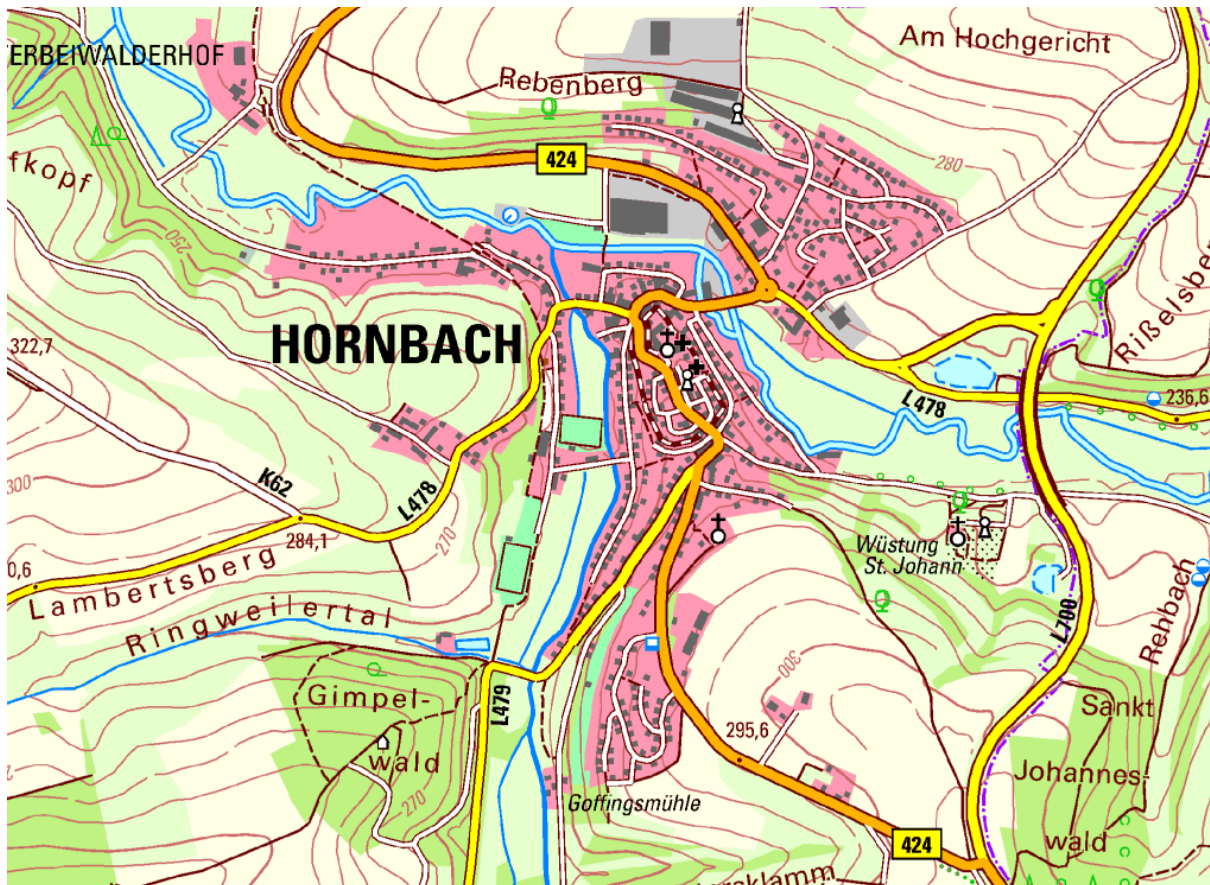


# Stadt Hornbach – Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“

Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers nach DWA-A 102

- Begleitbericht zum Bebauungsplan -

## ENTWURF



Dahn, im November 2022

**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

### **III. Hydraulische Daten**

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

### **IV. Kostenberechnung**

- entfällt -

### **V. Pläne / Planungsgrundlagen**

1. Vorabzug des Bebauungsplans „Oben am Kirschbacher Weg“

**Aufstellung Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, Begleitbericht****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.

Dahn, im November 2022

**Ingenieurbüro Dilger GmbH**  
Beratende Ingenieure für Bauwesen

**Aufstellung Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, Begleitbericht**

## **I. Erläuterungen**

### **1 Allgemeines**

Das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, wird von der Stadt Hornbach mit der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanzierung begleitend zur Aufstellung des Bebauungsplans „Oben am Kirschbacher Weg“ in Hornbach beauftragt.

Das Plangebiet umfasst ein allgemeines Wohngebiet mit 26 Bauplätzen.

Die Erstellung des Bebauungsplans und der zugehörigen Begründung wird ebenfalls durch das Ingenieurbüro Dilger durchgeführt.

### **2 Verwendete Planunterlagen**

- Vorabzug Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, Stand März 2022
- Vorabzug Begründung zum Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, Stand März 2022
- Textliche Festsetzungen zum Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, Stand März 2022
- Fachbeitrag Naturschutz zum Bebauungsplan „Oben am Kirschbacher Weg“, aufgestellt durch L.A.U.B. – Ingenieurgesellschaft mbH, Kaiserslautern, Stand November 2022
- Hydrologischer Atlas Deutschland
- DWA-A 102
- Wasserhaushaltsbilanzierung mittels Wasserbilanz-Expert (WaBiLa)

### 3 Planung

#### 3.1 Grundlagen

##### 3.1.1 Plangebiet & allgemeine Angaben

In der Stadt Hornbach soll im Rahmen des Bebauungsplans „Oben am Kirschbacher Weg“ ein allgemeines Wohngebiet mit 26 Bauplätzen im nördlichen Bereich der Stadt entstehen.

Folgende Abbildungen zeigen die Lage des Plangebiets in der Stadt Hornbach, sowie die zeichnerische Darstellung des Bebauungsplans



Abbildung 1: Lage des Plangebiets in Hornbach [GeoBasisViewer RLP]





Abbildung 2: zeichnerische Darstellung des Plangebiets im Bebauungsplan

Zur Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz nach DWA-A 102 sind die Teilflächen im Plangebiet zu ermitteln. Da zu diesem Zeitpunkt keine konkrete Planung für die Bebauung der Bauplätze vorliegt, sind Annahmen zur Bebauung zu treffen. Im Durchschnitt weisen die Bauplätze eine Fläche von 630,6m<sup>2</sup> auf. Auf dieser Basis wird mit der festgesetzten GRZ von 0,40 eine „durchschnittliche“ Bebauung konzipiert und für alle Baugrundstücke als gleich angesetzt.

Für die Berechnungen wird folgende Bebauung je Grundstück angenommen:

- Hauptgebäude → ca. 120m<sup>2</sup>
- Doppelgarage / Carport → ca. 36m<sup>2</sup>
- Terrasse → ca. 36m<sup>2</sup>
- Grundstückszufahrt und Fußwege → ca. 40m<sup>2</sup>
- Gartenhaus → ca. 20m<sup>2</sup>

Dadurch ergibt sich je Grundstück eine insgesamt überbaute Fläche von 252m<sup>2</sup>, das entspricht in etwa der maximal zulässigen GRZ von 0,40. Die nicht überbaute Fläche wird als begrünte, bzw. unbebaute Fläche angenommen.

Insgesamt umfasst das Plangebiet 21839m<sup>2</sup>. Davon umfassen die Bauplätze ca. 16394m<sup>2</sup>. Die Straße beläuft sich auf 3280m<sup>2</sup>, der öffentliche Grünstreifen umfasst 910m<sup>2</sup> und die Fläche zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern beträgt 1253m<sup>2</sup>. Die Gehwege des Straßenkörpers werden gepflastert (ca. 30% = 984m<sup>2</sup>), die Fahrspur wird asphaltiert (ca. 70% = 2296m<sup>2</sup>).

Für die befestigten Außenflächen auf den privaten Flächen wird von einer Befestigung mit Pflaster ausgegangen, Nebengebäude sind nach Festsetzungen des Vorabzugs des B-Plans zu begrünen (Mindestdicke der durchwurzelbaren Substratdicke 10cm). Für die Dachflächen der Hauptgebäude wird, auf der sicheren Seite liegend, trotz verschiedener zugelassener Dachformen von 100% Steildachnutzung ausgegangen, da diese in der Realität die am weitesten verbreitete Dachform darstellt.

Bei der angenommenen Grundstücksbebauung, sowie dem geplanten Straßenkörper ergeben sich folgende Teilflächen im Plangebiet:

Teilfläche	Flächentyp	Größe [m <sup>2</sup> ]
Fahrspur	Asphalt	2296
Gehweg	Pflaster (2-5% Fugenanteil)	984
Dachflächen Hauptgebäude	Steildach	3120
Terrassen	Pflaster (2-5% Fugenanteil)	936
Zufahrten und Wege	Pflaster (2-5% Fugenanteil)	1040
Garagen und Carports	Gründach mit Extensivbegrünung	936
Gartenhäuser	Gründach mit Extensivbegrünung	520

Tabelle 1: Teilflächen im Plangebiet Variante 1 (zunächst vorgesehene Variante)

Nach Abzug der bebauten Teilflächen bleiben 12007m<sup>2</sup> unbebaut und werden dem natürlichen Zustand gleichgesetzt.

### 3.1.2 Berechnungsgrundlagen

#### 3.1.2.1 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 Hornbach 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 unbebauten 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 unbebauten Nachbarrastergebiet direkt westlich des eigentlichen Plangebiets entnommen.

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

P:	901 – 1000 mm/a	► 940 mm/a
$ET_p$ :	600 – 650 mm/a	► 625 mm/a
$ET_a$ :	551 – 575 mm/a	► 551 mm/a
GWN:	151 – 200 mm/a	► 185 mm/a
$R_D$ :	Aus $P - ET_a - GWN$	► 204 mm/a

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

- Direktabfluss (a): 0,217
- Grundwasserneubildung (g): 0,197
- Verdunstung (v): 0,586



### 3.1.2.2 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. Nach der Bodenkarte des Landesamts für Geologie und Bergbau RLP liegt im Plangebiet hauptsächlich stark lehmiger Sand (SL) und sandiger Lehm (sL) vorh. Dies entspricht einem  $k_f$ -Wert von etwa  $10^{-5}$  bis  $10^{-9}$ . Vereinfacht wird der Boden für das komplette Plangebiet mit einem  $k_f$ -Wert von  $10^{-6}$  angenommen, der Boden ist daher nur eingeschränkt für gezielte Versickerung geeignet. Maßnahmen, wie beispielsweise der Einsatz von Sickermulden sind daher nicht zu empfehlen.

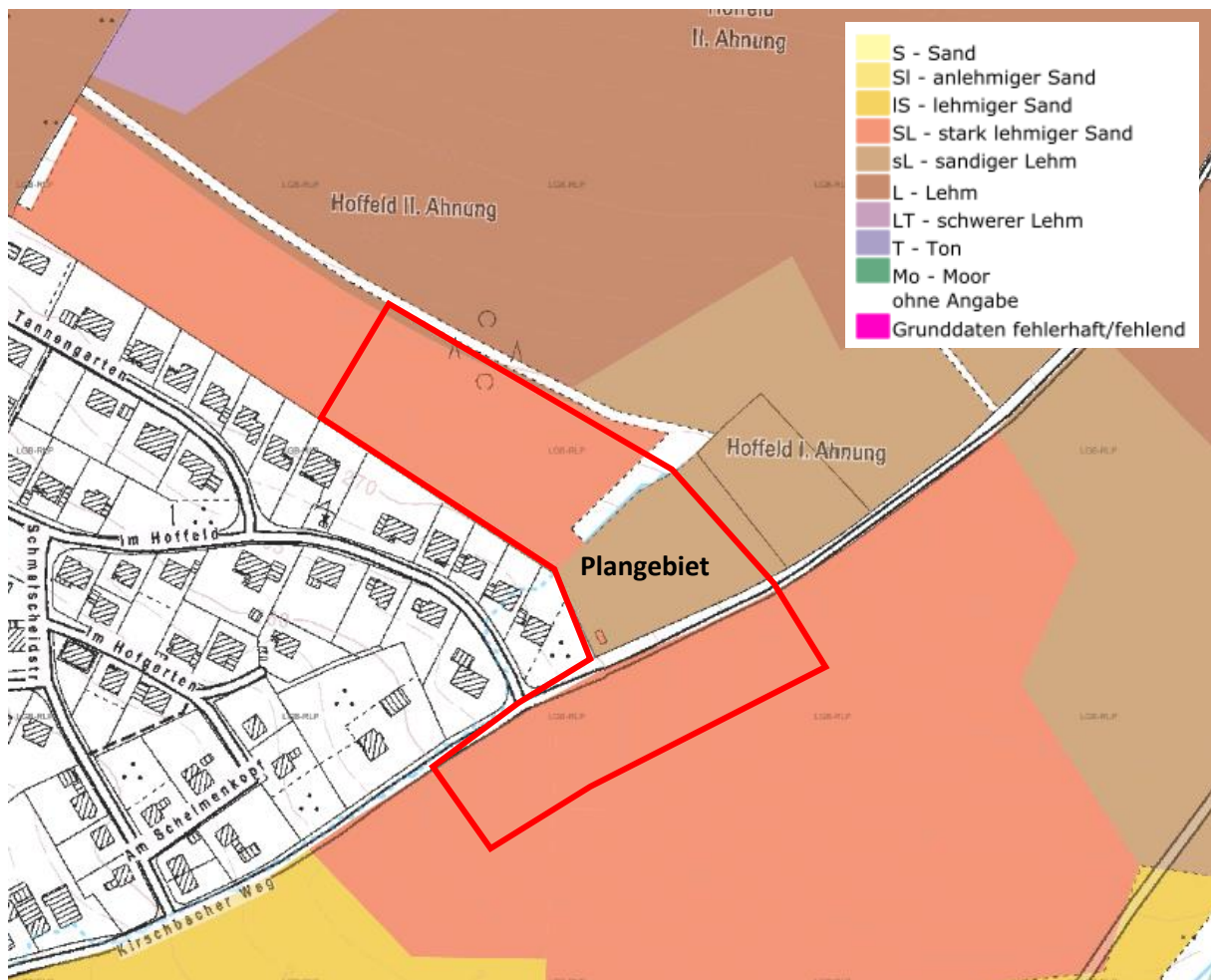


Abbildung 3: Auszug aus der Bodenkarte des Landes RLP für das Plangebiet in Hornbach [LGB-RLP]

### 3.1.2.3 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	+	+	+	M VV (FGSV-Nr. 947)
Begrünung von				
– Freiflächen	++	+	++	FLL (2018c)
– Dachflächen extensiv	+	–	+	FLL (2018a)
– 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 als Gartenbewässerung. Meist werden dabei größere Speichervolumina nötig, um gerade in den längeren Trockenphasen im Sommer die Bewässerung der Grünflächen durch Niederschlagswasser sicherzustellen. Wird das vor Ort gesammelte

Niederschlagswasser durch aus anderen Gebieten geliefertes Trinkwasser ersetzt, schreibt die DWA vor, dass die so reduzierte Grundwasserentnahme nicht dem Bilanzgebiet positiv zugerechnet werden darf, sondern als externer Effekt zu bewerten ist.

### 3.2 Wasserhaushaltsbilanzierung – Variantenuntersuchung

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

#### 3.2.1 Wasserbilanz nach Vorabzug des B-Plans

Der Vorabzug des B-Plans sieht bereits einige Maßnahmen zum Schutz der von Boden Natur und Landschaft vor, diese sind auch für die Wasserhaushaltsbilanzierung positiv anzusetzen. So sind Nebengebäude generell mit Flachdächern zu errichten, und diese generell als Gründach auszuführen. Zusätzlich ist je 300m<sup>2</sup> angefangener Grundstücksfläche ein Laub- (Obst-)Baum anzupflanzen. Bei der durchschnittlichen Grundstücksgröße von ca. 630m<sup>2</sup> sind das 3 Bäume je Grundstück. Für die Berechnung wird je Baum eine Fläche von 5m<sup>2</sup> angesetzt. Bei 3 Bäumen je Grundstück zu je 5m<sup>2</sup> und 26 Baugrundstücken ergibt dies eine Gesamtfläche an Laubbäumen in den privaten Gärten von 390m<sup>2</sup>. Die Berechnung der Bilanzgrößen für die Fläche der Laubbäume erfolgt nach DWA-A 102-4 Anhang C, die vollständige Berechnung ist in Kapitel III zu finden. Die Aufstellung der anderen Teilflächen ist Punkt 3.1.1 zu entnehmen.

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m <sup>2</sup> )	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton		2296	0,768	0,000	0,232
Fläche	Straßengehwege	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		984	0,509	0,340	0,151
Fläche	Dachflächen Hauptebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		3120	0,920	0,000	0,080
Fläche	Terrassen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		936	0,683	0,171	0,146
Fläche	Zufahrten und Wege	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		1040	0,683	0,171	0,146
Fläche	Garagen und Carports	Gründach mit Extensivbegrünung		936	0,577	0,000	0,423
Fläche	Gartenhäuser	Gründach mit Extensivbegrünung		520	0,577	0,000	0,423
Fläche	private Laubbäume	Garten, Grünflächen		390	0,000	0,000	1,000

Tabelle 3: Teilflächen des Plangebiets nach Vorabzug B-Plan, Variante „nach Vorabzug B-Plan“

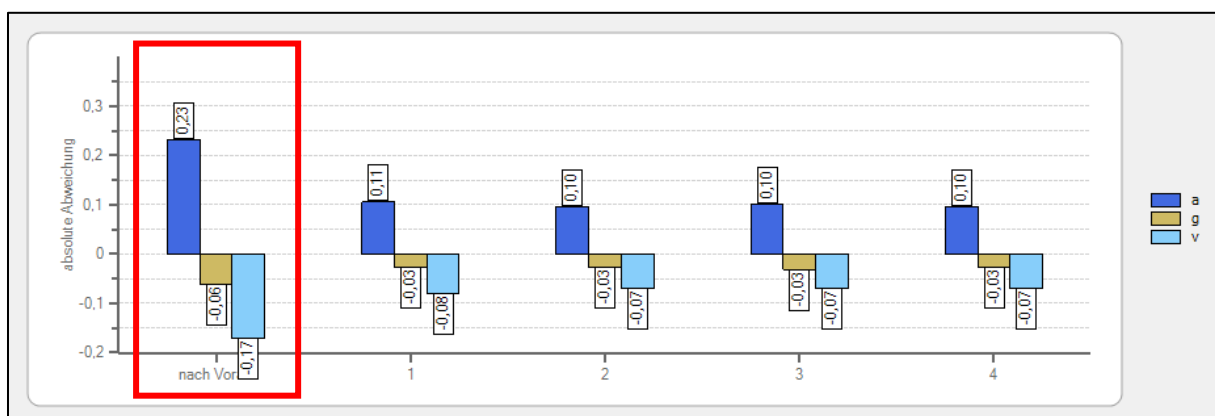


Abbildung 4: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Variante „nach Vorabzug B-Plan“

Mit den bereits festgesetzten Maßnahmen und der angenommenen Bebauung ergibt sich eine deutliche Abweichung der Wasserbilanz bezogen auf den natürlichen Zustand. Der Direktabfluss ist um 23% erhöht, bei der Grundwasserneubildung und der Verdunstung ist eine Reduktion gegenüber des Naturzustands zu verzeichnen (g = -6%, v = -17%).

Damit liegen die Abweichungen im Bereich des Direktabflusses und der Verdunstung außerhalb der 10% Zielvorgabe der DWA, lediglich die Abweichung der Grundwasserneubildung liegt im akzeptablen Bereich. Es sind Maßnahmen zur Reduktion des Oberflächenabflusses und zur Förderung der Verdunstung zu treffen. Im Folgenden werden daher mehrere Optimierungsvarianten untersucht.

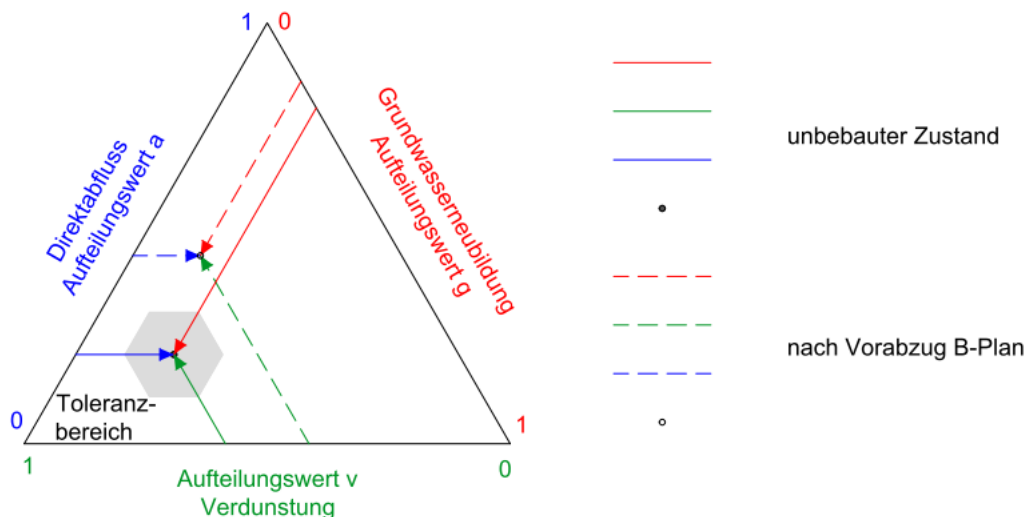


Abbildung 5: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbebauter Zustand mit Variante "nach Vorabzug B-Plan". Abweichung nicht im Toleranzbereich

### 3.2.2 Optimierungsvariante 1

In der „Optimierungsvariante 1“ sind für alle befestigten Außenflächen auf privaten Grundstücken (Zufahrten, Terrassen, ...) nur noch sickerfähige Beläge wie Poren- oder Sickersteine zulässig. Zusätzlich wird je Grundstück eine Regenwasserzisterne mit 2m<sup>3</sup> vorgesehen. Das so gesammelte Niederschlagswasser ist zur Bewässerung der privaten Grünflächen zu benutzen. Als Jahresverbrauch je m<sup>2</sup> Garten werden 180l angesetzt, die Bewässerungsfläche wird mit 10000m<sup>2</sup> (entspricht ca. den unbebauten Grundstücksflächen).

#### 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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>** Garten im Jahr. Sollte mehr Niederschlagswasser darüber hinaus als Gartenbewässerung verwendet werden ist dies im Sinne der Verbesserung der Verdunstung als positiv anzusehen.

Eine weitere Maßnahme zur Verbesserung des Wasserhaushalts ist die Nutzung von öffentlichen Freiflächen. Der nach Vorabzug B-Plan vorgesehene Grünstreifen („Fläche zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern (§ 9 Abs. 1 Nr. 25a BauGB)“) am nördlichen Rand des Plangebiets kann als durchgängiger Baumstreifen mit Laubbäumen genutzt werden. Die genaue Berechnung der Wasserbilanzgrößen  $a$ ,  $g$  und  $v$  für den Gehölzstreifen kann Kapitel III entnommen werden.

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton		2296	0,768	0,000	0,232
Fläche	Straßengehwege	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		984	0,509	0,340	0,151
Fläche	Dachflächen Hauptebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		3120	0,920	0,000	0,080
Fläche	Terrassen	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		936	0,013	0,616	0,371
Fläche	Zufahrten und Wege	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1040	0,013	0,616	0,371
Fläche	Garagen und Carports	Gründach mit Extensivbegrünung		936	0,577	0,000	0,423
Fläche	Gartenhäuser	Gründach mit Extensivbegrünung		520	0,577	0,000	0,423
Fläche	Gehölzstreifen	Garten, Grünflächen		1253,6	0,122	0,092	0,786
Fläche	private Laubbäume	Garten, Grünflächen		390	0,000	0,000	1,000
Maßnahme	Zisternen	Regenwassernutzung		0	0,553	0,000	0,447

Abbildung 6: Teilflächen des Plangebiets nach Vorabzug B-Plan, Optimierungsvariante 1

Durch den Einsatz sickerfähiger Materialien, dem Vorsehen der Regenwasserzisterne und des flächigen bepflanzen des Grünstreifens lässt sich die Wasserhaushaltsbilanz des bebauten Zustands deutlich dem unbebauten Zustand annähern:

- Oberflächenabfluss  $a$  11% über dem natürlichen Zustand
- Grundwasserneubildung  $g$  3% unter dem natürlichen Zustand
- Verdunstung  $v$  8% unter dem natürlichen Zustand

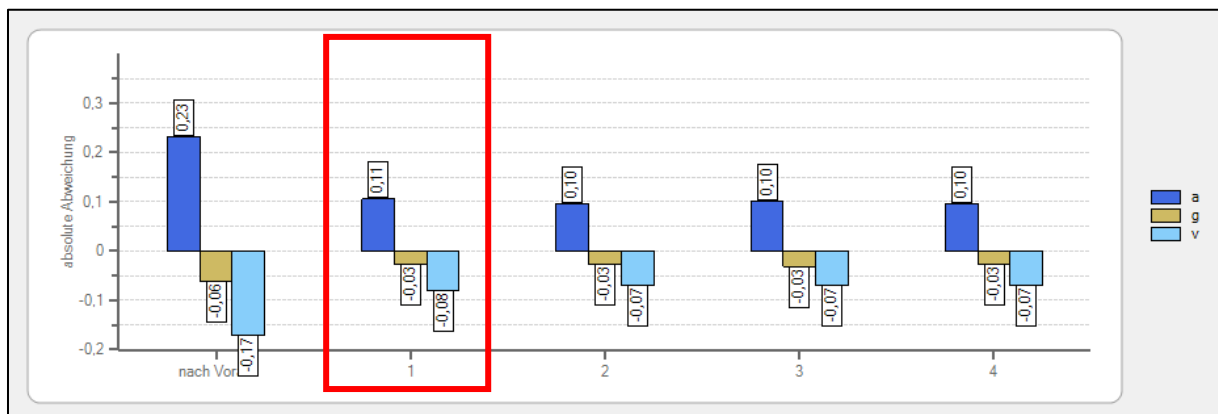


Abbildung 7: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Optimierungsvariante 1

Die Abweichungen bei der Grundwasserneubildung und der Verdunstung liegen somit im akzeptablen Bereich, der Oberflächenabfluss liegt immer mit 11% Abweichung noch über dem 10%-Ziel, weitere Maßnahmen sind zur Reduktion des Oberflächenabflusses zu ergreifen.



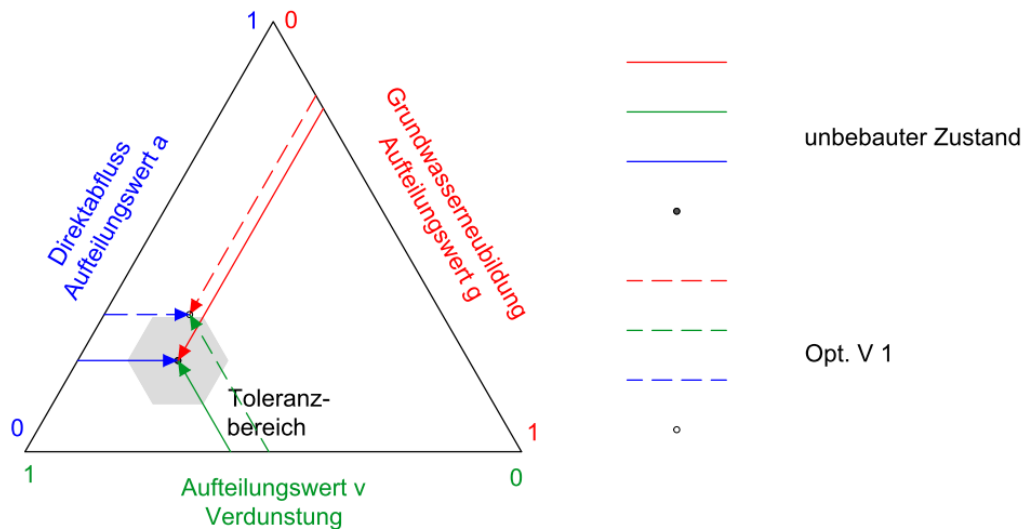


Abbildung 8: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbeauter Zustand und Optimierungsvariante 1. Abweichung nicht im Toleranzbereich

### 3.2.3 Optimierungsvarianten 2, 3 und 4

Um das 10% Ziel bei allen drei Wasserhaushaltsbilanzgrößen zu erreichen, muss der Oberflächenabfluss weiter leicht reduziert werden, hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- **Optimierungsvariante 2:** Zusätzlich zu den Nebengebäuden sind Teile der Dachflächen der Hauptgebäude ebenfalls zu begrünen (mindestens extensiv, durchwurzelbare Substratdicke  $\geq 10\text{cm}$ ). Ein Anteil von mindestens 20% der Hauptgebäudedachflächen ist zu begrünen. Der zu begrünende Anteil der Dachfläche ist als Flachdach auszuführen
- **Optimierungsvariante 3:** In privaten Gärten sind (Laub-)Bäume zu pflanzen. In Art und Größe müssen diese Bäume in Qualität und Größe der bereits im Vorabzug des B-Plans festgelegten Bäumen entsprechen, die abhängig von der Grundstücksfläche sowieso zu pflanzen sind. Ca. 10% der unbebauten Grundstücksfläche (mindestens jedoch  $45\text{m}^2$  je Grundstück) ist mit Bäumen zu bepflanzen. Die Bäume, die je  $300\text{m}^2$  angefangener Grundstücksfläche zu pflanzen sind, dürfen auf diese 10% angerechnet werden. 10% (mindestens jedoch  $45\text{m}^2$  je Grundstück) der unbebauten Grundstücksfläche entsprechen insgesamt ca.  $1170\text{m}^2$ . Jeder gepflanzte Baum in angegebener Qualität und Größe kann vereinfacht mit  $5\text{m}^2$  angenommen werden
- **Optimierungsvariante 4:** Die Regenwasserzisternen sind von  $2\text{m}^3$  auf  $5\text{m}^3$  je Grundstück zu vergrößern, somit wird in den Sommermonaten mehr Niederschlagswasser zur Bewässerung bereitgestellt, dass verdunstet wird und nicht zum Abfluss kommt.

Alle drei hier vorgestellten Optimierungsvarianten reduzieren die Abweichungen im Wasserhaushalt auf  $\leq 10\%$  bei allen drei Bilanzgrößen und erfüllen so die Zielvorgabe der DWA-A 102-4. Es sollte den Bauherren freigestellt werden, welche der vorgeschlagenen Optimierungsvarianten sie auf dem eigenen Grundstück anwenden.

Die Abweichungen der einzelnen Bilanzgrößen können untenstehender Abbildung entnommen werden.

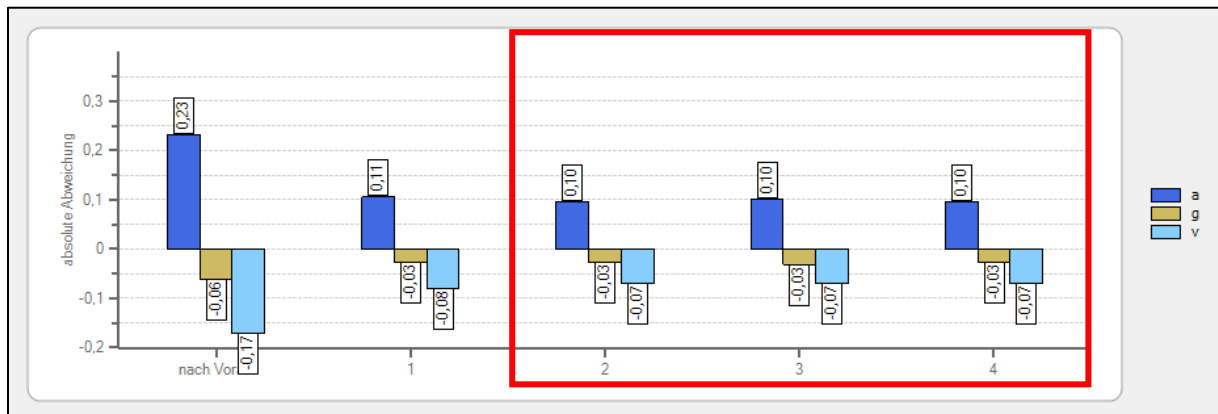


Abbildung 9: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen bebautem und unbebautem Zustand, Optimierungsvariante 2, 3 und 4

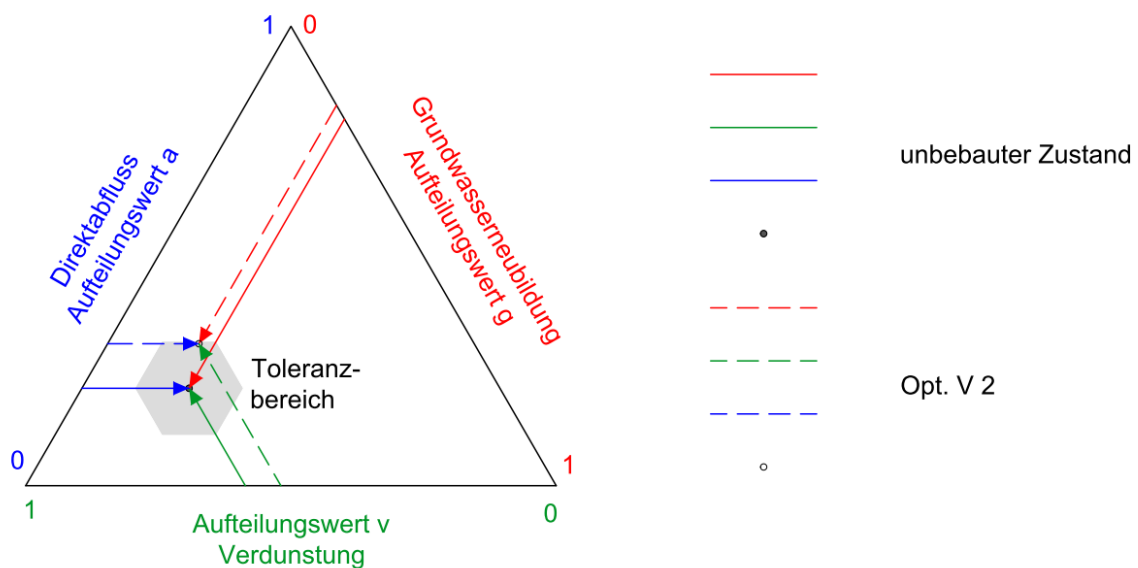


Abbildung 10: hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Wasserbilanzgrößen, Vergleich unbeauter Zustand und beispielhaft Optimierungsvariante 2 (zu V3 und V4 nur sehr geringfügige Abweichungen, daher hier nicht dargestellt). Abweichung im Toleranzbereich

### 3.2.4 Variantenvergleich

Die Untersuchung der vorgestellten Varianten hat gezeigt, dass die bisher im Vorabzug des B-Plans festgeschriebenen Maßnahmen nicht ausreichen, um die Wasserbilanz genügend dem natürlichen Zustand anzunähern. Eine ausreichende Annäherung an den natürlichen Zustand kann über verschiedene Wege erreicht werden (vgl. Mit Optimierungsvariante 2,3 und 4).

## 4 Konkrete Festsetzungen für den Bebauungsplan

Aus den untersuchten Varianten zum Erhalt des Wasserhaushalts im bebauten Zustand des Plangebiets hat sich ein Katalog möglicher Maßnahmen herausgebildet, die das Erreichen des angestrebten Ziels ermöglichen. Diese sollten so im Bebauungsplan verankert werden:

### Generell geltenden Maßnahmen:

- Je 300m<sup>2</sup> angefangener Grundstücksfläche ist ein Laub(-Obst)-Baum in der, im Vorabzug des Bebauungsplans beschriebenen Qualität und Größe zu pflanzen
- Die Fläche zum Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern (§ 9 Abs. 1 Nr. 25a BauGB) am nördlichen Rand des Plangebiets ist zur Förderung der Verdunstung komplett flächig mit Laubbäumen zu bepflanzen
- Auf jedem Grundstück ist eine Regenwasserzisterne mit mindestens 2m<sup>3</sup> zur Bewässerung der privaten Grünflächen vorzusehen, überbaute Grundstücksflächen sind an die Regenwasserzisterne anzuschließen
- Befestigte Außenflächen auf privaten Flächen sind nur mit sickerfähigen Materialien zulässig (Porensteine, Sickersteine, ...)
- Nebengebäude wie Garagen, Carports oder Gartenhäuser sind nur mit Flachdächern (2-10°) zulässig, diese sind (mindestens extensiv) zu begrünen, wobei die durchwurzelbare Substratdicke ≥10cm betragen muss

### Frei wählbare Maßnahme zur Verbesserung des Wasserhaushalts (mindestens 1 ist je Bauplatz umzusetzen):

- Mindestens 20% der Hauptgebäudedachfläche sind zusätzlich als (mindestens extensiv) begrüntes Flachdach herzustellen. Zulässige Dachneigung 2-10°, durchwurzelbare Substratdicke ≥10cm

### **ODER**

- 10%, je Grundstück aber mindestens 45m<sup>2</sup> der unbebauten Grundstücksfläche sind mit Laubbäumen in der, im Vorabzug des B-Plans festgesetzten Qualität und Größe zu bepflanzen. Je gepflanztem Laubbaum kann vereinfacht 5m<sup>2</sup> Fläche angerechnet werden. Die sowieso zu pflanzenden Laubbäume können mitangerechnet werden

### **ODER**

- Anstelle einer 2m<sup>3</sup> Regenwasserzisterne sind mindestens 5m<sup>3</sup> Volumen bereitzustellen und zur Bewässerung der privaten Grünflächen einzusetzen

### II. Allgemeine Angaben

#### 1 Übersichtslageplan

M 1:20.000

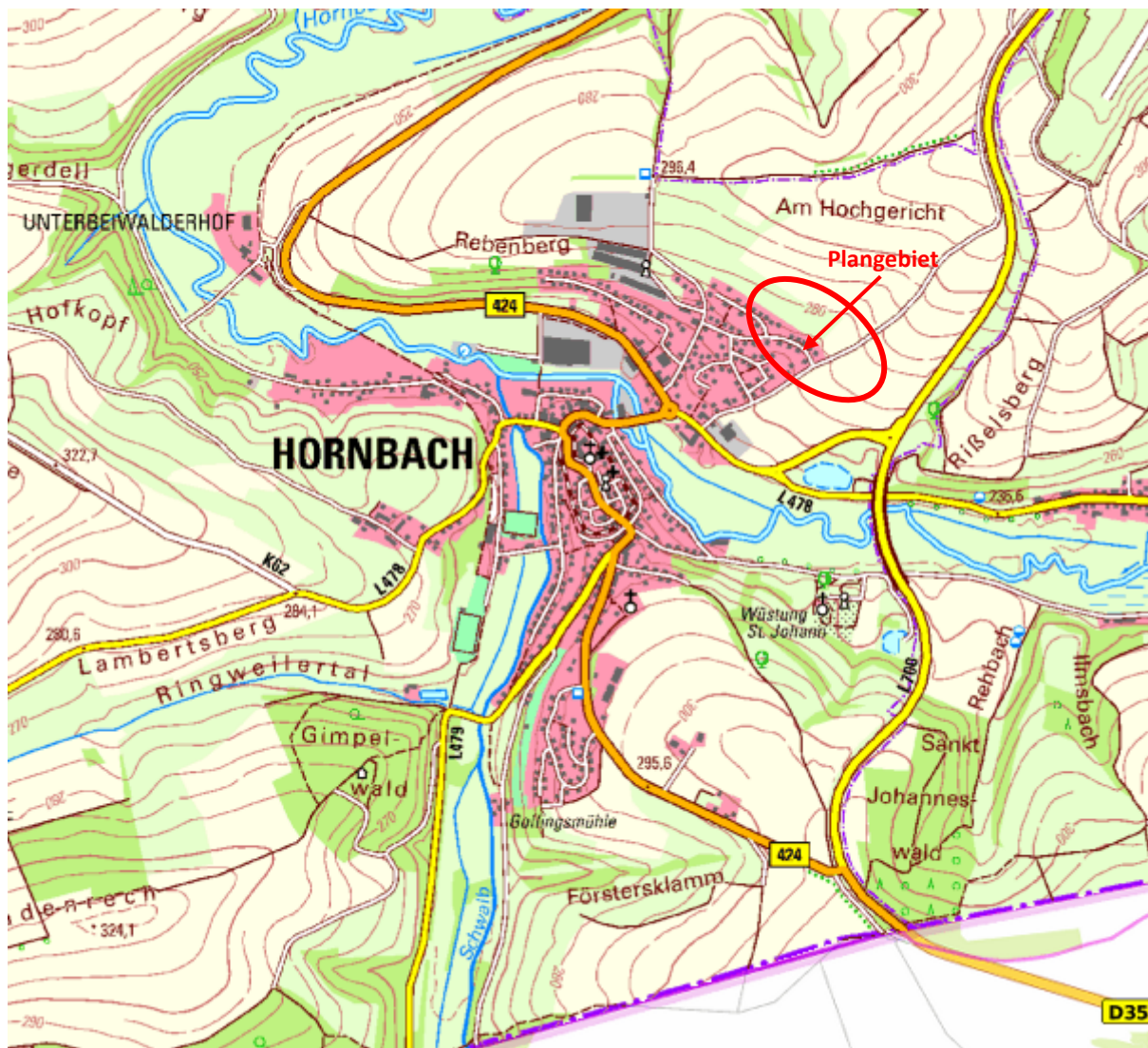


Abbildung 11: Übersichtslageplan Gebiet Hornbach M 1:20000 [GeoBasisViewer RLP]

## 2 Wasserhaushaltsbilanzgrößen

### 2.1 Mittlere jährliche Niederschlagshöhe P

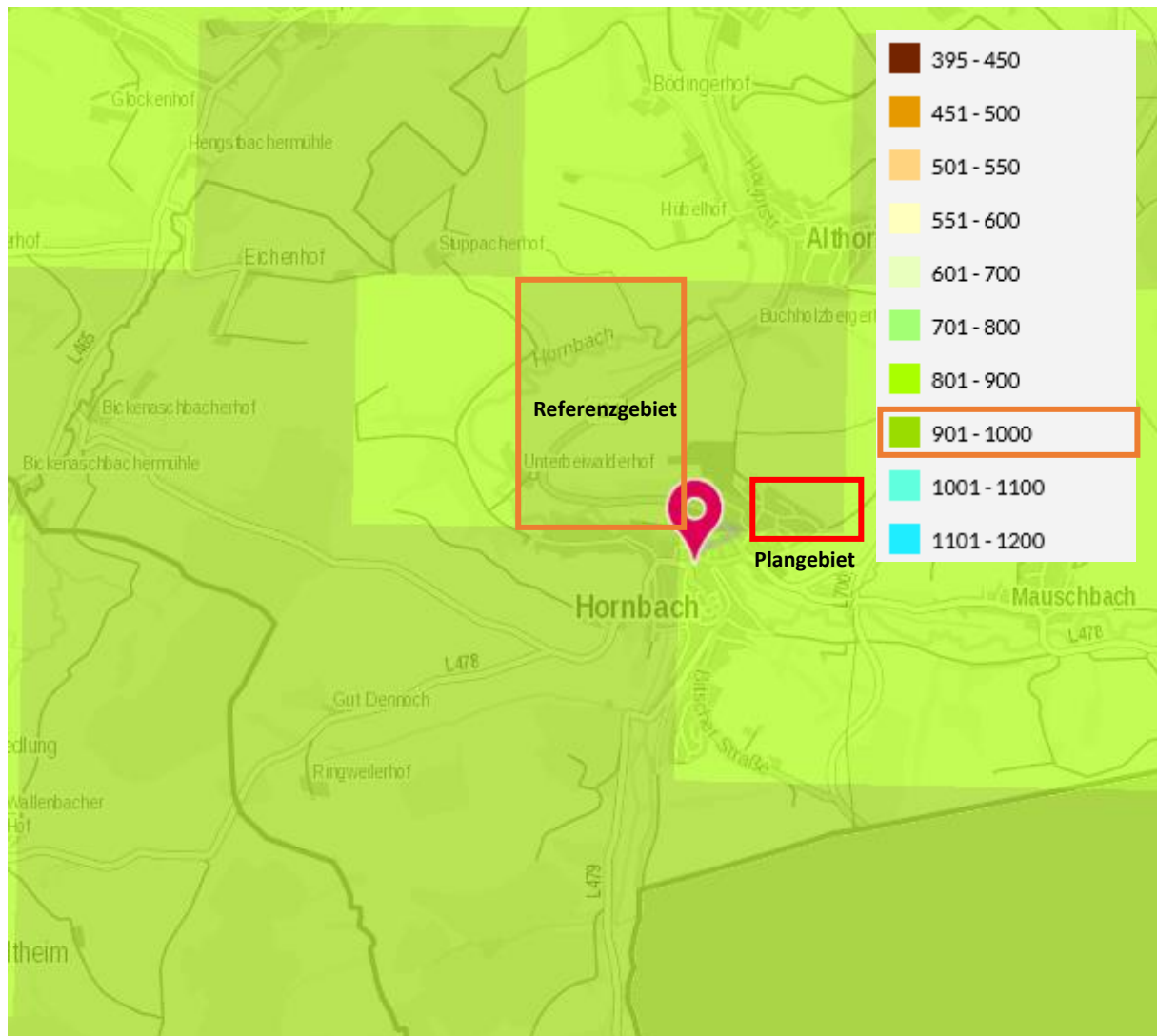


Abbildung 12: mittlerer jährlicher Niederschlag in mm/a für das Plangebiet in Hornbach [HAD]

## 2.2 Mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe $ET_p$

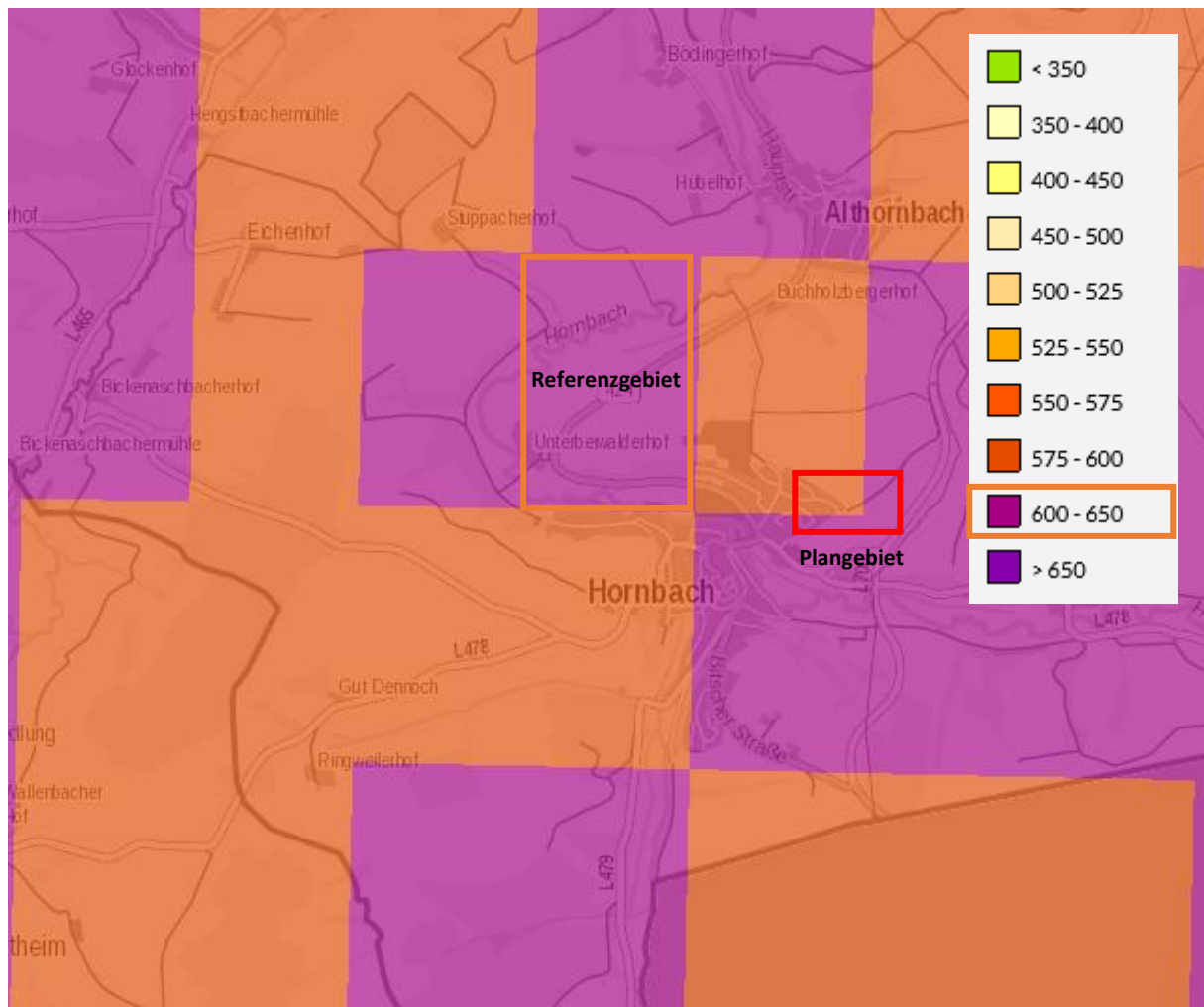


Abbildung 13: mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe  $ET_p$  in mm/a für das Plangebiet in Hornbach [HAD]



## 2.3 Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe $ET_a$

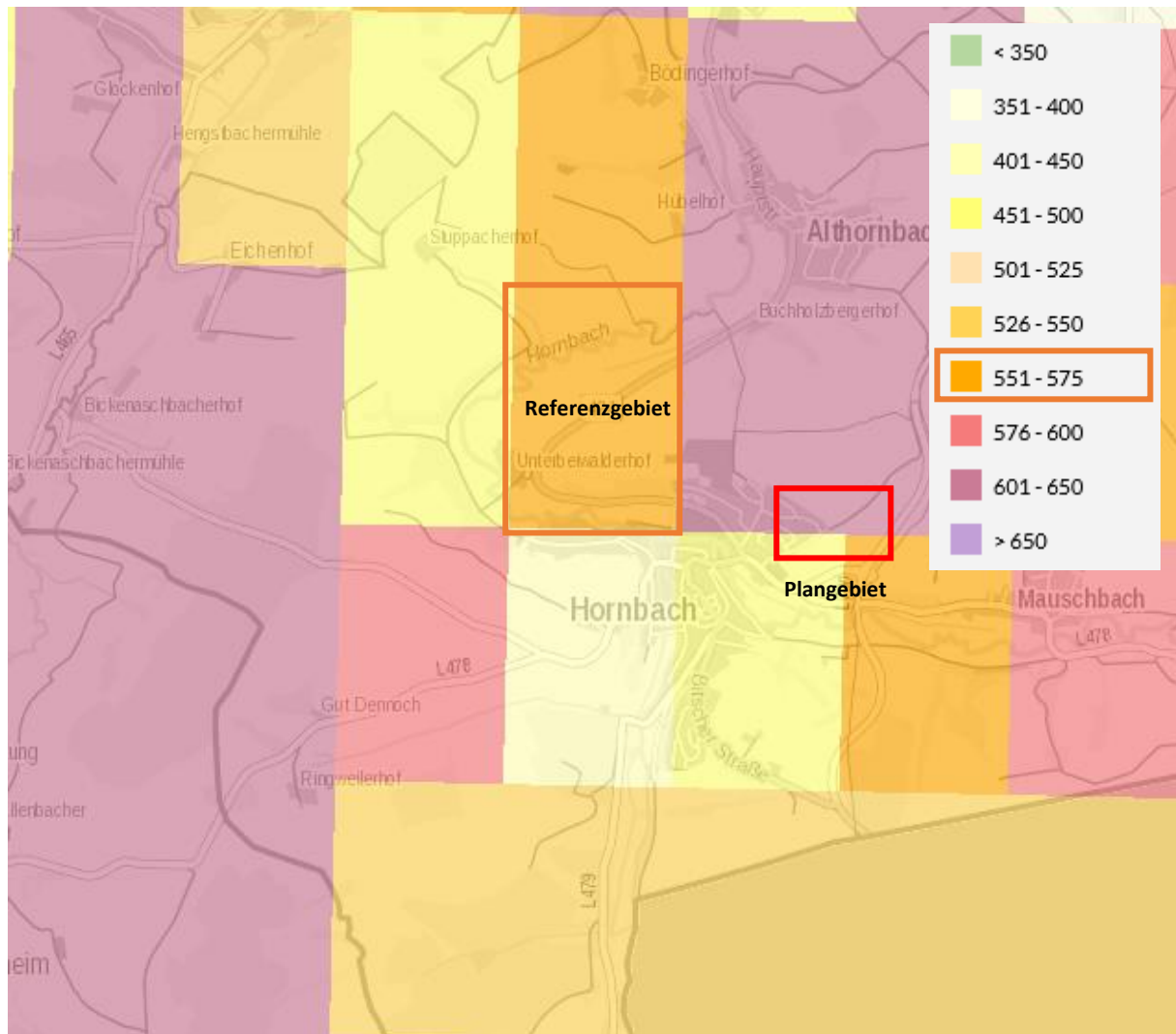


Abbildung 14: mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe  $ET_a$  in mm/a für das Plangebiet in Hornbach [HAD]

## 2.4 Mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN

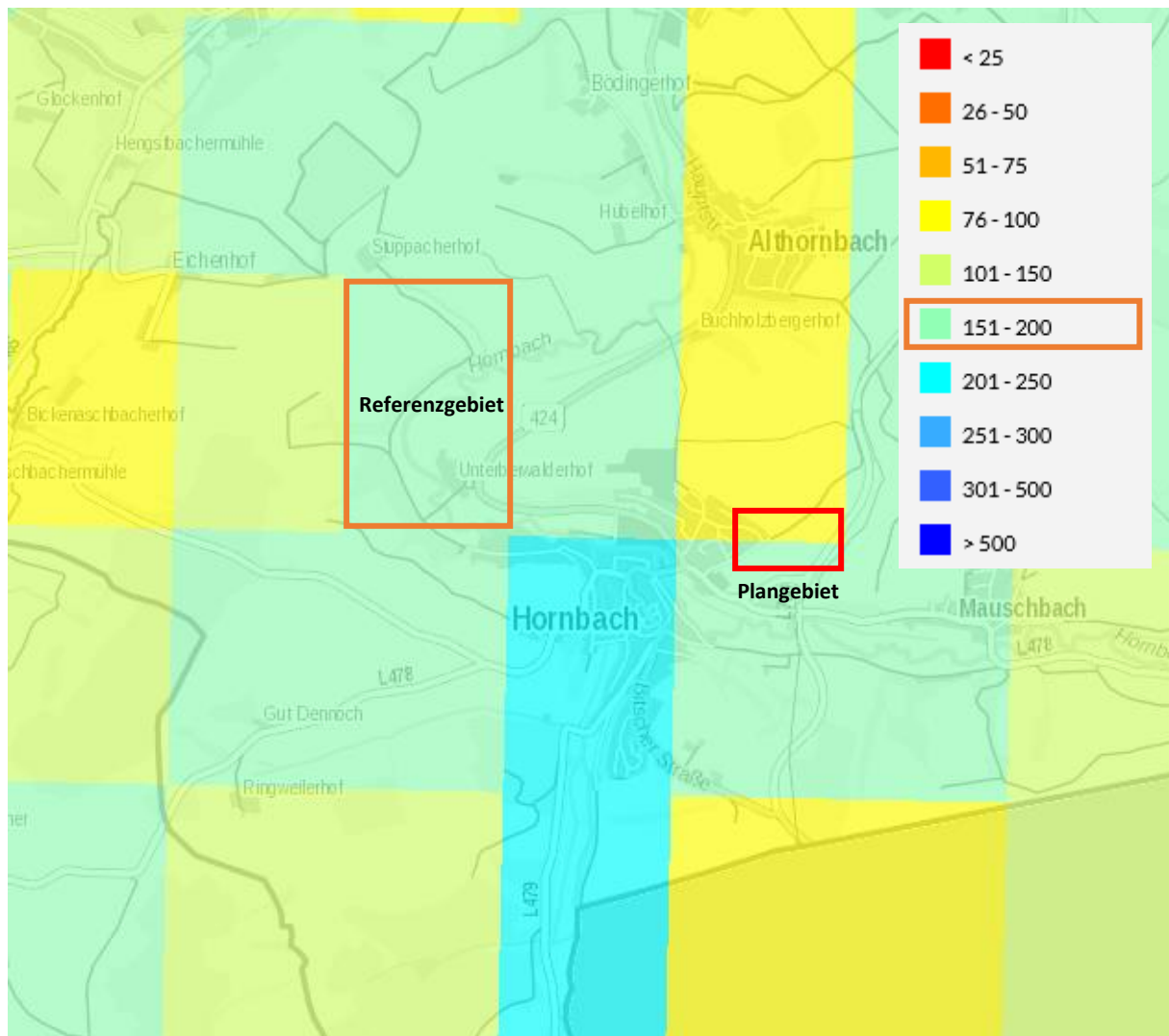


Abbildung 15: mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN in mm/a für das Plangebiet in Hornbach [HAD]

Dahn, im November 2022

**Ingenieurbüro Dilger GmbH**  
Beratende Ingenieure für Bauwesen

### **III. Hydraulische Daten**

#### **1 Wasserhaushaltsbilanz**

## 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 im Mittel bei knapp unter 10% und wird daher für die Berechnung in die Kategorie 4-10% eingeordnet. Gemessen wurde das Geländegefälle über „Rheinland-Pfalz in 3D“.

P [mm/a] = 940

ET<sub>p</sub> [mm/a] = 625

GW-Flurabstand [m] = >10

Geländegefälle [%] = 4-10%

### 1. Gruppierung ET<sub>p</sub> und Bodenart

**C.1**

Gruppe	ET <sub>p</sub> mm/a
1	400 – 480
2	480 – 500
3	500 – 520
4	520 – 540
5	540 – 580
6	580 – 640

Gruppe ET<sub>p</sub> = 6

**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 Lehm Böden, lehmiger Ton, Hochmoor aus schwach zersetztem Torf	Braunerde, Plaggenesch, 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: 11 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 = 3

### 2. Verhältnis ET<sub>a</sub> / ET<sub>p</sub>

Abhängig von Grundwasserflurabstand, Bodengruppe (Tab. C.2), ET<sub>p</sub>-Gruppe (Tab. C.1)!

Gruppe ET<sub>p</sub> (C.1) = 6  
 Bodengruppe (C.2) = 3  
 GW-Flurabstand = >10

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
$ET_a$	412,5	487,5	531,25	575	662,5

Im Folgenden werden auf Basis des ermittelten  $ET_a$  abhängig von Bodenart, GW-Flurabstand und Geländegefälle die Wasserbilanzgrößen für den Gehölzstreifen, sowie die Laubbaumflächen in den privaten Gärten ermittelt.

### 2.1.1 Gehölzstreifen am Nordrand des Plangebiets

Der Gehölzstreifen am nördlichen Rand des Plangebiets soll flächig als Laubbaumstreifen ausgebildet werden, daher gilt:

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
$ET_a / ET_p$	0,66	0,78	0,85	0,92	1,06
$ET_a$	412,5	487,5	531,25	575	662,5

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].					

$$\rightarrow f_L = 1,3$$

$$\rightarrow f_w = 1$$

Der Gehölzstreifen befindet sich an einem Hang mit Südlage, daher kann der Standort als „sonnig“ ( $f_L = 1,3$ ) angesetzt werden. Bei dem Gehölzstreifen ist nicht von einer zusätzlichen Bewässerung auszugehen, der Bewässerungsfaktor wird daher nicht modifiziert ( $f_W = 1$ ).

$$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} * f_L * f_W \rightarrow ET_{a,korr} = \underline{\underline{747,5}}$$

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!

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

$$\begin{array}{llll} \text{Abfluss } R = P - ET_{a,korr} & = & \underline{\underline{192,5}} & \\ \text{Direktabfluss } R_D = r * R & = & \underline{\underline{109,7}} & \rightarrow a = \underline{\underline{0,117}} \\ \text{Grundwasserneubildung } GWN = R - R_D & = & \underline{\underline{82,8}} & \rightarrow g = \underline{\underline{0,088}} \\ ET_{a,korr} = & \rightarrow & \underline{\underline{747,5}} & \rightarrow v = \underline{\underline{0,795}} \end{array}$$



## 2.1.2 Laubbäume in den Privatgärten

Als verdunstungsfördernde Maßnahme sollen Laubbäume in den Privatgärten gepflanzt werden:

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
$ET_a / ET_p$	0,66	0,78	0,85	0,92	1,06
$ET_a$	412,5	487,5	531,25	575	662,5

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 HARLAN (2008).					

Die Privatgärten befinden sich an einem Hang mit Südlage, daher kann der Standort als „sonnig“ ( $f_L = 1,3$ ) angesetzt werden. In jedem Garten ist eine Regenwasserzisterne zur Bewässerung vorzusehen, daher kann von regelmäßiger Bewässerung der Laubbäume in den Gärten ausgegangen werden, der Bewässerungsfaktor kann daher entsprechend der Bodengruppe modifiziert werden ( $f_W = 1,1$ ).

$$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} * f_L * f_W \rightarrow ET_{a,korr} = \underline{\underline{822,3}}$$


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!

Bodengruppe (C.2) = 3  
 GW-Flurabstand = >10  
 Geländegefälle = 4-10%


 $r =$  0,57

Abfluss  $R = P_{\text{korr}} - ET_{a,\text{korr}} =$  117,8  
 Direktabfluss  $R_D = r * R =$  67,1  $\rightarrow a =$  0,071  
 Grundwasserneubildung  $GWN = R - R_D =$  50,6  $\rightarrow g =$  0,054  
 $ET_{a,\text{korr}} =$   $\rightarrow$  822,3  $\rightarrow v =$  0,875

#### **IV. Kostenberechnung**

-entfällt-

## **V. Pläne / Planungsgrundlagen**

-entfällt-

Stand März 2022