

Projekt: Klimaangepasste (-resiliente), integrierte Verkehrsraum- und Quartiersentwicklung am Beispiel der Moselweißer Straße im Stadtteil Koblenz-Rauental

Die lokale Wasserbilanz im Projektgebiet KO-Rauental



KOOPERATIONSPARTNER

KOBLENZ
VERBINDET.

uk universität
koblenz
weiter:denken

GEFÖRDERT VOM

IM RAHMEN DES BUNDESFÖRDERPROGRAMMS

 Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

 Anpassung
urbaner Räume
an den
Klimawandel

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1 Hintergrund	3
2 Naturnahe Wasserbilanz mittels der NatUrWB-Methodik	4
3 Untersuchte Varianten	6
4 Methodisches Vorgehen / Parameterwahl	7
4.1 Software	7
4.2 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung	8
4.2.1 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung für die Varianten 1 und 2	8
4.2.2 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung für die Variante 3	11
4.3 Parameterwahl – un bebauter Zustand	12
4.3.1 Parameterwahl	12
4.3.2 Plausibilitätsprüfung	13
4.4 Parameterwahl – bebauter Zustand	14
4.4.1 Definition Elementtyp Baumrigole – Allgemein	15
4.4.2 Elementtyp Baumrigole – Definition Komponentenanteile Variante 1	16
4.4.3 Elementtyp Baumrigole – Definition Komponentenanteile Varianten 2 und 3	16
5 Ergebnisse Wasserhaushaltsbilanz	19
6 Literaturverzeichnis	22

Einleitung

Im Rahmen des Projekts „Klimaresiliente Verkehrsraum- und Quartiersentwicklung“ ist die klimangepasste Gestaltung eines Straßenabschnitts der Moselweißer Straße in Koblenz-Rauental geplant. Neben der Pflanzung von acht Bäumen, die durch sogenannte Baumrigolen unterstützt werden sollen, ist die Entsiegelung des Kirchenvorplatzes der St. Elisabeth Kirche angedacht. Dieses Dokument zeigt die Folgen von Bebauung auf die lokale Wasserbilanz und die Auswirkung möglicher Umgestaltungen.

1 Hintergrund

Sowohl bei Neubaugebieten als auch bei Sanierungen von Bestandsflächen soll nach dem neuen DWA-Regelwerk DWA-M 102-4 eine Wasserbilanz erstellt werden. Demnach ist es das Ziel, dass sich der urbane Wasserhaushalt langfristig an die naturnahe Wasserbilanz anpasst. Hierdurch soll der Oberflächenabfluss reduziert und die Wasserkreislaufkomponenten Grundwasserneubildung und Verdunstung erhöht werden. Auch soll bei Bauvorhaben eine Verschlechterung vermieden werden. (Weiler, 2016, p. 188; DWA and BWK, 2020, p. 17, 2022, pp. 10–11).

Speziell wird diese Forderung auch im Wasserhaushaltsgesetz definiert. Nach § 5 Abs. 1 soll die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes erhalten bleiben. Zusätzlich soll eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und die quantitative Menge des Abflusses verhindert werden (WHG, 2009). Die DWA hat in dem Arbeitsblatt DWA-A 100 diese Zielsetzung übergeordnet im Zuge der integralen Siedlungsentwässerung mit aufgenommen. Demnach wird gefordert, dass eine quantitative und stoffliche Änderung der Wasserbilanz durch urbane Siedlungsstrukturen gegenüber dem natürlichen Zustand möglichst niedrig ausfallen sollte (DWA, 2006; DWA and BWK, 2020, p. 17, 2022, pp. 10–11).

In der Abbildung 1 sind die Unterschiede zwischen einer natürlichen und einer urbanen Wasserhaushaltscharakteristik dargestellt. Demnach ist es bezeichnend, dass bei einer natürlichen und naturnahen Landnutzung ein geringer Oberflächenabfluss und eine hohe Verdunstung und Grundwasserneubildung vorliegt. Im urbanen Bereich entsteht durch den hohen Versiegelungsgrad ein hoher Abfluss. Hieraus resultiert eine geringe Grundwasserneubildung, da das Wasser nicht mehr in den Boden infiltrieren kann. Auch die Verdunstungsprozesse fallen gering aus. Die genauen Größen der einzelnen Komponenten hängen von verschiedenen Randbedingungen wie zum Beispiel Standort-, klimatologischen, topografischen, Boden- und Vegetationsbedingungen ab (DWA and BWK, 2022, pp. 15–16).

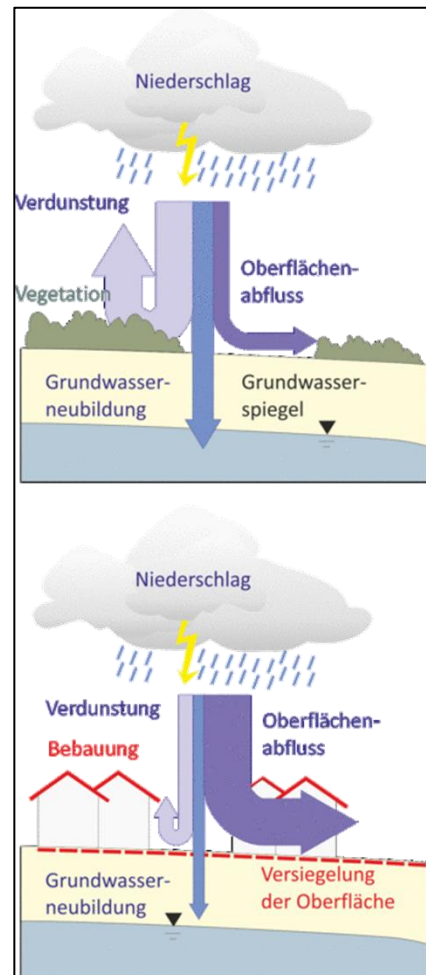


Abbildung 1: Unterschied des natürlichen und urbanen Wasserhaushaltes (Weiß, 2021)

Die Wasserhaushaltsbilanz kann somit zum Beispiel über folgende Formel für ein Einzugsgebiet angegeben werden (Weiler and Miegel, 2016, p. 45).

$$\text{Formel: } N \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] = ET \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + Q \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + \Delta S \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] \text{ (Weiler and Miegel, 2016, p. 45)}$$

Dabei beschreibt N den Niederschlag, ET die Evapotranspiration bzw. Verdunstung, Q den Abfluss und ΔS die Speicheränderung. Bei langfristigen und jährlichen Betrachtungen kann die Speicheränderung vernachlässigt werden (Weiler and Miegel, 2016, pp. 39, 45).

In der DWA-M 102-4 wird daraus resultierend die vereinfachte Wasserhaushaltsgleichung mit nachfolgender Formel beschrieben. Dabei stellt P_{korr} den korrigierten Niederschlag und ET_a die aktuelle Verdunstung dar. Über vereinfachte Annahmen wird der Abfluss R in die Teilkomponenten R_D für Direktabfluss und GWN bzw. R_B für Grundwasserneubildung bzw. Basisabfluss aufgeteilt (DWA and BWK, 2022, p. 19).

$$\text{Formel: } P_{\text{korr}} \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] = R_D \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + GWN \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + ET_a \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] \text{ (DWA and BWK, 2022)}$$

Bei einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist beim Einsatz von Versickerungsanlagen darauf zu achten, dass die Versickerungskomponente des Wasserhaushaltes nicht unnatürlich ansteigt. Durch einen hohen Grundwasserstand können Schäden an der Bestandsbebauung oder sonstige nachteilige Auswirkungen resultieren (Weiler, 2016, p. 188).

2 Naturnahe Wasserbilanz mittels der NatUrWB-Methodik

Für Koblenz kann die naturnahe Wasserbilanz mittels der „naturnahen urbanen Wasserbilanz“ Methode (kurz: NatUrWB) bestimmt werden. Dabei handelt es sich um ein Bilanzierungsmodell, welches von der Universität Freiburg weiterentwickelt und veröffentlicht wird. Über ein spezielles Tool, welches online zur Verfügung gestellt wird, können die Bilanzen deutschlandweit abgerufen werden. Hierdurch soll ein Referenzwert geschaffen werden, um später die urbane mit der natürlichen Wasserbilanz vergleichen zu können. Die Ergebnisse des Tools spiegeln den naturnahen Zustand in urbanen Gebieten wider. Diese beschreiben den Zustand für die untersuchte Fläche, wenn keine Besiedelung, sondern eine Nutzung als Kulturlandschaft vorliegt. Die zur Ermittlung maßgebenden Kulturlandschaften liegen in der Umgebung und haben eine ähnliche Lage und gleiche Bodenstruktur wie die urbane Siedlungsfläche (Schmit *et al.*, 2022).

Nachfolgend wird der naturnahe Zustand für das Untersuchungsgebiet in Koblenz aufgezeigt. Als Abfrageraum wird dabei derselbe Bereich wie in Kapitel 4.2 beschrieben definiert. Diese Erkenntnisse können dann bei den nachfolgenden Wasserbilanzen, welche mittels WABILA erstellt werden (Kap. 4), als Grundlage für Kalibrierungen und Plausibilitätsprüfungen dienen.

Naturnahe urbane Wasserbilanz – Planungsgebiet Koblenz

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Ergebnisse für den naturnahen Zustand in Koblenz dargestellt. Das Tool ordnet den Untersuchungsraum zu der Bodengesellschaft mit größtenteils Parabraunerden, welche aus einem Hochflutlehm resultieren und wenig vorkommenden Regosolen zu (Schmit *et al.*, 2022).

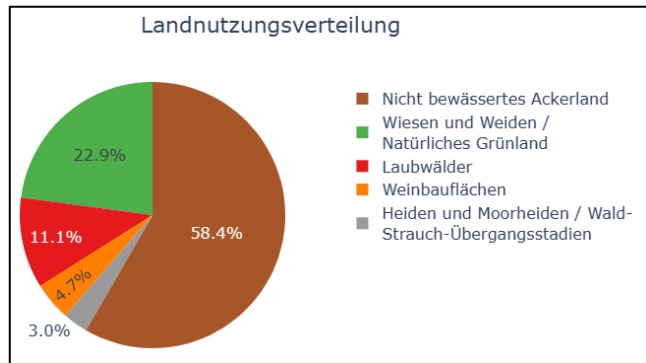


Abbildung 2: Landnutzungsverteilung bei einem naturnahen Zustand im Planungsgebiet Koblenz (Schmit *et al.*, 2022)

Würde in dem Planungsgebiet keine urbane Siedlungsstruktur vorliegen, würde eine naturnahe Landnutzungsverteilung nach Abbildung 2 existieren. Demnach könnten ca. 58,4 % der Fläche als nicht bewässertes Ackerland verwendet werden. Die zweitgrößte Komponente stellen mit ca. 23 % natürliche Grünflächen und Wiesen dar. Den geringsten Anteil bilden die Landnutzungsarten Laubwälder mit 11 % und Weinbauflächen mit ungefähr 5 %.

In der Abbildung 3 werden die einzelnen quantitativen Größen der Wasserkreislaufkomponenten aufgezeigt. Diese werden anhand der integrierten Datensätze im Tool bestimmt. Als maßgebende potenzielle Verdunstung liegen 664 [mm/a] und als Niederschlag 653,5 [mm/a] vor. Bei einem naturnahen Wasserhaushalt resultiert hieraus eine Tiefenperkolatation von 164,4 [mm/a], welche die Grundwasserneubildung und eine Evapotranspiration von 434 [mm/a], welche die Verdunstungskomponente widerspiegelt. Der Gebietsabfluss setzt sich aus einem Oberflächenabfluss mit 5,7 [mm/a] und einem Zwischenabfluss von 50 [mm/a] zusammen, wodurch die Abflusskomponente mit insgesamt 55,7 [mm/a] zu beschreiben ist.

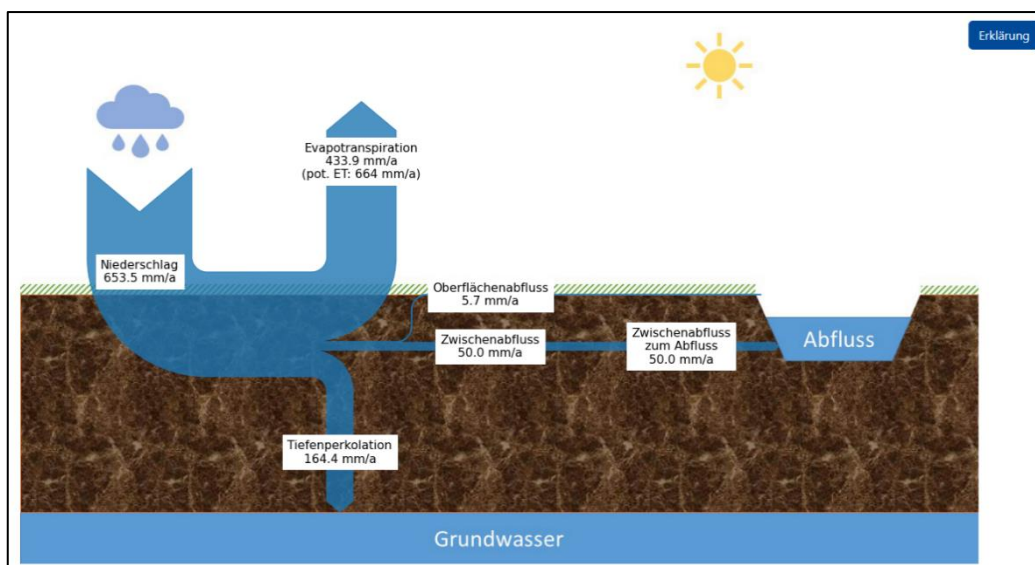


Abbildung 3: Quantitative Verteilung der einzelnen Komponenten des Wasserkreislaufs in Koblenz (Schmit *et al.*, 2022)

Um die Komponenten der naturnahen Wasserhaushaltsbilanz prozentual beschreiben zu können, sind die oben beschriebenen quantitativen Werte in den nachfolgenden beiden Diagrammen dargestellt. Demnach teilen sich die Komponenten des Wasserhaushaltes in

66,3 % für die Evapotranspiration, 25,1 % für die Grundwasserneubildung und 8,5 % für den Abfluss auf. Demnach liegt hauptsächlich eine Verdunstungs- und Grundwasserneubildungscharakteristik in dem Gebiet vor. Da lediglich eine Bodengesellschaft im Untersuchungsraum vorliegt sind die daraus resultierenden Werte gleichbeschreibend mit dem Zielwert. Demnach liegt keine Ergebnisspannweite vor und es muss keine zusätzliche Analyse durchgeführt werden, um den maßgebenden Zielwert zu bestimmen.

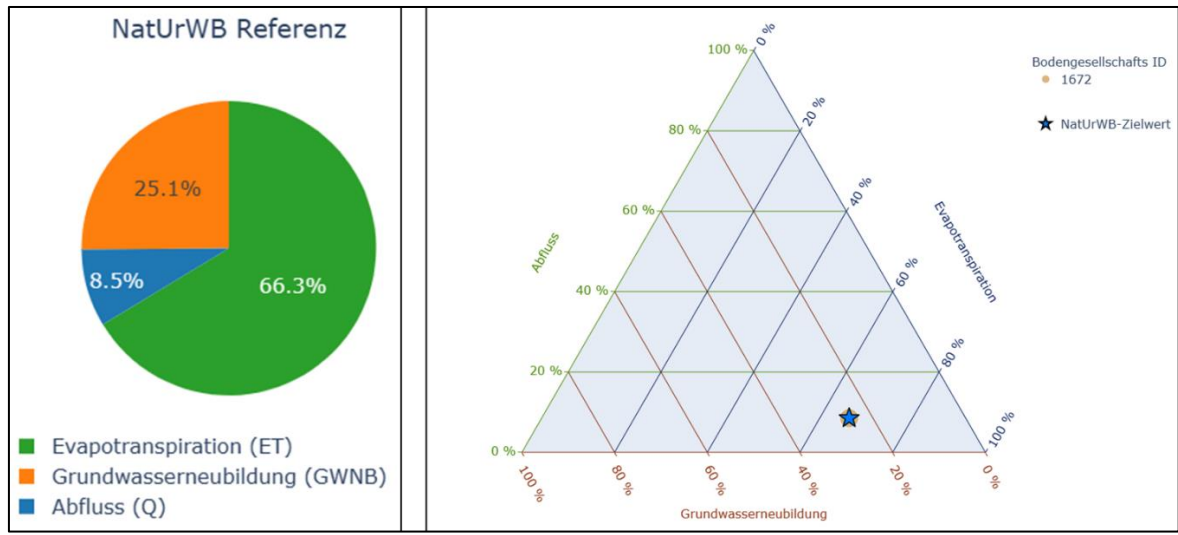


Abbildung 4: Ergebnis der naturnahen Wasserbilanz im Planungsgebiet Koblenz als Kreisdiagramm (links) und Dreiecksdiagramm (rechts) (Schmit et al., 2022)

3 Untersuchte Varianten

In diesem Dokument werden insgesamt drei Wasserhaushaltsvarianten untersucht. Die Variante 1 beschreibt den Zustand, dass als abflusswirksame Fläche die Dachflächen angeschlossen und das Baumrigolsystem über die Rigolenseite geöffnet sind und eine Versickerung stattfinden kann. Bei den zwei weiteren Varianten findet keine Versickerung statt. Variante 2 untersucht dabei den Fall, wenn das Baumrigolensystem komplett abgedichtet ist, aber weiterhin ein Anschluss der Dachflächen erfolgen soll. Ähnlich ist Variante 3, wo jedoch die Dachflächen nicht als abflusswirksam angesetzt werden (Siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Lokale Wasserbilanz Koblenz – untersuchte Soll-Zustand Varianten

Variante	Beschreibung	Szenario
Soll-Zustand Variante 1	<ul style="list-style-type: none"> Dachflächen angeschlossen Seitliche Versickerung in der Baumrigole möglich 	<p><u>Alle 3 Varianten jeweils für die Szenarien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Unbebauter Zustand Ist – Zustand Soll – Zustand
Soll-Zustand Variante 2	<ul style="list-style-type: none"> Dachflächen angeschlossen Baumrigolensystem ist komplett abgedichtet 	
Soll-Zustand Variante 3	<ul style="list-style-type: none"> Dachflächen sind nicht angeschlossen Baumrigolensystem ist komplett abgedichtet 	

Zusätzlich sollen für jede Variante die Wasserbilanzen von jeweils drei Szenarien bestimmt werden. Diese setzen sich aus dem unbebauten, dem Ist- und dem Soll-Zustand zusammen. Der unbebaute Zustand spiegelt dabei die Wasserbilanz wider, für den Fall, dass keine urbane Bebauung im Untersuchungsgebiet vorliegen würde. Zusätzlich stellt dieser den Referenzzustand dar, welcher langfristig anzustreben ist. Der bebaute Zustand wird durch die Szenarien Ist- und Soll-Zustand untersucht. Der Ist-Zustand ist dabei die jetzige Situation vor der Straßenraumumgestaltung, wohingegen der Soll-Zustand die zukünftigen Gegebenheiten widerspiegeln soll. Hier werden die geplanten Baumrigolen berücksichtigt. Durch einen Vergleich der drei Szenarien und Varianten untereinander wird die Wirkung und der Nutzen der dezentralen Bewirtschaftung nachgewiesen. Vor allem die Annäherung an den unbebauten bzw. natürlichen Zustand durch die Maßnahme steht im Mittelpunkt. Der unbebaute und Ist-Zustand sind aufgrund der gleichen Rahmenbedingungen bei allen drei Varianten identisch. Lediglich im Soll-Zustand treten bei der Variantenuntersuchung Unterschiede auf, welche in den kommenden Kapiteln vorgestellt werden.

4 Methodisches Vorgehen / Parameterwahl

4.1 Software

Die Wasserhaushaltsbilanz für den unbebauten und bebauten Zustand, wird mit dem Softwaretool Wasserbilanz-Expert (kurz: WABILA) berechnet. Das Programm wird im Zuge einer Masterthesis und der Nachbereitung von der Hochschule Koblenz für den Bearbeitungszeitraum zur Verfügung gestellt.

Bei der Software handelt es sich um ein Bilanzierungsmodell, welches über die Verwendung von Systemfunktionen den Wasserhaushalt berechnen kann. Nachfolgend sind die maßgebenden Formeln dargestellt. Formel 1 und 5 geben dabei die bereits beschriebene einfache Wasserbilanz aus Kapitel 0 wieder. Für die darin dargestellten einzelnen Komponenten kann mittels der Formeln 2 – 4 ein maßgebender Anteil berechnet werden. Dieser stellt den Komponentenanteil im mittleren Jahresniederschlag dar. Das Programm WABILA verwendet diese Anteile als Berechnungsgrundlage und berechnet mittels Formel 6 die Wasserbilanz. Bei der Plausibilitätskontrolle muss beachtet werden, dass die Anteile v (Anteil Verdunstung), g (Anteil Grundwasserneubildung) und a (Anteil Abfluss) wie in Formel 7 beschrieben, am Ende genau den Wert 1 ergeben müssen. Mittels der Systemfunktionen können Flächennutzungen und Bewirtschaftungsmaßnahmen definiert werden. Hierdurch wird die bebaute Fläche wiedergespiegelt (DWA and FH Münster, 2018, pp. 1–4; DWA and BWK, 2022, pp. 19–20).

$$1. \text{ Formel: } P_{\text{korr}} \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] = R_D \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + GWN \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] + ET_a \left[\frac{\text{mm}}{\text{Bezugszeitraum}} \right] \quad (\text{DWA and BWK, 2022})$$

$$2. \text{ Formel: } a = \frac{R_D \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]}{P_{\text{korr}} \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]} \quad (\text{DWA and BWK, 2022})$$

$$3. \text{ Formel: } g = \frac{GWN \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]}{P_{\text{korr}} \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]} \quad (\text{DWA and BWK, 2022})$$

$$4. \text{ Formel: } v = \frac{ET_a \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]}{P_{\text{korr}} \left[\frac{\text{mm}}{a} \right]} \quad (\text{DWA and BWK, 2022})$$

5. Formel: $P \left[\frac{mm}{a} \right] = ET_a \left[\frac{mm}{a} \right] + GWN \left[\frac{mm}{a} \right] + R_D \left[\frac{mm}{a} \right]$ (DWA and FH Münster, 2018, p. 1)

6. Formel: $P \left[\frac{mm}{a} \right] = v * P \left[\frac{mm}{a} \right] + g * P \left[\frac{mm}{a} \right] + a * P \left[\frac{mm}{a} \right]$ (DWA and FH Münster, 2018, p. 1)

7. Formel: $1 = v + g + a$ (DWA and FH Münster, 2018, p. 1)

4.2 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung

Eine wichtige Eingabegröße für die Wasserbilanz ist das Bilanzgebiet. Dieses spiegelt die Fläche wider, wofür später der Wasserhaushalt berechnet wird. Die DWA schlägt dabei vor, dass die Fläche das kanalisierte Einzugsgebiet inklusiver unbebauter Gebiete umfassen soll (DWA and BWK, 2022, p. 21). Für das Bilanzgebiet muss danach noch eine Flächenaufteilung in die einzelnen Arten durchgeführt werden, um später den bebauten Zustand darstellen zu können. Nachfolgend sind die Festlegungen für Koblenz dargestellt.

4.2.1 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung für die Varianten 1 und 2

Die Umrandung des Bilanzmodells orientiert sich an das kanalisierte Einzugsgebiet. Dabei wird geschaut in welche Richtungen die Häuser jeweils entwässern. Da im Entwässerungsplan keine Hausanschlüsse eingezeichnet sind findet eine grobe Abschätzung statt. Dabei wird sich jedoch im Wesentlichen auf den Projektraum beschränkt. Die äußeren Grenzen stellen dann die Flurstücksgrenzen der maßgebenden Gebäude dar. Zusätzlich werden auch die restliche Straßenfläche und gegenüberliegende Bebauung, inklusiver Kirche mitberücksichtigt (Siehe Abbildung 5).

Die Flächen sind mit Hilfe der Eindrücke aus der Ortsbegehung, Lageplänen und Luftbildern unterteilt worden. Die Abbildung 5 stellt die vorhandene Ausgangssituation (Ist-Zustand) dar. Diese Aufteilung ist maßgebend für alle drei Variantenuntersuchungen. Wie daraus erkennbar ist, liegt eine hohe Versiegelung vor, welche über die Kanalisation abgeleitet wird. Auf den privaten Grundstücken liegen nur selten Grünflächen bzw. Gärten vor. Neben den Häusern werden die übrigen Flächen eher als Hof- oder Garagenfläche verwendet.

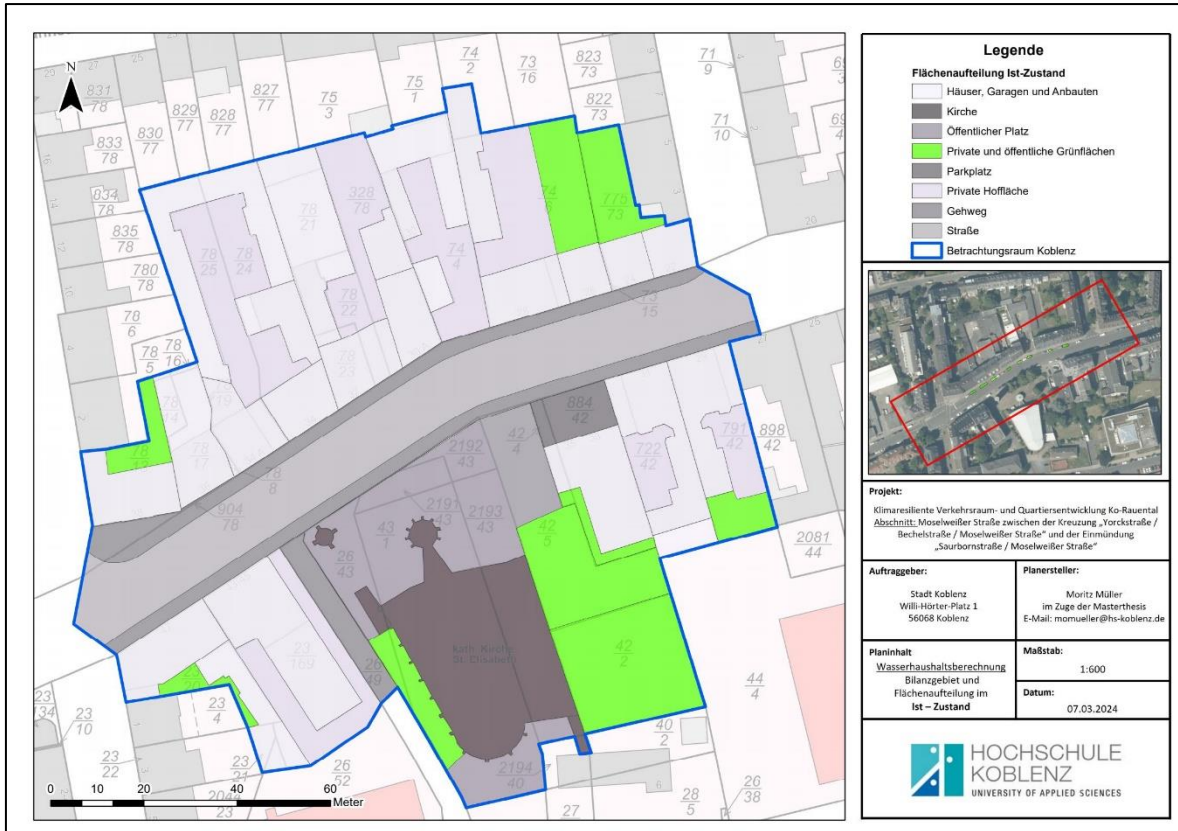


Abbildung 5: Bilanzgebiet und Flächenaufteilung zur Ermittlung der Wasserbilanz in Koblenz – Ist - Zustand (ESRI, 2018; LVermGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023b, 2023a)

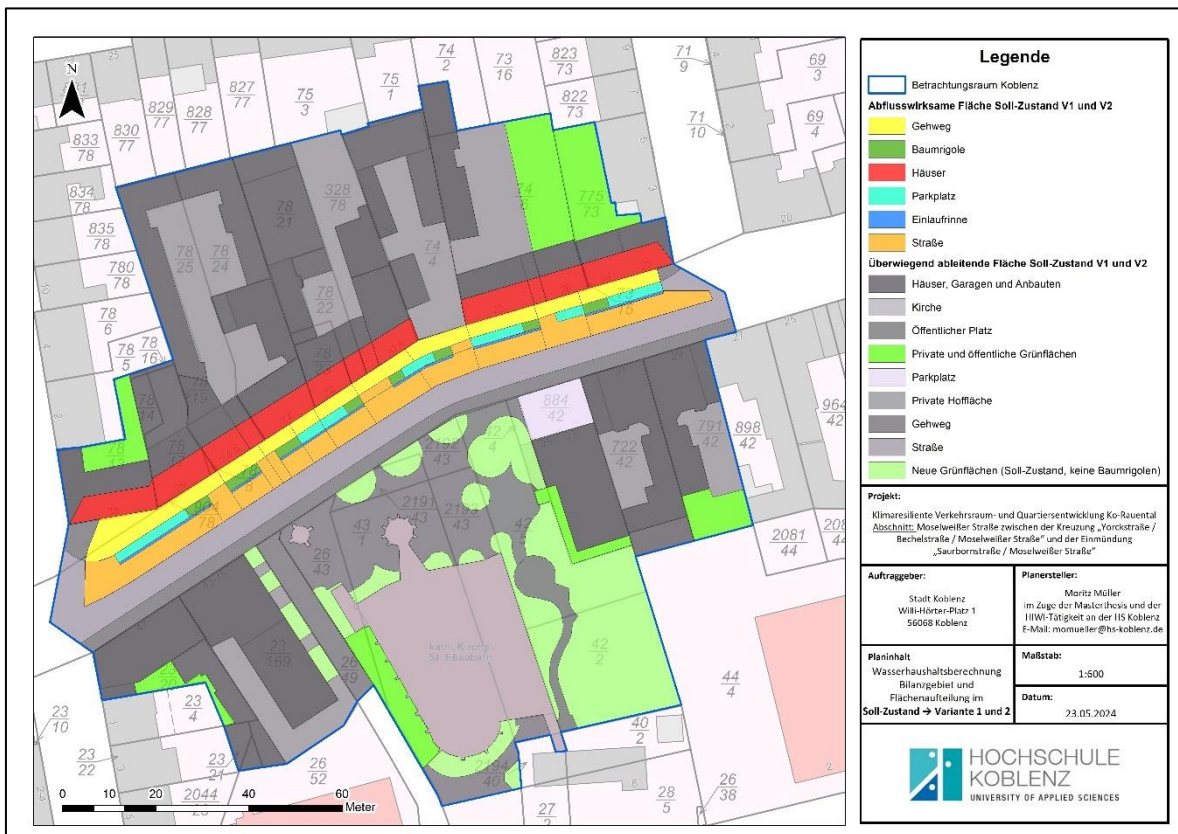


Abbildung 6: Bilanzgebiet und Flächenaufteilung zur Ermittlung der Wasserbilanz in Koblenz – Soll - Zustand für die Varianten 1 und 2 (ESRI, 2018; LVermGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023b)

In der Abbildung 6 sind die Flächenaufteilungen für den Soll-Zustand der Varianten 1 und 2 dargestellt. Hier sind die geplanten Bewirtschaftungsmaßnahmen und sonstigen Umgestaltungen mitberücksichtigt worden. Dabei wird sich an die Entwurfsplanung des Projekts vom Architekturbüro Kronenberg orientiert (Anhang). Bei den Flächen findet eine Unterteilung zwischen abflusswirksamer Fläche, welche in die Baumrigolen entwässern und Flächen, welche überwiegend abgeleitet werden statt. Dabei wird die Planungsvariante berücksichtigt, bei der auch Dachflächen abflusswirksam sind.

Im nächsten Schritt müssen die jeweiligen Flächen noch den maßgebenden Elementtypen zugeordnet werden (Siehe Tabelle 2). Diese sind ebenfalls analog aus den Eindrücken der Ortsbegehung und Luftbildern. Zur Vereinfachung sind einige Annahmen getroffen worden. So werden generell die Gebäude, Garagen und Anbauten zusammengefasst dargestellt. Als Elementtyp wird ein Schrägdach festgelegt. In der Realität existieren jedoch Garagen oder Anbauten, welche ein Flachdach aufweisen. Diese Flächen können jedoch weder auf den Luftbildern noch bei der Ortsbegehung richtig zugeordnet werden, wodurch die Annahme auf der sicheren Seite liegt. Lediglich für zwei Gebäudeflächen ist sicher, dass diese ein Flachdach besitzen. Bei den Hofflächen wird als Elementtyp ein teildurchlässiger Belag mit einem Fugenanteil von 6 – 10 % angenommen. Hier liegt die gleiche Problematik wie bei den Anbauten und Garagen vor. Da sich diese Flächen hinter der Reihenbebauung befinden, können diese bei der Ortsbegehung von der Straße aus nicht eingesehen werden. Auf dem Luftbild werden zum Beispiel teilweise Terrassen oder gepflasterte Hofflächen erkannt. Die Annahme soll dabei zum einen komplett abgedichtete Beläge aber auch leicht durchlässige Beläge widerspiegeln. Bei den in der Entwurfsplanung vorgesehenen Kirchenvorplatz- und Parkplatzbelägen wird als Elementtyp „teildurchlässige Beläge“ gewählt. Die Annahme resultiert aus der Tatsache, dass noch keine finalen Materialien definiert worden sind. Die Flächennutzung „sonstige Grünflächen“ spiegelt öffentliche Grünflächen wider, welche im Zuge der Umgestaltung angelegt werden, aber nicht in die Baumrigolen entwässern.

Tabelle 2: Aufteilung der Flächen in die maßgebenden Elementtypen für den Ist- und Soll- Zustand der Varianten 1 und 2

Wasserhaushaltsbilanz - Flächenaufteilung im Untersuchungsraum in Koblenz für die unterschiedlichen Varianten							
Ist-Zustand Variante 1 - 3 (vor der Umgestaltung)				Soll-Zustand Variante 1 - 2 (nach der Umgestaltung)			
	Art	Element	Größe [m ²]		Art	Element	Größe [m ²]
Entwässerung: Hauptsächlich Ableitung über Kanalisation	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach	4939	Entwässerung: Hauptsächlich Ableitung über Kanalisation	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach	4207
	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (rau)	592		Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (rau)	592
	Kirche	Steildach	1234		Kirche	Steildach	1234
	Öffentlicher Platz	Pflaster mit dichten Fugen	1490		Öffentlicher Platz	Teildurchlässige Beläge	1093
	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	2172		Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	1048
	Parkplatz	Pflaster mit dichten Fugen	168		Parkplatz	Pflaster mit dichten Fugen	139
	Private Hoffläche	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6 bis 10 [%])	2272		Private Hoffläche	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6 bis 10 [%])	2195
	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	1179		Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	860
	Straße	Asphalt	1951		Straße	Asphalt	928
Gesamtsumme:			15997	Gesamtsumme:			13808
Info	<ul style="list-style-type: none"> Bei den Garagen wird angenommen, dass überall Steildächer vorliegen. Bei der Ortsbegehung und beim Luftbild konnten diese Arten nicht begutachtet werden, da sich die Flächen im Privateigentum befinden und von der Straße nicht einsehbar sind Bei den privaten Hofflächen konnte ebenfalls der Flächenbelag beim Luftbild und bei der Ortsbegehung nicht zugeordnet werden. Pauschal wird deshalb angenommen, dass ein teildurchlässiger Belag mit 6 - 10 [%] Fugenanteil vorliegt Die sonstigen Grünflächen beim Soll-Zustand sind Grünflächen, welche im Zuge der Umgestaltung neu gestaltet werden, aber nicht in die Baumrigole entwässern und somit nicht zur abflusswirksamen Fläche zählen 			Baumrigolen		Grünfläche	81
				Gehweg		Pflaster mit dichten Fugen	473
				Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)		Steildach	705
				Parkplätze		Teildurchlässige Beläge	138
				Einlaufrinne		Pflaster mit dichten Fugen	49
				Straße		Asphalt	743
				Gesamtsumme:			2189
Variante 1: Dachflächen angeschlossen → Seitliche Versickerung in der Baumrigole möglich Variante 2: Dachflächen angeschlossen → Baumrigole ist komplett abgedichtet, keine Versickerung möglich							

4.2.2 Bilanzgebiet / Flächenaufteilung für die Variante 3

Für die Variante 3 ist das Vorgehen und die Bestimmung des Bilanzgebietes identisch zum vorherigen Unterkapitel. Auch die Bilanzgröße ist mit 15997 [m²] gleich groß gewählt. Hierdurch gilt für die Variante 3 ebenfalls die Flächenaufteilung für den Ist-Zustand aus Tabelle 2, da hier keine Änderung der Randbedingungen vorliegt.

Die Flächenaufteilung für den Soll-Zustand hingegen unterscheidet sich zu den anderen Varianten. Das resultiert aus der Tatsache, dass die Dachflächen bei dieser Variante nicht als abflusswirksam angesetzt werden. Stattdessen werden die Dachflächen zum Einzugsgebiet der Kanalisation gezählt (Siehe Abbildung 7). Auch die Bestimmung der Elementtypen erfolgt analog zu den Festsetzungen aus Kapitel 4.2.1 und wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

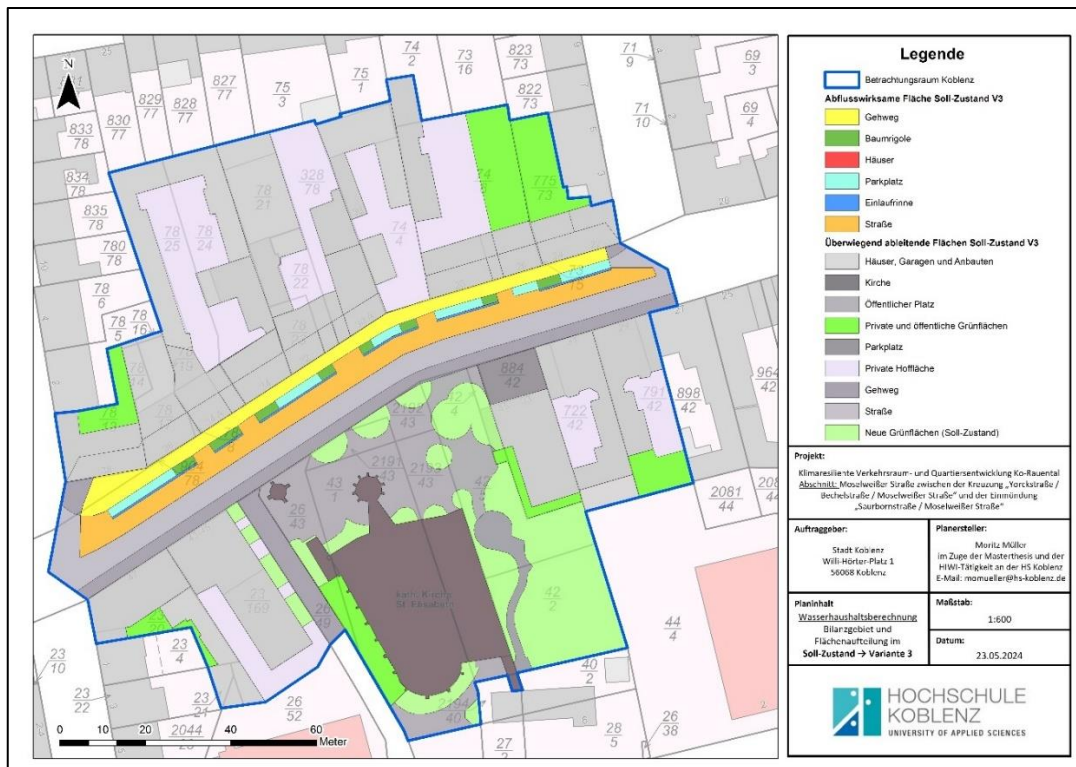


Abbildung 7: Bilanzgebiet und Flächenaufteilung zur Ermittlung der Wasserbilanz in Koblenz – Soll - Zustand für die Variante 3 (ESRI, 2018; LVermGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023b)

Tabelle 3: Aufteilung der Flächen in die maßgebenden Elementtypen für den Soll – Zustand der Variante 3

Wasserhaushaltsbilanz - Flächenaufteilung im Untersuchungsraum in Koblenz für die Variante 3								
Soll-Zustand Variante 3 (nach der Umgestaltung)								
	Art	Element	Größe [m ²]		Art	Element	Größe [m ²]	
Entwässerung: Hauptsächlich Ableitung über Kanalisation	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach	4912	Abflusswirksame Fläche (entwässert in Baumrigole)	Baumrigolen	Grünfläche	81	
	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (rau)	592		Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	473	
	Kirche	Steildach	1234		Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach	0	
	Öffentlicher Platz	Teildurchlässige Beläge	1093		Parkplätze	Teildurchlässige Beläge	138	
	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	1048		Einlaufrinne	Pflaster mit dichten Fugen	49	
	Parkplatz	Pflaster mit dichten Fugen	139		Straße	Asphalt	743	
	Private Hoffläche	Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6 bis 10 [%])	2195		Gesamtsumme:		1484	
	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	860		Variante 3: Dachflächen nicht angeschlossen → Baumrigole ist komplett abgedichtet, keine Versickerung möglich			
	Straße	Asphalt	928					
	Sonstige Grünflächen	Garten, Grünflächen	1512					
	Gesamtsumme:		14513					

4.3 Parameterwahl – unbebauter Zustand

Das Programm WABILA benötigt, um die unbebaute Wasserbilanz ermitteln zu können die Eigenschaften des unbebauten Zustandes. Dazu müssen die Parameter für die potenzielle Evapotranspiration ET_p , reale Evapotranspiration ET_a , den Direktabfluss R_D , die Grundwasserneubildung GWN und den Niederschlag P definiert werden. Die DWA beschreibt verschiedene Möglichkeiten, um die Werte zu ermitteln wie zum Beispiel das WaSiG-Verfahren, das GW_{neu} Verfahren oder dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (kurz: HAD) (DWA and BWK, 2022, p. 20).

Da für Koblenz keine genauen Referenzwerte und auch keine weiterführenden Berechnungsprogramme vorliegen, werden die Parameter mittels dem Hydrologischen Atlas von Deutschland bestimmt. Hier können die jeweiligen Werte von unterschiedlichen Karten abgelesen werden, welche die Informationen über Rasterfelder zur Verfügung stellen. Da die Untersuchungsräume mitten im urbanen Siedlungsraum liegen und somit Parameter für diese Standorte nicht den unbebauten Zustand widerspiegeln, wird seitens der DWA empfohlen, dass die Parameter von einem Rasterfeld im HAD gewählt werden, welches im Umfeld des Untersuchungsraums liegt, aber keine bzw. nur eine minimale Bebauung aufweist. Das maßgebende Gebiet im Umfeld soll hierdurch den Zustand im Untersuchungsraum repräsentieren, wenn keine urbanen Strukturen vorhanden wären (DWA and BWK, 2022, p. 21).

Nachfolgend werden die jeweiligen gewählten Parameter für Koblenz vorgestellt. Auch eine Plausibilitätsprüfung mit den Ergebnissen aus Kapitel 2 und den Datensätzen des Deutschen Wetterdienstes wird durchgeführt.

4.3.1 Parameterwahl

Da der Untersuchungsraum in der Innenstadt von Koblenz liegt und auch die direkte Umgebung bebaut ist, wird als maßgebendes Rasterfeld, um den unbebauten Zustand zu repräsentieren, ein Abschnitt nördlich von Bubenheim gewählt (Siehe grüne Markierung, Abbildung 8). Dieser liegt ungefähr 4,5 Kilometer vom Bilanzgebiet entfernt (rote Markierung). Bei der Wahl wird darauf geachtet, dass ungefähr die gleichen topografischen Bedingungen vorliegen. Auch wird ein Gebiet gewählt, welches eine gewisse Nähe zum Rhein aufweist. Es wird davon ausgegangen, dass wenn in der Moselweißer Straße keine Bebauung vorliegen würde, die Fläche mit Ackerfläche, Grünflächen und geringfügigen Waldflächen bewirtschaftet werden würde, weshalb das Rasterfeld ebenfalls als geeignet erscheint.

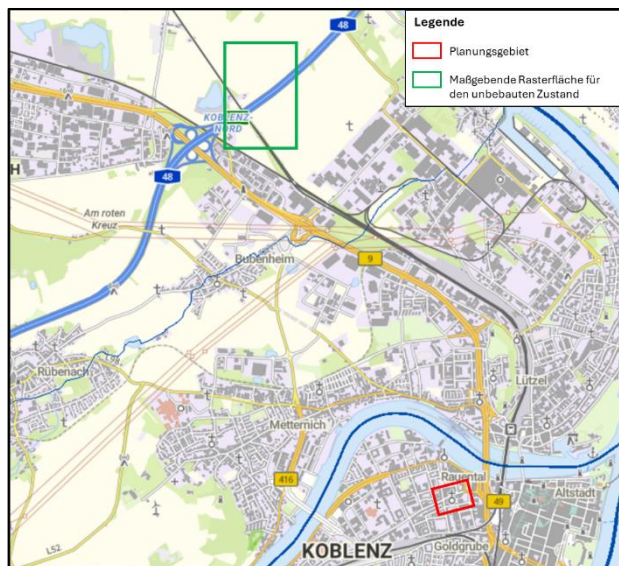


Abbildung 8: Maßgebendes Rasterfeld zur Ermittlung des urbanen Zustandes für den Untersuchungsraum in Koblenz (BFG, 2003)

Nachfolgende Tabelle stellt die aus dem Rasterfeld ermittelten Parameterwerte dar, welche als Grundlage in WABILA für den unbebauten Zustand eingetragen werden und für die Varianten 1 – 3 maßgebend sind. Für den Niederschlag soll nach den Formeln der DWA der korrigierte Niederschlag P_{korr} angesetzt werden (DWA and BWK, 2022, pp. 19, 22). Dieser Wert wird auch später im Programm WABILA für den Niederschlag angesetzt, auch wenn dieser dort nicht explizit gefordert wird.

Tabelle 4: Gewählte Parameter unbebauter Zustand - Untersuchungsraum Koblenz

Wasserhaushaltskomponente (Parameter)	Einheit	Wert	Quelle
Grundwasserneubildung GWN	[mm/a]	125	(BFG, 2003)
Abfluss R	[mm/a]	197	
Direktabfluss R_D	[mm/a]	72	
Reale Evapotranspiration ET_a	[mm/a]	499	
Potenzielle Evapotranspiration ET_p	[mm/a]	596	
Korrigierter Niederschlag P_{korr}	[mm/a]	690	

Zusätzlich wird in WABILA bei den Eingabedaten ein Bruttoreuminhalt von 15997 [m²] definiert, der dem Bilanzgebiet von Kapitel 4.2 entspricht. Für den k_f -Wert wird analog zur hydraulischen Bemessung ein Wert von $k_f = 1 * 10^{-6} \left[\frac{m}{s} \right]$ bzw. $3,6 \left[\frac{mm}{h} \right]$ angenommen.

4.3.2 Plausibilitätsprüfung

Bei der Wahl des geeigneten Rasterfeldes fällt jedoch auf, dass bei manchen Parametern starke Schwankungen zwischen den Rasterfeldern im HAD auftreten können. Die Wasserbilanz kann je nach Wahl der Parameter andere Ergebnisse aufweisen. Daher wird eine Plausibilitätsprüfung mit den naturnahen Ergebnissen aus Kapitel 2 durchgeführt. Als dritte Verifizierungsstufe werden für manche Parameter zudem vorliegende Datensätze vom DWD als Grundlage angesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Verdunstungscharakteristik von Koblenz dargestellt. Die Werte stammen vom Deutschen Wetterdienst. Zu beachten ist, dass die Werte ebenfalls über Rasterfelder vorliegen und über verschiedene Methoden von den Stationsdaten auf diese Rasterfelder interpoliert worden sind, wodurch ebenfalls Schwankungen zu den realen Gegebenheiten vorliegen könnten. Die Werte spiegeln einen Messzeitraum von 1991 bis 2020 (30 Jahre) wider (DWD CDC, 2021b, 2021a).

Tabelle 5: Verdunstungscharakteristik Koblenz (Werte zusammengefasst von (DWD CDC, 2021b, 2021a))

Verdunstungscharakteristik Koblenz														
Untersuchungsraum: Beginn an der Kreuzung "Yorkstraße / Bechelstraße / Moselweißer Straße" und Ende an der Einmündung "Saubornstraße / Moselweißer Straße"	Zeitraum von 1991 bis 2020 (30 a)												Jahr [mm/Jahr]	
	Einheit	Vegetationsphase									Nicht Veg. Phase			
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov		Dez
Potenzielle Evapotranspiration ET_p	[mm/M]	13,6	19,8	42,9	72,3	96,8	109,3	116,8	93,4	51,9	26,5	13,5	10,4	667,2
Reale Evapotranspiration ET_a	[mm/M]	13,5	19,1	38,6	53,4	64,5	68,7	65,7	54,9	35,6	23,1	12,9	10,3	460,3
Info	Die Werte sind anhand von Rasterdaten, welche vom DWD zur Verfügung gestellt werden ermittelt worden													
Quelle	Werte stammen aus (DWD CDC, 2021a, 2021b)													

Wie aus der Tabelle 6 ersichtlich wird, liegen kleine Unterschiede zwischen den Parametern je nach Quelle vor. Die NatUrWB-Methode weist eine höhere Grundwasserneubildung, aber auch einen geringeren Abfluss auf. Beim korrigierten Niederschlag und bei der realen Evapotranspiration hingegen liegen die Werte im HAD höher. Dabei fällt auf, dass die Werte von der NatUrWB-Methode sehr nah an den Datensätzen vom DWD sind, wohingegen die HAD-Werte weiter entfernt sind. Die Unterschiede können zustande kommen, weil die jeweiligen Werte häufig über unterschiedliche Modellansätze und Interpolationsverfahren ermittelt worden sind. Als weitere Ursache wird die Entfernung zwischen dem maßgebenden HAD-Rasterfeld gesehen. Die DWD-Werte sowie auch die NatUrWB Werte stammen direkt vom Bilanzgebiet, wodurch diese Abweichung resultieren kann. Grundsätzlich scheinen die HAD-Werte aber plausibel und für die Wasserhaushaltsbilanzierung geeignet.

Tabelle 6: Plausibilitätsprüfung der Parameter vom un bebauten Zustand in Koblenz

Wasserhaushaltskomponente (Parameter) in [mm/a]	Parameter nach HAD	Parameter nach DWD	Parameter nach der NatUrWB- Methode (Kap 2)
	(BFG, 2003)	(DWD CDC, 2021b, 2021a)	(Schmit <i>et al.</i> , 2022)
Grundwasserneubildung GWN	125	-	164,4
Abfluss R	197	-	219,7
Direktabfluss R _D	72	-	55,7
Reale Evapotranspiration ET _a	499	460,3	433,9
Potenzielle Evapotranspiration ET _p	596	667,2	664
Korrigierter Niederschlag P _{korr}	690	-	653,5
Ermittlungsort	Unbebautes Umfeld (Siehe Karte oben)	Bilanzgebiet	Bilanzgebiet

4.4 Parameterwahl – bebauter Zustand

Für Koblenz wird der bebauter Zustand in WABILA mit Hilfe der im vorherigen Unterkapitel beschriebenen Parameter und den vorliegenden Flächen, Bewirtschaftungsmaßnahmen und Elementtypen bestimmt. Das Vorgehen gilt für alle Varianten, inklusive der jeweiligen Szenarien Ist- und Soll-Zustand.

In WABILA selbst werden die definierten Flächen und Elementtypen aus dem Kapitel 4.2 eingetragen. Das Programm bietet je nach Elementtyp die Möglichkeit noch verschiedene Elementparameter (z.B. Speicherhöhe, Fugenfläche usw.) zu definieren. Da jedoch für Koblenz keine genauen Informationen für die Parameter vorliegen, werden die von der Software empfohlenen Werte unabhängig der untersuchten Variante angesetzt. Hier könnte im Nachgang an diese Untersuchung eventuell noch eine Kalibrierung stattfinden, wenn neue Erkenntnisse auftreten.

Bei den Elementparametern der Grünflächen werden die Aufteilungswerte vom un bebauten Zustand definiert. Beim Soll-Zustand in Koblenz wird bei allen untersuchten Varianten für den Kirchenvorplatz bei dem Element „teildurchlässige Beläge“ eine Parameteranpassung beim Durchlässigkeitsbeiwert durchgeführt. Anstatt der 180 [mm/h] wird ein mittlerer Wert von 90 [mm/h] angesetzt. Die genauen Parameterwerte können aus den Ergebnissen in Anlage B entnommen werden.

Zusätzlich ist die Ableitungsform zu definieren. Beim Ist-Zustand werden die einzelnen Flächen jeweils als Ableitung dargestellt. Beim Soll-Zustand hingegen wird die Gebietsumgestaltung mit hinzugefügt. Daher werden die Baumrigolen als Bewirtschaftungsmaßnahme definiert. Die jeweils abflusswirksamen Flächen in der Eingabemaske sind so eingestellt, dass die Flächen in die Baumrigole entwässern (Siehe roter Markierung, Abbildung 9). Anders als bei Variante 1 und 2 werden bei der Variante 3 die Dachflächen als Ableitung definiert, da diese Flächen bei der Variantenuntersuchung nicht als abflusswirksam zählen. Ansonsten ist die Flächenaufteilung identisch.

Ist-Zustand

g (+) 0,243 v (-) 0,271 RD (mm/a) 335 GWN (mm/a) 168 ETa (mm/a) 187

Elemente 1 of 16

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m²)	a (+)	g (+)	v (-)	Entnahme (t)	Zufluss (m³/a)	RD (m³/a)	GWN (m³/a)	ETa (m³/a)	Entnahme (m³/a)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		4207	0,902	0,000	0,098	0,000	2902,8	2617,3	0,0	285,5	0,0	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		592	0,814	0,000	0,186	0,000	408,5	332,5	0,0	75,9	0,0	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		1234	0,902	0,000	0,098	0,000	851,5	767,7	0,0	83,7	0,0	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1093	0,003	0,555	0,442	0,000	754,2	2,2	418,6	333,4	0,0	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen		1048	0,104	0,181	0,715	0,000	723,1	75,2	130,9	517,0	0,0	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkassengebäude)	Pflaster mit dichten Fugen		139	0,790	0,000	0,220	0,000	95,9	74,8	0,0	21,1	0,0	Ableitung
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)		2195	0,203	0,603	0,194	0,000	1514,6	308,0	912,9	293,6	0,0	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen		860	0,790	0,000	0,220	0,000	593,4	462,7	0,0	130,7	0,0	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton		928	0,728	0,000	0,272	0,000	640,3	466,0	0,0	174,3	0,0	Ableitung
Fläche	Sonstige Grünflächen	Garten, Grünflächen		1512	0,104	0,181	0,715	0,000	1043,3	108,5	188,8	745,9	0,0	Ableitung
Maßnahme	Baumrigolen	Mulden-Rigolen-System		81	0,131	0,849	0,020	0,000	1148,7	150,4	975,7	22,7	0,0	Ableitung
Fläche	Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen		473	0,790	0,000	0,220	0,000	326,4	254,5	0,0	71,9	0,0	Baumrigolen
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		705	0,902	0,000	0,098	0,000	486,5	438,6	0,0	47,8	0,0	Baumrigolen
Fläche	Parkplätze	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		138	0,003	0,555	0,442	0,000	95,2	0,3	52,8	42,1	0,0	Baumrigolen
Fläche	Einlauffinne	Pflaster mit dichten Fugen		49	0,790	0,000	0,220	0,000	33,8	26,4	0,0	7,4	0,0	Baumrigolen
Fläche	Straße (3S)	Asphalt, fugenloser Beton		743	0,728	0,000	0,272	0,000	512,7	373,1	0,0	139,5	0,0	Baumrigolen

Soll-Zustand

g (+) 0,180 v (-) 0,321 RD (mm/a) 344 GWN (mm/a) 124 ETa (mm/a) 222

Elemente 1 of 16

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m²)	a (+)	g (+)	v (-)	Entnahme (t)	Zufluss (m³/a)	RD (m³/a)	GWN (m³/a)	ETa (m³/a)	Entnahme (m³/a)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		4207	0,902	0,000	0,098	0,000	2902,8	2617,3	0,0	285,5	0,0	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		592	0,814	0,000	0,186	0,000	408,5	332,5	0,0	75,9	0,0	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		1234	0,902	0,000	0,098	0,000	851,5	767,7	0,0	83,7	0,0	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		1093	0,003	0,555	0,442	0,000	754,2	2,2	418,6	333,4	0,0	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen		1048	0,104	0,181	0,715	0,000	723,1	75,2	130,9	517,0	0,0	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkassengebäude)	Pflaster mit dichten Fugen		139	0,790	0,000	0,220	0,000	95,9	74,8	0,0	21,1	0,0	Ableitung
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)		2195	0,203	0,603	0,194	0,000	1514,6	308,0	912,9	293,6	0,0	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen		860	0,790	0,000	0,220	0,000	593,4	462,7	0,0	130,7	0,0	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton		928	0,728	0,000	0,272	0,000	640,3	466,0	0,0	174,3	0,0	Ableitung
Fläche	Sonstige Grünflächen	Garten, Grünflächen		1512	0,104	0,181	0,715	0,000	1043,3	108,5	188,8	745,9	0,0	Ableitung
Maßnahme	Baumrigolen	Retentionbodenfilter		81	0,250	0,250	0,500	0,000	1148,7	287,2	287,2	574,4	0,0	Ableitung
Fläche	Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen		473	0,790	0,000	0,220	0,000	326,4	254,5	0,0	71,9	0,0	Baumrigolen
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Steldach, alle Deckungsmaterialien		705	0,902	0,000	0,098	0,000	486,5	438,6	0,0	47,8	0,0	Baumrigolen
Fläche	Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		138	0,003	0,555	0,442	0,000	95,2	0,3	52,8	42,1	0,0	Baumrigolen
Fläche	Einlauffinne (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen		49	0,790	0,000	0,220	0,000	33,8	26,4	0,0	7,4	0,0	Baumrigolen
Fläche	Straße (Einleitung in Baumrigole)	Asphalt, fugenloser Beton		743	0,728	0,000	0,272	0,000	512,7	373,1	0,0	139,5	0,0	Baumrigolen

Abbildung 9: Eingabedaten bebauter Zustand am Beispiel des Soll-Zustandes in Koblenz (DWA and FH Münster, 2017)

4.4.1 Definition Elementtyp Baumrigole – Allgemein

Bei der Definition der Baumrigolen in WABILA ist die Problematik aufgetreten, dass es keinen eigenständigen Elementtypen dafür gibt. Daher wird in einem ersten Versuch als Bewirtschaftungsanlage der Elementtyp „Mulden-Rigolen-Element“ und „Mulden-Rigolen-System“ probiert, da dies auf dem ersten Blick am nahegelegensten für die Baumrigolen erscheint. Wie jedoch im oberen Bild in Abbildung 9 im grünen Rahmen ersichtlich wird, resultiert daraus das Problem, dass für den Elementtyp ein Verdunstungsanteil automatisch angesetzt wird, welcher fast gleich null ist. Hierdurch werden die Verdunstungsprozesse des Baumes nicht mitberücksichtigt. Auch können die Komponentenanteile bei diesem Element nicht manuell angepasst werden, sodass die Endergebnisse falsch widerspiegelt werden. Um das Problem zu lösen, wird als Elementtyp stattdessen das Element „Retentionbodenfilter“ ausgewählt (Abbildung 9, grüne Markierung, unteres Bild). Auch wenn hier die Begrifflichkeit nicht übereinstimmt, hat dieses Element den Vorteil, dass es als Bewirtschaftungsanlage angesehen wird und man zusätzlich die Komponentenanteile frei bestimmen kann. Hierdurch kann manuell ein Verdunstungsanteil definiert werden.

4.4.2 Elementtyp Baumrigole – Definition Komponentenanteile Variante 1

Da in Koblenz keine genauen Informationen bezüglich der Komponentenanteile vorliegen, wird die Verteilung im Zuge der Untersuchung für die Variante 1 angenommen. In Koblenz entspricht das für den Direktabfluss a und die Grundwasserneubildung g jeweils 0,25, wodurch die Drosselwirkung und seitliche Versickerung widergespiegelt werden soll und für die Verdunstung v ein Wert von 0,5, welcher die Verdunstung des Baumes berücksichtigen soll. Jedoch ist anzumerken, dass die Verteilungen lediglich eine Annahme darstellen, welche nach Gefühl getroffen worden sind und Abweichungen zu den realen Gegebenheiten auftreten können. Vor allem der Verdunstungsanteil ist sehr hoch gewählt. Zudem wird bei der Verdunstung davon ausgegangen, dass die Bäume schon älter sind. Gerade nach dem Anpflanzen oder in den Jungjahren hat der Baum nur eine geringe Verdunstungsfähigkeit. Auch hier könnten im Nachgang an diese Begutachtung durch detailliertere Untersuchungen die Wasserhaushaltsbilanz kalibriert werden.

4.4.3 Elementtyp Baumrigole – Definition Komponentenanteile Varianten 2 und 3

Anders als in Kapitel 4.4.2 für die Variante 1 beschrieben, wird hierfür eine andere Ermittlungsgrundlage für die Komponentenanteile in der Wasserbilanz angewendet. Da das Baumrigolensystem komplett abgedichtet ist, kann für die Grundwasserneubildung 0 angesetzt werden.

Die Verdunstung eines Stadtbaumes wird mit Hilfe des Berechnungstools „STADTBAUM ET“ ermittelt, welches als App vorliegt und einfach ohne große Datensätze anzuwenden ist. Das Programm baut auf die Hydro-Pedo-Transfer-Funktionen (kurz: HTPF) auf. Zur Ermittlung der Verdunstung von Stadtbäumen sind diese HTPF-Funktionen von Herrn Dr. Björn Kluge und Prof. Dr. Gerd Wessolek von der TU Berlin weiterentwickelt worden. Ziel der Berechnung ist es, mit wenig Daten die Verdunstungsmenge von Stadtbäumen möglichst genau zu ermitteln. Auch die Wasserversorgung kann mit Hilfe des Tools nachgewiesen werden. Dabei wird untersucht, ob der Baum Wasserstress ausgesetzt ist oder ob eine ausreichende Wasserversorgung vorliegt. Für die Berechnung sind als Eingabeparameter die Baumdaten (Baumart, Baumkronenfläche) und die Standortbedingungen (klimatologische Bedingungen, Straßenraumcharakteristik, Baumalter, Bodenbedingungen, Grundwasserflurabstand und Versiegelungsanteil) zu definieren. Zur Kalibrierung des Systems werden kontinuierlich von Lindenbäumen die Verdunstungsdaten gemessen (Kluge and Wessolek, 2024).

Die Eingabedaten und Ergebnisse für die Verdunstung eines Stadtbaumes können aus der nachfolgenden Tabelle und Anhang D entnommen werden. Für das Projekt ist die Pflanzung des Baumes Gleditschie Skyline angedacht. Da die Gleditschie in dem Berechnungstool nicht ausgewählt werden kann, wird stattdessen als Baumart eine Robinie angenommen, da diese Baumart von allen Möglichkeiten am naheliegendsten erscheint. Für die Baumdaten und Standortbedingungen sind eine Vielzahl von Annahmen getroffen worden. Dabei wird zum Beispiel davon ausgegangen, dass der Baum schon eine fortgeschrittene Entwicklung hat. Hierdurch fällt die Verdunstung deutlich höher aus als bei einer Jungpflanze. Für den Boden wird ein feinsandiger Boden angesetzt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass später bei der Ausführung ein Substrat eingesetzt wird, welches eine gute Wasserdurchlässigkeit aufweist.

Tabelle 7: Berechnung Verdunstung Stadtbäume mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET (Quelle Bilder: Kluge, 2024)

Berechnung Verdunstung Stadtbäume mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET				
Eingabeparameter				
	Eingabeparameter	Eingabe	Erläuterung	Quelle
Baumdaten	Baumart	Robinie	Annahme. Für die Gleditschie liegen keine Berechnungsgrundlagen im Tool vor. Von den Auswahlmöglichkeiten scheint die Robinie die naheliegendste Baumart zu sein	-
	Radius Baumkrone	5 [m]	Gleditschien haben eine Breite von 10 - 15 [m]. Annahme von einem gut ausgewachsenen Baum	Galk e.V. and BdB e.V., o.J.
Standortbedingungen	Sommerniederschlag	336 [mm/Sommermonate]	Geht von 01.04 - 30.09. Mittlere Niederschlaghöhe vom DWD → Messzeitraum 30 Jahre (vgl. Kapitel 10.2)	DWD CDC, 2020, 2021c
	Potenzielle Verdunstung	667,2 [mm/a]	Bezogen auf das Jahr. Daten vom DWD (vgl. Kapitel 17.3.3)	DWD CDC, 2021a, 2021b
	Straßensituation	Straße 15-20 [m]; Haushöhe ≤ 20 [m]	Straßenbreite ca. 18 [m] → Ermittlung über Messtools in GIS. Gebäudehöhe ca. 15 [m] → Abschätzung aus Ortsbegehung (4 Geschosse je 3 [m] + Dachgeschoss je 3 [m])	-
	Baumscheibe und Bewuchs	Mittelalter Baum	Annahme	-
	Boden	Feinsandiger Boden	Annahme, es wird ein Substrat eingesetzt, welches eine gute Durchlässigkeit besitzt	-
	Reduktion Wasserverfügbarkeit	0	Annahme das die Feldkapazität nicht reduziert werden muss	-
	Effektive Wurzeltiefe	150 [cm]	Annahme → Orientierung an Kapitel 15.3 (Rigolenhöhe bei hydraulischer Bemessung). Annahme, dass der Baum schon eine längere Standzeit hat und eine ausgeprägte Durchwurzelung aufweist	-
	Grundwasserstand	1190 [cm]	Wert liegt von der unteren Wasserbehörde vor. Wird im Tool mit - 250 [cm] angegeben, da man keine größeren Tiefen eingeben kann	Untere Wasserbehörde Koblenz, 2023a, zitiert nach Göring, 2023, p. 43
	Versiegelungsart 1	Mosaik → 20 [%]	Annahme, soll die teildurchlässigen Beläge der Parkplätze abbilden	-
	Versiegelungsart 2	Asphalt → 40 [%]	Annahme, soll die Fahrbahnflächen abbilden	-
Versiegelungsart 3	Beton → 40 [%]	Annahme, soll die Gehwegflächen abbilden	-	
Ergebnisse				
Ergebnisse Wasserversorgung			Ergebnisse Verdunstung Stadtbäume	
Quelle Bilder: (Kluge, 2024)				

Die reale Verdunstung eines Baumes (in dem Fall Robinie) würden bei den definierten Standortbedingungen 352 [mm/a] für einen Baum betragen. Die mittlere Verdunstung wäre demnach 124 [l/d]. Dieser Wert scheint plausibel, da für großkronige Bäume Verdunstungsmengen von über 200 [l/d] anfallen können (Arbeitsgruppe Schwammstadt, o.J.).

Mit dieser Grundlage wird im nächsten Schritt der Verdunstungsanteil für die Wasserhaushaltsbilanz bestimmt. Zur Vereinfachung wird dabei angenommen, dass nur 1 Baum gepflanzt wird, wodurch die Gesamtverdunstung bei 352 [mm/a] liegen würde. Bei einem Niederschlag von 690 [mm/a] und einer Grundwasserneubildung von 0 [mm/a] würde sich somit eine Abflussmenge von 338 [mm/a] ergeben (Siehe Formeln).

5. Formel: $P \left[\frac{mm}{a} \right] = ET_a \left[\frac{mm}{a} \right] + GWN \left[\frac{mm}{a} \right] + R_D \left[\frac{mm}{a} \right]$ (DWA and FH Münster, 2018, p. 1)

$$R_D \left[\frac{mm}{a} \right] = P \left[\frac{mm}{a} \right] - ET_a \left[\frac{mm}{a} \right] + GWN \left[\frac{mm}{a} \right]$$

$$R_D \left[\frac{mm}{a} \right] = 690 \left[\frac{mm}{a} \right] - 352 \left[\frac{mm}{a} \right] + 0 \left[\frac{mm}{a} \right] = 338 \left[\frac{mm}{a} \right]$$

Die genaue Abflussmenge ist ohne komplexe Berechnungsprogramme schwer nachzuvollziehen. Zwar kann durch die Drosselabflussspende der Drosselabfluss auf das Jahr hochgerechnet werden, aber es tritt dabei die Problematik auf, dass nicht abgeschätzt werden kann, wann die Drossel aktiv wird. Durch die Hochrechnung würde somit davon ausgegangen werden, dass die Drossel jede Sekunde im Jahr aktiv ist. Da es jedoch nicht durchgehend das Jahr über regnet würden somit falsche Abflusswerte vorliegen, welche viel zu hoch wären. Daher werden die 338 [mm/a] als maßgebend angesehen.

Wenn die einzelnen Komponenten danach anteilmäßig in Abhängigkeit des Niederschlages gesetzt werden, ergeben sich die Wasserhaushaltsanteile für Verdunstung $v = 0,51$, für die Grundwasserneubildung $g = 0,00$ und für die Ableitung $a = 0,49$.

2. Formel: $a = \frac{R_D \left[\frac{mm}{a} \right]}{P_{korrr} \left[\frac{mm}{a} \right]}$ (DWA and BWK, 2022) $a = \frac{338 \left[\frac{mm}{a} \right]}{690 \left[\frac{mm}{a} \right]} = 0,49$

3. Formel: $g = \frac{GWN \left[\frac{mm}{a} \right]}{P_{korrr} \left[\frac{mm}{a} \right]}$ (DWA and BWK, 2022) $g = \frac{0 \left[\frac{mm}{a} \right]}{690 \left[\frac{mm}{a} \right]} = 0,00$

4. Formel: $v = \frac{ET_a \left[\frac{mm}{a} \right]}{P_{korrr} \left[\frac{mm}{a} \right]}$ (DWA and BWK, 2022) $v = \frac{352 \left[\frac{mm}{a} \right]}{690 \left[\frac{mm}{a} \right]} = 0,51$

Für die Variante 2 und 3 werden diese Komponentenanteile beim Soll-Zustand für die Baumrigole definiert. Im Vergleich mit den Annahmen aus 4.4.2 wird ersichtlich, dass die Verdunstungsanteile fast identisch sind. Daher wird die Annahme für Variante 1 ebenfalls als plausibel angesehen und es findet keine nachträgliche Kalibrierung der Variante 1 statt.

Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass die im Berechnungstool „STADTBAUM ET“ ermittelten Verdunstungswerte lediglich als grobe Orientierung dienen sollten, da ansonsten keine genaueren Daten für den Betrachtungsraum zur Verfügung stehen. Da jedoch eine Vielzahl von Annahmen getroffen werden müssen und auch die Gleditschie als Baumart nicht definiert werden kann, wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse im Tool abweichend zu den realen Bedingungen wären. Um jedoch das Baumrigolensystem annähernd genau im Wasserbilanzmodell abbilden zu können, erscheint diese Ermittlungsmethode als eine gute Alternative.

5 Ergebnisse Wasserhaushaltsbilanz

Im folgenden Kapitel sind die resultierenden Ergebnisse der einzelnen Wasserhaushaltsbilanzberechnungen von WABILA, für die drei Varianten und die jeweiligen Szenarien unbebauter, Ist- und Soll-Zustand für das Bilanzierungsgebiet in Koblenz dargestellt. Zusätzlich sind in der Anlage C noch weitere Teilergebnisse aufgeführt.

In Abbildung 10 sind die Ergebnisse für Koblenz dargestellt. Dabei fällt die typische Charakteristik zwischen bebautem und unbebautem Zustand auf. Die natürliche Wasserbilanz, die den unbebauten Wasserhaushalt widerspiegelt, hat mit 72 [mm/a] einen sehr geringen Abfluss. Dafür ist die Grundwasserneubildung mit 125 [mm/a] und die reale Verdunstung mit 499 [mm/a] sehr hoch.

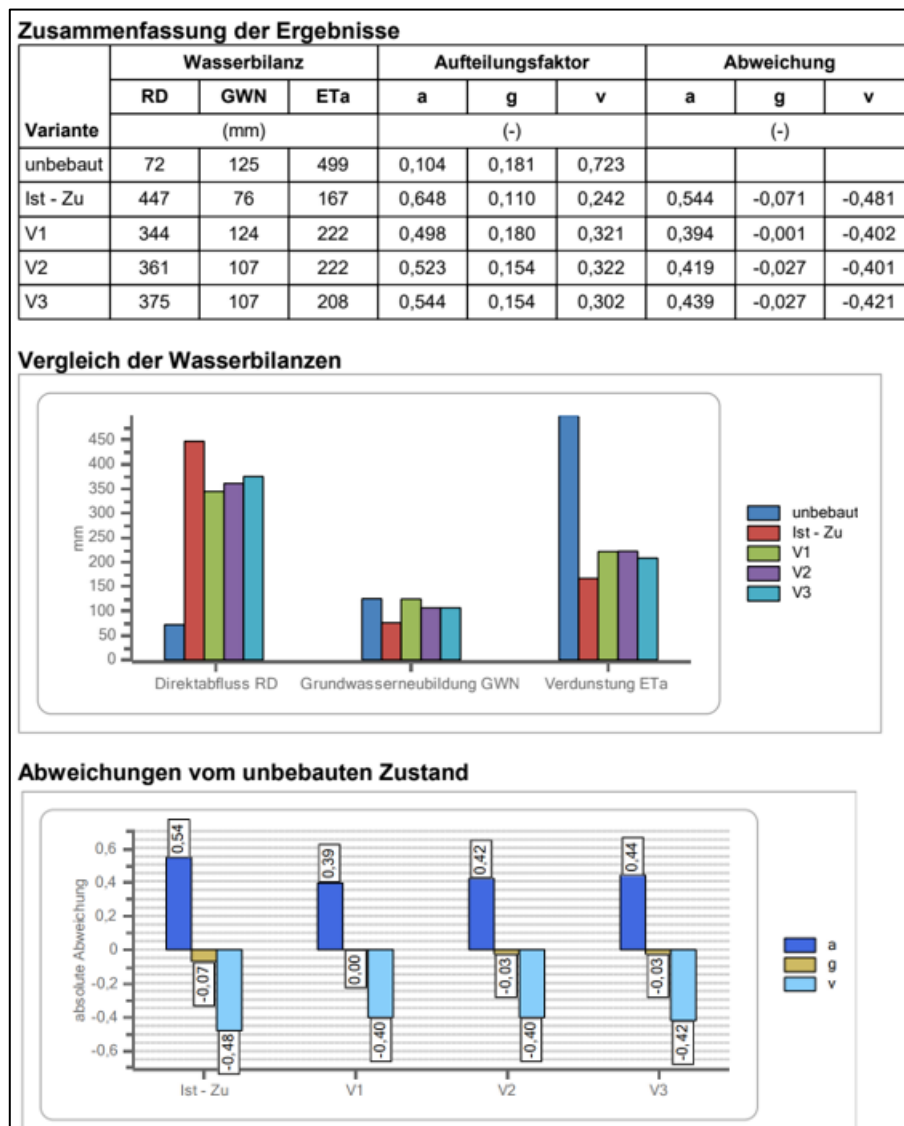


Abbildung 10: Ergebnisse Wasserhaushaltsberechnung für das Projektgebiet in Koblenz (DWA and FH Münster, 2017)

Durch den hohen Versiegelungsgrad hat der Ist-Zustand, welcher die aktuellen Gegebenheiten repräsentiert, einen sehr hohen Abfluss. Mit 447 [mm/a] liegt hier eine Abweichung von 54 [%] gegenüber dem unbebauten Zustand vor, was einer Differenz von 375 [mm/a] entspricht. Die Grundwasserneubildung mit 76 [mm/a] und Verdunstung mit 167 [mm/a] fällt dagegen deutlich geringer aus.

Durch die Umgestaltung (Soll-Zustand) kann bei allen drei Varianten eine Verbesserung erreicht werden. Bei Variante 1 kann der Abfluss gegenüber dem Ist-Zustand, um 103 [mm/a] reduziert werden. Hier findet eine Annäherung an den natürlichen Zustand statt. Mit einer Abweichung von 39 [%] wird jedoch ersichtlich, dass hier noch großer Handlungsbedarf ist. Die Grundwasserneubildung hingegen kann an den natürlichen Zustand angenähert werden. Hier liegt lediglich eine Differenz von 1 [mm/a] vor. Die Verdunstung kann gegenüber dem Ist-Zustand geringfügig verbessert werden. Anstatt 167 [mm/a] kann dabei ein Wert von 222 [mm/a] realisiert werden.

Die Varianten 2 und 3 haben eine ähnliche Charakteristik. Auch hier findet eine Annäherung an den unbebauten Zustand statt. Gegenüber der Variante 1 fallen die Verbesserungen jedoch nicht so gut aus. Das betrifft vor allem die Grundwasserneubildung. Aufgrund des abgedichteten Baumrigolensystem kann eine Grundwasserneubildung nur durch die anderen Baumaßnahmen (z. B. teildurchlässige Beläge, neue Grünflächen) im Planungsgebiet erreicht werden. Mit 31 [mm/a] bei Variante 2 und 3 gegenüber dem Ist-Zustand wird eine Verbesserung der Grundwasserneubildung jedoch ersichtlich. Trotzdem lässt sich festhalten, dass ein Baumrigolensystem mit Versickerungsmöglichkeit ein höheres Potenzial hätte und grundsätzlich diese Bauart bevorzugt, eingesetzt werden sollte. Das Verdunstungspotenzial befindet sich bei den beiden Varianten in der gleichen Größenordnung wie Variante 1. Das scheint plausibel, da die definierten Parameter im Modell ähnlich sind.

Generell schneidet Variante 3 am schlechtesten ab. Auch das scheint plausibel, da die Dachflächen nicht in die Baumrigolen eingeleitet werden. Stattdessen findet eine direkte Einleitung in die Kanalisation statt. Gegenüber der Variante 2 erhöht sich damit der Abflussanteil um 14 [mm/a]. Die Verdunstung hingegen fällt mit 208 [mm/a] (Variante 3) anstatt 222 [mm/a] (Variante 2) etwas geringer aus. Auch wenn die Abweichung als gering einzustufen sind, ist ein Anschluss der Dachflächen anzustreben.

Es lässt sich daher zusammenfassend sagen, dass eine Umgestaltung des Straßenraums bei allen drei Varianten zu einer Verbesserung des Wasserhaushaltes führt. Sowohl die Baumrigolen als auch die teildurchlässigen Parkplätze und Beläge am Kirchengvorplatz können die Verdunstung und Grundwasserneubildung steigern. Dabei findet wie gefordert eine Annäherung an den naturnahen Zustand statt. Es fällt jedoch auch auf, dass gerade im Bereich der Verdunstung noch viel Potenzial bei jeder Variante vorhanden ist.

Generell müssen die Ergebnisse jedoch mit Vorsicht betrachtet werden. Sie werden zwar als plausibel gesehen und weisen die erwartete Charakteristik auf, durch die im Vorfeld erläuterten Annahmen kann es jedoch zu Abweichungen in der Realität kommen. Gerade die angenommenen Aufteilungsbeiwerte der Baumrigolen und die Definition des Bilanzgebietes können starke Abweichungen hervorrufen. Wird ein kleineres Gebiet als Grundlage definiert, geht man davon aus, dass die Maßnahmen im Soll-Zustand einen deutlich besseren Effekt haben. Wird hingegen ein größeres Bilanzgebiet gewählt, fällt die Wirkung der Umgestaltung geringer aus.

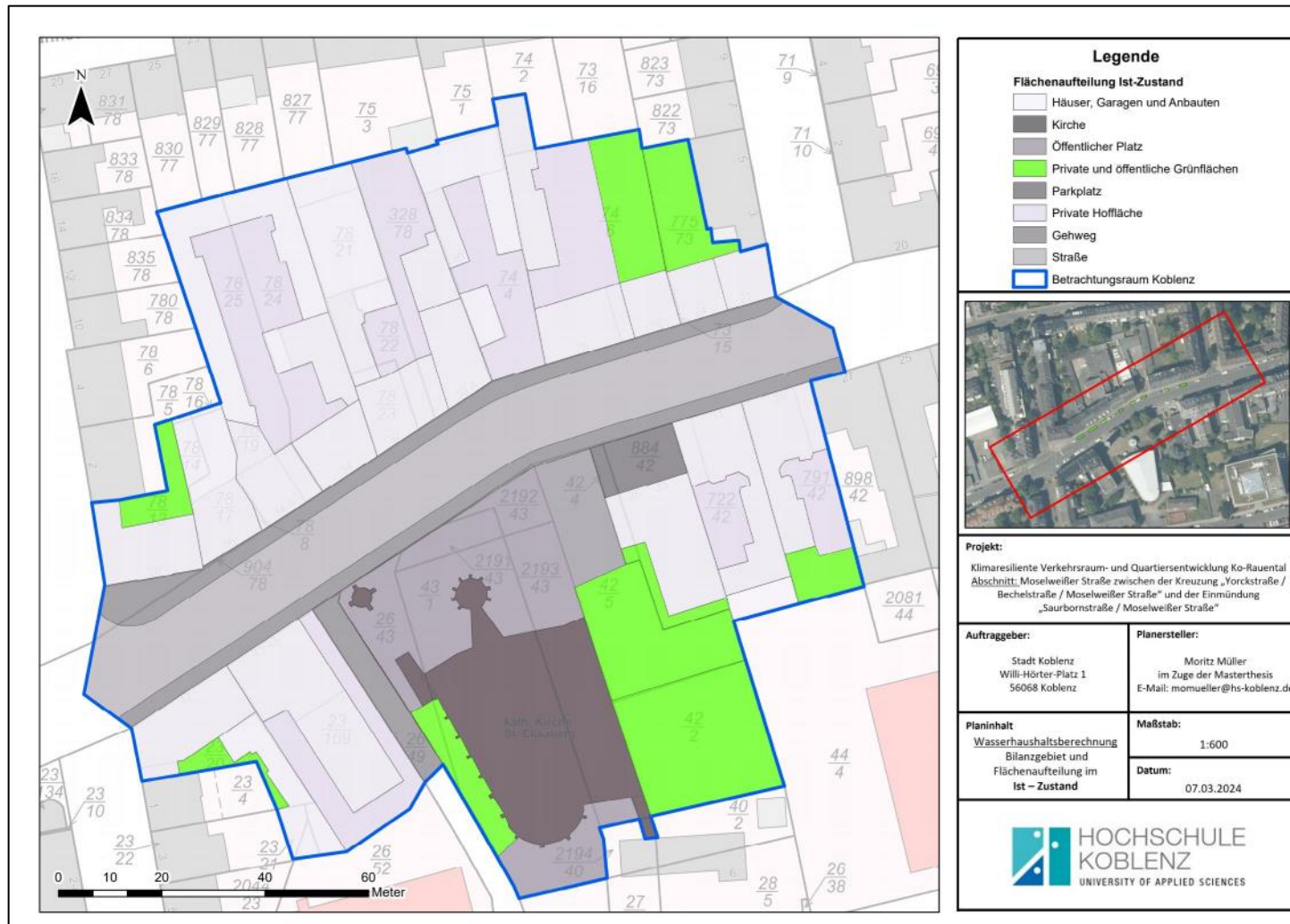
Generell sollte aufbauend auf das Projekt der Moselweißer Straße auch in anderen Stadtteilen eine Annäherung des Wasserhaushaltes an den naturnahen Zustand in Zukunft angestrebt werden, denn auf die Stadt bezogen leistet diese Umgestaltung lediglich einen kleinen Beitrag.

6 Literaturverzeichnis

- Arbeitsgruppe Schwammstadt (o.J.): *das Schwammstadt-Prinzip für Bäume - die Tatsachen*. Veröffentlicht auf der Webseite des Arbeitskreises Schwammstadt. Available at: <https://www.schwammstadt.at/tatsachen> (Accessed: 10 May 2024).
- BFG (2003): *Hydrologischer Atlas von Deutschland*. Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG), Koblenz; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), Berlin; veröffentlicht im Geoportal der BFG. Available at: https://www.bafg.de/DE/05_Wissen/01_InfoSys/HAD-Seite/HAD.html (Accessed: 8 March 2024).
- DWA (2006b): *Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)*. Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (DWA-Regelwerk Arbeitsblatt, DWA-A 100).
- DWA and BWK (2020): *Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 1: Allgemeines*. Dezember 2020, Stand korrigierte Fassung Juli 2023, Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) (DWA- und BWK-Regelwerk Arbeitsblatt, DWA-A 102-1 / BWK-A 3-1).
- DWA and BWK (2022): *Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers*. März 2022, Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) (DWA- und BWK-Regelwerk Merkblatt, DWA-M 102-4 / BWK-M 3-4).
- DWA and FH Münster (2017): *Wasserbilanz-Expert (WABILA) - Softwaretool zum Arbeitsblatt DWA-A 102 (Entwurf)*. Herausgeber: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef; FH Münster University of Applied Sciences, Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt (IWARU), Münster, Version 1.0.0.1 beta.
- DWA and FH Münster (2018): *Wasserbilanz-Expert (WABILA) - Software zum Arbeitsblatt DWA-A 102 (Entwurf) - Software Handbuch*. Herausgeber: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef; FH Münster University of Applied Sciences, Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt (IWARU), Münster, Version 1.0, verfügbar als PDF.
- DWD CDC (2021a): *Vieljährige Raster der potentiellen Evapotranspiration über Gras (per Kalendermonat)*. Herausgeber: Deutscher Wetterdienst (DWD), veröffentlicht im Climate-Data-Center (CDC), Offenbach, Version 0.x. Available at: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/evapo_p/ (Accessed: 5 March 2024).

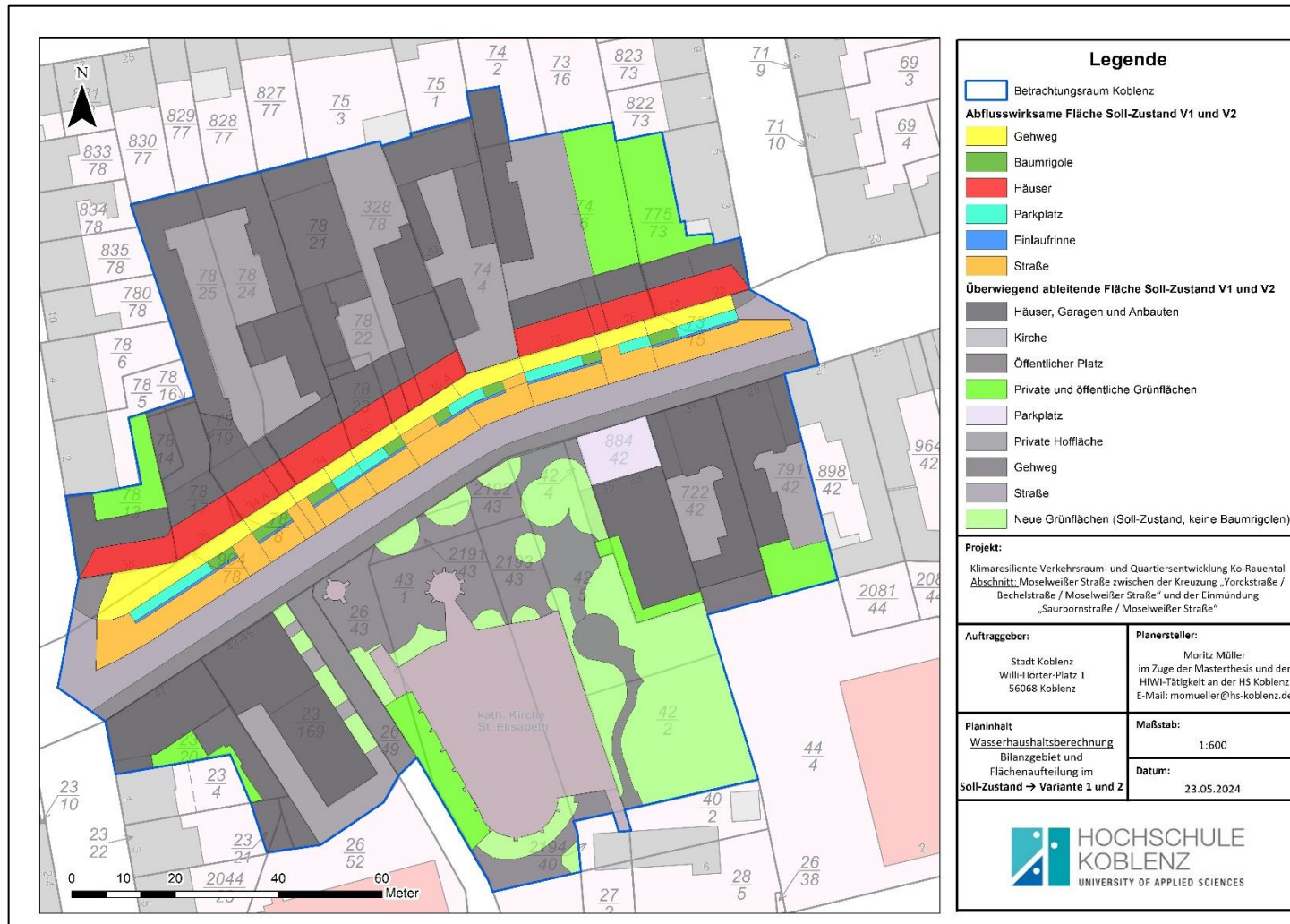
- DWD CDC (2021b): *Vieljährige Raster der realen Evapotranspiration über Gras und sandigem Lehm (per Kalendermonat)*. Herausgeber: Deutscher Wetterdienst (DWD), veröffentlicht im Climate-Data-Center (CDC), Offenbach, Version 0.x. Available at: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/evapo_r/ (Accessed: 5 March 2024).
- ESRI (2018): *ArcGIS Desktop 10.6.1*. Geoinformationssystem (GIS) Software, Environmental Systems Research Institute Inc (Esri), Release 16.07.2018, Redlands in Kalifornien, USA.
- Kluge, B. (2024): *Berechnungstool STADTBAUM ET*. Technische Universität Berlin - Institut für Ökologie - FG Ökohydrologie, BETA-Version, Berlin, Tool veröffentlicht in der Open as App. Available at: <https://webclient.openasapp.net/portal#!/client/app/d206c658-a702-4528-a3b4-e8510dd2499e> (Accessed: 10 May 2024).
- Kluge, B. and Wessolek, G. (2024): *Berechnungsverfahren und App zur Ermittlung von Verdunstung (ET) und Trockenstress von Stadtbäumen (STADTBAUM ET)*. In: Transformation urbaner linearer Infrastrukturlandschaften, Herausgeber: Stefan Kreutz und Antje Stokman, Oekom Verlag. Available at: <https://doi.org/10.14512/9783987263187>.
- LVerGeo-RLP and GeoBasis-DE (2023a): *Digitales Orthophoto Bodenaufklärung 40 cm*. Herausgeber: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformationen Rheinland-Pfalz (LVerGeo-RLP), dl-de/by-2-0. Available at: <https://lvermgeo.rlp.de/de/geodaten-geoshop/opendata/> (Accessed: 18 January 2023).
- LVerGeo-RLP and GeoBasis-DE (2023b): *Liegenschaftskarte RP*. Herausgeber: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformationen Rheinland-Pfalz (LVerGeo-RLP), dl-de/by-2-0. Available at: <https://lvermgeo.rlp.de/de/geodaten-geoshop/opendata/> (Accessed: 18 January 2023).
- Schmit, M. et al. (2022): *Webtool zur Ermittlung der naturnahen urbanen Wasserbilanz (NatUrWB)*. In: DWA Korrespondenz Wasserwirtschaft (KW), DOI:10.3243/kwe2022.09.002, online verfügbar unter <https://freidok.uni-freiburg.de/data/229574>, Webtool abrufbar unter www.naturwb.de.
- Weiler, M. (2016): *Einfluss von Landnutzung und Landbedeckung auf den Wasserkreislauf*. In: Nicola Fohrer (Hrsg.): Hydrologie, Bern, Haupt Verlag (utb Hydrologie, physische Geographie, 4513).
- Weiler, M. and Miegel, K. (2016): *Globaler und regionaler Wasserkreislauf*. In: Nicola Fohrer (Hrsg.): Hydrologie, Bern, Haupt Verlag (utb Hydrologie, physische Geographie, 4513).
- Weiß, G. (2021): *Wasserbilanz*. Bad Mergentheim, verfügbar im UFT-Wiki auf der Webseite des Unternehmens Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH (UFT). Available at: <https://www.uft.eu/uft-wiki/eintrag/wasserbilanz/> (Accessed: 5 March 2024).
- WHG (2009): *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes*. Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.

Anlage A: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Bilanzgebiet Ist-Zustand



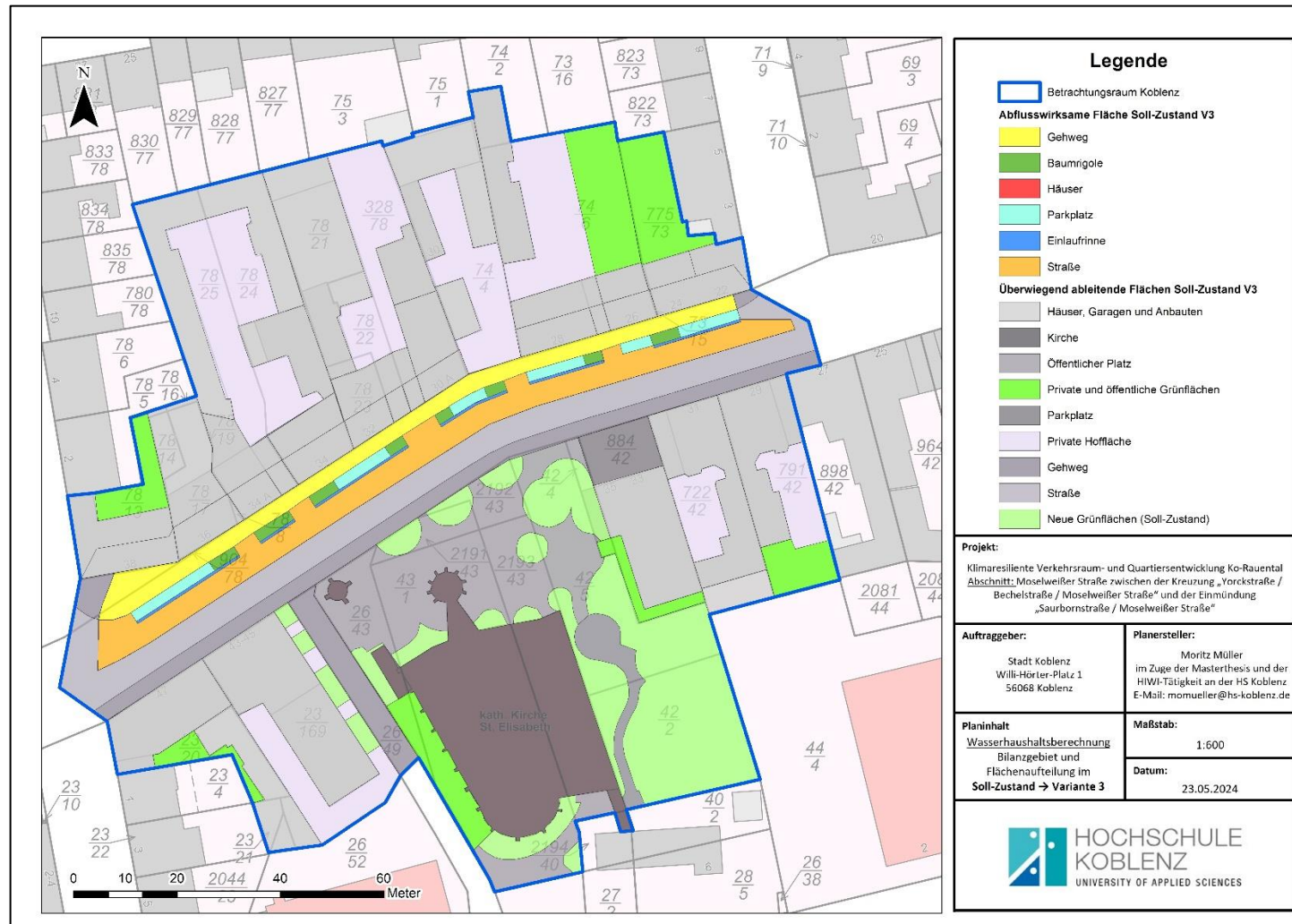
Anlage A. 1: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Bilanzgebiet vom Ist-Zustand (ESRI, 2018; LVerGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023a, 2023b)

Anlage A: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Bilanzgebiet Soll-Zustand Variante 1 und 2



Anlage A. 2: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Bilanzgebiet vom Soll-Zustand für die Varianten 1 und 2 (ESRI, 2018; LVermGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023b)


Anlage A: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Bilanzgebiet Soll-Zustand Variante 3



Anlage A. 3: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Bilanzgebiet vom Soll-Zustand für die Variante 3 (ESRI, 2018; LVermGeo-RLP and GeoBasis-DE, 2023b)


Anlage B: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Parameterwahl

Wasserbilanz-Expert		Masterthesis Moritz Müller			
Parameter der Varianten					
Parameterwerte Ist - Zu					
Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Kirche (Dachfläche)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Private und öffentliche Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN
	v	0,723	0	1	NaN
Parkplatz (Sparkassengebäude)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Private 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
Gehweg	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN


Seite 14 von 20
WABILA-Version 1.0.0.1

Anlage B. 1: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Ist-Zustand, vor der Straßenraumgestaltung (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert		Masterthesis Moritz Müller			
Parameterwerte V1					
Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Kirche (Dachfläche)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
Private und öffentliche Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN
	v	0,723	0	1	NaN
Parkplatz (Sparkassengebäude)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Private 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
Gehweg	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Sonstige Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN


Seite 15 von 20
WABILA-Version 1.0.0.1


Anlage B. 2: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 1 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage B: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Parameterwahl

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	v	0,723	0	1	NaN
Baumrigolen	a	0,25	0	1	NaN
	g	0,25	0	1	NaN
	v	0,5	0	1	NaN
	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Seite 16 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage B. 3: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 1 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Parameterwerte V2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Kirche (Dachfläche)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
Private und öffentliche Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN
	v	0,723	0	1	NaN
Parkplatz (Sparkassengebäude)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Private Hoffläche	Speicher (mm)	1	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
Gehweg	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Sonstige Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN

Seite 17 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage B. 4: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 2 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage B: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Parameterwahl

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	v	0,723	0	1	NaN
Baumrigolen	a	0,49	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,51	0	1	NaN
Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Seite 18 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage B. 5: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 2 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Parameterwerte V3

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Kirche (Dachfläche)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
Private und öffentliche Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN
	v	0,723	0	1	NaN
Parkplatz (Sparkassengebäude)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Private Hoffläche	Speicher (mm)	1	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
Gehweg	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Sonstige Grünflächen	a	0,104	0	1	NaN
	g	0,181	0	1	NaN

Seite 19 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anlage B. 6: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 3 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage B: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Parameterwahl

Wasserbilanz-Expert

Masterthesis Moritz Müller

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	v	0,723	0	1	NaN
Baumrigolen	a	0,49	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,51	0	1	NaN
Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	0,3	0,1	0,6	NaN
Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	90	10	180	NaN
Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Straße (Einleitung in Baumrigole)	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Anlage B. 7: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Parameterwahl Soll-Zustand Variante 3 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

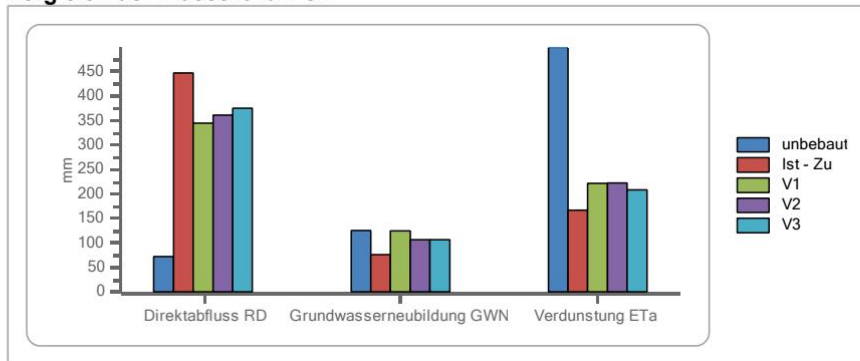
Wasserbilanz-Expert

Masterthesis Moritz Müller

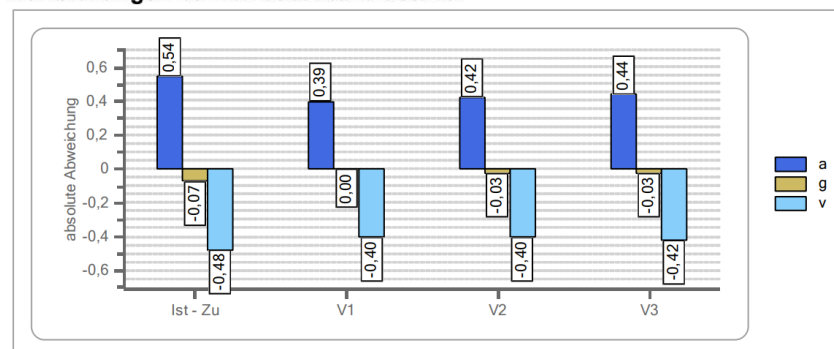
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	72	125	499	0,104	0,181	0,723			
Ist - Zu	447	76	167	0,648	0,110	0,242	0,544	-0,071	-0,481
V1	344	124	222	0,498	0,180	0,321	0,394	-0,001	-0,402
V2	361	107	222	0,523	0,154	0,322	0,419	-0,027	-0,401
V3	375	107	208	0,544	0,154	0,302	0,439	-0,027	-0,421

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom un bebauten Zustand




Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Ist - Zu

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	4.939	0,90	0,00	0,10	3.408	3.073	0	335	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	592	0,81	0,00	0,19	408	333	0	76	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.234	0,90	0,00	0,10	851	768	0	84	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	Pflaster mit dichten Fugen	1.490	0,78	0,00	0,22	1.028	802	0	226	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	2.172	0,10	0,18	0,72	1.499	156	271	1.072	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkasengebäude)	Pflaster mit dichten Fugen	168	0,78	0,00	0,22	116	90	0	26	Ableitung


 HOCHSCHULE KOBLENZ
 HOCHSCHULE KOBLENZ
 UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Seite 3 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

Anlage C. 2: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Ist-Zustand Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.272	0,20	0,60	0,19	1.568	319	945	304	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	1.179	0,78	0,00	0,22	814	634	0	179	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton	1.951	0,73	0,00	0,27	1.346	980	0	366	Ableitung

 HOCHSCHULE KOBLENZ
 HOCHSCHULE KOBLENZ
 UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Seite 4 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

Anlage C. 3: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Ist-Zustand Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)


Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Ergebnisse Variante V1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	4.207	0,90	0,00	0,10	2.903	2.617	0	286	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	592	0,81	0,00	0,19	408	333	0	76	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.234	0,90	0,00	0,10	851	768	0	84	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.093	0,00	0,56	0,44	754	2	419	333	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.048	0,10	0,18	0,72	723	75	131	517	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkasse Gebäude)	Pflaster mit dichten Fugen	139	0,78	0,00	0,22	96	75	0	21	Ableitung

Seite 5 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1


 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anlage C. 4: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 1 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.195	0,20	0,60	0,19	1.515	308	913	294	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	860	0,78	0,00	0,22	593	463	0	131	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton	928	0,73	0,00	0,27	640	466	0	174	Ableitung
Fläche	Sonstige Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.512	0,10	0,18	0,72	1.043	109	189	746	Ableitung
Maßnahme	Baumrigole	Retentionsbodenfilter	81	0,25	0,25	0,50	1.149	287	287	574	Ableitung
Fläche	Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	473	0,78	0,00	0,22	326	254	0	72	Baumrigolen
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	705	0,90	0,00	0,10	486	439	0	48	Baumrigolen

Seite 6 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage C. 5: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 1 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	138	0,00	0,56	0,44	95	0	53	42	Baumrigolen
Fläche	Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	49	0,78	0,00	0,22	34	26	0	7	Baumrigolen
Fläche	Straße (Einleitung in Baumrigole)	Asphalt, fugenloser Beton	743	0,73	0,00	0,27	513	373	0	140	Baumrigolen

Seite 7 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage C. 6: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 1 – Teil 3 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Ergebnisse Variante V2

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	4.207	0,90	0,00	0,10	2.903	2.617	0	286	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	592	0,81	0,00	0,19	408	333	0	76	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.234	0,90	0,00	0,10	851	768	0	84	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.093	0,00	0,56	0,44	754	2	419	333	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.048	0,10	0,18	0,72	723	75	131	517	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkasse Gebäude)	Pflaster mit dichten Fugen	139	0,78	0,00	0,22	96	75	0	21	Ableitung

Seite 8 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage C. 7: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 2 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.195	0,20	0,60	0,19	1.515	308	913	294	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	860	0,78	0,00	0,22	593	463	0	131	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton	928	0,73	0,00	0,27	640	466	0	174	Ableitung
Fläche	Sonstige Grünfläche n	Garten, Grünflächen	1.512	0,10	0,18	0,72	1.043	109	189	746	Ableitung
Maßnahme	Baumrigole n	Retentionsbodenfilter	81	0,49	0,00	0,51	1.149	563	0	586	Ableitung
Fläche	Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	473	0,78	0,00	0,22	326	254	0	72	Baumrigolen
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachfläche, Einleitung in Baumrigole)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	705	0,90	0,00	0,10	486	439	0	48	Baumrigolen

Seite 9 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1


 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anlage C. 8: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 2 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	138	0,00	0,56	0,44	95	0	53	42	Baumrigolen
Fläche	Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	49	0,78	0,00	0,22	34	26	0	7	Baumrigolen
Fläche	Straße (Einleitung in Baumrigole)	Asphalt, fugenloser Beton	743	0,73	0,00	0,27	513	373	0	140	Baumrigolen

Seite 10 von 20 WABILA-Version 1.0.0.1

 HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES


Anlage C. 9: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 2 – Teil 3 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Ergebnisse Variante V3


Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Gebäude, Garagen, Anbauten (Dachflächen)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	4.207	0,90	0,00	0,10	2.903	2.617	0	286	Ableitung
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen)	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	592	0,81	0,00	0,19	408	333	0	76	Ableitung
Fläche	Kirche (Dachfläche)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	1.234	0,90	0,00	0,10	851	768	0	84	Ableitung
Fläche	Öffentlicher Platz (Kirchenvorplatz)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	1.093	0,00	0,56	0,44	754	2	419	333	Ableitung
Fläche	Private und öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.048	0,10	0,18	0,72	723	75	131	517	Ableitung
Fläche	Parkplatz (Sparkasse Gebäude)	Pflaster mit dichten Fugen	139	0,78	0,00	0,22	96	75	0	21	Ableitung


Seite 11 von 20
WABILA-Version 1.0.0.1

Anlage C. 10: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 3 – Teil 1 (DWA and FH Münster, 2017)

Wasserbilanz-Expert Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Private Hoffläche	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	2.195	0,20	0,60	0,19	1.515	308	913	294	Ableitung
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen	860	0,78	0,00	0,22	593	463	0	131	Ableitung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton	928	0,73	0,00	0,27	640	466	0	174	Ableitung
Fläche	Sonstige Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.512	0,10	0,18	0,72	1.043	109	189	746	Ableitung
Maßnahme	Baumrigole	Retentionsbodenfilter	81	0,49	0,00	0,51	710	348	0	362	Ableitung
Fläche	Gehweg (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	473	0,78	0,00	0,22	326	254	0	72	Baumrigolen
Fläche	Gebäude, Garage, Anbauten (Dachflächen, Einleitung in Baumrigole)	Steildach, alle Deckungsmaterialien	705	0,90	0,00	0,10	486	439	0	48	Ableitung


Seite 12 von 20
WABILA-Version 1.0.0.1

Anlage C. 11: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 3 – Teil 2 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage C: Wasserhaushaltsbilanz – Koblenz – Ergebnisse

Wasserbilanz-Expert

Masterthesis Moritz Müller

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Parkplätze (Einleitung in Baumrigole)	teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)	138	0,00	0,56	0,44	95	0	53	42	Baumrigolen
Fläche	Einlaufrinne (Einleitung in Baumrigole)	Pflaster mit dichten Fugen	49	0,78	0,00	0,22	34	26	0	7	Baumrigolen
Fläche	Straße (Einleitung in Baumrigole)	Asphalt, fugenloser Beton	743	0,73	0,00	0,27	513	373	0	140	Baumrigolen

Anlage C. 12: Wasserhaushaltsbilanz Koblenz – Ergebnisse Soll-Zustand Variante 3 – Teil 3 (DWA and FH Münster, 2017)

Anlage D: Ermittlung ungefähre Verdunstungsleistung Stadtbaum mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET

The screenshot displays the 'Baumdaten' (Tree Data) input screen of the STADTBAUM ET tool. The interface features a dark blue background with white text and teal-colored input fields. The data entered is as follows:

Field	Value
Stadt	Koblenz
Straße	Moselweißer Straße
Baumnummer	Neuplanung
Baumart	Robinie
Radius Baumkrone (m)	5,00
Baumkronenfläche aus Radius (m ²)	78,54
Berechnungsjahr	2024

At the bottom, a navigation bar includes the following tabs: Home, Baumdaten (active), Standortbedin..., Wasserversor..., Ergebnisse, and Diagramm.

Anlage D. 1: Ermittlung Verdunstungsleistung eines Stadtbaumes mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET – Eingabedaten: Baumdaten (Kluge, 2024)

Anlage D: Ermittlung ungefähre Verdunstungsleistung Stadtbaum mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET

Standortbedingungen

Info
Link DWD
Link WEK
Link HAD

Sommerniederschläge	336	(mm)
ET0	667	(mm)
Straßensituation	Straße 15-20m; Haushöhe <=20m	
Baumscheibe und Bewuchs	Mittelalter Baum (Halbschatten)	
Boden	Feinsandiger Boden	
Reduktion Wasserverfügbarkeit	0	(%)
effektive Wurzeltiefe	150	(cm)
Grundwasserstand	-250	(cm)
Versiegelungsart 1	Mosaik	Anteil %
		20
Versiegelungsart 2	Asphalt	Anteil %
		40
Versiegelungsart 3	Beton	Anteil %
		40

> Berechnung Wasserversorgung

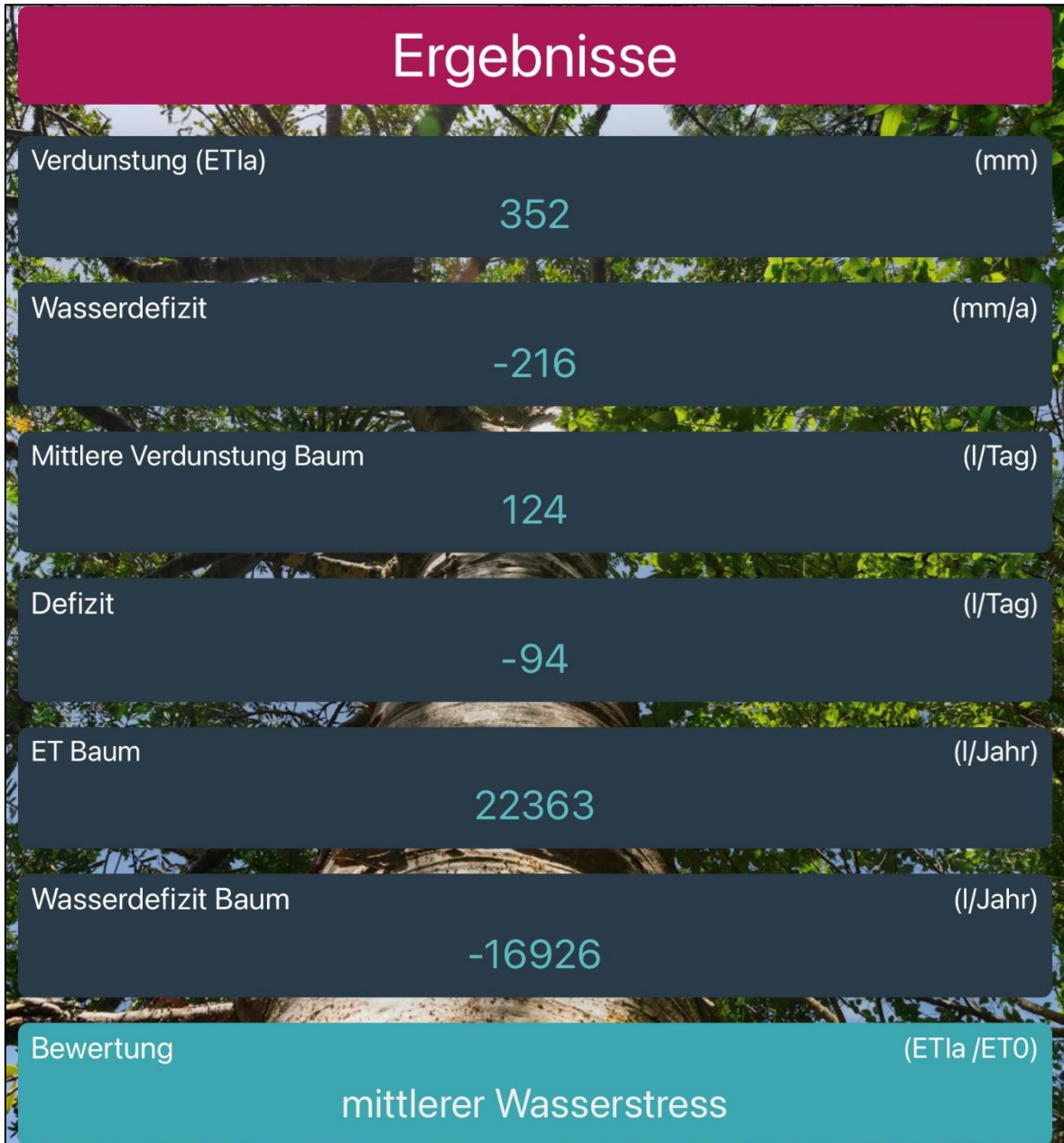
Anlage D. 2: Ermittlung Verdunstungsleistung eines Stadtbaumes mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET – Eingabedaten: Standortbedingungen (Kluge, 2024)

Anlage D: Ermittlung ungefähre Verdunstungsleistung Stadtbaum mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET

Wasserversorgung	
Sommerniederschläge	(mm)
336	
Bodenwasser im Wurzelraum	(mm)
225	
Kapillarer Aufstieg	(mm/d)
0,00	
Kapillarer Aufstieg (max.)	(mm/a)
0	
Abfluss	(mm)
181,44	
Verfügbares Bodenwasser	(mm)
380	
> Berechnung Verdunstung	

Anlage D. 3: Ermittlung Verdunstungsleistung eines Stadtbaumes mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET – Ergebnis Wasserversorgung (Kluge, 2024)

**Anlage D: Ermittlung ungefähre Verdunstungsleistung Stadtbaum
mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET**



Anlage D. 4: Ermittlung Verdunstungsleistung eines Stadtbaumes mit dem Berechnungstool STADTBAUM ET
– Ergebnis: Verdunstung (Kluge, 2024)