

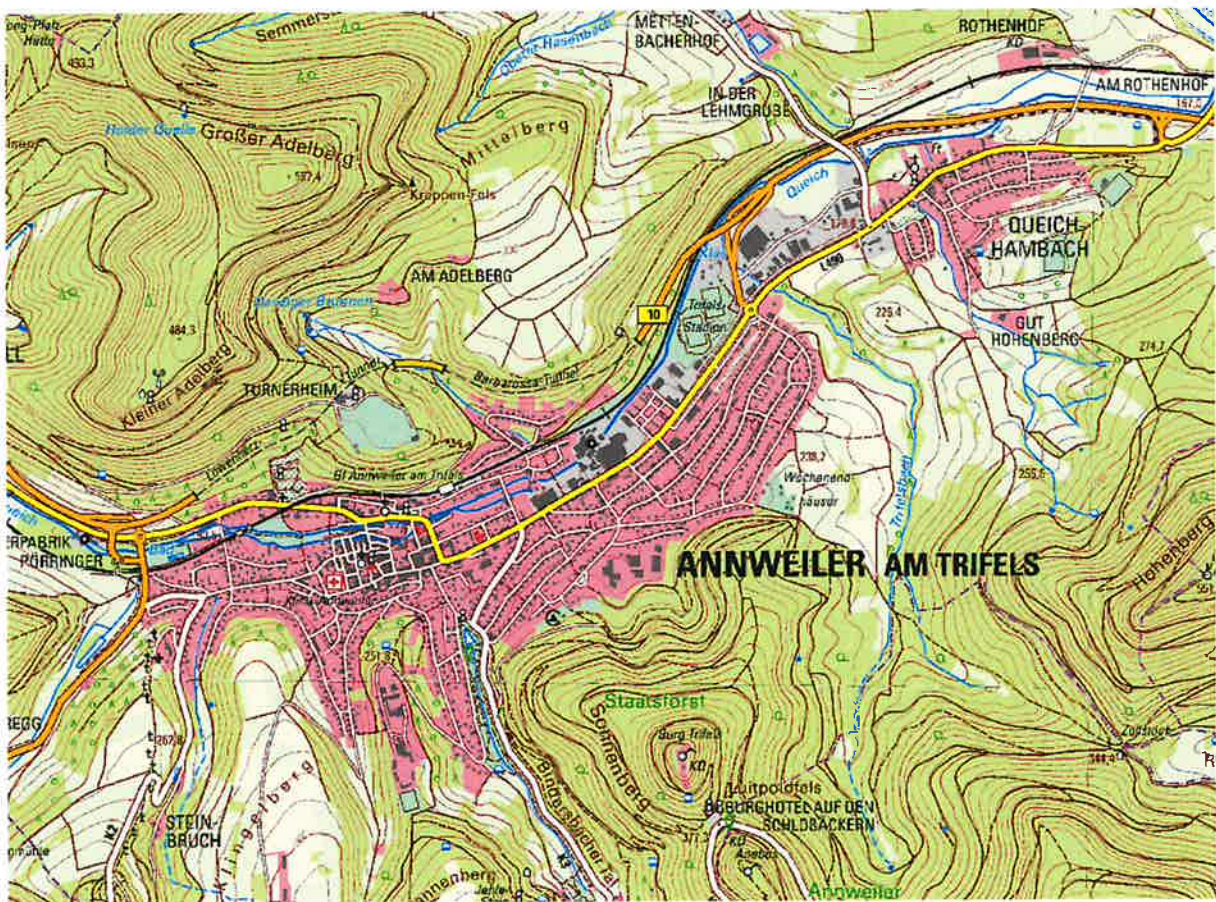
Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels

Wasserhaushaltsbilanzierung nach DWA-M 102-4 zur Ergänzungssatzung Krämerstraße

Stadt Annweiler am Trifels, Ortsteil Queichhambach

Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers nach DWA-A 102

- Begleitbericht zur Ergänzungssatzung -



Dahn, im März 2024

Ingenieurbüro Dilger GmbH
Beratende Ingenieure für Bauwesen

Stadt Annweiler am Trifels, Ortsteil Queichhambach - Wasserhaushaltsbilanzierung nach DWA-M 102-4 zur Ergänzungssatzung Krämerstraße

I. Erläuterungen

- | | |
|--|-------|
| 1. Allgemeines | S. 4 |
| 2. Verwendete Planunterlagen | S. 4 |
| 3. Planung | S. 5 |
| 4. Notwendige Maßnahmen zum Erreichen eines naturnahen Wasserhaushalts | S. 16 |

II. Allgemeine Anlagen

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1. Übersichtslageplan M1:20000 | S. 19 |
| 2. Wasserhaushaltsbilanzgrößen | S. 20 |

III. Berechnungen

- | | |
|---|-------|
| 1. Wasserhaushaltsbilanz | S. 24 |
| 2. Ermittlung der Wasserbilanzgrößen für Vegetationsflächen nach DWA-A 102-4 Anhang C | S. 25 |

IV. Kostenberechnung

- entfällt -

V. Pläne / Planungsgrundlagen

- entfällt -

Stadt Annweiler am Trifels, Ortsteil Queichhambach - Wasserhaushaltsbilanzierung nach DWA-M 102-4 zur Ergänzungssatzung Krämerstraße

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.

Stadt Annweiler am Trifels, Ortsteil Queichhambach - Wasserhaushaltsbilanzierung nach DWA-M 102-4 zur Ergänzungssatzung Krämerstraße

I. Erläuterungen

1 Allgemeines

Das Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, wird von der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels mit der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanzierung begleitend zur Klarstellungs- / Ergänzungssatzung der Krämerstraße im Ortsteil Queichhambach der Stadt Annweiler am Trifels beauftragt.

Das Plangebiet umfasst zwei Bauplätze, sowie eine Bestandsstraße an der im Zuge der Satzungsanpassung auch keine Änderungen vorgesehen sind.

2 Verwendete Planunterlagen

- Hydrologischer Atlas Deutschland
- Richtlinien der DWA, insbesondere DWA-A 102
- Wasserhaushaltsbilanzierung mittels Wasserbilanz-Expert (WaBiLa)
- Bodenkarte des Landesamts für Geologie und Bergbau
- Informationen zur geplanten Satzungsanpassung im Bereich der Krämerstraße, zur Verfügung gestellt von der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels, Februar 2024

3 Planung

3.1 Grundlagen

3.1.1 Plangebiet & allgemeine Angaben

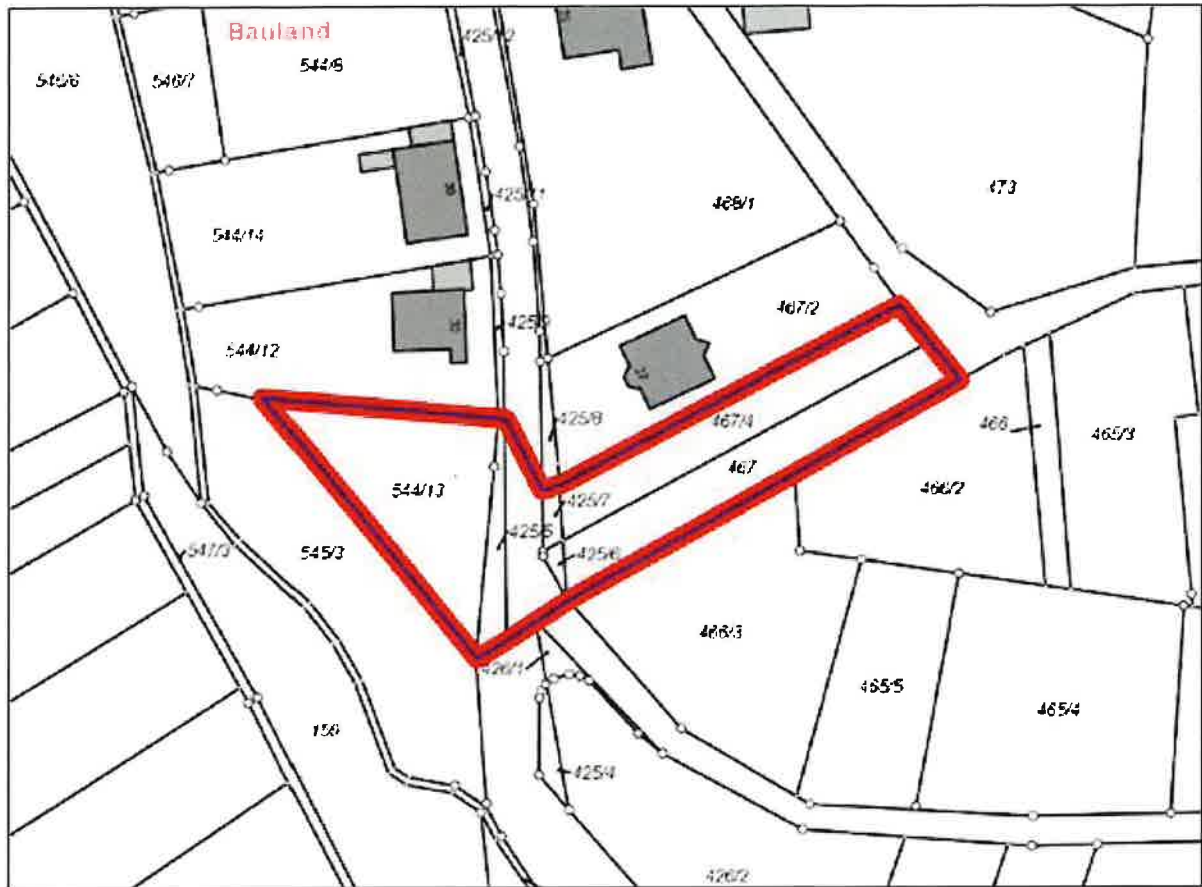
In der Stadt Annweiler am Trifels sollen im Rahmen einer Satzungsanpassung zwei Bauplätze am südlichen Ende der Krämerstraße im Ortsteil Queichhambach entstehen. Im Sinne einer klimagerechten Stadtplanung soll auf den Baugrundstücken der Anfall von abfließendem Oberflächenwasser möglichst vermieden und stattdessen verdunstet werden. Dennoch anfallendes Oberflächenwasser soll nach Möglichkeit direkt auf den Grundstücken versickert werden.

Der Teil der Krämerstraße, der sich im Geltungsbereich der Satzungsanpassung befindet soll weiterhin wie im Bestand in die örtliche Mischkanalisation entwässern.

Folgende Abbildungen zeigen die Lage des Plangebiets in der Stadt Annweiler am Trifels (OT Queichhambach) sowie den Geltungsbereich der Satzungsänderung.



Abbildung 1: Lage des Plangebiets in der Stadt Annweiler, Ortsteil Queichhambach



größer und notwendige Kompensationsmaßnahmen erhöhen sich entsprechend. Im Folgenden erfolgt eine Berechnung für beide Varianten.

Bei einer GRZ von 0,40 ergibt sich somit eine maximal überbaubare Fläche von ca. 372 m² je GS). Unter Annahme einer „normalen“ Einfamilienhausbebauung wird von folgenden Teilflächen ausgegangen:

- | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|---|--------------------------|
| • Hauptgebäude | 180 m ² /GS | → | insg. 360 m ² |
| • Nebengebäude | 40 m ² /GS | → | insg. 80 m ² |
| • Zufahrt / Terrasse / Fußwege / ... | 150 m ² /GS | → | insg. 300 m ² |

Bei einer GRZ von 0,60 (0,40 + 50% Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen) ergibt sich somit eine maximal überbaubare Fläche von ca. 558 m² je GS). Die Teilflächen wurden für eine GRZ von 0,60 nach oben angepasst, dabei nehmen die befestigten Außenflächen gegenüber den Haupt- und Nebengebäudedachflächen überproportional zu.

Unter Annahme einer „normalen“ Einfamilienhausbebauung wird von folgenden Teilflächen ausgegangen:

- | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|---|--------------------------|
| • Hauptgebäude | 200 m ² /GS | → | insg. 400 m ² |
| • Nebengebäude | 50 m ² /GS | → | insg. 100 m ² |
| • Zufahrt / Terrasse / Fußwege / ... | 330 m ² /GS | → | insg. 660 m ² |

3.1.3 Berechnungsgrundlagen

3.1.3.1 Bilanzgrößen des Wasserhaushalts

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

- Mittlerer jährlicher korrigierter Niederschlag $P_{\text{kor}} [\text{mm/a}]$
- Mittlere jährliche potentielle Verdunstungshöhe $ET_p [\text{mm/a}]$
- Direktabfluss $R_D [\text{mm/a}]$
- Grundwasserneubildung $GWN [\text{mm/a}]$
- Aktuelle Verdunstung („Evatranspiration“) $ET_a [\text{mm/a}]$

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

$$P_{\text{kor}} = R_D + GWN + ET_a$$

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

Da für das Plangebiet in der Stadt Annweiler keine genaueren Daten zu den Bilanzgrößen bekannt sind, werden die benötigten Werte entsprechend DWA-M 102-4 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 überwiegend unbebaut, daher können die Haushaltsgrößen direkt dem Rasterfeld entnommen werden, in dem das Plangebiet selbst liegt.

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

P_{kor} :	901 – 1000 mm/a	► 950 mm/a
ET_p :	601 – 650 mm/a	► 625 mm/a
ET_a :	501 – 525 mm/a	► 510 mm/a
GWN :	101 – 150 mm/a	► 125 mm/a
R_D :	Aus $P - ET_a - GWN$	► 315 mm/a

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

- Direktabfluss (a): 0,332
- Grundwasserneubildung (g): 0,132
- Verdunstung (v): 0,537

3.1.3.2 Oberflächenentwässerung / Bodenkennwerte

Nach Vorgabe der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels soll anfallender Oberflächenwasser nach Möglichkeit direkt auf den Grundstücken versickert werden. Da für das Plangebiet keine Baugrunduntersuchungen vorliegen wird die Bodenkarte des Landes Rheinland-Pfalz herangezogen, um abschätzen zu können, ob im Plangebiet eine Versickerung von Oberflächenwasser möglich ist.

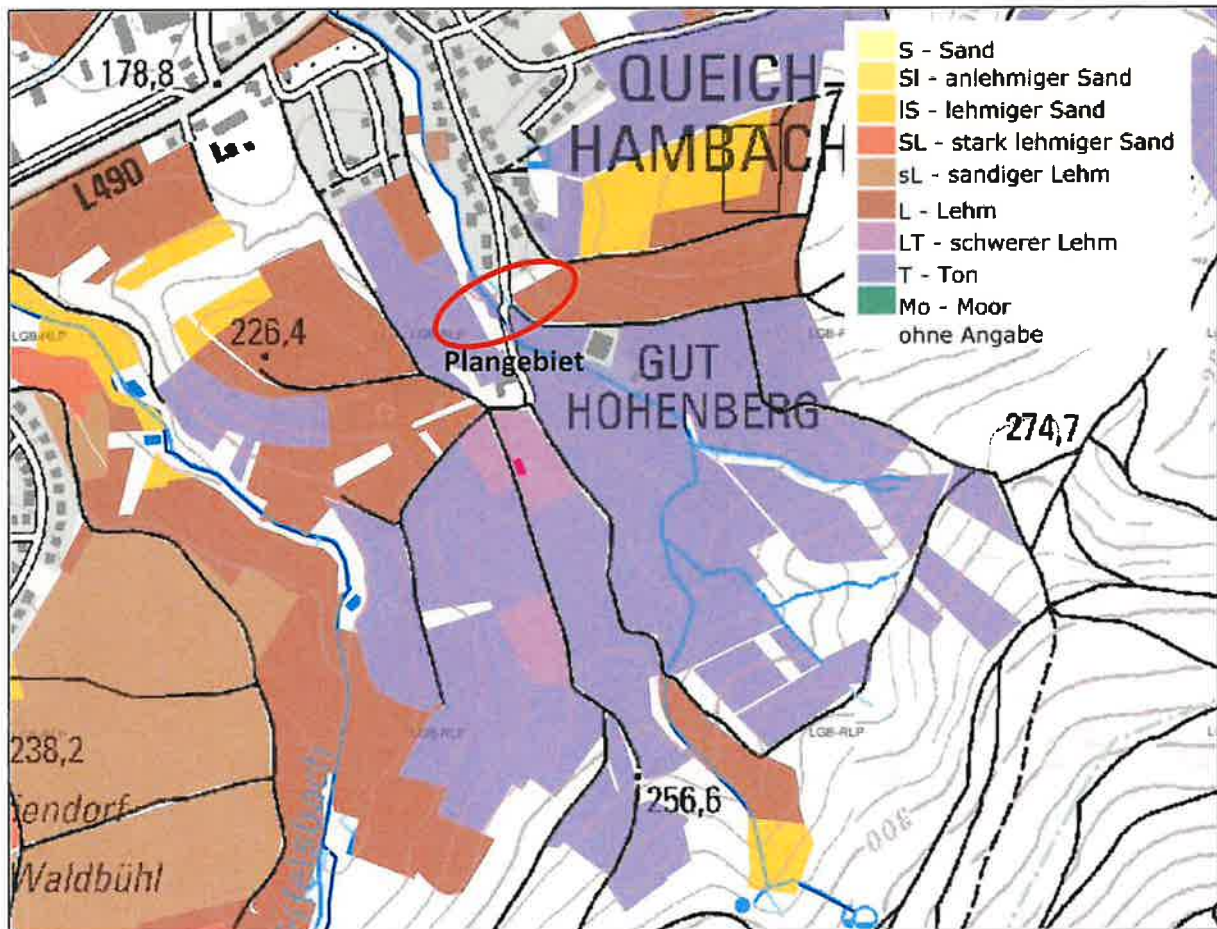


Abbildung 3: Auszug aus der Bodenkarte des Landesamts für Geologie und Bergbau für das Plangebiet in der Stadt Annweiler am Trifels

Nach Angabe der Bodenkarte des Landes RLP liegen im Plangebiet selbst, sowie im direkten Umfeld fast nur Lehm-, schwere Lehm- und Tonböden vor. Der zu erwartende Durchlässigkeitsbeiwert k_f liegt somit voraussichtlich im Bereich zwischen 10^{-8} m/s bis 10^{-12} m/s. **Der vorliegende Boden im Plangebiet eignet sich somit nicht für eine gezielte Versickerung von Niederschlagswasser.** Stattdessen ist der Anfall von Oberflächenwasser durch gezielte Verdunstung so weit wie möglich zu reduzieren und darüber hinaus anfallendes Oberflächenwasser (gedrosselt) aus dem Plangebiet abzuleiten. Dies kann beispielsweise durch den Anschluss an die örtliche Mischwasserkanalisation oder als Einleitung in das naheliegende Oberflächengewässer erfolgen.

3.1.3.3 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	+	+	+	MVV (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 1: 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 ist der Einsatz von Gründächern positiv hervorzuheben, der Einsatz von Regenwasser zur Bewässerung, sowie Pflanzungen von Büschen und Bäumen.

3.2 Wasserhaushaltsbilanzierung – Variantenuntersuchung

Auf Basis der zuvor beschriebenen Berechnungsgrundlagen und des aktuellen Planungsstands lässt sich die Wasserhaushaltsbilanz für das Plangebiet aufstellen. Dabei wurden für beide folgenden Varianten iterativ die benötigten Maßnahmen ermittelt, um eine naturnahe Wasserbilanz nach Vorgaben des DWA-M 102-4 zu erreichen. Da eine gezielte Versickerung direkt auf den Grundstücken nicht möglich ist, stehen dabei Maßnahmen zur Vermeidung von Abflüssen und zur Förderung der Verdunstung im Vordergrund.

3.2.1 Variante „GRZ 0,40“ (keine Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen)

Da bei einer Begrenzung der GRZ auf 0,40 ohne eine vorgesehene Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen ein vergleichsweise großer Anteil an Grünflächen auf den Baugrundstücken verbleibt, ist der Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt als moderat einzustufen, notwendige Kompensationsmaßnahmen fallen dementsprechend ebenfalls moderat aus.

Folgende Maßnahmen werden gewählt:

- Je Baugrundstück ist eine Regenwasserzisterne zur Bewässerung der eigenen Grünflächen vorzusehen. Befestigte Außen- und Dachflächen sind an die Zisterne anzuschließen. Je „Mustergrundstück“ ist eine Zisterne von 3 m³ vorzusehen

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 min. **180l/m²** Garten im Jahr.

Bewässerungsmenge

Die Bewässerungsfläche entspricht etwa den unbebauten Grundstücksflächen. Da nicht davon ausgegangen wird, dass eine Bewässerung aller Flächen erfolgt, wird auf der sicheren Seite liegend ein Anteil von ca. 10 – 15% der unbebauten Fläche als nicht bewässert angenommen.

- Auf privaten Flächen dürfen befestigte Außenflächen nur mit mindestens teildurchlässigen Flächenbelägen (z.B. Pflaster mit offenen Fugen) hergestellt werden, vollständig undurchlässige Materialien (z.B. Asphalt, Pflaster mit dichten Fugen, ...) sind nicht zulässig
- Nicht überbaute Flächen sind vollständig zu begrünen, dabei sind mindestens 10% der unbebauten Fläche mit Stauden / Büschen zu bepflanzen. Weitere mindestens 10% der unbebauten Fläche sind mit Laubbäumen zu bepflanzen

Somit ergibt sich folgende Flächenaufstellung:

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	Krämerstraße	Asphalt, fugenloser Beton		170	0,768	0,000	0,232
Fläche	Hauptgebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien		360	0,920	0,000	0,080
Fläche	Nebengebäude	Flachdach (Metall, Glas)		80	0,877	0,000	0,123
Fläche	bef. Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		300	0,509	0,340	0,151
Maßnahme	Regenwasserzisterne	Regenwasseremutzung		0	0,749	0,000	0,251
Fläche	bewässerte Grünflächen	Garten, Grünflächen		1000	0,184	0,108	0,708

Abbildung 5: Teilflächen des Plangebiets nach Variante „GRZ 0,40“

Mit den in obiger Abbildung dargestellten Teilflächen ergibt sich folgender Wasserhaushaltszustand für die einzelnen Bilanzgrößen:

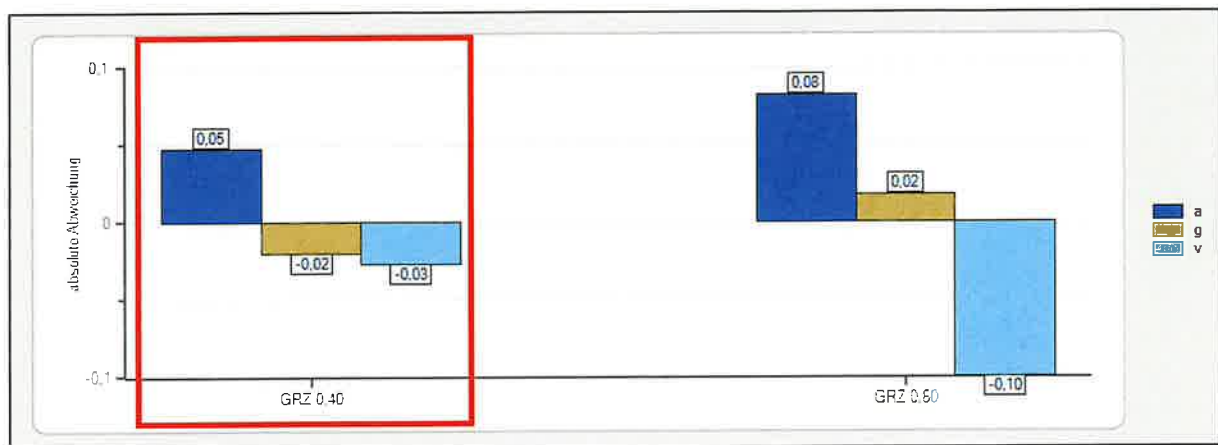


Abbildung 6: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen unbebautem Zustand und Variante „GRZ 0,40“

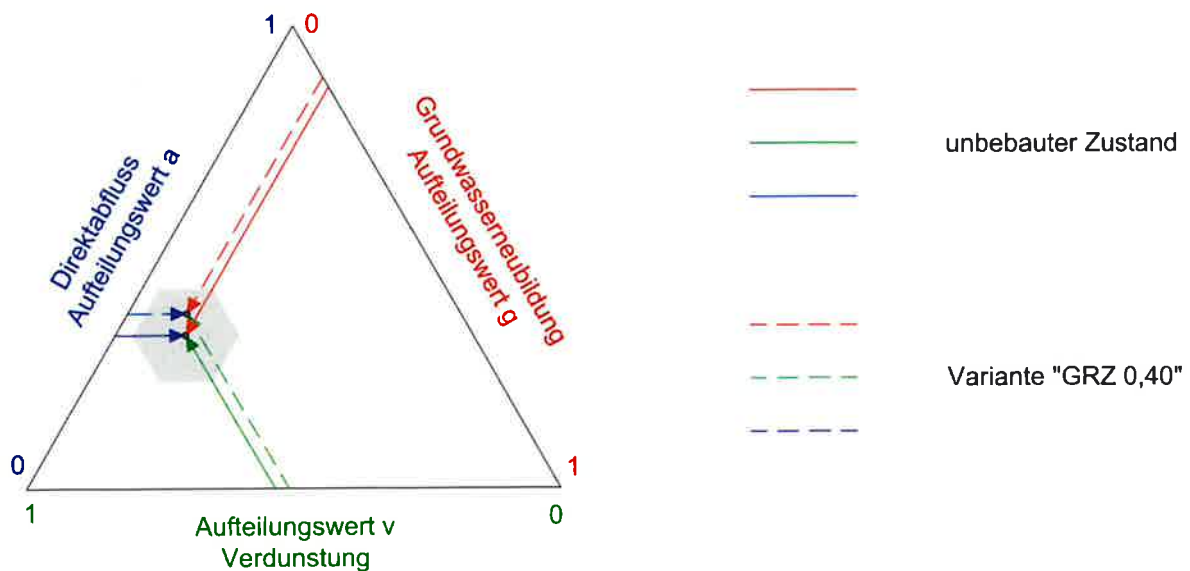


Abbildung 7: Hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Bilanzgrößen im unbebauten Zustand und in Variante „GRZ 0,40“, Abweichung im Toleranzbereich

Mit Abweichungen von maximal +5% (Bilanzgröße Direktabfluss) liegt der Wasserhaushalt klar im vorgegebenen Rahmen des DWA-M 102-4 und ist als naturnah einzustufen.

3.2.2 Variante „GRZ 0,60“ (0,40 + Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen)

Durch die Überschreitbarkeit der GRZ bis 0,60 (0,40 + 50% Überschreitbarkeit) kann ein erheblicher Mehranteil der Grundstücksflächen versiegelt werden. Infolge dieser Mehrversiegelung erhöht sich vor allem der Direktabfluss deutlich und die örtliche Verdunstung geht stark zurück. Um dennoch einen naturnahen Wasserhaushalt zu erreichen müssen die Kompensationsmaßnahmen deutlich erhöht werden. Zu den bereits in der Variante „GRZ 0,40“ getroffenen Maßnahmen werden nun zusätzlich folgende Maßnahmen notwendig:

- Die Regenwasserzisternen werden von 3m³ auf 5m³ je „Mustergrundstück“ erhöht
- Nebengebäude im Plangebiet sind nur noch mit flach oder flach geneigten Dächern bis 15° zulässig. Fläche oder flach geneigte Dachflächen sind generell (mindestens extensiv, durchwurzelbare substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen
- Bei Hauptgebäuden sind mindestens 50% der Dachfläche als flach oder flach geneigte Dächer bis 15° herzustellen. Fläche oder flach geneigte Dachflächen sind generell (mindestens extensiv, durchwurzelbare substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen
- Der Anteil der nicht überbauten Fläche, der verpflichtend mit Laubbäumen zu bepflanzen ist wird von 10% auf 20% erhöht

Somit ergibt sich folgende Flächenaufteilung:

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)
Fläche	Krämerstraße	Asphalt, fugenloser Beton		170	0,768	0,000	0,232
Fläche	Hauptgebäude-1	Steildach, alle Deckungsmaterialien		200	0,920	0,000	0,080
Fläche	Hauptgebäude-2	Gründach mit Extensivbegrünung		200	0,577	0,000	0,423
Fläche	Nebengebäude	Gründach mit Extensivbegrünung		100	0,577	0,000	0,423
Fläche	bef. Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)		660	0,509	0,340	0,151
Maßnahme	Regenwasserzisterne	Regenwassernutzung		0	0,767	0,000	0,233
Fläche	bewässerte Grünflächen	Garten, Grünflächen		600	0,170	0,109	0,721

Tabelle 2: Teilflächen des Plangebiets nach Optimierungsvariante „V1“

Mit den in obiger Abbildung dargestellten Teilflächen ergibt sich folgender Wasserhaushaltszustand für die einzelnen Bilanzgrößen:

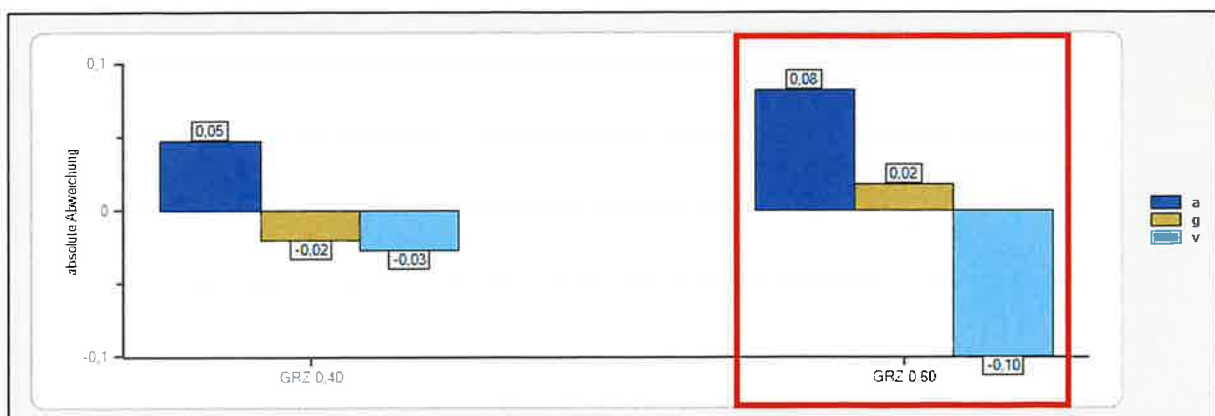


Abbildung 8: absolute Abweichungen im Wasserhaushalt zwischen unbebautem Zustand und Variante „GRZ 0,60“

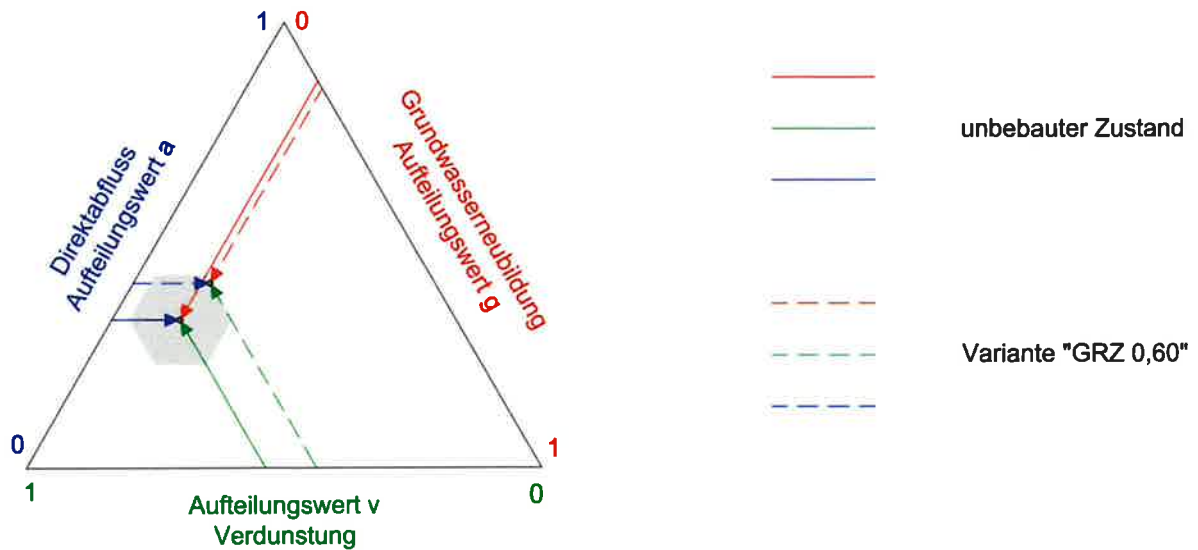


Abbildung 9: Hydrologisches Dreieck mit Darstellung der Bilanzgrößen im unbebauten Zustand und Variante „GRZ 0,60“, Abweichung innerhalb des Toleranzbereichs

Bedingt durch die zuvor genannten Bewirtschaftungsmaßnahmen liegt die Abweichung gegenüber dem natürlichen Zustand bei -10% im Bereich der Verdunstung und kann damit gerade noch als naturnah eingestuft werden und hält die Vorgaben des DWA-M 102-4 ein.

4 Notwendige Maßnahmen zum Erreichen einer naturnahen Wasserbilanz

Abhängig vom maximal zulässigen Versiegelungsgrad im Geltungsbereich der Satzungsanpassung werden unterschiedliche Maßnahmen zum weitestgehenden Erhalt der natürlichen Wasserbilanz notwendig.

Beim Einhalten einer GRZ von 0,40 oder weniger sind folgende Maßnahmen umzusetzen:

- Flächenversiegelungen (ausgenommen öffentliche Straßenflächen) im Plangebiet sind nur mit mindestens teildurchlässigen Flächenbelägen (z.B. Pflaster mit offenen Fugen) zulässig. Vollständig undurchlässige Flächenbeläge (z.B. Asphalt, Pflaster mit dichten Fugen) sind auszuschließen
- Nicht überbaute, bzw. befestigte Flächen auf den Baugrundstücken sind **vollflächig** zu begrünen (flächige Steinschüttungen, sog. „Schottergärten“ stellen **!KEINE!** Form der Begrünung dar und sind auszuschließen)
 - Dabei sind **mindestens 10%** der nicht überbauten Fläche mit Laubbäumen zu begrünen, d.h. **je angefangener 10m² Grundstücksfläche sind 0,6m²** mit Bäumen zu überpflanzen. Die zu überpflanzende Fläche ist mittelfristig, in einem Zeitraum von 10 – 15 Jahren, zu erreichen. Die Anzahl an zu pflanzenden Bäumen ist abhängig von Baumart und Wachstumsverhalten. Die Bäume sind dauerhaft zu erhalten und bei Abgang gleichwertig zu ersetzen. Bereits im Plangebiet vorhandene Bäume sind bevorzugt zu erhalten und dürfen auf die mit Bäumen zu überpflanzende Fläche angerechnet werden
 - Weitere **mindestens 10%** der nicht überbauten Fläche sind mit Stauden und Büschen zu bepflanzen, dies entspricht **min. 0,6m² zu überpflanzender Fläche je 10m² angefangener Grundstücksfläche**. Anstelle von Stauden und Büschen können auch Laubbäume gepflanzt werden, diese haben die oben beschriebenen Anforderungen ebenfalls zu erfüllen
- Anfallendes Oberflächenwasser von privaten Flächen im Plangebiet ist z.B. mittels Regenwasserzisternen zu sammeln. Hierfür sind im Geltungsbereich der Satzungsanpassung insgesamt mindestens **6,0m³** bereitzustellen, dies entspricht **min. 3,3l je angefangenem m² Grundstücksfläche**. Dabei wird ausdrücklich empfohlen, das gesammelte Niederschlagswasser zur Bewässerung der Grünflächen einzusetzen!

Wird eine Überschreitbarkeit der GRZ von 0,40 durch Nebenanlagen bis maximal 0,60 vorgesehen, hat dies eine deutliche Erhöhung des Eingriffs in den natürlichen Wasserhaushalt zur Folge.

Wird die GRZ von 0,40 überschritten, sind **zusätzlich** noch folgende Maßnahmen umzusetzen:

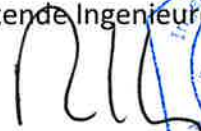
- **Nebengebäude** im gesamten Plangebiet sind nur mit flachen oder flach geneigten Dächern bis 15° zulässig, flache oder flach geneigte Dächer bis 15° sind generell **mindestens extensiv (durchwurzelbare Substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen**
- Bei **Hauptgebäuden** sind mindestens 50% der Dachfläche flach oder flach geneigt bis maximal 15° herzustellen. flache oder flach geneigte Dachflächen bis 15° sind generell **mindestens extensiv (durchwurzelbare Substratdicke $\geq 10\text{cm}$) zu begrünen**
- Anfallendes Oberflächenwasser von privaten Flächen im Plangebiet ist z.B. mittels Regenwasserzisternen zu sammeln. Hierfür sind im Geltungsbereich der Satzungsanpassung insgesamt nun anstelle von $6,0\text{m}^3$ mindestens **$10,0\text{m}^3$** bereitzustellen, dies entspricht **min. $5,4\text{l}$ je angefangenem m^2 Grundstücksfläche**. Dabei wird ausdrücklich empfohlen, das gesammelte Niederschlagswasser zur Bewässerung der Grünflächen einzusetzen!
- Nicht überbaute, bzw. befestigte Flächen auf den Baugrundstücken sind **vollflächig** zu begrünen (flächige Steinschüttungen, sog. „Schottergärten“ stellen **!KEINE!** Form der Begrünung dar und sind auszuschließen)
 - Dabei sind nun statt 10% **mindestens 20%** der nicht überbauten Fläche mit Laubbäumen zu begrünen, d.h. **je angefangener 10m^2 Grundstücksfläche sind min. $0,8\text{m}^2$** mit Bäumen zu überpflanzen. Die zu überpflanzende Fläche ist mittelfristig, in einem Zeitraum von 10 – 15 Jahren, zu erreichen. Die Anzahl an zu pflanzenden Bäumen ist abhängig von Baumart und Wachstumsverhalten. Die Bäume sind dauerhaft zu erhalten und bei Abgang gleichwertig zu ersetzen. Bereits im Plangebiet vorhandene Bäume sind bevorzugt zu erhalten und dürfen auf die mit Bäumen zu überpflanzende Fläche angerechnet werden
 - (Anmerkung: keine Veränderung gegenüber wenn GRZ von 0,40 eingehalten wird) Weitere **mindestens 10%** der nicht überbauten Fläche sind mit Stauden und Büschen zu bepflanzen, dies entspricht **min. $0,4\text{m}^2$ zu überpflanzender Fläche je 10m^2 angefangener Grundstücksfläche**. Anstelle von Stauden und Büschen können auch Laubbäume gepflanzt werden, diese haben die oben beschriebenen Anforderungen ebenfalls zu erfüllen

Anmerkung: Wenn eine gedrosselte Ableitung aus dem Plangebiet erforderlich werden sollte, ist hierfür ein Retentionsvolumen bereitzustellen. Das hierfür benötigte Retentionsvolumen ist gesondert zu ermitteln und nicht Teil dieser Unterlagen! **Das Retentionsvolumen, dass ggfls. für die gedrosselte Ableitung erforderlich wird, darf nicht auf das durch die Regenwasserzisternen bereits bereitgestellte Volumen angerechnet werden, sondern ist gesondert bereitzustellen!**

Unterschrift Bauherr / Auftraggeber: _____

Dahn, im März 2024

Ingenieurbüro Dilger GmbH
Beratende Ingenieure für Bauwesen



Dipl. Ing. Martin Rutschmann



Stadt Annweiler am Trifels, Ortsteil Queichhambach - Wasserhaushaltsbilanzierung nach DWA-M 102-4 zur Ergänzungssatzung Krämerstraße

II. Allgemeine Anlagen

1 Übersichtslageplan

M 1:20.000

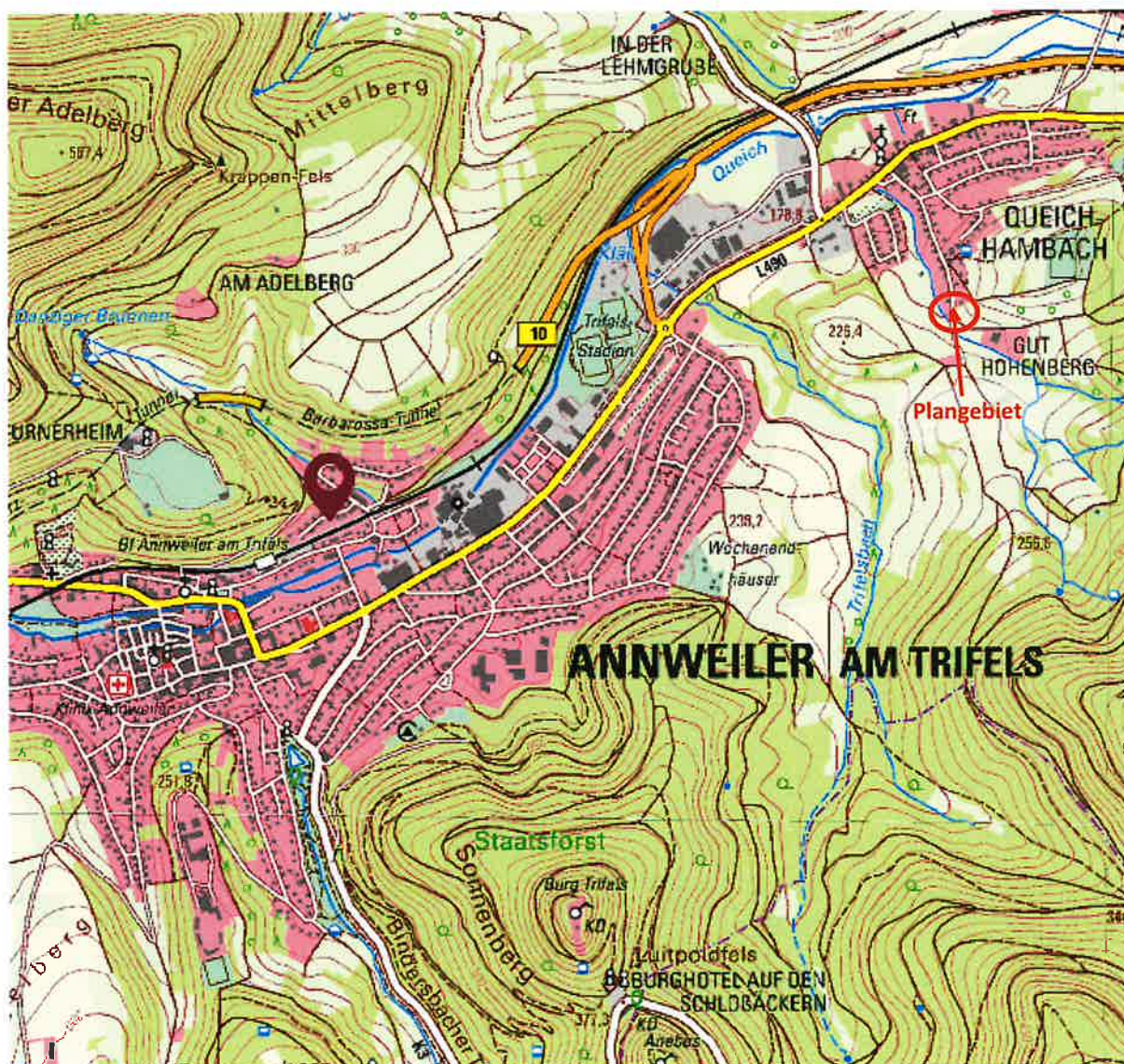


Abbildung 10: Übersichtslageplan Gebiet Stadt Annweiler am Trifels M 1:20000 [GeoBasisViewer RLP]

2 Wasserhaushaltsbilanzgrößen

2.1 Mittlere korrigierte jährliche Niederschlagshöhe P_{korr}

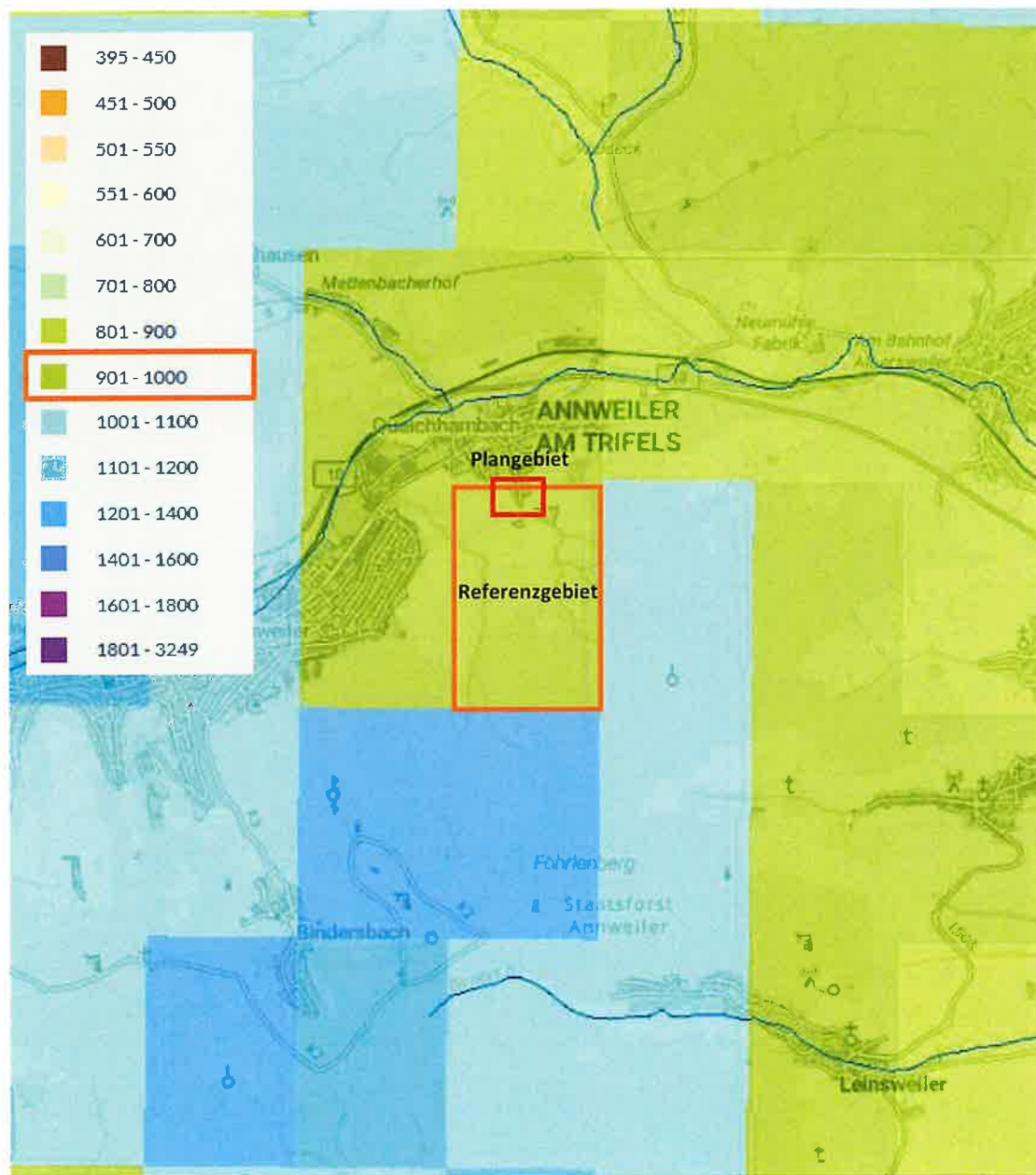


Abbildung 11: mittlerer jährlicher korrigierter Niederschlag in mm/a für das Plangebiet in Annweiler am Trifels [HAD]

2.2 Mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe ET_p

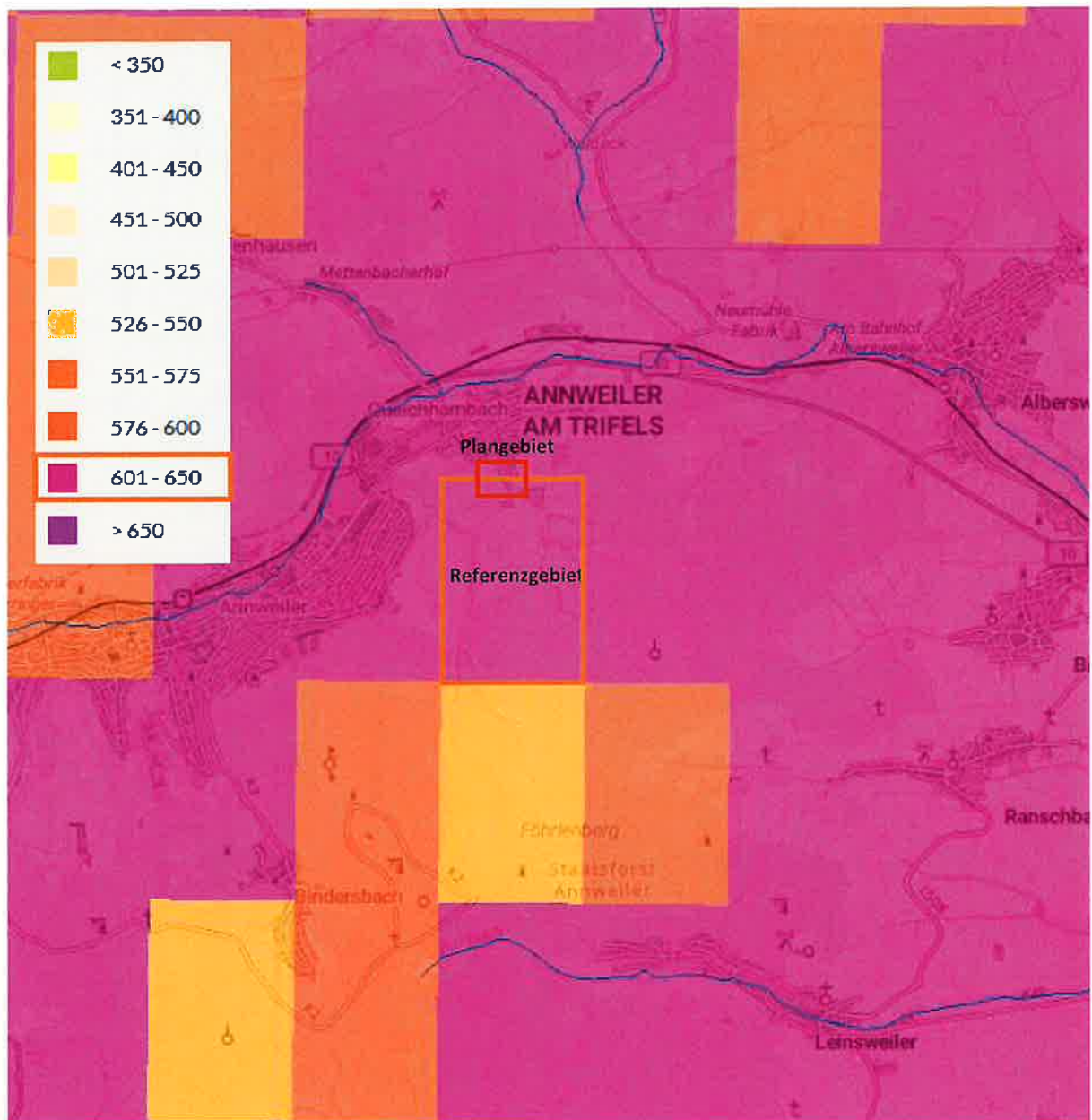


Abbildung 12: mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe ET_p in mm/a für das Plangebiet in Annweiler am Trifels [HAD]

2.3 Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe ET_a

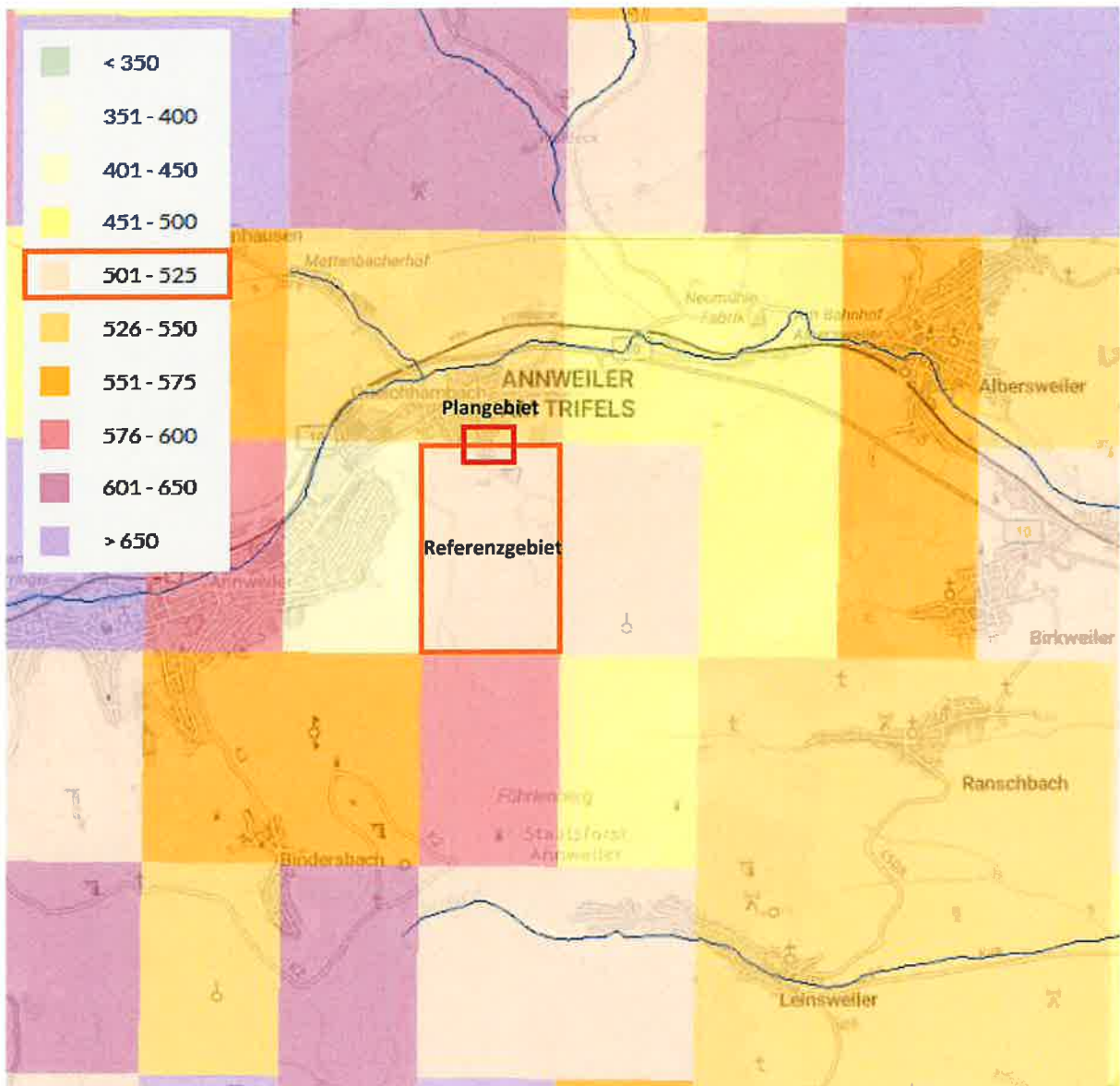


Abbildung 13: mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe ET_a in mm/a für das Plangebiet in Annweiler am Trifels [HAD]

2.4 Mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN

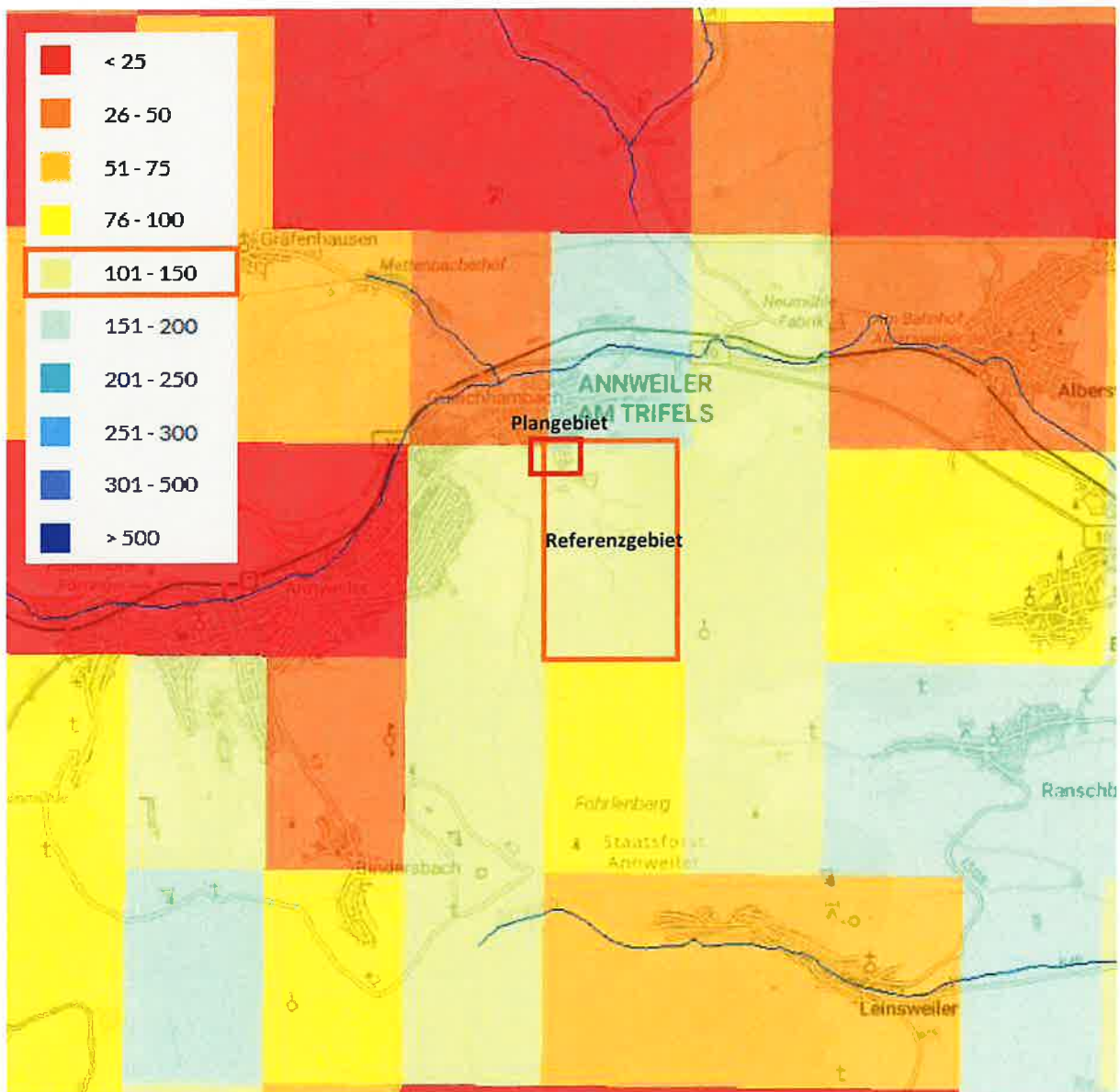


Abbildung 14: mittlere jährliche Grundwasserneubildung GWN in mm/a für das Plangebiet in Annweiler am Trifels [HAD]

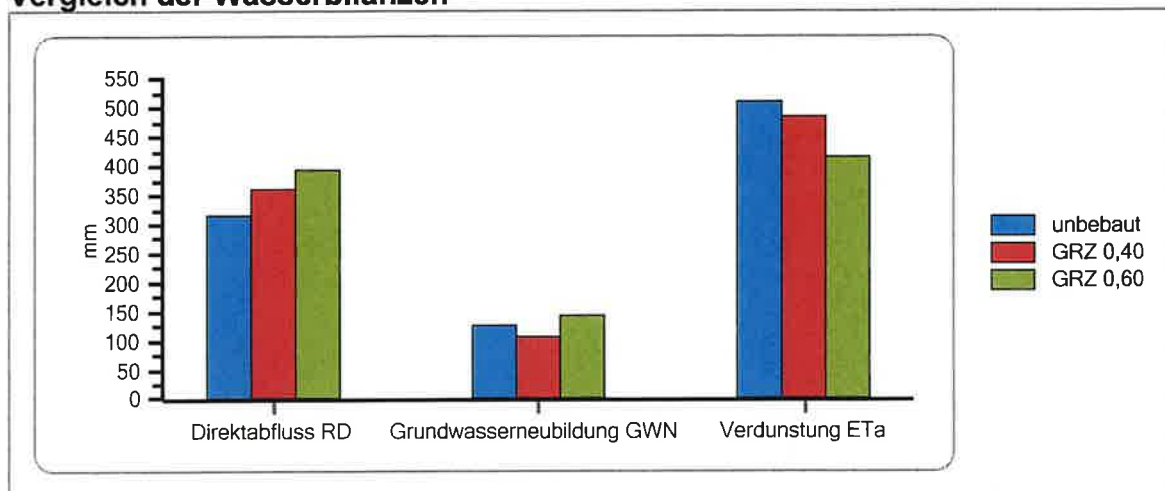
III. Berechnungen

1 Wasserhaushaltsbilanz

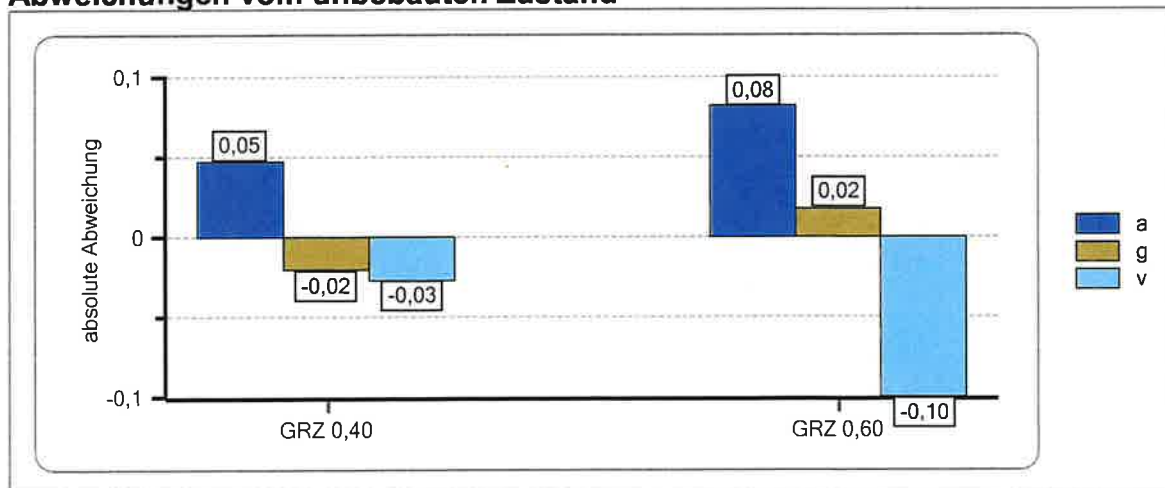
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	315	125	510	0,332	0,132	0,537			
GRZ 0,40	360	106	484	0,379	0,111	0,510	0,047	-0,020	-0,027
GRZ 0,60	393	142	415	0,414	0,149	0,437	0,082	0,018	-0,100

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante GRZ 0,40

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Krämerstraße	Asphalt, fugenloser Beton	170	0,77	0,00	0,23	162	124	0	37	Ableitung
Fläche	Hauptgebäude	Steildach, alle Deckungsmaterialien	360	0,92	0,00	0,08	342	315	0	27	Regenwasserzisterne
Fläche	Nebengebäude	Flachdach (Metall, Glas)	80	0,88	0,00	0,12	76	67	0	9	Regenwasserzisterne
Fläche	bef. Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	300	0,51	0,34	0,15	285	145	97	43	Regenwasserzisterne
Maßnahme	Regenwasserzisterne	Regenwassernutzung	0	0,75	0,00	0,25	526	394	0	132	Ableitung
Fläche	bewässerte Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.000	0,18	0,11	0,71	950	175	103	673	Ableitung

Ergebnisse Variante GRZ 0,60

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Krämerstraße	Asphalt, fugenloser Beton	170	0,77	0,00	0,23	162	124	0	37	Ableitung
Fläche	Hauptgebäude-1	Steildach, alle Deckungsmaterialien	200	0,92	0,00	0,08	190	175	0	15	Ableitung
Fläche	Hauptgebäude-2	Gründach mit Extensivbegrünung	200	0,58	0,00	0,42	190	110	0	80	Regenwasserzisterne
Fläche	Nebengebäude	Gründach mit Extensivbegrünung	100	0,58	0,00	0,42	95	55	0	40	Regenwasserzisterne
Fläche	bef. Außenflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	660	0,51	0,34	0,15	627	319	213	95	Regenwasserzisterne
Maßnahme	Regenwasserzisterne	Regenwassernutzung	0	0,77	0,00	0,23	483	371	0	113	Ableitung
Fläche	bewässerte Grünflächen	Garten, Grünflächen	600	0,17	0,11	0,72	570	97	62	411	Ableitung

Parameter der Varianten

Parameterwerte GRZ 0,40

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Krämerstraße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Hauptgebäude	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Nebengebäude	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
bef. Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fuganteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Regenwasserzisterne	Speichervolumen (m³)	6	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	1000	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m²*a))	180	0	200	NaN
bewässerte Grünflächen	a	0,184	0	1	NaN
	g	0,108	0	1	NaN
	v	0,707	0	1	NaN

Parameterwerte GRZ 0,60

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Krämerstraße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Hauptgebäude-1	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hauptgebäude-2	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Nebengebäude	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
bef. Außenflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
Regenwasserzisterne	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
	Speichervolumen (m³)	10	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	0	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	600	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m²*a))	180	0	200	NaN
	a	0,17	0	1	NaN
bewässerte Grünflächen	g	0,109	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	v	0,722	0	1	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 korrigierter Jahresniederschlag“ und „potentielle Verdunstung“ wurden dem Hydrologischen Atlas Deutschland entnommen. Der Grundwasserflurabstand wurde der Bodenkarte des Landesamts für Geologie und Bergbau des Landes RLP entnommen. Das Geländegefälle im Plangebiet liegt im Mittel bei >10%. Gemessen wurde das Geländegefälle mittels „Rheinland-Pfalz in 3D“.

Eingangsdaten (aus HAD wählen, bzw. Messungen vor Ort):

$P_{\text{kor}} \text{ [mm/a]} = 950$

$E_{\text{tp}} \text{ [mm/a]} = 625$

GW-Flurabstand (m) = $\geq 5\text{m}$

Geländegefälle (%) = $> 10\%$

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 $E_{\text{tp}} = 6$

C.2

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

Bodengruppe = 2

2. Verhältnis $E_{\text{Ta}} / E_{\text{tp}}$

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

Gruppe E_{tp} (C.1) = 6

Bodengruppe (C.2) = 2

GW-Flurabstand = $\geq 5\text{m}$

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)																				
1	1	0,78	0,71			0,88	0,81			0,98	0,94			1,10	1,08			1,30	1,28		
	2	0,72	0,65			0,84	0,75			0,93	0,87			1,05	1,02			1,24	1,21		
	3	0,71	0,63			0,83	0,74			0,93	0,85			1,05	1,00			1,24	1,19		
	4	0,69	0,61			0,83	0,72			0,92	0,83			1,05	1,00			1,24	1,19		
	5	0,67	0,56			0,83	0,68			0,90	0,78			1,05	0,95			1,24	1,11		
	6	0,64	0,51			0,81	0,67			0,87	0,77			1,01	0,89			1,22	1,02		
2	1			0,90	0,93			0,97	0,93			1,06	1,03			1,10	1,08	1,30	1,29		
	2			0,81	0,76			0,92	0,87			1,01	0,96			1,05	1,02	1,24	1,22		
	3			0,80	0,74			0,92	0,85			1,01	0,94			1,05	1,00	1,24	1,20		
	4			0,78	0,72			0,91	0,83			1,00	0,92			1,05	0,99	1,24	1,20		
	5			0,73	0,67			0,90	0,79			0,99	0,87			1,05	0,95	1,24	1,16		
	6			0,69	0,61			0,88	0,73			0,95	0,80			1,03	0,88	1,22	1,09		
3	1	0,95	0,89			1,02	0,98			1,10	1,07			1,15	1,13			1,34	1,29		
	2	0,89	0,82			0,97	0,92			1,04	1,00			1,10	1,08			1,28	1,22		
	3	0,87	0,79			0,97	0,90			1,04	0,99			1,10	1,06			1,27	1,19		

Ermittlung von ET_a aus dem Verhältnis $ET_a / ET_p >$

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET_a / ET_p	0,61	0,73	0,8	0,88	1,09
ET_a	381,25	456,25	500	550	681,25

2.1 GRZ 0,40 ohne Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen

Unbebaute Flächen sind vollflächig zu begrünen. Zur Verbesserung der Verdunstung, soll dabei ein Anteil der Grünflächen verpflichtend mit Sträuchern und Bäumen bepflanzt werden. Wird eine GRZ von 0,40 eingehalten, sind die Grünflächen bezogen auf die Grundstücksflächen vergleichsweise groß, der verpflichtende Baum- und Strauchanteil kann daher recht klein gewählt werden. Der verpflichtende Baum- und Strauchanteil wird wie folgt gewählt:

- Min. 10% der nicht überbauten Fläche sind mit Laubbäumen zu bepflanzen
- Weitere mindestens 10% der Fläche sind Stauden und Büschen zu bepflanzen

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET_a / ET_p	0,61	0,73	0,8	0,88	1,09
ET_a	381,25	456,25	500	550	681,25

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
proz. Anteil		80,0%	10,0%	10,0%	

$$\rightarrow ET_{a,gesamt} = \underline{\underline{470}}$$

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)	Bewässerung
	solitär	schattig	sonnig		
	f_L	f_L	f_L		f_w
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 I&A/LA (2008).

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

$$\rightarrow f_w = \underline{\underline{1,1}}$$

Das Plangebiet befindet sich in Hanglage mit Südausrichtung. Bei reiner Einfamilienhausbebauung ist zusätzlich nur mit wenig Schattenwurf auf die Grünflächen zu rechnen, es kann also von freier Sonneneinstrahlung zu großen Teilen des Tages ausgegangen werden, daher kann der Standort als „sonnig“ ($f_L = 1,3$) angesetzt werden. Auf den privaten Flächen sind Regenwasserzisternen vorgesehen, daher kann von einer regelmäßigen Bewässerung der Grünflächen ausgegangen werden, der Bewässerungsfaktor f_w wird entsprechend der Bodengruppe mit 1,1 gewählt.

$$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} * f_L * f_w \quad \rightarrow \quad ET_{a,korr} = \underline{\underline{672,1 \text{ mm/a}}}$$

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

Tabelle C.7: Verhältnisswerte 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) = 2
 GW-Flurabstand = $\geq 5\text{m}$
 Geländegefälle = $> 10\%$



$r =$ 0,63

$$\text{Abfluss } R = P_{\text{korr}} - ET_{a,\text{korr}} = \underline{277,9}$$

$$\text{Direktabfluss } R_D = r \cdot R = \underline{175,1} \rightarrow a = \underline{0,184}$$

$$\text{Grundwasserneubildung } GWN = R - R_D = \underline{102,8} \rightarrow g = \underline{0,108}$$

$$ET_{a,\text{korr}} = \rightarrow \underline{672,1} \rightarrow v = \underline{0,707}$$

2.2 GRZ 0,40 mit Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen

Im Fall, dass eine Überschreitbarkeit bis zu einer GRZ von 0,60 (GRZ 0,40 mit 50% Überschreitbarkeit durch Nebenanlagen) vorgesehen wird, reduziert sich der Grünflächenanteil bezogen auf die Grundstücksfläche deutlich (von ca. 1100m² im Plangebiet auf etwa 700m²). Um dennoch auf den Grünflächen eine gute Verbesserung der örtlichen Verdunstung zu erzielen, wird der Anteil an Pflichtpflanzungen erhöht:

- Min. 20% der nicht überbauten Fläche sind mit Laubbäumen zu überpflanzen (Erhöhung von 10% auf 20%)
- Weitere min. 10% der unbebauten Fläche sind mit Sträuchern und Stauden zu bepflanzen (unverändert)

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
ET _a / ET _p	0,61	0,73	0,8	0,88	1,09
ET _a	381,25	456,25	500	550	681,25

Landnutzung	veg. los	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
proz. Anteil		70,0%	10,0%	20,0%	

→ ET_{a,gesamt} = 479,375

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
	sollär	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 HARTIG (2008).

→ $f_L =$ 1,3

→ $f_w =$ 1,1

Das Plangebiet befindet sich in Hanglage mit Südausrichtung. Bei reiner Einfamilienhausbebauung ist zusätzlich nur mit wenig Schattenwurf auf die Grünflächen zu rechnen, es kann also von freier Sonneneinstrahlung zu großen Teilen des Tages

ausgegangen werden, daher kann der Standort als „sonnig“ ($f_L = 1,3$) angesetzt werden. Auf den privaten Flächen sind Regenwasserzisternen vorgesehen, daher kann von einer regelmäßigen Bewässerung der Grünflächen ausgegangen werden, der Bewässerungsfaktor f_w wird entsprechend der Bodengruppe mit 1,1 gewählt.

$$ET_{a,korr} = ET_{a,gesamt} \cdot f_L \cdot f_w \rightarrow ET_{a,korr} = \underline{\underline{685,5 \text{ mm/a}}}$$

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

Tabelle C.7: Verhältnisswerte 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!

$$\begin{aligned} \text{Bodengruppe (C.2)} &= \underline{\underline{2}} \\ \text{GW-Flurabstand} &= \underline{\underline{\geq 5\text{m}}} \\ \text{Geländegefälle} &= \underline{\underline{> 10\%}} \end{aligned}$$



$$r = \underline{\underline{0,61}}$$

$$\text{Abfluss } R = P_{korr} - ET_{a,korr} = \underline{\underline{264,5}}$$

$$\text{Direktabfluss } R_D = r \cdot R = \underline{\underline{161,3}} \rightarrow a = \underline{\underline{0,170}}$$

$$\text{Grundwasserneubildung } GWN = R - R_D = \underline{\underline{103,2}} \rightarrow g = \underline{\underline{0,109}}$$

$$ET_{a,korr} \rightarrow \underline{\underline{685,5}} \rightarrow v = \underline{\underline{0,722}}$$

IV. Kostenberechnung

-entfällt-

Dahn, im März 2024

Ingenieurbüro Dilger GmbH
Beratende Ingenieure für Bauwesen

V. Pläne / Planungsgrundlagen

-entfällt-