



Stadt Annweiler am Trifels

Bebauungsplan "Gesundheitszentrum" mit Teilaufhebung des Bebauungsplanes "Kreiskrankenhaus und Umgebung"

Wasserhaushaltsbilanzierung

nach DWA-M 102-4

26.05.2025

BIT | STADT + UMWELT

BIT Stadt + Umwelt GmbH
Standort Karlsruhe
Am Storrenacker 1 b
76139 Karlsruhe
Tel. +49 721 96232-70
www.bit-stadt-umwelt.de

07ZSO24065

Stadt Annweiler

Bebauungsplan "Gesundheitszentrum" mit Teilaufhebung des Bebauungsplanes

"Kreiskrankenhaus und Umgebung"

-Wasserbilanzierung-

Inhaltsverzeichnis

1	Vorabschätzung Entwässerungskonzept.....	2
1.1	Schmutzwasser	2
1.2	Niederschlagswasser.....	2
2	Wasserhaushaltsbilanz.....	4
3	Natürlicher Wasserhaushalt.....	5
3.1	Anwendung des Aufteilungsverfahrens.....	5
3.2	Wasserbilanz für die bebauten Zustände	6
3.2.1	Bestandssituation	6
3.2.2	Geplanter Zustand	8
4	Auswertung der Wasserbilanz	9
5	Quellen- und Literaturverzeichnis.....	12

1 Vorabschätzung Entwässerungskonzept

Für die Abwasserbeseitigung gilt grundsätzlich § 55 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) Absatz (2): Niederschlagswasser soll ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

Im Rahmen der Erarbeitung des Bebauungsplanes sollen dahingehend die Möglichkeiten zum Umgang mit Niederschlagswasser von den befestigten Flächen des geplanten Bauvorhabens untersucht werden. Besondere Berücksichtigung wird das Ziel, die Wasserhaushaltsbilanz als Jahresdurchschnittswert zu erhalten und Spitzenabflüsse zu dämpfen, um die Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt zu minimieren.

Im Hinblick auf die Jahreswasserbilanz, soll entsprechend des Merkblatts DWA-M 102-4 durch geeignete Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung möglichst viel Niederschlagswasser im Plangebiet zurückgehalten werden.

1.1 Schmutzwasser

Das Plangebiet wird aktuell bereits im Trennsystem entwässert. Die Neubauten des Plangebiets werden grundstücksseitig nach aktuellem Stand der Technik im Trennsystem erschlossen. Im Rahmen der weiteren Planung ist der bauliche Zustand des bestehenden Kanals zu prüfen. Weiterhin ist die hydraulische Leistungsfähigkeit zur Aufnahme des zusätzlichen Schmutzwassers nachzuweisen.

1.2 Niederschlagswasser

Als Maßnahme zur Regenwasserbewirtschaftung ist für die Neubauten eine Begrünung der Dachflächen mit einer intensiven Dachbegrünung vorgesehen. Dafür ist eine Überdeckung mit einer geeigneten, mindestens 30 cm starken Substratschicht sowie einer standortgerechten Ansaat erforderlich. Dadurch wird der Oberflächenwasserabfluss verzögert und teilweise zur Verdunstung gebracht.

Versiegelte Nebenflächen und Zuwege sind mit wasserdurchlässigem Pflasterbelag mit mindestens 8 % Fugenanteil zu gestalten. Die Durchlässigkeit muss dauerhaft sichergestellt werden. Zur Erhöhung der Verdunstungsleistung ist außerdem die Herstellung von 1550 m² vertikaler Bauwerksbegrünung vorgeschrieben.

Gemäß DWA-A 138 sollte für eine Regenwasserversickerung der kf-Wert des Untergrunds zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Bei kf-Werten kleiner $1 \cdot 10^{-6}$ m/s stauen sich Versickerungsanlagen unzulässig lange ein und es sind unverhältnismäßig große Versickerungsflächen erforderlich. Für die Planung einer Versickerungsanlage ist im weiteren Verlauf der Planung ist ein entsprechendes Gutachten zur Sickerfähigkeit des anstehenden Bodens anzufertigen.

Sofern kein sickerfähiger Boden vorliegt, ist das anfallende Niederschlagswasser im Plangebiet zurückzuhalten und gedrosselt an den Kanal abzuleiten. Die entsprechend erlaubte Einleitmenge ist in der weiteren Folge mit den Stadtwerken Annweiler abzustimmen.

Für die gedrosselte Ableitung des Niederschlagswassers ist ein entsprechendes Rückhaltevolumen erforderlich. Die Bemessung des Rückhaltevolumen erfolgt nach DWA-A 117 für ein 5-jährliches Regenereignis gemäß der Schutzkategorie 3 nach DWA-A 118. Abweichende Bemessungsgrößen sind ggf. mit den Stadtwerken Annweiler sowie der SGD Süd abzustimmen.

Aufgrund der Überschreitung von 800 m² der abflusswirksamen Flächen ist weiterhin ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 zu führen. Da mehr als 70 % des Plangebietes Dachfläche bzw. nicht schadlos überflutbare Flächen sind ist zusätzlich der Überflutungsnachweis für ein 100 a Ereignis zu erbringen. Im Rahmen

der Objektplanung ist der Rückhalt des entsprechenden Volumens ortsnahe innerhalb des Geltungsbereiches nachzuweisen. Dies entspricht auch der Vorgabe aus § 37 WHG zur Nichtgefährdung der unterliegenden Gebäude durch die geplante Bebauung.

Die Unterbringung des erforderlichen Retentionsvolumens kann durch verschiedene Maßnahmen erfolgen. Vor dem Hintergrund der eingeschränkten Flächenverfügbarkeit besteht die Möglichkeit einen Teil des erforderlichen Rückhaltevolumens unterirdisch mittels Zisternen oder mit Kunststoffrigolen bereitzustellen. Die unterirdische Retention soll gedrosselt an den Kanal angeschlossen werden. Bei Herstellung des Rückhaltevolumens mittels unterirdischer Rigolenkörper sind diese abgedichtet auszuführen, um einen ungefilterten Eintrag ins Grundwasser zu verhindern. Es besteht auch die Möglichkeit das zwischengespeicherte Niederschlagswasser bspw. zur Gartenbewässerung zu nutzen, somit käme das Niederschlagswasser zur Verdunstung.

Als weitere Möglichkeit zur Unterbringung eines Teils des notwendigen Retentionsvolumens kann das als begrünte Flachdach geplante Dach als Retentionsdach ausgebildet werden. Statisch sind die zusätzlichen Lasten zu beachten. Eine Kombination mit PV-Anlagen sowie einer Begrünung ist möglich.

Bei Starkregenereignissen ist die Aufnahmekapazität der Straßeneinläufe und der Kanalisation jedoch erschöpft und ein großer Teil des anfallenden Niederschlagswassers fließt oberflächlich ab. Um das Regenwasser bei Starkregen gezielt sammeln und ableiten zu können, sind zusätzlich zur unterirdischen Retention weitere oberirdische Retentionsflächen notwendig. Für die Vorhaltung oberirdischen Retentionsvolumens besteht für die Plangebiet die Ausbildung der Grünfläche im Nordwesten als Flutmulde zur Notentwässerung. Durch entsprechende Geländemodellierung ist der Zulauf des Oberflächenwassers in die Retentionsfläche sicherzustellen. Die Flutmulde kann sowohl inklusive einer regulären Entleerung über eine Drainage mit gedrosselter Ableitung ins Kanalnetz als auch ohne eine reguläre Entleerung der Mulden erfolgen; im Falle von Starkregenereignissen verdunstet das gesammelte Wasser. Die Muldenfläche ist regulär als Aufenthaltsfläche nutzbar. Eine Einfriedung der Flutmulde zur Notentwässerung ist nicht erforderlich, sofern die Wassertiefe inklusive Freibord maximal 0,4m beträgt und die Ausführung der Böschung ein Verhältnis von 1:1,5 nicht überschreitet (vgl. DWA-A 138-1)

Die stoffliche Belastung ist gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 102-2 zu überprüfen. Da die privaten befestigten Grundstücksflächen (Dachflächen, Nebenanlagen) der Belastungskategorie I (geringe Belastung) zugeordnet werden können, wird zum aktuellen Zeitpunkt nicht von einer Notwendigkeit der Niederschlagswasserbehandlung zur Einleitung in den Kanal ausgegangen.

2 Wasserhaushaltsbilanz

Das Erfordernis der Wasserhaushaltsbetrachtung ergibt sich aus den Anforderungen des Merkblatts DWA-M 102-4, in dem es heißt: „Der Wasserhaushalt im bebauten Zustand soll dem des unbebauten Referenzzustands möglichst nahekommen.“ Hierdurch können negative Effekte der Flächenversiegelung, wie eine verringerte Grundwasserneubildung, erhöhte Oberflächenabflüsse, sowie negative Veränderungen des Kleinklimas reduziert werden. Weiterhin ergibt sich aus § 6 WHG die Notwendigkeit einer Wasserhaushaltsbilanzierung bei der Planung von Baugebieten, da eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer gefordert wird, um ihre Funktionsfähigkeit zu erhalten und Beeinträchtigungen zu vermeiden.

Weiterhin besteht nach § 28 Landeswassergesetz grundsätzlich die Pflicht zum Ausgleich der Wasserführung, wenn zusätzliche Flächen versiegelt werden, bzw. die Wasserführung beeinträchtigt wird.

Bilanzgrößen der Wasserhaushaltsbilanz sind die langjährigen Mittelwerte des Direktabflusses, der Grundwasserneubildung und der Verdunstung. Bilanzgebiet ist die kanalisierte Einzugsgebietsfläche einschließlich zugehöriger nicht bebaubarer Flächen.

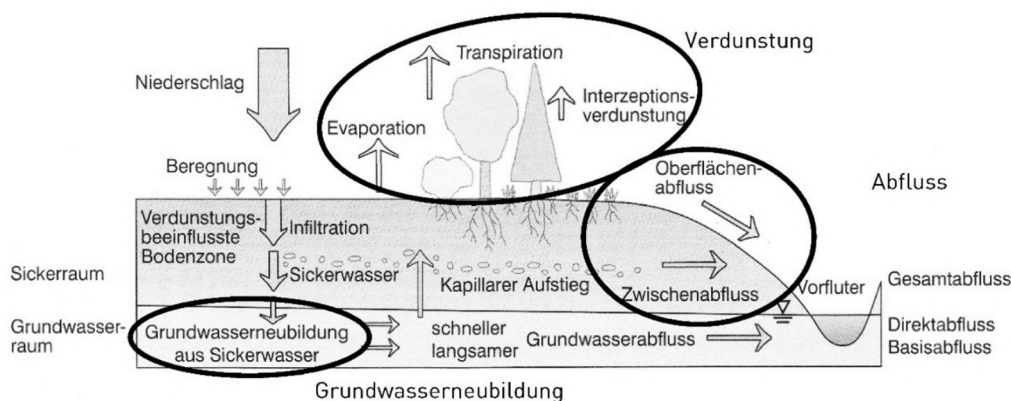


Abbildung 1: Prozesse des Bodenwasserhaushalts (DWA-A 102-4)

Angelehnt an die im Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 enthaltenen Hinweise (vgl. Kap 5.3.3) wird eine maximale Abweichung von bis zu 10% in den einzelnen Kategorien angestrebt. Dies entspricht auch der Vorgabe der SGD Süd.

Bei der Wasserhaushaltsbilanz handelt es sich um eine modellgestützte Aufarbeitung des betrachteten Gebietes. Die Resultate einzelner Planungs- / Betrachtungsfälle sind daher relativ zueinander zu bewerten. Im Rahmen der Erstellung des Bebauungsplanes sind die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt innerhalb des Geltungsbereiches zu berücksichtigen. Dazu wird ein ermittelter lokaler Wasserhaushalt für den unbebauten Zustand mit einen für den geplanten bebauten Zustand gegenübergestellt.

Folgende Fälle sind in der Wasserhaushaltsbilanz verglichen:

- „unbebaut“ — die Bilanz des theoretischen Urzustands des Gebietes, der „Zustand der grünen Wiese ohne Eingriffe durch bauliche Maßnahmen“
- „bebaut - Bestandssituation“ — aktueller Bestand
- „bebaut -Planung“ — vorgesehene Planung

3 Natürlicher Wasserhaushalt

Die Parameterwerte zur Ermittlung des Referenzzustandes (unbebauter Zustand, natürlicher Wasserhaushalt) können nach DWA-M 102-4 dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD) entnommen werden. Die Daten sind online in einer GIS-Anwendung zugänglich. Die ausgelesenen Werte sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

<u>Variable</u>	<u>Zeichen</u>	<u>Kap. Im HAD</u>	<u>Wert [mm/a] im HAD</u>	<u>Gewählt / Er-mittelt</u>
Mittlere korrigierte jährliche Niederschlagshöhe	P_{kor}	2.5	1101 - 1200	(Berechnung nach DWA-A 102-4) 1055
Mittlere jährliche potenzielle Evapotranspiration	ET_p	2.12	551-575	572
Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe	ET_a	2.13	> 650	710
Mittlere jährliche Abflusshöhe	R	3.5	301 - 400	345
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung	GWN	5.5	< 25	16

$$\begin{aligned}
 P_{kor} &= R_D + GWN + ET_a \\
 P_{kor} &= 329 \frac{mm}{a} + 16 \frac{mm}{a} + 710 \frac{mm}{a} \\
 P_{kor} &= 1055 \frac{mm}{a}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_D &= R - GWN \\
 R_D &= 345 \frac{mm}{a} - 16 \frac{mm}{a} \\
 R_D &= 329 \frac{mm}{a}
 \end{aligned}$$

3.1 Anwendung des Aufteilungsverfahrens

Um den Anteil am Abfluss, Verdunstung und Grundwasserneubildung zwischen den unterschiedlichen Flächen und den Maßnahmen zu verdeutlichen, werden die Komponenten der Wasserbilanz durch dimensionslose Aufteilungswerte nach DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 beschrieben. In Summe ergibt die Wasserbilanz einen Wert von 1, Abweichungen können durch Rundung entstehen.

$$a = \frac{R_D}{P_{kor}} \quad g = \frac{GWN}{P_{kor}} \quad v = \frac{ET_a}{P_{kor}}$$

mit:

- a: Aufteilungswert für Direktabfluss R_D
- g: Aufteilungswert für Grundwasserneubildung GWN
- v: Aufteilungswert für Verdunstung ET_a

Für verschiedene Oberflächenbeschaffenheiten ergeben sich unterschiedliche Aufteilungswerte. Die Formeln zur Berechnung der Aufteilungswerte sind im Anhang A der DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 hinterlegt. Diese

Grundlagen nutzt auch die Software „WABILA“, welche für die Berechnung der Wasserbilanzen verwendet wurde. Daraus ergeben sich folgende Aufteilungswerte für den unbebauten Zustand:

$$a = \frac{R_D}{P_{\text{korrr}}} = \frac{329 \frac{\text{mm}}{a}}{1055 \frac{\text{mm}}{a}} = 0,312$$

$$g = \frac{GWN}{P_{\text{korrr}}} = \frac{16 \frac{\text{mm}}{a}}{1055 \frac{\text{mm}}{a}} = 0,015$$

$$v = \frac{ET_a}{P_{\text{korrr}}} = \frac{710 \frac{\text{mm}}{a}}{1055 \frac{\text{mm}}{a}} = 0,673$$

3.2 Wasserbilanz für die bebauten Zustände

Die Wasserhaushaltsbilanz für die aktuelle Bestandsituation und der neuen Planung wurde nach DWA-M 102-4 mit der Software WABILA ermittelt. Für die Grünflächen wurde ein gesonderter Nachweis der Aufteilungswerte geführt und entsprechend berücksichtigt. Der Nachweis der Aufteilungswerte kann in der Anlage eingesehen werden. Die angesetzten Flächengrößen für die Bestandsituation als auch für den geplanten Zustand wurden anhand Liegenschaftskarten (ALKIS) und Ortsbegehungen bzw. anhand der geplanten Oberflächen entsprechend dem Bebauungsplan „Gesundheitszentrum“ ermittelt.

3.2.1 Bestandsituation

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens wurde eine Bestandsaufnahme der Bebauung im und angrenzend zum Plangebiet durchgeführt. Die Erfassung erfolgte mittels Ortsbegehung und Auswertung von Plangrundlagen. Für die Wasserbilanzierung wurden nur die Flächenbereiche einbezogen, die sich durch die Neuplanung verändern. Bestehende Flächen wurden daher nicht berücksichtigt.

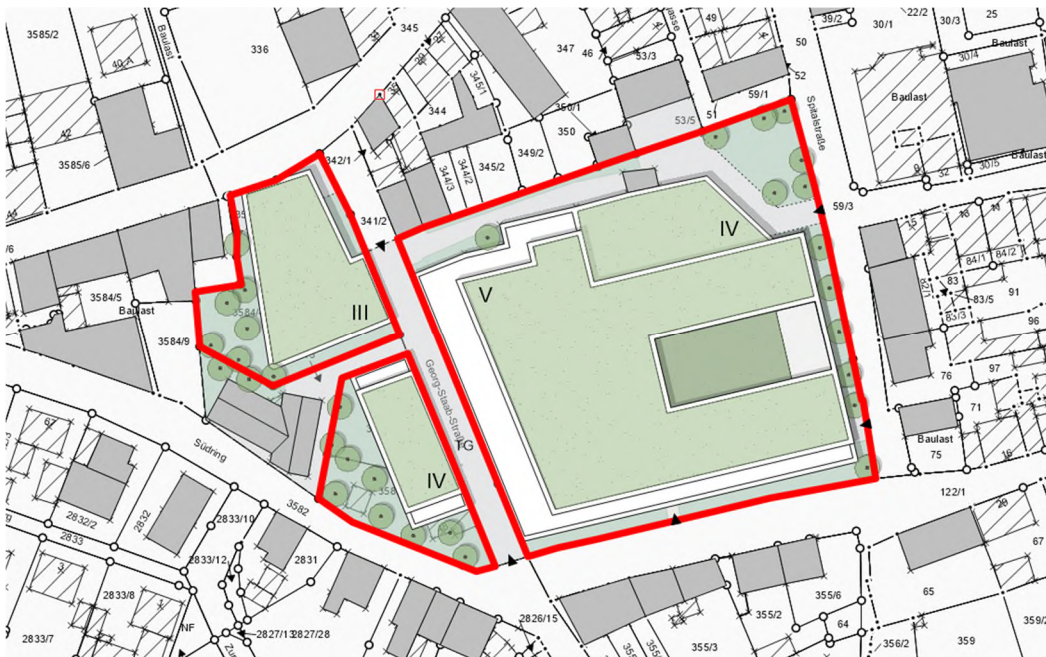


Abbildung 2: Einbezogene Flächen zur Wasserbilanz – ohne Maßstab

Mit Hilfe dieser Bestandserfassung wurden folgende Flächengrößen für den Bestand ermittelt:

Tabelle 1: Flächengrößen im Bestand

Name	Flächentyp	Größe
Steildächer	Steildach (A.2)	1.493 m ²
Flachdächer	Flachdach (A.2)	1.024 m ²
Stellplätze/Zuwegungen/Zufahrten	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2 %-5 %) (A.6)	2.397 m ²
gepflasterte Parkflächen	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2 %-5 %) (A.6)	361 m ²
Öffentliche Straßenverkehrsflächen	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2 %-5 %) (A.6)	147 m ²
Grünflächen	Stadtgrün mit lockerer Bebauung	2.203 m ²
Rasenflächen	Rasenflächen	158 m ²

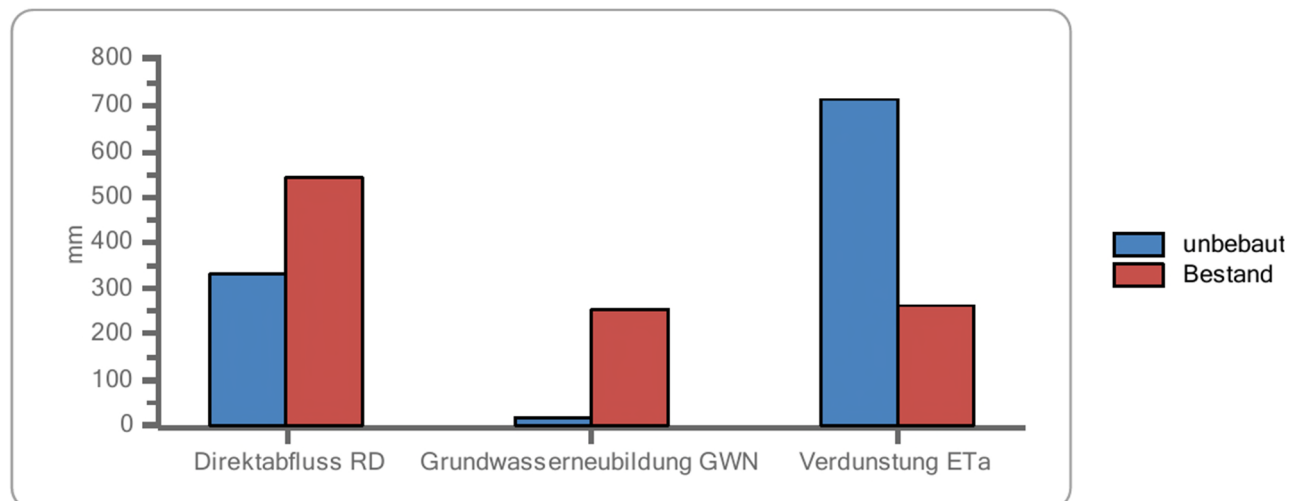


Abbildung 3: Vergleich der Wasserbilanzen (Bestand) (BIT Stadt und Umwelt)

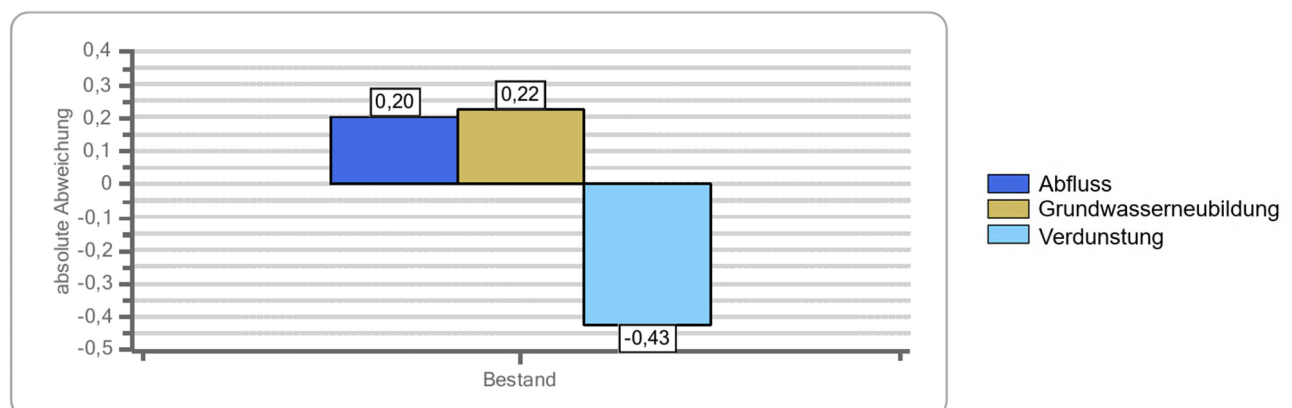


Abbildung 4: Abweichung vom Bestand zum unbebauten Zustand (BIT Stadt und Umwelt)

3.2.2 Geplanter Zustand

Folgende Annahmen zur Bebauung wurden anhand der Festsetzungen getroffen:

- Für die privaten Grundstücke wurde vom maximal zulässigen Befestigungsgrad nach GRZ ausgegangen
- Private Grundstückseinfahrten, Stellplätze und Hofflächen sind mit teildurchlässigen Belägen auszubilden. Sofern Nebengebäude hergestellt werden, sind diese extensiv zu begrünen (min. 20 cm Substratstärke).
- die meisten Flachdächer werden extensiv begrünt. Es wird davon ausgegangen, dass 75 % der Dachflächen als Gründach ausgebildet werden und die restlichen Dachflächen als Flachdach
- Vertikale Bauwerksbegrünungen von insgesamt 1.550 m² werden für die Neubauten festgesetzt.

Tabelle 2: Flächengrößen im Bestand

Name	Flächentyp	Größe
Flachdächer (Bestand)	Flachdach (A.2)	25 m ²
Flachdächer (neu)	Flachdach (A.3)	577 m ²
Gründächer	Gründach mit Intensivbegrünung (A.4)	5.193 m ²
Stellplätze/Zuwegungen/Zufahrten	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6 %-10 %) (A.6)	634 m ²
Grünflächen	Grünflächen	1.354 m ²
Vertikale Bauwerksbegrünung	Grünflächen	1.550 m ²

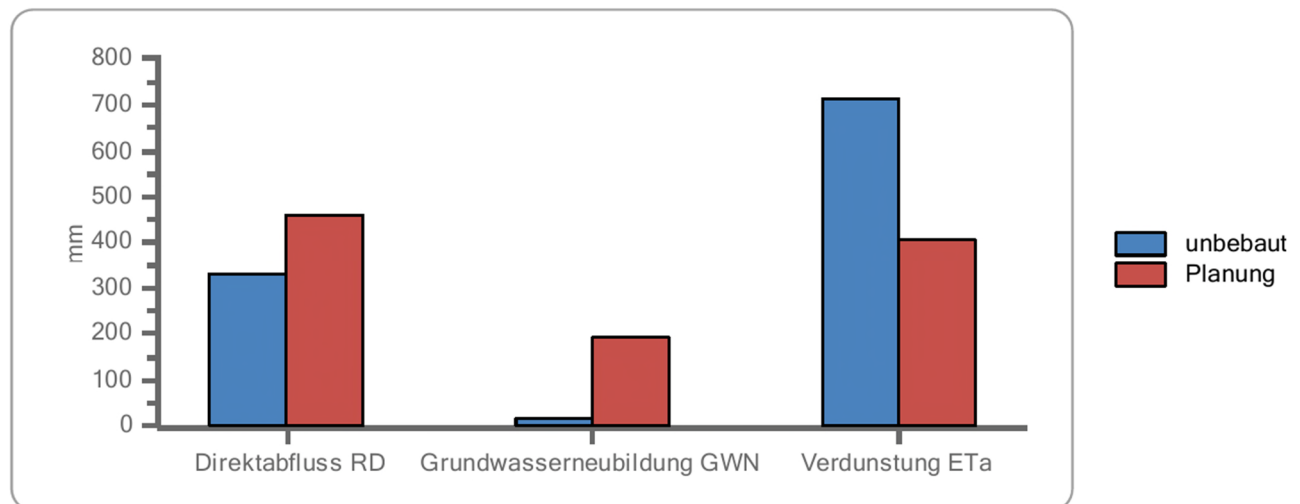


Abbildung 5: Vergleich der Wasserbilanzen (Planung) (BIT Stadt und Umwelt)

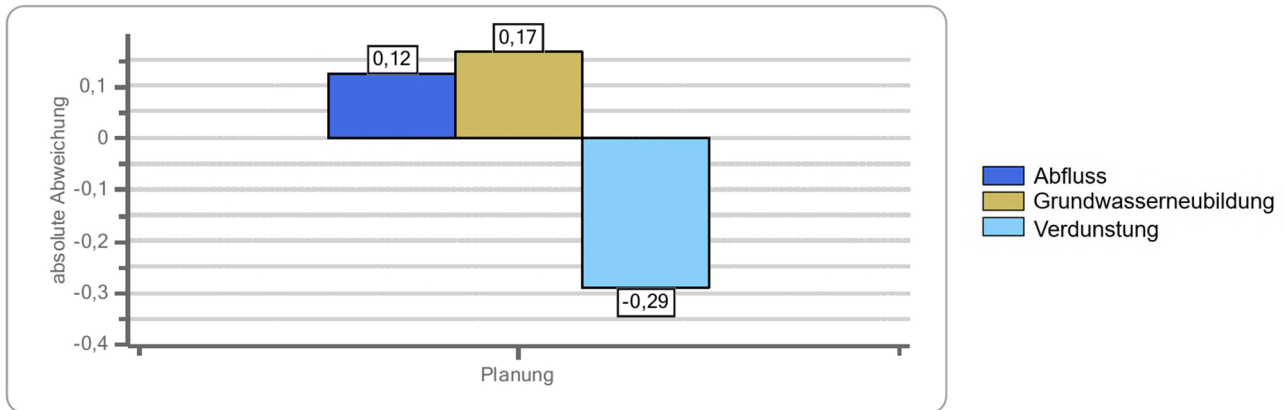


Abbildung 6: Abweichung vom der Planung zum unbebauten Zustand (BIT Stadt und Umwelt)

4 Auswertung der Wasserbilanz

Die Ergebnisse der Wasserhaushaltsbetrachtung können den Abbildungen 3 bis 8 entnommen werden.

Es wurden folgende Situationen untersucht:

- aktuelle Bestandsituation
- künftige Planung

Zudem wurde für alle Flächen, einschließlich der bereits bebauten Flächen, der maximal zulässige Befestigungsgrad nach GRZ angenommen. Die ermittelte Wasserhaushaltsbetrachtung stellt daher den ungünstigsten Fall dar. Es ist anzunehmen, dass die reale Wasserhaushaltsbilanz für den Bestand bereits besser ist als die berechnete, und dass ein ähnlicher Effekt auch für die Planungsgrundstücke zu erwarten ist, da nicht alle Flächen bis zur maximal zulässigen GRZ versiegelt werden.

Im geplanten Zustand erhöht sich der Anteil der Grundwasserneubildung im Vergleich zum theoretischen Urzustand um 17 %, der Direktabfluss nimmt um etwa 12 % zu. Gleichzeitig reduziert sich die Verdunstung infolge der vorgesehenen Bebauung um rund 29 %. Diese Abweichungen liegen bezogen auf den Vergleich mit dem unbebauten Referenzzustand außerhalb des allgemein als tolerierbar angesehenen Bereichs.

Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass nahezu alle wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen zur Optimierung des Wasserhaushalts ausgeschöpft wurden. Dazu zählen insbesondere eine extensive Dachbegrünung auf rund 90 % der Dachflächen, eine Fassadenbegrünung mit einer Gesamtfläche von ca. 1.550 m², die Teilentsiegelung von Zufahrten und Zuwegungen sowie die Anlage von bepflanzten Flächen zur Förderung der Verdunstung.

Ein Vergleich der geplanten Situation mit der aktuellen Bestandsituation zeigt hingegen eine Verbesserung des Wasserhaushalts: Der Anteil der Verdunstung weicht um 14 Prozentpunkte ab, der Direktabfluss reduziert sich um 8 Prozentpunkte. Die Grundwasserneubildung fällt zwar um 5 Prozentpunkte ab, bewegt sich damit jedoch innerhalb des akzeptablen Toleranzbereichs und nähert sich auch dem natürlichen Wasserhaushalt an. Daraus kann schlussgefolgert werden, dass das künftige Planvorhaben sich weiter dem natürlichen Wasserhaushalt annähert.

Tabelle 3: Vergleich der Bilanzgrößen

Bilanzgröße		Bestand	Planung	Differenz
Direktabfluss	a	0,20	0,12	-0,08
Grundwasserneubildung	g	0,22	0,17	-0,05
Verdunstung	v	-0,43	-0,29	0,14

Insgesamt stellt die geplante bauliche Entwicklung – insbesondere unter Berücksichtigung der im Bebauungsplan vorgesehenen ergänzenden Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserhaushalts – im Vergleich zur aktuellen Bestandssituation eine Verbesserung der lokalen Wasserhaushaltsverhältnisse durch Annäherung an den potenziell natürlichen Zustand dar. Vor diesem Hintergrund sowie unter Berücksichtigung der Umsetzung aller wirtschaftlich tragbaren Maßnahmen kann die geplante Wasserhaushaltsbilanz für das Vorhabengebiet als ausreichend ausgeglichen eingestuft werden.

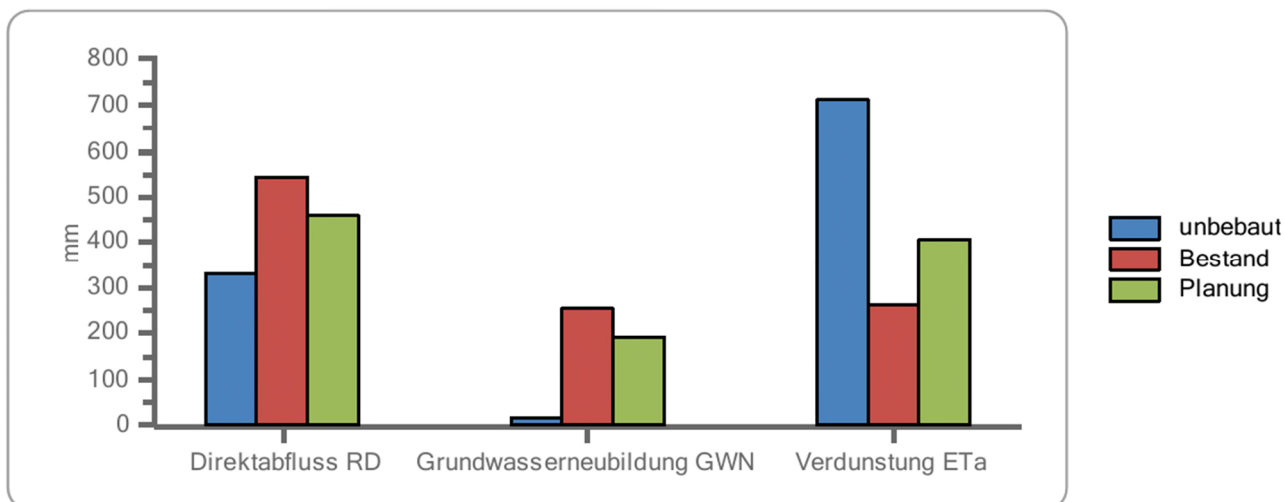


Abbildung 7: Vergleich der beiden Wasserbilanzen (BIT Stadt und Umwelt)

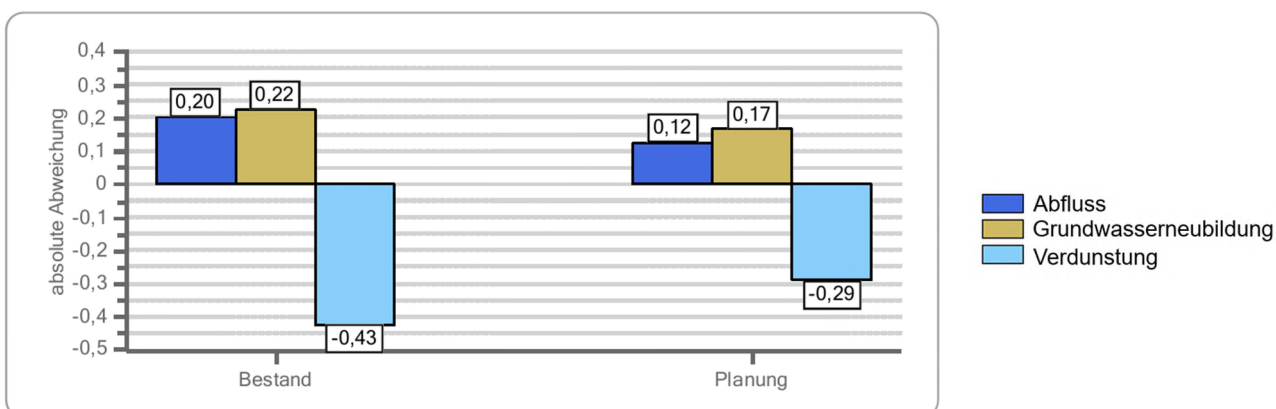


Abbildung 8: Abweichung vom Bestand und der Planung zum unbebauten Zustand (BIT Stadt und Umwelt)

Aufgestellt (Daniel Grün M. Sc.)
Karlsruhe, 21.05.2025



BIT Stadt + Umwelt GmbH
Am Storrenacker 1 b
76139 Karlsruhe

Tel. +49 721 96232-70
www.bit-stadt-umwelt.de

5 Quellen- und Literaturverzeichnis

BBSR (2019) Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge, Bürgerbroschüre
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/leitfaden-starkregen-04-2019-dl.pdf;jsessionid=BBE28858342B8EB421329F4FD52C0E0C.live21304?__blob=publicationFile&v=1

Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD)

(<https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HAD/index.html?lang=de>)

Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 – Regenwetterabflüsse: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers– Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen (Dezember 2020)

Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 – Regenwetterabflüsse: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers– Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“ (März 2022)

WHG Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist"