



Bebauungsplan "C25 Konversion Landau Süd/Landesgartenschau" in der Stadt Landau (Pfalz)

Wasserhaushaltsbilanz

Erläuterungsbericht



Juni 2023





Auftraggeber

Stadtverwaltung Landau
Marktstraße 50
76829 Landau

Landau,

den

Herr Dr. Dominik Geißler
- Oberbürgermeister -

Bearbeiter

igr GmbH
Luitpoldstraße 60a
67806 Rockenhausen

Rockenhausen,

im Juni 2023

(Stempel, Unterschrift)



Gliederung

1.	Veranlassung und Ziele	5
2.	Verortung und örtliche Verhältnisse	6
3.	Wasserhaushaltsbilanzierung	7
3.1	Grundlagen der Wasserhaushaltsbilanz	7
3.2	Abflusswirksame Fläche nach Konzeption des Bebauungsplanes	7
3.2.1	Darstellung der Informationen aus dem Bebauungsplan	7
3.2.2	Weitere Informationen auf Basis bestehender Bauvorschläge	8
3.2.3	Konventionell bebauter Referenzzustand	9
3.3	Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt	10
3.3.1	Erhebung des unbebauten Referenzzustandes	10
3.3.2	Erhebung des konventionell bebauten Referenzzustandes	10
3.3.3	Ermittlung der Maßnahmenschwerpunkte	12
3.3.4	Erhebung des naturnah bebauten Referenzzustand (Maßnahmenempfehlung)	14
4.	Empfehlung und Fazit	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage des Geltungsbereiches in der Stadt Landau in der Pfalz	6
Abbildung 2	Entwurf Bebauungsplan inklusive Flächengrößen und GRZ	8
Abbildung 3	Visualisierung des Fitter-Living-Konzepts im Bebauungsplangebiet	9
Abbildung 4	Relative (links) und absolute (rechts) Aufteilung der Niederschlagshöhe in die Komponenten des Wasserhaushaltes	10
Abbildung 5	Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus konventionell bebautem und unbebautem Zustand	11
Abbildung 6	Veränderungen der Wasserhaushaltsgrößen zwischen konventionell bebautem und unbebautem Zustand	12
Abbildung 7	Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus naturnah bebautem und unbebautem Zustand - nicht angepasst	15
Abbildung 8	Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus naturnah bebautem und unbebautem Zustand - angepasst	16
Abbildung 9	Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus konventionell bebautem, naturnah bebautem und unbebautem Zustand	16



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Flächenermittlung auf Basis konventioneller Bebauung	9
Tabelle 2	Aufteilung der Flächen samt zugehöriger Wasserhaushaltsfaktoren auf Basis konventioneller Bebauung	11
Tabelle 3	Wirksamkeit von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf den Wasserhaushalt	13
Tabelle 4	Aufteilung der Flächen samt zugehöriger Wasserhaushaltsfaktoren auf Basis naturnaher Bebauung und Maßnahmen	15

Quellenangaben

Literatur

DWA M 102-4: Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, Hennef 2022.

Geobasisdaten

Für die Abbildungen werden teilweise Grundlagen des Landesamtes für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz (LVerGeo, ©GeoBasis-DE/LVerGeoRP<2023>, dl-de/by-2-0, www.lvergeo.rlp.de [Daten bearbeitet]) sowie des Landesamtes für Geologie und Bergbau und des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten verwendet.

Software-Tools

NatUrWB-Tool: https://www.naturwb.de/get_ref/, Professur für Hydrologie – Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br., 2023

Wasserbilanz-Expert (WABILA) – Software zum Arbeitsblatt DWA-A 102, Version 1.0.0.1 beta, FH Münster

Anhänge

Anhang 1	Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz
-----------------	--------------------------------------



1. Veranlassung und Ziele

Im Zuge der Aufstellung des Bebauungsplanes "C25 Konversion Landau Süd/Landesgartenschau - 3. Teiländerung" soll eine Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-M 102-4 erstellt werden. Hierfür wurde die igr GmbH von Seiten der Stadt Landau in der Pfalz beauftragt. Das Ziel ist, auf Basis des bestehenden Bebauungsplanentwurfes, Potenziale zur Verbesserung des Wasserhaushaltes zu ermitteln und mit Maßnahmenvorschlägen zu unterlegen.

2. Verortung und örtliche Verhältnisse

Der Geltungsbereich des vorliegenden Bebauungsplanes erstreckt sich zwischen der Franz-Schubert-Straße im Norden und Westen, der Paul-von-Denis-Straße im Osten sowie der Mozartstraße im Süden und umfasst eine Fläche von ca. 0,9 ha. Im heutigen Zustand ist das Gebiet unbebaut. Zukünftig soll die Fläche jedoch zum urbanen Gebiet u. a. mit Wohn-, Geschäfts- und Bürogebäuden weiterentwickelt werden. Verkehrstechnisch ist das Gebiet großräumig über die L 509 sowie den im Osten gelegenen Autobahnanschluss an die A 65 erreichbar (vgl. Abbildung 1).

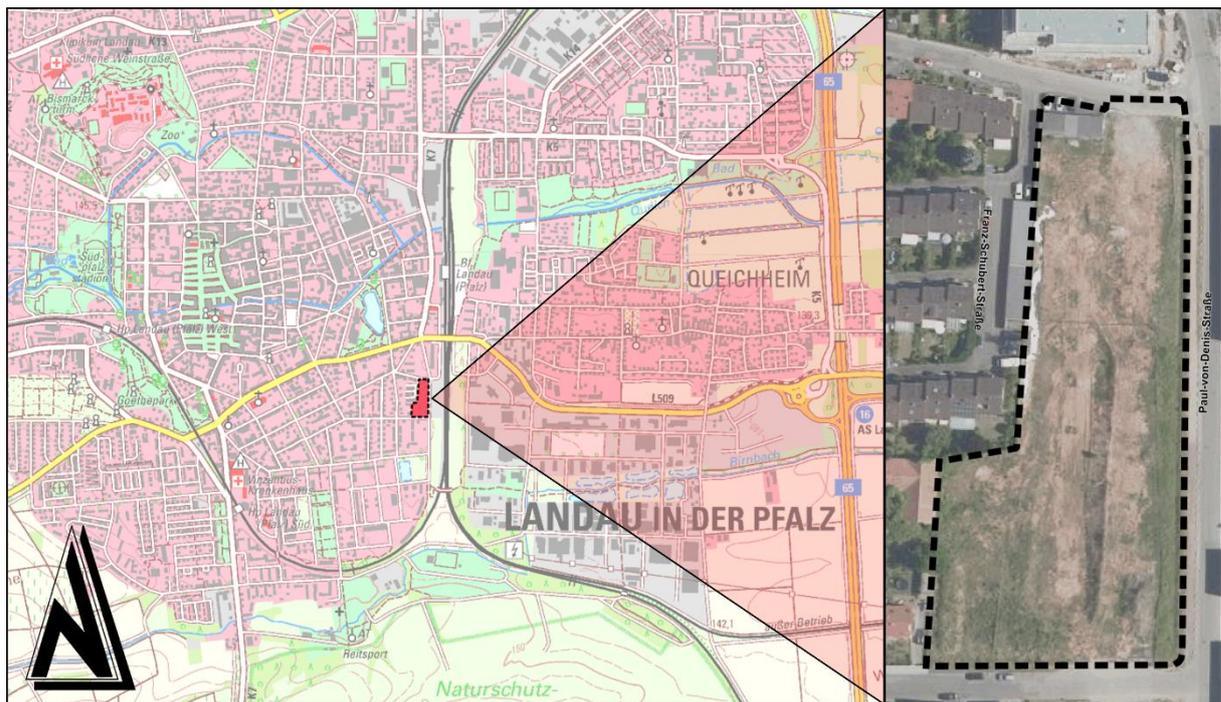


Abbildung 1 Lage des Geltungsbereiches in der Stadt Landau in der Pfalz - Datengrundlage: ©GeoBasis-DE/LVermGeoRP<2023>, dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de [Daten bearbeitet]



3. Wasserhaushaltsbilanzierung

3.1 Grundlagen der Wasserhaushaltsbilanz

Die Versiegelung von Flächen führt unweigerlich zu Änderungen im lokalen Wasserhaushalt. Insbesondere der Anteil des oberflächlich abfließenden Regenwassers wird deutlich erhöht. Da dies insbesondere in Sommermonaten vermehrt zu Dürren führt und einen allgemeinen Wassermangel bedingt, ist eine Minimierung der versiegelten Fläche und damit die Verringerung des Direktabflusses das oberste Ziel der Planung. Die bevorzugte Behandlungsart des anfallenden Niederschlagswassers ist heute die Versickerung. Einhergehend mit der Zunahme von Trockenphasen in den Sommermonaten nimmt darüber hinaus der Einfluss der Evapotranspiration auf das kleinräumige Klima und damit das Wohlbefinden der Anlieger deutlich zu.

Um all den zuvor benannten Aspekten Sorge zu tragen, bedarf es eines ausgewogenen Bewirtschaftungskonzeptes von Niederschlagswasser. Allgemein sollte ein möglichst großer Anteil des im Gebiet anfallenden Niederschlages auch in diesem genutzt bzw. verwertet werden, ohne nachteilige Folgen für umliegende Ökosysteme zu schaffen.

Auf Basis der technischen Regelwerke ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur Versickerung oder zur Förderung der Verdunstung von Niederschlagswasser. Die wichtigsten Kriterien zur Wahl der Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasser sind die Versickerungsfähigkeit des Bodens, die Lage und Platzverhältnisse des Baugebietes, die damit verbundenen Kosten sowie die Belange Dritter.

3.2 Abflusswirksame Fläche nach Konzeption des Bebauungsplanes

3.2.1 Darstellung der Informationen aus dem Bebauungsplan

Die Gesamtfläche des Geltungsbereiches des Bebauungsplanes beträgt ca. 8 560 m². Darin enthalten sind ca. 5 175 m² Netto-Baufläche. Diese gliedert sich in ein urbanes Mischgebiet (MU) 1 und 2. Während in MU 1 eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,6, welche bis 0,8 für die Errichtung von Nebenanlagen überschritten werden darf, festgesetzt ist, ist für MU 2 eine GRZ von 0,45 festgesetzt, welche jedoch ebenfalls bis 0,8 für die Errichtung von Nebenanlagen überschritten werden darf. Weitere planungsrelevante Konkretisierungen zur Flächenaufteilung oder -befestigung liegen zum heutigen Zeitpunkt nicht vor (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2 Entwurf Bebauungsplan inklusive Flächengrößen und GRZ
Datengrundlage: ISU 2023 und ©GeoBasis-DE/LVermGeoRP<2023>, dl-de/by-2-0, www.lverm-geo.rlp.de [Daten bearbeitet]

Für die Wasserhaushaltsbilanzierung werden zwei Szenarien zugrunde gelegt. Szenario I "konventionell" geht von einer konventionellen Bebauung der Flächen, z. B. mit asphaltierten Straßen, der Ausführung von Hofflächen mit dichtem Pflaster und der Eindeckung von Gebäudedächern mit Ziegel- oder Metallbelägen aus. Dem gegenüber steht Szenario II „naturnah“, welches die Implementierung von Maßnahmen nach DWA-M 102-4, wie Sickerpflaster, Fassadenbegrünung, Gründächern etc., vorsieht. Szenario II wird infolge der Ergebnisse aus der Bilanzierung der Wasserhaushaltsgrößen für Szenario I unter ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten individuell abgewogen und stellt später die Empfehlung für die Bebauung dar.

3.2.2 Weitere Informationen auf Basis bestehender Bauvorschläge

Im Zuge der Bebauungsplanänderung liegen bereits gestalterische Konzepte zur Ausführung der späteren Gebäude und Anlagen vor. Relevante Informationen für die spätere Maßnahmenempfehlung sind vor allem die Ausführung der Gebäude mit Flachdach und Teilbegrünung der Dach- und Fassadenflächen. Des Weiteren sind grüne Außenanlagen mit befestigten Wegeverbindungen vorgesehen (vgl. Abbildung 3). Die vorliegenden Informationen finden im weiteren Verlauf Eingang in den Empfehlungen für Maßnahmen zur Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt.



Abbildung 3 Visualisierung des Fitter-Living-Konzepts im Bebauungsplangebiet - Visualisierung von Fitter-Campus GmbH

3.2.3 Konventionell bebauter Referenzzustand

Auf Basis der vorab genannten Festlegungen ist in MU 1 von einer befestigten Fläche von ca. 80 % auszugehen. Diese ergibt sich aus der Befestigung durch bauliche Anlagen in Höhe von 60 % der Gesamtfläche sowie durch Nebenanlagen in Höhe von 20 % der Gesamtfläche.

Darüber hinaus sind zusätzliche Abschätzungen zur Flächenaufteilung und -befestigung zu treffen. Während die Flächen für bauliche Anlagen mit ca. 70 % als Gebäudeflächen, 20 % als Hof- und Nebenflächen und mit ca. 10 % als Grünflächen veranschlagt werden, werden Nebenflächen zu 60 % als Gebäudeflächen und zu 40 % als Hof-, Zufahrts- oder Zugangsflächen gewertet.

Hieraus ergeben sich die nachfolgend aufgeführten abflusswirksamen Flächenanteile bei konventioneller Bebauung (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1 Flächenermittlung auf Basis konventioneller Bebauung

Flächentyp	Gesamtfläche $A_{b,a}$ [m ²]	Flächen- und Befestigungsart	Anteil [-]
MU 1 - Baul. Anl.	2 700 (= 4 500 x 0,6)	Dachfläche (Ziegel, steil)	70 %
		Terrassen-, Hof-, Zufahrtsfläche (Pflaster, dicht)	20 %
		Grünfläche (Wiese, flach)	10 %
MU 1 - NA	900 (= 4 500 x 0,2)	Dachfläche (Metall, flach)	60 %
		Terrassen-, Hof-, Zufahrtsfläche (Pflaster, dicht)	40 %

Flächentyp	Gesamtfläche $A_{b,a}$ [m ²]	Flächen- und Befestigungsart	Anteil [-]
MU 2 - Baul. Anl.	(= 673 x 0,45)	Dachfläche (Ziegel, steil)	70 %
		Terrassen-, Hof-, Zufahrtsfläche (Pflaster, dicht)	20 %
		Grünfläche (Wiese, flach)	10 %
MU 2 - NA	236 (= 673 x 0,35)	Dachfläche (Metall, flach)	60 %
		Terrassen-, Hof-, Zufahrtsfläche (Pflaster, dicht)	40 %
Gesamtfläche:	4 139	Resultierendes A_U:	4 139 m²

3.3 Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt

3.3.1 Erhebung des unbebauten Referenzzustandes

Zur Ermittlung des unbebauten Referenzzustandes wird das NatUrWB-Tool herangezogen, welches auf der Herangehensweise des WaSiG-Projektes (Wasserhaushalt Siedlungsgeprägter Gewässer) basiert. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass anteilig ca. 71 % der Gesamtniederschlagshöhe in Form von Evapotranspiration wieder dem natürlichen Wasserhaushalt zugeführt werden. Ca. 29 % resultieren in Direktabfluss. Eine Besonderheit weist die Versickerungskomponente auf, welche im hiesigen Urzustand aufgrund der anstehenden Böden und der Flächennutzung nicht vorhanden ist. (vgl. Abbildung 4).

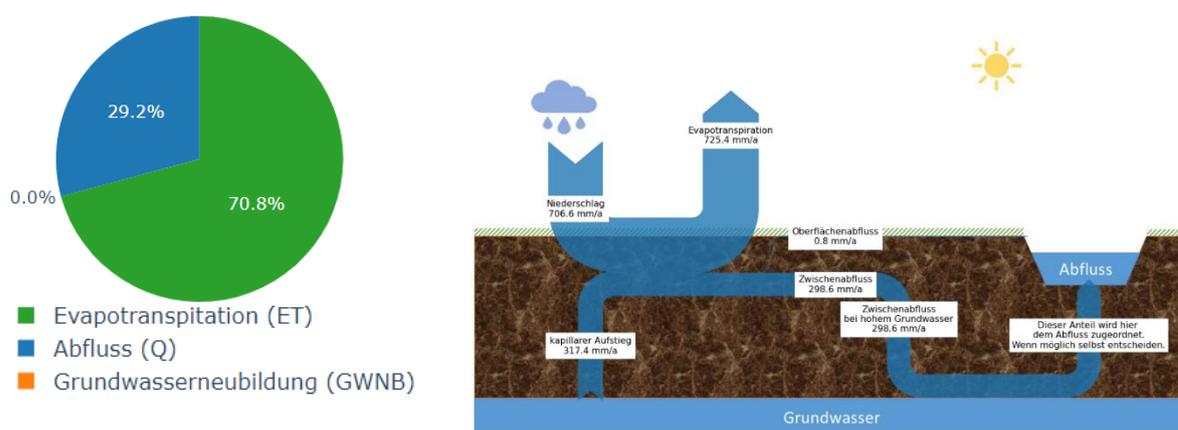


Abbildung 4 Relative (links) und absolute (rechts) Aufteilung der Niederschlagshöhe in die Komponenten des Wasserhaushaltes - Datengrundlage: https://www.naturwb.de/get_ref/result/

3.3.2 Erhebung des konventionell bebauten Referenzzustandes

Entsprechend der bestehenden Bebauung im Umfeld des Geltungsbereiches des Bebauungsplanes werden die zu schaffenden Flächen mit verschiedenen Wasserhaushalts-Beiwerten auf Basis des DWA-M 102-4 angesetzt. Der konventionelle Ansatz ist nachfolgend dargestellt (vgl. Tabelle 2).



Tabelle 2 Aufteilung der Flächen samt zugehöriger Wasserhaushaltsfaktoren auf Basis konventioneller Bebauung - (a = Abflusskomponente, g = Grundwasserneubildungskomponente, v = Verdunstungskomponente, RD = Volumen des jährlichen Direktabflusse, GWN = Volumen der jährlichen Grundwasserneubildung, Eta = Volumen der jährlichen Verdunstung) – vgl. auch Anhang 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	MU1_BA_Dach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.890	0,90	0,00	0,10	1.334	1.206	0	129	Ableitung
Fläche	MU1_BA_Hof	Pflaster mit dichten Fugen	540	0,79	0,00	0,21	381	302	0	79	Ableitung
Fläche	MU1_BA_Garten	Garten, Grünflächen	270	0,10	0,30	0,60	191	19	57	114	Ableitung
Fläche	MU1_NA_Dach	Flachdach (Metall, Glas)	540	0,86	0,00	0,14	381	328	0	53	Ableitung
Fläche	MU1_NA_Hof	Pflaster mit dichten Fugen	360	0,79	0,00	0,21	254	201	0	53	Ableitung
Fläche	MU2_BA_Dach	Steildach, alle Deckungsmaterialien	212	0,90	0,00	0,10	150	135	0	14	Ableitung
Fläche	MU2_BA_Hof	Pflaster mit dichten Fugen	61	0,79	0,00	0,21	43	34	0	9	Ableitung
Fläche	MU2_BA_Garten	Garten, Grünflächen	30	0,10	0,30	0,60	21	2	6	13	Ableitung
Fläche	MU2_NA_Dach	Flachdach (Metall, Glas)	142	0,86	0,00	0,14	100	86	0	14	Ableitung
Fläche	MU2_NA_Hof	Pflaster mit dichten Fugen	94	0,79	0,00	0,21	66	53	0	14	Ableitung

Auf Basis der Abschätzung zeigt sich, dass der Wasserhaushalt hinsichtlich der Größenverteilung der Wasserhaushaltskomponenten stark beeinflusst wird. Insbesondere erhöht sich infolge einer konventionellen Bebauung der Direktabfluss um ca. 25 %-Punkte. Im Gegenzug verringert sich die Verdunstung um ca. 26 %-Punkte, wohingegen eine leichte Zunahme von ca. 1 %-Punkt bei der Versickerung festzustellen ist (vgl. Abbildung 5, Abbildung 6 und Anhang 1).

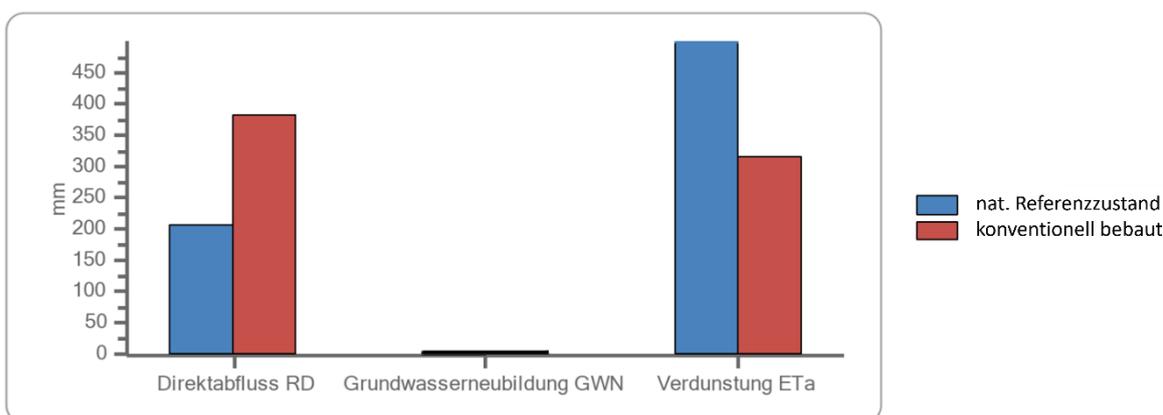


Abbildung 5 Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus konventionell bebautem und unbebautem Zustand - Datengrundlage: Wasserbilanz-Expert der FH Münster

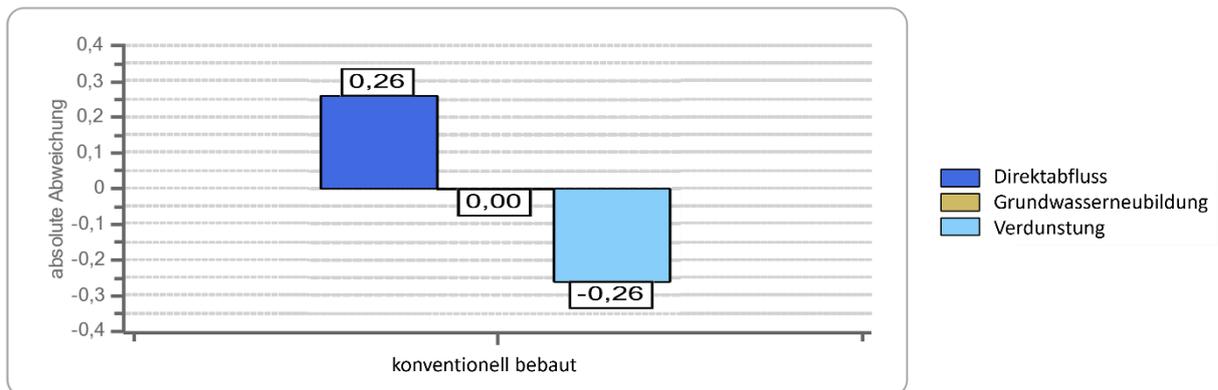


Abbildung 6 Veränderungen der Wasserhaushaltsgrößen zwischen konventionell bebautem und unbebautem Zustand - Datengrundlage: Wasserbilanz-Expert der FH Münster

3.3.3 Ermittlung der Maßnahmenswerpunkte

Aus den vorab ermittelten Ergebnissen geht ein Erfordernis zur Vermeidung von zusätzlichem Direktabfluss bei gleichzeitiger Steigerung der Verdunstung hervor. Entsprechend der Empfehlungen nach DWA-M 102-4 eignen sich hierzu insbesondere wasserdurchlässige Flächenbefestigungen, wie Pflaster mit breiten Fugen, Sickerpflaster oder ähnliches. Zudem stellt die Begrünung von Freiflächen, Dächern oder Fassaden eine geeignete Maßnahme zur Erhöhung der Verdunstung dar. Ergänzend dazu sollte die Pflanzung von Bäumen und die Anlage offener Wasserflächen geprüft werden. In Ergänzung zu den baulichen Maßnahmen ist die Verwendung von Regenwasser zu Bewässerungszwecken sinnvoll (vgl. Tabelle 3).



Tabelle 3 Wirksamkeit von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf den Wasserhaushalt - aus DWA-M 102-4, 2022 (bearbeitet)

Maßnahme	Eignung zur			Regelwerk
	Minderung des Direktabflusses	Erhöhung der Grundwasserneubildung	Erhöhung der Verdunstung	
Rückbau undurchlässiger Flächen	++	++	+	
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	+	+	+	M VV (FGSV-Nr. 947)
Begrünung von				
- Freiflächen	++	+	++	FLL (2018c)
- Dachflächen extensiv	+	-	+	FLL (2018a)
- Dachflächen 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	



3.3.4 Erhebung des naturnah bebauten Referenzzustand (Maßnahmenempfehlung)

Auf Basis der vorliegenden Informationen zum Wasserhaushalt in Kombination mit dem bereits bestehenden Bebauungsvorschlag werden passende Maßnahmen ergriffen. Im Einvernehmen mit den vorgesehenen, begrünten Flachdächern werden ca. 2/3 der Dachflächen auf den baulichen Anlagen als intensivbegrünte Dächer vorgesehen. Die verbleibende Fläche kann im Sinne der Wegeführung mit nicht-durchlässigen Materialien ausgeführt werden. Die Dachflächen auf den Nebenanlagen werden hingegen zu 100 % als intensiv begrünte Dächer ausgeführt. Zudem wird empfohlen, die Dachentwässerung zu fassen und z. B. in Zisternen zu speichern. Die Zisternengröße bemisst sich in Anlehnung an die Empfehlung zur Schaffung von ca. 50 l Retentionsvolumen pro m² befestigter Fläche. Aufgrund der Größe der Dachflächen und der gegebenenfalls schwierig zu fassenden Wegeentwässerung im verbleibenden Geltungsbereich des Bebauungsplanes wird ausschließlich die Dachfläche zugrunde gelegt. Daraus resultiert für die Dachflächen der baulichen Anlagen im Bereich MU 1 ein empfohlenes Speichervolumen von 120 m³ bzw. 20 m³ im Bereich MU 2. Das auf diesem Weg gespeicherte Wasser wird wiederum für die Bewässerung der ebenerdigen Grünflächen im Sommer vorgesehen.

Die Ausführung der Wege-, Hof- oder Zufahrtsflächen sollte im Sinne des natürlichen Wasserhaushaltes mit offenporigen Sickersteinen oder Kiesbelägen ausgeführt werden. Zudem sollte darauf geachtet werden, ca. 2/3 der Nebenanlagen zu begrünen. In diesen Flächen empfiehlt sich insbesondere die Setzung von Bäumen sowie die Anlage einer offenen Wasserfläche, wie z. B. eines Teiches. Zudem empfiehlt sich die Begrünung von Teilen der Fassade. Für die Bilanzierung wird die Teichfläche mit ca. 135 m² angesetzt (entspricht 25 % der angesetzten Hof- und Wegeflächen der Nebenanlagen). In Kombination mit den Zisternen empfiehlt es sich, den Überlauf der Zisternen an den Teich anzuschließen, um eine wirksame Maßnahmenkombination zu erzielen. An die Zisternen sollten wiederum die zuvor angesprochenen Dachflächen angeschlossen werden. Die Darstellung der Baumsetzungen sowie der Fassadenbegrünung erfolgt über die Maßnahme "Baumfläche" und wird mit ca. 120 m² angesetzt, was der Setzung von ca. 20 Bäumen oder der Anlage von ca. 360 m² Fassadenbegrünung entspricht (vgl. Tabelle 4 und Anhang 1).



Tabelle 4 Aufteilung der Flächen samt zugehöriger Wasserhaushaltsfaktoren auf Basis naturnaher Bebauung und Maßnahmen

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	MU1_BA_Dach_begrünt	Gründach mit Intensivbegrünung	1260	0,48	0	0,52	890	424	0	466	ZisternefürBewässerung_MU1
Fläche	MU1_BA_Dach_unbegrünt	Flachdach (Metall, Glas)	630	0,86	0	0,14	445	383	0	62	ZisternefürBewässerung_MU1
Fläche	MU1_BA_Hof_Grünfläche	Garten, Grünflächen	270	0,4	0	0,6	191	76	0	114	Ableitung
Fläche	MU1_BA_Hof_Wege	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	135	0,01	0,59	0,4	95	1	56	38	ZisternefürBewässerung_MU1
Fläche	MU1_BA_Garten	Garten, Grünflächen	270	0,4	0	0,6	191	76	0	114	Ableitung
Fläche	MU1_NA_Dach	Gründach mit Intensivbegrünung	540	0,48	0	0,52	381	182	0	200	ZisternefürBewässerung_MU1
Fläche	MU1_NA_Hof_Grünfläche	Garten, Grünflächen	120	0,4	0	0,6	85	34	0	51	Ableitung
Fläche	MU1_NA_Hof_Wege	Kiesbelag, Schotterrasen	120	0,01	0,59	0,4	85	1	50	34	Baumflächen
Fläche	MU2_BA_Dach_begrünt	Gründach mit Intensivbegrünung	141	0,48	0	0,52	100	47	0	52	ZisternefürBewässerung_MU2
Fläche	MU2_BA_Dach_unbegrünt	Flachdach (Metall, Glas)	71	0,86	0	0,14	50	43	0	7	ZisternefürBewässerung_MU2
Fläche	MU2_BA_Hof_Grünfläche	Garten, Grünflächen	40	0,4	0	0,6	28	11	0	17	Ableitung
Fläche	MU2_BA_Hof_Weg	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	21	0,01	0,59	0,4	15	0	9	6	ZisternefürBewässerung_MU2
Fläche	MU2_BA_Garten	Garten, Grünflächen	30	0,4	0	0,6	21	8	0	13	Ableitung
Fläche	MU2_NA_Dach	Gründach mit Intensivbegrünung	142	0,48	0	0,52	100	48	0	52	ZisternefürBewässerung_MU2
Fläche	MU2_NA_Hof	Kiesbelag, Schotterrasen	94	0,01	0,59	0,4	66	1	39	26	Baumflächen
Maßnahme	Zisterne für Bewässerung_M	Regenwassernutzung	0	0,83	0	0,17	989	819	0	171	Baumflächen
Maßnahme	Zisterne für Bewässerung_M	Regenwassernutzung	0	0,83	0	0,17	138	115	0	24	Baumflächen
Maßnahme	Teichanlage	Teich	135	0,92	0	0,08	809	742	0	68	Ableitung
Maßnahme	Baumflächen	flache Gräben mit Bewuchs	120	0,7	0	0,3	1020	714	0	306	Teichanlage

Basierend auf den zuvor getroffenen Flächenaufteilungen und den vorgesehenen Maßnahmen zeigt sich, dass ein als sehr gut zu bewertendes Ergebnis im Sinne der Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt erzielt werden kann. Im Vergleich zum konventionell bebauten Referenzzustand liegt die Abweichung des Direktabflusses in der naturnahen Variante nur noch bei ca. 2 %-Punkten, wohingegen die Versickerung um 3 %-Punkte zunimmt und die Verdunstung um 4 %-Punkte abnimmt (vgl. Abbildung 7).

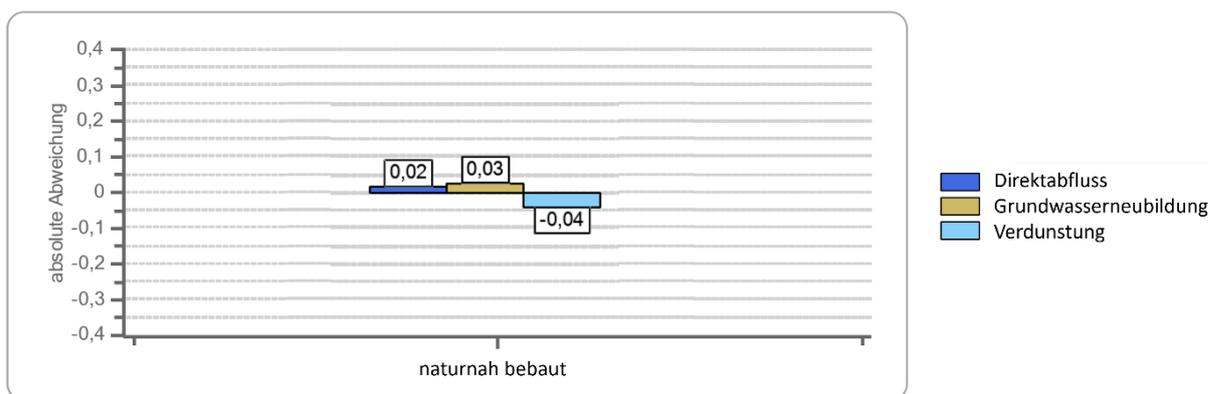


Abbildung 7 Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus naturnah bebautem und unbebautem Zustand - nicht angepasst - Datengrundlage: Wasserbilanz-Expert der FH Münster

Aufgrund der besonderen hydrogeologischen Gegebenheiten sollte davon ausgegangen werden, dass in Realität keine Zunahme der Versickerung zu erwarten ist. Die Abweichung resultiert aus der gegebenen Berechnungsgrundlage, welche bei gewissen Befestigungsmaterialien geringere Versickerungsraten als 10 mm/h nicht berücksichtigt. Die daraus resultierende Diskrepanz sollte entsprechend dem Direktabfluss zugeschlagen werden, sodass die Wasserhaushaltsbilanz eine Zunahme beim Direktabfluss von ca. 4 %-Punkten und eine Abnahme bei der Evapotranspiration von ca. 4 %-Punkten ausweist (vgl. Abbildung 8, Abbildung 9 und Anhang 1).

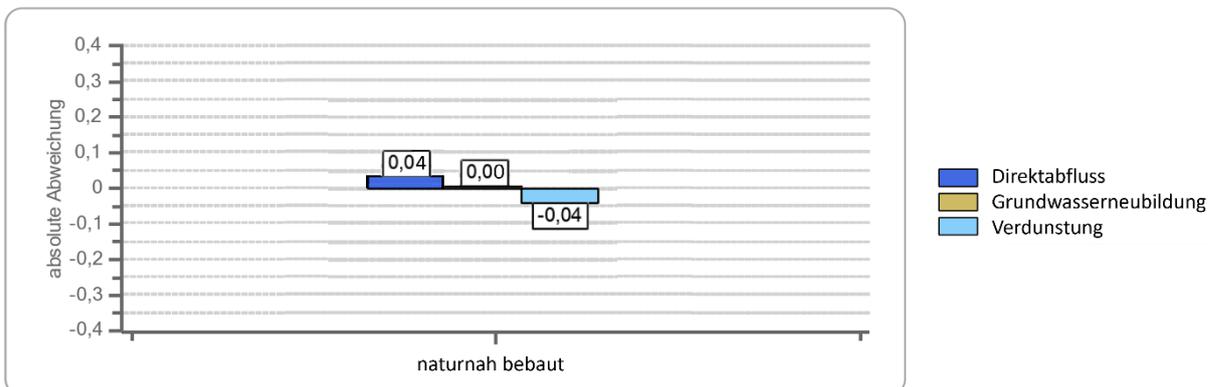


Abbildung 8 Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus naturnah bebautem und unbebautem Zustand - angepasst - Datengrundlage: Wasserbilanz-Expert der FH Münster

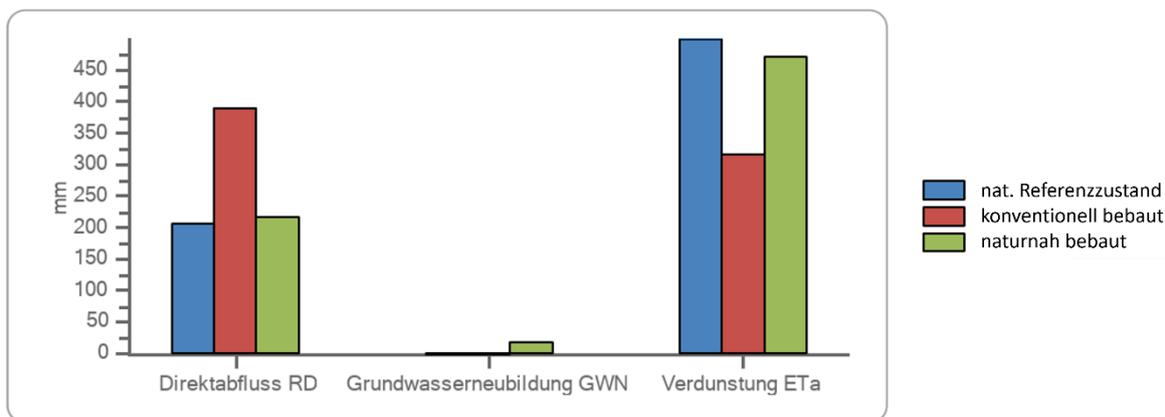


Abbildung 9 Gegenüberstellung der Wasserhaushaltsgrößen aus konventionell bebautem, naturnah bebautem und unbebautem Zustand - Datengrundlage: Wasserbilanz-Expert der FH Münster



4. Empfehlung und Fazit

Aus den vorab generierten Ergebnissen zeigt sich, dass Bauvorhaben, insbesondere solche, die eine konventionelle Bebauung vorsehen, teils signifikanten Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt haben. Als wichtigste Erkenntnis ist das tendenzielle Erfordernis zur Stärkung der Evapotranspiration zu nennen. Während die Komponente Grundwasserneubildung bereits im unbebauten Referenzzustand in ihrer Größe als nicht gegeben anzusehen ist, liegt im Referenzzustand bereits eine starke Gewichtung auf der Evapotranspiration. Für nachfolgende Baumaßnahmen ist daher festzuhalten, dass bei allen Versiegelungs-, respektive Befestigungsmaßnahmen ein entsprechender Ausgleich zugunsten der Verdunstung geschaffen werden muss.

Dass eine solche angepasste Bauweise umsetzbar ist, zeigt sich bereits im zuvor untersuchten Szenario der naturnahen Bebauung. Auf Basis bestehender Planungsansätze konnten Flächenstrukturen quantitativ so aufgeteilt werden, dass die signifikante Steigerung des Direktabflusses auf ein Minimum reduziert und zugleich die Senkung der Evapotranspiration auf das entsprechende Minimum begrenzt werden konnte. Wesentlich hierfür ist eine ausgewogene Mischung aus blau-grünen Infrastrukturen, wie der Bau und die Verwendung von Zisternen, die Anlage von Gründächern, die Setzung von Bäumen oder die Begrünung von Fassaden.



Aufgestellt:

igr GmbH
Luitpoldstraße 60a
67806 Rockenhausen

Rockenhausen, im Juni 2023

i. V. Dipl.-Ing. S. Seiffert

i. A. M. Sc. M. Bruch



Anhang 1 Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz