

Stadt Wörth am Rhein Bebauungsplan „östlich der Rheinstraße“

Niederschlagswasserbewirtschaftung

Wasserhaushaltsbilanz

**Projekt-Nummer
44-25-0370**

Erläuterungsbericht

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	Veranlassung 1
2	Planungsgrundlagen 2
3	Wasserhaushaltsbilanz 3
3.1	Berechnungsgrundlagen 3
3.1.1	Unbebauter Zustand 3
3.1.2	Berechnungsvarianten 5
3.1.3	Berechnungsparameter..... 10
3.2	Ergebnisse der Wasserhaushaltsbilanz..... 13
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der Wasserhaushaltsbilanz 14

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Aufteilung des Referenzzustandes	4
Abbildung 2: Darstellung der Wasserflüsse.....	4
Abbildung 3: Vergleich der Wasserbilanzen mit zulässigen absoluten Grenzwerten ...	13
Abbildung 4: Abweichungen vom unbebauten Zustand.....	14
Abbildung 5: Verdunstungsbeet	15

ANHANG

- **Anhang 1**
Lageplan Einzugsgebietsflächen
- **Anhang 2**
Ergebnisbericht Wasserbilanz-Expert (WABILA)

1 Veranlassung

Die Stadt Wörth am Rhein beabsichtigt auf dem im Ortsbezirk Maximiliansau gelegenen ehemaligen CJD-Gelände die städtebauliche Neuregelung durch die Aufstellung des Bebauungsplanes „Östlich der Rheinstraße“.

Aus der Aufstellung anderer Bebauungspläne ist bekannt, dass die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie eine Wasserhaushaltsbilanz fordert.

Die novellierte EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRRL) hat zum Ziel, einen guten ökologischen und chemischen Zustand aller Gewässer zu erreichen. Dazu gehört unter anderem ein naturnaher Wasserhaushalt. Als Instrument zur Prüfung dieses naturnahen Wasserhaushalts dient den Genehmigungsstellen üblicherweise eine Wasserhaushaltsbilanz. Dabei wird ein Referenzzustand für die Bezugsgrößen Abfluss, Verdunstung und Grundwasserneubildung unter der Annahme ermittelt, dass im betrachteten Bereich keine urbane Nutzung stattfindet. Durch die urbane Nutzung soll sich der Zustand für die drei genannten Bezugsgrößen um maximal 10 Prozentpunkte verändern.

Im März 2022 wurde von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) in Zusammenarbeit mit dem Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) ein 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“ veröffentlicht. Das Merkblatt enthält Regelungen für das Aufstellen einer Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers.

In der vorliegenden Arbeit wird auf der Grundlage des Vorentwurfs des Bebauungsplanes „Östlich der Rheinstraße“ (Stand November 2025) des Büros BBP eine Wasserhaushaltsbilanz erstellt.

Das betrachtete Gebiet von ca. 1,3 ha wird durch die bestehenden Straßen Rheinstraße, Stichstraße Rheinstraße und Hafenstraße sowie die bestehende Hochwasserschutzmauer begrenzt. Im betrachteten Gebiet werden künftig mit den Sondergebieten „MU 1 – 3“ unterschiedliche Arten von Urbanen Gebieten gemäß den Vorgaben des Bebauungsplanes angeboten.

2 Planungsgrundlagen

Die vorliegende Wasserhaushaltsbilanz basiert auf folgenden Grundlagen:

- Vorabzug Bebauungsplan „Östlich der Rheinstraße“ (Stand Juli 2026) des Büro BBP, Kaiserslautern
- Baugrunderkundung und Beurteilung der Versickerungsfähigkeit, Bebauungsplan „Östlich der Rheinstraße“ in Wörth am Rhein, OB Maximiliansau, Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Annweiler am Trifels, 29.01.2026
- WaSiG-Verfahren zur Ermittlung des Referenzzustandes über www.naturwb.de/get_ref/
- 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“, März 2022

3 Wasserhaushaltsbilanz

Zur Erstellung des Wasserbilanzmodells wurde die Software Wasserbilanz-Expert (WABILA) der DWA verwendet. Das Wasserbilanz-Modell bildet realitätsgerecht den lokalen Wasserhaushalt ab. Hierfür werden die Hauptkomponenten Abfluss (a), Grundwasserneubildung (g) und Verdunstung (v) als Anteile des mittleren Jahresniederschlages beschrieben. Die Aufteilungsfaktoren a, g und v ergeben in Summe 1; dies entspricht dem Jahresniederschlag.

$$P = ET_a + GWN + RD$$

$$P = v * P + g * P + a * P$$

$$1 = v + g + a$$

mit

- P Niederschlag [mm/a]
- ET_a aktuelle Evapotranspiration [mm/a]
- GWN Grundwasserneubildung [mm/a]
- RD Oberflächenabfluss [mm/a]
- v Aufteilungswert Evapotranspiration
- g Aufteilungswert Grundwasserneubildung
- a Aufteilungswert Oberflächenabfluss

3.1 Berechnungsgrundlagen

3.1.1 Unbebauter Zustand

Gemäß DWA-M 102-4 Pkt. 5.2.2 sollen die örtlichen Daten des Wasserhaushalts des Referenzzustandes vorzugsweise über das WaSiG-Verfahren ermittelt werden. Die Professur für Hydrologie der Albert-Ludwigs Universität Freiburg hat dazu die Internetseite www.naturwb.de aufgesetzt, über die für ganz Deutschland die Wasserhaushaltsbilanz des unbebauten Zustandes auf Grundlage des WaSiG-Verfahrens abgefragt werden kann. Alternativ kann die Ermittlung mit Wasserhaushaltsmodellen, mit dem Verfahren GWneu oder mit dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (BfG 2003a) erfolgen.

Aus dem WaSiG-Verfahren ergibt sich für das betrachtete Gebiet folgender Referenzzustand:

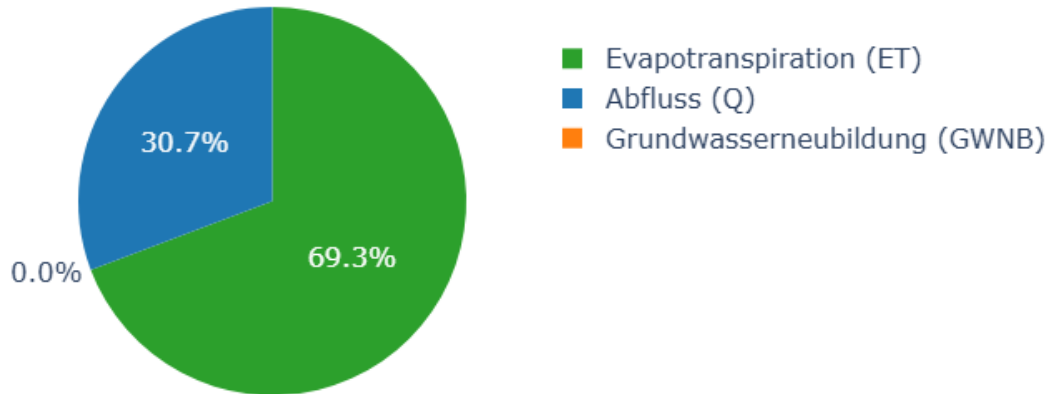


Abbildung 1: Aufteilung des Referenzzustandes (Quelle: www.naturwb.de)

Aufgrund der Lage direkt am Rhein ordnet das WaSiG-Verfahren das versickernde Niederschlagswasser als Zwischenabfluss in den Rhein und nicht als Grundwasserneubildung ein, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

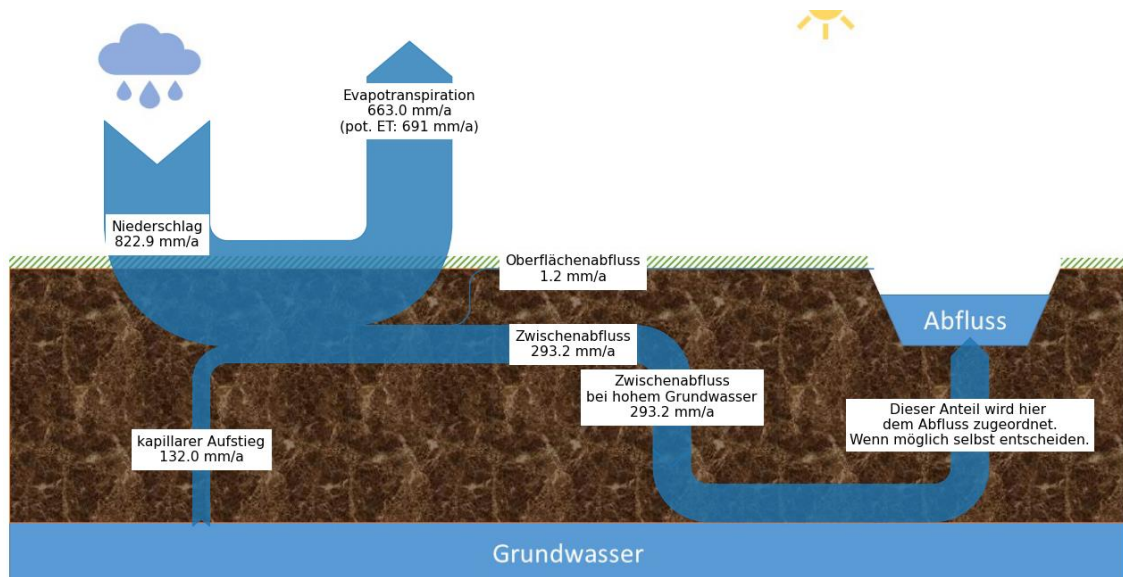


Abbildung 2: Darstellung der Wasserflüsse (Quelle: www.naturwb.de)

Es ergeben sich die folgenden, absoluten Werte ohne Berücksichtigung des kapillaren Aufstiegs:

$$\text{Evapotranspiration } ET_a = ET_{a(\text{WaSiG})} \cdot \frac{\text{Niederschlag}}{\text{Niederschlag} + \text{kap. Aufstieg}} = 663 \cdot \frac{822,9}{822,9 + 132,0} \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right]$$

$$= 570 \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{Direktabfluss RD} &= \text{RD}_{(\text{WaSiG})} * \frac{\text{Niederschlag}}{\text{Niederschlag} + \text{kap. Aufstieg}} = (1,2 + 293,2) * \frac{822,9}{822,9 + 132,0} \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right] \\ &= 253 \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right] \end{aligned}$$

Grundwasserneubildung GWN = 0 [mm/a]

mit den daraus folgenden Aufteilungswerten

Verdunstung **v = 0,693**; Direktabfluss **a = 0,307**; Grundwasserneubildung **g = 0,0**

Für die Berechnung der Wasserhaushaltsbilanz in Wasserbilanz Expert ist darüber hinaus der gebietsspezifische Wert der jährlichen potentiellen Evapotranspiration ET_p erforderlich, welcher ebenfalls über das WaSiG-Verfahren ausgegeben wird.

Da die aus dem WaSiG-Verfahren ermittelte potentielle Evapotranspiration einen Anteil kapillaren Aufstieg enthält, welcher in der Wasserhaushaltsbilanz nicht berücksichtigt wird, ist der Wert prozentual um den Anteil des kapillaren Aufstiegs zu reduzieren.

$$ET_p = ET_{P(\text{WaSiG})} * \frac{\text{Niederschlag}}{\text{Niederschlag} + \text{kap. Aufstieg}} = 691 * \frac{822,9}{822,9 + 132,0} \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right] = 595 \left[\frac{\text{mm}}{\text{a}} \right]$$

3.1.2 Berechnungsvarianten

Grundlegende Annahmen gemäß den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplanes und der Abstimmung mit dem zuständigen Architekten bzw. dem Auftraggeber:

1. Die Flächenermittlung und Materialwahl in den Bauplätzen erfolgt gemäß dem Bebauungsplan, den Aussagen der SGD Süd sowie prozentualen Annahmen:
 - a. MU1
 - i. Hauptdach: Steildach, alle Deckungsmaterialien, überbaubarer Bereich
 - ii. Hof: Pflaster mit dichten Fugen
 - iii. Fußgängerflächen: Asphalt
 - iv. Grünfläche, Verdunstungsanlagen: bei max. GRZ 0,8 → 20 %
 - b. MU2
 - i. Hauptdach MU2: extensiv begrünt, Substratdicke 15 cm
 - ii. Hauptdach MU2: Flachdach aus Metall und Glas
 - iii. Hauptdach M2*: extensiv begrünt, Substratdicke 15 cm
 - iv. Hauptdach M2*: Dachterrasse; Pflaster mit dichten Fugen

- v. Hof: Pflaster mit dichten Fugen
- vi. Fußgängerflächen: Asphalt
- vii. Stellplätze: Pflaster mit dichten Fugen
- viii. Grünfläche, Bindung für Bepflanzungen, Verdunstungsanlagen:
bei max. GRZ 0,8 → 20 %
- c. MU3
 - i. Hauptdach: extensiv begrünt, Substratdicke 15 cm; 80 % von überbaubarem Bereich
 - ii. Hauptdach: Flachdach aus Metall und Glas; 20 % von überbaubarem Bereich
 - iii. Hof: Pflaster mit dichten Fugen
 - iv. Fußgängerflächen: Asphalt
 - v. Grünfläche, Bindung für Bepflanzungen, Verdunstungsanlagen:
bei max. GRZ 0,8 → 20 %
- d. Zufahrt: Fläche zwischen MU1 und MU3
 - i. Asphalt
 - ii. Grünfläche für Maßnahme Verdunstungsbeet
- 2. Die Flächenermittlung und Materialwahl im öffentlichen Bereich erfolgt gemäß dem Bebauungsplan und Annahmen.
 - a. Ver- und Entsorgungsanlagen
 - i. Anlagen: Asphalt; 50 %
 - ii. Grünfläche: 50 %

Gemäß den textlichen Festsetzungen im Bebauungsplan sind Flachdächer und flachgeneigte Dächer bis 15° Neigung von Haupt- und Nebengebäuden ab 10 m² Dachfläche zu begrünen. Ausgenommen davon ist der Planbereich M2*, in dem nur 50 % zu begrünen sind. Das Gründach muss eine mindestens 15 cm hohe Substratschicht aufweisen und mit einer Gräser-/Kräutermischung besät werden. Davon ausgenommen sind verglaste Flächen und technische Aufbauten - ausgenommen Photovoltaikanlagen. Es wurde – ausgenommen bei M2* – die Annahme getroffen, dass 80 % der Dachfläche begrünt werden kann und die restlichen 20 % durch technische Aufbauten, verglaste Flächen und den Randbereich beansprucht werden.

Des Weiteren ist die Anlage von sogenannten Schottergärten nicht zugelassen, so dass die Grünflächen tatsächlich Vegetation aufweisen und in der Folge die Aufteilungswerte des Referenzzustandes angemessen sind.

Die Abwasserbeseitigung der Stadt Wörth am Rhein begrenzt die Einleitung von Niederschlagswasser auf 5 l/(s*ha) und bevorzugt eine Verwertung auf dem Grundstück. Die unter dem Oberboden bzw. den befestigten Flächen anstehende, ca. 1,20 m bis 3,30 m

dicke Auffüllung aus Kies und Schluff mit anthropogenen Beimengungen wird vom Baugrundgutachter als > BM-F3 (relevanter Parameter: PAK) eingestuft. Dies bedeutet, dass eine Versickerungsanlage nur nach Ausbau des belasteten Bodens im Bereich des Wirkungsbereiches der Anlage zulässig ist. Ein derartiger Bodenaustausch ist aufgrund der Mächtigkeit der Auffüllung voraussichtlich sehr aufwendig, so dass für das Modell angenommen wird, dass das nicht verdunstete Niederschlagswasser gedrosselt in den Kanal eingeleitet wird. Darüber hinaus hat die SGD Süd, in Person von Fr. Hark, in einer gemeinsamen Videokonferenz darauf hingewiesen, dass aufgrund der flächigen Bodenbelastung keine wasserdurchlässigen Flächenbefestigungen zum Einsatz kommen dürfen. Somit bleibt nur die Befestigung mit Beton, Asphalt und Pflaster mit dichten Fugen.

Oben beschriebene Annahmen beschreiben in Bezug auf die Wasserhaushaltsbilanz den schlechtesten Fall. Sie wurden in der Wasserhaushaltsbilanz als „bebaut“ dargestellt.

Es besteht die Möglichkeit, die Stellplätze überdacht herzustellen. Da dann Gründächer erforderlich werden, verbessern sie die Wasserhaushaltsbilanz. Sie werden deswegen nicht zusätzlich bemessen.

Da die bisher im Bebauungsplan formulierten Maßnahmen nicht ausreichend sind, wurde der bebaute Zustand mit Maßnahmen ergänzt und in den Varianten „V1 – Verdunstungsbeet“ und „V2 - Retentionsdach“ gerechnet.

Variante 1: Ausbildung von Verdunstungsbeeten

In dieser Variante wird untersucht, wie sich die Wasserhaushaltsbilanz darstellt, wenn Teile des anfallenden Niederschlagswassers von befestigten Flächen (einschl. Gebäuden und Nebengebäuden) in Verdunstungsbeete geleitet wird und der Überlauf dem kommunalen Mischwasserkanal zugeführt wird. Das Verbinden mehrerer Beete mit Sickerrohren ist sinnvoll, um die Leistungsfähigkeit der Beete optimal auszunutzen.

Verdunstungsbeete sind seitlich und nach unten abgedichtete Beete, die das zugeführte Wasser sammeln, speichern und über die in den Beeten gepflanzte Vegetation als Verdunstung abgeben. Die Bepflanzung ist so zu wählen, dass sie eine hohe Verdunstungsrate aufweist und für Einstauflächen mit wechselfeuchtem Standort geeignet ist. Im Allgemeinen ist dies eine Mischung aus Gräsern und Stauden, die zusätzlich den ästhetischen Anforderungen gerecht werden sollen. Das Beet weist kein oder nur ein geringes Gefälle in der Oberfläche auf. Ein Überlauf schützt vor Überflutung. Für funktionierende Verdunstungsbeete werden an 1 m² Beet ca. 7 m² undurchlässige Fläche angeschlossen. Die Beete sind ca. 100 cm tief in rechteckigem oder trapezförmigem Profil auszu-

bilden, um ein ausreichendes Wasserspeichervolumen für längere Trockenzeiten bereitzustellen. Ein lageweiser Aufbau aus Grobschlag (Wasserspeicher), Kapillarkblock aus Lehm, Pflanzsubstrat, ggfs. Verteilerschicht bei punktuellen Wasserzuläufen und humoser Nährstoffschicht sorgen für die optimale Versorgung der Pflanzen mit Wasser und einen großen Wasserrückhalt. Alternative Bauweisen sind möglich.

Der Zulauf kann sowohl oberirdisch über Zuleitungsrinnen oder breitflächig, als auch unterirdisch über frostsicher verlegte Rohrleitungen erfolgen. Auch der Überlauf kann sowohl oberirdisch als auch unterirdisch erfolgen. Die Dimensionierung erfolgt über den Spitzenabflussbeiwert.

Es ist zu prüfen, ob diese Maßnahme dem Verschlechterungsverbot der Wasserrahmenrichtlinie ausreichend Rechnung trägt.

Es wurde angenommen, dass die Gesamtfläche an Verdunstungsbeeten je Grundstück 5 % der befestigten Fläche des Grundstücks beträgt. Im schlechtesten Fall beträgt der Befestigungsgrad je Grundstück 0,8.

Bei der Zufahrt ist die gesamte befestigte Fläche in ein Verdunstungsbeet einzuleiten. Aufgrund des erforderlichen Verhältnisses von 7 m² befestigte Fläche je 1 m² Beet ist die Befestigung bei 283 m² gedeckelt.

Es wurden folgende Größen für die Verdunstungsbeete angenommen:

Bauliche Nutzung	MU1	MU2	MU3	Zufahrt
Gebietsgröße [m²]	1.531	7.844	3.414	323
Ungünstigster Befestigungsgrad	0,8	0,8	0,8	
befestigte Fläche [m²]	1.225	6.275	2.731	283
Mindestanteil Grabengröße [%]e	5	5	5	1m² je 7m²
Mindestgrabengröße [m²]	61	314	137	40
Mögliche Abmessung (L x B) [m]	1,5 x 41	2 x 157	1,5 x 91	2 x 20

Die Verdunstungsbeete können als mehrere Teilbeete, die auch nicht miteinander verknüpft sein müssen, hergestellt werden. Der oben beschriebene Verhältnisswert von 7 m² angeschlossene, befestigte Fläche je m² Verdunstungsbeet ist dabei zu beachten.

Die Verdunstungsbeete können beispielsweise entlang der Gebäude angeordnet werden, damit die Fallrohre das Dachflächenwasser direkt oberflächlich einleiten. Eine weitere Möglichkeit ist die Anlage entlang von Verkehrsflächen, die Beschickung kann dann beispielsweise durch auf Lücke gesetzte Bordanlagen erfolgen. Durch den Bewuchs

können die Beete auch optisch ansprechend gestaltet werden. Es sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, dass die Beete weder befahren noch betreten werden und dadurch die Funktionalität eingeschränkt wird.

Variante 2: Retentionsdach und Verdunstungsbeete

In der Variante wird untersucht, wie sich die Wasserhaushaltsbilanz darstellt, wenn die Hauptgebäudeflächen von MU2 und MU2* sowie MU3 als extensiv begrünte Retentionsdächer ausgebildet werden. Dies verstärkt einerseits den Effekt der Verdunstung, da das anfallende Niederschlagswasser der Dachbegrünung länger zu Verfügung steht. Andererseits ist dies auch eine sehr gute Möglichkeit, um die erforderlichen, hochwassergeschützten Rückhaltevolumina infolge der Einleitungsbeschränkung in den Kanal bereitzustellen.

Es wurde die Annahme getroffen, dass das begrünte Einstaudach von MU2 mindestens 44% bzw. von MU3 mindestens 35% der Grundstücksfläche umfasst und eine Aufbauhöhe von mindestens 150mm (Speicherhöhe, Substrathöhe, Vliese, etc.) aufweist. Die Begrünung ist entsprechend der Vorgabe in den Textlichen Festsetzungen des Bebauungsplanes mit einer Gräser-/Kräutermischung herzustellen.

Sofern in MU2 oder MU3 ein entsprechendes Dach zum Einsatz kommt, reduziert sich der Anteil der erforderlichen Verdunstungsbeete in dem Grundstück von 5% auf 3% der befestigten Fläche (ohne Berücksichtigung der Abflussbeiwerte).

In MU1 wurde angenommen, dass kein Retentionsdach zum Einsatz kommt, da dies in Kombination mit einem Schrägdach sehr aufwändig ist. Es ist in MU1 also weiterhin 5% der befestigten Grundstücksfläche als Verdunstungsbeet entsprechend der oben beschriebenen Vorgaben auszubilden.

Nachfolgend die Bemessungsgrundlagen:

Bauliche Nutzung	MU1	MU2	MU3
Gebietsgröße [m ²]	1.531	7.844	3.414
Mindestanteil Einstaudach [%]	0	44	35
Ungünstigster Befestigungsgrad	0,8	0,8	0,8
befestigte Fläche [m ²]	1.225	6.275	2.731
Mindestanteil Grabengröße [%]	5	3	3
Mindestgrabengröße [m ²]	61	188	82

3.1.3 Berechnungsparameter

Durchlässigkeitsbeiwert k_f

Der Baugrundgutachter schätzt den anstehenden Oberboden als maßgebliches Material für die Durchlässigkeit der Böden mit einem Wert k_f von $1 \cdot 10^{-7} \text{ [m/s]} = 0,36 \text{ [mm/h]}$ ein.

In der Wasserhaushaltsbilanz wird der o.g. Durchlässigkeitsbeiwert k_f verwendet.

Einzugsgebietsflächen

Zur Aufstellung der Wasserhaushaltsbilanz wurden die Einzelflächen und deren Art der Befestigung für das gesamte Bebauungsplangebiet ermittelt (*siehe auch Anhang 1: Lageplan Einzugsgebietsflächen und Kapitel 3.1.2 „Grundlegende Annahmen“*).

Eingaben im Modell Wasserbilanz-Expert

Zur sinngemäßen Abbildung wurden folgende, zusätzliche Einstellungen im Modell vorgenommen:

- VEA b (Asphalt, fugenloser Beton): Speicherhöhe 2,5 mm (Standardwert)
- VEA g (Garten, Grünflächen): Aufteilungswerte des Referenzzustandes
- Zufahrt (Asphalt, fugenloser Beton): Speicherhöhe 2,5 mm (Standardwert)
- MU1 Geb (Steildach, alle Deckungsmaterialien): Speicherhöhe 0,3 mm (Standardwert)
- MU1 Hof (Pflaster mit dichten Fugen): Speicherhöhe 1,5 mm (Standardwert)
- MU1 FG (Asphalt): Speicherhöhe 2 mm (Standardwert)
- MU1 GF (Garten, Grünfläche): Aufteilungswerte des Referenzzustandes
- MU2 Hof (Pflaster mit dichten Fugen): Speicherhöhe 1,5 mm (Standardwert)
- MU2 FG (Asphalt): Speicherhöhe 2 mm (Standardwert)
- MU2 GF (Garten, Grünfläche): Aufteilungswerte des Referenzzustandes
- MU2 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung): Ermittlung der Aufteilungswerte gem. Anhang C, DWA-M 102-4
- MU2 M4 (Garten, Grünfläche): Aufteilungswerte des Referenzzustandes
- MU2 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung): Höhe der Substratschicht h_s 150 mm, $WK_{max} - WP$ 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2.
- MU2 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas)): Speicherhöhe 0,6 mm (Standardwert)
- MU2 Stellplatz (Pflaster mit dichten Fugen): Speicherhöhe 1,5 mm (Standardwert)

- M2* Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung): Höhe der Substratschicht h_s 150 mm, WKmax – WP 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2.
- M2* Dachterrasse (Pflaster mit dichten Fugen): Speicherhöhe 1,5 mm (Standardwert)
- MU3 Hof (Pflaster mit dichten Fugen): Speicherhöhe 1,5 mm (Standardwert)
- MU3 FG (Asphalt): Speicherhöhe 2 mm (Standardwert)
- MU3 GF (Garten, Grünfläche): Aufteilungswerte des Referenzzustandes
- MU3 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung): Ermittlung der Aufteilungswerte gem. Anhang C, DWA-M 102-4
- MU3 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung): Höhe der Substratschicht h_s 150 mm, WKmax – WP 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2.
- MU3 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas)): Speicherhöhe 0,6 mm (Standardwert)

Abweichend in V2:

- MU2 Gründach (Retentionsdach mit Extensivbegrünung): Gesamthöhe inkl. Wasserspeicher 150 mm, WKmax – WP 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2. Manuelle Ermittlung über die Formeln A.4 und A.5 des Merkblatts DWA-M 102-4. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Garten, Grünflächen“.
- M2* Gründach (Retentionsdach mit Extensivbegrünung): Gesamthöhe inkl. Wasserspeicher 150 mm, WKmax – WP 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2. Manuelle Ermittlung über die Formeln A.4 und A.5 des Merkblatts DWA-M 102-4. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Garten, Grünflächen“.
- MU3 Gründach (Retentionsdach mit Extensivbegrünung): Gesamthöhe inkl. Wasserspeicher 150 mm, WKmax – WP 0,5 (Standardwert), Begrünungsfaktor f_B (Gras-Kraut-Begrünung) 1,2. Manuelle Ermittlung über die Formeln A.4 und A.5 des Merkblatts DWA-M 102-4. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Garten, Grünflächen“.

Die Maßnahmen werden wie folgt dargestellt:

- Beet 1 (Verdunstungsbeet): Aufteilungswerte des Referenzzustandes gem. WaSiG-Verfahren, Anteil Grundwasserneubildung wird neu dem Abfluss angerechnet. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Retentionsbodenfilter“.

- Beet 2 (Verdunstungsbeet): Aufteilungswerte des Referenzzustandes gem. Wa-SiG-Verfahren, Anteil Grundwasserneubildung wird neu dem Abfluss angerechnet. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Retentionsbodenfilter“.
- Beet 3 (Verdunstungsbeet): Aufteilungswerte des Referenzzustandes gem. Wa-SiG-Verfahren, Anteil Grundwasserneubildung wird neu dem Abfluss angerechnet. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Retentionsbodenfilter“.
- Beet Z (Verdunstungsbeet): Aufteilungswerte des Referenzzustandes gem. Wa-SiG-Verfahren, Anteil Grundwasserneubildung wird neu dem Abfluss angerechnet. Übertragung in das Modell über das Hilfselement „Retentionsbodenfilter“.

3.2 Ergebnisse der Wasserhaushaltsbilanz

Gemäß Merkblatt DWA M-102-4 sind Abweichungen in den Aufteilungswerten gegenüber dem unbebauten Zustand von **5 bis 10 Prozentpunkten** erreichbar, wenn die Möglichkeiten der Niederschlagswasserbewirtschaftung zielgerichtet genutzt werden.

Variante	RD (mm/a)	GWN (mm/a)	ETa (mm/a)	Δa (-)	Δg (-)	Δv (-)
Referenz	252,7	0,0	570,3			
bebaut	464,1	5,2	353,7	+0,257	+0,006	-0,263
V1 – Verdunstungsbeet	321,7	5,2	496,0	+0,084	+0,006	-0,090
V2 – Retentionsdach	326,2	5,2	491,6	+0,089	+0,006	-0,096

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse, rot: > 10 Prozentpunkte, grün: < 10 Prozentpunkte

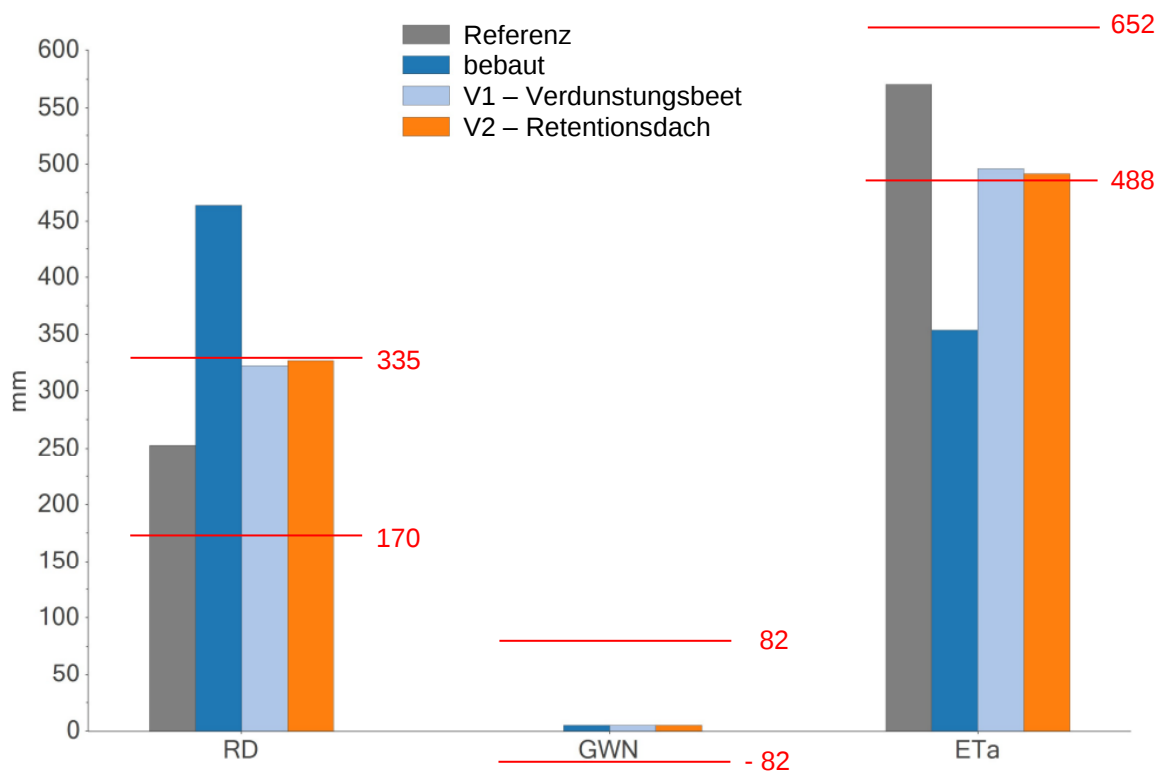


Abbildung 3: Vergleich der Wasserbilanzen mit zulässigen absoluten Grenzwerten, aus WABILA Expert

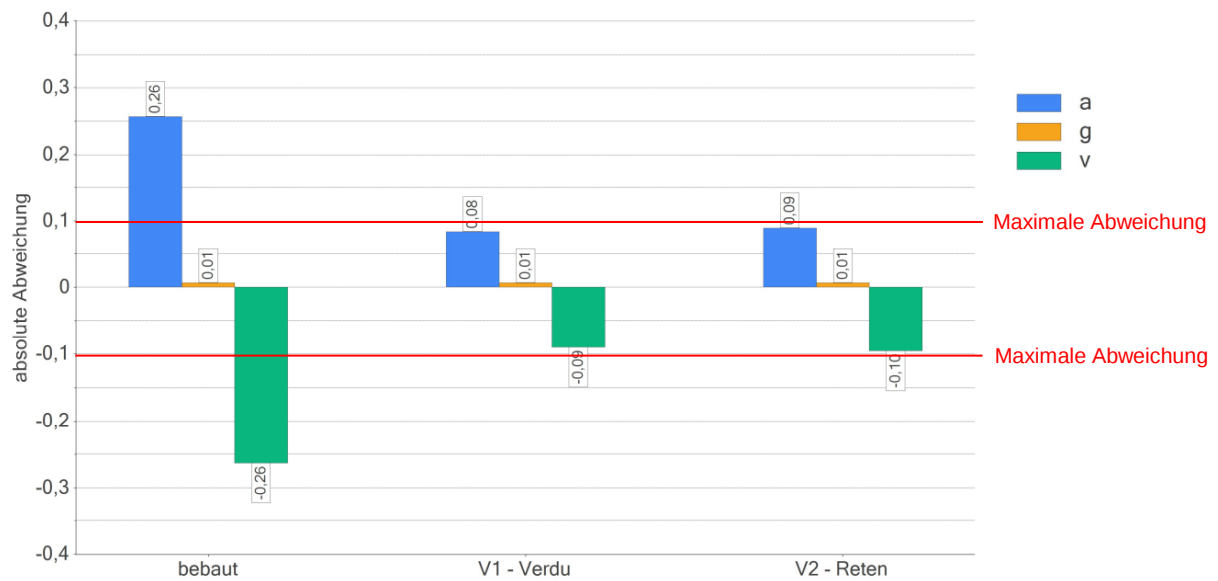


Abbildung 4: Abweichungen vom unbebauten Zustand, aus WABILA Expert

Beschreibung der Ergebnisse

Die Planungszustand „bebaut“ weist absolute Abweichungen von mehr als 10 Prozentpunkten zum unbebauten Zustand auf. Es reduziert sich die Verdunstung zu stark bei zu großer Zunahme des Direktabflusses, als in Merkblatt DWA-M 102-4 empfohlen.

In der Folge widerspricht die bisherige Umsetzung des Bebauungsplanes ohne weitere Maßnahme dem Verschlechterungsverbot des Wasserhaushaltsgesetzes.

Die Variante 1 „Verdunstungsbeet“ führt zu Abweichungen von 9 Prozentpunkten bei der Bilanzgröße Verdunstung sowie 8 bzw. 1 Prozentpunkten bei den Bilanzgrößen Direktabfluss und Grundwasserneubildung gegenüber dem Referenzzustand.

Die Variante 2 „Retentionsdach“ mit extensiv begrünten Retentionsdächern in MU2, MU2* und MU3 führt zu Abweichungen von 10 Prozentpunkten bei der Bilanzgröße Verdunstung sowie 9 bzw. 1 Prozentpunkten bei den Bilanzgrößen Direktabfluss und Grundwasserneubildung gegenüber dem Referenzzustand.

Beide Varianten tun damit dem Verschlechterungsverbot des Wasserhaushaltsgesetzes Genüge.

3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Wasserhaushaltsbilanz

Gemäß dem Merkblatt DWA-M 102-4 wurden die örtlichen Daten des Wasserhaushalts mit NatUrWB über das WaSiG-Verfahren ermittelt.

Beim Vergleich des Planungszustandes auf Basis der bisher geplanten Maßnahmen („bebaut“) mit dem unbebauten Zustand kommt es bei den zwei Komponenten Verdunstung und Direktabfluss zu einer nicht tolerierbaren Veränderung.

Aufgrund des im WHG in Verbindung mit der EG-WRRL formulierten Verschlechterungsverbots werden zusätzliche Maßnahmen zur Niederschlagsbewirtschaftung vorgesehen.

Die Maßnahme V1 „Verdunstungsbeet“ erhöht die Verdunstung und reduziert den Direktabfluss, so dass es bei allen 3 Komponenten zu einer tolerierbaren Abweichung vom Referenzzustand kommt. Alternativ zur Maßnahme „V1 – Verdunstungsbeet“ kann in MU2 und MU2* oder MU3 die Herstellung eines extensiv begrünten Retentionsdaches in Betracht gezogen werden, wodurch der Anteil Verdunstungsbeet in diesem Bereich reduziert werden kann. Dies wurde in der Variante „V2 – Retentionsdach“ modelliert.

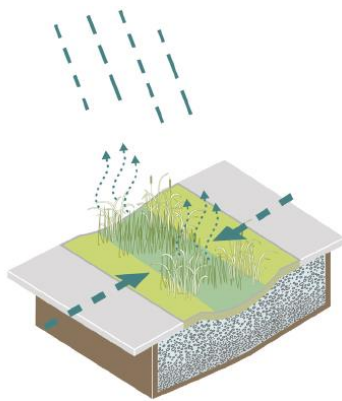


Abbildung 5: Verdunstungsbeet (Quelle: BlueGreenStreets (Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, Abbildung 20)

Wir empfehlen, den Bebauungsplan um folgende Maßgabe zu erweitern:

„Um dem Schutz des natürlichen Wasserhaushaltes Genüge zu tun, ist für jedes Grundstück eine der nachfolgenden Varianten planerisch und baulich umzusetzen:

Variante 1:

Es sind Verdunstungsbeete in der Größe von mindestens 5 % der befestigten Grundstücksfläche (Berechnung ohne Abflussbeiwert) herzustellen. Für die Fläche „Zufahrt“ ist die gesamte befestigte Fläche an Verdunstungsbeete anzuschließen.

Variante 2:

Alternativ können in MU2, MU2* und MU3 extensiv begrünte Retentionsdächer (mind. 15 cm Aufbauhöhe, mind. Gras-Kraut-Begrünung, Kombination mit Solaranlage ist möglich) eingesetzt werden. Neben dieser Maßnahme sind Verdunstungsbeete in der Größe von mindestens 3% der befestigten Grundstücksfläche (Berechnung ohne Abflussbeiwert) herzustellen. Für MU1 und die Fläche „Zufahrt“ kommt nur Variante 1 in Frage.

Beschreibung Verdunstungsbeete:

Verdunstungsbeete sind seitlich und nach unten abgedichtete Beete, die das zugeführte Wasser sammeln, speichern und über die in den Beeten gepflanzte Vegetation als Verdunstung abgeben. Die Bepflanzung ist so zu wählen, dass sie eine hohe Verdunstungsrate aufweist und für Einstauflächen mit wechselfeuchtem Standort geeignet ist. Im Allgemeinen ist dies eine Mischung aus Gräsern und Stauden, die zusätzlich den ästhetischen Anforderungen gerecht werden können. Das Beet weist kein oder nur ein geringes Gefälle in der Oberfläche auf. Ein Überlauf schützt vor Überflutung. Für funktionierende Verdunstungsbeete werden an 1 m² Beet ca. 7 m² abflusswirksame Fläche angeschlossen. Die Dimensionierung erfolgt über den Spitzenabflussbeiwert. Die Beete sind ca. 100 cm tief in rechteckigem oder trapezförmigem Profil auszubilden, um ein ausreichendes Wasserspeichervolumen für längere Trockenzeiten bereitzustellen. Ein lageweiser Aufbau aus Grobschlag (Wasserspeicher), Kapillarblock aus Lehm, Pflanzsubstrat, ggfs. Verteilerschicht bei punktuellen Wasserzuläufen und humoser Nährstoffschicht sorgen für die optimale Versorgung der Pflanzen mit Wasser und einen großen Wasserrückhalt. Der Zulauf kann sowohl oberirdisch über Zuleitungsrinnen oder breitflächig, als auch unterirdisch über frostsicher verlegte Rohrleitungen erfolgen. Auch der Überlauf kann sowohl oberirdisch als auch unterirdisch erfolgen. Alternative Bauweisen sind möglich. Die Verdunstungsanlagen sind zu pflegen und in stand zu halten.“

Mit der Übernahme der vorgenannten Maßnahmen in den Bebauungsplan wird das in der Wasserhaushaltsbilanz erstellte Modell wiedergegeben, welches dem Verschlechterungsverbot des Wasserhaushaltsgesetzes Rechnung trägt.

Sollten sich im weiteren Planungsprozess Änderungen an den Eingangsparametern (Flächenanteile, Materialien) ergeben, so kann dies zu einem abweichenden Ergebnis in der Wasserhaushaltsbilanz führen. Wir empfehlen, Änderungen deswegen mit dem Aufsteller des Berichts abzustimmen.

Aufgestellt:

Karlsruhe, 03.08.2026 Mai/NL/0370_WABILA

dr.figlus | mairon | zafiriou | gmbh
Ingenieurbüro für Bauwesen


Dipl.-Ing. Christiane Mairon
Geschäftsführerin

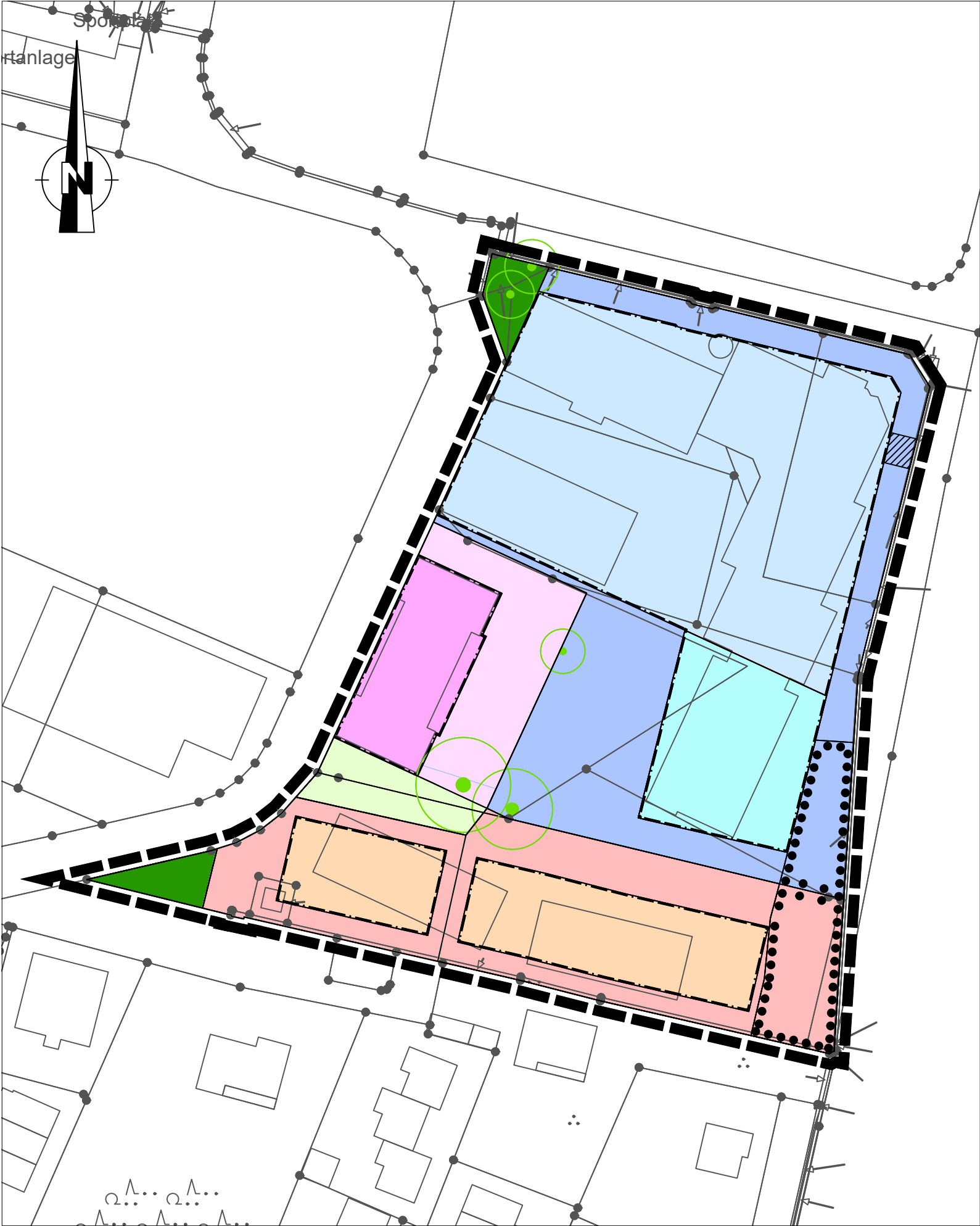




B.Eng. Nadine Loritz
Projektingenieurin

ANHANG 1

Lageplan Einzugsgebietsflächen



LEGENDE Einzugsgebietsflächen

- ca. 284 m² Ver- und Entsorgungsanlagen**
davon ca. 142 m² Asphalt
ca. 142 m² Grünfläche
- ca. 323 m² Zufahrt**
- ca. 806 m² MU1 nicht überbaubarer Bereich**
davon ca. 422 m² Hof (Pflaster mit dichten Fugen)
ca. 77 m² Fußgänger (Asphalt)
ca. 306 m² Grünfläche, max. GRZ 0,8 von 1.347 m²
- ca. 726 m² MU1 überbaubarer Bereich (Steildach)**
- ca. 2.525 m² MU2 nicht überbaubarer Bereich**
davon ca. 239 m² Hof (Pflaster mit dichten Fugen)
ca. 717 m² Fußgänger (Asphalt)
ca. 1.235 m² Grünfläche; 48%, max. GRZ 0,8 von 7.844 m²
ca. 302 m² Bindung für Bepflanzungen
ca. 31 m² M4
- ca. 4.233 m² MU2 überbaubarer Bereich**
davon ca. 2.896 m² Gründach
ca. 724 m² Flachdach
ca. 613 m² Stellplätze (Pflaster mit dichten Fugen)
- ca. 1.086 m² MU2* überbaubarer Bereich**
davon ca. 543 m² Gründach
ca. 543 m² Dachterrasse (Pflaster)
- ca. 1.901 m² MU3 nicht überbaubarer Bereich**
davon ca. 1.048 m² Hof (Pflaster mit dichten Fugen)
ca. 171 m² Fußgänger (Asphalt); 9%
ca. 239 m² Grünfläche; 13%, max. GRZ 0,8 von 3.592 m²
ca. 444 m² Bindung für Bepflanzungen
- ca. 1.513 m² MU3 überbaubarer Bereich**
davon ca. 1.210 m² Gründach (Hauptgebäude, Garage)
ca. 303 m² Flachdach (Hauptgebäude, Garage)

ANHANG 2

Ergebnisbericht Wasserbilanz-Expert

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

1. Grunddaten

Projekt

Name: 0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Gebietsdaten

Bruttobauland: 13396,0 m²
kf-Wert: 0,36 mm/h
Niederschlag: 823,0 mm/a
pot. Verdunstung: 595,0 mm/a

Standortdaten

Boden: Lössböden
Gefälle: 0 - 2 %
Grundwasserflurabstand: 0 - 1 m

Unbebaunter Zustand (Referenz)

Abfluss: 252,7 mm/a (a = 0,307)
Grundwasserneubildung: 0,0 mm/a (g = 0,000)
Verdunstung: 570,3 mm/a (v = 0,693)
Entnahme: 0,0 mm/a (e = 0,000)

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

2. Ergebnisse der Wasserbilanzberechnung

Variante	RD (mm/a)	GWN (mm/a)	ETa (mm/a)	E (mm/a)	a (-)	g (-)	v (-)	e (-)
Referenz	252,7	0,0	570,3	0,0	0,307	0,000	0,693	0,000
bebaut	464,1	5,2	353,7	0,0	0,564	0,006	0,430	0,000
V1 - Verdunstun...	321,7	5,2	496,0	0,0	0,391	0,006	0,603	0,000
V2 - Retentions...	326,2	5,2	491,6	0,0	0,396	0,006	0,597	0,000

Volumen je Variante

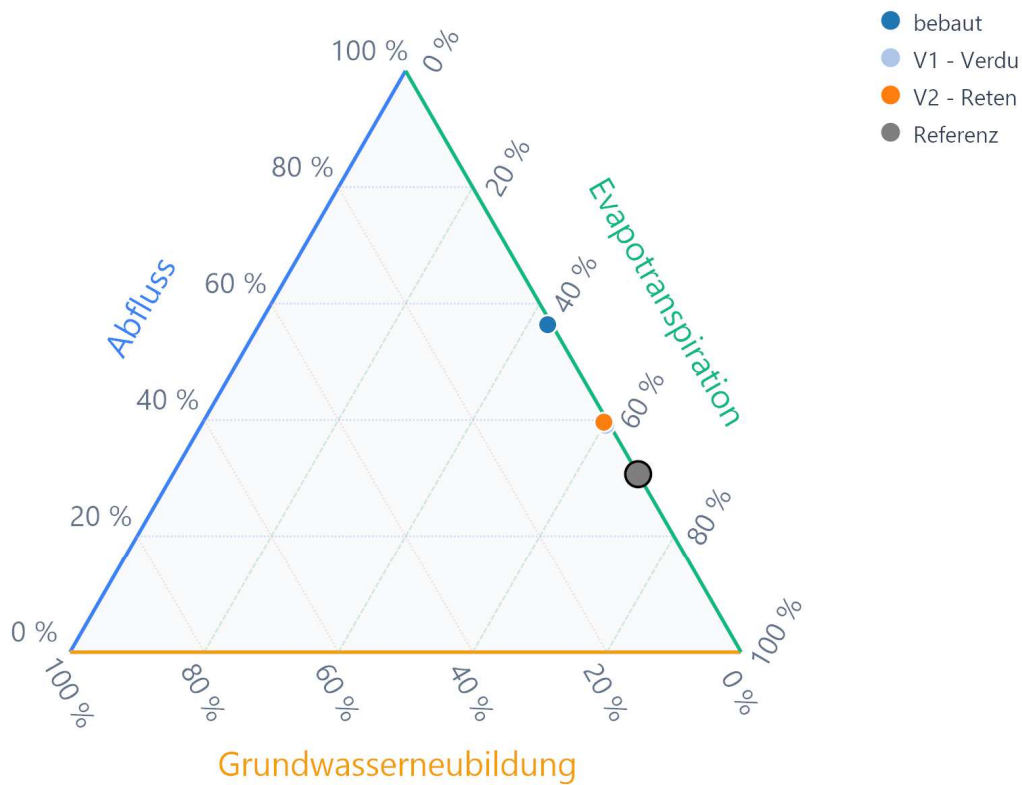
Variante	Fläche (m²)	RD (m³/a)	GWN (m³/a)	ETa (m³/a)	E (m³/a)
Referenz	13396,0	3384,6	0,0	7640,3	0,0
bebaut	13396,0	6216,5	70,2	4738,2	0,0
V1 - Verdunstun...	13396,0	4310,1	70,2	6644,6	0,0
V2 - Retentions...	13396,0	4369,7	70,2	6585,0	0,0

Abweichungen vom unbebauten Zustand

Variante	Δa (-)	Δg (-)	Δv (-)
bebaut	+0,257	+0,006	-0,263
V1 - Verdunstun...	+0,084	+0,006	-0,090
V2 - Retentions...	+0,089	+0,006	-0,096

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

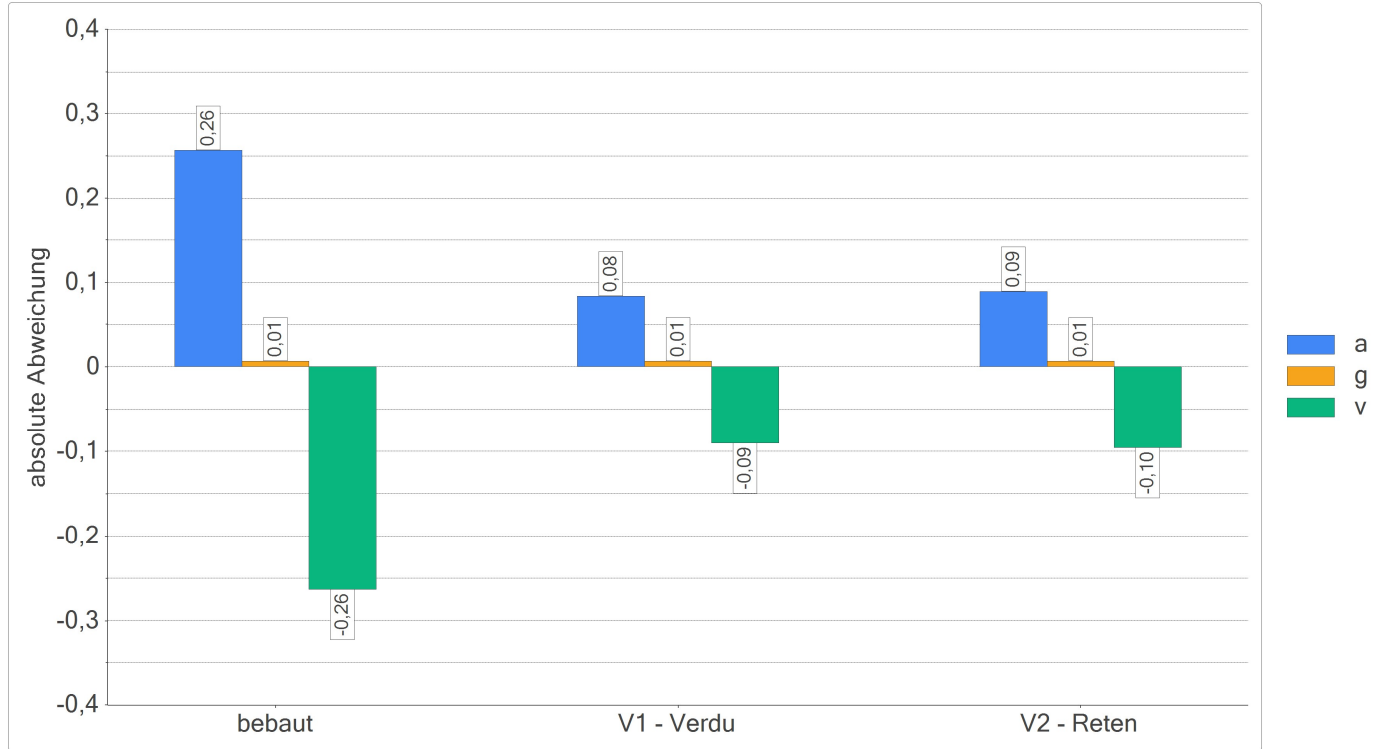
3. Wasserbilanzdreieck



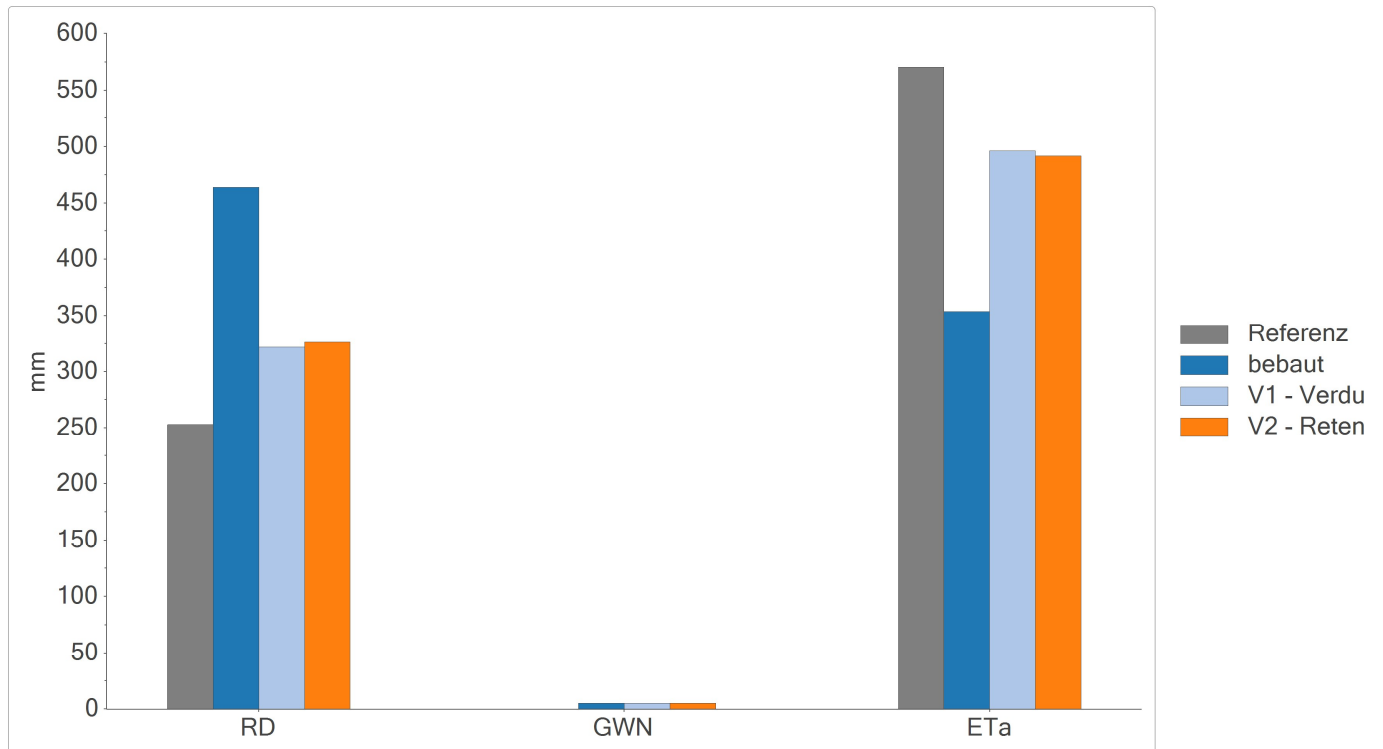
0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

4. Grafische Auswertung

Abweichung vom unbebauten Zustand



Wasserbilanz-Vergleich



0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

5. Elementliste je Variante

Variante: bebaut | Volumenfehler: 0,0 % | verbleibende Gebietsfläche: 0,0 m²

#	Name	Typ	Fläche (m ²)	Entwässert in	a (-)	g (-)	v (-)	e (-)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Entn. (m ³)
1	VEA b	Asphalt, fugenloser Bet...	142,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	90,4	0,0	26,4	0,0
2	VEA g	Garten, Grünflächen	142,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	35,9	0,0	81,0	0,0
3	Zufahrt	Asphalt, fugenloser Bet...	323,0	Ableitung	0,750	0,000	0,250	0,000	199,4	0,0	66,5	0,0
4	MU1 Geb	Steildach, alle Deckung...	726,0	Ableitung	0,911	0,000	0,089	0,000	544,3	0,0	53,2	0,0
5	MU1 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	422,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	278,5	0,0	68,8	0,0
6	MU1 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	77,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	49,0	0,0	14,3	0,0
7	MU1 GF	Garten, Grünflächen	306,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	77,3	0,0	174,5	0,0
8	MU2 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	239,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	157,7	0,0	39,0	0,0
9	MU2 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	717,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	456,6	0,0	133,5	0,0
10	MU2 GF	Garten, Grünflächen	1235,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	312,0	0,0	704,4	0,0
11	MU2 M3	Vegetation: Stadtgrün i...	302,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	21,7	28,4	198,5	0,0
12	MU2 M4	Garten, Grünflächen	31,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	7,8	0,0	17,7	0,0
13	MU2 Gründach	Gründach mit Extensivb...	2896,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	994,4	0,0	1389,0	0,0
14	MU2 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	724,0	Ableitung	0,868	0,000	0,132	0,000	517,3	0,0	78,5	0,0
15	MU2 Stellplatz	Pflaster mit dichten Fug...	613,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	404,5	0,0	100,0	0,0
16	M2* Gründach	Gründach mit Extensivb...	543,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	186,5	0,0	260,4	0,0
17	M2* Dachterrasse	Pflaster mit dichten Fug...	543,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	358,3	0,0	88,5	0,0
18	MU3 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	1048,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	691,6	0,0	170,9	0,0
19	MU3 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	171,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	108,9	0,0	31,8	0,0
20	MU3 GF	Garten, Grünflächen	239,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	60,4	0,0	136,3	0,0
21	MU3 M3	Vegetation: Stadtgrün i...	444,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	31,8	41,8	291,8	0,0
22	MU3 Gründach	Gründach mit Extensivb...	1210,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	415,5	0,0	580,3	0,0
23	MU3 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	303,0	Ableitung	0,868	0,000	0,132	0,000	216,5	0,0	32,9	0,0
Σ Bebaut			13396,0		0,564	0,006	0,430	0,000	6216,5	70,2	4738,2	0,0

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Variante: V1 - Verdunstungsbeet | Volumenfehler: 0,0 % | verbleibende Gebietsfläche: 0,0 m²

#	Name	Typ	Fläche (m ²)	Entwässert in	a (-)	g (-)	v (-)	e (-)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Entn. (m ³)
1	VEA b	Asphalt, fugenloser Bet...	142,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	90,4	0,0	26,4	0,0
2	VEA g	Garten, Grünflächen	142,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	35,9	0,0	81,0	0,0
3	Zufahrt	Asphalt, fugenloser Bet...	283,0	Beet Z	0,750	0,000	0,250	0,000	174,7	0,0	58,2	0,0
4	Beet Z	Retentionsbodenfilter	40,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	63,7	0,0	143,9	0,0
5	MU1 Geb	Steildach, alle Deckung...	726,0	Ableitung	0,911	0,000	0,089	0,000	544,3	0,0	53,2	0,0
6	MU1 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	422,0	Beet 1	0,802	0,000	0,198	0,000	278,5	0,0	68,8	0,0
7	MU1 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	77,0	Beet 1	0,774	0,000	0,226	0,000	49,0	0,0	14,3	0,0
8	MU1 GF	Garten, Grünflächen	241,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	60,9	0,0	137,5	0,0
9	Beet 1	Retentionsbodenfilter	65,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	117,0	0,0	264,0	0,0
10	MU2 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	239,0	Beet 2	0,802	0,000	0,198	0,000	157,7	0,0	39,0	0,0
11	MU2 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	717,0	Beet 2	0,774	0,000	0,226	0,000	456,6	0,0	133,5	0,0
12	MU2 GF	Garten, Grünflächen	913,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	230,7	0,0	520,7	0,0
13	MU2 Bepflanzung	Vegetation: Stadtgrün i...	302,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	21,7	28,4	198,5	0,0
14	MU2 M4	Garten, Grünflächen	31,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	7,8	0,0	17,7	0,0
15	MU2 Gründach	Gründach mit Extensivb...	2896,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	994,4	0,0	1389,0	0,0
16	MU2 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	724,0	Beet 2	0,868	0,000	0,132	0,000	517,3	0,0	78,5	0,0
17	MU2 Stellplatz	Pflaster mit dichten Fug...	613,0	Beet 2	0,802	0,000	0,198	0,000	404,5	0,0	100,0	0,0
18	M2* Gründach	Gründach mit Extensivb...	543,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	186,5	0,0	260,4	0,0
19	M2* Dachterrasse	Pflaster mit dichten Fug...	543,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	358,3	0,0	88,5	0,0
20	Beet 2	Retentionsbodenfilter	322,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	553,0	0,0	1248,2	0,0
21	MU3 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	1048,0	Beet 3	0,802	0,000	0,198	0,000	691,6	0,0	170,9	0,0
22	MU3 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	171,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	108,9	0,0	31,8	0,0
23	MU3 GF	Garten, Grünflächen	104,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	26,3	0,0	59,3	0,0
24	MU3 Bepflanzung	Vegetation: Stadtgrün i...	444,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	31,8	41,8	291,8	0,0
25	MU3 Gründach	Gründach mit Extensivb...	1210,0	Ableitung	0,417	0,000	0,583	0,000	415,5	0,0	580,3	0,0
26	MU3 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	303,0	Ableitung	0,868	0,000	0,132	0,000	216,5	0,0	32,9	0,0
27	Beet 3	Retentionsbodenfilter	135,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	246,4	0,0	556,3	0,0
Σ Bebaut			13396,0		0,391	0,006	0,603	0,000	4310,1	70,2	6644,6	0,0

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Variante: V2 - Retentionsdach | Volumenfehler: 0,0 % | verbleibende Gebietsfläche: 0,0 m²

#	Name	Typ	Fläche (m ²)	Entwässert in	a (-)	g (-)	v (-)	e (-)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Entn. (m ³)
1	VEA b	Asphalt, fugenloser Bet...	142,0	Ableitung	0,774	0,000	0,226	0,000	90,4	0,0	26,4	0,0
2	VEA g	Garten, Grünflächen	142,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	35,9	0,0	81,0	0,0
3	Zufahrt	Asphalt, fugenloser Bet...	283,0	Beet Z	0,750	0,000	0,250	0,000	174,7	0,0	58,2	0,0
4	Beet Z	Retentionsbodenfilter	40,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	63,7	0,0	143,9	0,0
5	MU1 Geb	Steildach, alle Deckung...	726,0	Ableitung	0,911	0,000	0,089	0,000	544,3	0,0	53,2	0,0
6	MU1 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	422,0	Beet 1	0,802	0,000	0,198	0,000	278,5	0,0	68,8	0,0
7	MU1 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	77,0	Beet 1	0,774	0,000	0,226	0,000	49,0	0,0	14,3	0,0
8	MU1 GF	Garten, Grünflächen	241,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	60,9	0,0	137,5	0,0
9	Beet 1	Retentionsbodenfilter	65,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	117,0	0,0	264,0	0,0
10	MU2 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	239,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	157,7	0,0	39,0	0,0
11	MU2 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	717,0	Beet 2	0,774	0,000	0,226	0,000	456,6	0,0	133,5	0,0
12	MU2 GF	Garten, Grünflächen	1047,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	264,5	0,0	597,1	0,0
13	MU2 M3	Vegetation: Stadtgrün i...	302,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	21,7	28,4	198,5	0,0
14	MU2 M4	Garten, Grünflächen	31,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	7,8	0,0	17,7	0,0
15	MU2 Gründach	Garten, Grünflächen	2896,0	Ableitung	0,249	0,000	0,751	0,000	593,5	0,0	1789,9	0,0
16	MU2 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	724,0	Ableitung	0,868	0,000	0,132	0,000	517,3	0,0	78,5	0,0
17	MU2 Stellplatz	Pflaster mit dichten Fug...	613,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	404,5	0,0	100,0	0,0
18	M2* Gründach	Garten, Grünflächen	543,0	Ableitung	0,249	0,000	0,751	0,000	111,3	0,0	335,6	0,0
19	M2* Dachterrasse	Pflaster mit dichten Fug...	543,0	Beet 2	0,802	0,000	0,198	0,000	358,3	0,0	88,5	0,0
20	Beet 2	Retentionsbodenfilter	188,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	297,7	0,0	672,0	0,0
21	MU3 Hof	Pflaster mit dichten Fug...	938,0	Ableitung	0,802	0,000	0,198	0,000	619,0	0,0	153,0	0,0
22	MU3 Hof Beet	Pflaster mit dichten Fug...	110,0	Beet 3	0,802	0,000	0,198	0,000	72,6	0,0	17,9	0,0
23	MU3 FG	Asphalt, fugenloser Bet...	171,0	Beet 3	0,774	0,000	0,226	0,000	108,9	0,0	31,8	0,0
24	MU3 GF	Garten, Grünflächen	157,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	39,7	0,0	89,5	0,0
25	MU3 M3	Vegetation: Stadtgrün i...	444,0	Ableitung	0,087	0,114	0,799	0,000	31,8	41,8	291,8	0,0
26	MU3 Gründach	Garten, Grünflächen	1210,0	Ableitung	0,249	0,000	0,751	0,000	248,0	0,0	747,9	0,0
27	MU3 Flachdach	Flachdach (Metall, Glas)	303,0	Beet 3	0,868	0,000	0,132	0,000	216,5	0,0	32,9	0,0
28	Beet 3	Retentionsbodenfilter	82,0	Ableitung	0,307	0,000	0,693	0,000	142,9	0,0	322,6	0,0

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Σ Bebaut	13396,0	0,396	0,006	0,597	0,000	4369,7	70,2	6585,0	0,0
----------	---------	-------	-------	-------	-------	--------	------	--------	-----

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

6. Parameterübersicht je Element

Variante: bebaut

VEA b (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

VEA g (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

Zufahrt (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,500	0,600	3,000	2,500

MU1 Geb (Steildach, alle Deckungsmaterialien)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,300	0,100	0,600	0,300

MU1 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU1 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU1 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU2 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU2 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

MU2 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU2 M4 (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustärke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begrünungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

MU2 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

MU2 Stellplatz (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

M2* Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustärke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begrünungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

M2* Dachterrasse (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU3 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU3 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

MU3 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU3 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU3 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustärke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begrünungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

MU3 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Variante: V1 - Verdunstungsbeet

VEA b (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

VEA g (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

Zufahrt (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,500	0,600	3,000	2,500

☼ Beet Z (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU1 Geb (Steildach, alle Deckungsmaterialien)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,300	0,100	0,600	0,300

MU1 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU1 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU1 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

☼ Beet 1 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU2 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU2 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

MU2 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 Bepflanzung (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU2 M4 (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustaerke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begruenungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

MU2 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

MU2 Stellplatz (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

M2* Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustaerke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begruenungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

M2* Dachterrasse (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

☼ Beet 2 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU3 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU3 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU3 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU3 Bepflanzung (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU3 Gründach (Gründach mit Extensivbegrünung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
WK_max-WP (-)	0,500	0,300	0,800	0,500
Aufbaustärke (mm)	150,000	40,000	200,000	100,000
Begrünungsfaktor	1,200	1,000	1,200	1,100

MU3 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

☼ Beet 3 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

Variante: V2 - Retentionsdach

VEA b (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

VEA g (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

Zufahrt (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,500	0,600	3,000	2,500

☼ Beet Z (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU1 Geb (Steildach, alle Deckungsmaterialien)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,300	0,100	0,600	0,300

MU1 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU1 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU1 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

☼ Beet 1 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU2 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU2 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

MU2 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU2 M4 (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU2 Gründach (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,249	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,751	0,000	1,000	0,600

MU2 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

MU2 Stellplatz (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

M2* Gründach (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,249	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,751	0,000	1,000	0,600

M2* Dachterrasse (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

0370: Wörth, östlich der Rheinstr.

☼ Beet 2 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200

MU3 Hof (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU3 Hof Beet (Pflaster mit dichten Fugen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	1,500	0,600	3,000	1,500

MU3 FG (Asphalt, fugenloser Beton)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	2,000	0,600	3,000	2,500

MU3 GF (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,693	0,000	1,000	0,600

MU3 M3 (Vegetation: Stadtgrün in lockerer Bebauung)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
vegetationslos	0,000	0,000	100,000	0,000
Grünland	30,000	0,000	100,000	30,000
Acker	30,000	0,000	100,000	30,000
Laubwald	30,000	0,000	100,000	30,000
Nadelwald	10,000	0,000	100,000	10,000
fL	1,000	0,700	1,300	1,000
fW	1,000	1,000	1,300	1,000
Boden	4,000	1,000	5,000	1,000
Gefälle	1,000	1,000	4,000	1,000
Grundwasserflurabstand	1,000	1,000	4,000	1,000

MU3 Gründach (Garten, Grünflächen)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,249	0,000	1,000	0,100
g	0,000	0,000	1,000	0,300
v	0,751	0,000	1,000	0,600

MU3 Flachdach (Flachdach (Metall, Glas))

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
Speicherhöhe	0,600	0,100	0,600	0,600

☼ Beet 3 (Retentionsbodenfilter)

Parameter	Wert	Min	Max	Empfohlen
a	0,307	0,000	1,000	0,800
g	0,000	0,000	1,000	0,000
v	0,693	0,000	1,000	0,200