9 Vorhandene Entwässerungseinrichtungen	9
3 Konzeption	10
3.1 Randbedingungen Entwässerung	10
3.2 Flächen	10
3.3 Reinigungserfordernis	10
3.4 Konzeption	11
3.5 Rückhaltung	12
3.6 Einleitstellen	13
4 Schmutzwasser	14
5 Wasserhaushalt	15
5.1 Grundlagen	15

5.2	Natürlicher Wasserhaushalt	15
5.3	Wasserhaushalt im geplanten Zustand	16
5.4	Auswertung.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Lage des Areals (© basemap.de / BKG März 2023)	5
Abbildung 2.2:	Bebauungskonzept.....	5
Abbildung 2.3:	Höhensituation.....	6
Abbildung 2.4:	Bachlauf südlich vom Gelände mit Blick aufs Wirtshaus	8
Abbildung 2.5:	Naturschutzthemen in der Nähe vom Projektgebiet	8
Abbildung 3.1:	Drossel-Volumen-Beziehung Gasthaus.....	12
Abbildung 3.2:	Drossel-Volumen-Beziehung Akademie.....	12
Abbildung 3.3:	Drossel-Volumen-Beziehung Werkstätten.....	13
Abbildung 3.4:	Vorgeschlagene Positionen der Einleitungen (Karte: © basemap.de / BKG Juli 2023) ..	14
Abbildung 5.1:	Prozesse des Bodenwasserhaushalts (DWA-M 102-4)	15
Abbildung 5.2:	Vergleich Wasserhaushalt unbebaut und Planung	17
Abbildung 5.3:	Vergleich der Bilanzgrößen unbebaut und bebaut.....	17
Abbildung 5.4:	Abweichungen in der Wasserhaushaltsbilanz zum unbebauten Zustand	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Niederschlagsspenden für das betrachtete Grundstück	7
Tabelle 3.1:	Flächenaufstellung	10
Tabelle 3.2:	Behandlungsbedürftigkeit von unterschiedlich belastetem Niederschlagswasser (DWA-A 102-2).....	11
Tabelle 3.3:	Rückhaltevolumina Gebäude für T = 1a und T = 2a	13
Tabelle 4.1:	Parameter aus dem HAD.....	16
Tabelle 4.2:	Wasserbilanz für den unbebauten Zustand (Grundlage HAD).....	16
Tabelle 4.3:	Flächentypen und Wasserhaushalt für den bebauten Zustand	16

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die timeout Stiftung gGmbH beabsichtigt den Neubau von zwei Gebäuden am Thurner in St. Märgen zur Erweiterung des schulischen Angebots für die Bildungseinrichtung Timeout Stiftung. Für das Bebauungsplanverfahren wird ein Entwässerungskonzept für das Bauvorhaben benötigt.

1.2 Vorhandene Unterlagen und Daten

Folgende Unterlagen / Daten liegen der Betrachtung zugrunde:

- Lageplan Bauungskonzept, FranzundGeyer, 29.03.2023
- Baugrundvorerkundung, Untersuchungsbericht, Geoterra, 22.02.2020
- Erweiterte Bodenuntersuchung, Untersuchungsbericht, Geoterra, 24.07.2020
- Stellplatzkonzept V1, FranzundGeyer, 09.12.2022
- Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften „Thurner südlich der B500“ (fsp.stadtplanung, 05.04.2023)
- Bau- und wasserrechtliche Genehmigung, wasserrechtliche Erlaubnis Kleinkläranlage, Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, 1986
- Basemap.de
- Starkniederschlagsdaten aus KOSTRA 2020, Rasterzelle 207-116

1.3 Gesetze, Richtlinien, Arbeitsblätter etc.

- DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, 2020
- DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2013
- DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, 2022

2 Grundlagen

2.1 Bauvorhaben und Standort

Das Areal „Zum Thurner“ liegt im Schwarzwald, etwa 20 km östlich der Stadt Freiburg. Es gehört zur Gemeinde St. Märgen im Schwarzwald und liegt südlich des Ortskerns an der Einmündung der Kreisstraße K4907 in die B500. Die Größe des Projektgebiets beträgt ca. 1,3 ha. Lage und Bebauungskonzept sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen. Die Art der baulichen Nutzung ist mit „Sondergebiet SO Hotel / Gastronomie / Jugendhilfeeinrichtung“ angegeben.

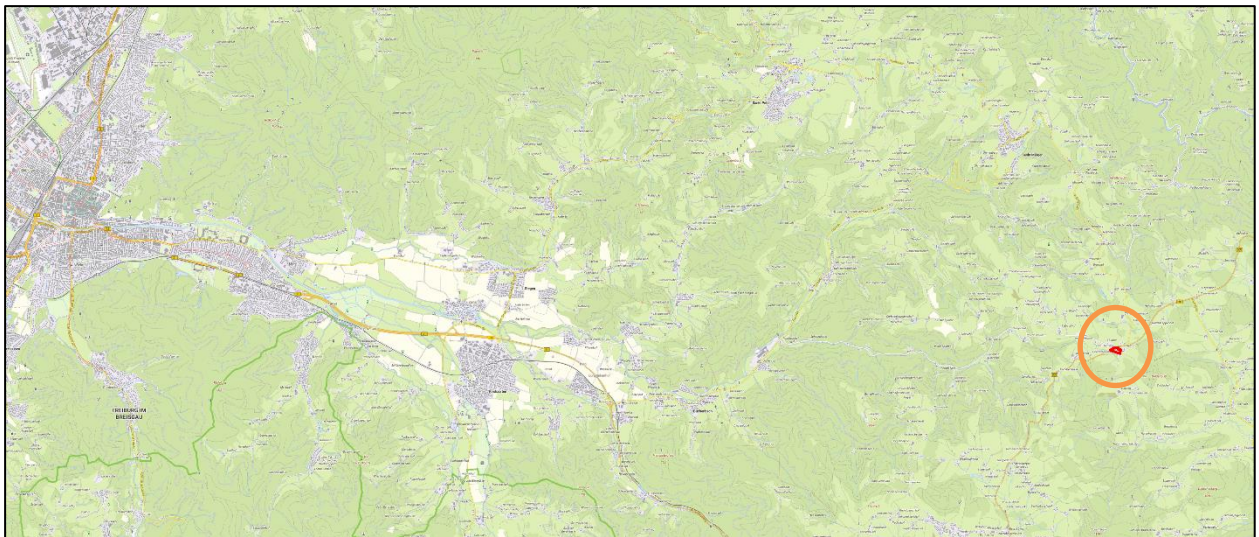


Abbildung 2.1: Lage des Areals (© basemap.de / BKG März 2023)



Abbildung 2.2: Bebauungskonzept

2.2 Höhengsituation

Die Geländehöhen betragen zwischen 1023,0 und 1033,0 mÜNN. Die tiefste Stelle liegt an der westlichen Ecke des Areals, die höchste Stelle in der südöstlichen Ecke. Das Gefälle verläuft in etwa von Ost nach West.

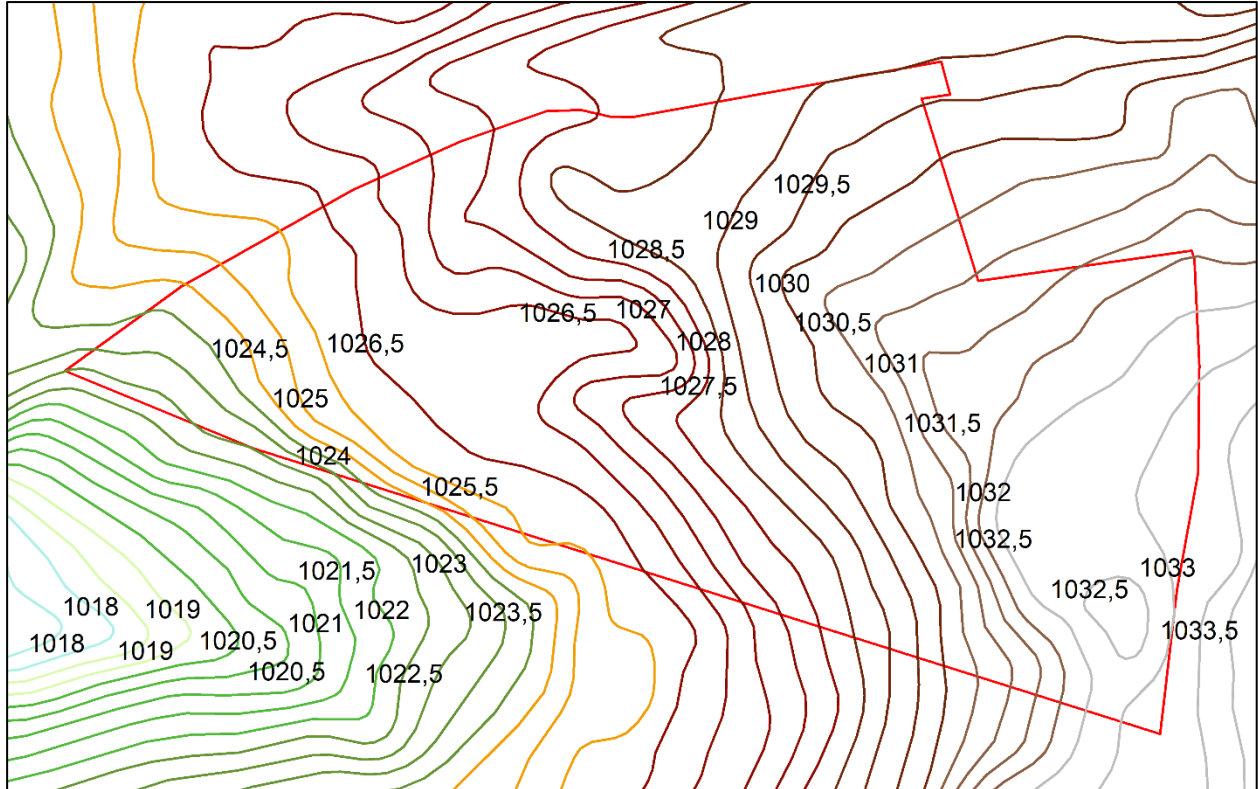


Abbildung 2.3: Höhengsituation

2.3 Boden- und Grundwasserverhältnisse

In zwei Gutachten wurden insgesamt 16 Sondierbohrungen auf dem Gelände und in direkter Nachbarschaft vorgenommen. Der Schichtenaufbau ist überwiegend folgender:

- Bindige Hang- und Verwitterungslehmschichten (Geländebefestigung bzw. Straßenaufbau)
- Verwitterungslehme (teilweise)
- Verwitterte bis angewitterte Gneise (Gneiszersatz)

Auf Höhe der erreichten Endteufen (2,5 bis 5,0 m Tiefe) wird Fels vermutet.

Lokal treten Schichtenwässer in geringen Tiefen (1,12 bis 2,70 m uGOK) auf, jedoch kein geschlossener Grundwasserkörper.

2.4 Niederschlag

Die Ermittlung von Abflüssen erfolgt mit den aktuellen Niederschlagsdaten KOSTRA-DWD 2020. Die betrachtete Fläche liegt in Rasterfeld Spalte 116, Zeile 207. Die entsprechenden Regenspenden sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2.1: Niederschlagsspenden für das betrachtete Grundstück

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s ha) je Wiederkehrintervall T [a]				
	1a	2a	3a	5a	10a
5min	243,3	296,7	326,7	370,0	430,0
10min	160,0	193,3	213,3	241,7	280,0
15min	123,3	150,0	165,6	186,7	217,8
20min	103,3	125,0	138,3	155,8	180,8
30min	80,0	96,7	107,2	120,6	140,0
45min	61,9	74,8	82,6	93,3	108,5
60min	51,4	62,2	68,9	77,8	90,3
90min	39,8	48,1	53,1	60,0	69,8
2h	33,1	40,0	44,3	50,0	58,1
3h	25,6	30,9	34,3	38,6	44,8
4h	21,3	25,7	28,5	32,1	37,4
6h	16,4	19,9	22,0	24,8	28,8
9h	12,7	15,3	17,0	19,1	22,3
12h	10,5	12,8	14,1	15,9	18,5
18h	8,1	9,8	10,9	12,3	14,3
24h	6,8	8,2	9,1	10,2	11,9
48h	4,4	5,3	5,8	6,6	7,6
72h	3,4	4,1	4,5	5,1	5,9
4d	2,8	3,4	3,7	4,2	4,9
5d	2,4	2,9	3,2	3,7	4,3
6d	2,2	2,6	2,9	3,3	3,8
7d	2,0	2,4	2,6	2,9	3,4

Der nächstgelegene Regenschreiber des DWD liegt 5 km entfernt in Breitnau (Station 684). Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe der DWD-Station Breitnau wurde für den Zeitraum 1991 bis 2020 ausgewertet und beträgt 1.226 mm.

2.5 Vorfluter

Ein kleiner Bach namens Spirzenbach/Spirzenbächle fließt südlich am Grundstück von Ost nach West vorbei. Das Gewässer liegt im Biotop „Bachlauf beim Thurnerwirtshaus“ der Waldbiotopkartierung Baden-Württemberg. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Eindruck vom Gewässer.



Abbildung 2.4: Bachlauf südlich vom Gelände mit Blick aufs Wirtshaus

2.6 Naturschutz

In direkter Nähe zum Projektgebiet existieren Offenlandbiototope sowie Waldbiototope. Sie sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

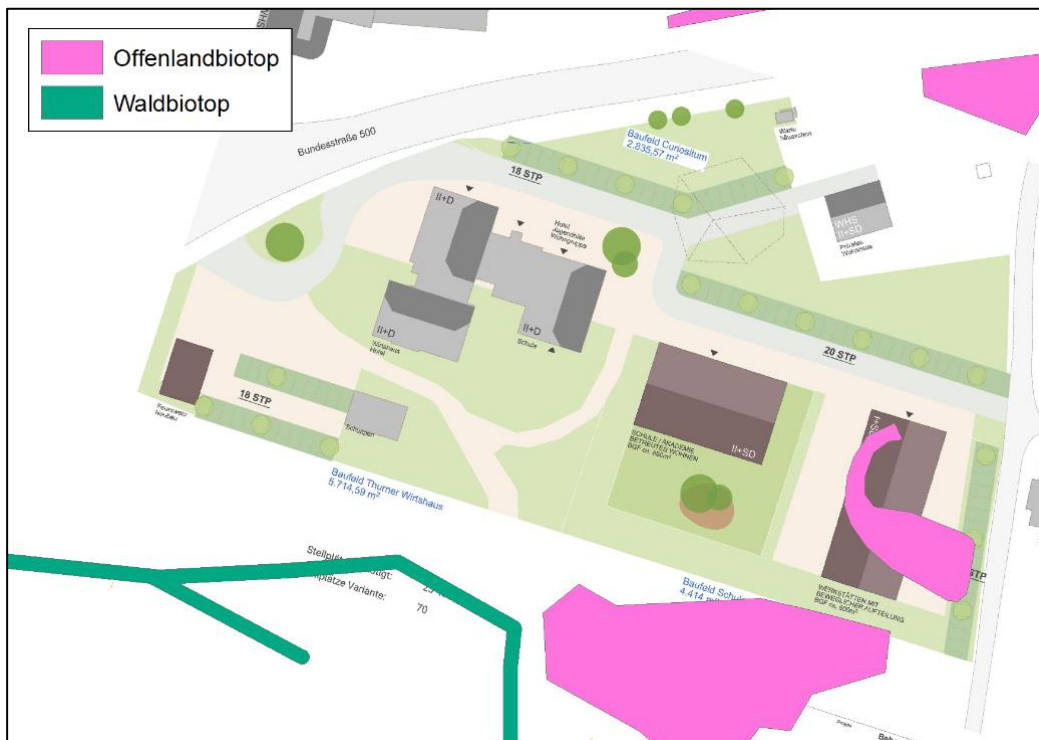


Abbildung 2.5: Naturschutzthemen in der Nähe vom Projektgebiet

2.7 Wasserschutzgebiete

Es ist zu ermitteln, ob sich die Einleitung in oder bei einem Wasserschutzgebiet befindet oder das Gewässer, in das eingeleitet wird, innerhalb von 2 h ein Wasserschutzgebiet erreicht. Im vorliegenden Fall ist kein Wasserschutzgebiet betroffen.

2.8 Hochwasser

Das Areal ist nicht durch Hochwasser gefährdet.

2.9 Vorhandene Entwässerungseinrichtungen

Es gibt in der Umgebung des Areals keine kommunalen Abwasserkanäle. Die Entsorgung des Schmutzwassers erfolgt über eine Kleinkläranlage (Tropfkörper, Baujahr 1986), die in den Spirzenbach einleitet.

Regenwasser darf laut der wasserrechtlichen Erlaubnis von 1986 direkt in den Vorfluter Spirzenbach abgeleitet werden. Vor Ort wurde beobachtet, dass von den Falleitungen an den Bestandsgebäuden einige in den Untergrund gehen, der weitere Verlauf ist nicht bekannt. Das Wasser von den Hofflächen fließt dem Spirzenbach teils oberirdisch über einen Graben am nordwestlichen Grundstücksrand zu. Überwiegend scheint Regenwasser diffus über die Böschung in den Spirzenbach zu laufen.

3 Konzeption

3.1 Randbedingungen Entwässerung

Da keine öffentlichen Misch- oder Regenwasserkanäle vorhanden sind, ist ein Anschluss ans Kanalnetz nicht möglich.

Aufgrund der Bodenbeschaffenheit (Verwitterungslehme) und auftretenden Schichtenwassers in geringen Tiefen ist eine technische Versickerung nicht umsetzbar.

Daher bleibt nur die Möglichkeit einer Direkteinleitung in den Spirzenbach. Das zuständige Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald (Untere Wasserbehörde) macht dazu die Vorgabe, dass maximal 10 l/s in den Spirzenbach eingeleitet werden dürfen. Die Einleitung sollte breitflächig erfolgen und die genaue Einleitstelle ist mit der Unteren Naturschutzbehörde abzusprechen.

3.2 Flächen

Im ersten Schritt wurden die zu entwässernden Flächen betrachtet und eine Flächenaufstellung vorgenommen. Grundlage sind die zur Verfügung gestellten Lagepläne und die örtlichen Bauvorschriften. Zur Oberflächenbeschaffenheit ist vorgegeben: „Nebenwege, PKW-Stellplätze sowie unbelastete Lagerflächen sind unter Verwendung offenerporiger Beläge (wassergebundene Decke, Rasenpflaster, Schotterterrassen) versickerungsfähig anzulegen.“ Unter Berücksichtigung von Abflussbeiwerten ergibt sich ein A_u von etwa 5.300 m². Die Flächenaufteilung zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 3.1: Flächenaufstellung

Flächentyp	A [m ²]	Oberfläche	A_u [m ²]
Dachfläche	2.200	Steildach	2.200
Hofffläche	2.350	Teildurchlässiges Pflaster	1.175
PKW-Stellplätze	760	Schotterterrassen o.ä.	152
Verkehrsfläche	1.150	Asphalt	1.035
Wegflächen	840	Schotterterrassen o.ä.	168
Grünfläche	5.650	Grün	565
SUMME	12.950		5.295

3.3 Reinigungserfordernis

Es stellt sich die Frage, welche Art der Regenwasserbehandlung (Reinigung) des Niederschlagsabflusses der Flächen erforderlich ist. Bei Einleitungen ins Oberflächengewässer erfolgt die Prüfung der Reinigungserfordernis nach Arbeitsblatt DWA-A 102-2 / BWK-A 3-2 (Dezember 2020).

Grundsätzlich ist nach eine Einleitung für gering belastetes Niederschlagswasser der Kategorie I ohne Behandlung möglich (s. folgende Tabelle).

Tabelle 3.2: Behandlungsbedürftigkeit von unterschiedlich belastetem Niederschlagswasser (DWA-A 102-2)

Zielgewässer	Gering belastetes Niederschlagswasser (Kategorie I)	Mäßig belastetes Niederschlagswasser (Kategorie II)	Stark belastetes Niederschlagswasser (Kategorie III)
Oberflächen-gewässer	Einleitung grundsätzlich ohne Behandlung möglich	Grundsätzlich geeignete technische Behandlung erforderlich	
Grundwasser	Versickerung und gegebenenfalls Behandlung gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138		

Die Einstufung der Flächen erfolgt nach Tabelle A.1 in Anhang A des Arbeitsblattes. Für die Dachflächen im Gelände wird einheitlich Flächenart D angenommen, da keine hohen oder sehr hohen Anteile von Metall zu erwarten sind.

Für die Verkehrsflächen wird die Einordnung in Flächengruppe V1 vorgesehen. Dafür spricht, dass das erwartete Verkehrsaufkommen gering ist (kein Durchgangsverkehr, lediglich Zufahrten, Stellplätze und Hofflächen). Zwar gibt es auch Besucher- und Mitarbeiterparkplätze. Dennoch ist eine Zuordnung zu V1 zulässig (und wurde so mit dem LRA vorabgesprochen) nach DWA-A 102-2, S. 77 Ziffer 6, denn es ist kein LKW-Verkehr zu erwarten, es sind keine LKW-Parkplätze vorhanden und es handelt sich nicht um einen Unfallschwerpunkt.

Somit zählen alle entwässerten Flächen zu Belastungskategorie I und die Einleitung ins Oberflächengewässer kann ohne Behandlung erfolgen.

3.4 Konzeption

Das Regenwasser des Plangebiets, welches nicht in die Grünflächen läuft oder über durchlässige Beläge versickert, kann in den Spirzenbach geleitet werden.

Das Niederschlagswasser von den Außenflächen sollte breitflächig über die Böschung in den Spirzenbach fließen, um Abflussspitzen zu kappen und Stoßbelastungen fürs Gewässer zu vermeiden. Umzusetzen wäre das z.B. durch entsprechende Neigung der Oberflächen (Hof-, Verkehrsflächen, Parkplätze). Zwar ist für die breitflächige Einleitung kein Nachweis der Einleitungsmenge möglich, da die Abfluss- und Retentionseffekte nicht berechnet werden können. Allerdings ist diese „naturnahe“ Lösung einer technischen Lösung wie Stauraumkanal mit gedrosselter Ableitung vorzuziehen.

Für das Dachflächenwasser ist eine gedrosselte Einleitung vorzusehen. Die Auslegung des Rückhaltevolumens ist im folgenden Abschnitt dargestellt.

Die Einleitungen sind im Rahmen der Planung mit der Unteren Naturschutzbehörde abzustimmen. Es ist ein Wasserrechtsantrag bei der Unteren Wasserbehörde zu stellen.

3.5 Rückhaltung

Aufgrund der vorgegebenen maximalen Einleitmenge von 10 l/s ist im Plangebiet ein Regenwasserrückhalt vorzusehen. Der Vorschlag wäre hier, pro Gebäude eine selbstentleerende Regenwasserzisterne vorzusehen. Die Volumenermittlung erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren in DWA-A 117. Üblicherweise ist die Auslegung auf den 1-jährlichen Regen vorzunehmen. Für zwei Jährlichkeiten werden für verschiedene Drosselabflüsse die benötigten Volumina errechnet, um anschließend die optimale Drossel-Volumen-Beziehung auszuwählen (s. folgende Abbildungen).

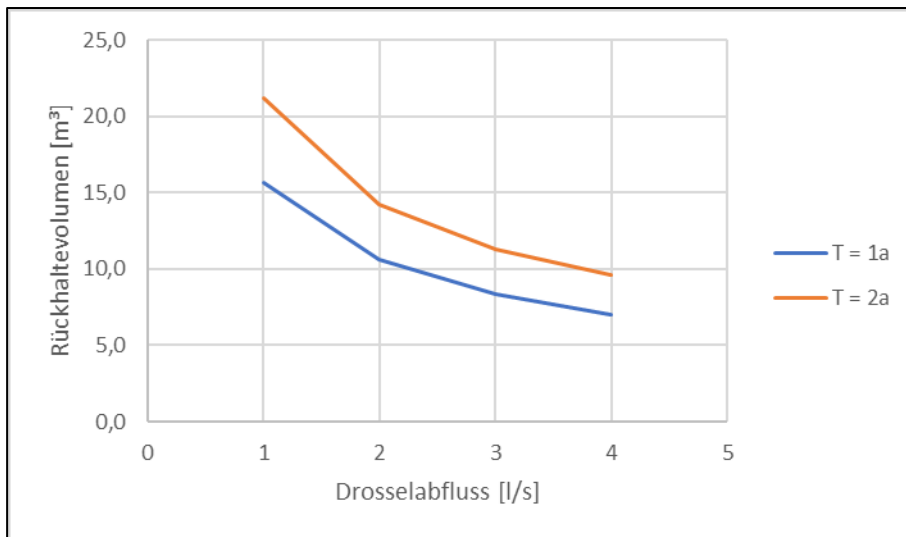


Abbildung 3.1: Drossel-Volumen-Beziehung Gasthaus

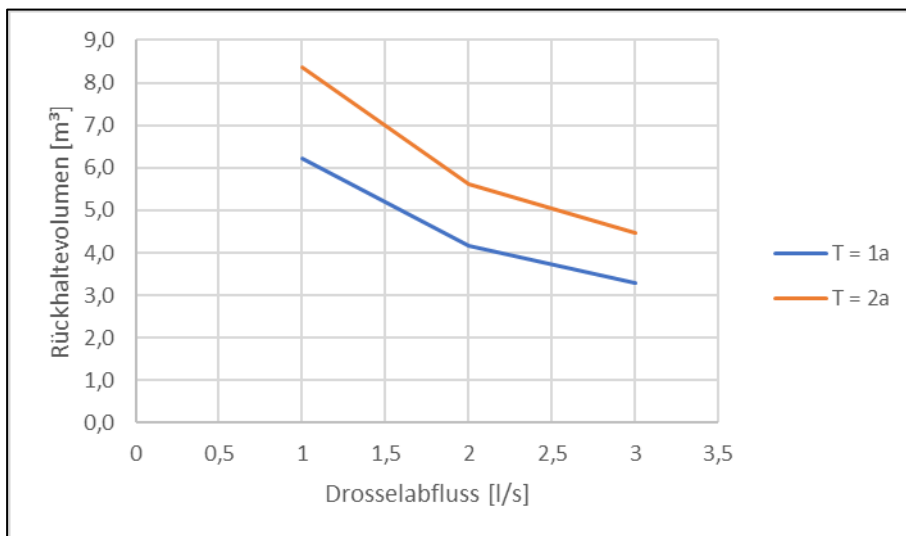


Abbildung 3.2: Drossel-Volumen-Beziehung Akademie

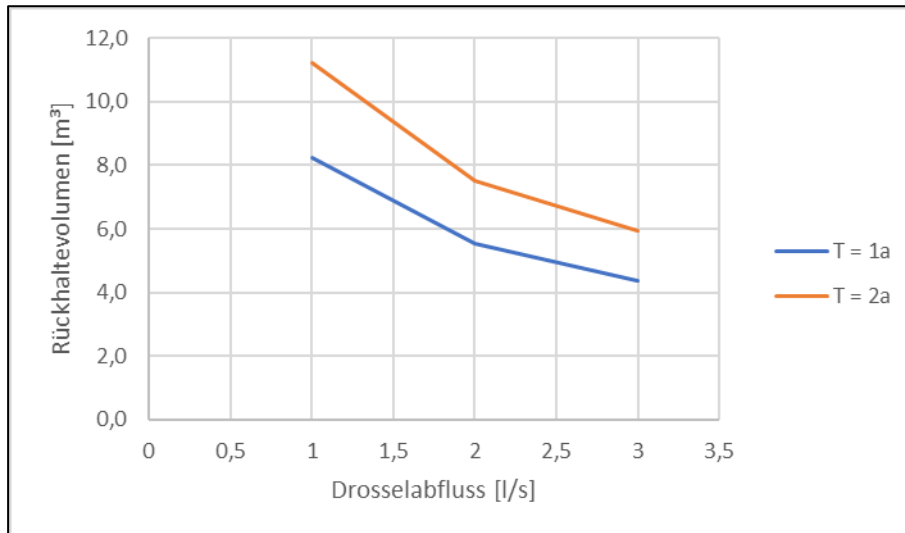


Abbildung 3.3: Drossel-Volumen-Beziehung Werkstätten

Es wird vorgeschlagen, den Abfluss vom Gaststättengebäude auf 3 l/s, für die beiden anderen Gebäude auf je 2 l/s zu drosseln. Es ergibt sich damit von den Gebäuden eine Gesamteinleitmenge von 7 l/s. Die zugehörigen Rückhaltevolumina für das Bemessungsereignis sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die maximal zulässige Einleitmenge von 10 l/s wird nicht ausgereizt, um dem Abfluss von den Nebenflächen Rechnung zu tragen.

Tabelle 3.3: Rückhaltevolumina Gebäude für T = 1a

	Drosselwert [l/s]	Volumen für T = 1a [m³]
Gasthaus	3,0	8,3
Akademie	2,0	4,2
Werkstätten	2,0	5,5

Aufgrund der kleinen Dachflächen wird für das neue Feuerwehrhaus und den Schuppen kein technischer Rückhalt bemessen. Hier wird vorgeschlagen, das Dachflächenwasser in eine Senke von je etwa 1 m³ Fassungsvermögen (z.B. Abmessungen 2m x 3m, Tiefe ca. 20 cm) zu leiten, von wo es verdunsten oder gen Gewässer überlaufen bzw. durchsickern kann.

3.6 Einleitstellen

Die Regenwassereinleitungen in den Spirzenbach sollten entlang des Gewässers aufgeteilt werden. Für den Ablauf der vorgesehen Zisterne am Gasthaus könnte die vorhandene Einleitstelle der Kleinkläranlage genutzt werden. Ungefähre Standorte für die Einleitungen der beiden anderen Zisternen am Oberlauf sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Für die breitflächige Einleitung von den Nebenanlagen kann keine Einleitstelle angegeben werden.

Die vorhandene Einleiterlaubnis für Regenwasser (1986) ist erloschen. Eine Einleiterlaubnis sollte vor Umsetzung der Maßnahme in jedem Fall beantragt werden.

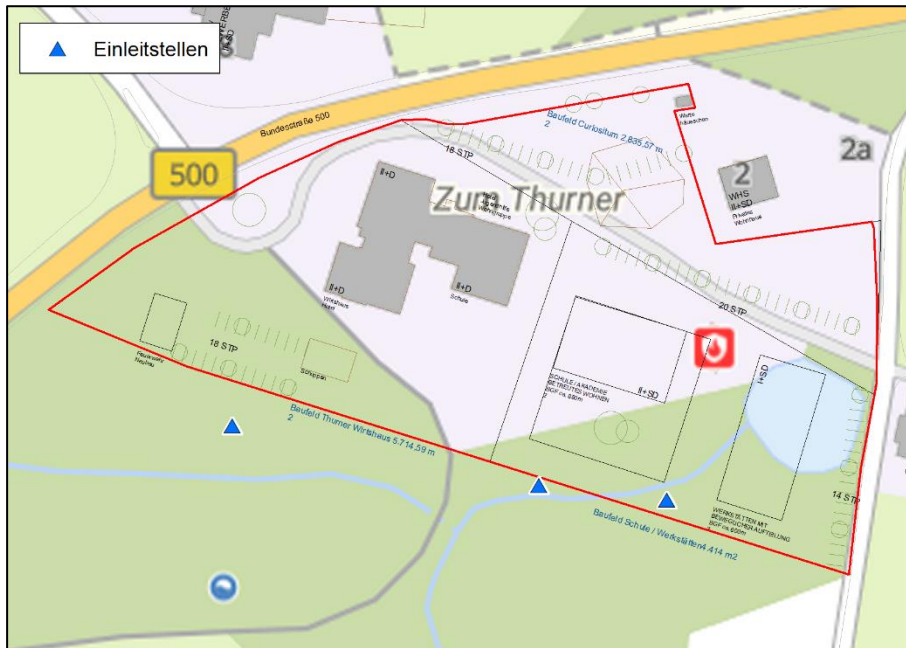


Abbildung 3.4: Vorgeschlagene Positionen der Einleitungen (Karte: © basemap.de / BKG Juli 2023)

4 Schmutzwasser

Derzeit erfolgt die Schmutzwasserableitung über eine Kleinkläranlage in den Spirzenbach. Da die Genehmigung der Anlage abgelaufen ist und sie nach aktuell geltendem Regelwerk voraussichtlich nicht mehr genehmigungsfähig ist, ist eine Neuordnung der Abwasserbeseitigung notwendig. Die Abwasserreinigungsanlage ist dringend auf den aktuellen Stand der Technik zu bringen bzw. Anschlussmöglichkeiten mit der Gemeinde St. Märgen zu prüfen. Dies ist jedoch nicht Teil des vorliegenden Konzepts.

5 Wasserhaushalt

5.1 Grundlagen

Die Erfordernis der Wasserhaushaltsbetrachtung ergibt sich aus den Anforderungen des Merkblatts DWA-M 102-4, in dem es heißt: „Der Wasserhaushalt im bebauten Zustand soll dem des unbebauten Referenzzustands möglichst nahekommen.“

Die Bilanzgrößen des Wasserhaushalts sind:

- „korrigierter Niederschlag P_{korr} ;
- aktuelle Verdunstung („Evapotranspiration“) ET_a (bestehend aus Evaporation, Transpiration und Interzeptionsverdunstung);
- Grundwasserneubildung GWN;
- Abfluss R (bestehend aus Basisabfluss R_B und Direktabfluss R_D , der wiederum aus Oberflächenabfluss $R_{D,o}$ und Zwischenabfluss $R_{D,z}$ besteht).“ (DWA-M 102-4)

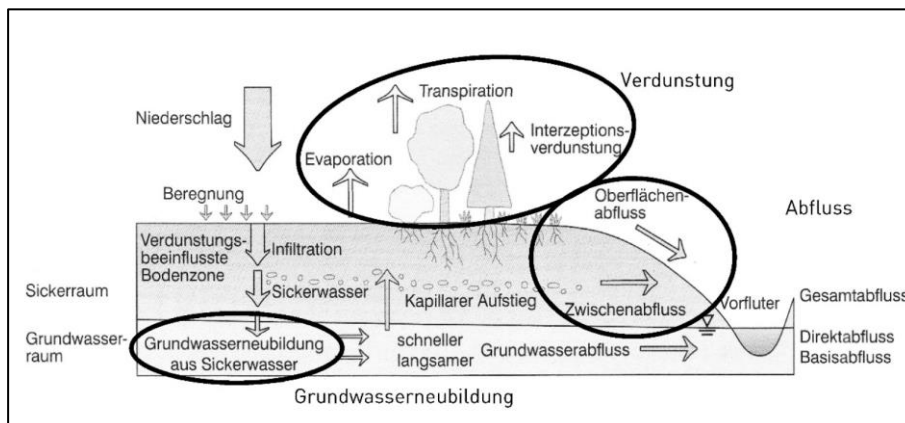


Abbildung 5.1: Prozesse des Bodenwasserhaushalts (DWA-M 102-4)

Die Größen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung werden als dimensionslose Aufteilungswerte (Anteile des Niederschlags) mit den Kürzeln α , g und v beschrieben. Die Anteile ergeben in Summe den Wert 1.

Es wird im Merkblatt nicht näher erläutert, welche Abweichungen zulässig sind, damit ein bebauter Zustand dem unbebauten Zustand „möglichst nahe“ kommt. Einen Anhaltspunkt gibt das Handbuch zur Software zum DWA-A 102 (Wasserbilanz-Expert). Darin ist ein Planungsbeispiel enthalten. Eine Abweichung von 0,11 einer Wasserbilanzgröße wird als zu hoch bewertet, Betragsabweichungen von 0,04 und 0,07 als sehr gering bewertet. Es wird gefolgert, dass Abweichungen unter 0,1 toleriert werden können.

5.2 Natürlicher Wasserhaushalt

Die Parameterwerte zur Bestimmung des Wasserhaushalts können für den unbebauten Zustand dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD) entnommen werden. Die Daten sind online (<https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HAD/index.html?lang=de>) in einer GIS-Anwendung zugänglich.

Tabelle 5.1: Parameter aus dem HAD

Variable	Zeichen	Karte/Abschnitt im HAD	Ermittelter Wert (mm/a)
Mittlere korrigierte jährliche Niederschlagshöhe	P_{korr}	2.5	1.612
Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe	ET_a	2.13	404
Mittlere jährliche Abflusshöhe	R	3.5	1.200
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung	GWN	5.5	559

Die Wasserbilanz für den unbebauten Zustand beträgt nach DWA-A 102-4:

$$\begin{aligned}
 P_{korr} &= R_D + GWN + ET_a \\
 &= 641 \text{ mm/a} + 559 \text{ mm/a} + 404 \text{ mm/a} \\
 &= 1.604 \text{ mm/a}
 \end{aligned}$$

mit:

$$\begin{aligned}
 R_D &= R - GWN \\
 &= 1.200 \text{ mm/a} - 559 \text{ mm/a} \\
 &= 641 \text{ mm/a}
 \end{aligned}$$

Das ermittelte P_{korr} beträgt 99,5% des im HAD angegebenen Wertes und ist damit plausibel.

Die Größen a , g , v wurden aus den ermittelten Werten berechnet und so korrigiert, dass ihre Summe den Wert 1 ergibt (Abweichungen können durch Rundung entstehen).

Tabelle 5.2: Wasserbilanz für den unbebauten Zustand (Grundlage HAD)

Bilanzgröße	Anteil
Direktabfluss a	0,400
Grundwasserneubildung g	0,349
Verdunstung v	0,252

5.3 Wasserhaushalt im geplanten Zustand

Dem bebauten Zustand liegen die aktuellen Planungen zugrunde. Die resultierenden Flächen, Eigenschaften, Flächenanteile und Wasserbilanzen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 5.3: Flächentypen und Wasserhaushalt für den bebauten Zustand

Fläche	Größe (m ²)	a	g	v
Steildach, alle Deckungsmaterialien	2.200	0,97	0,00	0,03
Hof, teildurchlässig	2.350	0,25	0,67	0,08
PKW-Stellplätze, durchlässig	760	0,00	0,81	0,19
Verkehr, Asphalt	1.150	0,89	0,00	0,11
Wege, durchlässig	840	0,00	0,81	0,19
Grünfläche	5450	0,40	0,35	0,25
Gesamt	12.950	0,464	0,374	0,163

5.4 Auswertung

Wie sich die Wasserbilanz für die betrachteten Zustände „unbebaut“ und „Planung“ zusammensetzt und welche Abweichungen zwischen den Zuständen auftreten, ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

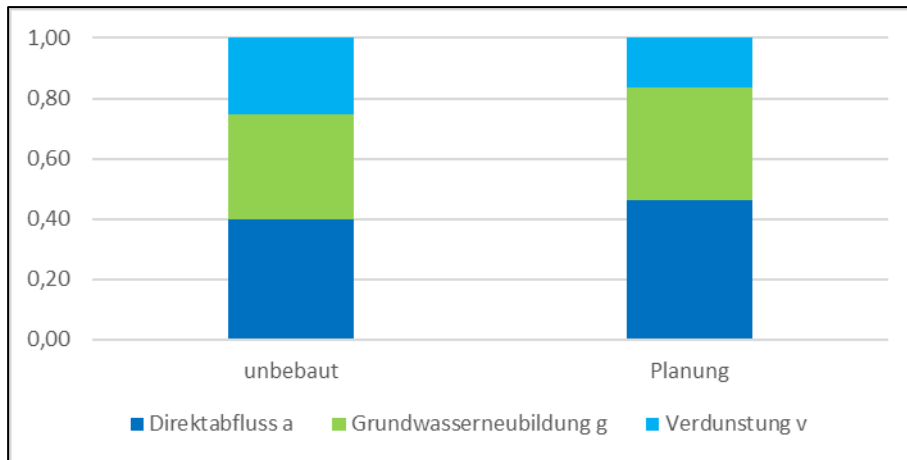


Abbildung 5.2: Vergleich Wasserhaushalt unbebaut und Planung

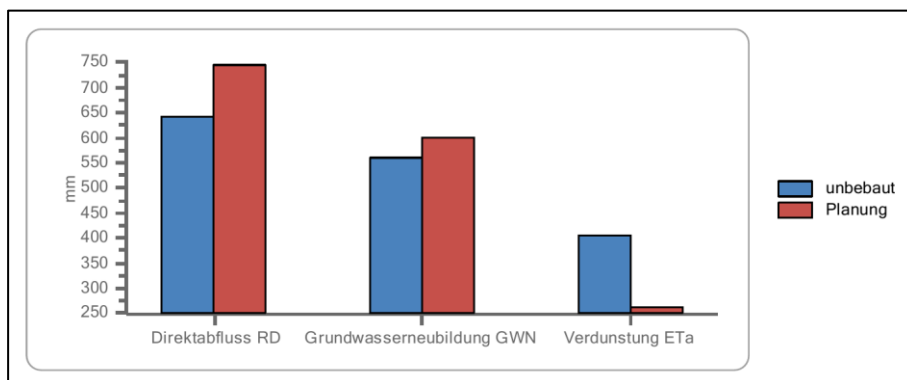


Abbildung 5.3: Vergleich der Bilanzgrößen unbebaut und bebaut

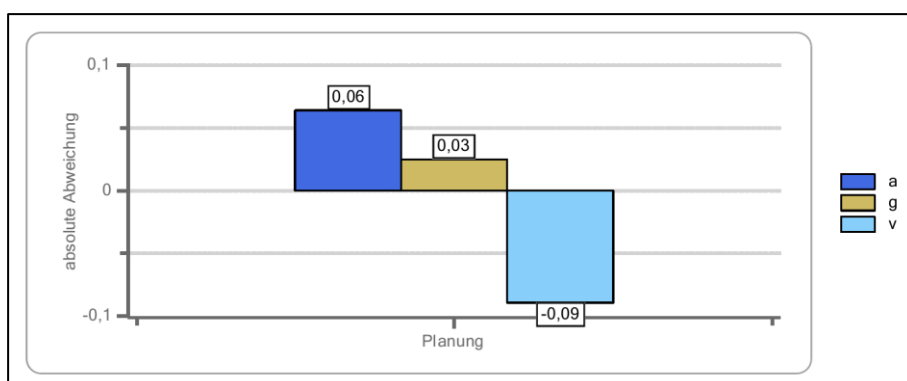


Abbildung 5.4: Abweichungen in der Wasserhaushaltsbilanz zum unbebauten Zustand

Durch die geplante Bebauung wird der Anteil der Grundwasserneubildung (+0,03) und des Direktabflusses (+0,06) leicht erhöht, während der Verdunstungsanteil (-0,09) zurückgeht. Die ermittelten Abweichungen sind als gering zu bewerten und damit zulässig.

Aufgestellt (M. Sc. Urte Paul, Dipl.-Ing. Th. Brendt)

Freiburg, 12.09.2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Th. Brendt', is written over a light grey rectangular background.

BIT Ingenieure AG

Talstraße 1

79102 Freiburg

Tel.: +49 761 29657-0

freiburg@bit-ingenieure.de