

Bebauungsplan

"Vierwindenhöhe"

6. Änderung und Erweiterung“

der Stadt Bendorf



Fachbeitrag Wasserhaushaltsbilanz

Stadt: Bendorf
Gemarkung: Bendorf
Flur: 5

Stand: Juli 2025

FWI Teamplan GmbH

Brohltalstraße 10
56656 Brohl-Lützing

Tel.: 02633/4562-0
Fax: 02633/4562-77

E-Mail: info@fwi-teamplan.de
Internet: www.fwi-teamplan.de



Stadt:	Bendorf		
Gemarkung:	Bendorf	Flur:	5

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung, Grundlagen und Methodik	1
1.2 Örtliche Verhältnisse.....	2
1.3 Planungsgrundlagen.....	3
2 Wasserhaushaltsbilanz	4
2.1 Planungsdaten	4
2.2 Varianten und mögliche Maßnahmen.....	4
2.3 Ergebnis.....	11
2.4 Erläuterung der Ergebnisse	12
2.4.1 Direktabfluss:	12
2.4.2 Grundwasserneubildung	12
2.4.3 Verdunstung.....	13
3 Fazit	13

Anlage:

Anlage 1: Ermittlung Wasserhaushaltsbilanz

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung, Grundlagen und Methodik

Die Stadt Bendorf beabsichtigt mit der Aufstellung des Bebauungsplans „Vierwindenhöhe“, 6. Änderung und Erweiterung die Anpassung der zeichnerischen und textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans „Vierwindenhöhe, 2, Änderung“ an zeitgemäße Wohnansprüche.

Für den Bebauungsplan soll als Abwägungsgrundlage eine Wasserhaushaltsbilanz erstellt werden. Grundlage für die die Erstellung einer Wasserhaushaltsbilanz bildet das Merkblatt der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) und dem Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) ‚DWA-M 102-4/BWK-M 3-4‘ aus März 2022. Dieses Regelwerk bietet eine Grundlage für die Erstellung von Wasserhaushaltsbilanzen. Ziel des Regelwerkes ist *„die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist. [...] Der Wasserhaushalt im bebauten Zustand soll dem des unbebauten Referenzzustands möglichst nahekommen.*

Die vorliegenden Regelungen zielen vorrangig auf eine Anwendung bei [...] städtebaulichen und/oder entwässerungstechnischen Neuerschließungen von Siedlungsflächen. [...]

Die Maßnahmen zur Bewirtschaftung des lokalen Wasserhaushalts dienen auch der Minderung der Abflusswirksamkeit von Flächen bei Starkregen. Unabhängig davon sind die üblichen Nachweise zum Überflutungsschutz zu führen.

Die wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Ziele müssen zu Beginn städtebaulicher Planungen als Randbedingungen und Anforderungen eingebracht werden. Planungsvarianten des Städtebaus und der Objektplanung können mithilfe von Bilanzverfahren bewertet werden. In der verbindlichen Bauleitplanung müssen Festsetzungen getroffen werden, die den Zielen des Wasserhaushalts des Arbeitsblatts DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 sowie dieses Merkblatts dienlich sind.“¹

Eine Wasserhaushaltsbilanz wird maßgeblich durch Bilanzgrößen bestimmt, die in der städtebaulichen Planung durch Festsetzungen im Bebauungsplan und durch die entwässerungstechnische Fachplanung bestimmt werden. Als Bilanzgrößen fließen der Niederschlag, der Direktabfluss (RD), die Grundwasserneubildung (GWN) und die Verdunstung (Eta) in die Berechnung ein. Dabei lassen sich die letzten drei Bilanzgrößen durch die Planung beeinflussen. Bei einer Bebauung ohne weitere Maßnahmen nimmt der Direktabfluss zu und die Grundwasserneubildung sowie die Verdunstung nehmen ab.

In Kapitel 2 werden unterschiedliche Wasserhaushaltsbilanzen bzw. die Bilanzgrößen dazu ermittelt. Dabei bildet der unbebaute Zustand die Ausgangsbasis. Danach werden Varianten berechnet, beginnend mit dem Planfall ohne jegliche Maßnahmen zur Annäherung der Wasserhaushaltsbilanz an den unbebauten Zustand. In den folgenden Varianten werden die Bilanzgrößen beeinflussende Faktoren, wie der Versiegelungsgrad, die Art der Bewirtschaftung des Niederschlagswasser und Gründächer sukzessive verändert. Mit dieser stufenweisen Vorgehensweise wird anhand des konkreten Plangebietes dargelegt, wie eine Festsetzung im Bebauungsplan bzw. die Entwässerungsplanung sich auf den Direktabfluss, die Grundwasserneubildung und die Verdunstung auswirken.

¹ [1] DWA-M 102-4/BWK-M 3-4, Seite 9 und 10

1.2 Örtliche Verhältnisse

Das Plangebiet des Bebauungsplans grenzt im Nordwesten an Wohnbebauung und die Straße „Auf der Schützenhöhe“, im Nordosten befindet sich ein Einzelgebäude im Außenbereich, dessen Zufahrt durch das Plangebiet verläuft, und landwirtschaftliche Nutzfläche. Im Südwesten grenzt ein Steilhang und ein Wirtschaftsweg an, im Südosten Einzelbebauung und im Osten Bestandsbebauung aus dem Bebauungsplan „Vierwindenhöhe, 2. Änderung“. Bei der Wohnbebauung in der Umgebung handelt es sich sowohl um Einfamilien- als auch um Mehrfamilienhäuser, wobei unmittelbar angrenzend und innerhalb des Plangebietes Einfamilienhäuser das Bild prägen. Nach der vorgeschlagenen Aufteilung der Wohnbauflächen können 31 Grundstücke verwirklicht werden.

Die Fläche des Plangebietes verfügt über eine Größe von ca. 3,07 ha.

Das Plangebiet fällt von Osten nach Westen steil ab. Ein System für die Regelung des Niederschlagswasserabflusses liegt für die Bestandsbebauung innerhalb des Plangebietes sowie die angrenzende Bebauung zurzeit nicht vor. Das Niederschlagswasser versickert derzeit vor Ort bzw. läuft ungeregelt, breitflächig der Topografie folgend ab.

Angrenzend an das Plangebiet ist ein Mischwassersystem verlegt bzw. die möglichen Anschlusspunkte befinden sich im Mischwassersystem. Ein Gewässer (Vorflut) oder Regenwasserkanäle sind nicht in erreichbarer Nähe. Eine Versickerung oder offene Rückhaltung ist aufgrund der Topografie und einer nicht auszuschließenden Gefährdung der Unterlieger nicht geplant.

Aufgrund der oben genannten Zwangspunkte wird das künftige Entwässerungssystem eine Rückhaltung der Niederschlagswassers in Stauraumkanälen im Straßenkörper vorsehen. Aus den Stauraumkanälen wird das Abwasser gedrosselt dem Kanalbestand zugeführt. Die Dimensionierung der Stauraumkanäle und der Drosselabfluss wird in Anhängigkeit von den hydraulischen Kapazitäten des Bestandsnetzes in der Fachplanung berechnet.

Die Ermittlung der Wasserbilanz erfolgt auf Grundlagen der Daten des Modells NatUrWB (Naturahe Urbane Wasserbilanz) der Universität Freiburg. In dem Modell NatUrWB wird der Referenzzustand des Wasserhaushaltes vom Entwässerungsgebiet ohne urbane Landnutzung anhand des NatUrWB-Modellgebiets ermittelt.

Die hydrologischen Grundlagedaten für den ortsbezogenen Wasserhaushalt werden in der folgenden Abbildung dargestellt.

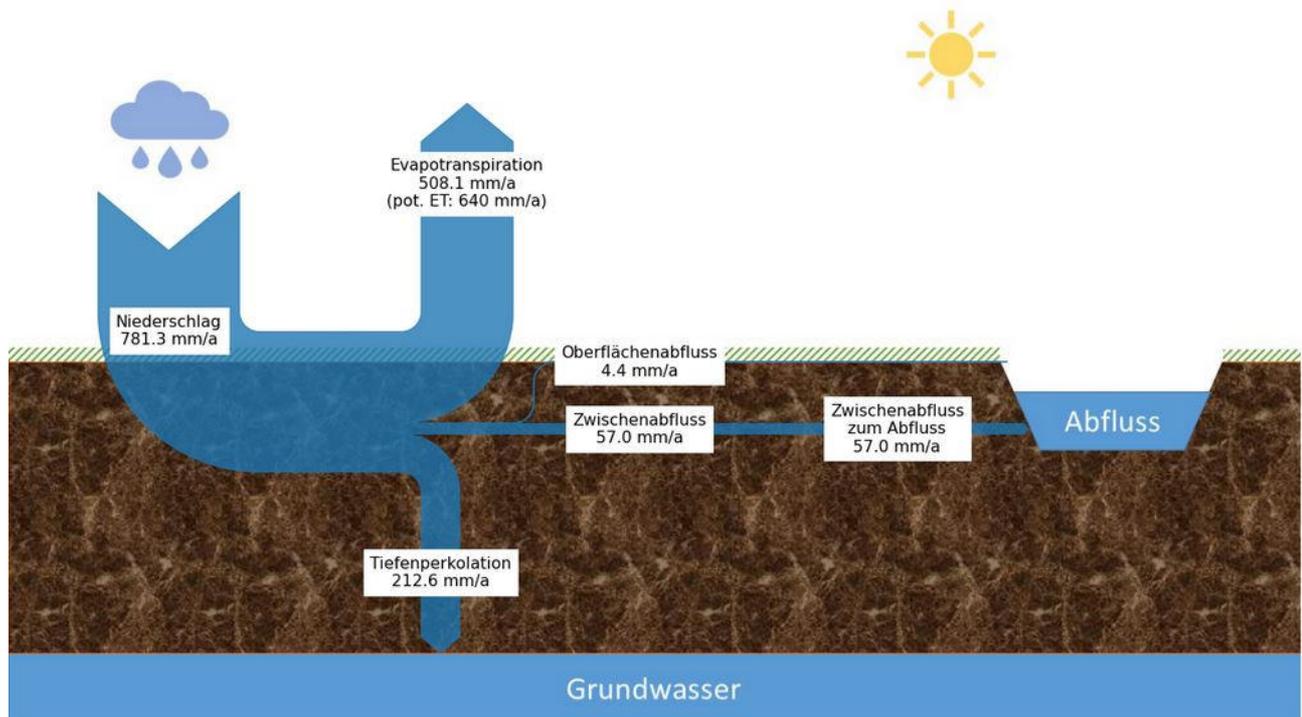


Abbildung 1 Hydrologische Grundlagedaten (NatUrWB, 2025)

1.3 Planungsgrundlagen

Als Planungsgrundlagen wurden verwendet:

- [1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) und Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) (Hrsg.): DWA-M 102-4/BWK-M 3-4, Stand: März 2022.
- [2] Bebauungsplanentwurf der Stadt Bendorf „Vierwindenhöhe“, 6. Änderung und Erweiterung, Stand März 2025
- [3] Gastring | Ingenieure: Informationen aus Abstimmungsterminen am 28.01.2025, 18.02.2025 und 06.03.2025
- [4] Verwendete Software: DWA Wasserbilanz-Expert (WABILA) Software zum Arbeitsblatt DWA-A 102, Version 1.0.0.1 beta
- [5] Naturnahen urbanen Wasser-Bilanz (NatUrWB) Referenz, www.naturwb.de Stand Juni 2025

2 Wasserhaushaltsbilanz

2.1 Planungsdaten

Die Variantenberechnung erfolgte auf der Grundlage des Bebauungsplanentwurfs Stand März 2025. Die Flächenbilanz hierzu gibt folgende Werte vor:

Bezeichnung	Größe [m ²]	Anteil [%]
Geltungsbereich	30.655	100,00%
allgemeines Wohngebiet	22.176	72,34%
Ver- und Entsorgung	43	0,14%
Verkehrsflächen	5.126	16,72%
Öffentliche Grünfläche	51	0,176%
private Grünflächen	3.259	10,63%

2.2 Varianten und mögliche Maßnahmen

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben, wurde zunächst mit einer Planung ohne Maßnahmen gerechnet und danach die einzelnen Faktoren angepasst. Die variablen Größen sind dabei grau hinterlegt.

Variante 1:

In der Variante GRZ40 ohne Maßnahmen wurde eine Grundflächenzahl (GRZ) beim Orientierungswert des § 17 der Baunutzungsverordnung für Allgemeine Wohngebiete mit 0,4 angesetzt. Nach § 19 Abs. 4 BauNVO darf die festgesetzte Grundflächenzahl durch Garagen und Stellplätze mit ihren Zufahrten, Nebenanlagen und baulichen Anlagen unterhalb der Geländeoberfläche um bis zu 50 % überschritten werden. Diese Überschreitungsmöglichkeit fließt in alle Varianten ein. Im Übrigen werden keine Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserhaushaltsbilanz berücksichtigt.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hofflächen	m ²		8.230
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			
			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		0
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			
			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		0,00
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	nein		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hofflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		

Variante 2:

In der Variante 2 wird eine Flächenbefestigung im privaten Raum in Pflaster mit Fugenanteil 2-5 % angenommen.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hofflächen	m ²		8.230
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			
			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		0
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			
			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		0,00
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	nein		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %		

Variante 3:

In der Variante 3 wird eine Flächenbefestigung im privaten Raum in Pflaster mit Fugenanteil 6-10 % angenommen.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hofflächen	m ²		8.230
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			
			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		0
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			
			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		0,00
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	nein		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10 %		

Variante 4:

In der Variante 4 wird im Nördlichen Teil von Dachbegrünung ausgegangen. Alle anderen Variablen bleiben unverändert.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hofflächen	m ²		8.230
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		0
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		1.110
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	nein		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10 %		

Variante 5

In der Variante 5 wird für alle neuen Dächer von einer Dachbegrünung ausgegangen. Die vorhandenen Dachflächen werden nicht als Gründächer berücksichtigt. Alle anderen Variablen bleiben unverändert.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hoffflächen	m ²		8.230
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			
			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		1.800
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			
			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		1.110
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	nein		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hoffflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10 %		

Variante 6

In der Variante 6 werden zusätzlich zu den Gründächern im Norden auch Zisternen im Norden berücksichtigt. Für die Dächer im Süden werden keine Gründächer angenommen.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1.523
Hofflächen (8.230 m ² - Fläche für Zisternen)	m ²		8.182
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		0
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		1.110
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	ja		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10 %		

Variante 7

In der Variante 7 werden zusätzlich zu den Gründächern im Norden auch für die Dächer im Süden Gründächer angenommen. Zusätzlich wird eine private Regenwassernutzung in Form von Zisternen im Norden angenommen.

Verkehrsfläche	m ²		5.126
Nettobauland	m ²		22.176
GRZ	0,4	Faktor 1,5	0,6
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		13.305,60
Dachflächen Bestand	m ²		1523
Hoffflächen (8.230 m ² - Fläche für Zisternen)	m ²		8.182
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Süd			
			18
angenommene Einzeldachfläche	m ²	10*10 m	100
Dachfläche	m ²		1.800
davon Gründach	m ²		1.800
Anzahl der unbebauten Baugrundstücke Nord			
			6
angenommene Einzeldachfläche	m ²		292
Dachfläche	m ²		1.752
davon Gründach	m ²		1.110
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	ja		
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton		
Dachflächen	Steildach; Flachdach, Folie		
Hoffflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10 %		

2.3 Ergebnis

Das detaillierte Ergebnis der Wasserhaushaltsbilanz ist als Anlage beigefügt.

Abbildung 2: Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	61	213	508	0,078	0,273	0,650			
VAR 1	360	96	325	0,461	0,123	0,416	0,383	-0,149	-0,234
VAR 2	313	160	309	0,400	0,205	0,395	0,322	-0,068	-0,255
VAR 3	260	212	310	0,333	0,271	0,397	0,254	-0,002	-0,253
VAR 4	251	212	318	0,322	0,271	0,408	0,244	-0,002	-0,243
VAR 5	234	212	335	0,300	0,271	0,429	0,222	-0,002	-0,221
VAR 6	224	205	332	0,287	0,263	0,426	0,209	-0,010	-0,225
VAR 7	207	205	349	0,266	0,263	0,447	0,188	-0,010	-0,203

Abbildung 3: Vergleich der Wasserbilanzen

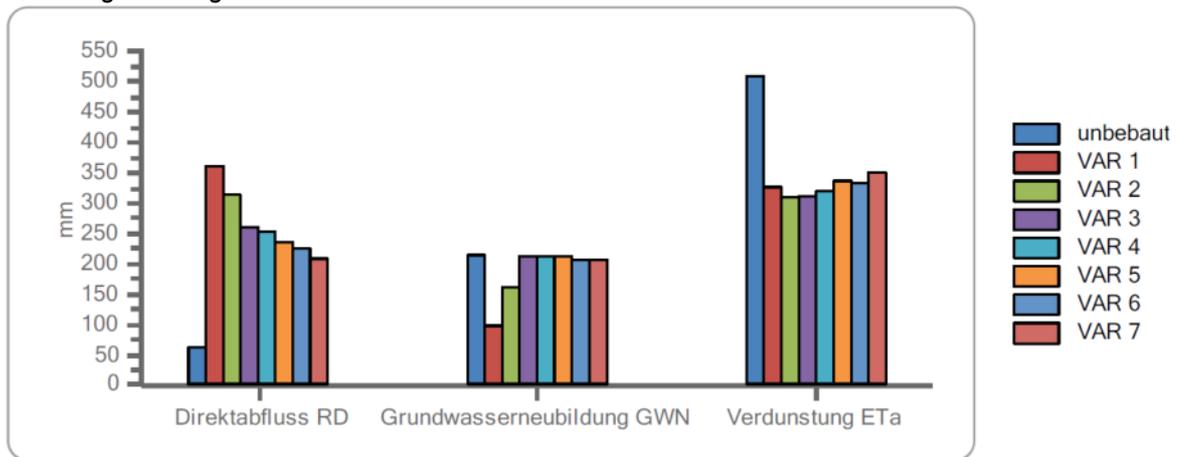
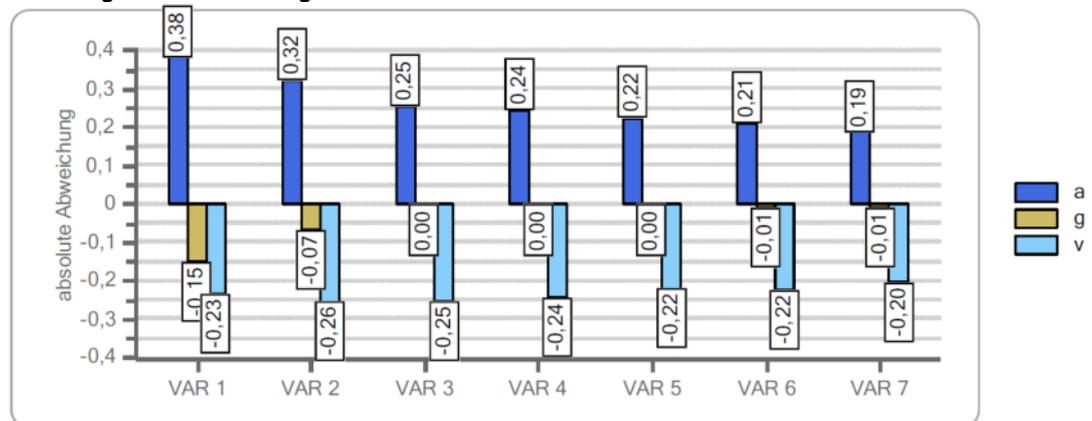


Abbildung 4: Abweichung vom un bebauten Zustand



a: Direktabfluss

g: Grundwasserneubildung

v: Verdunstung

2.4 Erläuterung der Ergebnisse

Die Entwässerung erfolgt über einen Stauraumkanal, was hinsichtlich des Wasserhaushaltes einem vollständigen Direktabfluss gleichkommt. Die Rückhaltung und Drosselung vor Einleitung in das Mischwassersystem aus Gründen der Hydraulik des Kanalsystems ist für die Wasserhaushaltsbilanz nicht von Relevanz. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass die privaten Bauherren ihre Zufahrten, Terrassen etc. aus optischen Gründen und wegen der verhältnismäßig geringen Flächen nicht asphaltieren.

Die Variante 6 entspricht der im Norden vertraglich geregelten und im Süden der aufgrund der Festsetzungen wahrscheinlichen Planung. Die Variantenberechnung ergibt:

2.4.1 Direktabfluss:

(je geringer der Direktabfluss, desto besser die Wasserhaushaltsbilanz)

Variante 1: Es ist erkennbar, dass sich bei der Variante ohne Maßnahmen der Direktabfluss an deutlichsten erhöht.

Variante 2: Bei einer Beibehaltung der GRZ von 0,4 trägt eine privaten Flächenbefestigungen mit Pflaster mit einem geringen Fugenanteil erheblich zur Verringerung des Direktabflusses bei.

Variante 3: Bei einer privaten Flächenbefestigungen mit Pflaster mit einem hohen Fugenanteil verringert sich der Direktabfluss.

Variante 4: Die Errichtung von Gründächern im nördlichen Bereich bewirkt nochmals eine Reduzierung des Direktabflusses, der Effekt ist aber nicht mehr so hoch.

Variante 5: Die Errichtung von Gründächern in allen Bereichen außer den Bestandsgebäuden bewirkt nochmals eine Reduzierung des Direktabflusses.

Variante 6: Die Errichtung von Gründächern im nördlichen Bereich und die zusätzlich Regenwassernutzung (nördlicher Bereich) bewirkt nochmals eine Reduzierung des Direktabflusses.

Variante 7: Die Errichtung von Gründächern in allen Bereichen außer den Bestandsgebäuden und die zusätzlich Regenwassernutzung (nördlicher Bereich) bewirkt nochmals eine Reduzierung des Direktabflusses.

2.4.2 Grundwasserneubildung

(je höher die Grundwasserneubildung, desto besser die Wasserhaushaltsbilanz)

Die Varianten 1 und 2 wirken sich signifikant negativ auf die Grundwasserneubildung aus. Die Varianten 3 bis 7 erzielen im Wesentlichen ähnliche Werte für die Grundwasserneubildung. Die Werte entsprechen dem unbebauten Zustand.

2.4.3 Verdunstung

(je höher die Verdunstung, desto besser die Wasserhaushaltsbilanz)

Variante 1: Es ist erkennbar, dass sich bei der Variante ohne Maßnahmen die Verdunstung verringert ist, im Vergleich zum unbebauten Zustand.

Variante 2+3: Die privaten Flächenbefestigungen mit Pflaster führt im Wesentlichen zu einer Erhöhung der Grundwasserneubildung, so dass die Verdunstung niedriger ist gegenüber der Variante 1 ohne Maßnahmen.

Variante 4+5: Die Die Errichtung von Gründächern wirkt sich positiv auf die Verdunstung aus. In der Berechnung wird von einer extensiven Begrünung ausgegangen. Durch eine intensive Begrünung kann dieser Effekt verstärkt werden.

Variante 6+7: Das Rechenmodell geht von einer Brauchwassernutzung aus, d.h. das gesammelte Regenwasser fließt nach Brauchwassernutzung in den Schmutzwasserkanal. Der positive Effekt wird im Vergleich der Varianten 5 und 7 und der Varianten 4 und 6 ersichtlich.

3 Fazit

Aus Abbildung 3 geht hervor, dass die Abweichung gegenüber dem unbebauten Zustand je nach Maßnahme stark unterschiedlich ist. Die geringste Belastung des Wasserhaushalts kann durch viele Maßnahmen (Variante 7) erzielt werden.

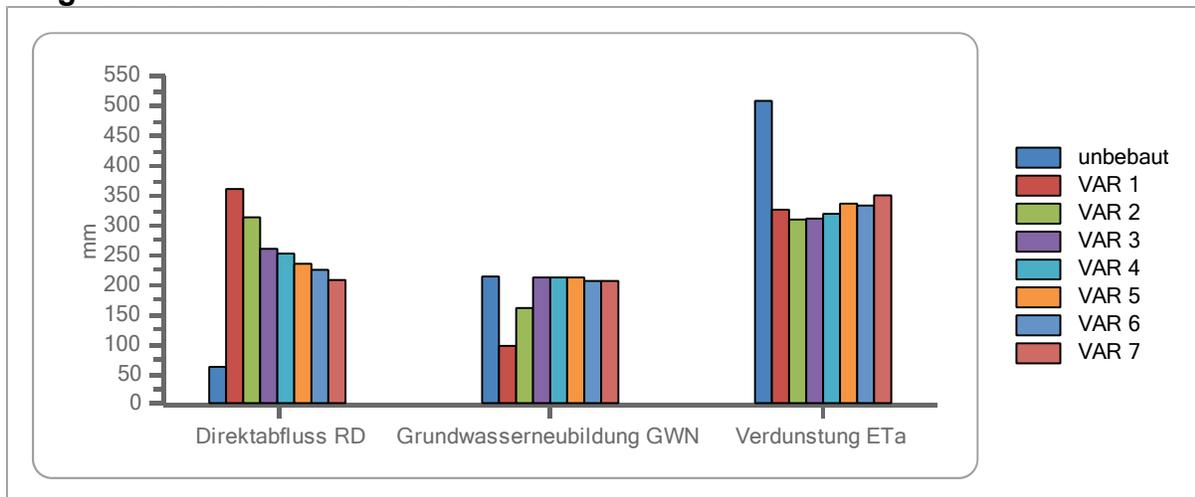
Die Varianten 6 und 7 entsprechen der beschlossenen Planung. Die Unterschiede der beiden Varianten liegen im unterschiedlichen Anteil der Grünbedachungen.

Signifikante Verbesserungen werden durch die Festsetzung von weitfugigem Pflaster in Bereich der privaten Hofflächen erzielt.

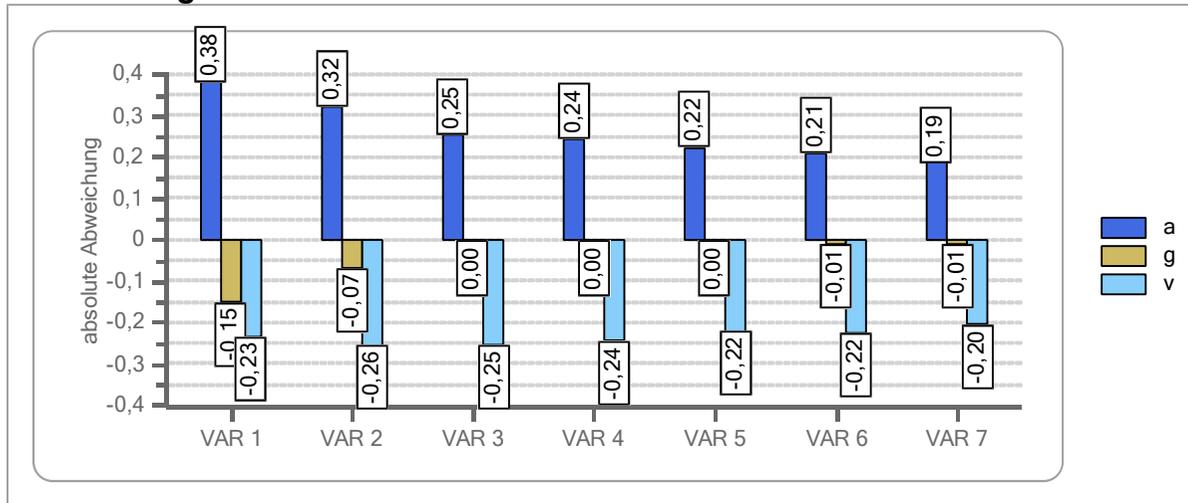
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	61	213	508	0,078	0,273	0,650			
VAR 1	360	96	325	0,461	0,123	0,416	0,383	-0,149	-0,234
VAR 2	313	160	309	0,400	0,205	0,395	0,322	-0,068	-0,255
VAR 3	260	212	310	0,333	0,271	0,397	0,254	-0,002	-0,253
VAR 4	251	212	318	0,322	0,271	0,408	0,244	-0,002	-0,243
VAR 5	234	212	335	0,300	0,271	0,429	0,222	-0,002	-0,221
VAR 6	224	205	332	0,287	0,263	0,426	0,209	-0,010	-0,225
VAR 7	207	205	349	0,266	0,263	0,447	0,188	-0,010	-0,203

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante VAR 1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.752	0,82	0,00	0,18	1.368	1.129	0	240	Ableitung
Fläche	Dach Süd	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.800	0,91	0,00	0,09	1.406	1.276	0	130	Ableitung
Fläche	Hoffläche	Asphalt, fugenloser Beton	8.230	0,74	0,00	0,26	6.428	4.747	0	1.681	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 2

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.752	0,82	0,00	0,18	1.368	1.129	0	240	Ableitung
Fläche	Dach Süd	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.800	0,91	0,00	0,09	1.406	1.276	0	130	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fuganteil 2% bis 5%)	8.230	0,49	0,33	0,18	6.428	3.150	2.149	1.129	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 3

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.752	0,82	0,00	0,18	1.368	1.129	0	240	Ableitung
Fläche	Dach Süd	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.800	0,91	0,00	0,09	1.406	1.276	0	130	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	8.230	0,21	0,60	0,18	6.428	1.373	3.878	1.177	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 4

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord (28)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	642	0,82	0,00	0,18	501	414	0	88	Ableitung
Fläche	Dach Nord	Gründach mit Extensivbegrünung	1.110	0,50	0,00	0,50	867	435	0	431	Ableitung
Fläche	Dach Süd	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.800	0,91	0,00	0,09	1.406	1.276	0	130	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenteil 6% bis 10%)	8.230	0,21	0,60	0,18	6.428	1.373	3.878	1.177	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 5

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord (28)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	642	0,82	0,00	0,18	501	414	0	88	Ableitung
Fläche	Dach Nord	Gründach mit Extensivbegrünung	1.110	0,50	0,00	0,50	867	435	0	431	Ableitung
Fläche	Dach Süd	Gründach mit Extensivbegrünung	1.800	0,50	0,00	0,50	1.406	706	0	700	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenteil 6% bis 10%)	8.230	0,21	0,60	0,18	6.428	1.373	3.878	1.177	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 6

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord (28)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	642	0,82	0,00	0,18	501	414	0	88	RWB
Fläche	Dach Nord	Gründach mit Extensivbegrünung	1.110	0,50	0,00	0,50	867	435	0	431	RWB
Fläche	Dach Süd	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.800	0,91	0,00	0,09	1.406	1.276	0	130	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	8.182	0,18	0,57	0,25	6.390	1.147	3.664	1.579	Ableitung
Maßnahme	RWB	Regenwassernutzung	48	0,20	0,00	0,08	849	166	0	66	Ableitung

Ergebnisse Variante VAR 7

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsfläche	Asphalt, fugenloser Beton	5.126	0,74	0,00	0,26	4.003	2.957	0	1.047	Ableitung
Fläche	Dach bestand	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.523	0,91	0,00	0,09	1.189	1.080	0	110	Ableitung
Fläche	Dach Nord (28)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	642	0,82	0,00	0,18	501	414	0	88	RWB
Fläche	Dach Nord	Gründach mit Extensivbegrünung	1.110	0,50	0,00	0,50	867	435	0	431	RWB
Fläche	Dach Süd	Gründach mit Extensivbegrünung	1.800	0,50	0,00	0,50	1.406	706	0	700	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	8.182	0,18	0,57	0,25	6.390	1.147	3.664	1.579	Ableitung
Maßnahme	RWB	Regenwassernutzung	48	0,20	0,00	0,08	849	166	0	66	Ableitung

Parameter der Varianten**Parameterwerte VAR 1**

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Süd	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hoffläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Parameterwerte VAR 2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Süd	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN

Parameterwerte VAR 3

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Süd	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN

Parameterwerte VAR 4

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord (28)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Nord	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dach Süd	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN

Parameterwerte VAR 5

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord (28)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Nord	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dach Süd	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN

Parameterwerte VAR 6

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord (28)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Nord	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dach Süd	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	2	0,1	2	NaN
	Fuganteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
RWB	Speichervolumen (m ³)	72	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	80	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m ²)	100	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	60	0	200	NaN

Parameterwerte VAR 7

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dach bestand	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Dach Nord (28)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Dach Nord	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dach Süd	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Hofffläche	Speicher (mm)	2	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN
RWB	Speichervolumen (m³)	72	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	80	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	100	0	100000	NaN
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m²*a))	60	0	200	NaN