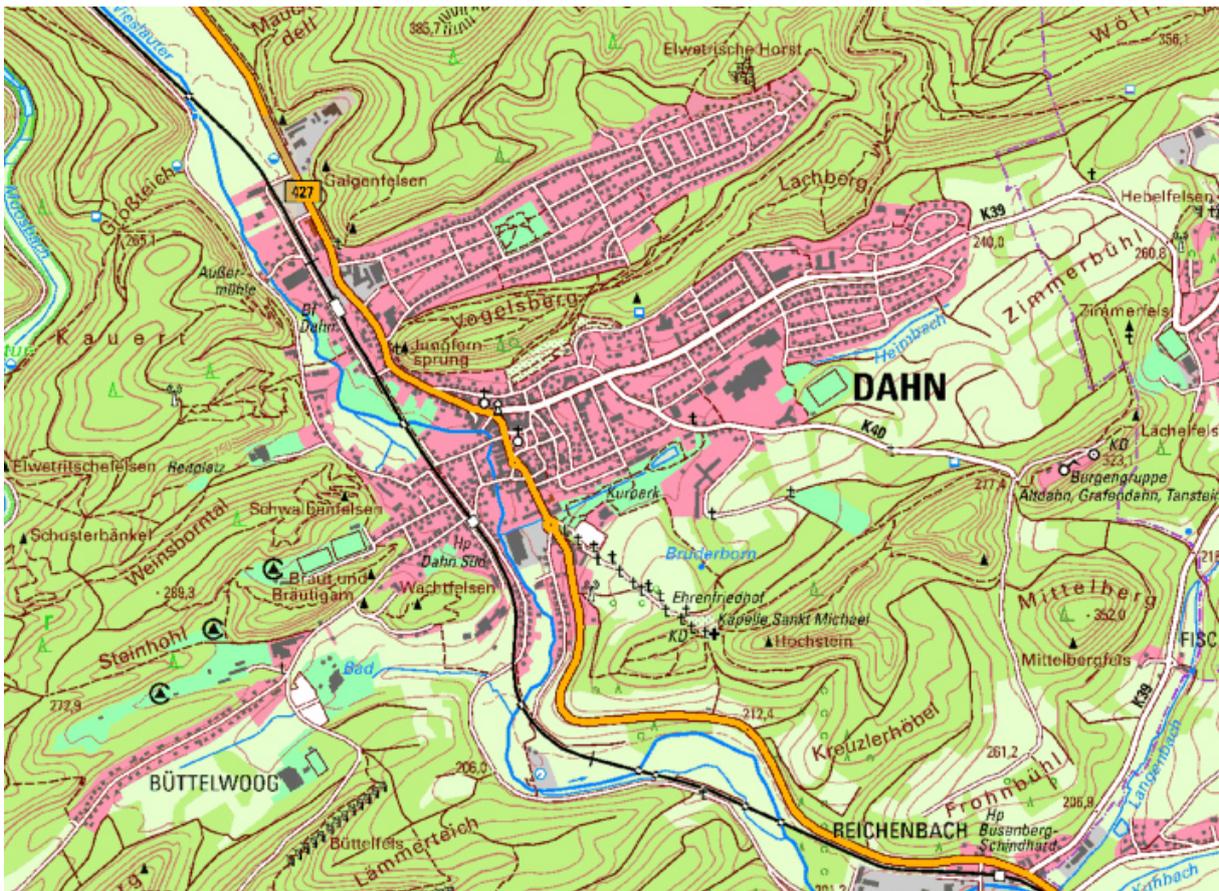


Verbandsgemeinde Dahn – Bebauungsplan „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1. Änderung“

Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers nach DWA-A 102

- Begleitbericht zum Bebauungsplan -

ENTWURF



Dahn, im Februar 2023

Ingenieurbüro Dilger GmbH
Beratende Ingenieure für Bauwesen

E N T W U R F

I. Erläuterungen

1. Allgemeines
2. Verwendete Planunterlagen
3. Planung
4. Konkrete Festsetzungen für den Bebauungsplan

II. Allgemeine Anlagen

1. Übersichtslageplan M1:20000
2. Wasserhaushaltsbilanzgrößen
3. Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – Bodenart
4. Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – GW-Flurabstand

III. Hydraulische Daten

1. Wasserhaushaltsbilanz
2. Ermittlung der Wasserbilanzgrößen für Vegetationsflächen nach DWA-A 102-4 Anhang C

IV. Kostenberechnung

- entfällt -

V. Pläne / Planungsgrundlagen

- entfällt -

Aufstellung Bebauungsplan „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1.Änderung“

Vorwort

Bereits 2006 gab das DWA-A 100 einen übergeordneten Rahmen zum Umgang mit Wasser in und an Siedlungsgebieten vor. Die dortigen Leitlinien wurden dann 2020 mit dem DWA-A 102 in konkret quantifizierte Vorgaben gegossen. Dies schließt auch einen verantwortungsvollen Umgang mit dem natürlichen Wasserhaushalt ein. Moderne Siedlungsgebiete sollten in Neubaugebieten und auch bei großräumigen Sanierungsarbeiten eine möglichst geringe Beeinträchtigung des natürlichen Wasserhaushalts anstreben. Als Richtgröße gibt das DWA-M 102-4 eine Abweichung von **5-10%** in den Bereichen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung an.

In klassischen Siedlungsgebieten ist vor allem durch Flächenversiegelung und Ableitung anfallenden Niederschlagswassers erheblich die Grundwasserneubildung und Verdunstung reduziert, der Direktabfluss ist deutlich erhöht. Dies hat negative Auswirkungen auf lokale Grundwasserspeicher und Luftqualität.

Gerade in urbanen Gebieten sind die Folgen des Eingriffs in den Wasserhaushalt deutlich spürbar. Der dort hohe Versiegelungsgrad und die damit einhergehende reduzierte Verdunstung sorgen für ein Aufheizen der Umgebung und infolge dessen für eine schlechtere Luftqualität. Gerade im Sommer kann es so in Städten zur Bildung von Hitzeinseln kommen. Die urbanen Gebiete heizen sich tagsüber stark auf, und aufgrund der Wärmespeicherwirkung der verwendeten Materialien fehlt die nächtliche Abkühlung. Nicht nur aus ökologischen Gründen sind solche Effekte negativ zu bewerten, die Lebensqualität der Anwohner in solchen Gebieten nimmt ebenfalls deutlich ab. Auch wenn in ländlichen Gebieten die Folgen eines geschädigten Wasserhaushalts oftmals nicht so deutlich spürbar sind, sind sie natürlich dennoch vorhanden. Dieser Umstand sollte in solchen Gegenden ebenfalls zu einem Umdenken führen, was den Umgang mit Niederschlagswasser angeht.

Ebenso macht der immer weiter voranschreitende Klimawandel einen verantwortungsvollen und zeitgemäßen Umgang mit dem Wasserhaushalt immer wichtiger, da gerade die immer weiter steigenden Temperaturen die zuvor genannte Problematik noch weiter verschärfen. Glücklicherweise bieten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen heutzutage eine breite Palette, an auf das zu betrachtende Gebiet zugeschnittenen Möglichkeiten, um Abweichungen des Wasserhaushalts in Siedlungsgebieten zu kompensieren und sich möglichst dem natürlichen Referenzzustand anzunähern.

Aufstellung Bebauungsplan „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1.Änderung“

I. Erläuterungen

1 Allgemeines

Das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, wird von der Verbandsgemeinde Dahn mit der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanzierung begleitend zur Aufstellung des Bebauungsplans „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1. Änderung“ in Dahn beauftragt.

Das Plangebiet umfasst ein Mischgebiet, das im Bestand bereits teilweise bebaut ist.

Die Erstellung des Bebauungsplans und der zugehörigen Begründung wird durch BBP Stadtplanung Landschaftsplanung PartGmbH, Kaiserslautern, durchgeführt.

2 Verwendete Planunterlagen

- Bebauungsplan „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1. Änderung“, aufgestellt durch BBP Stadtplanung Landschaftsplanung PartGmbH, Kaiserslautern, Stand Januar 2023
- Textliche Festsetzungen zum Bebauungsplan „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1. Änderung“, aufgestellt durch das BBP Stadtplanung Landschaftsplanung PartGmbH, Kaiserslautern, Stand Juli 2022
- Vorentwurf zur Bebauung (aktuelle Planung: MFH) der Flurstücke 1470/3, 1471/3, 1472/3, 1473/3, 1474,3, aufgestellt durch das Planungsteam Südwest, Dahn, Stand Dezember 2021
- Luftbilder zum Bereich des Plangebiets, bereitgestellt durch die VG Dahn, Stand 2018
- Hydrologischer Atlas Deutschland
- Kartenviewer des Landesamts für Geologie und Bergbau RLP
- DWA-A 102
- Wasserhaushaltsbilanzierung mittels Wasserbilanz-Expert (WaBiLa)

3 Planung

3.1 Grundlagen

3.1.1 Plangebiet & allgemeine Angaben

In der Verbandsgemeinde Dahn soll im Rahmen des Bebauungsplans „Innerstädtische Entlastungsstraße südlicher Teil, 1. Änderung“ ein Mischgebiet im südlichen Bereich der Stadt Dahn entstehen.

Folgende Abbildungen zeigen die Lage des Plangebiets in der Verbandsgemeinde Dahn, sowie die zeichnerische Darstellung des Bebauungsplans

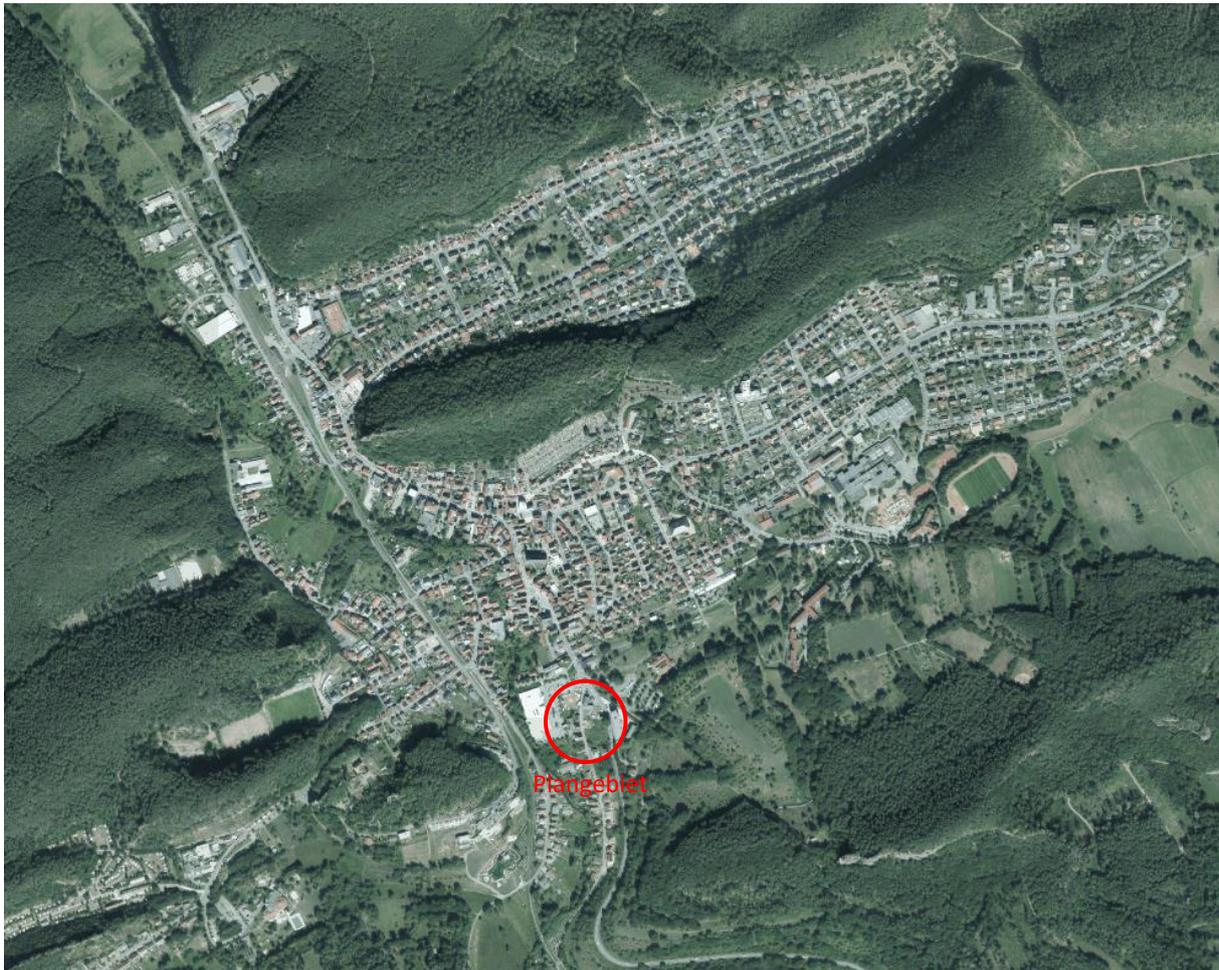


Abbildung 1: Lage des Plangebiets in der Stadt Dahn [GeoBasisViewer RLP]



Abbildung 2: zeichnerische Darstellung des Plangebiets im Bebauungsplan [BBP]

3.1.2 Flächenaufteilung des Plangebiets

Zur Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-A 102 sind die Teilflächen im Plangebiet zu ermitteln. Teile des Plangebiets sind bereits bebaut, z.T. wird die aktuelle Bebauung abgerissen, lediglich die Bebauung der Flurstücke 1469/9 und 1347/1 bleibt erhalten. Für diese Bereiche wird der aktuelle Bestandszustand zur Ermittlung der Wasserbilanz herangezogen. Die Ermittlung der Teilflächen der Bestandsbebauung erfolgt mittels einer Kombination aus Ortsbegehung und Flächenmessung aus Luftbildern.



Abbildung 3: Bebauung im Plangebiet nach Luftbild (Stand 2018)

Für die restlichen Flächen im Plangebiet ist eine Bebauung anzunehmen. Für das Plangebiet wurde eine GRZ von 0,60 festgelegt, die mittels Anlagen nach § 19 Abs. 4 BauNVO bis maximal 0,80 überschritten werden darf. Die Wasserbilanz wird auf diese maximal mögliche Überschreitung durch die neue Bebauung ausgelegt.

Die Bestandbebauung, die auch in Zukunft bestehen bleiben soll, teilt sich auf folgende Teilflächen auf:

Flurstück /Grundstück	Fläche	Flächentyp	Größe [m ²]
1469/9 (Gesamtfläche 295m ²)	Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	90
	bef. Fl. vor Gebäude	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	145
	Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	20
	Garten	Garten, Grünfläche	40
1347/1 (Gesamtfläche 510m ²)	Gebäudedachflächen	Steildach, alle Deckungsmaterialien	215
	Pflasterflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	35
	Carport 1	Flachdach (Metall, Glas)	12
	Carport 2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	25
	Garten	Garten, Grünfläche	220

Tabelle 1: Teilflächen der Bestandbebauung im Plangebiet

Für die zukünftige Bebauung sind Annahmen zu treffen, die die voraussichtliche Bebauung im Plangebiet widerspiegeln. So liegt beispielsweise bereits ein Vorentwurf für die Bebauung der Flurstücke 1470/3, 1471/3, 1472/3, 1473/3, 1474,3, aufgestellt durch das Planungsteam Südwest, Dahn, vor. Dabei handelt es sich um ein MFH. Die zukünftige Bebauung im restlichen Plangebiet wird voraussichtlich einen ähnlichen Charakter besitzen, bzw. als Park- und Garagenflächen dienen.



Abbildung 4: Vorentwurf zur Bebauung der Flurstücke 1470/3, 1471/3, 1472/3, 1473/3, 1474,3 [Planungsteam Südwest]

Insgesamt umfasst das Plangebiet eine Fläche von **6902m²**.

Die Flurstücke, die zukünftig bebaut werden sollen, umfassen eine Fläche von **6097m²**. Die Bebauung wird für die Ermittlung der Wasserbilanz einheitlich angenommen.

Somit ergeben sich unter Annahme der vollen Auslastung der erlaubten GRZ von 0,80 folgende Teilflächen auf den zu bebauenden Grund- bzw. Flurstücken:

- Dachflächen (Haupt- und Nebengebäude) 35% der Fläche → 2134 m²
- Parkplätze 35% der Fläche (Annahme 50/50 Fahrgassen und Parkstände)
 - Parkstände 17,5% der Fläche → 1067 m²
 - Fahrgassen 17,5% der Fläche → 1067 m²
- Fußwege, Terrassen, ... 10% der Fläche → 610 m²
- Unbebaute Restfläche (zukünftige Grünflächen) 20% der Fläche → 1219 m²

3.1.3 Berechnungsgrundlagen

3.1.3.1 Bilanzgrößen des Wasserhaushalts

Um den natürlichen Zustand des Bodenwasserhaushalts und die späteren Abweichungen im bebauten Zustand ermitteln zu können werden folgende Bilanzgrößen benötigt:

- Mittlerer jährlicher Niederschlag P [mm/a]
- Mittlere jährliche potentielle Verdunstungshöhe ET_p [mm/a]
- Direktabfluss R_D [mm/a]
- Grundwasserneubildung GWN [mm/a]
- Aktuelle Verdunstung („Evatranspiration“) ET_a [mm/a]

Die Gleichung für die Wasserbilanz eines Betrachtungsgebiets ergibt sich somit zu:

$$P = R_D + GWN + ET_a$$

Die mittlere jährliche potentielle Verdunstungshöhe ET_p dient dabei lediglich als Referenzwert.

Da für das Plangebiet in Dahn keine genaueren Daten zu den Bilanzgrößen bekannt sind, werden die benötigten Werte entsprechend DWA-M102-4 Abschnitt 5.2.5 dem Hydrologischen Atlas Deutschland (HAD) entnommen. Hierbei sollen die Bilanzgrößen einem möglichst un bebauten bzw. gering bebauten Rasterfeld im Umfeld entnommen werden. Das Rasterfeld, in dem das Plangebiet liegt, ist zu Teilen bebaut, daher werden die Werte aus einem zum Größten Teil un bebauten Nachbarrastergebiet direkt westlich des eigentlichen Plangebiets entnommen.

Aus dem HAD ergeben sich für das zu betrachtende Gebiet folgende Werte:

P:	801 – 900 mm/a	▶ 900 mm/a
ET_p :	600 – 650 mm/a	▶ 650 mm/a
ET_a :	≥ 650 mm/a	▶ 650 mm/a
GWN:	26 – 50 mm/a	▶ 50 mm/a
R_D :	Aus $P - ET_a - GWN$	▶ 200 mm/a

Für den un bebauten Zustand ergeben sich daher folgenden dimensionslose Aufteilungswerte für die Wasserhaushaltskenngrößen:

- Direktabfluss (a): 0,222
- Grundwasserneubildung (g): 0,056
- Verdunstung (v): 0,722

3.1.3.2 Durchlässigkeitsbeiwert

Zusätzlich wird der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) benötigt, um eine Aussage über die Leistungsfähigkeit möglicher Versickerungsanlagen treffen zu können. Im Plangebiet liegen noch keine Bodenuntersuchungen vor. In der Bodenkarte des Landesamts für Geologie und Bergbau RLP liegen nur für Teile des Plangebiets Informationen zur Bodenart vor. In diesen Bereichen handelt es sich nach Bodenkarte um lehmigen Sand (IS). Unter der Annahme, dass diese Bodenart im restlichen Plangebiet ebenfalls vorherrschend ist, kann als k_f -Wert im Plangebiet zunächst ein Wert von 10^{-5} bis 10^{-6} angenommen werden. Für die Ermittlung der Wasserbilanz wird ein gemittelter Wert von $5 \cdot 10^{-6}$ angesetzt.

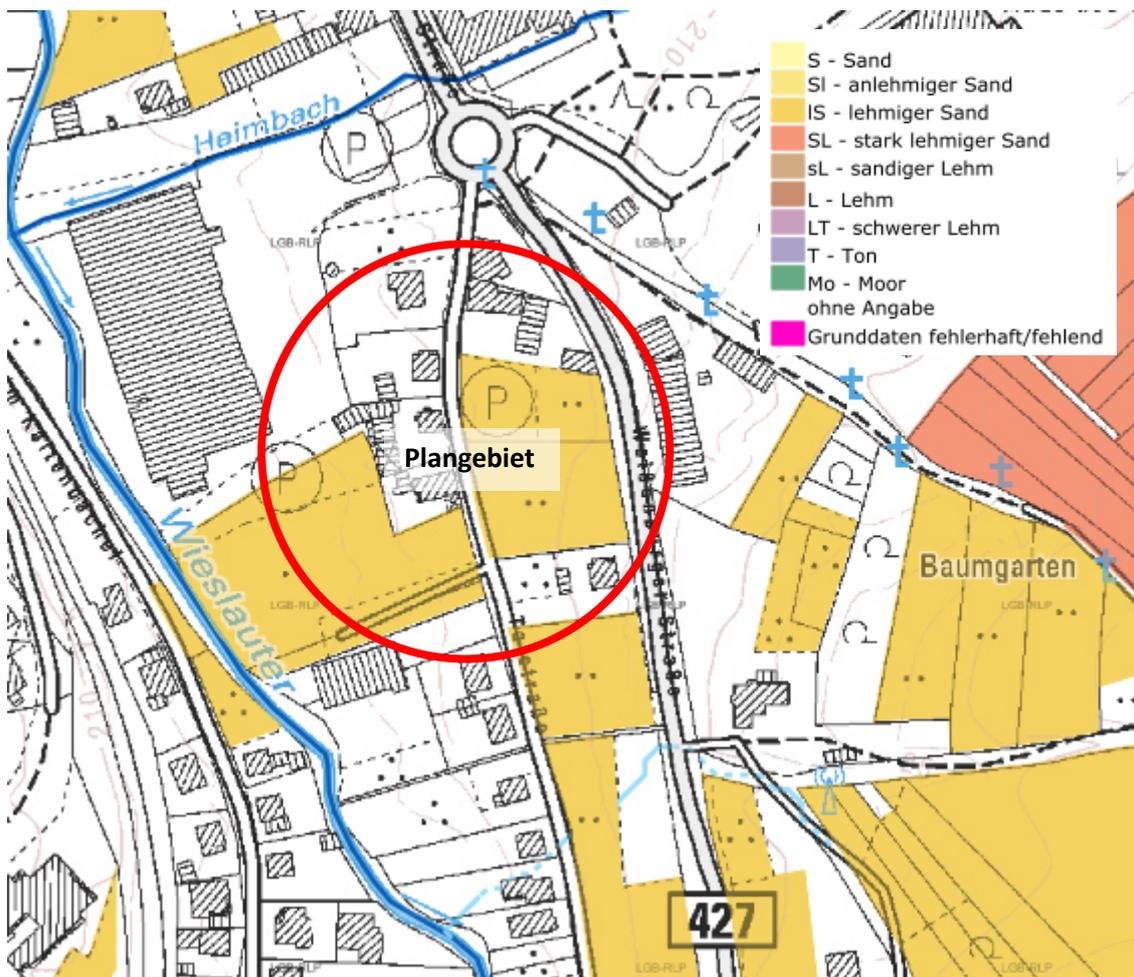


Abbildung 5: Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP für das Plangebiet in Dahn [LGB-RLP]

3.1.3.3 Grundwasserflurabstand

Zur Bestimmung der Anteile der Wasserbilanzgrößen bei Grünflächen, die zur Verdunstungsförderung eingesetzt werden, ist zusätzlich eine Angabe des Grundwasserflurabstands (GW-Flurabstand) nötig.

Die Informationen hierzu werden, aufgrund nicht vorhandener Untersuchungen im Plangebiet, der Bodenkarte des Landes RLP entnommen.

Das Plangebiet liegt zu überwiegenden Teilen in einem Bereich, in dem das Grundwasser in einem Abstand von 2 – 5 m unterhalb der Geländeoberkante zu erwarten ist. Lediglich kleine Teile des Plangebiets liegen im Bereich 1 – 2 m. Vereinfacht wird für das Plangebiet ein GW-Flurabstand von > 2,0 m angenommen.



Abbildung 6: Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – GW-Flurabstand [LGB-RLP]

3.1.3.4 Bewirtschaftungsmaßnahmen

„Klassische“ Siedlungsgebiete sind oftmals durch einen erhöhten Direktabfluss, sowie einer reduzierten Verdunstung und Grundwasserneubildung geprägt. Das DWA-M 102-4 gibt hier Planern einen Katalog mit möglichen Bewirtschaftungsmaßnahmen an die Hand, um diesen Effekten entgegenzuwirken.

Maßnahme	Eignung zur			Regelwerk
	Minderung des Direktabflusses	Erhöhung der Grundwasserneubildung	Erhöhung der Verdunstung	
Rückbau undurchlässiger Flächen	++	++	+	
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	+	+	+	MVV (FGSV-Nr. 947)
Begrünung von				
– Freiflächen	++	+	++	FLL (2018c)
– Dachflächen extensiv	+	–	+	FLL (2018a)
– Dachflächen intensiv	++	–	++	
– Gebäudefassaden	o	o	++	FLL (2018b)
Bäume, Großgehölze	o	o	++	FLL (2015b)
Niederschlagswasser- versickerung				DWA-A 138
– oberirdisch	++	++	–	
– unterirdisch				
Regenwassernutzung				DIN 1989, alle Teile
– als Betriebswasser	++	–	–	
– für Bewässerung	+	o	++	
Offene Wasserfläche	o	–	+	
Rückhaltung ohne Dauerstau	o	–	o	DWA-A 117
ANMERKUNGEN				
++ sehr gut geeignet	+ gut geeignet	o wenig geeignet	– nicht geeignet	

Tabelle 2: Wirksamkeit von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf den Wasserhaushalt [DWA-M 102-4]

Oftmals lässt sich ein erhöhter Direktabfluss und eine verminderte Grundwasserneubildung durch die Anordnung von Versickerungsanlagen vergleichsweise leicht kompensieren. Bei der durch Bebauung unweigerlich reduzierten Verdunstung sind oftmals aufwendigere Maßnahmen erforderlich. Hier sind hauptsächlich Gründächer positiv hervorzuheben, sowie Pflanzungen von Büschen und Bäumen.

Eine weitere Möglichkeit, die Verdunstung positiv zu beeinflussen, ist die Verwendung von Niederschlagswasser zur Gartenbewässerung. Meist werden dabei größere Speichervolumina nötig, um gerade in den längeren Trockenphasen im Sommer die Bewässerung der Grünflächen durch Niederschlagswasser sicherzustellen.

3.2 Wasserhaushaltsbilanzierung – Variantenuntersuchung

Auf Basis der zuvor beschriebenen Berechnungsgrundlagen und des vorliegenden Bebauungsplans kann die Wasserbilanz des Plangebiets im Vergleich mit dem unbebauten, natürlichen Zustand ermittelt werden.

3.2.1 Wasserbilanz nach Bestandsplanung

Im Voraus zur Erstellung der Wasserbilanz wurden bereits einige Maßnahmen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung zusammen mit dem AG festgesetzt. So sollen befestigte Außenflächen generell nur mit sickerfähigen Materialien (z.B. Porensteine, Sickersteine, ...) hergestellt werden. Weiterhin sind generell alle Flachdachflächen (Haupt- und Nebenanlagen) mindestens extensiv (durchwurzelbare Substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen.

Da laut Bebauungsplan Flachdächer und Satteldächer als zulässige Dachform aufgelistet werden, wird für die Berechnung von einer gleichmäßigen Verteilung ausgegangen.

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		90	0,916	0,000	0,084
Fläche	1469/9 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		145	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		20	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen		40	0,222	0,056	0,722
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien		215	0,916	0,000	0,084
Fläche	1347/1 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		35	0,506	0,335	0,160
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)		12	0,873	0,000	0,127
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		25	0,844	0,000	0,156
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen		220	0,222	0,056	0,722
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung		1067	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue SD-Flächen	Steildach, alle Deckungsmaterialien		1067	0,916	0,000	0,084
Fläche	neue Parkstände	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1067	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1067	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		610	0,008	0,598	0,394

Tabelle 3: Teilflächen des Plangebiets nach Bestandsplanung

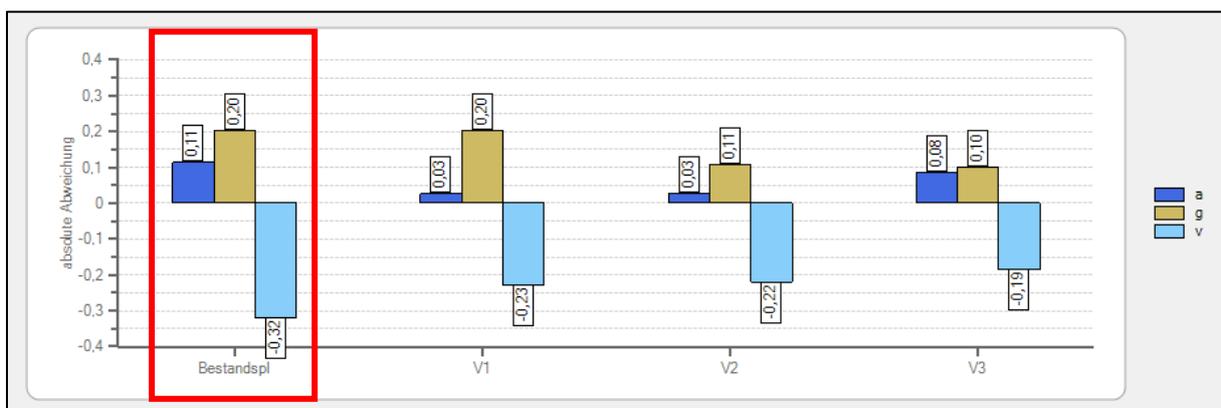


Abbildung 7: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Variante Bestandsplanung

Mit den vorgesehenen Maßnahmen zeigt sich der lokale Wasserhaushalt als deutlich geschädigt und ist dringend dem natürlichen Zustand anzunähern. In der vorliegenden Variante zeigen sich der typische erhöhte Oberflächenabfluss und die deutlich reduzierte Verdunstung, die fast alle „klassischen“ Siedlungsgebiete aufweisen. Eher untypisch ist eine deutlich erhöhte Grundwasserneubildung. Die Ursache hierfür liegt in der, im Plangebiet im natürlichen Zustand vorliegenden, eher niedrigen Grundwasserneubildung. Durch großflächige angeordnete sickerfähige Materialien wird deutlich mehr versickert, als dies im natürlichen Zustand der Fall wäre (im natürlichen Zustand wird der überwiegende Anteil anfallenden Niederschlags durch die eigentlich vorhandenen für die Region typischen Wälder verdunstet).

Eine erhöhte Grundwasserneubildung im Plangebiet ist dennoch als eher unkritisch anzusehen, da so ein teilweiser Ausgleich für die unweigerlich reduzierte Grundwasserneubildung umliegender Gebiete mit „klassischer“ Siedlungsbebauung geschaffen werden kann.

In folgender iterativer Optimierung der Wasserbilanz sollte somit die Reduktion des Oberflächenabflusses und eine Erhöhung der Verdunstung im Fokus stehen.

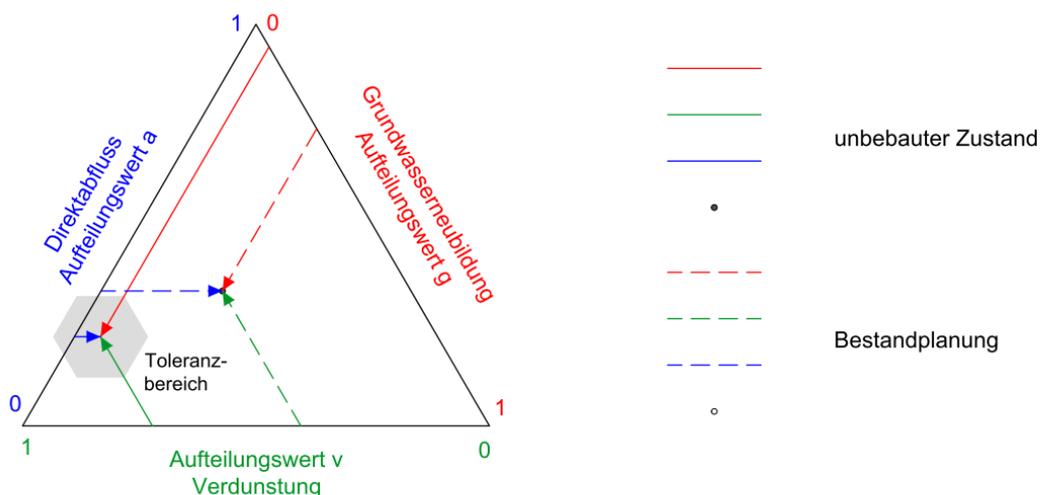


Abbildung 8: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbebauter Zustand mit Variante Bestandsplanung

3.2.2 Optimierungsvariante 1

Zur Verbesserung des lokalen Wasserhaushalts werden im Plangebiet Regenwasserzisternen von insgesamt mindestens 40m³ (entspricht ca. 7,0l bereitzustellendem Volumen je angefangenem m² Grundstücksfläche). Das Regenwasser wird zur Bewässerung der Grünflächen (ca. 1200m²) einzusetzen. Die Zisternen sind mittels anfallendem Oberflächenabfluss der Dachflächen und der befestigten Außenflächen im Gebiet zu befüllen. Da die Grünflächen mittels Zisternen bewässert werden, werden die Grünflächen ebenfalls als verdunstungsfördernde Maßnahme angesetzt. Die Berechnung der Bilanzgrößen für diese Flächen kann nach DWA-A 102-4 Anhang C erfolgen. Die vollständige Berechnung ist in Kapitel III enthalten. Die Grünflächen haben dabei die Aufteilung der Landnutzungsart „Hausgärten“ zu entsprechen.

Bewässerungsmenge

Für die Gartenbewässerung fallen durchschnittlich 15-25 l je Quadratmeter bewässerter Gartenfläche und Woche an. Auf der sicheren Seite liegend, wird der Verbrauch mit 15l/m² und Woche abgeschätzt und nur von einer Bewässerung in den drei heißesten Monaten Juni, Juli und August (gerechnet mit je 4 Wochen pro Monat) ausgegangen. Somit ergibt sich eine benötigte Wassermenge von **180l/m²** Garten im Jahr. Sollte mehr Niederschlagswasser darüber hinaus als Gartenbewässerung verwendet werden, ist dies im Sinne der Verbesserung der Verdunstung als positiv

Zusätzlich wird die zulässige Dachform im Gebiet auf Flachdächer reduziert, diese sind mindestens extensiv (durchwurzelbare Substratdicke ≥ 10cm) zu begrünen. Da die vorliegenden Vorplanungen zeigen, dass z.T. Gebäude mit Penthäusern und Dachterrassen geplant werden, wird zusätzlich noch festgelegt, dass die begrünte Dachfläche mindestens 60% der Gebäudegrundfläche betragen muss. Die Dachterrassen werden im Sinne der Berechnung als Flachdach (Metall / Glas) behandelt.

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		90	0,916	0,000	0,084
Fläche	1469/9 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		145	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		20	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen		40	0,222	0,056	0,722
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien		215	0,916	0,000	0,084
Fläche	1347/1 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		35	0,506	0,335	0,160
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)		12	0,873	0,000	0,127
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		25	0,844	0,000	0,156
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen		220	0,222	0,056	0,722
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung		1280	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)		854	0,873	0,000	0,127
Fläche	neue Parkstände	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1067	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1067	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		610	0,008	0,598	0,394
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen		1200	0,085	0,044	0,871
Maßnahme	Regenwasserzisternen	Regenwasseremutzung		0	0,780	0,000	0,220

Tabelle 4: Teilflächen des Plangebiets nach Optimierungsvariante 1

Mittels dieser Maßnahmen ändert sich die Wasserbilanz des Plangebiets wie folgt.



Abbildung 9: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Optimierungsvariante 1

Durch diese Maßnahmen erfolgt vor allem eine Verbesserung im Bereich des Oberflächenabflusses, dieser geht im Vergleich zu voriger Variante von +11% auf +3% zurück und liegt somit im angestrebten 10% Rahmen. Auch bei der Verdunstung ist eine deutliche Verbesserung von -32% auf -23% erkennbar, dennoch liegt der Parameter der Verdunstung noch weit außerhalb des 10%-Ziels und ist weiter zu optimieren. Im Bereich der Grundwasserneubildung erfolgt keine Veränderung.

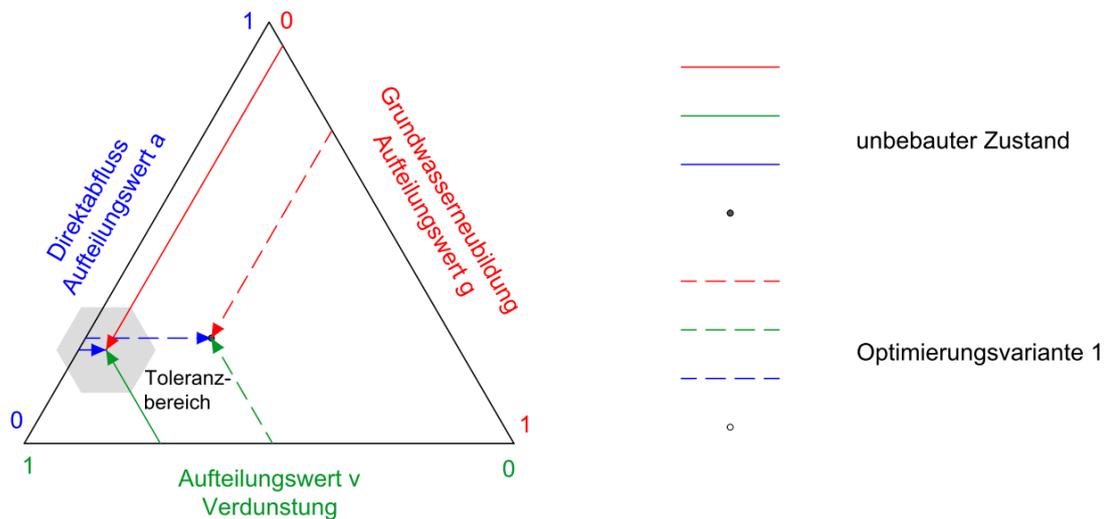


Abbildung 10: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbebauter Zustand mit Optimierungsvariante 1

3.2.3 Optimierungsvariante 2

Um die Verdunstung im Plangebiet weiter zu verbessern, bieten sich Gründächer an, daher werden in dieser Variante die Parkstände (50% der Parkplatzflächen) mit Gründächern überdacht. Dies entspricht etwa 40% der befestigten Außenflächen, bzw. ca. 20% der Grundstücksflächen nach der angenommenen Bebauung.

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		90	0,916	0,000	0,084
Fläche	1469/9 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		145	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		20	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen		40	0,222	0,056	0,722
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien		215	0,916	0,000	0,084
Fläche	1347/1 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		35	0,506	0,335	0,160
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)		12	0,873	0,000	0,127
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		25	0,844	0,000	0,156
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen		220	0,222	0,056	0,722
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung		1280	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)		854	0,873	0,000	0,127
Fläche	neue Parkstände	Gründach mit Extensivbegrünung		1067	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1067	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		610	0,008	0,598	0,394
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen		1200	0,085	0,044	0,871
Maßnahme	Regenwasserzistemen	Regenwasseremutzung		0	0,827	0,000	0,173

Abbildung 11: Teilflächen des Plangebiets nach Optimierungsvariante 2

Folgende Veränderung der Wasserbilanz ergibt sich:



Abbildung 12: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Optimierungsvariante 2

Gegenüber der vorigen Variante erhöht sich der Oberflächenabfluss wieder und liegt leicht über der 10%-Grenze. Zwar bieten Gründächer verglichen mit anderen Dacheindeckungen eine gute Retentionswirkung, dennoch kommt gegenüber sickerfähiger Bodenbeläge ein höherer Prozentsatz anfallenden Niederschlags zum Abfluss. Insgesamt geht dadurch die Grundwasserneubildung von +20% auf +11% zurück, liegt damit aber dennoch leicht über dem eigentlich angestrebten 10%-Ziel. Bei der Verdunstung wird ebenfalls eine weitere Verbesserung um 1% erreicht, die Verdunstung liegt dennoch bei -22% gegenüber dem natürlichen Zustand des Geländes.

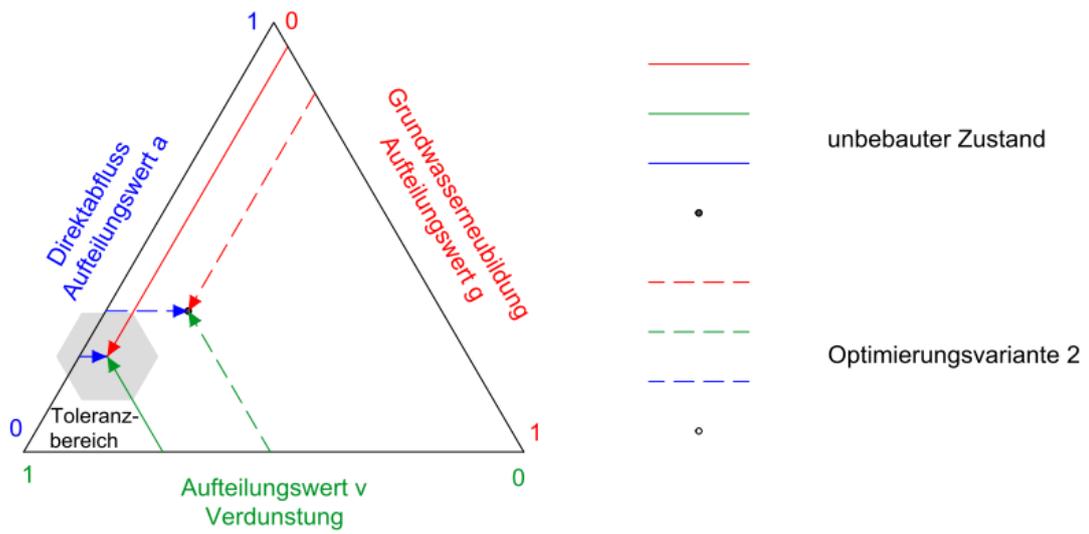


Abbildung 13: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbebauter Zustand mit Optimierungsvariante 2

3.2.4 Optimierungsvariante 3

Zur weiteren Verbesserung der örtlichen Wasserhaushaltsbilanz und dem lokalen Kleinklima soll eine Gehölzfläche mit waldartiger Struktur im Plangebiet entstehen. Dafür wird eine Fläche von ca. 350m² (**zusätzlich** zu den begrünenden Flächen auf den Grundstücken) auf den Flurstücken 1432/2, 1433, 1433/2, 1433/3 und 1434 im Plangebiet herangezogen. Sollten diese Fläche nicht zur Verfügung stehen, kann die Fläche auch an anderer Stelle im Plangebiet bereitgestellt werden.



Abbildung 14: Mögliche Fläche für Gehölzfläche im Plangebiet

Die Gehölzfläche soll eine waldartige Struktur erhalten und ist vollflächig mit Laubbäumen zu begrünen und dauerhaft zu erhalten. Die Bäume haben bei der Pflanzung die Anforderungen der textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans hinsichtlich Größe und Stammumfang zu erfüllen.

Eine Bewässerung der Gehölzfläche soll über das im Plangebiet gesammelte anfallende Oberflächenwasser erfolgen.

Da die 350m² somit dem Anteil der „bebaubaren“ Fläche entfallen, reduzieren sich die Quadratmeter der Teilflächen im Plangebiet:

Fläche der bebaubaren Grundstücke **6097m² → 5747m²**

- Dachflächen (Haupt- und Nebengebäude) vorher: 2134 m² → jetzt: 2011m²
- Parkplätze (Annahme 50/50 Fahrgassen und Parkstände)
 - Parkstände vorher: 1067 m² → jetzt: 1005m²
 - Fahrgassen vorher: 1067 m² → jetzt: 1005m²
- Fußwege, Terrassen, ... vorher: 610 m² → jetzt: 575m²

Unbebaute Restfläche (zukünftige Grünflächen) vorher: 1219 m² → jetzt: 1150m²

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		90	0,916	0,000	0,084
Fläche	1469/9 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		145	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		20	0,506	0,335	0,160
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen		40	0,222	0,056	0,722
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien		215	0,916	0,000	0,084
Fläche	1347/1 befestigte Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		35	0,506	0,335	0,160
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)		12	0,873	0,000	0,127
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		25	0,844	0,000	0,156
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen		220	0,222	0,056	0,722
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung		1207	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)		804	0,873	0,000	0,127
Fläche	neue Parkstände	Gründach mit Extensivbegrünung		1005	0,545	0,000	0,455
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1005	0,008	0,598	0,394
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		575	0,008	0,598	0,394
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen		1150	0,085	0,044	0,871
Fläche	Gehölzfläche	Garten, Grünflächen		350	0,029	0,021	0,950
Maßnahme	Regenwasserzisternen	Regenwasserumzung		0	0,802	0,000	0,198

Tabelle 5: Teilflächen des Plangebiets nach Optimierungsvariante 3

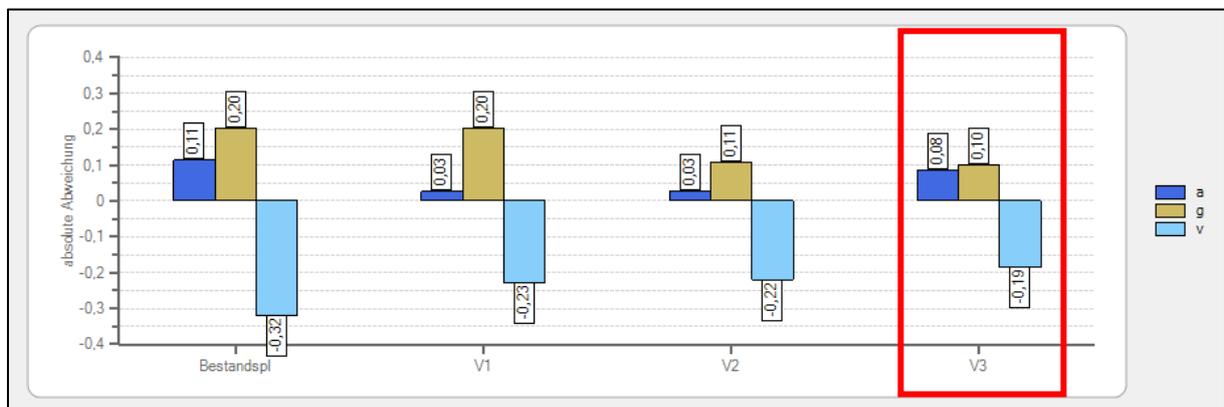


Abbildung 15: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Optimierungsvariante 3

Durch das Vorsehen einer Grünfläche mit waldartigem Charakter im Plangebiet kann die Wasserbilanz im Plangebiet noch einmal deutlich verbessert werden. So liegen sowohl der Parameter des Oberflächenabflusses und der Grundwasserneubildung mit jeweils +8% und +10% innerhalb des von der DWA 102-4 gesetzten 10% Rahmens. Lediglich die Verdunstung liegt mit -19% weiterhin unterhalb der eigentlichen Zielgröße.

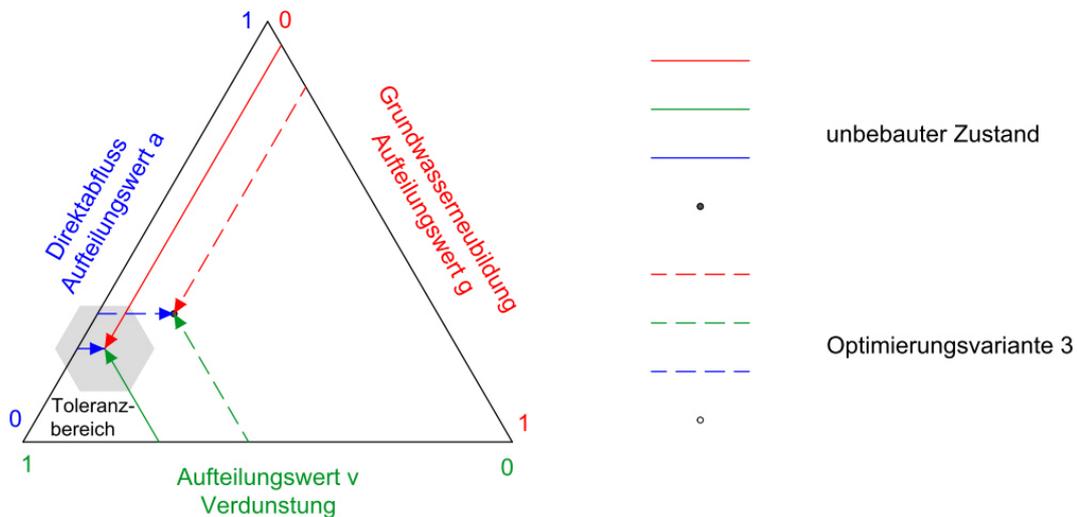


Abbildung 16: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbebauter Zustand mit Optimierungsvariante 3

3.2.5 Beurteilung des lokalen Wasserhaushalts

Durch einen großen Katalog an Bewirtschaftungsmaßnahmen kann der Wasserhaushalt im Plangebiet in den Bereichen des Oberflächenabflusses und der Grundwasserneubildung dem natürlichen Zustand angenähert werden. Lediglich im Bereich der Verdunstung bleibt der erreichte Wert mit -19% gegenüber dem unbebauten Zustand hinter dem eigentlich zu erreichenden 10%-Ziel zurück.

Die angeordneten Maßnahmen wurden dabei so gewählt, dass ein vertretbarer wirtschaftlicher Aufwand mit möglichst großer Wirkungskraft kombiniert wird.

Eine weitere Verbesserung der Verdunstung im Plangebiet wäre allerdings, neben den bereits getroffenen Maßnahmen, nur mit erheblichem Mehraufwand und damit verbundenen Mehrkosten erreichbar. Selbst unter dem Gesichtspunkt weiterer Verbesserungsmaßnahmen wäre das Erreichen der 10%-Grenze ohne grundlegende Neuplanung des Gebiets (z.B. deutliche Reduktion der maximal erlaubten GRZ) wohl kaum möglich.

Aus planerischer Sicht wird daher empfohlen, dass Vorhaben mit den getroffenen Maßnahmen (eine Zusammenfassung erfolgt in Kapitel 4) so zuzulassen.

4 Konkrete Festsetzungen für den Bebauungsplan

Aus den beschriebenen Optimierungsvarianten ergeben sich folgende Maßnahmen, die so verpflichtend festzusetzen sind, um die Wasserbilanz wie zuvor beschrieben zu erreichen:

- Im Plangebiet sind nur Flachdächer zulässig. Flachdächer sind generell mindestens extensiv (durchwurzelbare Substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen. Die begrüneten Dachflächen müssen dabei mindestens 60% der Gebäudegrundfläche betragen
- Flächenversiegelungen im Plangebiet sind nur mit sickerfähigen Materialien zulässig (Porensteine, Sickersteine, ...), maximaler Abflussbeiwert $\leq 0,50$
- Die nicht überbauten Flächen im Plangebiet sind zu begrünen. Dabei sind mindestens 30% dieser Fläche mit Stauden und Büschen zu bepflanzen und mindestens 30% der Fläche mit Laubbäumen. Die Bäume haben hinsichtlich Größe und Stammumfang bei der Pflanzung den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans zu entsprechen
- Zulässig ist eine GRZ von 0,6. Eine Überschreitung der GRZ bis maximal 0,8 gem. § 19 Abs. 4 BauNVO ist nur durch Nebenanlagen, Stellplätze, Garagen und Carports, die mit Gründächern bedeckt bzw. überstellt werden, zulässig. Die Gründächer sind mindestens extensiv begrünt (durchwurzelbare Substratdicke $\geq 10\text{cm}$) auszuführen
- Anfallendes Oberflächenwasser von privaten befestigten Flächen im Plangebiet ist z.B. mittels Regenwasserzisternen zu sammeln. Hierfür sind je m^2 angefangener Grundstücksfläche mindestens 7,0l bereitzustellen. Dabei wird ausdrücklich empfohlen, das gesammelte Niederschlagswasser zur Bewässerung der Grünflächen einzusetzen
- Im Plangebiet ist zusätzlich zu den Grünflächen auf den Baugrundstücken eine Fläche von 350m^2 bereitzustellen, die als flächige Gehölzstruktur mit waldartigem Charakter auszubilden und dauerhaft zu erhalten ist. Hierzu ist die Fläche vollständig mit Laubbäumen zu bepflanzen. Die Bäume haben hinsichtlich Größe und Stammumfang bei der Pflanzung den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans zu entsprechen. Zur Förderung der Verdunstung ist eine Bewässerung der „Waldfläche“ mit, im Plangebiet gesammeltem, Niederschlagswasser vorzusehen.

II. Allgemeine Angaben

1 Übersichtslageplan

M 1:20.000



Abbildung 17: Übersichtslageplan Gebiet Dahn M 1:20000 [GeoBasisViewer RLP]

2 Wasserhaushaltsbilanzgrößen

2.1 Mittlere jährliche Niederschlagshöhe P

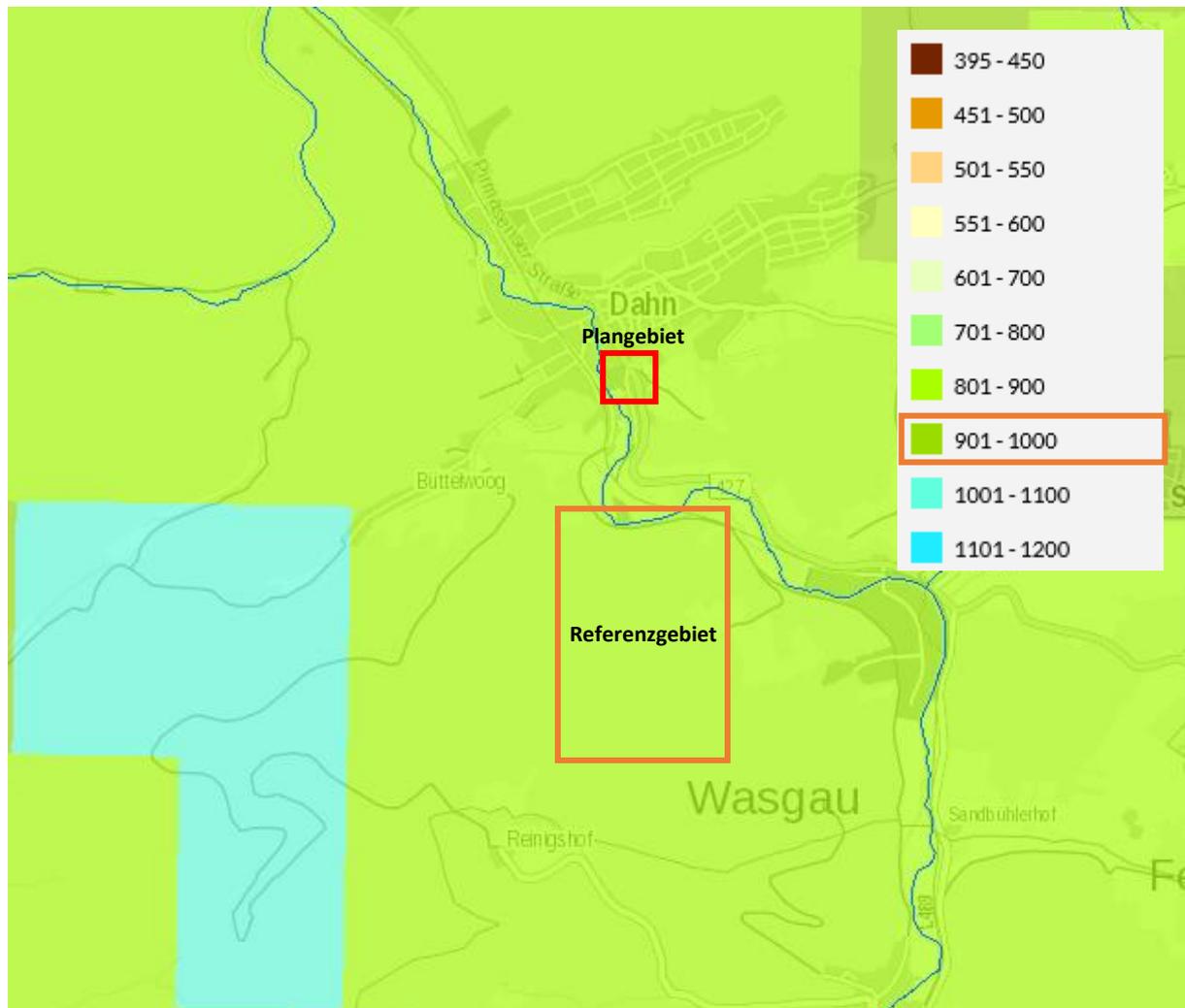


Abbildung 18: mittlerer jährlicher Niederschlag in mm/a für das Plangebiet in Dahn [HAD]

2.2 Mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe ET_p

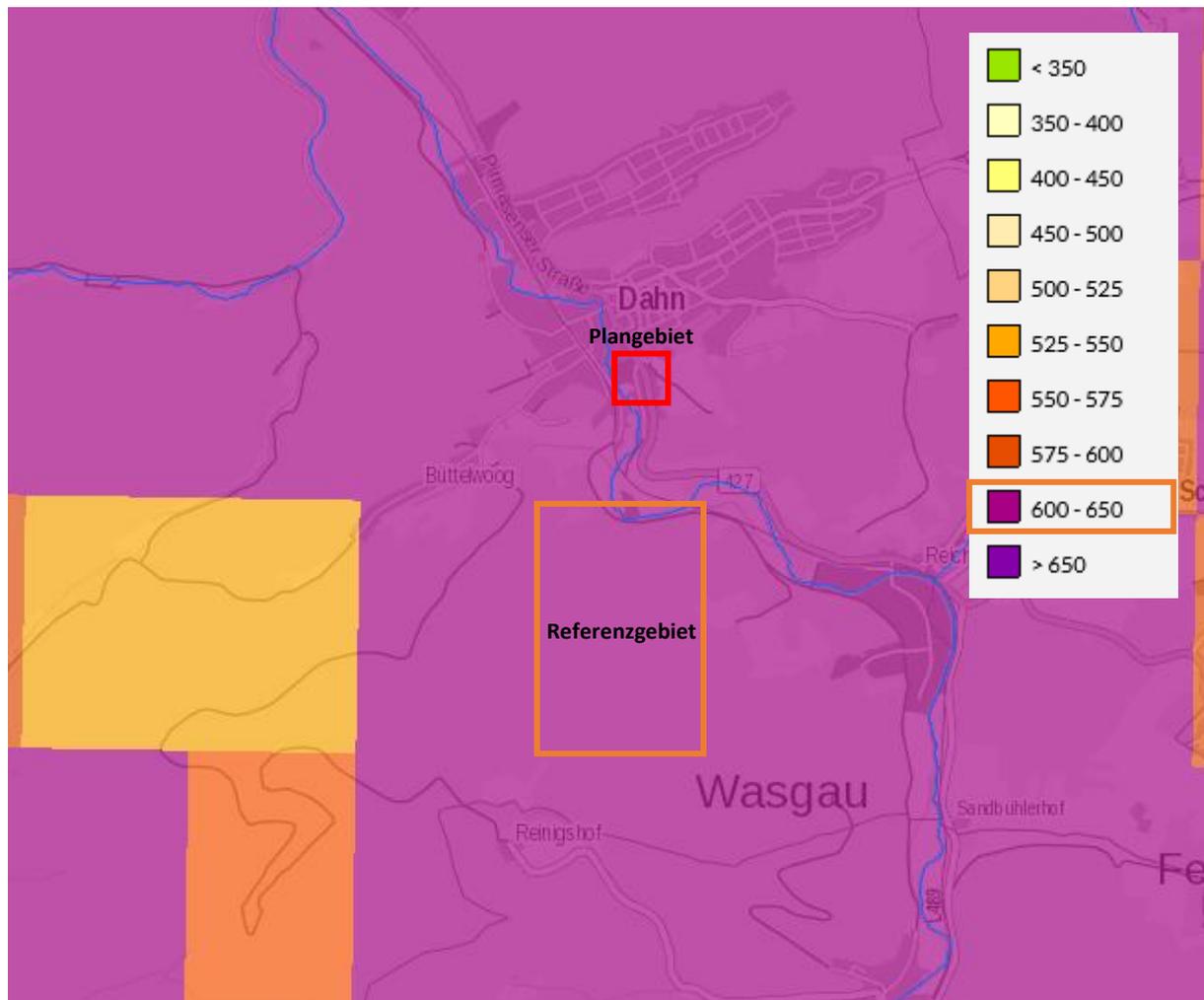


Abbildung 19: mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe ET_p in mm/a für das Plangebiet in Dahn [HAD]

2.3 Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe ET_a

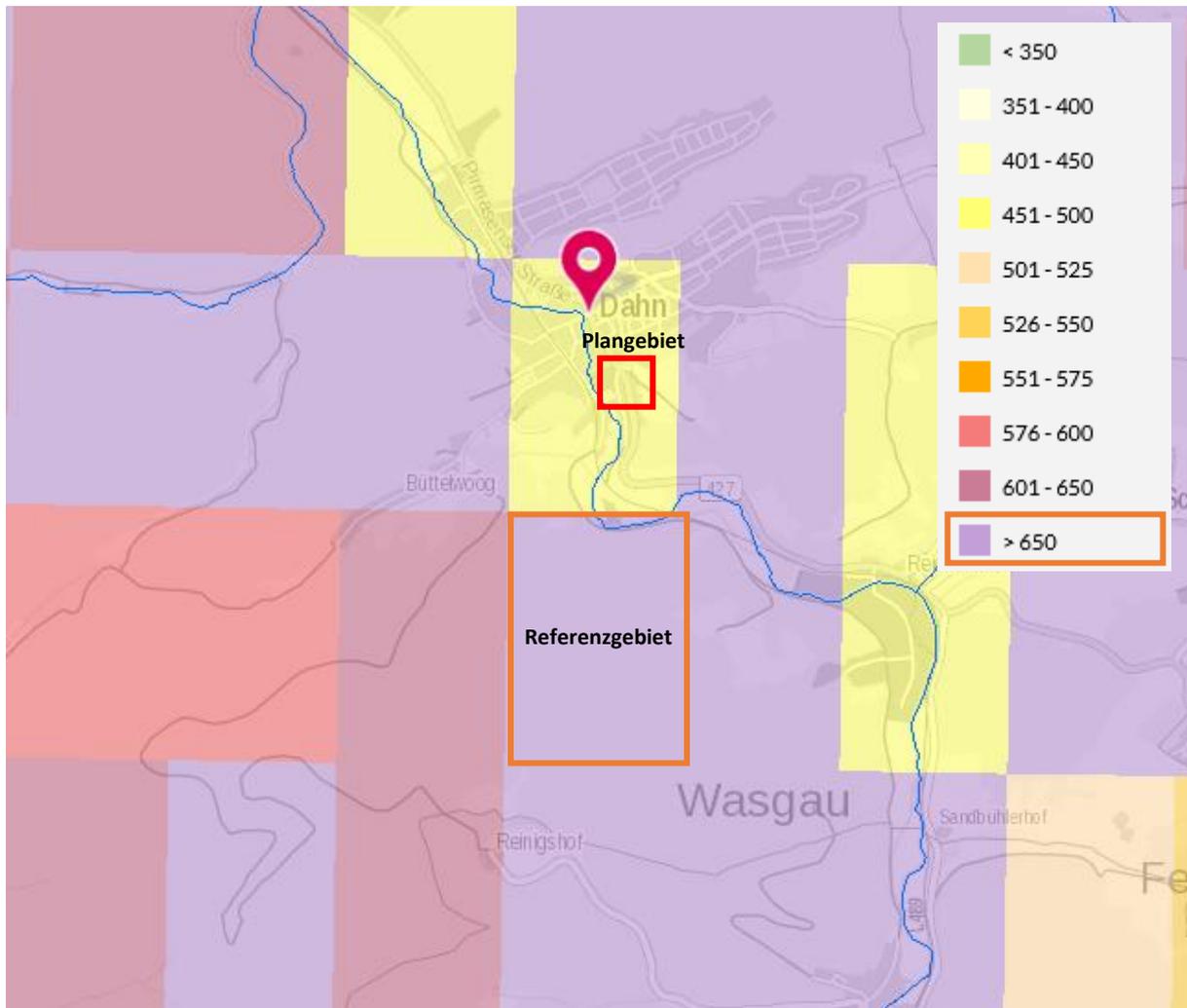


Abbildung 20: mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe ET_a in mm/a für das Plangebiet in Dahn [HAD]

2.4 Mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN

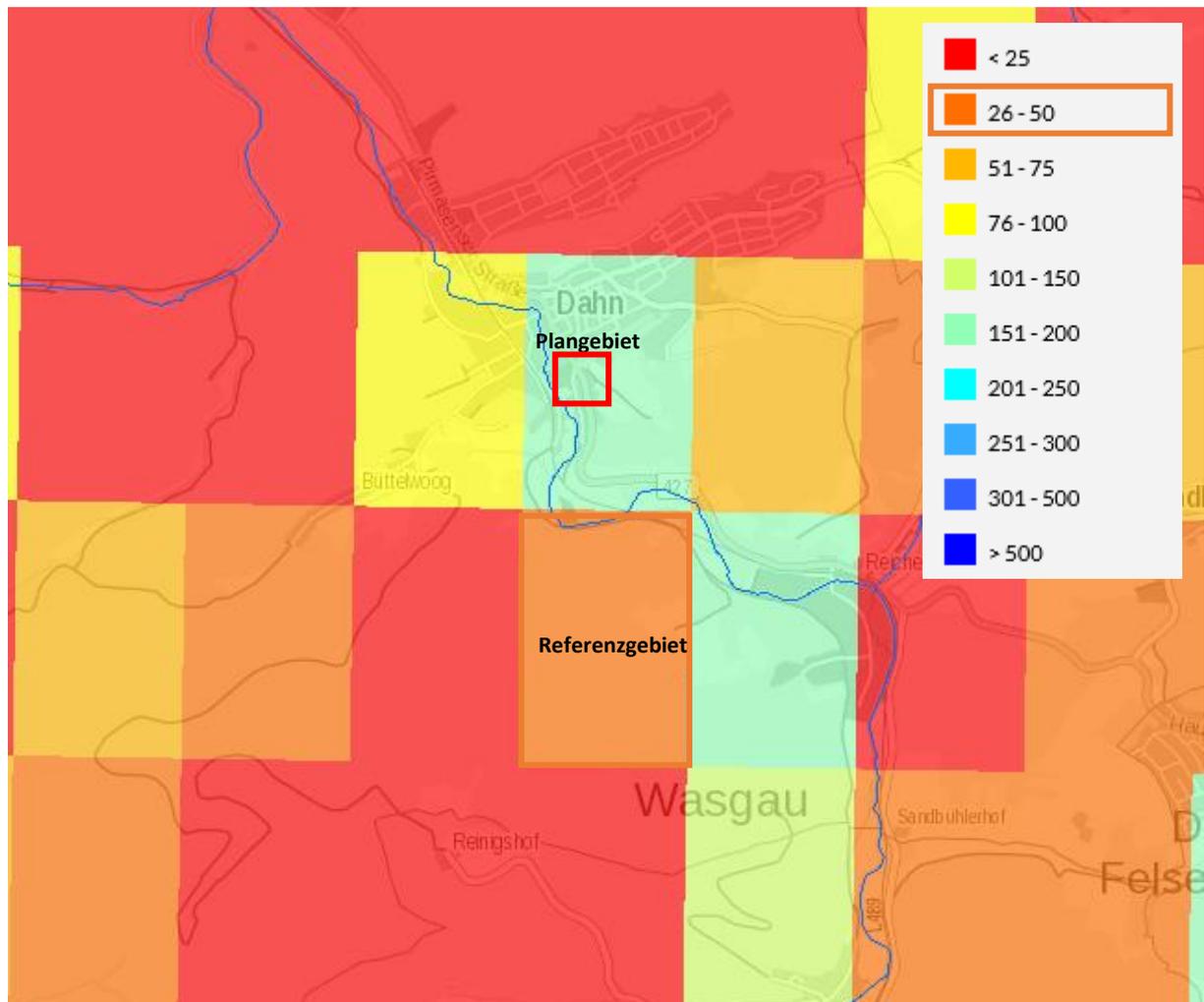


Abbildung 21: mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN in mm/a für das Plangebiet in Dahn [HAD]

3 Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – Bodenart

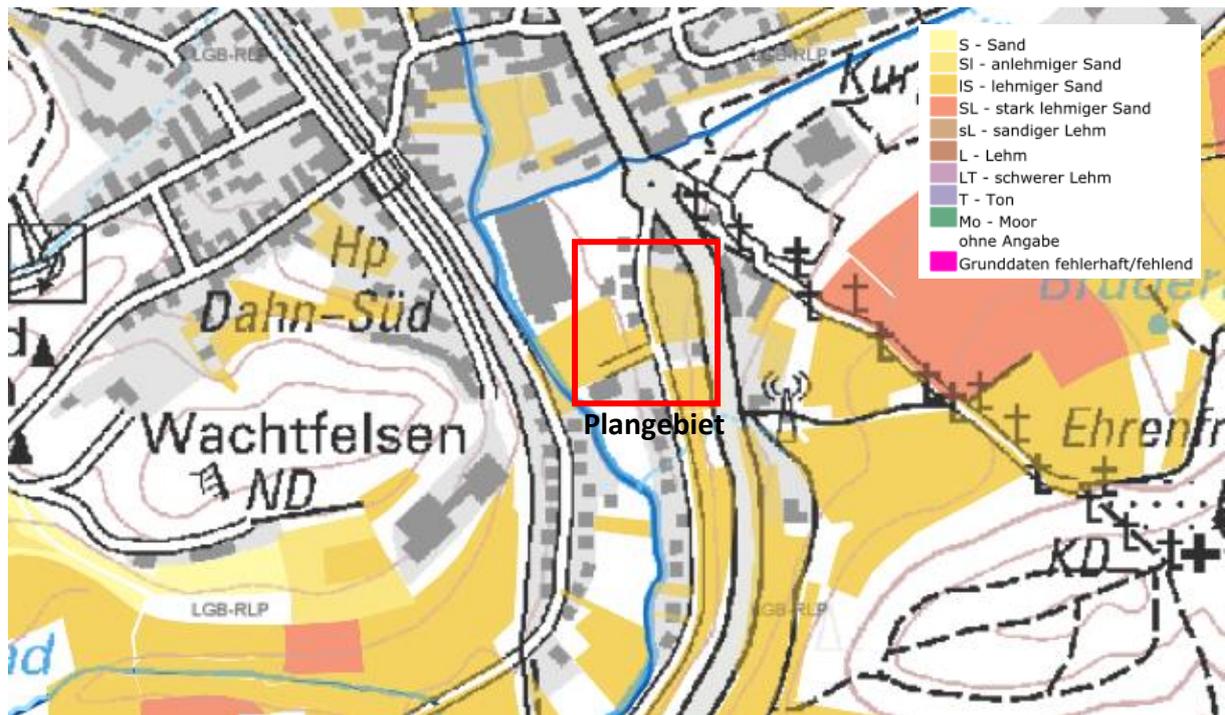


Abbildung 22: Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – Bodenart [LGB-RLP]

4 Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – GW-Flurabstand

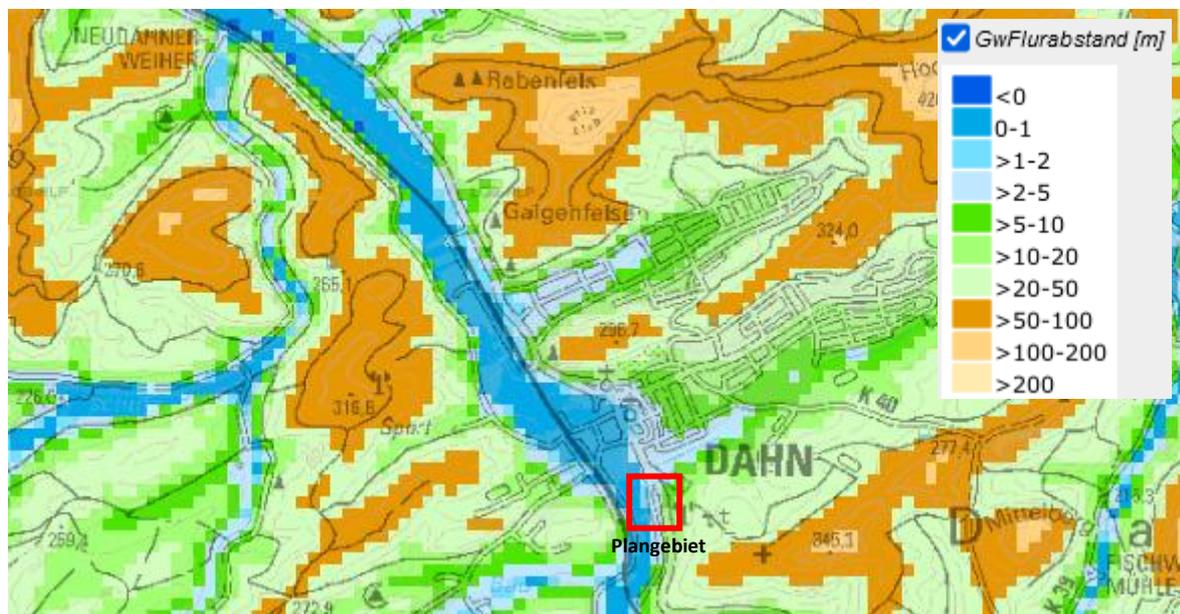


Abbildung 23: Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP – GW-Flurabstand [LGB-RLP]

Dahn, im Februar 2023

Ingenieurbüro Dilger GmbH
Beratende Ingenieure für Bauwesen

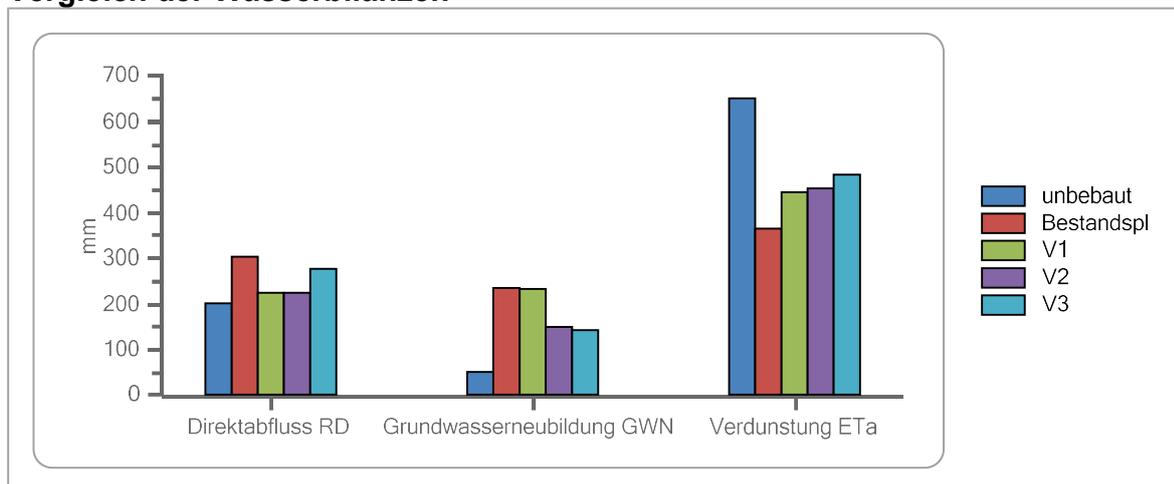
III. Hydraulische Daten

1 Wasserhaushaltsbilanz

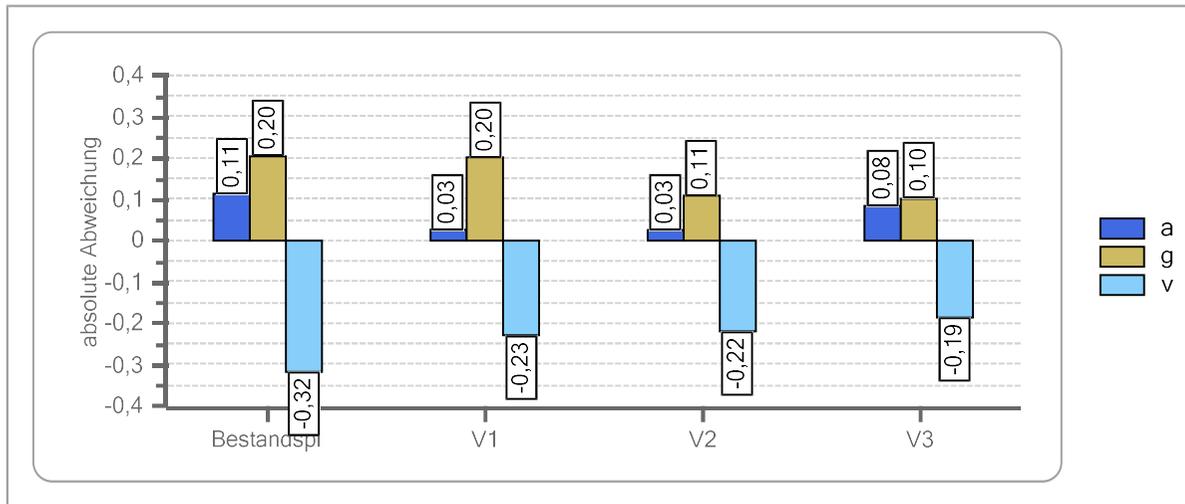
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	200	50	650	0,222	0,056	0,722			
Bestandspl	303	234	364	0,336	0,260	0,404	0,114	0,204	-0,318
V1	224	232	444	0,248	0,258	0,493	0,026	0,202	-0,229
V2	223	149	453	0,248	0,165	0,503	0,026	0,109	-0,219
V3	276	141	483	0,307	0,157	0,536	0,084	0,102	-0,186

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Bestandsplanung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	90	0,92	0,00	0,08	81	74	0	7	Ableitung
Fläche	1469/9 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	145	0,51	0,33	0,16	131	66	44	21	Ableitung
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	20	0,51	0,33	0,16	18	9	6	3	Ableitung
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen	40	0,22	0,06	0,72	36	8	2	26	Ableitung
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	215	0,92	0,00	0,08	194	177	0	16	Ableitung
Fläche	1347/1 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	35	0,51	0,33	0,16	32	16	11	5	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)	12	0,87	0,00	0,13	11	9	0	1	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	25	0,84	0,00	0,16	23	19	0	4	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen	220	0,22	0,06	0,72	198	44	11	143	Ableitung
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung	1.067	0,54	0,00	0,46	960	523	0	437	Ableitung
Fläche	neue SD-Flächen	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.067	0,92	0,00	0,08	960	880	0	81	Ableitung
Fläche	neue Parkstände	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.067	0,01	0,60	0,39	960	7	575	378	Ableitung
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.067	0,01	0,60	0,39	960	7	575	378	Ableitung
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	610	0,01	0,60	0,39	549	4	329	216	Ableitung

Ergebnisse Variante V1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	90	0,92	0,00	0,08	81	74	0	7	Ableitung
Fläche	1469/9 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	145	0,51	0,33	0,16	131	66	44	21	Ableitung
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	20	0,51	0,33	0,16	18	9	6	3	Ableitung
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen	40	0,22	0,06	0,72	36	8	2	26	Ableitung
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	215	0,92	0,00	0,08	194	177	0	16	Ableitung
Fläche	1347/1 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	35	0,51	0,33	0,16	32	16	11	5	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)	12	0,87	0,00	0,13	11	9	0	1	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	25	0,84	0,00	0,16	23	19	0	4	Ableitung
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen	220	0,22	0,06	0,72	198	44	11	143	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung	1.280	0,54	0,00	0,46	1.152	627	0	525	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)	854	0,87	0,00	0,13	769	671	0	97	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Parkstände	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.067	0,01	0,60	0,39	960	7	575	378	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.067	0,01	0,60	0,39	960	7	575	378	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	610	0,01	0,60	0,39	549	4	329	216	Regenwasserzisternen
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.200	0,09	0,04	0,87	1.080	92	48	941	Ableitung
Maßnahme	Regenwasserzisternen	Regenwassernutzung	0	0,78	0,00	0,22	1.313	1.024	0	289	Ableitung

Ergebnisse Variante V2

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	90	0,92	0,00	0,08	81	74	0	7	Ableitung
Fläche	1469/9 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	145	0,51	0,33	0,16	131	66	44	21	Ableitung
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	20	0,51	0,33	0,16	18	9	6	3	Ableitung
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen	40	0,22	0,06	0,72	36	8	2	26	Ableitung
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	215	0,92	0,00	0,08	194	177	0	16	Ableitung
Fläche	1347/1 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	35	0,51	0,33	0,16	32	16	11	5	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)	12	0,87	0,00	0,13	11	9	0	1	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	25	0,84	0,00	0,16	23	19	0	4	Ableitung
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen	220	0,22	0,06	0,72	198	44	11	143	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung	1.280	0,54	0,00	0,46	1.152	627	0	525	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)	854	0,87	0,00	0,13	769	671	0	97	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Parkstände	Gründach mit Extensivbegrünung	1.067	0,54	0,00	0,46	960	523	0	437	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.067	0,01	0,60	0,39	960	7	575	378	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	610	0,01	0,60	0,39	549	4	329	216	Regenwasserzisternen
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.200	0,09	0,04	0,87	1.080	92	48	941	Ableitung
Maßnahme	Regenwasserzisternen	Regenwassernutzung	0	0,78	0,00	0,22	1.310	1.021	0	289	Ableitung

Ergebnisse Variante V3

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	1469/9 Dachfläche Gebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	90	0,92	0,00	0,08	81	74	0	7	Ableitung
Fläche	1469/9 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	145	0,51	0,33	0,16	131	66	44	21	Ableitung
Fläche	1469/9 Terrasse	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	20	0,51	0,33	0,16	18	9	6	3	Ableitung
Fläche	1469/9 Garten	Garten, Grünflächen	40	0,22	0,06	0,72	36	8	2	26	Ableitung
Fläche	1347/1 Gebäudedach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	215	0,92	0,00	0,08	194	177	0	16	Ableitung
Fläche	1347/1 befestigte Außenfläch en	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	35	0,51	0,33	0,16	32	16	11	5	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-1	Flachdach (Metall, Glas)	12	0,87	0,00	0,13	11	9	0	1	Ableitung
Fläche	1347/1 Carport-2	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	25	0,84	0,00	0,16	23	19	0	4	Ableitung
Fläche	1347/1 Garten	Garten, Grünflächen	220	0,22	0,06	0,72	198	44	11	143	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	neue FD-Flächen	Gründach mit Extensivbegrünung	1.207	0,54	0,00	0,46	1.086	592	0	495	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Dachterrassen	Flachdach (Metall, Glas)	804	0,87	0,00	0,13	724	632	0	92	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Parkstände	Gründach mit Extensivbegrünung	1.005	0,54	0,00	0,46	905	493	0	412	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fahrgassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.005	0,01	0,60	0,39	905	7	541	356	Regenwasserzisternen
Fläche	neue Fußwege etc	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	575	0,01	0,60	0,39	518	4	310	204	Regenwasserzisternen
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.150	0,09	0,04	0,87	1.035	88	46	901	Ableitung
Fläche	Gehölzfläche	Garten, Grünflächen	350	0,03	0,02	0,95	315	9	7	299	Ableitung
Maßnahme	Regenwasserzisternen	Regenwassernutzung	0	0,80	0,00	0,20	1.727	1.384	0	343	Ableitung

Parameter der Varianten

Parameterwerte Bestandsplanung

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1469/9 Dachfläche Gebäude	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1469/9 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Terrasse	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
1347/1 Gebäudedach	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1347/1 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1347/1 Carport-1	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1347/1 Carport-2	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
1347/1 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
neue FD-Flächen	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue SD-Flächen	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
neue Parkstände	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fahrgassen	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fußwege etc	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN

Parameterwerte V1

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1469/9 Dachfläche Gebäude	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1469/9 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Terrasse	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
1347/1 Gebäudedach	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1347/1 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1347/1 Carport-1	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
1347/1 Carport-2	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1347/1 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
neue FD-Flächen	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue Dachterrassen	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
neue Parkstände	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fahrgassen	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fußwege etc	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
Grünflächen	a	0,085	0	1	NaN
	g	0,044	0	1	NaN
	v	0,871	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Regenwasserzisternen	Speichervolumen (m ³)	40	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m ²)	1200	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	180	0	200	NaN

Parameterwerte V2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1469/9 Dachfläche Gebäude	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1469/9 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Terrasse	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
1347/1 Gebäudedach	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1347/1 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1347/1 Carport-1	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
1347/1 Carport-2	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1347/1 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
neue FD-Flächen	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue Dachterrassen	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
neue Parkstände	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue Fahrgassen	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fußwege etc	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
Grünflächen	a	0,085	0	1	NaN
	g	0,044	0	1	NaN
	v	0,871	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Regenwasserzisternen	Speichervolumen (m ³)	40	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m ²)	1200	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	180	0	200	NaN

Parameterwerte V3

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1469/9 Dachfläche Gebäude	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1469/9 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Terrasse	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1469/9 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
1347/1 Gebäudedach	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
1347/1 befestigte Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
1347/1 Carport-1	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
1347/1 Carport-2	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
1347/1 Garten	a	0,222	0	1	NaN
	g	0,056	0	1	NaN
	v	0,722	0	1	NaN
neue FD-Flächen	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue Dachterrassen	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
neue Parkstände	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
neue Fahrgassen	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
neue Fußwege etc	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	10	180	NaN
Grünflächen	a	0,085	0	1	NaN
	g	0,044	0	1	NaN
	v	0,871	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gehölzfläche	a	0,029	0	1	NaN
	g	0,021	0	1	NaN
	v	0,95	0	1	NaN
Regenwasserzisternen	Speichervolumen (m ³)	40	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m ²)	1450	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	180	0	200	NaN

2 Ermittlung der Wasserbilanzgrößen für Vegetationsflächen nach DWA-A 102-4 Anhang C

Die Wasserbilanzgrößen für Vegetationsflächen, die gezielt zur Verbesserung des Wasserhaushalts angesetzt werden, können nach Anhang C des DWA-A 102-4 ermittelt werden. Die Grundlagendaten „mittlerer Jahresniederschlag“ und „potentielle Verdunstung“ wurden dem Hydrologischen Atlas Deutschland entnommen. Der Grundwasserflurabstand wurde mit der Bodenkarte des Landes RLP ermittelt. Das Geländegefälle im Plangebiet liegt zwischen 4% und 10%, und wird dementsprechend in diese Kategorie eingeordnet. Gemessen wurde das Geländegefälle über „Rheinland-Pfalz in 3D“.

P [mm/a] =

E_p [mm/a] =

GW-Flurabstand [m] =

Geländegefälle [%] =

1. Gruppierung E_{Tp} und Bodenart

C.1

Gruppe	E _{Tp} mm/a
1	400 – 480
2	480 – 500
3	500 – 520
4	520 – 540
5	540 – 580
6	580 – 640

Gruppe E_{tp} =

C.2

Gruppe	Bezeichnung	Bodentyp (Beispiele)	Merkmale
1	Leichte Sandböden und flachgründige skelettreiche Böden	Podsol, Regosol	nFK: sehr gering und gering, < 13 % Wpfl: < 50 mm – 90 mm We: 5 dm – 8 dm
2	Sandig-tonige Lehmböden, lehmiger Ton, Hochmoor aus schwach zersettem Torf	Braunerde, Plaggensch, Braunerde-Podsol	nFK: mittel, 13 % – 16 % Wpfl: 90 mm – 140 mm, We: 9 dm
3	Lehmiger Sand, schluffiger Sand und schluffiger Lehm, Niedermoor aus stark zersetztem Torf	Braunerde, Parabraunerde, Pseudogley-Braunerde, Kolluvium	nFK: hoch, 16 % – 20 % Wpfl: 140 mm – 200 mm, We: 1 1 dm
4	Tiefgründige Lößböden, sandig-lehmiger Schluff	Auenboden, Pseudogley	nFK: sehr hoch und extrem hoch, > 20 % Wpfl: > 200 mm, We: 11 dm
5	Oberflächennahe Staunässeböden, gering durchlässige Festgesteine	Pseudogley, Pelosol, Ranker	mittlere bis sehr starke Staunässe (3 bis 5) mit geringer nFK Wpfl: < 110 mm We: < 7 dm

Bodengruppe =

2. Verhältnis E_{Ta} / E_{Tp}

Abhängig von Grundwasserflurabstand, Bodengruppe (Tab. C.2), E_{Tp}-Gruppe (Tab. C.1)!!

Gruppe E_{tp} (C.1) = 6
 Bodengruppe (C.2) = 3
 GW-Flurabstand = > 2,0

Grundwasser- flurabstand	vegetationsloser Boden				Grünland				Ackerland				Laubwald				Nadelwald			
	0 m - 1 m	> 1 m	0 m - 2 m	> 2 m	0 m - 1 m	> 1 m	0 m - 2 m	> 2 m	0 m - 1 m	> 1 m	0 m - 2 m	> 2 m	0 m - 1 m	> 1 m	0 m - 2 m	> 2 m	0 m - 2 m	> 2 m	0 m - 3 m	> 3 m
Boden (Tabelle C.2)																				
Klima (Tabelle C.1)																				
3	4	0,86	0,77			0,97	0,89			1,04	0,98			1,10	1,04			1,27	1,16	
	5	0,84	0,72			0,97	0,84			1,02	0,92			1,10	0,99			1,27	1,10	
	6	0,80	0,66			0,95	0,78			0,99	0,85			1,08	0,92			1,24	1,06	

Ermittlung von ET_a aus dem Verhältnis ET_a / ET_p

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET_a / ET_p	0,66	0,78	0,85	0,92	1,06
ET_a	429	507	552,5	598	689

Im Folgenden werden auf Basis des ermittelten ET_a abhängig von Bodenart, GW-Flurabstand und Geländegefälle die Wasserbilanzgrößen für die Grünflächen auf den Grundstücken, sowie die Gehölzfläche ermittelt.

2.1.1 Grünflächen auf den Grundstücken

Die Grünflächen auf den privaten Grundstücken sollen zur Verbesserung der Wasserbilanz des Plangebiets beitragen, daher wird eine diverse Bepflanzung angestrebt. Dabei sollen mindestens 30% der Fläche mit großen Laubgehölzen und mindestens 30% der Fläche mit Büschen und Stauden bepflanzt werden.

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET_a / ET_p	0,66	0,78	0,85	0,92	1,06
ET_a	429	507	552,5	598	689

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
proz. Anteil		40,0%	30,0%	30,0%	0,0%

→ $ET_{a,gesamt} = \underline{\underline{547,95}}$

Im nächsten Schritt sind der Standortfaktor f_L und der Bewässerungsfaktor f_W zu wählen:

Tabelle C.6: Faktoren für Standortbedingungen

Landnutzungsart/Maßnahme	Lage			Boden- gruppe (Tabelle C.2)	Bewässe- rung f_w
	solitär	schattig	sonnig		
	f_L	f_L	f_L		
Hausgärten Sport- und Freizeitanlagen Städtische Grünflächen, kleine Parks Straßenbegleitgrün		0,7	1,3	1	1,3
Vertikale Bauwerksbegrünung Bäume in Verkehrsflächen	1,1 1,3			2 - 4	1,1

ANMERKUNGEN
Bei Bodengruppe 5 ist eine Bewässerung unüblich, so dass gilt $f_w = 1$.
Die Wahl der Faktoren erfolgte in Anlehnung an FLL [2015a] und teilweise an HARLAI [2008].

→ $f_L =$

→ $f_w =$

Im Plangebiet kann aufgrund freier Südseite von überwiegend sonniger Lage ausgegangen werden, daher kann der Standort als „sonnig“ ($f_L = 1,3$) angesetzt werden. Da auf den Grundstücken Regenwasserzisternen vorzusehen sind, kann von regelmäßiger Bewässerung der Grünflächen ausgegangen werden, der Bewässerungsfaktor wird daher abhängig der Bodengruppe mit $f_w = 1,1$ gewählt.

$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} * f_L * f_w$ → $ET_{a,korr} =$ 783,6

Im letzten Schritt ist die Aufteilung für den Gesamtabfluss zu ermitteln:

Tabelle C.7: Verhältniswerte r des Direkt- und Gesamtabflusses

Landnutzungseinheit		Grünland, Ackerland				Laubwald, Nadelwald			
Geländegefälle [%]		0 - 2	2 - 4	4 - 10	> 10	0 - 2	2 - 4	4 - 10	> 10
Bodengruppe gemäß Tabelle C.2	Grundwasserflurabstand (m)	r	r	r	r	r	r	r	r
1 und 2	0 - 1	0,50	0,50	0,80	0,80	0,20	0,20	0,50	0,50
	> 1	0,00	0,15	0,40	0,65	0,00	0,05	0,35	0,45
3 und 4	0 - 1	0,50	0,60	0,80	1,00	0,30	0,45	0,55	0,95
	> 1	0,20	0,55	0,70	1,00	0,05	0,42	0,57	0,90
5	0 - 1	0,70	0,75	0,85	1,00	0,50	0,55	0,65	0,95
	> 1	0,65	0,70	0,80	1,00	0,40	0,45	0,60	0,90

Falls mehrere Landnutzungsarten vorhanden, r anteilig ausrechnen!

„ r “ ist anteilig zu ermitteln:

$$\begin{array}{l}
 \text{Bodengruppe (C.2)} = \underline{\underline{3}} \\
 \text{GW-Flurabstand} = \underline{\underline{2,01}} \\
 \text{Geländegefälle} = \underline{\underline{4-10\%}}
 \end{array}
 \quad \rightarrow \quad
 r = \boxed{0,66}$$

$$\text{Abfluss } R = P - ET_{a,\text{korr}} = \underline{\underline{116,4}}$$

$$\text{Direktabfluss } R_D = r * R = \underline{\underline{76,8}} \quad \rightarrow \quad a = \underline{\underline{0,085}}$$

$$\text{Grundwasserneubildung } GWN = R - R_D = \underline{\underline{39,6}} \quad \rightarrow \quad g = \underline{\underline{0,044}}$$

$$ET_{a,\text{korr}} = \rightarrow = \underline{\underline{783,6}} \quad \rightarrow \quad v = \underline{\underline{0,871}}$$

2.1.2 Gehölzfläche

Als verdunstungsfördernde Maßnahme soll auf einer Fläche von ca. 350m² eine Gehölzfläche mit waldartiger Struktur im Plangebiet entstehen. Sie soll dabei vollflächig mit Laubbäumen bepflanzt werden:

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET _a / ET _p	0,66	0,78	0,85	0,92	1,06
ET _a	429	507	552,5	598	689

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
proz. Anteil				100,0%	

$$\rightarrow ET_{a,gesamt} = \underline{\underline{598}}$$

Im nächsten Schritt sind der Standortfaktor f_L und der Bewässerungsfaktor f_W zu wählen:

Tabelle C.6: Faktoren für Standortbedingungen

Landnutzungsart/Maßnahme	Lage			Boden- gruppe (Tabelle C.2)	Bewässe- rung f_W
	solitär	schattig	sonnig		
	f_L	f_L	f_L		
Hausgärten Sport- und Freizeitanlagen Städtische Grünflächen, kleine Parks Straßenbegleitgrün		0,7	1,3	1	1,3
Vertikale Bauwerksbegrünung Bäume in Verkehrsflächen	1,1 1,3			2-4	1,1

ANMERKUNGEN
Bei Bodengruppe 5 ist eine Bewässerung unüblich, so dass gilt $f_W = 1$.
Die Wahl der Faktoren erfolgte in Anlehnung an FLL [2015a] und teilweise an HARLAI [2008].

Die Gehölzfläche befindet sich auf einer Freifläche, auf der freie Sonneneinstrahlung zu erwarten ist. Der Standortfaktor f_L wird somit als „sonnig“ gewählt. Zusätzlich soll gerade in den Sommermonaten eine Bewässerung mit anfallendem und gesammeltem Niederschlagswasser aus dem Plangebiet erfolgen. Der Bewässerungsfaktor f_W wird entsprechend der vorliegenden Bodengruppe mit 1,1 gewählt.

$$\rightarrow f_L = \boxed{1,3}$$

$$\rightarrow f_W = \boxed{1,1}$$

$$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} * f_L * f_W \rightarrow ET_{a,korr} = \underline{\underline{855,1}}$$

Im letzten Schritt ist die Aufteilung für den Gesamtabfluss zu ermitteln:

Tabelle C.7: Verhältniswerte r des Direkt- und Gesamtabflusses

Landnutzungseinheit		Grünland, Ackerland				Laubwald, Nadelwald			
Geländegefälle [%]		0 - 2	2 - 4	4 - 10	> 10	0 - 2	2 - 4	4 - 10	> 10
Bodengruppe gemäß Tabelle C.2	Grundwasserflurabstand [m]	r	r	r	r	r	r	r	r
1 und 2	0 - 1	0,50	0,50	0,80	0,80	0,20	0,20	0,50	0,50
	> 1	0,00	0,15	0,40	0,65	0,00	0,05	0,35	0,45
3 und 4	0 - 1	0,50	0,60	0,80	1,00	0,30	0,45	0,55	0,95
	> 1	0,20	0,55	0,70	1,00	0,05	0,42	0,57	0,90
5	0 - 1	0,70	0,75	0,85	1,00	0,50	0,55	0,65	0,95
	> 1	0,65	0,70	0,80	1,00	0,40	0,45	0,60	0,90

Falls mehrere Landnutzungsarten vorhanden, r anteilig ausrechnen!

$$\begin{array}{l}
 \text{Bodengruppe (C.2)} = \underline{\underline{3}} \\
 \text{GW-Flurabstand} = \underline{\underline{2,01}} \\
 \text{Geländegefälle} = \underline{\underline{4-10\%}}
 \end{array}
 \quad \rightarrow \quad
 r = \boxed{0,57}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{Abfluss } R = P - ET_{a,korr} = \underline{\underline{44,9}} \\
 \text{Direktabfluss } R_D = r * R = \underline{\underline{25,6}} \rightarrow a = \underline{\underline{0,028}} \\
 \text{Grundwasserneubildung } GWN = R - R_D = \underline{\underline{19,3}} \rightarrow g = \underline{\underline{0,021}} \\
 ET_{a,korr} = \rightarrow = \underline{\underline{855,1}} \rightarrow v = \underline{\underline{0,950}}
 \end{array}$$

IV. Kostenberechnung

-entfällt-

V. Pläne / Planungsgrundlagen

-entfällt-