



Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. 841 (V)

Erläuterungsbericht

Stand: 15. September 2023

LINDSCHULTE
Ingenieurgesellschaft mbH
Graf-Adolf-Platz 6
40213 Düsseldorf

Projektbearbeitung: Alexander Laskowski (Bachelor Professional in Technik)

Inhalt

1.	Allgemeines, Veranlassung	3
2.	Grundlagen der Planung	4
2.1	Einzugsgebiet.....	4
2.2	Planungen Dritter.....	5
2.3	Rechtliche und planerische Grundlagen.....	5
2.4	Niederschlag.....	6
2.5	Vorhandene Entwässerungssituation.....	6
2.5.1	Stadtentwässerungsanlagen.....	6
2.5.2	Liegenschaftsentwässerung.....	6
2.5.3	Rückstauenebene.....	6
2.6	Baugrundgutachten / Bodenverhältnisse.....	7
2.6.1	Hochwasser, Wasserschutz.....	7
2.6.2	Bemessungsgrundwasserstand.....	7
2.6.3	Wasserdurchlässigkeit.....	7
3.	Entwässerungskonzept	8
3.1	Regenwasserbewirtschaftung.....	8
3.1.1	Versickerungsanlagen nach DWA-A 138-1 (Entwurf).....	8
3.1.2	Wasserbilanz nach DWA-M 102.....	10
3.2	Schmutzwasserbeseitigung.....	11
3.3	Hydraulische Dimensionierung der Grundleitungen.....	11
4.	Überflutungsprüfung	12
4.1	Maßnahmen zum Überflutungsschutz.....	12
5.	Angaben zur Überwachung	13

Planunterlagen

Lageplan – Entwässerungskonzept.....(LP-01).....	M 1:250
Lageplan - Überflutungsprüfung (T = 100 a).....(ÜN-01).....	M 1:250

Anlagen

Anlage 1:	Niederschlagsdaten aus dem KOSTRA-DWD-Atlas 2020 (Zeile 131, Spalte 96)
Anlage 2:	Flächenbilanz Niederschlagswasser
Anlage 3:	Dimensionierung von Versickerungsanlagen nach Arbeitsblatt DWA-A 138-1 (E)
Anlage 4:	Wasserbilanz nach DWA-M 102
Anlage 5:	Überflutungsprüfung nach DIN 1981-100

Externe Anlagen

Anlage 6:	Bodengutachten KÜHN Geoconsulting GmbH (Stand 27.06.2022)
-----------------	---



1. Allgemeines, Veranlassung

Das derzeit bestehende „Parkhotel Krefelder Hof“ an der Uerdinger Straße in der Stadt Krefeld ist in die Jahre gekommen und die Bausubstanz weist einen hohen akuten Sanierungsbedarf auf. Daher soll das bestehende Hotel zurückgebaut und durch einen Neubau ersetzt werden. Darüber hinaus soll ein neues attraktives Wohnquartier entstehen.



Abbildung 1- Bestandssituation

Für das oben beschriebene Bauvorhaben ist ein vorhabenbezogener Bebauungsplan erforderlich.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens wird ein Entwässerungskonzept gefordert, das im Sinne einer „wassersensible Stadtentwicklung“ darauf abzielt, einen nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen zu gewährleisten.



Nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung wirkt dem Klimawandel entgegen, bietet Hochwasserschutz, verbessert die Wasserqualität, stärkt die Biodiversität und wirkt sich positiv auf das Stadtklima aus.

Ziel ist es das anfallende Niederschlagswasser unmittelbar an Ort und Stelle zu bewirtschaften und dem natürlichen Wasserkreislauf, durch Versickerung und Verdunstung, zu zuführen. Damit verbunden wird die umliegende öffentliche Kanalisation hydraulisch entlastet.

2. Grundlagen der Planung

2.1 Einzugsgebiet

Die Liegenschaft befindet sich an der Uerdinger Straße in 47800 Krefeld. Die Fläche des Planungsumgriffs (A_E) beträgt rd. 26.550 m² bzw. 2,66 ha und befindet sich in der:

Gemarkung: Bockum

Flur: 10

Flurstück(e): 247, 248, 368, 369



Abbildung 2 - Städtebauliches Konzept (Stand 03/2022) form A - Architekten



Die geplante Fläche teilt sich künftig auf die nachfolgenden Flächentypen (nach DIN 1986-100, Tab.9 / DWA A-138-1 (E)) auf:

Flächentyp	Größe [m ²]	Spitzen- abfluss- beiwert C _s	mittlerer Abfluss- beiwert C _m	abflusswirksame Fläche A _{u,ges} [m ²]	abflusswirksame Fläche A _{Bem} [m ²]
Extensiv begrünte Dach- flächen (> 10 cm)	8.005	0,40	0,20	3.202	1.601
Pflasterflächen	5.290	0,90	0,70	4.761	3.703
Rasengittersteine (Feuerwehraufstell- flächen, Gehwege)	1.685	0,20	0,10	337	167
wassergebundene Wegeflächen	1.254	0,90	0,70	1.129	878
Kiesflächen (Spielplätze)	430	0,30	0,20	129	86
Rasenflächen	9.680	0,20	0,10	1.936	968
Summe	26.550			11.494	7.404

Eine detaillierte Flächenbilanz (unterteilt in Einzugsgebiete) ist als *Anlage 2* beigefügt.

2.2 Planungen Dritter

Folgende Planungsgrundlagen wurden für die Erstellung des Entwässerungskonzepts genutzt:

- [1] Stellungnahme KBK (Stand 16.09.2020 und 17.02.2022)
- [2] Stellungnahme Stadt und Verkehrsplanung Krefeld (Stand 03.09.2020)
- [3] Baugrundgutachten (Stand 27.06.2022)
- [4] Lagepläne und Systemschnitte Architektur
- [5] Lageplan Landschaftsarchitektur

2.3 Rechtliche und planerische Grundlagen

Niederschlagswasser ist in Nordrhein-Westfalen nach § 44, Abs. 1 des Landeswassergesetzes (LGW) vom 14.04.2018 grundsätzlich nach Maßgabe des § 55 Abs. 2 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) zu beseitigen. Dies gilt für Grundstücke, die nach dem 1. Januar 1996 erstmals bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen wurden. Gemäß § 55 WHG, Abs. 2, ist Niederschlagswasser ortsnah zu versickern, verrieseln oder direkt über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer einzuleiten, sofern dies ohne Beeinträchtigung für das Wohl der Allgemeinheit möglich ist. Da die Liegenschaft bereits vor dem 1. Januar 1996 bebaut und an das öffentliche Kanalnetz der Stadt Krefeld angeschlossen war, besteht zunächst keine Verpflichtung das Niederschlagswasser nach § 55 Abs. 2 WHG zu beseitigen.

Für Grundstücke > 800 m² abflusswirksame Fläche ist gemäß DIN 1986-100 eine Überflutungsprüfung durchzuführen. Im Rahmen der Berechnung ist nachzuweisen, dass bei einem mindestens 30-jährigen Regenereignis eine schadlose Überflutung der Liegenschaft erfolgt.

In Abstimmung mit dem KBK (Kommunalbetriebs Krefeld AöR) wurde die Überflutungsprüfung für ein statistisch auftretendes Jahrhundertereignis (T = 100 a) erstellt.



2.4 Niederschlag

Zur Ermittlung der anfallenden Niederschlagswassermengen wurden die statistischen Niederschlagsdaten des DWD KOSTRA-Atlas 2020 für 47800 Krefeld (Zeile 131, Spalte 96) herangezogen.

Die örtlichen Regendaten können der *Anlage 1* entnommen werden.

2.5 Vorhandene Entwässerungssituation

2.5.1 Stadtentwässerungsanlagen

Dem unterzeichnenden Büro liegt zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung ein Kanalkatasterauszug (Stand 09/22) des KBK (Kommunalbetrieb Krefeld AöR) vor. Demnach befindet sich in der nördlich des Plangebiets gelegenen Uerdinger Straße ein Mischwasserkanal MA EI 1196/1700 und in der südlich gelegenen Tiergartenstraße ein Mischwasserkanal B DN 300.

Die zuvor genannten vorhandenen Stadtentwässerungsanlagen im Umfeld des Plangebiets ist der Planunterlage *LP-01* ersichtlich.

2.5.2 Liegenschaftsentwässerung

Auf Grundlage der vom AG zur Verfügung gestellten Vermessungsunterlagen und einer durchgeführten Ortsbegehung, ist die zu bebauende Liegenschaft über eine bestehenden Grundstückanschlussleitung an die öffentliche Mischwasserkanalisation, in der Uerdinger Straße, entwässerungstechnisch erschlossen.

Der private MW-Übergabeschacht liegt im Norden der Liegenschaft und weist eine Kanaldeckelhöhe von 34,13 mNHN auf. Die Tiefe wurde im Zuge einer Ortsbegehung mit rd. 2,30 m gemessen. Somit ergibt sich eine Sohlhöhe von rd. 31,83 mNHN.

Gemäß vorliegender Stellungnahme des KBK ist der vorhandene Grundstücksanschlussleitung (DN 400) weiterhin zu nutzen. Eine Zustands- und Funktionsfähigkeit des Anschlusskanals ist vom Anschlussnehmer zu prüfen und ggf. eine erforderliche Sanierung durchzuführen.

Der Nachweis der bestandenen Zustands- und Funktionsprüfung ist dem, im weiteren Projektverlauf, einzureichenden Entwässerungsantrag beizufügen.

Im Zuge der vorliegenden Planung wurde seitens des KBK eine Einleitbeschränkung von max. 125 l/s, (sowohl für anfallendes Schmutz- als auch Regenwasser) von der Liegenschaft, ausgesprochen.

2.5.3 Rückstauenebene

Gemäß § 2 Abs. 15 der Entwässerungssatzung des Kommunalbetriebes Krefeld gilt:

„Die Rückstauenebene liegt 5 cm über der Schachtdeckelhöhe. Maßgebend ist der höhere der unmittelbar an die Kanalhaltung angeschlossenen Schachtdeckel. Im Einzelfall kann der Kommunalbetrieb Krefeld die Höhe der Rückstauenebene anderweitig bestimmen.“

Somit liegt die anzunehmende Rückstauenebene (RSE) gemäß vorliegenden Vermessungsunterlagen bei:

33,89 mNHN

(S0020184 = 33,83 mNHN bzw. 33,84 mNHN + 5 cm)

Alle geplanten Entwässerungsgegenstände, die an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind und unter der zuvor genannten RSE liegen, müssen mit geeigneten Vorrichtungen gegen Rückstau, aus der öffentlichen Kanalisation, gesichert werden.



2.6 Baugrundgutachten / Bodenverhältnisse

2.6.1 Hochwasser, Wasserschutz

Gemäß dem uns vorliegenden Baugrundgutachten, erstellt durch KÜHN Geoconsulting GmbH (Stand 27.06.2022), liegt das Bauvorhaben außerhalb von ermittelten Überschwemmungsgebieten und festgesetzter oder geplanter Wasserschutzzonen.

2.6.2 Bemessungsgrundwasserstand

Bei den erfolgten Sondierungsarbeiten wurden Grundwasserstände zwischen 2,06 m und 3,75 m unter Geländeoberkante (GOK) (30,85 – 31,09 mNHN) gemessen.

Auf Grundlage der gemessenen Grundwasserstände erfolgte eine Anfrage bei der LANUV. Für das Grundstück wurden folgende Grundwasserstände mitgeteilt:

- höchster gemessener Grundwasserstand (1953-2020): ca. 31,5 mNHN (= HGW)
- mittlerer Grundwasserstand: ca. 30,5 mNHN
- niedrigster Grundwasserstand: ca. 28,5 mNHN

Nach dem seitens des KBK geforderten Planung nach dem DWA-A 138-1 (E) soll der Abstand der Sohle einer Versickerungsanlage zum mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die für die Genehmigung der Versickerungsanlagen zuständige Untere Wasserbehörde der Stadt Krefeld fordert, abweichend dazu, den Mindestabstand von einem Meter (1,0 m) auf das HGW zu beziehen.

Somit ist zwingend erforderlich, dass die geplanten Versickerungsanlagen eine **Sohlhöhe von >32,50 mNHN** aufweisen.

2.6.3 Wasserdurchlässigkeit

Dem vorliegenden Bodengutachten ist zu entnehmen, dass die Auffüllung des geplanten Gebiets in erster Linie aus Hochflutlehm, Hochflutsand, Sand und Kies und dichtem Kiessand besteht.

Nach der Auswertung der stichprobenhaften Versickerungsversuche (open-end-test) ergeben sich Durchlässigkeitswerte der nachstehenden Bodenschicht von:

$$k_f = 7,0 \times 10^{-5} \text{ bis } 2,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

(schwach schluffige Hochflutsande)

Das vorgefundene Bodenmaterial ist somit entsprechend

DIN 18130 als „durchlässig“

einzustufen.

Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser ist eine ausreichende Durchlässigkeit und Mächtigkeit des vorhandenen Sickerraums. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt gemäß DWA-A 138-1 (E) in einem k_f -Wertebereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} .

Der ermittelte k_f -Wert liegt somit innerhalb des Durchlässigkeitsspektrums, in dem eine Versickerung von Niederschlagswasser zulässig ist.



3. Entwässerungskonzept

Das vorliegende Entwässerungskonzept sieht vor das anfallende Abwasser auf der Liegenschaft in einem Trennsystem zu fassen. Anfallendes Schmutzwasser wird über den zuvor genannten bestehenden Grundstücksanschlusskanal in die öffentliche Mischwasserkanalisation, in der Uerdinger Straße, eingeleitet.

3.1 Regenwasserbewirtschaftung

3.1.1 Versickerungsanlagen nach DWA-A 138-1 (Entwurf)

Die Dimensionierung der geplanten Versickerungsanlagen im Planungsumgriff erfolgt mit dem seitens des KBK geforderten DWA-A 138-1 (E) und den Niederschlagsspenden aus dem KOSTRA-DWD Atlas 2020.

Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser ist, wie zuvor genannt, eine ausreichende Durchlässigkeit und Mächtigkeit des vorhandenen Sickerraums. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt gemäß DWA-A 138-1 (E) in einem kf-Wertebereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} . Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Die Dimensionierung der Versickerungsanlagen erfolgt nach dem DWA-A 138-1 (E) mittels des einfachen Verfahrens.

Die Voraussetzung für die Verwendung gestalten sich wie folgt:

- Einzugsgebiet $A_E = \max. 200 \text{ ha}$
- Fließzeit $t_f = \max. 15 \text{ min}$
- Überschreitungshäufigkeit $n \geq 0,1/a$ bzw. $T_n \geq 10 \text{ a}$
- spez. Versickerungs-/Abflussleistung $A_{Bem} = q_s \geq 2 \text{ l/(s x ha)}$

Nach Tabelle 10, DWA-A 138-1 (E), wurde aus den ermittelten abflusswirksamen Flächen durch Vorabschätzung die erforderliche mittlere Versickerungsfläche ($A_{S,m}$) ermittelt.

$$0,20 \times A_{Bem} \text{ (hier: schluffiger Sand, sandiger Schluff, Schluff)}$$

Die Infiltrationsrate wurde nach Gleichung 6 mit den Korrekturfaktoren:

$$\begin{aligned} f_{\text{Ort}} &= 0,3 \\ f_{\text{Methode}} &= 0,8 \text{ (open-end-test)} \\ f_k &= \underline{0,24} \text{ (resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit)} \end{aligned}$$

Aufgrund des angegebenen Wertespektrums im Bodengutachten, wurde der „worst-case“

$$\text{kf-Wert} = 7,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

zum Ansatz gebracht.

Mit Gleichung 5 wurde mit den o. g. Werten die bemessungsrelevante Infiltrationsrate von

$$\underline{k_i = 1,7 \times 10^{-5} \text{ m/s (konstant)}}$$

ermittelt.

Aufgrund der Platzverhältnisse, in Bezug auf die unterbaute Fläche und den zu schützenden/erhaltenen Baumbestand auf der Liegenschaft, sind die geplanten Versickerungsanlagen unterirdisch aus Rigolen-Füllkörpern vorgesehen. Bei der Ermittlung der mittleren Versickerungsflächen der geplanten Anlagen bleiben die Seitenflächen der Rigolen-Füllkörper unberücksichtigt.



Der Planungsumgriff wurde in fünf Einzugsgebiete (EZG) unterteilt (s. Planunterlage *LP-01*):

EZG Nord:

Das EZG hat eine ermittelte Gesamtfläche von rd. 2.374 m² bzw. 0,24 ha ($A_{u,ges} = 1.643 \text{ m}^2$).

Das Niederschlagswasser aus dem EZG Nord wird im vorliegenden Konzept (Planunterlage *LP-01*) in die Mischwasserkanalisation in der Uerdinger Straße eingeleitet. Die dargestellte RW-Kanalisation (DN 400 – 2,5 ‰) hat eine Haltungslänge von rd. 120 m und eine Abflussleistung von $Q_{Voll} = 104,5 \text{ l/s}$ ($k_b = 1,5 \text{ mm}$). Der gemittelte Spitzenabflussbeiwert des EZG beträgt rd. $\Psi = 0,692$ (s. *Anlage 2*). In Verbindung mit der Bemessungsregenspende von $r_{(5,2)} 266,7 \text{ l/s}$ kommt es zu einem Volumenstrom von $Q_r = 43,8 \text{ l/s}$.

EZG Ost (Haus 1, 2, 5):

Das EZG hat eine ermittelte Gesamtfläche von rd. 6.728 m² bzw. 0,67 ha ($A_{Bem} = 1.544 \text{ m}^2$).

Die in der Planung dargestellte Versickerungsanlage hat eine Versickerungsfläche von $A_{S,m} = 255 \text{ m}^2$ und ein erforderliches Speichervolumen von $V_{VA} = 29,1 \text{ m}^3$.

EZG Süd (Haus 3):

Das EZG hat eine ermittelte Gesamtfläche von rd. 5.837 m² bzw. 0,58 ha ($A_{Bem} = 1.419 \text{ m}^2$).

Die in der Planung dargestellte Versickerungsanlage hat eine Versickerungsfläche von $A_{S,m} = 185 \text{ m}^2$ und ein erforderliches Speichervolumen von $V_{VA} = 29,3 \text{ m}^3$.

EZG West (Haus 4, 7):

Das EZG hat eine ermittelte Gesamtfläche von rd. 10.079 m² bzw. 1,08 ha ($A_{Bem} = 2.894 \text{ m}^2$).

Die in der Planung dargestellte Versickerungsanlage hat eine Versickerungsfläche von $A_{S,m} = 390 \text{ m}^2$ und ein erforderliches Speichervolumen von $V_{VA} = 59,0 \text{ m}^3$.

EZG-Kita (Haus 6):

Das EZG der Kita hat eine ermittelte Gesamtfläche von rd. 1.531 m² bzw. 0,15 ha ($A_{Bem} = 492 \text{ m}^2$).

Die in der Planung dargestellte Versickerungsanlage hat eine Versickerungsfläche von $A_{S,m} = 50 \text{ m}^2$ und ein erforderliches Speichervolumen von $V_{VA} = 11,1 \text{ m}^3$.

Vorhandenes Restvolumen:

Das Konzept sieht eine Ausführung der unterirdischen Versickerungsanlagen aus Rigolen-Füllkörpern (Aufbauhöhe $h = 0,40 \text{ m}$, $S_R = 0,95$) vor. Die ermittelten Einstauhöhen beim Bemessungsregen ($T = 10 \text{ a}$) reichen von 0,11 – 0,22 m in den Versickerungsanlagen. Somit wurde ein Restvolumen bis zum Überstau der Versickerungsanlagen von rd. 205,9 m³ ermittelt.

Alle vorbenannten Berechnungsergebnisse sind den Anlagen 2 und 3 zu entnehmen.

Vorreinigung:

Aufgrund des KFZ-Aufkommens auf dem Plangebiet sind im Zuge der weiteren Planung die Flächen zu klassifizieren und geeignete Vorreinigungsmaßnahmen des Niederschlagswasser mit der UWB abzustimmen.



Planungs- / Ausführungshinweis:

Der Anschluss an die unterirdischen Versickerungsanlagen ist grundsätzlich im Freispiegel auszuführen. Aufgrund des sehr hohen Bemessungsgrundwassers (hier: HGW = 31,50 mNHN) ist der mögliche Abstand der angeschlossenen Flächen sehr stark von der finalen Freianlagenplanung abhängig. Daher ist die Lage und die Anzahl der Rigolen im weiteren Planungsverlauf mit der Oberflächenplanung zwingend abzustimmen. Um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten, sollten jedoch nicht zu viele einzelne Versickerungsanlagen vorgesehen werden. Darüber hinaus ist die Tiefgarage als WU-Wanne zu planen und auszuführen.

Bei der weiterführenden Konkretisierung und Herstellung von Versickerungsanlagen sind diese gutachterlich zu begleiten, um sicherzustellen, dass diese ausreichend in die versickerungsfähigen Schichten einbinden (hier: schwach schluffige Hochflutsande). Ggf. ist ein Bodenaustausch vorzunehmen. Zusätzlich ist zu beachten, dass die Versickerung nicht nur über die Sohlfläche, sondern auch über die Seiten erfolgt. Der Bodenaustausch ist entsprechend anzupassen.

Der Verfasser empfiehlt, im weiteren Planungsverlauf, hydrologische Gutachten in den Bereichen der geplanten Versickerungsanlagen erstellen zu lassen, um den genauen Versickerungswert zu ermitteln und die geplanten Versickerungsanlagen wirtschaftlich zu planen und ausführen.

3.1.2 Wasserbilanz nach DWA-M 102

Das neue DWA Merkblatt DWA-M 102 (BWK A/M 3) fordert für neu erschlossene Siedlungsgebiete den Nachweis des lokalen Wasserhaushaltes und dessen möglichst weitgehende Annäherung an die Verhältnisse im unbebauten Zustand.

Als Bilanzgebiet gilt das Gebiet, welches entwässerungstechnisch neu erschlossen wird.

Langjährige Jahresmittelwerte für den Direktabfluss (RD), die Grundwasserneubildung (GWN) und die Verdunstung werden sowohl anhand von Flächenarten und deren Kenndaten als auch nach der geographischen Lage berechnet.

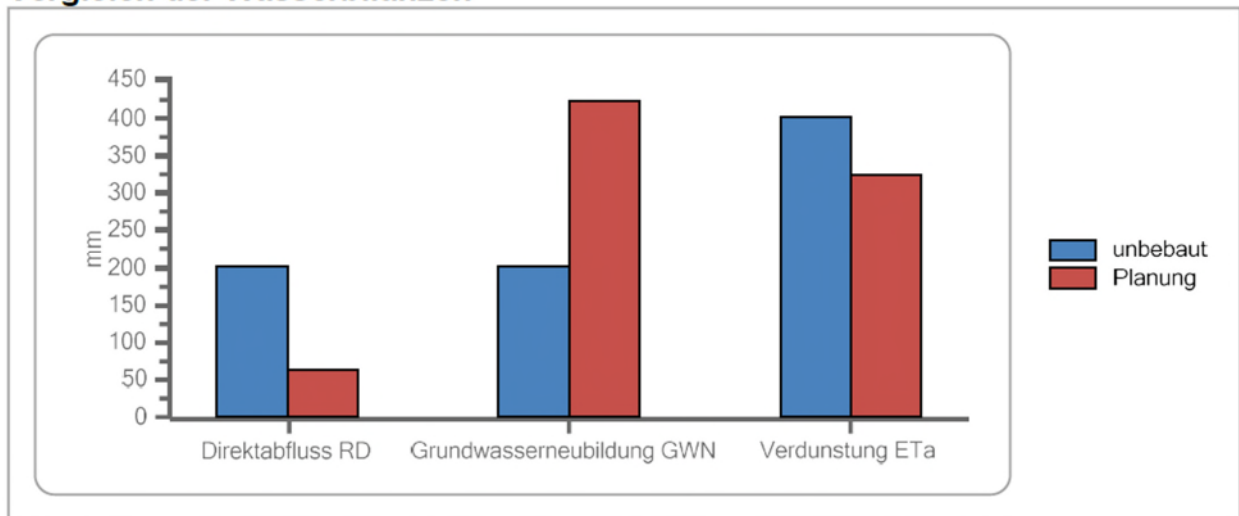
Die Wasserbilanz stellt einen Vergleich zwischen dem unbebauten Zustand und dem bebauten Zustand mit den geplanten Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (RWB) dar.

Die vorliegende Wasserbilanz wurde mit dem Programm „Wasserbilanz-Expert - V1.0 (WABILA)“ erstellt, wobei die Ergebnisse der durchgeführten Berechnung als *Anlage 4* beigelegt sind.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist der nachstehenden *Abbildung 3* zu entnehmen. Die Ergebnisgrafik zeigt im Vergleich zum unbebauten Zustand eine höhere Abweichung der Grundwasserneubildung. Dies ist auf die vorgesehene Regenwasserbewirtschaftung, bzw. die Versickerung von einem Großteil des Niederschlagswassers dem Bilanzgebiet zurückzuführen. Bei dem Direktabfluss ist eine entsprechende Reduzierung, im Vergleich zum unbebauten Zustand, festzustellen.



Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand

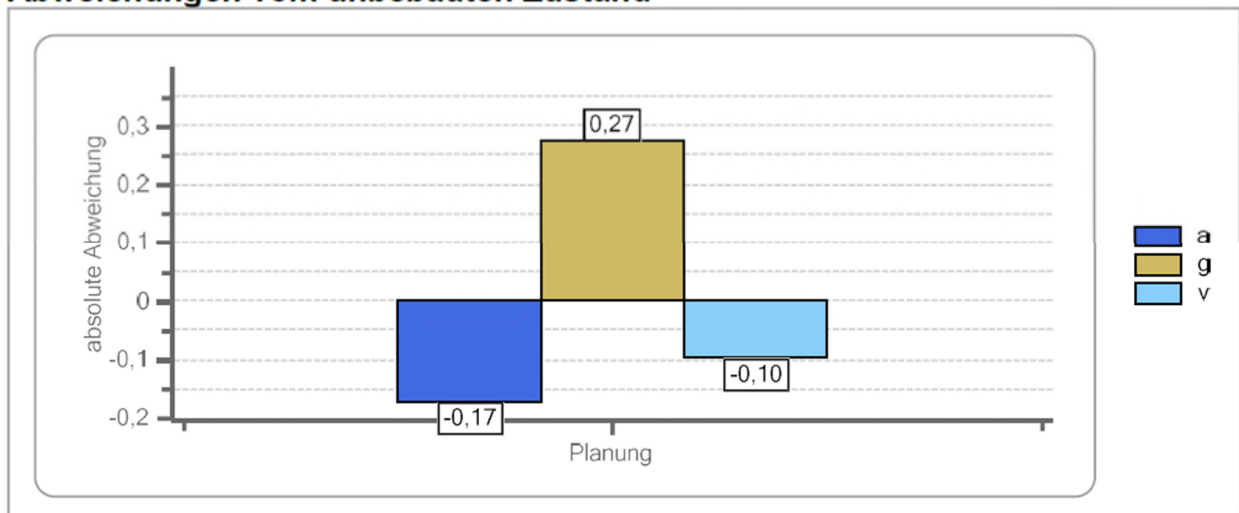


Abbildung 3: Ergebnisübersicht WABILA

3.2 Schmutzwasserbeseitigung

Das anfallende häusliche Schmutzwasser wird ausschließlich über die vorhandene Grundstücksanschlussleitung, im Norden der Liegenschaft, in die vorgelagerte öffentliche Mischwasserkanalisation in der Uerdinger Straße eingeleitet.

Zum Bearbeitungszeitpunkt liegen dem unterzeichnenden Büro keine Sanitärplanung des Quartiers vor.

Ein Neuanschluss an die vorhandene öffentliche Mischwasserkanalisation in der Tiergartenstraße wurde seitens des KBK, aufgrund der vorhandenen hydraulischen Leitungsfähigkeit, untersagt.

3.3 Hydraulische Dimensionierung der Grundleitungen

Gemäß DIN 1986-100, Abschnitt 14.2.7.3, ist für die Bemessung von Grundleitungen außerhalb von Gebäuden eine Mindestfließgeschwindigkeit von $v = 0,7 \text{ m/s}$ und eine Maximalgeschwindigkeit von $v = 2,5 \text{ m/s}$ zu berücksichtigen. Das Mindestgefälle beträgt $1 / \text{DN}$ und der zulässige Füllungsgrad $h / d_i = 0,7$.



4. Überflutungsprüfung

Gemäß DIN 1986-100 ist für neu zu bebauende Grundstücke mit einer abflusswirksamen Fläche > 800 m² eine Überflutungsprüfung durchzuführen. Im Zuge der Prüfung ist nachzuweisen, dass aufgrund der Geländetopographie und der Gebäudeplanung kein Wasser bei Überstau der Anlage in die Gebäude eindringen oder auf Nachbargrundstücke / öffentliche Parzellen abfließen kann.

Die Ermittlung der auf dem Grundstück schadlos zurückzuhaltenden Regenwassermenge ergibt sich gemäß Gleichung 20 der DIN 1986-100 als Differenz zwischen dem 30-jährigen bzw. 100-jährigen Regenereignis und der 2-jährigen Bemessungsregenspende.

Demnach sind folgende Regenspenden anzusetzen:

Bemessungsregenspende:	$r_{(5,2)}$	=	266,7 l/s
Überflutungsprüfung:	$r_{(5,30)}$	=	483,3 l/s
Jahrhundertregen:	$r_{(5,100)}$	=	603,3 l/s

Auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen des Freianlagenplaner „KRAFT.RAUM“ wurden die geplanten Flächen den entsprechenden Flächenart nach DIN 1986-100 zugeordnet. Unter Berücksichtigung von lokalen Hoch- und Tiefpunkten und den daraus zu erwartenden Fließwegen des Niederschlagswassers wurden Einzugsflächen (EZF) abgegrenzt und die zurückzuhaltenden Überflutungsvolumen nach DIN 1986-100 Gleichung 20 ermittelt. Die Berechnungen mit Gleichung 20 erfolgen dabei mit dem Spitzenabflussbeiwert C_s .

Insgesamt wurden für die vorliegende Planung nachfolgende Rückhaltevolumen ermittelt:

Überflutungsprüfung für ein 30-jähriges Regenereignis (T = 30 a)	$V_{\text{Rück,erf.}} = 291,1 \text{ m}^3$
Überflutungsprüfung für ein Jahrhundertregen (T = 100 a)	$V_{\text{Rück,erf.}} = 386,7 \text{ m}^3$

Die ermittelten Rückhaltevolumen ($V_{\text{Rück}}$), Einzugsgebiete, Überflutungsflächen und die ermittelten Einstauhöhen ($h_{\text{ü}}$) sind der Planunterlage *ÜN-01* und der *Anlage 5* zu entnehmen.

4.1 Maßnahmen zum Überflutungsschutz

Retentionsdächer:

Die geplanten Gebäude auf dem Grundstück sollen mit Retentionsdächern ausgestattet werden. Dies dient zum einen zur Dämpfung der Abflussspitze zu den auf den unbebauten Flächen geplanten Versickerungsanlagen. Darüber hinaus werden die Retentionsdächer mit einem zusätzlichen Rückhaltevermögen ausgebildet, um die anfallende Niederschlagsmenge eines Jahrhundertregens (T = 100 a) aufzunehmen, zwischenzuspeichern und zeitverzögert der vorgesehenen Versickerungsanlage zu zuführen.

Die Gebäudedachflächen stellen somit keine Gefahr für die darunter liegenden Grundstücksflächen dar.

Hinweis:

Die zurückzuhaltenden Überflutungsmengen auf den Gebäudedachflächen sind zwingend bei der Tragwerksplanung zu berücksichtigen.

Geländeprofilierung:

Die Freiflächen werden im weiteren Planungsverlauf kleinteilig modelliert, um das ermittelte Rückhaltevolumen oberflächlich und schadlos zwischenzuspeichern. Im beiliegenden Lageplan *ÜN-01* sind die im Zuge der Konzepterstellung die ermittelten Überflutungsflächen einschließlich der Fließwege dargestellt. Die Überflutungsbereiche sind überwiegend im Bereich der Wege angeordnet. Austiefungen der Grünflächen sollen in der weiteren Planung ca. 15 bis 30 cm tief ausgebildet werden. Im Zuge der Deckenhöhenplanung der Außenanlagen sind die Einzugsflächen ggf. neu zu bestimmen, das erforderliche Rückhaltevolumen neu zu ermitteln und bei der Außenanlagenplanung zu berücksichtigen.



Die Fertigfußbodenhöhen (OKFF) der Gebäude orientieren sich an der nach Süden abfallenden Geländetopographie. Dementsprechend sind die Gebäude tiefer, je weiter sie im Süden auf dem Grundstück verortet sind. Um die tieferliegenden Gebäude vor Überflutungen aus den höheren Grundstücksbereichen zu schützen, müssen die Einzugsflächen der Überflutungsbereiche so angeordnet werden, dass das Niederschlagswasser nicht über das ganze Grundstück nach Süden fließt. Die Fließwege sind grundsätzlich durch ausreichende Hochpunkte zu unterbrechen, sodass kein Überlauf in eine benachbarte Teilfläche stattfinden kann und sich die Abflussmengen von Norden nach Süden nicht potenzieren können. Bestehende und geplante Tiefgaragenzufahrten sind als Hochpunkte auszubilden.

Vorhandenes Restvolumen:

Die im vorliegenden Entwässerungskonzept vorgesehenen Versickerungsanlagen wurden für Regenereignisse, die statistisch alle 10 Jahre auftreten, dimensioniert. Es wurden bewusst größere Flächen für die Anlagen vorgesehen. Dies bietet bei der weiterführenden Planung die Freiheit die Anlagen, sofern nötig, innerhalb der dargestellten Bereiche zu verschieben. Unter vollständiger Ausnutzung der dargestellten Flächen steht im Plangebiet (nach Abzug der Bemessungsvolumen) ein zusätzliches unterirdisches Retentionsvolumen für Starkregenereignisse von bis zu 205,9 m³ zur Verfügung.

So können gegebenenfalls Rückhaltebereiche an der Oberfläche, in ungünstigen Geländelagen, mit Überläufen versehen werden, die das Niederschlagswasser in die Rigolen leitet. Es kann aber auch als zusätzliche Sicherheit für Extremereignisse, die über die geforderte Sicherheit hinausgehen, genutzt werden.

Unter den zuvor genannten Voraussetzungen ist eine Überflutungssicherheit des Plangebiets gewährleistet.

5. Angaben zur Überwachung

Für die Wartung und Pflege der Versickerungsanlage und Entwässerungseinrichtungen ist der Bauherr und Antragsteller zuständig.

HINWEISE für den Architekten / Bauherrn

- Die Höhensituation ist vor Baubeginn hinsichtlich der Gleichheit der Höhensysteme zwischen der Vermessung und dem Kanalbestand zu überprüfen.
- Kanaldeckelhöhen und Schachttiefen sind ca. Höhen bzw. Tiefen und im Zuge der Ausführungsplanung unbedingt anzupassen.
- Der Auftragnehmer hat vor Beginn der Bauarbeiten die Lage der vorhandenen Versorgungsleitungen zu überprüfen und bei der Bauausführung zu berücksichtigen.
- In der Ausführungsplanung sind durch einen Bodengutachter die kf-Werte des Bodens und die Höhen des Grundwasserstandes im gewählten Versickerungsbereich neu zu ermitteln. Ggf. ist die Planung anzupassen.
- Es ist dafür zu sorgen, dass kein Laubeintrag und sonstige Feststoffe in die Rinnen, Schächte und Haltungen gelangen, welche die Versickerungsfähigkeit beeinträchtigen. Ggf. sind geeignete Vorrichtungen wie Siebe, Einlaufgitter etc. einzubauen.
- Die Versickerungsanlage ist in regelmäßigen Abständen von Laub und Fremdstoffen zu befreien.
- Alle Schächte sind regelmäßig zu warten, um Verstopfungen und dadurch Schädigungen des Baukörpers vorzubeugen.

Alle vorgenannten Angaben sind aus den Plänen und Anlagen ersichtlich.





Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 96, Zeile 131
Ortsname : 47800 Krefeld
Bemerkung :

INDEX_RC : 131096

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	6,6	8,0	8,9	10,0	11,7	13,4	14,5	16,0	18,1
10 min	8,5	10,3	11,4	12,9	15,0	17,1	18,6	20,4	23,1
15 min	9,6	11,7	12,9	14,6	17,0	19,5	21,1	23,2	26,2
20 min	10,5	12,7	14,1	15,9	18,5	21,2	22,9	25,3	28,6
30 min	11,7	14,2	15,8	17,8	20,7	23,7	25,7	28,3	32,0
45 min	13,1	15,9	17,6	19,9	23,1	26,5	28,7	31,6	35,7
60 min	14,1	17,1	19,0	21,4	24,9	28,6	30,9	34,1	38,5
90 min	15,7	19,0	21,1	23,8	27,7	31,7	34,4	37,8	42,8
2 h	16,9	20,5	22,7	25,6	29,8	34,1	37,0	40,7	46,0
3 h	18,7	22,7	25,1	28,4	33,0	37,8	40,9	45,1	51,0
4 h	20,1	24,4	27,0	30,5	35,5	40,6	44,0	48,4	54,8
6 h	22,2	26,9	29,9	33,7	39,2	44,9	48,7	53,6	60,6
9 h	24,6	29,8	33,0	37,3	43,4	49,7	53,8	59,2	67,0
12 h	26,4	32,0	35,5	40,0	46,6	53,4	57,8	63,6	71,9
18 h	29,2	35,4	39,2	44,2	51,5	59,0	63,9	70,3	79,5
24 h	31,3	38,0	42,1	47,5	55,3	63,3	68,6	75,5	85,3
48 h	37,1	45,0	49,9	56,3	65,6	75,1	81,3	89,5	101,2
72 h	41,0	49,7	55,1	62,2	72,4	83,0	89,9	98,9	111,9
4 d	44,0	53,4	59,2	66,8	77,8	89,1	96,5	106,2	120,1
5 d	46,5	56,4	62,5	70,6	82,2	94,1	101,9	112,2	126,8
6 d	48,7	59,0	65,4	73,8	85,9	98,4	106,6	117,3	132,7
7 d	50,5	61,3	67,9	76,7	89,2	102,2	110,7	121,8	137,8

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]



Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 96, Zeile 131
 Ortsname : 47800 Krefeld
 Bemerkung :

INDEX_RC : 131096

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	220,0	266,7	296,7	333,3	390,0	446,7	483,3	533,3	603,3
10 min	141,7	171,7	190,0	215,0	250,0	285,0	310,0	340,0	385,0
15 min	106,7	130,0	143,3	162,2	188,9	216,7	234,4	257,8	291,1
20 min	87,5	105,8	117,5	132,5	154,2	176,7	190,8	210,8	238,3
30 min	65,0	78,9	87,8	98,9	115,0	131,7	142,8	157,2	177,8
45 min	48,5	58,9	65,2	73,7	85,6	98,1	106,3	117,0	132,2
60 min	39,2	47,5	52,8	59,4	69,2	79,4	85,8	94,7	106,9
90 min	29,1	35,2	39,1	44,1	51,3	58,7	63,7	70,0	79,3
2 h	23,5	28,5	31,5	35,6	41,4	47,4	51,4	56,5	63,9
3 h	17,3	21,0	23,2	26,3	30,6	35,0	37,9	41,8	47,2
4 h	14,0	16,9	18,8	21,2	24,7	28,2	30,6	33,6	38,1
6 h	10,3	12,5	13,8	15,6	18,1	20,8	22,5	24,8	28,1
9 h	7,6	9,2	10,2	11,5	13,4	15,3	16,6	18,3	20,7
12 h	6,1	7,4	8,2	9,3	10,8	12,4	13,4	14,7	16,6
18 h	4,5	5,5	6,0	6,8	7,9	9,1	9,9	10,8	12,3
24 h	3,6	4,4	4,9	5,5	6,4	7,3	7,9	8,7	9,9
48 h	2,1	2,6	2,9	3,3	3,8	4,3	4,7	5,2	5,9
72 h	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,8	4,3
4 d	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5
5 d	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9
6 d	0,9	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6
7 d	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,3

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]



Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 96, Zeile 131
 Ortsname : 47800 Krefeld
 Bemerkung :

INDEX_RC : 131096

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	9	9	10	11	11	12	13	13	13
10 min	11	13	14	15	16	17	17	18	18
15 min	13	15	16	17	18	19	19	20	20
20 min	14	16	17	18	19	20	20	21	21
30 min	15	17	18	19	20	21	21	22	22
45 min	15	17	18	19	20	21	21	22	22
60 min	15	17	17	19	20	21	21	22	22
90 min	14	16	17	18	19	20	20	21	22
2 h	13	15	16	17	18	19	20	20	21
3 h	12	14	15	16	17	18	19	19	20
4 h	12	13	14	15	17	18	18	18	19
6 h	11	12	13	14	15	16	17	17	18
9 h	10	11	12	13	14	15	16	16	17
12 h	9	11	12	12	14	14	15	15	16
18 h	8	10	11	11	12	13	14	14	15
24 h	8	9	10	11	12	13	13	13	14
48 h	8	9	9	10	11	11	12	12	13
72 h	9	9	9	9	10	11	11	11	12
4 d	9	9	9	9	10	10	11	11	11
5 d	10	9	9	10	10	10	11	11	11
6 d	10	10	10	10	10	10	11	11	11
7 d	11	10	10	10	10	10	11	11	11

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]



Berechnungsregenspenden für Dach- und Grundstücksflächen nach DIN 1986-100:2016-12

Rasterfeld : Spalte 96, Zeile 131 INDEX_RC : 131096
 Ortsname : 47800 Krefeld
 Bemerkung :

Berechnungsregenspenden für Dachflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,2} = 333,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
 Jahrhundertregen $r_{5,100} = 603,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Berechnungsregenspenden für Grundstücksflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,2} = 266,7 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
 Überflutungsprüfung $r_{5,30} = 483,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 10 Minuten

Bemessung $r_{10,2} = 171,7 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
 Überflutungsprüfung $r_{10,30} = 310,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 15 Minuten

Bemessung $r_{15,2} = 130,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
 Überflutungsprüfung $r_{15,30} = 234,4 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Die ausgewiesenen Regenspenden basieren auf den nachfolgenden Grunddaten:

Wiederkehrintervall	Parameter	Dauerstufe		
		5 min	10 min	15 min
2 a	rN [l / (s · ha)]	266,7	171,7	130,0
	UC [±%]	9	13	15
5 a	rN [l / (s · ha)]	333,3	-	-
	UC [±%]	11	-	-
30 a	rN [l / (s · ha)]	483,3	310,0	234,4
	UC [±%]	13	17	19
100 a	rN [l / (s · ha)]	603,3	-	-
	UC [±%]	13	-	-

Legende

rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]
 UC Toleranz in [±%]

Flächenbilanzierung Niederschlagswasserabfluss

Auftraggeber:

Projekt: Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof
Straße: Uerdinger Straße
Ort: 47800 Krefeld
Gemarkung: Bockum
Flur: 10
Flurstück(e): 247, 248, 368, 369
Grundstücksgröße: 26.550 m² (2,66 ha)

Art der Fläche nach DIN 1986-100, Tabelle 9		EZG Nord				
		Fläche gesamt	Abflussbeiwert	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche	undurchlässige Fläche
		AE (P) [m ²]	CS [-]	Cm [-]	AU (P) [m ²]	AU (P) [m ²]
Schrägdach (Neigung größer 3°)	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement					
	Ziegel, Abdichtungsbahn					
Flachdach (Neigung bis 3°)	Metall, Glas, Faserzement					
	Abdichtungsbahn					
	Kiesschüttung					
begrünte Dachflächen (Neigung bis 15°)	Extensivbegrünung mit Neigung > 5°					
	Extensivbegrünung < 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°					
	Extensivbegrünung ≥ 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°	0	0,40	0,20	0	0,0
	Intensivbegrünung ≥ 30 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°					
Σ Dachflächen =		0				
Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Fahr- und Fußwege, Hofflächen, Terrassen)	Rampen mit Neigung zum Gebäude	105	1,00	1,00	105	105
	Betonflächen, Schwarzdecken (Asphalt)					
	Pflaster / Platten mit Fugendichtung					
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung	1438	0,90	0,70	1294	1007
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung mit Fugenanteil > 15%					
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker-/Drainsteine					
	Rasengittersteine mit häufiger Verkehrsbelastung (z.B. Park- und Stellplätze)					
	Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastung (z.B. Feuerwehrezufahrten, Fußwege)	107	0,20	0,10	21	11
	wassergebundene Flächen kleiner oder fester Kiesbelag	110	0,90	0,70	99	77
lockerer Kiesbelag, Schotterrasen (z.B. Kinderspielplätze)		0,30	0,20	0	0	
Sportflächen mit Drainung	Kunststoffflächen, Kunststoffrasen					
	Tennisflächen, Rotgras					
	Rasenflächen					
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände	615	0,20	0,10	123	61
	steiles Gelände					
Σ Flächen außerhalb von Gebäuden =		2374	0,69	0,53	1642,6	1261
		AE,ges	CS	Cm	Au,ges	ABem
Gesamt		2374	0,692	0,531	1643	1261
Anteil Dachflächen		0,0%				
Größenordnungen AS,m [m²] nach Bodenart aus DWA-A 138 (E), Tab.10 (hier: schluffiger Sand)		252				

Flächenbilanzierung Niederschlagswasserabfluss

Auftraggeber:

Projekt: Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof

Straße: Uerdinger Straße

Ort: 47800 Krefeld

Gemarkung: Bockum

Flur: 10

Flurstück(e): 247, 248, 368, 369

Grundstücksgröße: 26.550 m² (2,66 ha)

Art der Fläche nach DIN 1986-100, Tabelle 9		EZG Kita					EZG Ost				
		Fläche gesamt	Abflussbeiwert	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche	undurchlässige Fläche	Fläche gesamt	Abflussbeiwert	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche	undurchlässige Fläche
		AE (P) [m²]	CS [-]	Cm [-]	AU,S (P) [m²]	AU,S (P) [m²]	AE (P) [m²]	CS [-]	Cm [-]	AU (P) [m²]	AU (P) [m²]
Schrägdach (Neigung größer 3°)	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement										
	Ziegel, Abdichtungsbahn										
Flachdach (Neigung bis 3°)	Metall, Glas, Faserzement										
	Abdichtungsbahn Kiesschüttung										
begrünte Dachflächen (Neigung bis 15°)	Extensivbegrünung mit Neigung > 5°										
	Extensivbegrünung < 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°										
	Extensivbegrünung ≥ 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°	600	0,40	0,20	240	120,0	3073	0,40	0,20	1229	615
	Intensivbegrünung ≥ 30 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°										
Σ Dachflächen =		600	0,40	0,20	240	120,0	3073	0,40	0,20	1229	615
Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Fahr- und Fußwege, Hofflächen, Terrassen)	Rampen mit Neigung zum Gebäude		1,00	1,00	0	0	34	1,00	1,00	34	33,8
	Betonflächen, Schwarzdecken (Asphalt)										
	Pflaster / Platten mit Fugendichtung										
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung	466	0,90	0,70	419	326	848	0,90	0,70	764	594
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung mit Fugenanteil > 15%										
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker-/Drainsteine										
	Rasengittersteine mit häufiger Verkehrsbelastung (z.B. Park- und Stellplätze)										
	Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastung (z.B. Feuerwehrezufahrten, Fußwege)		0,20	0,10	0	0	463	0,20	0,10	93	46
wassergebundene Flächen		0,90	0,70	0	0	29	0,90	0,70	26	20	
kleiner oder fester Kiesbelag											
lockerer Kiesbelag, Schotterrasen (z.B. Kinderspielplätze)		0,30	0,20	0	0	70	0,30	0,20	21	14	
Sportflächen mit Drainung	Kunststoffflächen, Kunststoffrasen										
	Tennisflächen, Rotgras										
	Rasenflächen										
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände	465,5	0,20	0,10	93	47	2211	0,20	0,10	442	221
	steiles Gelände										
Σ Flächen außerhalb von Gebäuden =		931	0,55	0,40	512	372	3655	0,38	0,25	1379	929
Gesamt		1531	0,491	0,322	752	492	6728	0,388	0,229	2608	1544
Anteil Dachflächen		39,2%					45,7%				
Größenordnungen AS,m [m²] nach Bodenart aus DWA-A 138 (E), Tab.10 (hier: schluffiger Sand)		98					309				

Flächenbilanzierung Niederschlagswasserabfluss

Auftraggeber:

Projekt: Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof

Straße: Uerdinger Straße

Ort: 47800 Krefeld

Gemarkung: Bockum

Flur: 10

Flurstück(e): 247, 248, 368, 369

Grundstücksgröße: 26.550 m² (2,66 ha)

Art der Fläche nach DIN 1986-100, Tabelle 9		EZG Süd					EZG West				
		Fläche gesamt	Abflussbeiwert	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche	undurchlässige Fläche	Fläche gesamt	Abflussbeiwert	Abflussbeiwert	undurchlässige Fläche	undurchlässige Fläche
		AE (P) [m²]	CS [-]	Cm [-]	AU (P) [m²]	AU (P) [m²]	AE (P) [m²]	CS [-]	Cm [-]	AU (P) [m²]	AU (P) [m²]
Schrägdach (Neigung größer 3°)	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement										
	Ziegel, Abdichtungsbahn										
Flachdach (Neigung bis 3°)	Metall, Glas, Faserzement										
	Abdichtungsbahn Kiesschüttung										
begrünte Dachflächen (Neigung bis 15°)	Extensivbegrünung mit Neigung > 5°										
	Extensivbegrünung < 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°										
	Extensivbegrünung ≥ 10 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°	1462	0,40	0,20	585	292	2870	0,40	0,20	1148	574
	Intensivbegrünung ≥ 30 cm Aufbaudicke und Neigung ≤ 5°										
Σ Dachflächen =		1462	0,40	0,20	585	292	2870	0,40	0,20	1148	574
Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Fahr- und Fußwege, Hofflächen, Terrassen)	Rampen mit Neigung zum Gebäude	33,7	1,00	1,00	34	34	34	1,00	1,00	34	34
	Betonflächen, Schwarzdecken (Asphalt)										
	Pflaster / Platten mit Fugendichtung										
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung	965	0,90	0,70	869	676	1571	0,90	0,70	1414	1100
	Pflaster / Platten in Sand / Schlacke ohne Fugendichtung mit Fugenanteil > 15%										
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker-/Drainsteine										
	Rasengittersteine mit häufiger Verkehrsbelastung (z.B. Park- und Stellplätze)										
	Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastung (z.B. Feuerwehrezufahrten, Fußwege)	520	0,20	0,10	104	52	595	0,20	0,10	119	59
wassergebundene Flächen kleiner oder fester Kiesbelag	113	0,90	0,70	102	79	1002	0,90	0,70	902	702	
lockerer Kiesbelag, Schotterrasen (z.B. Kinderspielplätze)	118	0,30	0,20	35	24	242	0,30	0,20	73	48	
Sportflächen mit Drainung	Kunststoffflächen, Kunststoffrasen										
	Tennisflächen, Rotgras Rasenflächen										
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände	2625	0,20	0,10	525	263	3764	0,20	0,10	753	376
	steiles Gelände										
Σ Flächen außerhalb von Gebäuden =		4375	0,38	0,26	1668	1126	7208	0,46	0,32	3295	2320
Gesamt		5837	0,386	0,243	2253	1419	10079	0,441	0,287	4443	2894
Anteil Dachflächen				25,0%					28,5%		
Größenordnungen AS,m [m²] nach Bodenart aus DWA-A 138 (E), Tab.10 (hier: schluffiger Sand)				284					579		

Dimensionierung einer Versickerungsanlage nach DWA-A 138-1 (E)

EZG Kita

Einfaches Verfahren

Einzugsgebiet AE = max. 200 ha
 Fließzeit t_f = max. 15 min
 Überschreitungshäufigkeit $n >= 0,1/a$ bzw. $T_n >= 10a$
 spez. Versickerungs-/Abflussleistung $ABem = qs >= 2 l/(s \times ha)$

Zufluss Versickerungsanlage

(Gl. 2)

$$ABem = \Sigma(AE, b, a, i \times Cm, i) + \Sigma(AE, nb, a, i \times Cm, i)$$

ABem = 492 m³

Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt

Versickerungsleistung

(Gl. 4)

$$QS = ki \times AS$$

QS = 8,4E-04 m³ /s

Versickerungsleistung

ki = 1,7E-05 m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate nach Gl. (5)

AS = 50 m²

erforderliche Versickerungsfläche nach Gl. (7)

Infiltrationsrate

(Gl. 5)

$$ki = k \times fK = \text{konstant}$$

ki = 1,7E-05 m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate

k = 7,0E-05 m/s

Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, z. B. kf-Wert

fK = 0,24 [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6)

Infiltrationsrate

(Gl. 6)

$$fK = f_{Ort} \times f_{Methode} \leq 1$$

fK = 0,24 [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit

fOrt = 0,3 [-]

Korrekturfaktor zur Erfassung der Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte nach Tabelle 8

fMethode = 0,8 [-]

Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode nach Tabelle 8

Versickerungswirksame Fläche

(Gl. 7)

$$AS, m = (AS, \min + AS, \max) / 2$$

AS, m = 50 m²

mittlere Versickerungsfläche

AS, min = 50 m²

min. Versickerungsfläche (in der Regel Sohlenfläche der Anlage)

AS, max = 50 m²

max. Versickerungsfläche bei Vollenstau

Bemessungsgleichung

(Gl. 8)

$$VVA = (Qzu - QS - QDr) \times D \times 60 \times fZ \times fA$$

VVA = 11,1 m³

erforderliches Speichervolumen

Qzu = 0,0034 m³ /s

Zufluss der Versickerungsanlage während der Dauerstufe D

QS = 8,4E-04 m³ /s

Versickerungsleistung

QDr = 0 m³ /s

mittlerer Drosselabfluss (nur bei ausgewählten Anlagen relevant)

D = 60 min

Dauerstufe des Bemessungsregens

fZ = 1,2 [-]

Zuschlagsfaktor

fA = 1,0 [-]

Abminderungsfaktor

Überprüfung der Anwendungsbedingung gemäß 4.3.3.1

(Gl. 9)

$$qs = (ki \times AS, m + QDr) / ABem \times 10^4 \geq 2 l/(s \times ha)$$

qs = 17,07 >= 2 l/(s x ha)

Niederschlagsdauer			T = 10 a l/s x ha	Qzu [m ³ /s]	VVA [m ³]	Einstau [m]	Entleerungszeit [min]
Tage	Std.	Min					
		5	390,0	0,0192	6,6	0,13	131
		10	250,0	0,0123	8,3	0,17	164
		15	188,9	0,0093	9,1	0,18	181
		20	154,2	0,0076	9,7	0,19	193
		30	115,0	0,0057	10,4	0,21	206
		45	85,6	0,0042	10,9	0,22	217
	1	60	69,2	0,0034	11,1	0,22	220
	1,5	90	51,3	0,0025	10,9	0,22	217
	2	120	41,4	0,0020	10,3	0,21	205
	3	180	30,6	0,0015	8,6	0,17	171
	4	240	24,7	0,0012	6,5	0,13	129
	6	360	18,1	0,0009	1,3	0,03	26
	9	540	13,4	0,0007	-7,0	-0,14	-139
	12	720	10,8	0,0005	-16,0	-0,32	-317
	18	1080	7,9	0,0004	-35,1	-0,70	-696
1	24	1440	6,4	0,0003	-54,4	-1,09	-1080
2	48	2880	3,8	0,0002	-135,4	-2,71	-2687
3	72	4320	2,8	0,0001	-218,4	-4,37	-4334
4	96	5760	2,3	0,0001	-301,4	-6,03	-5981
5	120	7200	1,9	0,0001	-387,0	-7,74	-7678
6	144	8640	1,7	0,0001	-470,5	-9,41	-9336
7	168	10080	1,5	0,0001	-556,1	-11,12	-11033

Vorhandenes Volumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

$$V_{vorh} = (AS, m \times hRF \times SR) - VVA$$

V_{vorh} = 19,0 m³

Vorhandenes Restvolumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

V_{Rest} = 7,9 m³

hRF = 0,40 m

Aufbauhöhe des Rigolen-Füllkörpers

SR = 0,95 [-]

Speicherkoefizient

Dimensionierung einer Versickerungsanlage nach DWA-A 138-1 (E)

EZG Ost

Einfaches Verfahren

Einzugsgebiet AE = max. 200 ha
 Fließzeit t_f = max. 15 min
 Überschreitungshäufigkeit $n >= 0,1/a$ bzw. $T_n >= 10a$
 spez. Versickerungs-/Abflussleistung $ABem = qs >= 2 l/(s \times ha)$

Zufluss Versickerungsanlage

(Gl. 2)

$$ABem = \Sigma(AE, b, a, i \times Cm, i) + \Sigma(AE, nb, a, i \times Cm, i)$$

ABem = 1544 m³

Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt

Versickerungsleistung

(Gl. 4)

$$QS = ki \times AS$$

QS = 4,3E-03 m³ /s

Versickerungsleistung

ki = 1,7E-05 m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate nach Gl. (5)

AS = 255 m²

erforderliche Versickerungsfläche nach Gl. (7)

Infiltrationsrate

(Gl. 5)

$$ki = k \times fK = \text{konstant}$$

ki = 1,7E-05 m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate

k = 7,0E-05 m/s

Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, z. B. kf-Wert

fK = 0,24 [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6)

Infiltrationsrate

(Gl. 6)

$$fK = f_{Ort} \times f_{Methode} \leq 1$$

fK = 0,24 [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit

fOrt = 0,3 [-]

Korrekturfaktor zur Erfassung der Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte nach Tabelle 8

fMethode = 0,8 [-]

Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode nach Tabelle 8

Versickerungswirksame Fläche

(Gl. 7)

$$AS, m = (AS, \text{min} + AS, \text{max}) / 2$$

AS, m = 255 m²

mittlere Versickerungsfläche

AS, min = 255 m²

min. Versickerungsfläche (in der Regel Sohlenfläche der Anlage)

AS, max = 255 m²

max. Versickerungsfläche bei Volleinstau

Bemessungsgleichung

(Gl. 8)

$$VVA = (Qzu - QS - QDr) \times D \times 60 \times fZ \times fA$$

VVA = 29,1 m³

erforderliches Speichervolumen

Qzu = 0,0178 m³ /s

Zufluss der Versickerungsanlage während der Dauerstufe D

QS = 4,3E-03 m³ /s

Versickerungsleistung

QDr = 0 m³ /s

mittlerer Drosselabfluss (nur bei ausgewählten Anlagen relevant)

D = 30 min

Dauerstufe des Bemessungsregens

fZ = 1,2 [-]

Zuschlagsfaktor

fA = 1,0 [-]

Abminderungsfaktor

Überprüfung der Anwendungsbedingung gemäß 4.3.3.1

(Gl. 9)

$$qs = (ki \times AS, m + QDr) / ABem \times 10^4 \geq 2 l/(s \times ha)$$

qs = 27,75 >= 2 l/(s x ha)

Niederschlagsdauer			T = 10 a l/s x ha	Qzu [m ³ /s]	VVA [m ³]	Einstau [m]	Entleerungszeit [min]
Tage	Std.	Min					
		5	390,0	0,0602	20,1	0,08	78
		10	250,0	0,0386	24,7	0,10	96
		15	188,9	0,0292	26,9	0,11	105
		20	154,2	0,0238	28,1	0,11	109
		30	115,0	0,0178	29,1	0,11	113
		45	85,6	0,0132	28,9	0,11	113
	1	60	69,2	0,0107	27,7	0,11	108
	1,5	90	51,3	0,0079	23,6	0,09	92
	2	120	41,4	0,0064	18,2	0,07	71
	3	180	30,6	0,0047	5,7	0,02	22
	4	240	24,7	0,0038	-8,1	-0,03	-32
	6	360	18,1	0,0028	-38,6	-0,15	-150
	9	540	13,4	0,0021	-86,1	-0,34	-335
	12	720	10,8	0,0017	-135,6	-0,53	-528
	18	1080	7,9	0,0012	-238,3	-0,93	-927
1	24	1440	6,4	0,0010	-341,7	-1,34	-1329
2	48	2880	3,8	0,0006	-766,7	-3,01	-2983
3	72	4320	2,8	0,0004	-1198,0	-4,70	-4661
4	96	5760	2,3	0,0004	-1629,4	-6,39	-6339
5	120	7200	1,9	0,0003	-2068,7	-8,11	-8048
6	144	8640	1,7	0,0003	-2501,7	-9,81	-9733
7	168	10080	1,5	0,0002	-2941,1	-11,53	-11442

Vorhandenes Volumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

$$V_{vorh} = (AS, m \times hRF \times SR) - VVA$$

Vorhandenes Restvolumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

VRest = 67,8 m³

Vvorh = 96,9 m³

hRF = 0,40 m

Aufbauhöhe des Rigolen-Füllkörpers

SR = 0,95 [-]

Speicherkoefizient

Dimensionierung einer Versickerungsanlage nach DWA-A 138-1 (E)

EZG Süd

Einfaches Verfahren

Einzugsgebiet AE = max. 200 ha
 Fließzeit tf = max. 15 min
 Überschreitungshäufigkeit n >= 0,1/a bzw. Tn >= 10a
 spez. Versickerungs-/Abflussleistung ABem = qs >= 2 l/(s x ha)

Zufluss Versickerungsanlage

(Gl. 2)

ABem = Σ(AE,b,a,i x Cm,i) + Σ(AE,nb,a,i x Cm,i)

ABem = 1419 m³ Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt

Versickerungsleistung

(Gl. 4)

QS = ki x AS

QS = 3,1E-03 m³/s Versickerungsleistung
 ki = 1,7E-05 m/s bemessungsrelevante Infiltrationsrate nach Gl. (5)
 AS = 185 m² erforderliche Versickerungsfläche nach Gl. (7)

Infiltrationsrate

(Gl. 5)

ki = k x fK = konstant

ki = 1,7E-05 m/s bemessungsrelevante Infiltrationsrate
 k = 7,0E-05 m/s Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, z. B. kf-Wert
 fK = 0,24 [-] resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6)

Infiltrationsrate

(Gl. 6)

fK = fOrt x fMethode ≤ 1

fK = 0,24 [-] resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit
 fOrt = 0,3 [-] Korrekturfaktor zur Erfassung der Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte nach Tabelle 8
 fMethode = 0,8 [-] Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode nach Tabelle 8

Versickerungswirksame Fläche

(Gl. 7)

AS,m = (AS,min + AS,max) / 2

AS,m = 185 m² mittlere Versickerungsfläche
 AS,min = 185 m² min. Versickerungsfläche (in der Regel Sohlenfläche der Anlage)
 AS,max = 185 m² max. Versickerungsfläche bei Volleinstau

Bemessungsgleichung

(Gl. 8)

VVA = (Qzu - QS - QDr) x D x 60 x fZ x fA

VVA = 29,3 m³ erforderliches Speichervolumen
 Qzu = 0,0121 m³/s Zufluss der Versickerungsanlage während der Dauerstufe D
 QS = 3,1E-03 m³/s Versickerungsleistung
 QDr = 0 m³/s mittlerer Drosselabfluss (nur bei ausgewählten Anlagen relevant)
 D = 45 min Dauerstufe des Bemessungsregens
 fZ = 1,2 [-] Zuschlagsfaktor
 fA = 1,0 [-] Abminderungsfaktor

Überprüfung der Anwendungsbedingung gemäß 4.3.3.1

(Gl. 9)

qs = (ki x As,m + QDr) / ABem x 10⁴ >= 2 l/(s x ha)

qs = 21,90 >= 2 l/(s x ha)

Niederschlagsdauer			T = 10 a l/s x ha	Qzu [m³/s]	VVA [m³]	Einstau [m]	Entleerungszeit [min]
Tage	Std.	Min					
		5	390,0	0,0553	18,8	0,10	101
		10	250,0	0,0355	23,3	0,13	125
		15	188,9	0,0268	25,6	0,14	137
		20	154,2	0,0219	27,0	0,15	145
		30	115,0	0,0163	28,5	0,15	153
		45	85,6	0,0121	29,3	0,16	157
	1	60	69,2	0,0098	29,0	0,16	155
	1,5	90	51,3	0,0073	27,0	0,15	145
	2	120	41,4	0,0059	23,9	0,13	128
	3	180	30,6	0,0043	16,0	0,09	86
	4	240	24,7	0,0035	6,9	0,04	37
	6	360	18,1	0,0026	-14,0	-0,08	-75
	9	540	13,4	0,0019	-46,9	-0,25	-252
	12	720	10,8	0,0015	-81,7	-0,44	-438
	18	1080	7,9	0,0011	-154,5	-0,84	-829
1	24	1440	6,4	0,0009	-228,1	-1,23	-1223
2	48	2880	3,8	0,0005	-532,7	-2,88	-2856
3	72	4320	2,8	0,0004	-843,1	-4,56	-4521
4	96	5760	2,3	0,0003	-1153,6	-6,24	-6186
5	120	7200	1,9	0,0003	-1471,4	-7,95	-7891
6	144	8640	1,7	0,0002	-1783,4	-9,64	-9563
7	168	10080	1,5	0,0002	-2101,2	-11,36	-11268

Vorhandenes Volumen in der unterirdischen Versickerungsanlage
 Vvorh = (AS,m x hRF x SR) - VVA

Vorhandenes Restvolumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

Vvorh = 70,3 m³

VRest = 41,0 m³

hRF = 0,40 m Aufbauhöhe des Rigolen-Füllkörpers
 SR = 0,95 [-] Speicherkoeffizient

Dimensionierung einer Versickerungsanlage nach DWA-A 138-1 (E)

EZG West

Einfaches Verfahren

Einzugsgebiet AE = max. 200 ha
 Fließzeit t_f = max. 15 min
 Überschreitungshäufigkeit $n >= 0,1/a$ bzw. $T_n >= 10a$
 spez. Versickerungs-/Abflussleistung $ABem = qs >= 2 l/(s \times ha)$

Zufluss Versickerungsanlage

(Gl. 2)

$$ABem = \Sigma(AE, b, a, i \times Cm, j) + \Sigma(AE, nb, a, i \times Cm, j)$$

ABem = 2894 m³

Rechenwert für die Bemessung, der sich aus der Summe aller an die Versickerungsanlage angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem jeweils zugehörigen mittleren Abflussbeiwert ergibt

Versickerungsleistung

(Gl. 4)

$$QS = k_i \times AS$$

QS = 6,6E-03 m³ /s

Versickerungsleistung

$k_i = 1,7E-05$ m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate nach Gl. (5)

AS = 390 m²

erforderliche Versickerungsfläche nach Gl. (7)

Infiltrationsrate

(Gl. 5)

$$k_i = k \times fK = \text{konstant}$$

$k_i = 1,7E-05$ m/s

bemessungsrelevante Infiltrationsrate

$k = 7,0E-05$ m/s

Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, z. B. kf-Wert

$fK = 0,24$ [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6)

Infiltrationsrate

(Gl. 6)

$$fK = f_{Ort} \times f_{Methode} \leq 1$$

$fK = 0,24$ [-]

resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit

$f_{Ort} = 0,3$ [-]

Korrekturfaktor zur Erfassung der Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte nach Tabelle 8

$f_{Methode} = 0,8$ [-]

Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode nach Tabelle 8

Versickerungswirksame Fläche

(Gl. 7)

$$AS, m = (AS, min + AS, max) / 2$$

AS, m = 390 m²

mittlere Versickerungsfläche

AS, min = 390 m²

min. Versickerungsfläche (in der Regel Sohlenfläche der Anlage)

AS, max = 390 m²

max. Versickerungsfläche bei Volleinstau

Bemessungsgleichung

(Gl. 8)

$$VVA = (Qzu - QS - QDr) \times D \times 60 \times fZ \times fA$$

VVA = 59,0 m³

erforderliches Speichervolumen

Qzu = 0,0248 m³ /s

Zufluss der Versickerungsanlage während der Dauerstufe D

QS = 6,6E-03 m³ /s

Versickerungsleistung

QDr = 0 m³ /s

mittlerer Drosselabfluss (nur bei ausgewählten Anlagen relevant)

D = 45 min

Dauerstufe des Bemessungsregens

fZ = 1,2 [-]

Zuschlagsfaktor

fA = 1,0 [-]

Abminderungsfaktor

Überprüfung der Anwendungsbedingung gemäß 4.3.3.1

(Gl. 9)

$$qs = (k_i \times AS, m + QDr) / ABem \times 10^7 >= 2 l/(s \times ha)$$

qs = 22,64 >= 2 l/(s x ha)

Niederschlagsdauer			T = 10 a l/s x ha	Qzu [m ³ /s]	VVA [m ³]	Einstau [m]	Entleerungszeit [min]
Tage	Std.	Min					
		5	390,0	0,1129	38,3	0,10	97
		10	250,0	0,0724	47,4	0,12	121
		15	188,9	0,0547	52,0	0,13	132
		20	154,2	0,0446	54,8	0,14	139
		30	115,0	0,0333	57,7	0,15	147
		45	85,6	0,0248	59,0	0,15	150
	1	60	69,2	0,0200	58,2	0,15	148
	1,5	90	51,3	0,0148	53,7	0,14	137
	2	120	41,4	0,0120	46,9	0,12	119
	3	180	30,6	0,0089	29,9	0,08	76
	4	240	24,7	0,0071	10,3	0,03	26
	6	360	18,1	0,0052	-34,1	-0,09	-87
	9	540	13,4	0,0039	-104,0	-0,27	-264
	12	720	10,8	0,0031	-177,6	-0,46	-452
	18	1080	7,9	0,0023	-331,7	-0,85	-844
1	24	1440	6,4	0,0019	-487,3	-1,25	-1240
2	48	2880	3,8	0,0011	-1130,6	-2,90	-2876
3	72	4320	2,8	0,0008	-1785,9	-4,58	-4543
4	96	5760	2,3	0,0007	-2441,2	-6,26	-6210
5	120	7200	1,9	0,0005	-3111,5	-7,98	-7915
6	144	8640	1,7	0,0005	-3769,8	-9,67	-9589
7	168	10080	1,5	0,0004	-4440,1	-11,38	-11295

Vorhandenes Volumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

$$V_{vorh} = (AS, m \times hRF \times SR) - VVA$$

Vorhandenes Restvolumen in der unterirdischen Versickerungsanlage

$$V_{Rest} =$$

V_{vorh} = 148,2 m³

V_{Rest} = 89,2 m³

hRF = 0,40 m

Aufbauhöhe des Rigolen-Füllkörpers

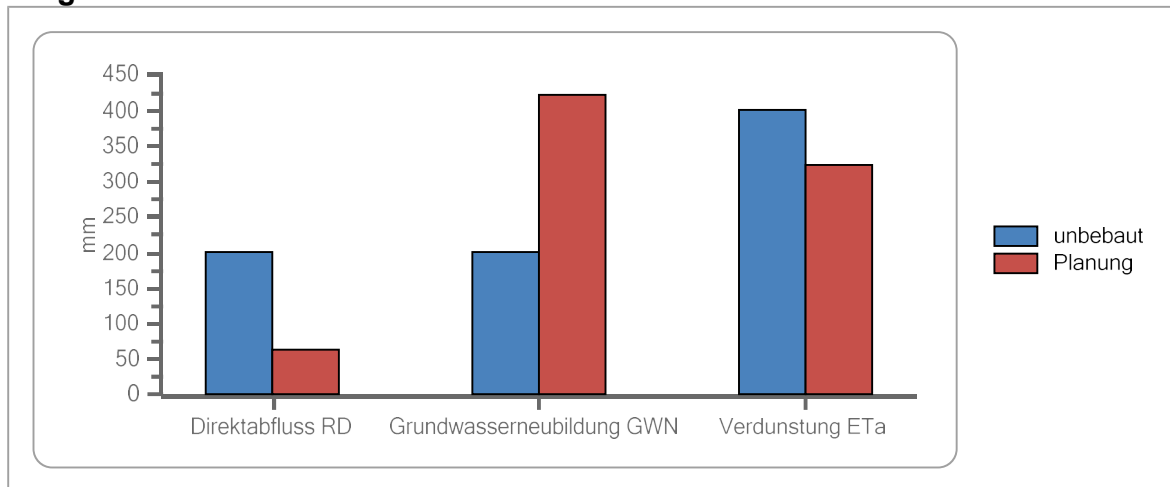
SR = 0,95 [-]

Speicherkoefizient

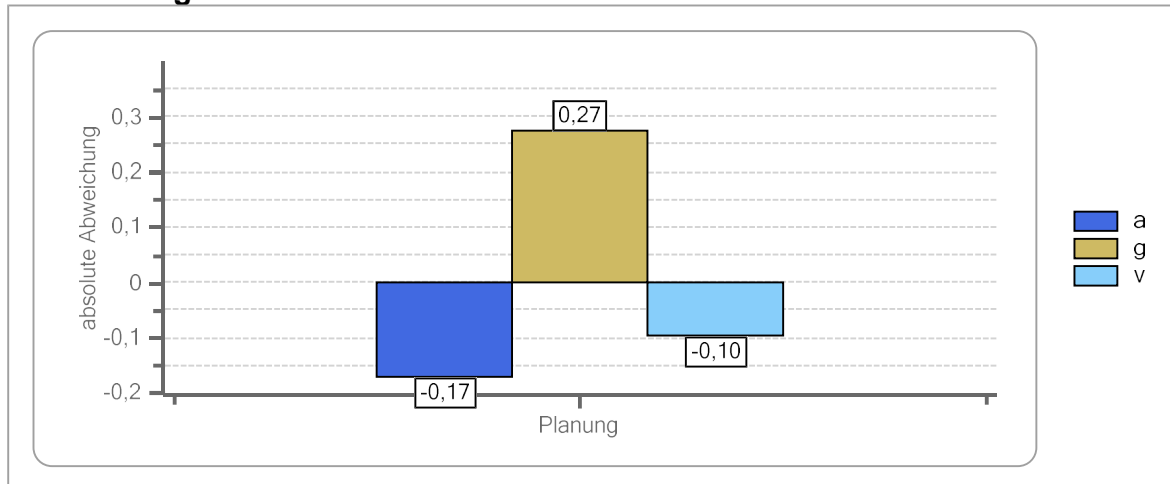
Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Wasserbilanz			Aufteilungsfaktor			Abweichung		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm)			(-)			(-)		
unbebaut	200	200	400	0,248	0,248	0,496			
Planung	63	421	323	0,078	0,522	0,400	-0,170	0,274	-0,096

Vergleich der Wasserbilanzen



Abweichungen vom unbebauten Zustand



Ergebnisse der Varianten

Ergebnisse Variante Planung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Verkehrsflächen	Pflaster mit dichten Fugen	3.853	0,81	0,00	0,19	3.106	2.508	0	598	RWB
Fläche	Extensivbegrünung >10	Gründach mit Extensivbegrünung	8.005	0,61	0,00	0,39	6.452	3.917	0	2.535	RWB
Fläche	Rasenfläche	Garten, Grünflächen	9.063	0,10	0,30	0,60	7.305	730	2.191	4.383	RWB
Fläche	Rasengittersteine	Rasengittersteine (Fugenanteil 20% – 30%)	1.578	0,04	0,75	0,20	1.272	55	960	257	RWB
Fläche	wassergebundene Wegefläche	wassergebundene Decke	1.144	0,09	0,55	0,36	922	79	509	334	RWB
Fläche	Kiesflächen (Spielplätze)	Kiesbelag, Schotterrasen	430	0,00	0,63	0,37	347	1	218	128	RWB
Maßnahme	RWB	Versickerungsschacht, -rohr, -rigole	850	0,10	0,90	0,00	7.975	797	7.177	0	Ableitung
Fläche	Verkehrsflächen (ök)	Pflaster mit dichten Fugen	1.437	0,81	0,00	0,19	1.158	935	0	223	Ableitung
Fläche	Rasenflächen (ök)	Garten, Grünflächen	617	0,10	0,30	0,60	497	50	149	298	Ableitung

Typ	Name	Element Typ	Größe (m ²)	a	g	v	Zufluss (m ³)	RD (m ³)	GWN (m ³)	ETa (m ³)	Ziel
Fläche	Rasengittersteine (ök)	Kiesbelag, Schotterrasen	106	0,00	0,63	0,37	85	0	54	32	Ableitung
Fläche	wassergebundene Wegefläche (ök)	wassergebundene Decke	110	0,09	0,55	0,36	89	8	49	32	Ableitung

Parameter der Varianten

Parameterwerte Planung

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
Verkehrsflächen	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	NaN
Extensivbegrünung >10	WK_max-WP (-)	0,5	0,35	0,65	NaN
	Aufbaustaerke (mm)	100	40	200	NaN
	kf-Wert (mm/h)	70	18	100	NaN
Rasenfläche	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,3	0	1	NaN
	v	0,6	0	1	NaN
Rasengittersteine	Speicher (mm)	1	0,1	2	NaN
	Fugenteil (%)	25	20	30	NaN
	WK_max-WP (-)	0,15	0,1	0,2	NaN
wassergebundene Wegefläche	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
Kiesflächen (Spielplätze)	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	NaN
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	NaN
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	NaN
RWB	a	0,1	0	1	NaN
	g	0,9	0	1	NaN

Name	Parameter	Wert	Min	Max	empf. Wert
	v	0	0	1	NaN
Verkehrsflächen (ök)	Speicherhöhe	1,5	0,6	3	1,5
Rasenflächen (ök)	a	0,1	0	1	0,1
	g	0,3	0	1	0,3
	v	0,6	0	1	0,6
Rasengittersteine (ök)	Speicher (mm)	4,2	2,5	4,2	4,2
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	100
	kf-Wert (mm/h)	180	10	180	180
wassergebundene Wegefläche (ök)	Speicher (mm)	3,5	2,5	4,2	3,5
	Aufbaustärke (mm)	100	50	100	100
	kf-Wert (mm/h)	1,8	0,72	10	1,8

Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100

Auftraggeber:

Projekt: Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof
Straße: Uerdinger Straße
Ort: 47800 Krefeld
Gemarkung: Bockum
Flur: 10
Flurstück(e): 247, 248, 368, 369
Grundstücksgröße: 26.550 m² (2,66 ha)

Datenbasis: KOSTRA DWD 2020 (DIN 1986-100)
 Spalte: 96
 Zeile: 131

Berechnungsregenspenden für Dachflächen

Bemessung	r(5,5)	333,3	l/(s x ha)
Jahrhundertregen	r(5,100)	603,3	l/(s x ha)

Berechnungsregenspenden für Grundstücksflächen

Bemessung	r(5,2)	266,7	l/(s x ha)
Überflutungsprüfung	r(5,30)	483,3	l/(s x ha)
Bemessung	r(10,2)	171,7	l/(s x ha)
Überflutungsprüfung	r(10,30)	310,0	l/(s x ha)
Bemessung	r(15,2)	130,0	l/(s x ha)
Überflutungsprüfung	r(15,30)	234,4	l/(s x ha)

Gleichung 20 nach DIN 1986-100

$$VRück = (r(D,30) \times Ages - (r(D,2) \times ADach \times Cs,Dach + r(D,2) \times AFaG \times Cs,FaG)) \times D \times 60 \times 10^{-7}$$

Nr.	Einzugsfläche						Gleichung 20			Dargestellte Überflutungsfläche T = 100 a	Einstauhöhe auf Fläche hÜ
	Summe befestigte Flächen	Summe Dachfläche	Abflussbeiwert	Summe Grundstücksfläche	Abflussbeiwert	resultierender Spitzenabflussbeiwert	maßgebende Regendauer	VRück T = 30 a	VRück T = 100 a		
	Ages [m ²]	ADach [m ²]	CS,Dach [-]	AFaG [m ²]	CS,FaG [-]	ψ [-]	D [min]	[m ³]	[m ³]		
Haus 1	655,3	655,3	0,40	0,0	0,00	0,40	5	7,4	9,8	655	1,5
Haus 2	1037,6	1037,6	0,40	0,0	0,00	0,40	5	11,7	15,5	1038	1,5
Haus 3	1461,9	1461,9	0,40	0,0	0,00	0,40	5	16,5	21,8	1462	1,5
Haus 4	1165,0	1165,0	0,40	0,0	0,00	0,40	5	13,2	17,4	1165	1,5
Haus 5	1380,1	1380,1	0,40	0,0	0,00	0,40	5	15,6	20,6	1380	1,5
Haus 6	597,4	597,4	0,40	0,0	0,00	0,40	5	6,7	8,9	597	1,5
Haus 7	1705,5	1705,5	0,40	0,0	0,00	0,40	5	19,3	25,4	1705	1,5
EZG-KITA	1384,9	0,0	0,00	1384,9	0,53	0,53	5	14,3	19,2	260	7,4
EZG-N-1	1994,5	0,0	0,00	1994,5	0,73	0,73	5	17,2	24,4	731	3,3
EZG-QM-1	3146,2	0,0	0,00	3146,2	0,51	0,51	5	32,7	44,0	586	7,5
EZG-QM-2	2701,0	0,0	0,00	2701,0	0,46	0,46	5	29,3	39,0	625	6,2
EZG-O-1	2398,3	0,0	0,00	2398,3	0,35	0,35	5	28,0	36,7	484	7,6
EZG-O-2	769,8	0,0	0,00	769,8	0,38	0,38	5	8,8	11,6	144	8,1
EZG-S-1	1768,6	0,0	0,00	1768,6	0,35	0,35	5	20,7	27,0	455	5,9
EZG-S-2	916,8	0,0	0,00	916,8	0,31	0,31	5	11,0	14,3	331	4,3
EZG-W-1	1666,9	0,0	0,00	1666,9	0,32	0,32	5	19,9	25,9	397	6,5
EZG-W-2	1331,8	0,0	0,00	1331,8	0,47	0,47	5	14,3	19,1	278	6,9
Rampe-TG-Nord	137,1	0,0	0,00	137,1	0,98	0,98	5	0,9	1,4		
Rampe-EZG-O1	33,8	0,0	0,00	33,8	1,00	1,00	5	0,2	0,3		
Rampe-EZG-S1	33,8	0,0	0,00	33,8	1,00	1,00	5	0,2	0,3		
Rampe-EZG-QM-1	33,7	0,0	0,00	33,7	1,00	1,00	5	0,2	0,3		
EZF-Grün	230,1	0,0	0,00	230,1	0,20	0,20	5	3,0	3,8	163	2,3
Summen	26549,9	8002,8		18547,1				291,1	386,7		

Ermittlung der befestigten Flächen (ADach und AFaG) und abflusswirksamen Flächen (Au) nach Tabelle 9, DIN 1986-100

Auftraggeber:
Projekt: Regenwasserbewirtschaftungskonzept Krefelder Hof
Straße: Uerdinger Straße
Ort: 47800 Krefeld
Gemarkung: Bockum
Flur: 10
Flurstück(e): 247, 248, 368, 369
Grundstücksgröße: 26.550 m² (2,66 ha)

Flächentypen nach Tabelle 9, DIN 1986-100	Dachflächen								Summe Dachfläche ADach [m²]	abfluss- wirksame Dachfläche Au,Dach [m²]	Abfluss- beiwert CS,Dach [-]	Verkehrsflächen										Summe Grundstücks- fläche AFaG [m²]	abfluss- wirksame Fläche Au,FaG [m²]	Abfluss- beiwert CS,FaG [-]	Summe befestigte Flächen Ages [m²]				
	Schrägdach/ Attika	Flachdach		begrünte Dachflächen				Beton				Asphalt	Pflaster mit Fugendichtung	Rampe	Betonstein- pflaster	Pflaster mit Fugenanteil < 15%	wasser- gebundene Flächen	lockerer Kiesbelag	Verbundsteine mit Sickerfugen	Rasengittersteine						Rasenflächen			
		mit Kiesschüttung	extensiv (> 5°)	extensiv (< 10 cm)	extensiv (> 10 cm)	intensiv (> 30 cm)	(hohe VB)													(niedrige VB)	flach					steil			
Spitzenabfluss-beiwert	CS	1,0	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	[m²]	[m²]	[-]	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,9	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	[m²]	[m²]	[-]	[m²]	
Einzugsfläche Nr.																													
Haus 1							655,3		655,3	262,1	0,40														0,0	0,0	0,00	655,3	
Haus 2							1037,6		1037,6	415,0	0,40														0,0	0,0	0,00	1037,6	
Haus 3							1461,9		1461,9	584,8	0,40														0,0	0,0	0,00	1461,9	
Haus 4							1165,0		1165,0	466,0	0,40														0,0	0,0	0,00	1165,0	
Haus 5							1380,1		1380,1	552,1	0,40														0,0	0,0	0,00	1380,1	
Haus 6							597,4		597,4	238,9	0,40														0,0	0,0	0,00	597,4	
Haus 7							1705,5		1705,5	682,2	0,40														0,0	0,0	0,00	1705,5	
EZG-KITA									0,0	0,0	0,00				644,5						95,2	645,1			1384,9	728,2	0,53	1384,9	
EZG-N-1									0,0	0,0	0,00				1403,9		110,1				106,7	373,8			1994,5	1458,7	0,73	1994,5	
EZG-QM-1									0,0	0,0	0,00				667,4		733,7	91,0			395,6	1258,5			3146,2	1619,1	0,51	3146,2	
EZG-QM-2									0,0	0,0	0,00				868,9		113,0	55,0			522,7	1141,4			2701,0	1233,0	0,46	2701,0	
EZG-O-1									0,0	0,0	0,00				481,6		27,7	68,2			315,9	1504,9			2398,3	843,0	0,35	2398,3	
EZG-O-2									0,0	0,0	0,00				194,0		0,8				48,7	526,2			769,8	290,4	0,38	769,8	
EZG-S-1									0,0	0,0	0,00				375,7			62,9			161,3	1168,7			1768,6	623,0	0,35	1768,6	
EZG-S-2									0,0	0,0	0,00				146,7							770,1			916,8	286,1	0,31	916,8	
EZG-W-1									0,0	0,0	0,00				79,1		192,7	86,0			25,2	1283,9			1666,9	532,2	0,32	1666,9	
EZG-W-2									0,0	0,0	0,00				432,2		75,6	65,4			13,3	745,3			1331,8	628,3	0,47	1331,8	
Rampe-TG-Nord									0,0	0,0	0,00				104,0		33,1								137,1	133,7	0,98	137,1	
Rampe-EZG-O1									0,0	0,0	0,00				33,8										33,8	33,8	1,00	33,8	
Rampe-EZG-S1									0,0	0,0	0,00				33,8										33,8	33,8	1,00	33,8	
Rampe-EZG-QM-1									0,0	0,0	0,00				33,7										33,7	33,7	1,00	33,7	
EZF-Grün									0,0	0,0	0,00											230,1			230,1	46,0	0,20	230,1	
Summen		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8002,8	0,0	8002,8	3201,1	0,400	0,0	0,0	0,0	205,2	5327,2	0,0	1253,7	428,4	0,0	0,0	1684,6	9648,0	0,0	18547,1	8523,1	0,460	26549,9	