

GEMEINDE SALEM



STAATLICH
ANERKANNTER
ERHOLUNGSORT

Erschließung Gewerbegebiet

Neufrach-Ost V

im Ortsteil Neufrach

Wasserhaushaltsbilanz



**INHALTSVERZEICHNIS
WASSERHAUSHALTSBILANZ**

Nr. der Unterlage	Bezeichnung der Unterlage	Plan-Nr.	Maßstab
1	Erläuterungsbericht		
2	Anhang 1 – Berechnung 1		
3	Anhang 2 – Berechnung 2		

**Gemeinde Salem
Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V
im Ortsteil Neufrach
Wasserhaushaltsbilanz**

Unterlage Nr. 1

**Erläuterungsbericht
WASSERHAUSHALTSBILANZ**

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH
In der Au 11, 72488 Sigmaringen
Tel. 07571/7445-0, Fax 07571/744566

Gemeinde Salem

Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V im Ortsteil Neufrach

Wasserhaushaltsbilanz

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Allgemeines	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Lage	1
1.3	Ziel der Wasserhaushaltsbilanz	1
2.	Grundlagen	2
3.	Wasserhaushaltsbilanz für den unbebauten Zustand	2
3.1	Allgemeines	2
3.2	Umfang der zu betrachtenden Fläche	3
3.3	Grundlagen für die Ermittlung des Referenzwertes	4
3.4	Ermittlung des Referenzwertes	4
3.5	Daten des Wasserhaushaltes	6
3.6	Daten des Untergrundes	7
4.	Wasserhaushaltsbilanz für den bebauten Zustand	7
4.1	Bebauungsplan Gewerbegebiet Neufrach-Ost V	7
4.2	Flächenaufteilung im Gewerbegebiet mit hohem Gründachanteil (Variante 1)	8
4.3	Flächenaufteilung im Gewerbegebiet mit geringerem Gründachanteil (Variante 2)	9
4.4	Ableitung des Niederschlages	9
4.5	Parameter befestigte Flächen	10
4.5.1	Allgemeines	10
4.5.2	Dachflächen	10
4.5.3	Verkehrs- und Wegflächen	10
4.5.4	Aufteilungswerte der befestigten Flächen	11
4.6	Parameter unbefestigte Flächen/Vegetationsflächen	11
4.6.1	Gewähltes Verfahren	11
4.6.2	Landnutzungsarten/Landnutzungseinheiten	12
4.6.3	Anteil der Landnutzungseinheiten	12
4.6.4	Kennwerte der Landnutzungseinheiten	13
4.6.5	Faktoren für die Standortbedingungen	13
4.6.6	Kenn- und Aufteilungswerte der Vegetationsflächen	13
4.7	Parameter wasserwirtschaftliche Anlagen	14
4.7.1	Flache Gräben mit Bewuchs	14
4.7.2	Offenes Becken, begrünt	15
4.8	Ergebnis der Berechnung	16
4.8.1	Verwendetes Programm	16
4.8.2	Berechnungsergebnisse	16
4.8.3	Vergleich unbebauter mit bebautem Zustand	17
4.8.4	Schlussfolgerung	17
4.9	Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserhaushaltsbilanz	18
5.	Zusammenfassung	19

Gemeinde Salem

Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V im Ortsteil Neufrach

Wasserhaushaltsbilanz

BILDVERZEICHNIS

Bild 1	Fläche des Gewerbegebietes (8)	3
Bild 2	Blick aus Westen auf die zu überplanende Fläche	3
Bild 3	Südlicher Rand der Fläche, Blick nach Osten	4
Bild 4	Landnutzungsverteilung nach NatUrWB	5
Bild 5	Verteilung von Verdunstung, Abfluss und Grundwasserneubildung für das Referenzgebiet	5
Bild 6	Aufteilung des Niederschlages für das Referenzgebiet	6
Bild 7	Lageplan zum Bebauungsplan Gewerbegebiet Neufrach-Ost V (1)	8
Bild 8	Vergleich der Berechnungsergebnisse	16

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Niederschlag	6
Tabelle 2	Aufteilungswerte aus NatUrWB	6
Tabelle 3	Aufteilungswerte mit Grundwasserneubildung	7
Tabelle 4	Flächenaufteilung mit hohem Gründachanteil (Variante 1)	8
Tabelle 5	Flächenaufteilung mit geringerem Gründachanteil (Variante 2)	9
Tabelle 6	Parameter Dachflächen	10
Tabelle 7	Parameter Verkehrs- und Wegflächen	11
Tabelle 8	Aufteilungswerte der befestigten Flächen	11
Tabelle 9	Anteil der Landnutzungseinheiten	13
Tabelle 10	Grundeigenschaften des Untergrundes und der Verdunstung	13
Tabelle 11	Kennwerte der Vegetationsflächen	14
Tabelle 12	Aufteilungswerte für die Landnutzungen der Vegetationsflächen	14
Tabelle 13	Aufteilungswerte der Gräben	15
Tabelle 14	Drainierte Sickermulden	15
Tabelle 15	Wirksamkeit von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf den Wasserhaushalt (Tabelle 3 aus (6))	18
Anlage 1:	Berechnungsausdrucke des Programms Wasserbilanz-Expert	
	Berechnung 1	
Anlage 2:	Berechnungsausdrucke des Programms Wasserbilanz-Expert	
	Berechnung 2	

Gemeinde Salem

Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V im Ortsteil Neufrach

Wasserhaushaltsbilanz

1. Allgemeines

1.1 *Veranlassung*

Die Gemeinde Salem, Bodenseekreis, beabsichtigt im Ortsteil Neufrach das Gewerbegebiet Neufrach-Ost nach Süden zu erweitern. Erschlossen werden soll der V. Abschnitt des Gewerbegebietes.

Im Rahmen der "Frühzeitigen Beteiligung der Träger öffentlicher Belange" forderte das Landrastamt Bodenseekreis die Erstellung einer Wasserhaushaltsbilanz für das überplante Gebiet.

Die Gemeinde Salem ist Träger der Maßnahme, sie beauftragte die Ing.-Büro Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH (IBL) mit der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanz.

1.2 *Lage*

Das überplante Gelände liegt südwestlich der Ortslage zwischen der Deggenhauser Aach im Osten und der Kreisstraße K 7759 im Westen. Es schließt im Süden an die bereits realisierten Abschnitte I bis IV des Gewerbegebietes an. Siehe Bild 1.

Nach Süden wird das Gelände von einem Entwässerungsgraben, einem Wirtschaftsweg und landwirtschaftlich genutzten Flächen begrenzt.

1.3 *Ziel der Wasserhaushaltsbilanz*

Die Regelungen des DWA Merkblattes A 102-4 (6) sollen vorrangig bei folgenden Veranlassungen herangezogen werden:

- Bei städtebaulicher und/oder entwässerungstechnischer Neuerschließung von Siedlungsflächen
- Städtebauliche und/oder entwässerungstechnische Überplanung von Siedlungsgebieten (z. B. Nachverdichtung, Nutzungskonversion, städtebauliche Sanierung)
- Entwicklung geeigneter Maßnahmen im Rahmen von Maßnahmenprogrammen nach EG-WRRRL zur Behebung festgestellter Defizite des Gewässerzustands, verursacht durch siedlungsbedingte Veränderungen der lokalen Wasserhaushaltsgrößen und des Abflussregimes.

Zentrale Zielstellung der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 102 ist der Erhalt des lokalen Wasserhaushaltes.

Die durch die Siedlungsaktivität bewirkten Veränderungen des Wasserhaushaltes sind hierbei so gering zu halten, wie es ökologisch, technisch und wirtschaftlich vertretbar ist. Das Merkblatt DWA-M 102-4 (6) enthält die Methodik zur quantitativen Bewertung der Bilanzgrößen Direktabfluss (R_D), Grundwasserneubildung (GWN) und Verdunstung (ET_a). Die Abweichungen dieser Werte zwischen unbebautem Ist-Zustand und dem bebauten Plan-Zustand sollen begrenzt werden.

Auf Grund der bundesweit recht unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und dem damit verbundenen variablen Wasserhaushalt sollen sich Lösungen am Wasserhaushalt der jeweiligen Kulturlandschaft orientieren. Sowohl eine vorrangige Ableitung als auch eine überwiegende Versickerung der Niederschlagsabflüsse können basierend auf Faktoren wie Niederschlag, Verdunstung und Direktabfluss, nachteilige Folgen für den Wasserhaushalt und das hydrologische Regime haben.

2. Grundlagen

Bei der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanz wurden folgende Unterlagen verwendet:

- (1) Gemeinde Salem, Bebauungsplan "Gewerbegebiet Neufrach-Ost V" (in Bearbeitung), Stand 30.09.2025, Fahle Stadtplaner Partnerschaft mbH, Freiburg
- (2) Gemeinde Salem, Umweltbericht zum Bebauungsplan "GE Neufrach Ost V", Stand 30.09.2025, 365° freiraum + umwelt, Überlingen
- (3) Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 zum Bauvorhaben Erschließung Gewerbegebiet "Neufrach-Ost V" in 88682 Salem – Neufrach, 24.10.2024, Henke und Partner GmbH, Biberach
- (4) Ergänzung Gelände zum Geotechnischem Bericht nach DIN 4020 zum Bauvorhaben Erschließung Gewerbegebiet "Neufrach-Ost V" in 88682 Salem – Neufrach, 27.01.2025, Henke und Partner GmbH, Biberach
- (5) Gemeinde Salem, Lageplan "Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V im Ortsteil Neufrach" Stand 05.09.2025, Ingenieurbüro Langenbach, Sigmaringen
- (6) DWA-Merkblatt M 102-4 "Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers", Stand März 2022, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- (7) DWA-Arbeitsblatt A 138-1 "Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb", Stand Oktober 2024, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- (8) WEB-Tool Naturnahe Urbane Wasserbilanz (NatUrWB), Stand August 2025, Professur für Hydrologie - Albert-Ludwigs Universität Freiburg i.Br.

3. Wasserhaushaltsbilanz für den un bebauten Zustand

3.1 Allgemeines

Für den un bebauten Zustand des Bilanzgebietes werden die Bilanzgrößen einer gebietscharakteristischen Kulturlandnutzung ohne Siedlungs- und Verkehrsflächen als Referenzgrößen festgelegt (6). Da für das zu betrachtende Gebiet keine spezifischen Untersuchungen vorliegen, erfolgt die Ermittlung der Referenzgrößen entsprechend (6), Kapitel 5.2.2 nach dem WaSiG-Verfahren.

Zur Anwendung kommt das WEB-Tool "Naturnahe Urbane Wasserbilanz (NatUrWB)" (8). Es wurde von der Professur für Hydrologie der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg im Rahmen einer Masterarbeit entwickelt. Mit ihm kann der Referenzwert für die naturnahe urbane Wasserbilanz (NatUrWB) für einzelne Gebiete in Deutschland bestimmt werden. Dieses Modell baut auf dem Wasserbilanzmodell RoGeR_WB_1D der Uni Freiburg auf und simuliert für alle Flächen Deutschlands einen naturnahen Wasserhaushalt. Mit diesem Webtool kann eine einheitliche NatUrWB-Referenz für jede Fläche Deutschlands abgefragt werden.

3.2 Umfang der zu betrachtenden Fläche

Im WEB-Tool NatUrWB (8) kann das zu betrachtende Gebiet mittels eines Polygonzuges festgelegt werden. Für die vorliegende Betrachtung wurde der Referenzwert für folgende Fläche abgefragt:

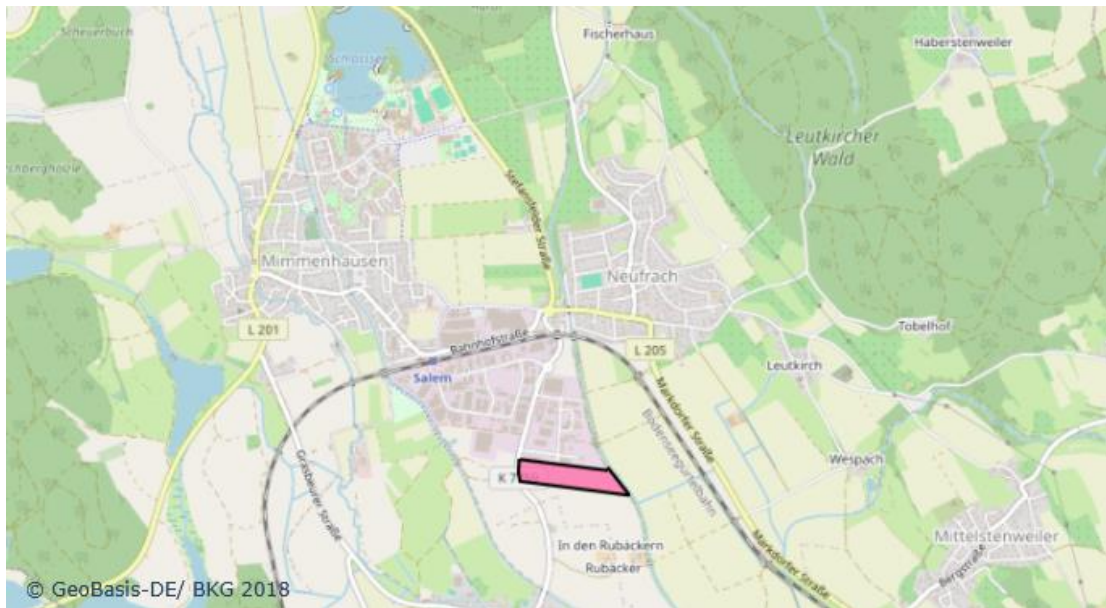


Bild 1: Fläche des Gewerbegebietes (8)

Das Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 5,8 ha. Fast die gesamte Fläche wird als Ackerland genutzt. Nur am Südrand ist ein Grünstreifen mit Baumbewuchs und ein Entwässerungsgraben vorhanden. Der Graben führt nicht ständig Wasser, er dient der Ableitung des Oberflächenwassers aus dem Gebiet. Er mündet im Osten in die Deggenhauser Aach. Entlang des Grünstreifens verläuft ein Wirtschaftsweg.



Bild 2: Blick aus Westen auf die zu überplanende Fläche



Bild 3: Südlicher Rand der Fläche, Blick nach Osten

3.3 Grundlagen für die Ermittlung des Referenzwertes

Zur Ermittlung der Wasserhaushaltswerte des "natürlichen" Zustandes der zu betrachtenden Fläche nutzt das Webtool NatUrBW (8) folgende Grundlagen:

- Bodenübersichtskarte der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
- Hydrologischer Atlas Deutschland des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes

Laut Ergebnis der Abfrage ist das Gelände der Bodengesellschaft 1504 der Bodenübersichtskarte zuzuordnen. In diesen Böden ist überwiegend Auengleye und gering verbreitet Anmoorgleye aus meist Carbon haltigem Auenlehm über Schotter anzutreffen. Selten ist mit Niedermooren zu rechnen.

Dies wird durch das Bodengutachten (3) bestätigt. Über Schmelzwasserkies stehen verlehnte Talsande und Talkiese an, darüber folgt unter dem Oberboden eine Schicht aus Auenlehm bzw. Tallehm. In zwei Bohrungen wurde zudem Mude bzw. zersetzter Torf in geringer Mächtigkeit angetroffen.

Das Gelände ist der Naturraumeinheit Bodenseebecken zuzuordnen.

3.4 Ermittlung des Referenzwertes

Bei der Abfrage der Ergebnisse im WEB-Tool (8) wird eine als naturnah angenommene Landnutzungsverteilung ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass die ermittelte Nutzungsverteilung einen Referenzzustand darstellt und nicht exakt der Landnutzungsverteilung auf der zu überplanenden Fläche entspricht. Dies ist bei der Beurteilung der Ergebnisse der Wasserhaushaltsbilanz zu beachten.

Folgende Landnutzungsverteilung setzt NatUrBW für das zu betrachtende Gelände an:

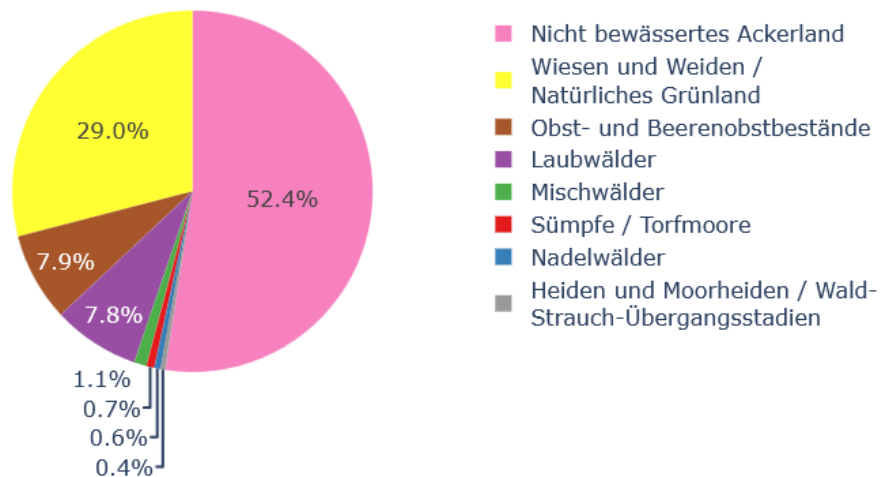


Bild 4: Landnutzungsverteilung nach NatUrBW

Da das Gelände im Wesentlichen aus nicht bewässertem Ackerland besteht, dürfte in der Realität die Verdunstung unterhalb des ermittelten Wertes liegen und der Abfluss etwas darüber.

Die Abfrage ergibt folgende Verteilung von Verdunstung, Abfluss und Grundwasserneubildung:

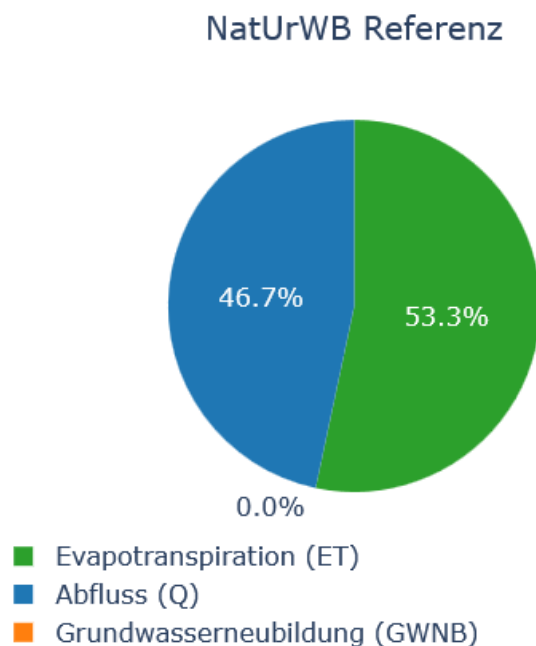


Bild 5: Verteilung von Verdunstung, Abfluss und Grundwasserneubildung für das Referenzgebiet

Nach Bild 5 liegt der Anteil der Verdunstung (Evapotranspiration) bei ca. 47 %, der des Abflusses bei ca. 53 % und der der Grundwasserneubildung bei 0 %. Diese Werte sind zur Beurteilung der Auswirkungen der zukünftigen Bebauung mit den nachfolgend ermittelten Werten für den bebauten Zustand zu vergleichen.

Bei der Abfrage wird zusätzlich folgende Grafik mit ausgegeben:

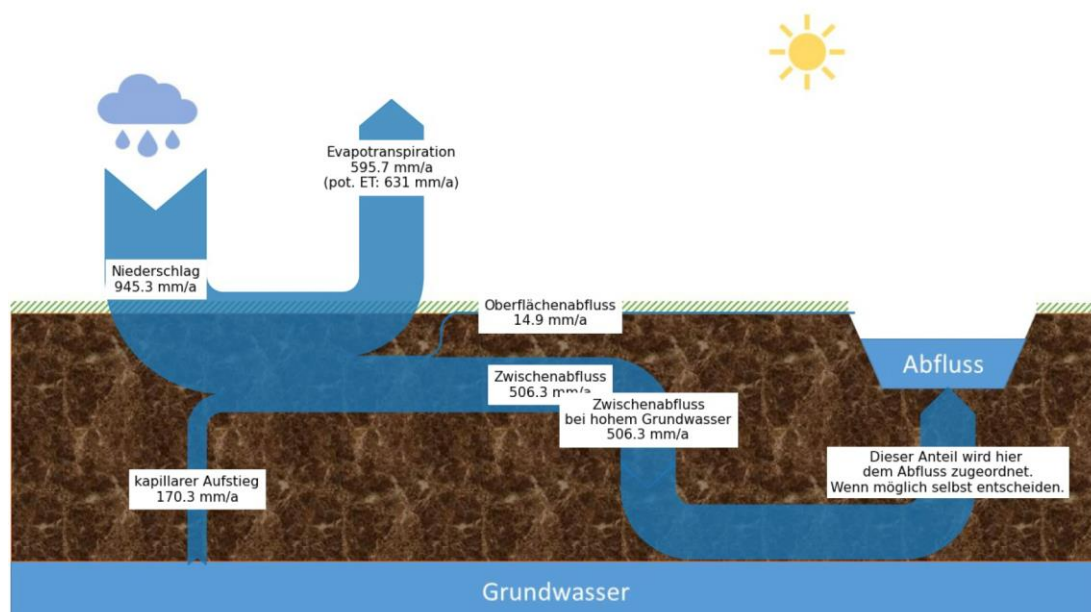


Bild 6: Aufteilung des Niederschlages für das Referenzgebiet

Aus dieser Grafik ist ersichtlich, dass die Niederschlagsmenge, die in den Untergrund gelangt, hier vollständig dem Zwischenabfluss und damit dem Abfluss ins Oberflächengewässer zugerechnet wird. Da über dem Grundwasserleiter eine gering durchlässige Bodenschicht ansteht und der Bodengutachter von gespannten Grundwasserverhältnissen ausgeht (3), ist diese Annahme denkbar.

Der Text im rechten Bildteil weist darauf hin, dass eine Beurteilung dieser Annahme unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort vorzunehmen ist. Auf Grund der Abmessungen des Geländes und dem daraus folgenden großen Abstand der westlichen Flächen zum Gewässer ist eher davon auszugehen, dass ein Teil dieses Wassers in das Grundwasser gelangt.

Bei der Beurteilung der Berechnungsergebnisse wird daher auch die Annahme betrachtet, dass ca. 10 % des Zwischenabflusses in das Grundwasser gelangen.

3.5 Daten des Wasserhaushaltes

Für die unter Pkt. 3.2 angegebene Fläche können folgende Werte aus (8) abgelesen werden:

Tabelle 1: Niederschlag

Niederschlag P	945,30	mm/a
----------------	--------	------

Tabelle 2: Aufteilungswerte aus NatUrWB

Aufteilungswert Evapotranspiration v	0,53	501,00	mm/a
Aufteilungswert Grundwasserneubildung g	0,00	0,00	mm/a
Aufteilungswert Oberflächenabfluss a	0,47	444,30	mm/a

Bei Annahme einer Grundwasserneubildung in Höhe von ca. 10 % des Zwischenabflusses, siehe Punkt 3.4, ergeben sich folgende Aufteilungswerte.

Tabelle 3: Aufteilungswerte mit Grundwasserneubildung

Aufteilungswert Evapotranspiration v	0,53	501,00	mm/a
Aufteilungswert Grundwasserneubildung g	0,05	50,00	mm/a
Aufteilungswert Oberflächenabfluss a	0,42	394,30	mm/a

3.6 **Daten des Untergrundes**

Der Untergrund gliedert sich laut Bodengutachten (3) in folgende Schichten:

- Oberboden, ca. 30 bis 40 cm
- Auen- bzw. Tallehme bis in eine Tiefe von 0,8 bis 1,7 m unter GOK
- Talsande und Talkiese bis in eine Tiefe von 1,3 bis 2,2 m unter GOK
- Schmelzwasserkies und Schmelzwassersand bis zur Endtiefe der Bohrungen (ca. 3,0 bis 4,5 m unter GOK)

In zwei Bohrungen wurde Mudde bzw. zersetzter Torf angetroffen. Schichtstärke ca. 0,4 m.

In den am 20.02.2024 auf dem zu überplanenden Gelände niedergebrachten 6 Bohrungen wurde der Grundwasserspiegel in einer Tiefe von 0,70 bis 1,36 m unter GOK festgestellt. Der Gutachter geht von teilweise gespannten Grundwasserverhältnissen aus.

Der Vergleich mit den nördlich gelegenen Grundwasserpegeln am Schlossee und bei der Kiesgrube Hartwald zeigt, dass am 20.02.2024 kein hoher Grundwasserstand anzutreffen war und daher ein deutlicher Anstieg des Grundwassers möglich ist.

Ein Sickersversuch wurde in den Talsanden und Schmelzwasserkiesen durchgeführt (3). Es ergab sich ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,9 \cdot 10^{-6}$ m/s. Maßgebend für die Wasserhaushaltsbilanz bzw. die Grundwasserneubildung ist jedoch die Durchlässigkeit der oberen Bodenschichten. Die Durchlässigkeit der Aue- und Tallehme, die sich aus Schluff mit wechselnden tonigen und sandigen Anteilen zusammensetzen, wird nach Bild 2 auf Seite 35 in (7) mit $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s abgeschätzt. Es wird bewusst diese geringe Durchlässigkeit gewählt, da die Ermittlung der Werte für den Referenzzustand keine Grundwasserneubildung für das Gebiet ergibt, siehe Bild 5.

Das Gelände zwischen der Kreisstraße im Westen und der Deggenhauser Ach im Osten ist nahezu horizontal. Der Höhenunterschied von der Nordwestecke bis zur Südostecke liegt bei ca. 1,4 m, das entspricht einem Geländegefälle von lediglich 0,25 %.

4. **Wasserhaushaltsbilanz für den bebauten Zustand**

4.1 **Bebauungsplan Gewerbegebiet Neufrach-Ost V**

Die Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz für den bebauten Zustand basiert auf den Vorgaben im Bebauungsplan "Gewerbegebiet Neufrach-Ost V" (1). Auf Grundlage dieser Vorgaben werden die Flächen mit unterschiedlicher Befestigung und die Grünflächen für die Wasserhaushaltsbilanz ermittelt. Der Bebauungsplan umfasst die Fläche, für die auch die Daten für den unbebauten Zustand ermittelt wurden.

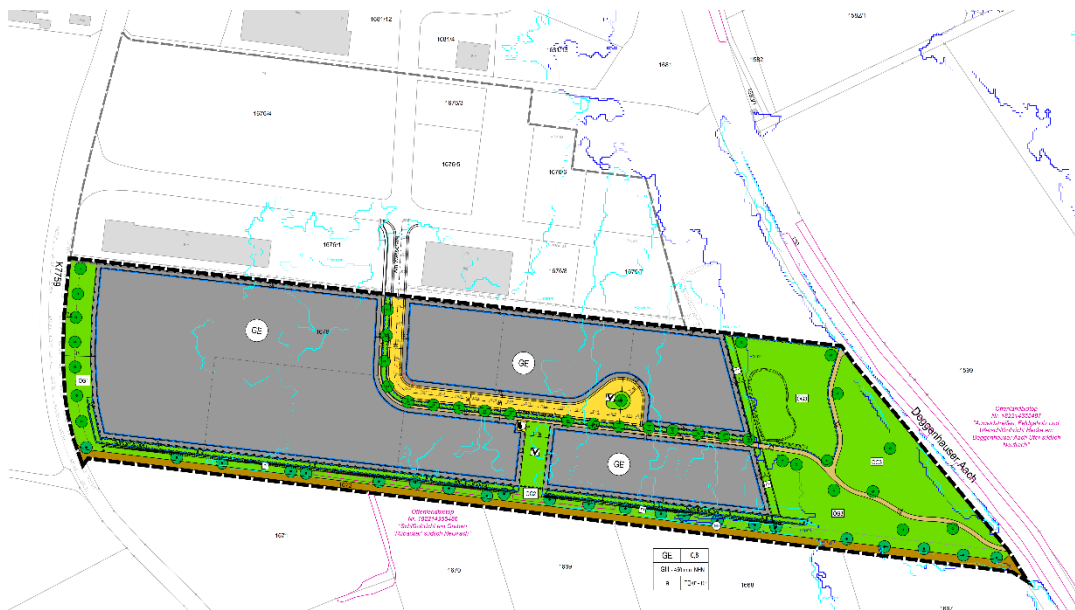


Bild 7: Lageplan zum Bebauungsplan Gewerbegebiet Neufrach-Ost V (1)

Betrachtet werden zwei Varianten, die sich durch die Größe der Gründachfläche und der befestigten Hofflächen unterscheiden.

Variante 1: Hoher Gründachanteil

Variante 2: Geringerer Gründachanteil

4.2 **Flächenaufteilung im Gewerbegebiet mit hohem Gründachanteil (Variante 1)**

Für die Ermittlung der Wasserhaushaltsbilanz für den bebauten Zustand wird folgende Aufteilung der Baugebietsfläche angenommen. Der Anteil der Gründächer beträgt bei dieser Variante 70 % der Fläche, die befestigt werden darf.

Tabelle 4: Flächenaufteilung mit hohem Gründachanteil (Variante 1)

Bruttobauland (gesamte überplante Fläche)	57.754	m²
Verkehrsflächen	4.496	m²
davon:		
Asphalt, Beton (undurchlässig)	2.165	m ²
Straßenbegleitgrün, teildurchlässig (Straßenbankett)	413	m ²
Straßenbegleitgrün (Verkehrsinsel)	110	m ²
Wassergebundene Decke (teildurchlässig)	1.808	m ²
Öffentliche Grünflächen	18.662	m ²
Versorgungsfläche – Elektrizität	30	m ²
Baugrundstücke	34.566	m²
davon		
Dachfläche und Hoffläche (Annahme 80 %)	27.653	m ²
davon (Annahme):		
Gründächer 70% der überbaubaren Fläche	19.357	m ²
sonstige Dächer und undurchlässig befestigte Hofflächen	8.296	m ²
Private Grünfläche	6.913	m ²

Die Grundflächenzahl (GRZ) für die Baugrundstücke ist im Bebauungsplan (1) mit 0,80 angegeben. 80 % der Grundstücksfläche können daher befestigt werden.

Es sind Flachdächer auszuführen mit einer maximalen Neigung von 10 °.

Die Versorgungsfläche – Elektrizität (Trafostation) wird den nicht begrünten Dachflächen zugeordnet.

4.3 **Flächenaufteilung im Gewerbegebiet. mit geringerem Gründachanteil (Variante 2)**

Zur Darstellung der Auswirkungen einer Änderung des Verhältnisses von Dach- zu Hofflächen auf den Baugrundstücken wurde die Wasserhaushaltsbilanz für eine andere Flächenaufteilung ermittelt. Die hierfür gewählten Flächen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet. Der Anteil der Gründächer beträgt hier 50 % der Fläche, die befestigt werden darf.

Tabelle 5: Flächenaufteilung mit geringerem Gründachanteil (Variante 2)

Bruttobauland (gesamte überplante Fläche)	57.754	m²
Verkehrsflächen	4.496	m²
davon:		
Asphalt, Beton (undurchlässig)	2.165	m ²
Straßenbegleitgrün, teildurchlässig (Straßenbankett)	413	m ²
Straßenbegleitgrün (Verkehrsinsel)	110	m ²
wassergebundene Decke (teildurchlässig)	1.808	m ²
öffentliche Grünflächen	18.662	m ²
Versorgungsfläche – Elektrizität	30	m ²
Baugrundstücke	34.566	m²
davon		
Dachfläche und Hofffläche (Annahme 80 %)	27.653	m ²
davon (Annahme):		
Gründächer 50% der überbaubaren Fläche	13.826	m ²
sonstige Dächer	4.992	m ²
befestigte Hoffflächen	8.834	m ²
davon (Annahme):		
teildurchlässig	4.417	m ²
undurchlässig	4.417	m ²
private Grünfläche	6.913	m ²

4.4 **Ableitung des Niederschlages**

Das Niederschlagswasser von den Verkehrsflächen wird über offene, begrünte Gräben zu drainierten Sickermulden abgeleitet. Das Niederschlagswasser von den privaten Hof- und Dachflächen wird ebenfalls über die zuvor genannten Gräben bzw. direkt in die drainierten Sickermulden geleitet.

Nach der Bodenpassage in den Sickermulden wird das Niederschlagswasser mit Drainageleitungen gesammelt und der Deggenhauser Aach zugeführt. Eine Versickerung in den Untergrund ist nicht zulässig, da der Abstand zwischen Muldensohle und Grundwasserspiegel weniger als 1 m beträgt.

4.5 **Parameter befestigte Flächen**

4.5.1 Allgemeines

Über die tatsächliche Ausführung und Größe der befestigten Flächen kann derzeit keine Aussage getroffen werden. Es werden daher neben den Vorgaben des Bebauungsplanes Standardwerte des Merkblattes M 102-4 (6) und des verwendeten Programms Wasserbilanz-Expert der DWA für die Flächeneigenschaften verwendet.

4.5.2 Dachflächen

Entsprechend dem Bebauungsplan (1) müssen 70 % der Dachflächen extensiv begrünt werden. Für die Wasserhaushaltsbilanz wird eine Stärke der Vegetationsschicht von 10 cm angesetzt. Die Dachneigung darf zwischen 0 und 10 ° liegen.

Die übrigen Dachflächen werden je zur Hälfte als "Flachdach glatt" und "Flachdach rau" angesetzt.

Bei der Berechnung des Wasserhaushaltes werden folgende Parameter angesetzt:

Tabelle 6: Parameter Dachflächen

Flachdach (glatt) <i>Speicherhöhe Sp (A.2)</i>	0,6	mm
Flachdach (rau) <i>Speicherhöhe Sp (A.3)</i>	1	mm
Gründach mit Extensivbegrünung <i>Höhe Substratschicht h_s (A.4)</i>	100	mm
<i>Differenz maximale Wasserkapazität und Welkepunkt WK_{max}-WP (A.4)</i>	0,5	---
<i>Kf-Wert</i>	70	mm/h

4.5.3 Verkehrs- und Wegflächen

Die Verkehrs- und Wegflächen unterscheiden sich durch die Art der Befestigung. Neben den asphaltierten Straßen und Gehwegen gibt es Wege mit wassergebundener Decke, das teilbefestigte Straßenbankett und Straßenbegleitgrün (Verkehrinsel).

Das Straßenbankett wird als Schotterrasen berücksichtigt und das Straßenbegleitgrün als Grünfläche.

Tabelle 7: Parameter Verkehrs- und Wegflächen

Asphalt, fugenloser Beton <i>Speicherhöhe S_p</i>	2,5	mm
Teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6 % bis 10 %) <i>Anteil der Fugenfläche f_{Fu} (A.7)</i> <i>Speicherhöhe S_p (A.7)</i> <i>Differenz zwischen maximaler Wasserkapazität und Welkepunkt $WK_{max} - WP$ (A.7)</i> <i>Durchlässigkeitsbeiwert Fugenmaterial k_f (A.7)</i>	8 1 0,15 36	% mm --- mm/h
Kiesbelag, Schotterrasen <i>Speicherhöhe S_p (A.8)</i> <i>Höhe der Deck- und oberen Tragschicht h_D (A.8)</i> <i>Durchlässigkeitsbeiwert k_f (A.8)</i>	4,2 100 10	mm mm mm/h
Wassergebundene Decke <i>Speicherhöhe S_p (A.10)</i> <i>Höhe der Deck- und oberen Tragschicht h_D (A.10)</i> <i>Durchlässigkeitsbeiwert k_f (A.10)</i>	3,5 100 1,8	mm mm mm/h

4.5.4 Aufteilungswerte der befestigten Flächen

Aus den Daten in den vorigen Abschnitten ergeben sich folgende Aufteilungswerte für die befestigten Flächen. Die Ermittlung der Werte erfolgt im Programm Wasserhaushalts-Expert.

Tabelle 8: Aufteilungswerte der befestigten Flächen

Flächenart	Aufteilungswerte		
	a_F	g_F	v_F
Flachdach glatt	0,88	0,00	0,12
Flachdach rau	0,85	0,00	0,15
Gründach extensiv begrünt	0,57	0,00	0,43
Asphalt, fugenloser Beton	0,77	0,00	0,23
Teildurchlässige Flächenbeläge Fugenanteil 6 % bis 10 %	0,23	0,62	0,16
Kiesbelag, Schotterrasen	0,01	0,61	0,37
Wassergebundene Decke	0,09	0,53	0,37

4.6 **Parameter unbefestigte Flächen/Vegetationsflächen**

4.6.1 Gewähltes Verfahren

Für die Ermittlung der Aufteilungswerte für die Vegetationsflächen wird das vereinfachte Verfahren nach (6) angewendet. Maßgebend sind hier die Tabellen im Anhang C des Merkblattes M 102-4 (6) ab Seite 40.

Aus den Eigenschaften des Geländes, wie potenzielle Verdunstung, Art des Bodens, Grundwasserabstand zur GOK und dem Bewuchs, werden aus den Tabellen die Aufteilungswerte abgeleitet.

4.6.2 Landnutzungsarten/Landnutzungseinheiten

Für das Gewerbegebiet Neufrach Ost V werden folgende Landnutzungsarten verwendet: "Städtische Grünflächen", "Hausgärten" und "Straßenbegleitgrün". Für diese Landnutzungen muss der Anteil der Landnutzungseinheiten in Prozent der Gesamtfläche festgelegt werden.

Folgende Landnutzungseinheiten sind im Merkblatt M 102-4 (6) zur Untergliederung der unbefestigten Flächen/Vegetationsflächen vorgesehen: "Vegetationslose Flächen", "Grünland/Gras/Rasen", "Ackerland/Stauden/kleine Büsche", "Laubwald/große Laubgehölze" und "Nadelwald/große Nadelgehölze".

4.6.3 Anteil der Landnutzungseinheiten

Bei der Festlegung der Anteile der Landnutzungseinheiten für die unterschiedlichen Grünflächen im Gewerbegebiet, wurden die Vorgaben des Bebauungsplanes für die Begrünung zu Grunde gelegt.

Auf den öffentlichen Grünflächen sind 36 Bäume zu pflanzen. Für sie wird ein Kronendurchmesser von ca. 12 m entsprechend den auf dem Gelände bereits vorhandenen Bäumen angesetzt. Die daraus folgende Fläche bestimmt den Flächenanteil der Laubbäume. Berücksichtigt wurden nur die neu zu pflanzenden Bäume. In der Pflanzliste zum Bebauungsplan sind nur Laubbäume enthalten, es wird daher kein Anteil an Nadelgehölzen berücksichtigt.

Die Festlegung für die privaten Grünflächen gibt einen Baum pro 500 m² Grundstücksfläche vor, daraus folgt eine Anzahl von ca. 14 Bäumen auf den privaten Grünflächen. Für diese Bäume wird ein kleinerer Kronendurchmesser von ca. 6 m angenommen.

Der Anteil der Flächen, die mit Stauden und kleinen Büschen bepflanzt werden, wurde unter Zuhilfenahme der in Tabelle C.5 des Merkblattes M 102-4 (6) angegebenen Aufteilung abgeschätzt.

Vegetationslose Flächen dürfte es keine geben, der Anteil wird daher mit 0 % angesetzt.

Grundlage für die Ermittlung der Aufteilungswerte für die Vegetationsflächen sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Anteile der Landnutzungseinheiten.

Tabelle 9: Anteil der Landnutzungseinheiten

Landnutzung	Landnutzungseinheit				
	Vegetationslose Fläche	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
		Gras, Rasen	Stauden, kleine Büsche	Große Laubgehölze	Große Nadelgehölze
	$\frac{A_L}{A_{E,k,nb}}$	$\frac{A_L}{A_{E,k,nb}}$	$\frac{A_L}{A_{E,k,nb}}$	$\frac{A_L}{A_{E,k,nb}}$	$\frac{A_L}{A_{E,k,nb}}$
	%	%	%	%	
Städtische Grünflächen, kleine Parks	0	40	20	30	0
Hausgärten	0	50	40	10	0
Straßenbegleitgrün	0	5	5	90	0

4.6.4 Kennwerte der Landnutzungseinheiten

Grundlage für die Ermittlung der Kennwerte der Landnutzungseinheiten aus den Tabellen des Merkblattes M 102-4 (6) sind folgenden Grundeigenschaften des Untergrundes und der Verdunstung.

Tabelle 10: Grundeigenschaften des Untergrundes und der Verdunstung

Grundwasserflurabstand	< 1	m
gewählte Bodengruppe (DWA M 102-4, Tabelle C.2)	5	---
Potenzielle Verdunstung ET_p (DWA M 102-4 Tabelle C.1)	3	---
Geländegefälle	< 1	%

4.6.5 Faktoren für die Standortbedingungen

Mit den Faktoren für die Standortbedingungen können zum einen die Hitzeexposition der Pflanzen (Faktor f_L), wie auch die Auswirkungen einer Bewässerung (Faktor f_W) bei der Bestimmung der Aufteilungswerte berücksichtigt werden. Da zum einen die Hitzeexposition der Pflanzen sehr unterschiedlich sein wird und zum anderen keine Bewässerung im Bebauungsplan vorgegeben wird, werden beide Faktoren für alle Landnutzungsarten mit 1 angesetzt.

4.6.6 Kenn- und Aufteilungswerte der Vegetationsflächen

Aus den Tabellen C.3 und C.7 des Merkblattes M 102-4 (6) ergeben sich, unter Berücksichtigung der unter Punkt 4.6.4 aufgeführten Werte, folgende Kennwerte für die Vegetationsflächen.

Tabelle 11: Kennwerte der Vegetationsflächen

Kennwerte	Landnutzungseinheit				
	Vegetationslose Fläche	Grünland	Ackerland	Laubwald	Nadelwald
$e = ET_a / ET_p$		0,83	0,93	1,05	
ET_a [mm/a]		523,73	586,83	662,55	
$r = R_D / R$		0,7	0,7	0,50	

Auf Basis der Gleichungen C.2, C.3 und C.4 des Merkblattes M 102-4 (6) errechnen sich folgende Aufteilungswerte für die einzelnen Landnutzungen.

Tabelle 12: Aufteilungswerte für die Landnutzungen der Vegetationsflächen

Landnutzung	Kennwerte				ET_p / P_{korr}	Aufteilungswerte			
	$e = ET_a / ET_p$	$r = R_D / R$	f_L	f_W		a_F	g_F	v_F	$a_F + g_F + v_F$
Städtische Grünflächen, kleine Parks	0,833	0,57	1	1	0,668	0,254	0,157	0,549	1
Hausgärten	0,892	0,68	1	1	0,668	0,28	0,113	0,569	1
Straßenbegleitgrün	1,033	0,52	1	1	0,668	0,173	0,166	0,645	1

Diese Aufteilungswerte fließen bei der Aufstellung der Wasserhaushaltsbilanz für die Vegetationsflächen in die Berechnung mit ein.

4.7 Parameter wasserwirtschaftliche Anlagen

4.7.1 Flache Gräben mit Bewuchs

Das Niederschlagswasser wird über offene, begrünte Gräben zu drainierten Sickermulden abgeleitet. Die Gräben haben ein Sohlgefälle von ca. 0,3 %. In diesen Gräben kann sowohl eine Versickerung, wie auch eine Verdunstung stattfinden. Da der Untergrund eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweist, wird hier keine Versickerung in den Untergrund angesetzt.

Es gibt zum einen Gräben entlang der neu zu erstellenden Erschließungsstraße (Gräben 16 und 17 der Erschließungsplanung (5)), wie auch einen im vorigen Abschnitt IV hergestellten Graben (Gaben 15), der anteilig für den aktuellen Abschnitt mitgenutzt wird.

Gräben 16 und 17

Grabenfläche	1.100 m ²
Angeschlossen Fläche $A_{b,a}$	5.200 m ²
Flächenanteil der Grabenfläche (> 2 %)	21 %

Graben 15

Grabenfläche	1.500 m ²
Anteil der angeschlossenen Flächen Abschnitt V	33 %
Grabenfläche, die dem Abschnitt V zugeordnet ist	495 m ²
Flächenanteil der Grabenfläche (> 2 %)	7 %

Beide Gräben erfüllen die Voraussetzung für eine Berücksichtigung als wasserwirtschaftliche Anlage und werden als solche bei der Erstellung der Wasserhaushaltsbilanz berücksichtigt. Folgende Aufteilungswerte werden in Anlehnung an das Merkblatt M 102-4 (6), Tabelle B.1 gewählt.

Tabelle 13: Aufteilungswerte der Gräben

Wasserwirtschaftliche Anlage	Aufteilungswerte		
	a _F	g _F	v _F
Gräben 15, 16 und 17	0,75	0,00	0,25

4.7.2 Offenes Becken, begrünt

Aufgrund des zu geringen Abstandes zwischen der Sohle der Sickermulden und dem Grundwasserspiegel werden die Mulden nach unten abgedichtet und das Niederschlagswasser nach der Passage des bewachsenen Oberbodens über Drainagen gesammelt und zur Deggenhauser Aach abgeleitet. Für die Wasserhaushaltsbilanz haben die Mulden daher nur die Funktion einer Retentionsmulde. Der Abfluss wird lediglich verzögert, eine Grundwasserneubildung findet nicht statt.

Die Verdunstung, die sich aus der Begrünung der Mulden ergibt wird berücksichtigt, da die Fläche der Mulde bei den Vegetationsflächen eingerechnet ist.

Neu geplant sind die Mulden 8 im Osten des Gebietes und die Mulde 9 am Südrand der überplanten Fläche.

Drainierte Sickermulden 8 und 9

Fläche der Sickermulden 1.640 m²

Die Mulden werden entsprechend Merkblatt M 102-4 (6) Tabelle B.1 als Regenbecken ohne Dauerstau berücksichtigt.

Tabelle 14: Drainierte Sickermulden

Wasserwirtschaftliche Anlage	Aufteilungswerte		
	a _F	g _F	v _F
Drainierte Sickermulden 8 und 9 (Regenbecken ohne Dauerstau)	1,00	0,00	0,00

4.8 Ergebnis der Berechnung

4.8.1 Verwendetes Programm

Zur Aufstellung der Wasserhaushaltsbilanz für das "Gewerbegebiet Neufrach-Ost V" im Ortsteil Neufrach wird das Programm Wasserbilanz-Expert (WABILA), Version 1.0.0.1 genutzt.

4.8.2 Berechnungsergebnisse

Das Programm WABILA ermittelt anhand der unter den Punkten 4.5 bis 4.7 ermittelten Aufteilungswerte die Aufteilung des Niederschlages auf Abfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung für den Planungszustand. Diese Aufteilung wird mit dem Referenzzustand verglichen und die Abweichungen der Werte in einer Grafik dargestellt.

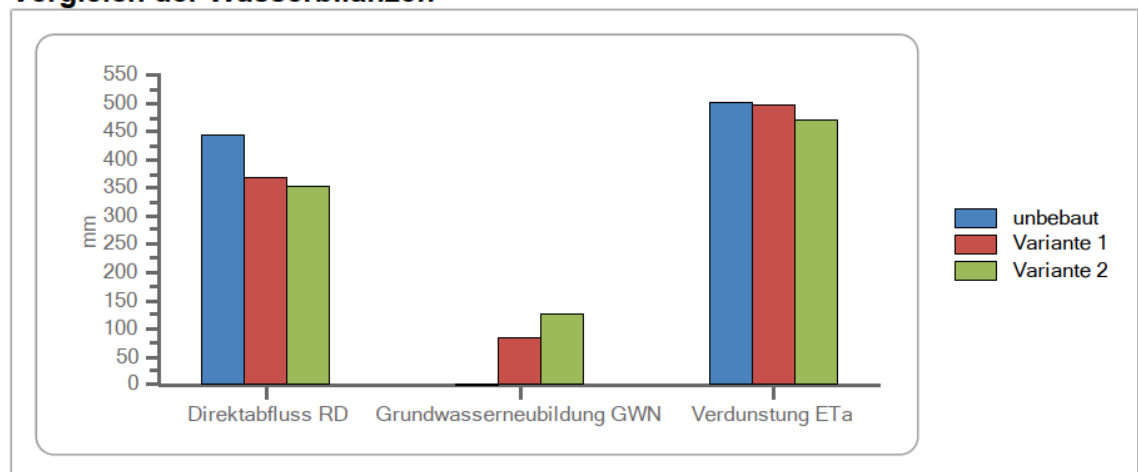
In der Grafik werden folgende Kürzel verwendet:

a ... Abfluss

g ... Grundwasserneubildung

v ... Verdunstung

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unebauten Zustand

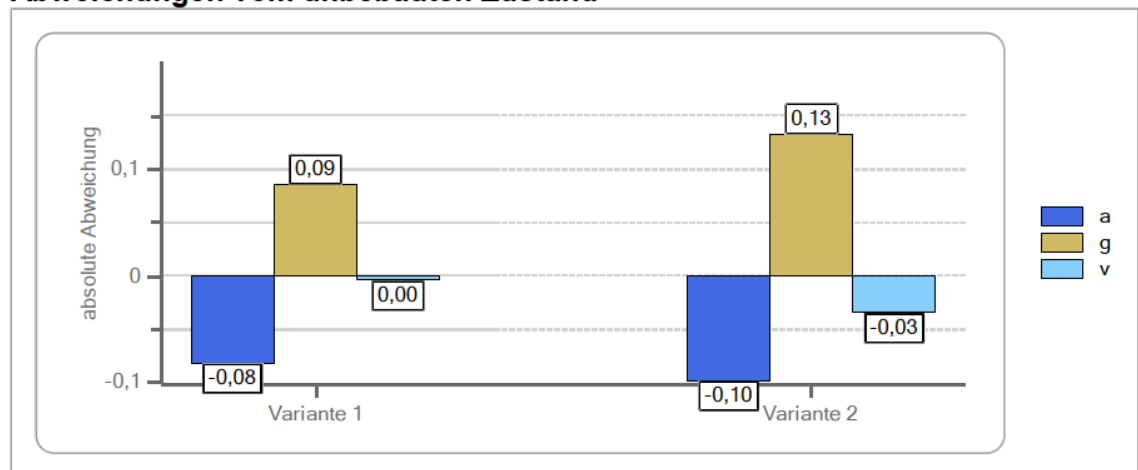


Bild 8: Vergleich der Berechnungsergebnisse

Die vollständigen Berechnungsergebnisse können dem Anhang entnommen werden.

4.8.3 Vergleich unbebauter mit bebautem Zustand

Die Berechnung zeigt, dass durch die geplante Begrünung des Gewerbegebietes mit Gründächern, Bäumen, Sträuchern und Stauden bei der Verdunstung nur geringe Abweichungen zwischen dem unbebauten und dem bebauten Zustand bestehen. Auch bei einer geringeren Größe der Gründachfläche (Variante 2) liegen die Abweichungen nur bei 3 Prozentpunkten. Die Vorgabe einer Abweichung von maximal 10 Prozentpunkten wird daher eingehalten.

Bei Abfluss und Grundwasserneubildung werden größere Abweichungen ermittelt. Für die Variante 1 mit dem höheren Gründachanteil liegen sie mit 8 bzw. 9 Prozentpunkten noch im vorgegebenen Rahmen. Bei Variante 2 überschreitet jedoch die Abweichung bei der Grundwasserneubildung mit 13 Prozentpunkten diesen Rahmen.

Es ist jedoch zu bedenken, dass durch die Annahmen des Merkblattes M 102-4 (6) für den Planungszustand eine Grundwasserneubildung berechnet wird, die im Referenzzustand nicht ausgewiesen wird. Da keine Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser gebaut werden, ist es eher unwahrscheinlich, dass nach Bebauung des Geländes, mehr in den Untergrund versickert als im Referenzzustand. Bei dieser Betrachtungsweise müsste die Grundwasserneubildung für den Planungszustand auf 0 gesetzt werden. Der für die Grundwasserneubildung ausgewiesene Anteil des Niederschlages müsste dem Abfluss zugeordnet werden. Das führt dazu, dass sich für Abfluss und Grundwasserneubildung nur geringe Änderungen ergeben und daher auch hier die Grenze von 10 Prozentpunkten eingehalten wird.

Berücksichtigt man beim Referenzzustand eine Grundwasserneubildung in Höhe von 10 % des Zwischenabflusses wie unter Punkt 3.5 beschrieben, reduzieren sich die Unterschiede bei Abfluss und Grundwasserneubildung deutlich. Im Fall der Variante 2 beträgt die Abweichung beim Abfluss nur noch 5 Prozentpunkte und bei der Grundwasserneubildung 8 Prozentpunkte. Die maximale Abweichung von 10 Prozentpunkten wird also auch bei dieser Betrachtungsweise eingehalten.

4.8.4 Schlussfolgerung

Bei der Ermittlung der Daten des Referenzzustandes für das zu betrachtende Gebiet wird keine Grundwasserneubildung ausgewiesen. Hingegen wird bei der Berechnung der Aufteilungswerte für den bebauten Zustand nach dem Merkblattblatt M 102-4 (6) eine Grundwasserneubildung berechnet. Zu dieser Differenz ist eine Bewertung vorzunehmen.

Angedacht wurde zum einen, dass auch für den Planungszustand die Grundwasserneubildung auf 0 gesetzt wird. Zum anderen wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass auch beim Referenzzustand eine Grundwasserneubildung stattfindet. Sie wurde mit 10 % des Zwischenabflusses im Referenzzustand angesetzt.

In beiden Fällen reduzieren sich die Abweichungen bei Abfluss und Grundwasserneubildung. Die vorgegebenen Grenzen der Abweichung von 10 Prozentpunkten können eingehalten werden.

Die geplante Begrünung des Gewerbegebietes und die vorgesehene Ableitung des Niederschlagswassers über offene Gräben und drainierte Sickermulden stellen sicher, dass die Vorgaben des Merkblattes M 102-4 (6) eingehalten werden.

Über ein Bonusprogramm möchte die Gemeinde den Wasserhaushalt im Gewerbegebiet verbessern. Es wurde angedacht den Interessenten für die Baugrundstücke Vergünstigungen einzuräumen sofern sie u. A. folgende Maßnahmen auf ihren Grundstücken realisieren:

- Fassadenbegrünung, abgestuft nach dem Anteil der begrünten Fläche
- Erhöhung des Anteils der Gründächer auf 100 %
- Intensive Dachbegrünung

Diese Maßnahmen können zu einer Erhöhung der Verdunstung und einer Reduzierung des Abflusses führen. Die Verdunstung beim Planungszustand ist geringer als beim Referenzzustand, es spricht daher nichts gegen eine höhere Verdunstung.

Der Abfluss reduziert sich beim Planungszustand. Wie zuvor beschrieben wird der vorgegebene Grenzwert für die Abweichung nicht erreicht. Es spricht daher nichts gegen eine weitere Reduzierung des Abflusses. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass für bestehende, im Trennsystem entwässerte Gebiete früher keine Retentionsmaßnahmen vorgesehen wurden. Reduziert man den Abfluss bei Neubaugebieten über die vorgegebenen Grenzen, kann für bestehende Baugebiete ein Ausgleich geschaffen werden.

4.9 Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserhaushaltsbilanz

Wie zuvor nachgewiesen, müssen für das überplante Gebiet keine weiteren Maßnahmen getroffen werden, um den Wasserhaushalt nach der Bebauung an den ursprünglichen Wasserhaushalt anzugleichen. Es soll aber trotzdem im Folgenden auf geeignete Maßnahmen zur Beeinflussung des Wasserhaushaltes hingewiesen werden.

Tabelle 15: Wirksamkeit von Maßnahmen der Niederschlagswasserbewirtschaftung im Hinblick auf den Wasserhaushalt (Tabelle 3 aus (6))

Maßnahme	Eignung zur		
	Minderung des Direktabflusses	Erhöhung der Grundwasserneubildung	Erhöhung der Verdunstung
Rückbau undurchlässiger Flächen	++	++	+
Wasserdurchlässige Flächenbefestigung	+	+	+
Begrünung von			
- Freiflächen	++	+	++
- Dachflächen extensiv	+	-	+
- Dachflächen intensiv	++	-	++
- Gebäudefassaden	0	0	++
Bäume, Großgehölze	0	0	++
Niederschlagswasserversickerung			
- oberirdisch	++	++	+
- unterirdisch	++	++	-
Regenwassernutzung			
- als Betriebswasser	++	-	-
- für Bewässerung	+	0	++
Offene Wasserfläche	0	-	+
Rückhaltung ohne Dauerstau	0	-	0

Anmerkungen

++ sehr gut geeignet + gut geeignet 0 wenig geeignet - nicht geeignet

5. Zusammenfassung

Die Gemeinde Salem beabsichtigt das bestehend Gewerbegebiet "Neufrach-Ost" im Ortsteil Neufrach nach Süden zu erweitern. Überplant wird eine Fläche von ca. 5,8 ha. Sie reicht vom bestehenden Gewerbegebiet bis zum südlich gelegenen Graben/Wirtschaftsweg.

Im Rahmen der Stellungnahmen zur "Frühzeitigen Beteiligung der Träger öffentlicher Belange" forderte das Landratsamt Bodenseekreis die Aufstellung einer Wasserhaushaltsbilanz für das überplante Gebiet.

In der Wasserhaushaltsbilanz ist die Aufteilung des Niederschlages für den unbebauten und den bebauten Zustand der Fläche in "Abfluss in ein Gewässer", "Grundwasserneubildung" und Verdunstung zu ermitteln. Die Werte für den unbebauten und den bebauten Zustand sind zu vergleichen. Der Unterschied soll einen Wert von 10 Prozentpunkten nicht überschreiten.

In der hier vorliegenden Ermittlung des Wasserhaushaltes für den Referenzzustand (unbebautes Gelände) und den Planungszustand wurde nachgewiesen, dass die Abweichungen im Rahmen der Vorgaben liegen. Weitere Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserhaushaltes sind nicht zu treffen, sofern die geplante Begrünung des Gebietes umgesetzt wird.

Aufgestellt:

Sigmaringen, 30.09.2025

Ingenieurbüro

Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH

Gemeinde Salem
Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V
im Ortsteil Neufrach
Wasserhaushaltsbilanz

Unterlage Nr. 2

Berechnung 1

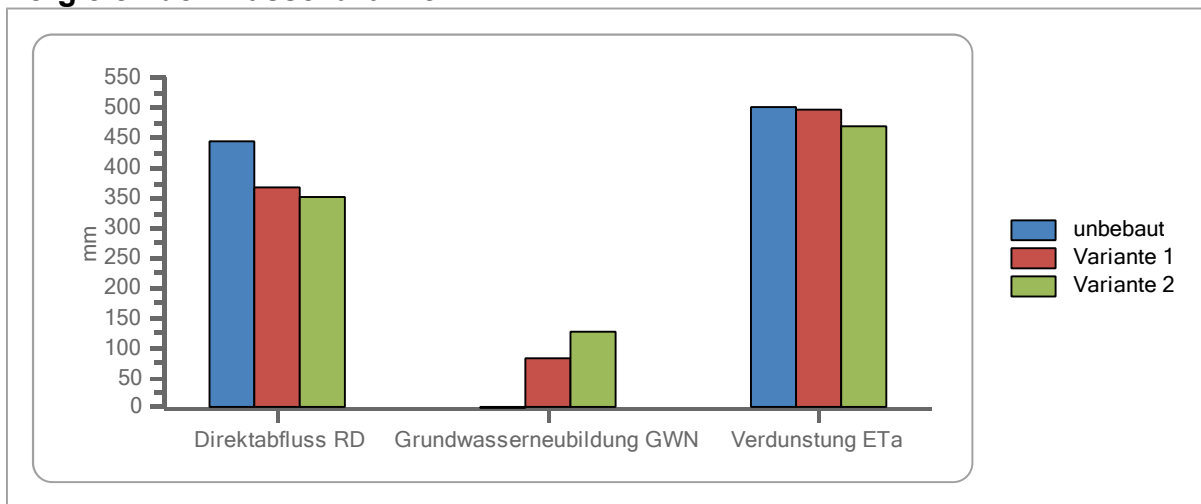
Variante 1

Hoher Gründachanteil

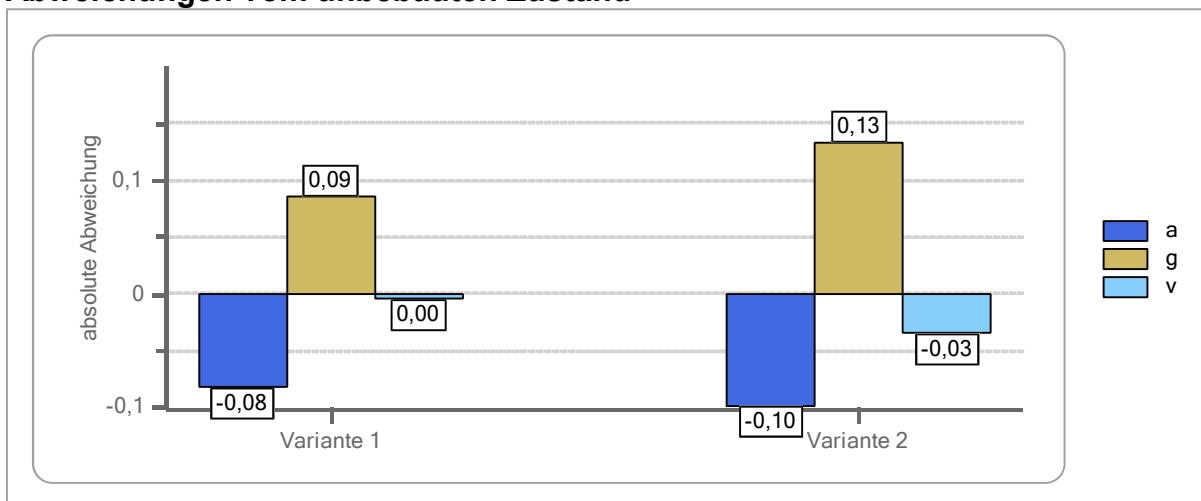
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	444	0	501	0,470	0,000	0,530			
Variante 1	367	81	497	0,388	0,086	0,526	-0,082	0,086	-0,004
Variante 2	351	126	469	0,371	0,133	0,496	-0,099	0,133	-0,034

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Variante 1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Flachdach glatt	Flachdach (Metall, Glas)	2.519	0,88	0,00	0,12	2.380	2.087	0	294	Ableitung sgräben
Fläche	Flachdach rau	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.488	0,85	0,00	0,15	2.351	2.006	0	345	Ableitung sgräben
Fläche	Gründach	Gründach mit Extensivbegrünung	19.357	0,57	0,00	0,43	18.292	10.486	0	7.806	Ableitung sgräben
Fläche	Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	5.483	0,77	0,00	0,23	5.181	3.974	0	1.208	Ableitung sgräben
Fläche	Straßenbankett	Kiesbelag, Schotterrasen	413	0,01	0,61	0,37	390	5	240	146	Ableitung sgräben
Fläche	Wirtschaftsweg	wassergebundene Decke	1.808	0,09	0,53	0,37	1.709	159	913	636	Ableitung
Fläche	öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	18.662	0,25	0,16	0,59	17.636	4.479	2.769	10.387	Ableitung
Fläche	Hausgärten	Garten, Grünflächen	6.913	0,28	0,11	0,61	6.533	1.829	738	3.965	Ableitung sgräben
Fläche	Verhrsinseln	Garten, Grünflächen	110	0,17	0,17	0,66	104	18	17	69	Ableitung sgräben
Maßnahme	drainierte Sickermulde	Regenbecken ohne Dauerstau	1.640	1,00	0,00	0,00	17.984	17.984	0	0	Ableitung



Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Maßnahme	Ableitungsg räben	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	1.595	0,75	0,00	0,25	21.912	16.434	0	5.478	drainierte Sickermu lde

Ergebnisse Variante Variante 2

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Flachdach glatt	Flachdach (Metall, Glas)	2.526	0,88	0,00	0,12	2.387	2.092	0	295	Ableitung sgräben
Fläche	Flachdach rau	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.496	0,85	0,00	0,15	2.358	2.012	0	346	Ableitung sgräben
Fläche	Gründach	Gründach mit Extensivbegrünung	13.826	0,57	0,00	0,43	13.066	7.490	0	5.575	Ableitung sgräben
Fläche	Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	2.165	0,77	0,00	0,23	2.046	1.569	0	477	Ableitung sgräben
Fläche	Straßenban ket	Kiesbelag, Schotterrasen	413	0,01	0,61	0,37	390	5	240	146	Ableitung sgräben
Fläche	Wirtschafts weg	wassergebundene Decke	1.808	0,09	0,53	0,37	1.709	159	913	636	Ableitung
Fläche	öffentliche Grünfläche n	Garten, Grünflächen	18.662	0,25	0,16	0,59	17.636	4.479	2.769	10.387	Ableitung
Fläche	Haugärten	Garten, Grünflächen	6.913	0,28	0,11	0,61	6.533	1.829	738	3.965	Ableitung sgräben
Fläche	Verhrsinsel n	Garten, Grünflächen	110	0,17	0,17	0,66	104	18	17	69	Ableitung sgräben
Maßnahme	drainierte Sickermulde	Regenbecken ohne Dauerstau	1.640	1,00	0,00	0,00	17.049	17.049	0	0	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Maßnahme	Ableitungsg räben	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	1.595	0,75	0,00	0,25	20.666	15.499	0	5.166	drainierte Sickermu lde
Fläche	Hofflächen	Asphalt, fugenloser Beton	4.417	0,77	0,00	0,23	4.174	3.201	0	973	Ableitung sgräben
Fläche	Hofflächen mit Fugenanteil	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	4.417	0,23	0,62	0,16	4.174	942	2.575	658	Ableitung sgräben

Parameter der Varianten

Parameterwerte Variante 1

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Flachdach glatt	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
Flachdach rau	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Gründach	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Straßenbankett	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	10	10	180	NaN
Wirtschaftsweg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
öffentliche Grünflächen	a	0,254	0	1	NaN
	g	0,157	0	1	NaN
	v	0,549	0	1	NaN
Hausgärten	a	0,28	0	1	NaN
	g	0,113	0	1	NaN
	v	0,569	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verhrsinseln	a	0,173	0	1	NaN
	g	0,166	0	1	NaN
	v	0,645	0	1	NaN
drainierte Sickermulde	a	1	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0	0	1	NaN
Ableitungsgräben	a	0,75	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,25	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN

Parameterwerte Variante 2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Flachdach glatt	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
Flachdach rau	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Gründach	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Straßenbanket	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	10	10	180	NaN
Wirtschaftsweg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
öffentliche Grünflächen	a	0,254	0	1	NaN
	g	0,157	0	1	NaN
	v	0,549	0	1	NaN
Haugärten	a	0,28	0	1	NaN
	g	0,113	0	1	NaN
	v	0,569	0	1	NaN
Verhrsinseln	a	0,173	0	1	NaN



Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	g	0,166	0	1	NaN
	v	0,645	0	1	NaN
drainierte Sickermulde	a	1	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0	0	1	NaN
Ableitungsgräben	a	0,75	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,25	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN
Hofflächen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Hofflächen mit Fugenanteil	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN

Gemeinde Salem
Erschließung Gewerbegebiet Neufrach-Ost V
im Ortsteil Neufrach
Wasserhaushaltsbilanz

Unterlage Nr. 3

Berechnung 1

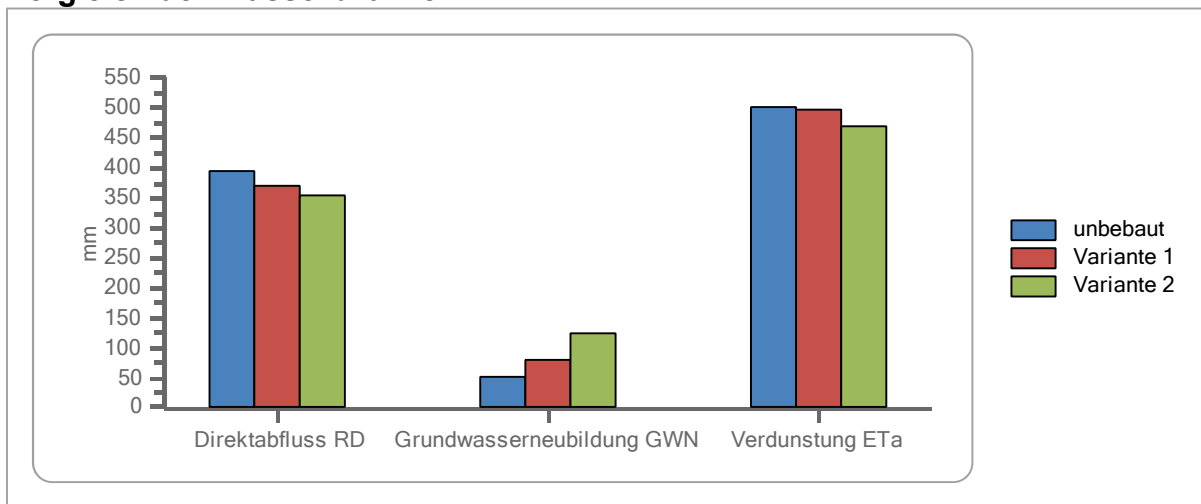
Variante 1

Geringerer Gründachanteil

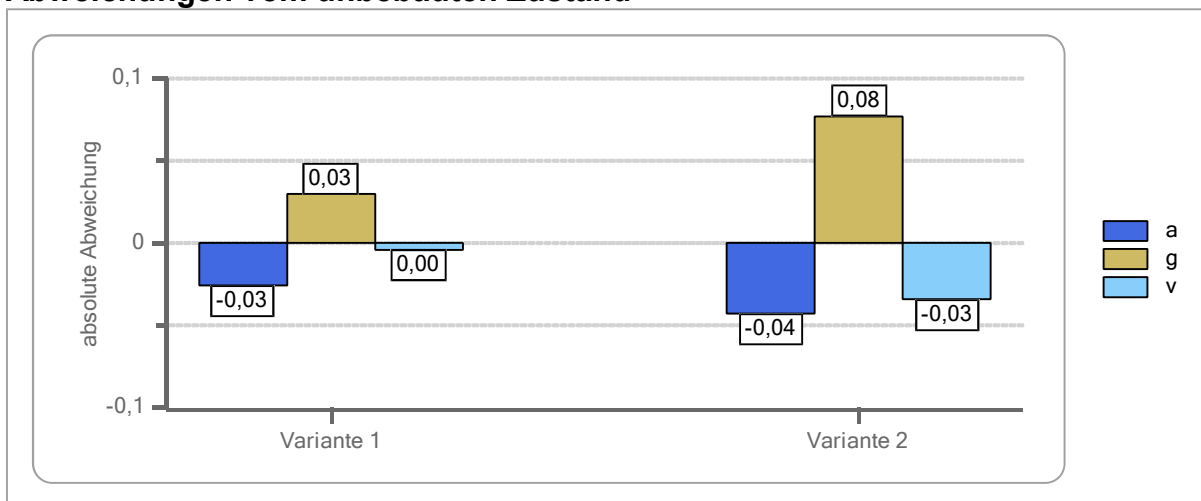
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	394	50	501	0,417	0,053	0,530			
Variante 1	370	78	497	0,391	0,083	0,526	-0,026	0,030	-0,004
Variante 2	353	123	469	0,374	0,130	0,496	-0,043	0,077	-0,034

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Variante 1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Flachdach glatt	Flachdach (Metall, Glas)	2.519	0,88	0,00	0,12	2.380	2.087	0	294	Ableitung sgräben
Fläche	Flachdach rau	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.488	0,85	0,00	0,15	2.351	2.006	0	345	Ableitung sgräben
Fläche	Gründach	Gründach mit Extensivbegrünung	19.357	0,57	0,00	0,43	18.292	10.486	0	7.806	Ableitung sgräben
Fläche	Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	5.483	0,77	0,00	0,23	5.181	3.974	0	1.208	Ableitung sgräben
Fläche	Straßenbankett	Kiesbelag, Schotterrasen	413	0,01	0,61	0,37	390	5	240	146	Ableitung sgräben
Fläche	Wirtschaftsweg	wassergebundene Decke	1.808	0,09	0,53	0,37	1.709	159	913	636	Ableitung
Fläche	öffentliche Grünflächen	Garten, Grünflächen	18.662	0,25	0,16	0,59	17.636	4.479	2.769	10.387	Ableitung
Fläche	Hausgärten	Garten, Grünflächen	6.913	0,28	0,11	0,61	6.533	1.829	738	3.965	Ableitung sgräben
Fläche	Verhrsinseln	Garten, Grünflächen	110	0,17	0,17	0,66	104	18	17	69	Ableitung sgräben
Maßnahme	drainierte Sickermulde	Regenbecken ohne Dauerstau	1.640	1,00	0,00	0,00	17.984	17.984	0	0	Ableitung



Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Maßnahme	Ableitungsg räben	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	1.595	0,75	0,00	0,25	21.912	16.434	0	5.478	drainierte Sickermu lde

Ergebnisse Variante Variante 2

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Flachdach glatt	Flachdach (Metall, Glas)	2.526	0,88	0,00	0,12	2.387	2.092	0	295	Ableitung sgräben
Fläche	Flachdach rau	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	2.496	0,85	0,00	0,15	2.358	2.012	0	346	Ableitung sgräben
Fläche	Gründach	Gründach mit Extensivbegrünung	13.826	0,57	0,00	0,43	13.066	7.490	0	5.575	Ableitung sgräben
Fläche	Straßen	Asphalt, fugenloser Beton	2.165	0,77	0,00	0,23	2.046	1.569	0	477	Ableitung sgräben
Fläche	Straßenban kett	Kiesbelag, Schotterrasen	413	0,01	0,61	0,37	390	5	240	146	Ableitung sgräben
Fläche	Wirtschafts weg	wassergebundene Decke	1.808	0,09	0,53	0,37	1.709	159	913	636	Ableitung
Fläche	öffentliche Grünfläche n	Garten, Grünflächen	18.662	0,25	0,16	0,59	17.636	4.479	2.769	10.387	Ableitung
Fläche	Hausgärten	Garten, Grünflächen	6.913	0,28	0,11	0,61	6.533	1.829	738	3.965	Ableitung sgräben
Fläche	Verhrsinsel n	Garten, Grünflächen	110	0,17	0,17	0,66	104	18	17	69	Ableitung sgräben
Maßnahme	drainierte Sickermulde	Regenbecken ohne Dauerstau	1.640	1,00	0,00	0,00	17.049	17.049	0	0	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Maßnahme	Ableitungsg räben	flache Gräben mit Bewuchs (Fläche des Grabens A_Graben > 2 % von angeschlossenem Au)	1.595	0,75	0,00	0,25	20.666	15.499	0	5.166	drainierte Sickermu lde
Fläche	Hofflächen	Asphalt, fugenloser Beton	4.417	0,77	0,00	0,23	4.174	3.201	0	973	Ableitung sgräben
Fläche	Hofflächen mit Fugenanteil	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 6% bis 10%)	4.417	0,23	0,62	0,16	4.174	942	2.575	658	Ableitung sgräben

Parameter der Varianten**Parameterwerte Variante 1**

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Flachdach glatt	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
Flachdach rau	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Gründach	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Straßenbankett	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	10	10	180	NaN
Wirtschaftsweg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
öffentliche Grünflächen	a	0,254	0	1	NaN
	g	0,157	0	1	NaN
	v	0,549	0	1	NaN
Hausgärten	a	0,28	0	1	NaN
	g	0,113	0	1	NaN
	v	0,569	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verhrsinseln	a	0,173	0	1	NaN
	g	0,166	0	1	NaN
	v	0,645	0	1	NaN
drainierte Sickermulde	a	1	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0	0	1	NaN
Ableitungsgräben	a	0,75	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,25	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN

Parameterwerte Variante 2

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Flachdach glatt	Speicherhöhe	0,6	0,1	0,6	NaN
Flachdach rau	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Gründach	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Straßen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Straßenbanket	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	10	10	180	NaN
Wirtschaftsweg	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	NaN
öffentliche Grünflächen	a	0,254	0	1	NaN
	g	0,157	0	1	NaN
	v	0,549	0	1	NaN
Haugärten	a	0,28	0	1	NaN
	g	0,113	0	1	NaN
	v	0,569	0	1	NaN
Verhrsinseln	a	0,173	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	g	0,166	0	1	NaN
	v	0,645	0	1	NaN
drainierte Sickermulde	a	1	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0	0	1	NaN
Ableitungsgräben	a	0,75	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,25	0	1	NaN
	Grenzwert Anteil Fläche	2	2	100	NaN
Hofflächen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Hofflächen mit Fugenanteil	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	8	6	10	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	36	6	100	NaN