

Bebauungsplan

"Im Vogelsang" 15. Änderung

der Stadt Mayen



Fachbeitrag Wasserhaushaltsbilanz

Stadt: Mayen
Gemarkung: Mayen
Flur: 23

Stand: April 2026

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:	Mayen		
Gemarkung:	Mayen	Flur:	23

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung, Grundlagen und Methodik	1
1.2 Örtliche Verhältnisse.....	1
1.3 Planungsgrundlagen.....	3
2 Wasserhaushaltsbilanz	4
2.1 Planungsdaten.....	4
2.2 Varianten und mögliche Maßnahmen.....	4
2.3 Ergebnis.....	8
2.4 Erläuterung der Ergebnisse.....	9
2.4.1 Direktabfluss:	9
2.4.2 Grundwasserneubildung.....	9
2.4.3 Verdunstung.....	10
3 Fazit	10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Hydrologische Grundlagedaten (NatUrWB, 2026).....	2
Abbildung 2: Vergleich der Wasserbilanzen.....	8
Abbildung 3: Abweichung vom unbebauten Zustand	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenbilanz.....	4
Tabelle 2: Planungsdaten Variante 1	5
Tabelle 3: Planungsdaten Variante 2	5
Tabelle 4: Planungsdaten Variante 3	6
Tabelle 5: Planungsdaten Variante 4	6
Tabelle 6: Planungsdaten Variante 5	7
Tabelle 7: Planungsdaten Variante 6	7
Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse.....	8

Anlage:

Anlage 1: Ermittlung Wasserhaushaltsbilanz	
--	--

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung, Grundlagen und Methodik

Die Stadt Mayen beabsichtigt mit der 15. Änderung des Bebauungsplans „Im Vogelsang“ die Schaffung der bauplanungsrechtlichen Voraussetzungen zur Erschließung und Bebauung eines Wohnbaugebietes auf einer ehemaligen Betriebs- und Lagerfläche.

Für den Bebauungsplan soll als Abwägungsgrundlage eine Wasserhaushaltsbilanz erstellt werden. Grundlage für 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 nimmt ohne weitere Maßnahmen 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 Faktoren, welche die Bilanzgrößen beeinflussen, 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 liegt im Norden der Stadt Mayen. Das Plangebiet verfügt über eine Größe von ca. 1,19 ha. Das Plangebiet stellt sich derzeit in einem frühen Sukzessionsstadium dar.

Nach der aktuellen Planung können sieben große Mehrfamilienhäuser auf den Grundstücken verwirklicht werden.

Für eine offene Regenwasserrückhaltung und -versickerung ist keine Fläche vorgesehen.

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.

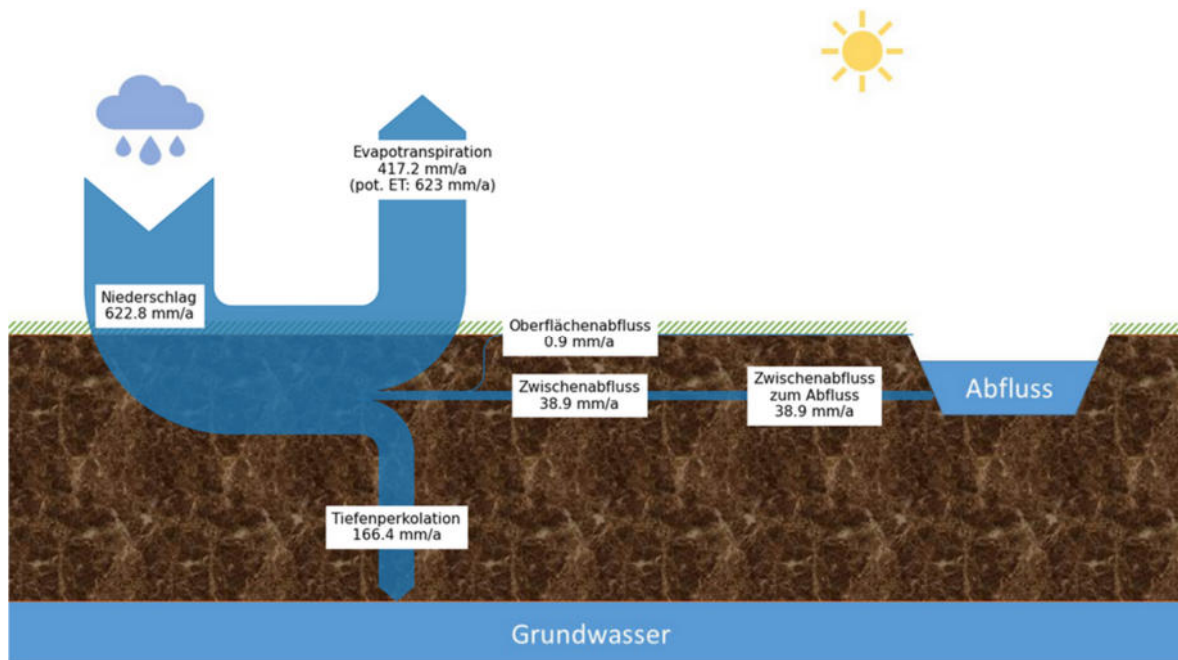


Abbildung 1 Hydrologische Grundlagedaten (NatUrWB, 2026)

Die im Modell verwendeten Ausgangswerte für Versickerung, Evapotranspiration und Abfluss wurden nicht direkt aus den natürlichen Referenzwerten des NaturWB übernommen. Stattdessen wurden diese Werte für die weitere Berechnung angepasst.

Hierzu wurden zunächst die natürlichen Ausgangswerte aus NaturWB als Referenz herangezogen. Auf dieser Basis wurde im Wasserbilanz-Expert eine Berechnung für eine Bebauung gemäß den Festsetzungen der 10. Änderung durchgeführt. Die sich aus dieser Modellierung ergebenden Anteile von Versickerung, Evapotranspiration und Oberflächenabfluss wurden anschließend als neue Ausgangswerte für die weitere Bewertung verwendet. Die daraus resultierenden und für die weiteren Berechnungen verwendeten Werte sind in folgender Tabelle dargestellt.

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	40	166	417	0,064	0,266	0,669			
10. Änderu	191	184	248	0,307	0,295	0,397	0,243	0,029	-0,272

Tabelle 1 Berechnung der Grundlagewerte

Die für die weiteren Berechnungen angesetzten Werte betragen für die **Grundwasserneubildung 184 mm**, für die **Evapotranspiration 248 mm** und für den **Oberflächenabfluss 191 mm**. Die angesetzten Ausgangswerte bilden somit den planungsrechtlich zulässigen Versiegelungsgrad und den daraus resultierenden Wasserhaushalt ab.

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 Mayen „Im Vogelsang“ 15. Änderung, Stand März 2026
- [3] FWI Teamplan GmbH: Aussagen zur geplanten Entwässerung
- [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 November 2025

2 Wasserhaushaltsbilanz

2.1 Planungsdaten

Die Variantenberechnung erfolgte auf der Grundlage des Bebauungsplanentwurfs Stand April 2026. Auf eine Einbeziehung des Kottenheimer Wegs in die Wasserhaushaltsbilanz wird verzichtet. Da die bestehende Asphaltierung erhalten bleibt, tritt keine Änderung der abflusswirksamen Flächen ein. Der Kottenheimer Weg und der Teil des Trafoturms, der in den Kottenheimer Weg hineinragt, wird in unten stehender Tabelle im Geltungsbereich nicht aufgeführt. Die Flächenbilanz hierzu gibt folgende Werte vor:

Tabelle 2: Flächenbilanz

Bezeichnung	Größe [m ²]	Anteil [%]
Geltungsbereich	11.853	100,00%
Straßenverkehrsfläche	974	8,22%
Allgemeines Wohngebiet	9.878	83,34%
Versorgungsfläche	27	0,23%
Schallschutzwand	286	2,41 %
Private Grünfläche	688	5,80 %

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 1 ohne Maßnahmen wurde eine Grundflächenzahl (GRZ) für Allgemeine Wohngebiete mit 0,5 angesetzt. Nach § 19 Abs. 4 BauNVO darf die festgesetzte Grundflächenzahl durch Garagen und Stellplätze mit ihren Zufahrten, Nebenanlagen sowie bauliche Anlagen unterhalb der Geländeoberfläche um bis zu 50 % überschritten werden. Bei einer festgesetzten GRZ von 0,5 würde sich rechnerisch eine maximale Überschreitung bis zu einer GRZ 2 von 0,75 ergeben. Diese wird jedoch auf eine maximale GRZ von 0,7 begrenzt. Diese Überschreitungsmöglichkeit wird in allen Varianten berücksichtigt. Im Übrigen werden keine Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserhaushaltsbilanz berücksichtigt. Die Dachflächen wurden der Architektenplanung entnommen, wobei wegen eventueller auszusparender technischer Aufbauten, Umfassungen etc. von ca. 80 % begrünbarer Dachfläche ausgegangen wird.

Tabelle 3: Planungsdaten Variante 1

Verkehrsfläche	m ²	974
Nettobauland WA	m ²	9.878
GRZ	0,5 GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²	6.915
Dachflächen	m ²	4.248
davon Gründach	m ²	0
Hofflächen	m ²	2.667
Gärten	m ²	2.963
Private Grünflächen	m ²	688
Trafo+Schallschutzwand	m ²	313
Versickerung	nein	
Rückhaltung offen	nein	
private Regenwassernutzung	nein	
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton	
Dachflächen	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	
Hofflächen	Asphalt oder fugenloser Beton	

Variante 2:

In der Variante 2 werden als einzige Maßnahme die Hofflächen als Pflaster mit Fugenanteil 2-5% angesetzt.

Tabelle 4: Planungsdaten Variante 2

Verkehrsfläche	m ²	974
Nettobauland WA	m ²	9.878
GRZ	0,5 GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²	6.915
Dachflächen	m ²	4.248
davon Gründach	m ²	0
Hofflächen	m ²	2.667
Gärten	m ²	2.963
Private Grünflächen	m ²	688
Trafo+Schallschutzwand	m ²	313
Versickerung	nein	
Rückhaltung offen	nein	
private Regenwassernutzung	nein	
Verkehrsflächen	Asphalt oder fugenloser Beton	
Dachflächen	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %	

Variante 3:

In der Variante 3 werden zusätzlich die Verkehrsflächen als Pflaster mit Fugenanteil 2-5% angesetzt.

Tabelle 5: Planungsdaten Variante 3

Verkehrsfläche	m ²	974
Nettobauland WA	m ²	9.878
GRZ	0,5 GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²	6.915
Dachflächen	m ²	4.248
davon Gründach	m ²	0
Hofflächen	m ²	2.667
Gärten	m ²	2.963
Private Grünflächen	m ²	688
Trafo+Schallschutzwand	m ²	313
Versickerung	nein	
Rückhaltung offen	nein	
private Regenwassernutzung	nein	
Verkehrsflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %	
Dachflächen	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %	

Variante 4:

In der Variante 4 ist die verpflichtende Anlage von Gründächern auf Flachdächern vorgesehen.

Tabelle 6: Planungsdaten Variante 4

Verkehrsfläche	m ²	974
Nettobauland WA	m ²	9.878
GRZ	0,5 GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²	6.915
Dachflächen	m ²	4.248
davon Gründach	m ²	2.340
Hofflächen	m ²	2.667
Gärten	m ²	2.963
Private Grünflächen	m ²	688
Trafo+Schallschutzwand	m ²	313
Versickerung	nein	
Rückhaltung offen	nein	
private Regenwassernutzung	nein	
Verkehrsflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %	
Dachflächen	Gründach extensive Begrünung	
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %	

Variante 5:

In der Variante 5 wird zusätzlich eine private Regenwassernutzung berücksichtigt. Alle anderen Variablen bleiben gegenüber der Variante 4 unverändert.

Tabelle 7: Planungsdaten Variante 5

Verkehrsfläche	m ²		974
Nettobauland WA	m ²		9.878
GRZ	0,5	GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		6.915
Dachflächen	m ²		4.248
davon Gründach	m ²		2.340
Hofflächen	m ²		2531
Gärten	m ²		2.963
Private Grünflächen	m ²		688
Trafo+Schallschutzwand	m ²		313
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	ja	m ²	136
Verkehrsflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %		
Dachflächen	Gründach extensive Begrünung		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %		

Variante 6:

In der Variante 6 wird eine Versiegelung der Hofflächen mit einem Fugenanteil von 6-10 % berücksichtigt. Alle anderen Variablen bleiben gegenüber der Variante 5 unverändert.

Tabelle 8: Planungsdaten Variante 6

Verkehrsfläche	m ²		974
Nettobauland WA	m ²		9.878
GRZ	0,5	GRZ 2	0,7
max. mögliche befestigte Fläche	m ²		6.915
Dachflächen	m ²		4.248
davon Gründach	m ²		2.340
Hofflächen	m ²		2.667
Gärten	m ²		2.963
Private Grünflächen	m ²		688
Trafo+Schallschutzwand	m ²		313
Versickerung	nein		
Rückhaltung offen	nein		
private Regenwassernutzung	ja	m ²	136
Verkehrsflächen	Pflaster, Fugenanteil 2-5 %		
Dachflächen	Gründach extensive Begrünung		
Hofflächen	Pflaster, Fugenanteil 6-10%		

2.3 Ergebnis

Das detaillierte Ergebnis der Wasserhaushaltsbilanz ist als Anlage beigefügt.

Tabelle 9: Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	191	184	248	0,307	0,295	0,398			
Variante 1	363	57	203	0,582	0,092	0,326	0,275	-0,203	-0,072
Variante 2	322	109	191	0,517	0,176	0,307	0,211	-0,120	-0,091
Variante 3	307	128	187	0,494	0,206	0,300	0,187	-0,089	-0,098
Variante 4	283	128	212	0,454	0,206	0,340	0,147	-0,089	-0,058
Variante 5	194	126	227	0,311	0,202	0,364	0,005	-0,094	-0,034
Variante 6	159	162	226	0,255	0,259	0,363	-0,052	-0,036	-0,035

Abbildung 2: Vergleich der Wasserbilanzen

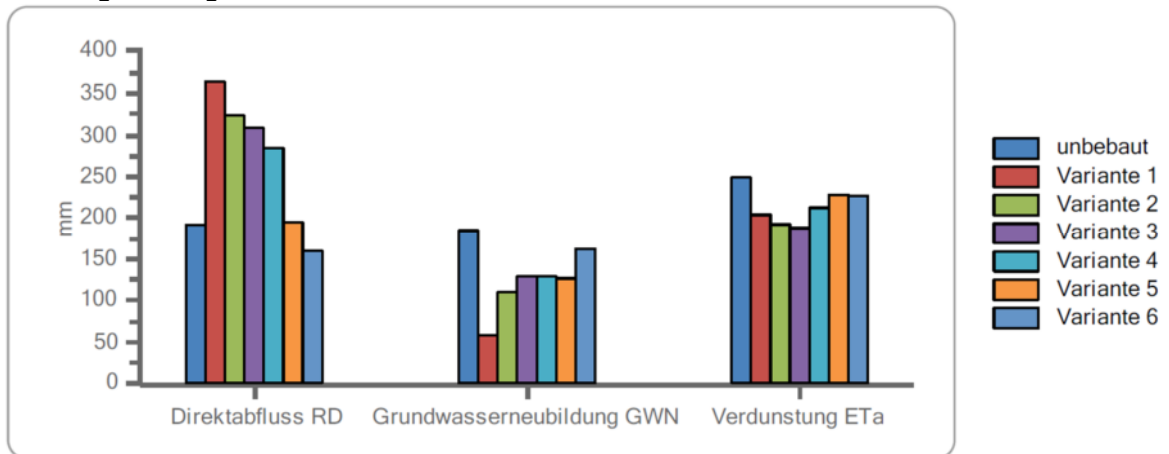
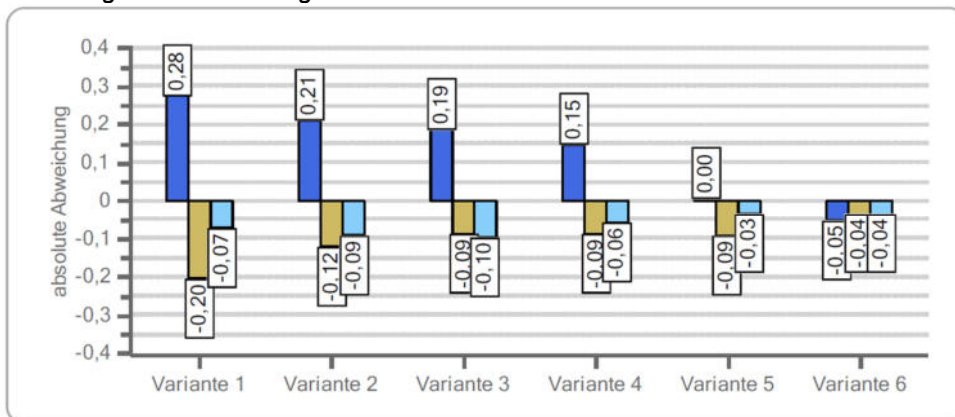


Abbildung 3: Abweichung vom un bebauten Zustand



a: Direktabfluss

g: Grundwasserneubildung

v: Verdunstung

2.4 Erläuterung der Ergebnisse

Der Entwurf des Bebauungsplans sieht eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,5 bzw. mit Überschreitung durch Bebenanlagen etc. auf bis zu 0,7 vor.

Für das Bauvorhaben gelten verbindliche ökologische Vorgaben: Alle Dachflächen – mit Ausnahme von genutzten Terrassen oder Balkonen – sind zu mindestens 80 % extensiv zu begrünen, wobei eine Mindestsubstratstärke von 0,1 m einzuhalten ist. Eine Kombination mit Solaranlagen ist zulässig, sofern deren Unterkonstruktion die Vegetationsfläche nicht beeinträchtigt. Im Bereich der Außenanlagen sind Stellplätze und Zufahrten mit offenporigen, versickerungsfähigen Belägen gemäß den Abflussbeiwerten der DIN 1986-100 zu befestigen. Die Anlage von Schottergärten sowie die Verwendung von abdichtenden Folien ist untersagt.

Die Entwässerung erfolgt über ein Trennsystem.

Die Variantenberechnung zeigt folgendes:

2.4.1 Direktabfluss:

(je geringer der Direktabfluss, desto besser die Wasserhaushaltsbilanz)

Variante 1: Die Festsetzung der Grundflächenzahl von 0,5 ohne weitere Maßnahmen zeigt den höchsten Direktabfluss der Varianten. Im Vergleich zum bauplanungsrechtlichen Ausgangszustand erhöht sich der Abfluss hierbei signifikant.

Variante 2: Bei einer Versiegelung der Hofflächen mit Pflaster sinkt der Direktabfluss im Vergleich zur Variante 1.

Variante 3: Bei einer Versiegelung der Hofflächen und Straßenflächen mit Pflaster bewirkt eine weitere Reduktion im Vergleich zur Variante 2.

Variante 4: Die verpflichtende Anlage von Gründächern auf Flachdächern zeigt eine deutliche Wirkung und reduziert den Direktabfluss.

Variante 5: Die Kombination aus Gründächern und einer privaten Regenwassernutzung (Zisternen) erzielt den geringsten Direktabfluss aller Varianten. Dies ist die einzige Variante, die den Direktabfluss sogar unter das Niveau des Ausgangszustands senkt und somit das Optimum zur Vermeidung von Oberflächenabfluss darstellt.

Variante 6: Ein erhöhter Fugenanteil von 6 – 10 % auf den Hofflächen senkt den Abfluss im Vergleich zur Variante 5 nochmals deutlich ab.

2.4.2 Grundwasserneubildung

(je höher die Grundwasserneubildung, desto besser die Sicherung des lokalen Wasserhaushalts)

Varianten 1: Die Festsetzung der Grundflächenzahl von 0,5 ohne weitere Maßnahmen zeigt die geringste Grundwasserneubildung der Varianten. Im Vergleich zum bauplanungsrechtlichen Ausgangszustand bricht die Neubildungsrate hier massiv ein.

Variante 2: Die Versiegelung der Hofflächen mit Pflaster bewirkt eine Verbesserung der Grundwasserneubildung im Vergleich zu Variante 1.

Variante 3: Die Verwendung versickerungsfähiger Beläge auf Straßen- und Hofflächen führt zu einer Steigerung der Neubildungsrate im Vergleich zu Variante 2.

Variante 4 und 5: Die Anlage von Gründächern und Zisternen hat keinen weiteren positiven Effekt auf die Grundwasserneubildung; in Variante 5 sinkt der Wert durch die Nutzung des Wassers leicht. Dabei geht das Rechenmodell davon aus, dass das gesammelte Regenwasser nach der Brauchwassernutzung in den Schmutzwasserkanal abfließt und somit der lokalen Versickerung entzogen wird.

Variante 6: Diese Variante stellt das Maximum der Grundwasserneubildung dar. Der hohe Fugenanteil (6 – 10 %) ermöglicht eine effiziente Versickerung direkt vor Ort, erreicht jedoch nicht ganz das Niveau des Ausgangszustands.

In allen Varianten liegt die Grundwasserneubildung unter dem Wert des bauplanungsrechtlichen Ausgangszustandes Variante 6 kommt diesem am nächsten.

2.4.3 Verdunstung

(je höher die Verdunstung, desto besser die Wasserhaushaltsbilanz)

Die **Varianten 1 bis 3** wirken sich negativ auf die Verdunstung aus und liegen deutlich unter dem bauplanungsrechtlichen Ausgangszustand.

Variante 4: Durch die großflächige Anlage von Gründächern wird die Verdunstung massiv gesteigert und erreicht beinahe das Niveau des bauplanungsrechtlichen Ausgangszustandes.

Variante 5: Die zusätzliche Regenwassernutzung maximiert diesen Effekt, was sich besonders positiv auf das lokale Kleinklima auswirken kann.

Variante 6: Die geringere Verdunstung in Variante 6 resultiert daraus, dass das Niederschlagswasser durch das großfugigere Pflaster schneller versickert und somit weniger Zeit für einen oberflächigen Verdunstungsprozess verbleibt, da es stattdessen direkt der Grundwasserneubildung zugeführt wird.

3 Fazit

Die vorliegende Wasserhaushaltsbilanzierung verdeutlicht, dass die Abweichungen gegenüber dem Referenzzustand (gemäß 10. BP-Änderung mit Gründächern und hohem Fugenanteil) je nach gewählter Maßnahmenkombination stark variieren.

Da der Referenzzustand bereits Festsetzungen wie eine GRZ von 0,4, Gründachfestsetzungen und einen Fugenanteil von 6 – 10 % auf Hofflächen beinhaltet, führen Abweichungen hiervon in der Regel zu einer Verschlechterung der Bilanz.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass insbesondere die Kombination aus Gründächern und privater Regenwassernutzung sowie der Einsatz versickerungsfähiger Beläge mit hohem Fugenanteil (Variante 6) die wirksamsten Instrumente darstellen.

Weitere signifikante Verbesserungen der Bilanz sind jedoch nur durch verbindliche Festsetzungen im Bebauungsplan realisierbar. Dabei ist abzuwägen, dass insbesondere die verpflichtende Anlage von Gründächern (Variante 4 & 5) einen Eingriff in die individuellen Gestaltungsentscheidungen der privaten Bauherren darstellt und mit zusätzlichen baulichen sowie finanziellen

Anforderungen für Herstellung und Pflege verbunden ist. Dies gilt sowohl für die statischen Anforderungen als auch für den langfristigen Unterhaltsaufwand.

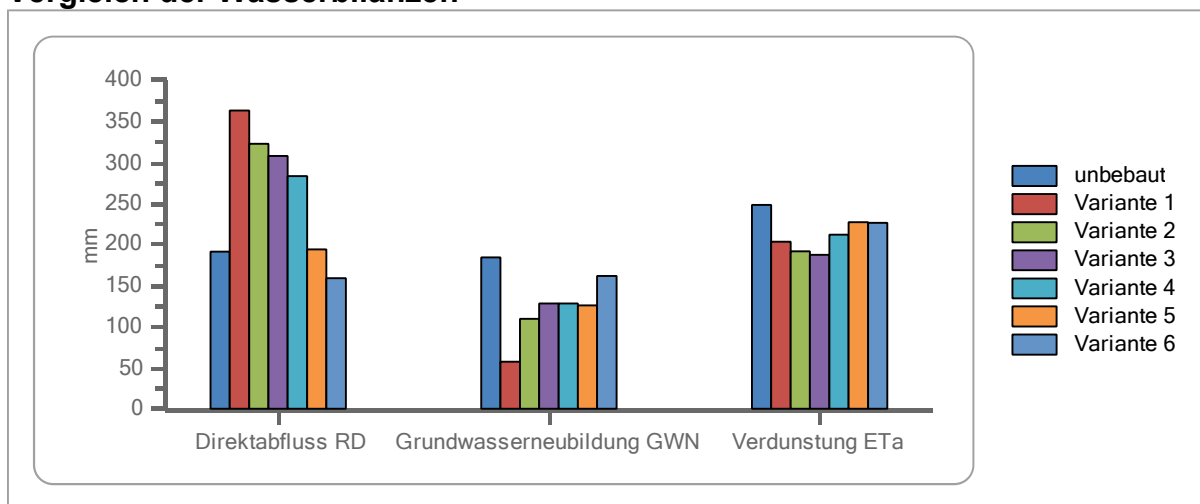
Gleichzeitig zeigen die geprüften Varianten deutlich, dass ohne solche Festsetzungen die Ziele einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft nur unzureichend erreicht werden können. Vor diesem Hintergrund entschied die Stadt, die Anlage von Gründächern auf Flachdächern sowie die Verwendung von versickerungsfähigen Stellplatz- und Hofflächen (mindestens mit einem Fugenanteil von 6-10 %, idealerweise höher) verbindlich festzusetzen.

Eine solche Kombination ermöglicht es, den wasserwirtschaftlichen Nutzen des Vorhabens zu maximieren, den Oberflächenabfluss signifikant zu reduzieren und die ökologische Leistungsfähigkeit des Plangebietes trotz der baulichen Verdichtung nahe am Niveau des Referenzzustands zu halten. Dies stellt einen wesentlichen Baustein zur Entlastung der Entwässerungsinfrastruktur und zur Förderung einer wassersensiblen Stadtentwicklung dar.

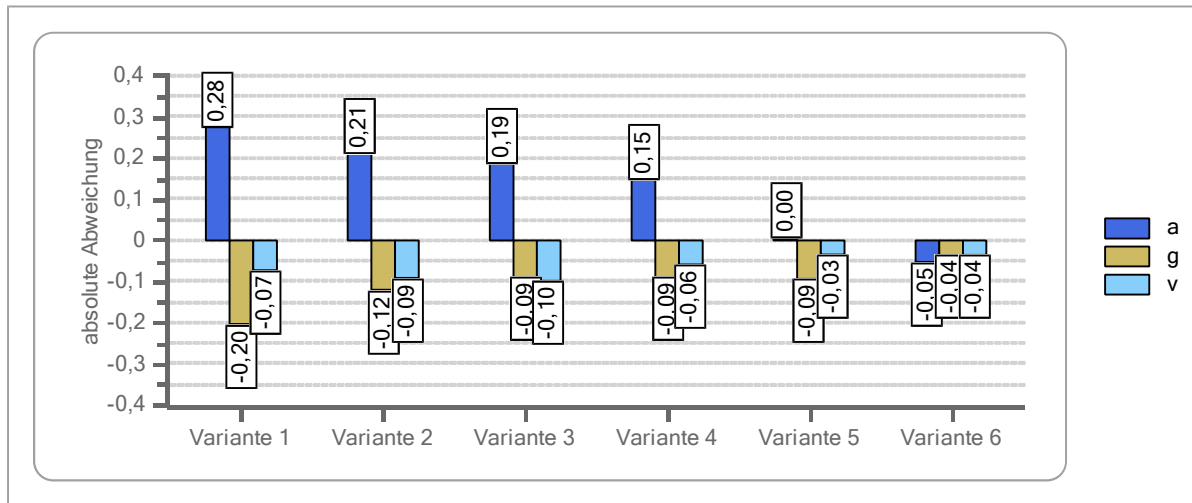
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	191	184	248	0,307	0,295	0,398			
Variante 1	363	57	203	0,582	0,092	0,326	0,275	-0,203	-0,072
Variante 2	322	109	191	0,517	0,176	0,307	0,211	-0,120	-0,091
Variante 3	307	128	187	0,494	0,206	0,300	0,187	-0,089	-0,098
Variante 4	283	128	212	0,454	0,206	0,340	0,147	-0,089	-0,058
Variante 5	194	126	227	0,311	0,202	0,364	0,005	-0,094	-0,034
Variante 6	159	162	226	0,255	0,259	0,363	-0,052	-0,036	-0,035

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten**Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	Asphalt, fugenloser Beton	974	0,73	0,00	0,27	607	446	0	161	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	4.248	0,82	0,00	0,18	2.647	2.172	0	474	Ableitung
Fläche	Hofffläche	Asphalt, fugenloser Beton	2.667	0,73	0,00	0,27	1.662	1.220	0	441	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung

Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	Asphalt, fugenloser Beton	974	0,73	0,00	0,27	607	446	0	161	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	4.248	0,82	0,00	0,18	2.647	2.172	0	474	Ableitung
Fläche	Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	2.667	0,45	0,37	0,18	1.662	742	616	303	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung

Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	974	0,45	0,37	0,18	607	271	225	111	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	4.248	0,82	0,00	0,18	2.647	2.172	0	474	Ableitung
Fläche	Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	2.667	0,45	0,37	0,18	1.662	742	616	303	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung

Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	974	0,45	0,37	0,18	607	271	225	111	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Gründach mit Extensivbegrünung	2.340	0,62	0,00	0,38	1.458	904	0	554	Ableitung
Fläche	Hofffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	2.667	0,45	0,37	0,18	1.662	742	616	303	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung
Fläche	Dachfläche (43)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.908	0,82	0,00	0,18	1.189	976	0	213	Ableitung

Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	974	0,45	0,37	0,18	607	271	225	111	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Gründach mit Extensivbegrünung	2.340	0,62	0,00	0,38	1.458	904	0	554	Zisterne
Fläche	Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	2.531	0,45	0,37	0,18	1.577	704	585	288	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung
Maßnahme	Zisterne	Regenwassernutzung	136	0,46	0,00	0,10	1.879	863	0	193	Ableitung
Fläche	Fläche	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.908	0,82	0,00	0,18	1.189	976	0	213	Zisterne

Ergebnisse Variante Variante 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	Straßenfläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	974	0,45	0,37	0,18	607	271	225	111	Ableitung
Fläche	Garten	Garten, Grünflächen	2.963	0,10	0,30	0,60	1.846	185	554	1.108	Ableitung
Fläche	Dachfläche	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	1.908	0,82	0,00	0,18	1.189	976	0	213	Zisterne
Fläche	Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.667	0,19	0,62	0,19	1.662	315	1.035	312	Ableitung
Fläche	Versorgung	Asphalt, fugenloser Beton	313	0,73	0,00	0,27	195	143	0	52	Ableitung
Fläche	Fläche	Gründach mit Extensivbegrünung	2.340	0,62	0,00	0,38	1.458	904	0	554	Zisterne
Maßnahme	Zisterne	Regenwassernutzung	136	0,46	0,00	0,10	1.879	863	0	193	Ableitung

Parameter der Varianten**Parameterwerte Variante 1**

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Hofffläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Parameterwerte Variante 2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Hoffläche	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
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Parameterwerte Variante 3

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Hoffläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Parameterwerte Variante 4

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	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
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	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
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Dachfläche (43)	Speicherhöhe	1	0,6	3	1

Parameterwerte Variante 5

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	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
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Hoffläche	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
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Zisterne	Speichervolumen (m³)	372	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	60	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	100	0	100000	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	60	0	200	NaN
Fläche	Speicherhöhe	1	0,6	3	1

Parameterwerte Variante 6

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Straßenfläche	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	18	6	100	NaN
Garten	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Dachfläche	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Hoffläche	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
Versorgung	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Fläche	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	0,5
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	100
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	70
Zisterne	Speichervolumen (m³)	372	0	1000	0
	Anzahl der Personen	60	0	1000	0
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	30

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	Bewässerungsfläche (m ²)	100	0	100000	100
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m ² *a))	60	0	200	60