ASMUS + PRABUCKI · INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH

CARNAPERHOF 10
45329 ESSEN
Fon: +49 (0) 201 72085-0
Fax: +49 (0) 201 72085-99
info@ap-ingenieure.de
www.ap-ingenieure.de

Wasserhaushaltsbilanz für das Projekt „Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes", Bochum

Auftraggeber:	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. Glinkastraße 40 10117 Berlin
Auftragnehmer:	ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnaperhof 10 45329 Essen
Projektbearbeitung:	Christian Scharrenberg, M. Sc.
Dokument:	A-2764 Wasserhaushaltsbilanz DGUV Hüttenstr Bo_2024_09_09.docx
Datum:	09. September 2024

Inhalt

Blatt

1 VERANLASSUNG 3
2 STANDORTSITUATION 3
3 WASSERHAUSHALTSBILANZ 3
3.1 Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes 4
4 ZUSAMMENFASSUNG 7
5 EMPEHLUNGEN ZUR OPTIMIERUNG 8
5.1 Mögliche Maßnahmen 8
5.2 Vorgeschlagene Maßnahmen 8
6 FAZIT 9
Literaturverzeichnis 10

Tabelle

Blatt

Tabelle 1: Flächen Neubebauung Büro- und Laborgebäude 5
Tabelle 2: Referenzwerte Büro- und Laborgebäude 6

Abbildung

Blatt

Abbildung 1: Landnutzungsverteilung Grundstück Büro- und Laborgebäude [1] 5
Abbildung 2: NatUrWB Referenzwerte Büro- und Laborgebäude [1] 6
Abbildung 3: Auszug Ergebnisse Wasserbilanz-Expert Büro- und Laborgebäude 7

Anlage

Anlage	Bezeichnung
1	Lageplan der Flächen nach NatUrWB
2	Ergebnisse Wasserbilanz-Expert Büro- und Laborgebäude

1 VERANLASSUNG

Für das Projekt Bebauungsplan Nr. 1035, Hüttenstraße / An der Landwehr Ost, Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), in Bochum wird eine Wasserhaushaltsbilanz gefordert, um die Auswirkungen auf den naturnahen Wasserhaushalt im Zusammenhang mit der geplanten Neubebauung zu überprüfen.

Mit diesem Bericht wird die Wasserhaushaltsbilanz vorgelegt, mit den zu berücksichtigenden Randbedingungen berechnet und das Ergebnis bewertet.

Abschließend werden Möglichkeiten zur Optimierung aufgezeigt.

2 STANDORTSITUATION

Das Bebauungsgebiet für das Projekt Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes der DGUV befindet sich in Bochum an der Hüttenstraße, Gemarkung Weitmar, Flurstückkennzeichen 05110500300886.

Der Bauentwurf sieht eine teilweise Überbauung der Grundstücksfläche vor.

Die Flächen des Ist-Zustandes wurden einer Machbarkeitsstudie der Planunterlagen des Auftraggebers entnommen.

3 WASSERHAUSHALTSBILANZ

Die Wasserhaushaltsbilanz stellt die (geplante) Bebauung dem naturnahen Zustand gegenüber.
Zur Ermittlung des naturnahen Zustandes bzw. des Referenzzustandes wird das Online-Tool der Universität Freiburg „NatUrWB" [1] anerkannt und genutzt.

Als naturnaher Zustand wird die nicht urbane Landnutzung in der jeweiligen Naturraumeinheit herangezogen und durch NatUrWB ermittelt, die Ergebnisse entsprechend gewichtet. Es ergibt sich daraus die Wasserhaushaltsbilanz, die ohne urbane Eingriffe vorherrschen würde.

Die Wasserhaushaltsbilanz umfasst die Komponenten Abfluss, Evapotranspiration und Grundwasserneubildung. Diese werden als Aufteilungsfaktor dargestellt,

- a für Abfluss,
- v für Evapotranspiration (vgl. Verdunstung) und
- g für Grundwasserneubildung.

Ziel der Wasserhaushaltsbilanzierung ist es die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts durch Siedlungsaktivität in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es

technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist. [2] Dafür werden die Aufteilungsfaktoren der (geplanten) Bebauung mit den Aufteilungsfaktoren des naturnahen Zustandes ins Verhältnis gesetzt. Gemäß Kapitel 5.3.3 der [2] ist eine Abweichung der Aufteilungswerte gegenüber dem unbebauten Referenzzustand von 5 bis 10 Prozentpunkten erreichbar, wenn die vielfältigen Möglichkeiten der Niederschlagswasserbewirtschaftung genutzt werden. Abweichend dazu sieht die Richtlinie vor:

> *„Größere Abweichungen, die aus „unvermeidbaren Randbedingungen oder Zwängen herrühren sind ausführlich fachlich zu begründen und ihre Berücksichtigung im Rahmen von Ersatz- und Ausgleichsregelungen zu prüfen.*" [2]

Die Wasserhaushaltsbilanz wird nach dem DWA Arbeitsblatt M 102-4 mit dem Programm „Wasserbilanz-Expert" der FH Münster erstellt. [3]

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Landnutzungsverteilung und Referenzzustände aufgezeigt und in **Anlage 1** in einem Lageplan dargestellt.

Die vorherrschenden Bodengesellschaften der hier betrachteten Flächen sind 2227 und 2345 und sind wie folgt definiert [1]:

- 2227: Vorherrschend Parabraunerden und gering verbreitet Pseudogley-Parabraunerden aus Löss, gering verbreitet aus Löss über sehr tiefer Gruslehmfließerde oder sehr tiefem Tongestein, gering verbreitet Kolluvisole aus umgelagertem Löss über tiefem Löss
- 2345: Vorherrschend Gleye, gering verbreitet Pseudogley-Gleye und selten Nassgleye aus schluffigen Bachablagerungen über tiefem bis sehr tiefem Flusssandkies oder Tongestein.

Der Referenzzustand gilt als Zielwert für die weitere Nutzung und Bilanzierung der Flächen. Für die Flächen werden in den nachfolgenden Kapiteln die Referenzzustände genannt, sowie die Landnutzungsverteilungen.

3.1 Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes

Die Bestimmung der Wasserhaushaltsbilanz richtet sich nach der vorgelegten Planung und ist **Anlage 2** zu entnehmen. Hierzu wurden durch den Auftraggeber die in der nachfolgenden **Tabelle** 1 aufgeführten Flächen benutzt:

Tabelle 1: Flächen Neubebauung Büro- und Laborgebäude

Art	**Flächenverteilung Planung**
Grünflächen	ca. 1.100 m²
befestigte Fläche / Wegeflächen	ca. 1.100 m²
Gebäude (90 % Gründach)	ca. 3.700 m²
Innenhof, unterkellert, begrünt	ca. 1.500 m²
Parkpalette und Außenlager	ca. 1.300 m²
Gesamt	ca. 8.700 m²

Das Tool NatUrWB [1] gibt für das Grundstück der DGUV die in **Abbildung 1** gezeigte Landnutzung ohne urbanen Einfluss an. Der naturnahe Ausgangszustand ist danach durch Laubwälder, nicht bewässertes Ackerland und Wiesen und Weiden bzw. Grünland gekennzeichnet. Die in **Kapitel 3** vorgestellten Bodengesellschaften verteilen sich zu 30,95 % auf 2227 (Parabraunerden) und 69,05 % auf 2345 (Gleye).

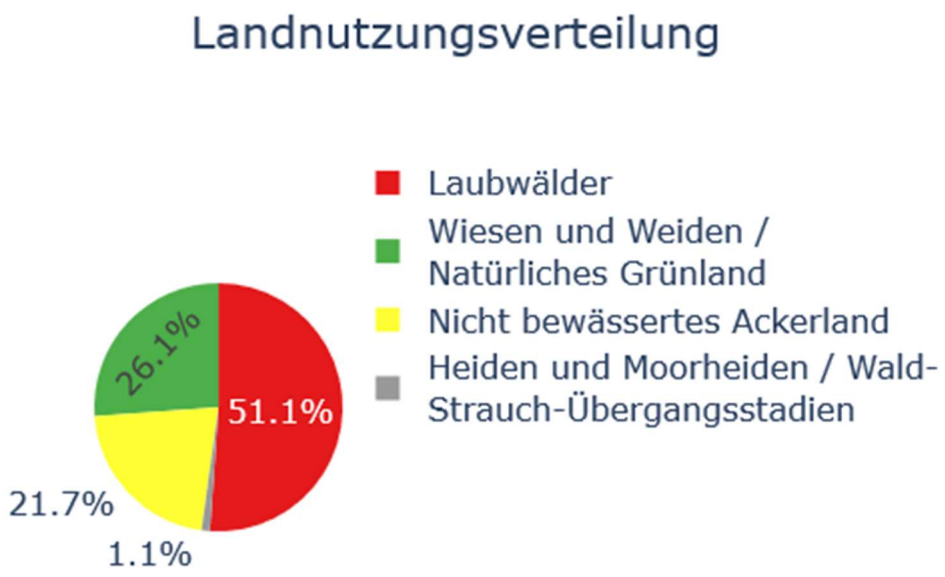


Abbildung 1: Landnutzungsverteilung Grundstück Büro- und Laborgebäude **[1]**

Für den Referenzzustand des Wasserhaushalts ergibt sich damit die in **Abbildung 2** dargestellte Aufteilung der einzelnen Komponenten des Wasserhaushalts.

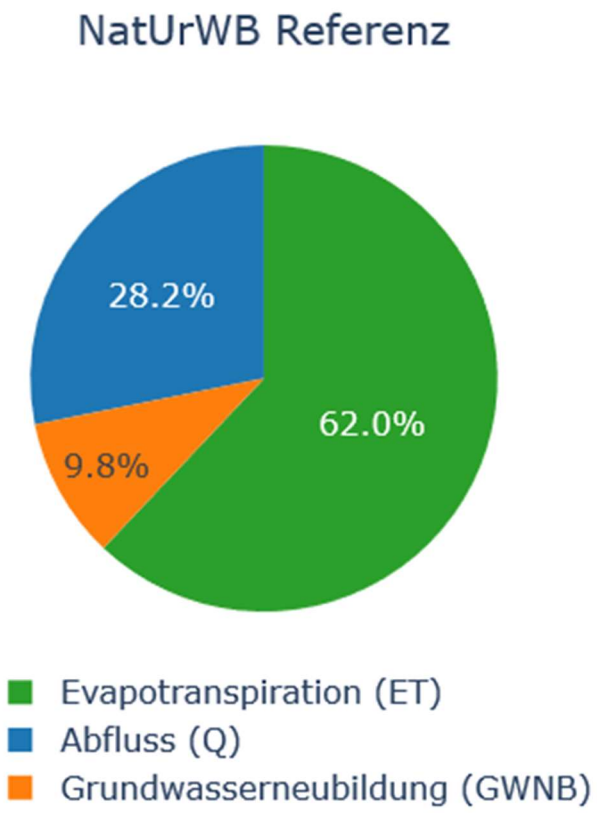


Abbildung 2: NatUrWB Referenzwerte Büro- und Laborgebäude **[1]**

Für die Betrachtung der Wasserhaushaltsbilanz werden die nachfolgend aufgelisteten Eingangsparameter benötigt. Die genutzten Werte werden mitangegeben und sind ebenfalls NatUrWB entnommen [1]:

- jährliche Niederschlagsmenge: P = 958,3 mm/a
- potentielle Evapotranspiration: ETp = 623 mm/a

Ausgehend von der jährlichen Niederschlagsmenge P ergeben sich für die in **Abbildung 2** dargestellten Anteile, die in **Tabelle 2** berechneten absoluten Werte. Diese sind als Zielwerte der Wasserhaushaltsbilanz für die geplante Bebauung heranzuziehen.

Tabelle 2: Referenzwerte Büro- und Laborgebäude

Komponente	**relativer Anteil**	**absoluter Anteil**
Evapotranspiration	62,0 %	594 mm/a
Grundwasserneubildung	9,8 %	94 mm/a
Abfluss	28,2 %	270 mm/a

Mit den oben gezeigten Werten wurde die Wasserhaushaltsbilanz mittels der Software Wasserbilanz-Expert [3] aufgestellt. Die Software ermittelt für die gegebenen Flächen **(s. Tabelle 1)** die jeweiligen Aufteilungsfaktoren je Flächen und Flächenart und fasst diese zu je einem Gesamtwert von a, g und v zusammen. Die Ergebnisse werden dem naturnahen Zustand gegenübergestellt und sind in **Anlage 2** beigefügt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
Variante	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	270	94	594	0,282	0,098	0,620			
Planung Be	559	36	362	0,584	0,038	0,378	0,302	-0,060	-0,242

Abbildung 3: Auszug Ergebnisse Wasserbilanz-Expert Büro- und Laborgebäude

Der **Abbildung 3** ist ein Auszug der Ergebnisse der Berechnung der Software Wasserbilanz-Expert für die geplante Flächennutzung zu entnehmen.

Aus diesen Ergebnissen ergeben sich relevante Abweichungen vom naturnahen Referenzzustand:

- Der Direktabfluss ist um 30,2 Prozentpunkte erhöht,
- die Grundwasserneubildung ist um 6,0 Prozentpunkte verringert und
- die Verdunstung ist um 24,2 Prozentpunkte reduziert.

Die Ergebnisse zeigen damit in den Komponenten Direktabfluss und Verdunstung eine deutliche Verschlechterung des Wasserhaushalts der geplanten Bebauung gegenüber dem naturnahen Zustand, die Abweichung der Grundwasserneubildungsrate befindet sich im zulässigen Bereich von 5 bis 10 Prozentpunkten nach [2].

3.2 Zusammenfassung

Die obigen Feststellungen gelten unter der Voraussetzung, dass die vorliegende Planung in vollem Umfang realisiert wird. Abweichungen, aller Art sollten erneut gutachterlich geprüft werden.

Insgesamt lässt sich bei Realisierung der vorliegenden Planung folgendes feststellen:

- Durch den hohen Grad an Versiegelung ergibt sich gegenüber dem naturnahen Referenzzustand eine erhebliche Verschlechterung des Direktabflusses.
- Die Evapotranspiration stellt sich deutlich beeinträchtigt dar.
- Die Abweichungen der Grundwasserneubildung befinden sich im zulässigen Bereich.

4 EMPFEHLUNGEN ZUR OPTIMIERUNG

Um die innerhalb des Projekts resultierende Verschlechterung der Wasserhaushaltbilanz zu reduzieren, können Maßnahmen zur Reduktion der Versiegelung z.B. durch Einsatz versickerungsfähigen Betonsteinpflasters oder Regenwassernutzung, ggf. auch kombiniert, geplant werden.

Für die Fläche der Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes wurde ein Baugrundgutachten der HINZ Ingenieure, Münster, [4] zur Verfügung gestellt, aus dem hervorgeht, dass eine Versickerung nach DWA-A 138 nicht möglich ist.

Nach [2] sollten in dem Fall, dass eine Versickerung gemäß DWA-A 138 nicht möglich ist, zur Kompensation der Direktabflüsse vornehmlich Maßnahmen zur Erhöhung der Verdunstung gewählt werden.

Ergänzend wurde durch API ein Versickerungsversuch durchgeführt. Es zeigt sich eine geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit ($\leq 10^{-7}$ m/s) und bestätigt damit die o. g. Annahme, dass eine Versickerung nach DWA-A 138 nicht möglich ist.

4.1 Mögliche Maßnahmen

Da keine ausreichende Versickerungsfähigkeit besteht, wurde bei der Erarbeitung der Varianten zugrunde gelegt, dass die Evapotranspiration verbessert und der Direktabfluss vermindert werden soll. [2]

Mögliche Maßnahmen sind z. B. intensive/extensive Dachbegrünung, teildurchlässige Flächenbeläge, Regenwassernutzung oder Retentionsfilter. Ebenso kann die Wasserableitung mittels offener Entwässerungsgräben geprüft werden.

Es ist zu beachten, dass die Anwendung derartiger Maßnahmen in der Regel Flächen benötigt, die an anderer Stelle eingespart werden müssen. Auch ist die Wirksamkeit einer Maßnahme, wie z. B. die Verdunstung mittels Retentionsbodenfilter, von der Flächengröße abhängig und daher Bestandteil einer umfassenden Entwässerungsplanung. Die Ergebnisse sollten gutachterlich überprüft werden.

4.2 Vorgeschlagene Maßnahmen

Zur Verbesserung der einzelnen Komponenten wird in **Anlage 2** eine Variante betrachtet die die Anlage eines Retentionsbodenfilters und Gründächern mit Extensivbegrünung, ebenfalls wird der begrünte Innenhof als Gründach mit Extensivbegrünung betrachtet. Für die nicht zu begrünenden Dachflächen ist eine Bekiesung vorgesehen, die sich positiv auf die Verdunstung auswirkt. Weiterhin ist die Nutzung von Regenwasser vorgesehen und die Anlage teildurchlässiger Flächenbeläge.

Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Maßnahmen ergeben sich die folgenden Abweichungen zum naturnahen Referenzzustand (vgl. **Anlage 2**):

- Der Direktabfluss ist um 3,0 Prozentpunkte erhöht,
- die Grundwasserneubildung ist um 4,4 Prozentpunkte verringert und
- die Verdunstung ist um 16,8 Prozentpunkte reduziert.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen kann also bei der Komponente Direktabfluss eine deutliche Verbesserung erzielt werden, der Zielwert von max. 5 - 10 Prozentpunkten Abweichung zum naturnahen Zustand [2] wird eingehalten.

Für die Grundwasserneubildung ergibt sich durch die vorgeschlagenen Maßnahmen eine Verbesserung, der Zielwert von max. 5 bis 10 Prozentpunkten Abweichung [2] wird weiterhin eingehalten.

Verbesserungen der Verdunstung können hier nur unzureichend gemacht werden, da mögliche Maßnahmen eine weitgehende Änderung der Flächennutzung erfordern würden. Hier ist eine weitergehende Betrachtung unter Einbeziehung der Entwässerungsplanung notwendig.

Für die Betrachtung möglicher Maßnahmen erscheint die erreichte Verbesserung ausreichend, aber insbesondere hinsichtlich der Verdunstung, nicht abschließend, und dient daher als Anhaltspunkt für die weiterführende Entwässerungsplanung.

Die ausführlichen Ergebnisse sind **Anlage 2** zu entnehmen.

5 FAZIT

Die Wasserhaushaltsbilanz für das betrachtete Grundstück ist mit diesem Bericht dargelegt und es werden mögliche Maßnahmen für die Verbesserung der einzelnen Einflusskomponenten vorgestellt. Die Planung und Umsetzung dieser oder weiterer Maßnahmen muss im weiteren Planungsverlauf geschehen und erfordert eine abschließende gutachterliche Überprüfung.

Essen 09. September 2024

Berichtsverfasser:

i. A. Christian Scharrenberg, M. Sc.

ppa. Dipl.-Ing. Tobias Klick
ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH

Literaturverzeichnis

[1] Universität Freiburg, „NatUrWB," [Online]. Available: https://www.naturwb.de/get_ref/. [Zugriff am 24 05 2024].

[2] DWA, *Merkblatt DWA-M 102-4,* Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 2022.

[3] DWA, *Wasserbilanz-Expert 1.0.0.1,* https://de.dwa.de/de/Wasserbilanz.html, 2024.

[4] HINZ Ingenieure GmbH, *Bochum-Weitmar, Hüttenstraße 3 - Errichtung eines neuen Instituts für Prävention und Arbeitsmedizin,* Münster, 27.02.2024.

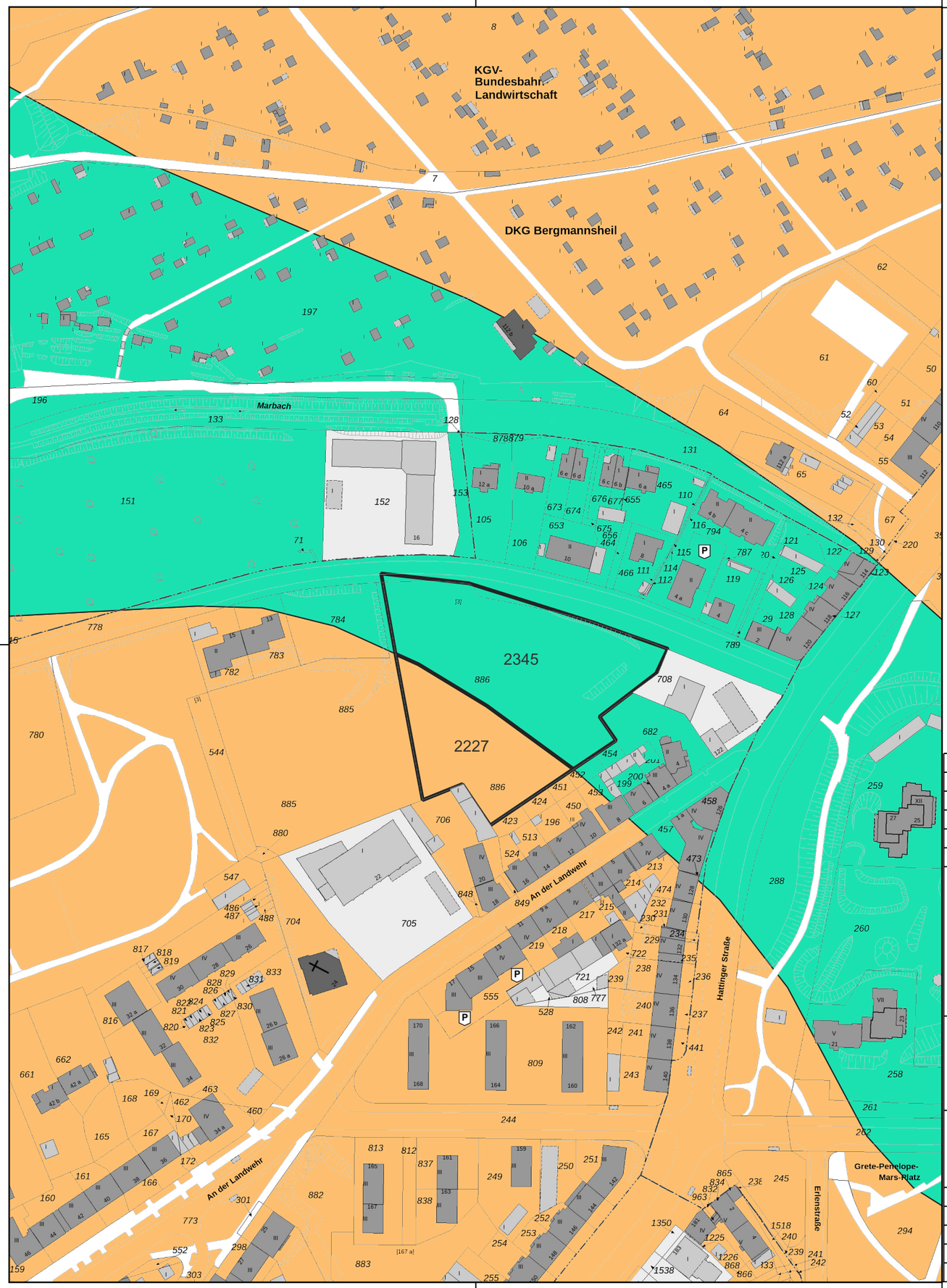
Anlage

Anlage 1

Lageplan der Flächen nach NatUrWB

Anlage 2

Ergebnisse Wasserbilanz-Expert zu Büro- und Laborgebäude



Grundstücksgrenzen und Bodengesellschaften

A-2764

- 2227
- 2345

0 50 100 150 200 250 m

Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
©Land NRW (Maii 2024), http://www.geobasis.nrw.de [Daten bearbeitet: s. Planverfasser]

Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name

Auftraggeber:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V.
Glinkastraße 40
10117 Berlin

Projekt:

Wasserhaushaltsbilanz für
Errichtung eines Büro- und Laborgebäudes

Blatt: 01

Titel:

Übersichtslageplan
mit Angabe Bodengesellschaft

Maßstab: 1:2.000

CAD-Name	LP.qgz	
Projektnummer	A-2764	
Größe	DIN A3	
Bearbeitet	09.09.2024	Scharrenberg
Geprüft	09.09.2024	Scharrenberg

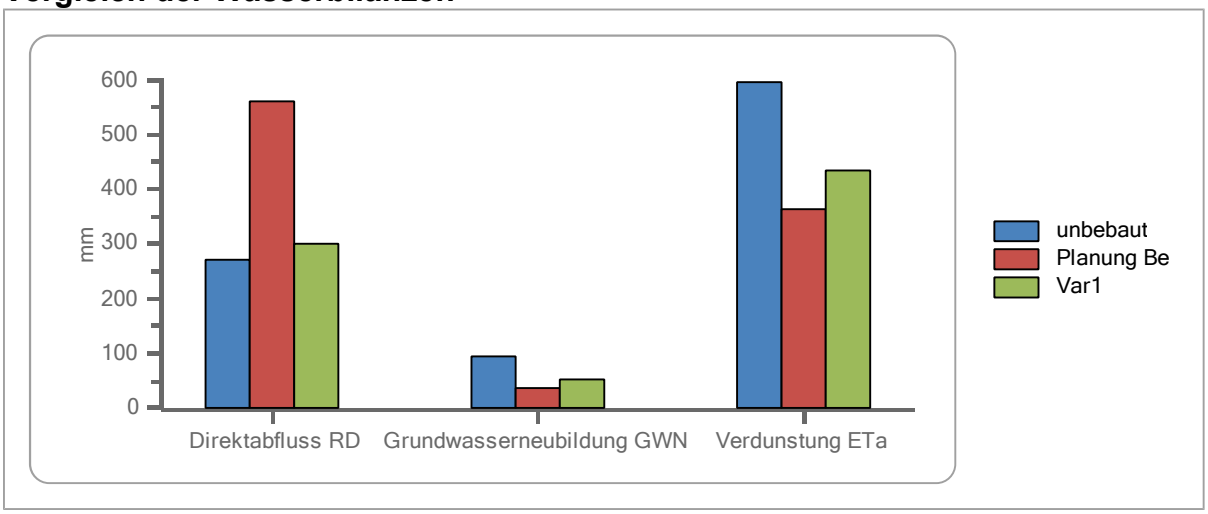
Planer:

ASMUS + PRABUCKI • INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Carnaperhof 10 45329 Essen
Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99

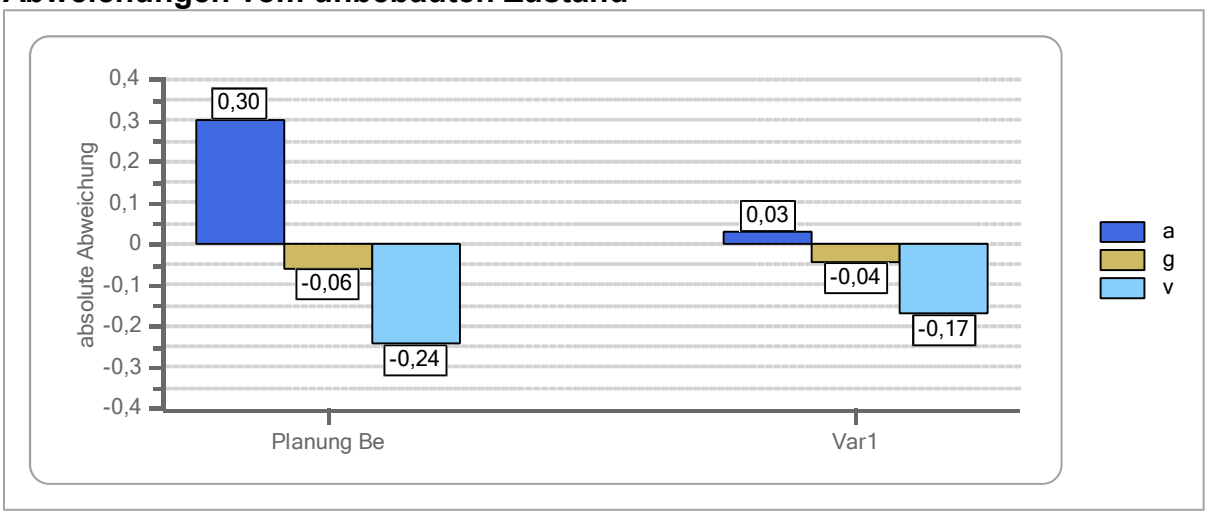
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	270	94	594	0,282	0,098	0,620			
Planung Be	559	36	362	0,584	0,038	0,378	0,302	-0,060	-0,242
Var1	299	52	433	0,312	0,054	0,452	0,030	-0,044	-0,168

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Planung Bebauung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Dachflächen 90% begrünt	Gründach mit Extensivbegrünung	3.330	0,58	0,00	0,42	3.190	1.853	0	1.338	Ableitung
Fläche	Dachfläche 10% Rest	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)	370	0,86	0,00	0,14	354	303	0	51	Ableitung
Fläche	Wegeflächen	Asphalt, fugenloser Beton	1.100	0,77	0,00	0,23	1.054	811	0	243	Ableitung
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.100	0,10	0,30	0,60	1.054	105	316	632	Ableitung
Fläche	Innenhof, begrünt	Gründach mit Extensivbegrünung	1.500	0,58	0,00	0,42	1.437	835	0	602	Ableitung
Fläche	Parkpalette und Außenlager	Asphalt, fugenloser Beton	1.300	0,77	0,00	0,23	1.245	958	0	287	Ableitung

Ergebnisse Variante Var1

Typ	Name	Element Typ	Größe (m²)	a	g	v	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Ziel
Fläche	Dachflächen 90% begrünt	Gründach mit Extensivbegrünung	3.330	0,58	0,00	0,42	3.190	1.853	0	1.338	Regenwassernutzung
Fläche	Dachfläche 10% Rest	Flachdach (Kies)	370	0,79	0,00	0,21	354	281	0	73	Regenwassernutzung
Fläche	Wegeflächen	teildurchlässige Flächenbeläge (Fugenanteil 2% bis 5%)	1.000	0,68	0,17	0,14	958	655	165	139	Regenwassernutzung
Fläche	Grünflächen	Garten, Grünflächen	1.000	0,10	0,30	0,60	958	96	287	575	Regenwassernutzung
Fläche	Innenhof, begrünt	Gründach mit Extensivbegrünung	1.500	0,58	0,00	0,42	1.437	835	0	602	Regenwassernutzung
Fläche	Parkpalette und Außenlager	Asphalt, fugenloser Beton	1.300	0,77	0,00	0,23	1.245	958	0	287	Regenwassernutzung
Maßnahme	Regenwassernutzung	Regenwassernutzung	100	0,68	0,00	0,02	4.678	3.158	0	100	RWB
Maßnahme	RWB	Retentionsbodenfilter	100	0,80	0,00	0,20	3.253	2.603	0	651	Ableitung

Parameter der Varianten

Parameterwerte Planung Bebauung

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Dachflächen 90% begrünt	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dachfläche 10% Rest	Speicherhöhe	1	0,6	3	NaN
Wegeflächen	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Grünflächen	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Innenhof, begrünt	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Parkpalette und Außenlager	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN

Parameterwerte Var1

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Dachflächen 90% begrünt	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Dachfläche 10% Rest	Speicherhöhe	2	0,6	3	NaN
Wegeflächen	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenanteil (%)	4	2	6	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
	kf-Wert (mm/h)	6	6	100	NaN
Grünflächen	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Innenhof, begrünt	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Parkpalette und Außenlager	Speicherhöhe	2,5	0,6	3	NaN
Regenwassernutzung	Speichervolumen (m³)	100	0	1000	NaN
	Anzahl der Personen	150	0	1000	NaN
	Wasserverbrauch je Person (l/d)	30	0	100	NaN
	Bewässerungsfläche (m²)	700	0	100000	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	spezifischer Jahresbedarf für Bewässerung (l/(m²*a))	60	0	200	NaN
RWB	a	0,8	0	1	NaN
	g	0	0	1	NaN
	v	0,2	0	1	NaN