

Entwässerungskonzept für die Erschließung
3. Änderung BP 33
„Freizeitzentrum Goltsteinkuppe“



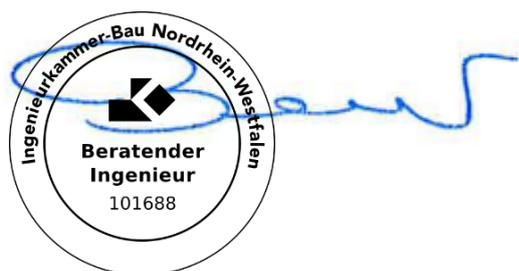
Im Auftrag der:

Gemeinde Inden
Rathausstraße 1
52459 Inden

bearbeitet durch

Ingenieurbüro Karl Berger
Am Steinberg 25
52353 Düren

Projektnummer intern: 3-02-1072



Dipl. Ing. Karl Berger

Düren, 11.04.2023

Einleitender Hinweis

Das vorliegende Entwässerungskonzept untersucht mögliche Lösungen für die Entwässerung des Baugebiets "Freizeitzentrum Goltsteinkuppe" gemäß dem Bebauungsplan Nr. 33 in der Gemeinde Inden.

Ein Entwässerungskonzept dient dazu, Fehlinvestitionen zu vermeiden und den optimalen Lösungsweg zu identifizieren. Die Ergebnisse eines Entwässerungskonzepts umfassen Analysen und Bewertungen verschiedener Lösungswege, Entscheidungsmöglichkeiten mit dokumentierten Chancen und Risiken sowie eine Empfehlung zur Entscheidungsfindung.

Das Entwässerungskonzept orientiert sich am Detaillierungsgrad des vorliegenden Bebauungsplans, der sich in der Phase des Vorentwurfs befindet. Es ist wichtig zu beachten, dass das Entwässerungskonzept weder eine Entwurfs-, noch eine Genehmigungs- oder Ausführungsplanung ersetzt.

Inhalt

1	Veranlassung.....	1
2	Grundlagen	2
2.1	Planungsunterlagen	2
2.2	Programme und Berechnungsverfahren.....	2
3	Vorgaben für die Machbarkeitsstudie	3
3.1	Anforderungen an die Leistungsfähigkeit	3
3.2	Rechtliche Randbedingungen	3
3.3	Vorgaben Regenwasser	4
3.4	Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung	4
3.5	Niederschlagsmengen nach Kostra	5
3.6	Hydrogeologische Erkundung.....	7
3.7	Vorgaben Schmutzwasser.....	7
4	Maßnahmenuntersuchung	8
4.1	Gründach	9
4.2	Niederschlagsspeicherung Regenrückhaltebecken/Regenüberlaufbecken	9
4.3	Niederschlagsbeseitigung Versickerung/Einleitung	11
5	Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge	12
5.1	100-jährliches Regenereignis	12
6	Empfehlung.....	13
	Literaturverzeichnis	14
	Anhang A: Berechnungen	15
A1	Gründach	15
A2	Regenrückhaltebecken i.V.m. Regenüberlaufbecke	16
A3	Überflutungsnachweis.....	18
A3.1	Überflutungsnachweis nach Gleichung 20	18
A3.2	Überflutungsnachweis nach Gleichung 22	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Von der Gemeinde Inden zur Verfügung gestellte Unterlagen.....	2
Tabelle 2:	Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf.....	3
Tabelle 3:	Einteilung gemäß Anlage 1 zum RdErl. Vom 26.5.2004	4
Tabelle 4:	Einteilung gemäß Tabelle A.1 aus dem Anhang A zum DWA-A 102-2	4
Tabelle 5:	Niederschlagshöhen Kostra-DWD 2020 für Inden Rasterfeld 93/142	5
Tabelle 6:	Niederschlagsspende Kostra-DWD 2020 für Inden Rasterfeld 93/142.....	6
Tabelle 7:	Varianten zur Dachbegrünung.....	15
Tabelle 8:	Flächenaufteilung gem. BP33 und Begründung zum BP33 für $n=0,1$ 1/a....	15
Tabelle 9:	Flächenaufteilung gem. BP33 und Begründung zum BP33 für $n=0,01$ 1/a..	15
Tabelle 10:	Erforderliches Rückhaltevolumen - gem. Tabelle 8, $n=0,1$ 1/a	16
Tabelle 11:	Berechnung der erforderlichen Beckentiefe.....	16
Tabelle 12:	Erforderliches Rückhaltevolumen - gem. Tabelle 8, $n=0,01$ 1/a.....	17
Tabelle 13:	Berechnung der erforderlichen Beckentiefe.....	17
Tabelle 14:	Berechnung der reduzierten Fläche.....	18
Tabelle 15:	Überflutungsnachweis nach Gl. 20.....	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bebauungsplan Nr. 33 "Freizeitzentrum Goltsteinkuppe"	1
Abbildung 2:	Grundriss Zisterne (z.B. Mall-Löschwasserbehälter, LW 100)	9
Abbildung 3:	Schnitt Zisterne	10
Abbildung 4:	Lageplan Entwässerung	10

1 Veranlassung

Die Gemeinde Inden plant die Erschließung des Bebauungsplans Nr. 33 „Freizeitzentrum Goltsteinkuppe“. Laut dem Flächennutzungsplan der Gemeinde (abrufbar unter: <https://www.gemeinde-inden.de/wirtschaft-bauen/bauleitplanung/fnp.php>) ist das Planungsgebiet als Fläche für den Gemeinbedarf vorgesehen.

Im nordöstlichen Teil des Geländes sind bereits ein Aussichtsturm (T) und eine Gastronomie (G) realisiert worden. Ein Welcoming-Center (W) zur Begrüßung der Besucher des Indenlandes ist geplant. Im südlichen und südwestlichen Teil des Grundstücks sind Flächen für Freizeitsport und Spiel (F+S 2 und F+S 4) sowie Parkplätze (P) vorgesehen.



Abbildung 1: Bebauungsplan Nr. 33 "Freizeitzentrum Goltsteinkuppe"
(Quelle: Gemeinde Inden)

2 Grundlagen

2.1 Planungsunterlagen

Für die Projektbearbeitung standen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung:

Tabelle 1: Von der Gemeinde Inden zur Verfügung gestellte Unterlagen

Planungsunterlage	Format	Stand
01. BPL33_Aend3_Planzeichnung	*.pdf	16.05.2022
06. BPL33_Aend3_Geotechnischer_Bericht	*.pdf	10.03.2022
Stellungnahme_Kreis_Düren	*.doc	16.03.2022
BP33_GSK_Aend3_Begruendung_20210301	*.pdf	01.03.2021

2.2 Programme und Berechnungsverfahren

Folgende Programme wurden für die Bearbeitung des Projektes verwendet:

- Für die Aufbereitung der Niederschlagsdaten: KOSTRA-DWD 2020
- Für die Verwaltung der Kanalnetzdaten: BBSOft, Version 2021
- Für die zeichnerischen Darstellungen: BricsCAD, Version V19x64

3 Vorgaben für die Machbarkeitsstudie

3.1 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit

Die DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“ (März 2006), Tabelle 2 „Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf“, S. 14, gibt die **Häufigkeit für den Bemessungsregen** für ländliche Gebiete mit **n = 1 Jahr und einer Überflutungshäufigkeit von n = 10 Jahren** vor.

Tabelle 2: *Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf*
(Quelle: DWA-A 118)

Häufigkeit der Bemessungsregen ¹⁾ (1-mal in „n“ Jahren)	Ort	Überflutungshäufigkeit (1-mal in „n“ Jahren)
1 in 1	Ländliche Gebiete	1 in 10
1 in 2	Wohngebiete	1 in 20
1 in 2	Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete: – mit Überflutungsprüfung, – ohne Überflutungsprüfung	1 in 30
1 in 5		–
1 in 10	Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50

¹⁾ Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten.

3.2 Rechtliche Randbedingungen

Das Landeswassergesetz (LWG) NRW mit Stand vom 4.8.2017 regelt in § 44 „Beseitigung von Niederschlagswasser“ folgendes:

- (1) Niederschlagswasser von Grundstücken, die nach dem 1. Januar 1996 erstmals bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden, ist nach Maßgabe des § 55 Absatz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes zu beseitigen.
- (2) Die Gemeinde kann durch Satzung festlegen, dass und in welcher Weise das Niederschlagswasser zu versickern, zu verrieseln oder in ein Gewässer einzuleiten ist. Die Festsetzungen nach Satz 1 können auch in den Bebauungsplan aufgenommen werden; in diesem Fall sind die §§ 1 bis 13 und 214 bis 216 des Baugesetzbuches anzuwenden.

Durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wird in § 55 Grundsätze der Abwasserbeseitigung nachfolgendes geregelt:

- (3) Niederschlagswasser soll ortsnah versickert, verrieselt oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

3.3 Vorgaben Regenwasser

Es sollte möglichst vermieden werden, das Regenwasser in den vorhandenen Mischwasserkanal einzuleiten.

3.4 Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung

Gemäß dem RdErl des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Bezug auf die Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren ist das zu erwartende Niederschlagswasser in dem betrachteten Gebiet als schwach belastet einzustufen. [1]

Tabelle 3: Einteilung gemäß Anlage 1 zum RdErl. Vom 26.5.2004

Herkunftsbereich des Niederschlagswassers	Kategorie
Dachflächen in Wohn- und Mischgebieten (keine Metaldächer)	I
Sport- und Freizeitanlagen	I
Hofflächen (ohne Kfz-Verkehr) in Wohngebieten, wenn Fahrzeugwaschen dort unzulässig	I

Gemäß Arbeitsblatt 102 der DWA, Anhang A, werden die unterschiedlichen Flächen wie in Tabelle 4 kategorisiert:

Tabelle 4: Einteilung gemäß Tabelle A.1 aus dem Anhang A zum DWA-A 102-2

Flächenart	Flächenspezifizierung	Flächen- gruppe (Kurz- zeichen)	Belastungs- kategorie
Dächer (D)	Alle Dachflächen $\leq 50 \text{ m}^2$ und Dachflächen $> 50 \text{ m}^2$ mit Ausnahme der unter Flächengruppe SD1 oder SD2 fallenden	D	I
Hof- und Wegeflächen (VW), Verkehrsflächen (V)	- Fuß-, Rad- und Wohnwege, - Hof- und Wegeflächen ohne Kfz-Verkehr in Sport- und Freizeitanlagen	VW1	I

Gem. den gestellten Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung handelt es sich bei den am höchsten einzuordnenden Niederschlagsabflüssen um die der Kategorie I und machen somit eine Vorbehandlung nicht erforderlich.

3.5 Niederschlagsmengen nach Kostra

Folgende Werte des Kostra-Atlas 2010R wurden für die Berechnung zu Grunde gelegt:

Tabelle 5: Niederschlagshöhen Kostra-DWD 2020 für Inden Rasterfeld 93/142

**Niederschlagshöhen
nach KOSTRA-DWD 2020**

Rasterfeld:	Spalte 93	Zeile 142							
Ortsname:	Gemeinde Inden								
Bemerkung	BP 33 Freizeitzentrum Goltsteinkuppe								
Zeitspanne:	Januar - Dezember								
Dauerstufe	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	4,9	6,1	6,8	7,7	9,1	10,5	11,4	12,6	14,3
10 min	7,2	8,9	9,9	11,3	13,3	15,3	16,7	18,4	20,9
15 min	8,7	10,7	11,9	13,6	16,0	18,4	20,0	22,1	25,2
20 min	9,7	12,0	13,4	15,3	18,0	20,7	22,5	24,9	28,3
30 min	11,3	13,9	15,6	17,7	20,8	24,0	26,1	28,9	32,8
45 min	12,9	15,9	17,8	20,2	23,8	27,5	29,8	33,0	37,3
60 min	14,1	17,4	19,4	22,1	26,0	30,0	32,6	36,0	40,9
90 min	15,8	19,5	21,8	24,8	29,2	33,7	36,6	40,4	46,0
2 h	17,1	21,1	23,6	26,9	31,6	36,4	39,6	43,8	49,7
3 h	19,0	23,5	26,3	29,9	35,1	40,5	44,1	48,7	55,3
4 h	20,5	25,3	28,3	32,2	37,8	43,6	47,5	52,4	59,6
6 h	22,7	28,0	31,3	35,7	41,9	48,3	52,6	58,1	66,0
9 h	25,1	31,0	34,6	39,4	46,3	53,5	58,1	64,2	73,0
12 h	26,9	33,3	37,2	42,3	49,7	57,4	62,4	68,9	78,3
18 h	29,7	36,7	41,0	46,7	54,9	63,3	68,8	76,1	86,5
24 h	31,9	39,4	44,0	50,1	58,9	67,9	73,8	81,6	92,7
48 h	37,7	46,5	52,0	59,2	69,6	10,5	87,3	96,4	109,6
72 h	41,5	51,3	57,3	65,3	76,7	15,3	96,2	106,3	120,8

Legende:

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

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,50	14,80	31,00	44,00
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	24,80	45,20	77,60	92,90

Tabelle 6: Niederschlagsspende Kostra-DWD 2020 für Inden Rasterfeld 93/142

Niederschlagsspenden

auf Grundlagen der KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagshöhen

Rasterfeld:	Spalte 93	Zeile 142
Ortsname:	Gemeinde Inden	
Bemerkung	BP 33 Freizeitzentrum Goltsteinkuppe	
Zeitspanne:	Januar - Dezember	

Berechnet nach:

$$rN(D, T) = F(D) \cdot hN(D, T_n)$$

mit Umrechnungsfaktor $F(D) = (166,66/D)$

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	163,3	203,3	226,7	256,7	303,3	350,0	380,0	420,0	476,7
10 min	120,0	148,3	165,0	188,3	221,7	255,0	278,3	306,7	348,3
15 min	96,7	118,9	132,2	151,1	177,8	204,4	222,2	245,6	280,0
20 min	80,8	100,0	111,7	127,5	150,0	172,5	187,5	207,5	235,8
30 min	62,8	77,2	86,7	98,3	115,6	133,3	145,0	160,6	182,2
45 min	47,8	58,9	65,9	74,8	88,1	101,9	110,4	122,2	138,9
60 min	39,2	48,3	53,9	61,4	72,2	83,3	90,6	100,0	113,6
90 min	29,3	36,1	40,4	45,9	54,1	62,4	67,8	74,8	85,2
2 h	23,8	29,3	32,8	37,4	43,9	50,6	55,0	60,8	69,0
3 h	17,6	21,8	24,4	27,7	32,5	37,5	40,8	45,1	51,2
4 h	14,2	17,6	19,7	22,4	26,3	30,3	33,0	36,4	41,4
6 h	10,5	13,0	14,5	16,5	19,4	22,4	24,4	26,9	30,6
9 h	7,7	9,6	10,7	12,2	14,3	16,5	17,9	19,8	22,5
12 h	6,2	7,7	8,6	9,8	11,5	13,3	14,4	15,9	18,1
18 h	4,6	5,7	6,3	7,2	8,5	9,8	10,6	11,7	13,3
24 h	3,7	4,6	5,1	5,8	6,8	7,9	8,5	9,4	10,7
48 h	2,2	2,7	3,0	3,4	4,0	4,6	5,1	5,6	6,3
72 h	1,6	2,0	2,2	2,5	3,0	3,4	3,7	4,1	4,7

Legende:

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

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,50	14,80	31,00	44,00
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	24,80	45,20	77,60	92,90

3.6 Hydrogeologische Erkundung

Am 01. Februar 2022 wurden hydrogeologische Erkundungen von Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG durchgeführt, um den anstehenden Boden zu untersuchen und die Durchlässigkeit zu bestimmen. Nach den Untersuchungen wurde festgestellt, dass **eine Versickerung aufgrund der vorherrschenden Bodenverhältnisse nicht möglich** ist. Insgesamt wurden neun Rammkernbohrungen bis zu einer Tiefe von 5,0 m bis 9,0 m unter GOK abgeteuft und vor Ort beprobt.

Die Auswertung der Versickerungsversuche ergab Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 2,8 \times 10^{-6}$ m/s und $k_f < 3,9 \times 10^{-8}$ m/s. Gemäß DWA-A 138 muss bei Feldmethoden ein Korrekturfaktor von 2 verwendet werden, um den Bemessung- k_f -Wert festzulegen.

Der korrigierte Durchlässigkeitsbeiwert der Versickerungsversuche ist daher wie folgt anzugeben: $k_{cal, VV1} = 5,6 \times 10^{-6}$ m/s, $k_{cal, VV2} < 1,2 \times 10^{-7}$ m/s, $k_{cal, VV3} < 7,8 \times 10^{-8}$ m/s und $k_{cal, VV4} = 8,6 \times 10^{-7}$ m/s. Diese Werte erlauben keine gezielte Versickerung gemäß DWA-A 138 ($k_f \geq 1 \times 10^{-6}$ m/s).

Die Versuche VV2 und VV3 wurden aufgrund der praktisch nicht vorhandenen Versickerung nach einiger Zeit abgebrochen. [2]

In den abgeteuften Bohrungen wurde keine Grundwasser- oder Schichtwasserführung festgestellt. Die Auswertung gemäß Kartenwerk (alte Pegeldata von 1953) ergab nach der hydrogeologischen Erkundung von Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG einen minimalen Flurabstand (zur niedrigsten Geländeoberkante) zum Grundwasser von 35 m im Projektgebiet.

3.7 Vorgaben Schmutzwasser

In Anlehnung an die DWA-A 118 wird für die Dimensionierung der Schmutzwasserkanäle der flächenspezifische Ansatz für betriebliche Schmutzwasserabflussspenden (q_G) übernommen:

Betriebe mit hohem Wasserverbrauch

$q_G = 0,5 \text{ bis } 1,0 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ (DWA-A 118, Kap. 4.1.2.2 Betriebliches Schmutzwasser, S. 11 ff.)

→ gewählt: $0,5 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

Der betriebliche Schmutzwasserabfluss berechnet sich somit zu:

$$Q_G = q_G \cdot A_{E,k,2} = 0,5 \cdot 3,3473 = 1,7 \text{ l/s}$$

Mit:

q_G betriebliche Schmutzwasserabflussspende in l/(s·ha)

$A_{E,k,2}$ Fläche der durch die Kanalisation erfassten Gewerbe- und Industriegebiete in ha

4 Maßnahmenuntersuchung

Im Rahmen der Untersuchung der Maßnahmen wird zunächst die grundsätzliche Durchführbarkeit verschiedener Entwässerungsansätze geprüft. Anschließend werden die umsetzbaren Ansätze konkretisiert.

Der Fokus liegt zunächst auf Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagsabflusses. Durchlässige Oberflächen und Gründächer bieten hierfür besonders gute Möglichkeiten.

Bereits im Kapitel 6.4 "Grünfestsetzungen" der Begründung zum Aufstellungsbeschluss des Bebauungsplans Nr. 33, 3. Änderung "Freizeitzentrum Goltsteinkuppe" vom März 2021 [3] wurde festgehalten, dass Dächer von baulichen Anlagen mit einer Grundfläche größer als 1.000 m² extensiv begrünt werden müssen, um den Charakter der Grünfläche des Haldenplateaus zu erhalten.

Darüber hinaus sollten im Sinne einer naturnahen Niederschlagswasserbewirtschaftung Maßnahmen wie Niederschlagswassernutzung, -verdunstung und -versickerung in Betracht gezogen werden.

In Bezug auf die Nutzung von Niederschlagswasser sollten Anlagen zur Speicherung (wie Teiche, Zisternen, etc.) in Betracht gezogen werden, die das Wasser für einen längeren Zeitraum vorhalten können. Für Niederschlagswasser, das darüber hinaus nicht gespeichert werden kann oder soll, ist eine Beseitigung vorzusehen. Diese kann in Form von Versickerung und/oder Einleitung sichergestellt werden.

Aufgrund der Bodenverhältnisse im Plangebiet ist eine gezielte Versickerung nicht möglich, weshalb entsprechende Maßnahmen nicht weiter untersucht werden. Jedoch sind Maßnahmen zur flächigen, ungezielten Versickerung gemäß dem hydrogeologischen Gutachten grundsätzlich auf dem gesamten Gelände möglich.

Die Überlegung, das Niederschlagswasser von den Dach- und Hofflächen in den umlaufenden Graben einzuleiten, wurde verworfen, da bei Rückfrage bei der Unteren Wasserbehörde des Kreises Düren darauf hingewiesen wurde, dass eine Einleitung von gesammeltem Niederschlagswasser in den umliegenden Graben den Gewässerstatus verändern würde.

Prinzipiell ist eine gedrosselte Einleitung in den vorhandenen Kanal denkbar, sollte jedoch nach den Vorgaben des Bauherrn möglichst vermieden werden.

4.1 Gründach

Dachbegrünung trägt dazu bei, den Abfluss zu verringern und den Wasserhaushalt zu stabilisieren. Bevor das Niederschlagswasser gespeichert wird, wird angestrebt, eine möglichst hohe Verdunstung zu erreichen, wobei die Verdunstungsrate und das Rückhaltepotenzial von der Aufbaudicke der Substratschicht abhängen.

Laut Tabelle 1 der DWA-A 118 ist bei extensiv begrünten Dachflächen mit einer Neigung von $\leq 15^\circ$ und einer Aufbaudicke von unter 10 cm ein mittlerer Abflussbeiwert von 0,5 anzunehmen. Bei einer Aufbaudicke von über 10 cm ist der Abflussbeiwert bei gleichbleibender Dachneigung auf 0,3 zu reduzieren [4].

Gemäß dem Aufstellungsbeschluss des Bebauungsplans Nr. 33, 3. Änderung [3] sind für Gebäude mit einer Grundfläche von mehr als 1.000 m² extensiv begrünte Dächer vorgesehen. Aufgrund der begrenzten Möglichkeiten zur Regenwasserbeseitigung wird eine extensive Dachbegrünung mit einer Aufbaudicke von ≥ 10 cm empfohlen. Dadurch kann die abflusswirksame Fläche von einer unbegrünten Dachfläche von 6.650 m² auf 1.995 m² bei extensiver Dachbegrünung mit einem Aufbau von ≥ 10 cm reduziert werden.

4.2 Niederschlagsspeicherung Regenrückhaltebecken/Regenüberlaufbecken

Sowohl ein Regenrückhaltebecken als auch ein Regenüberlaufbecken bieten die Möglichkeit zur Speicherung von Niederschlagswasser von den Dachflächen. Gemäß den Vorgaben der Gemeinde Inden sollte möglichst kein Niederschlagswasser in den vorhandenen Mischwasserkanal eingeleitet werden. Aufgrund der schlechten k_f -Werte für die Bemessung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 [5] kann keine Versickerungsrate für eine gezielte Versickerung angesetzt werden. Daher wurde Q_{Dr} in der Berechnung des erforderlichen Rückhaltevolumens auf 0 l/s angesetzt.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des Entwässerungskonzepts keine Angaben zur tatsächlichen Größe der geplanten Bebauung vorlagen, wurden für die Berechnungen die gesamten Größen der Baufelder angesetzt. Die reduzierte Fläche beträgt etwa 2.531 m² (siehe Tabelle 8) und erfordert ein Rückhaltevolumen von etwa 226,3 m³ für ein 10-jährliches Niederschlagsereignis (siehe Tabelle 10).

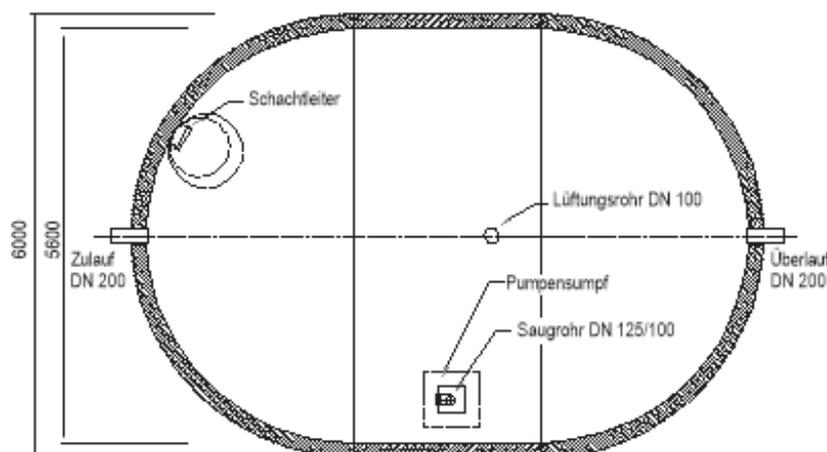


Abbildung 2: Grundriss Zisterne (z.B. Mall-Löschwasserbehälter, LW 100)

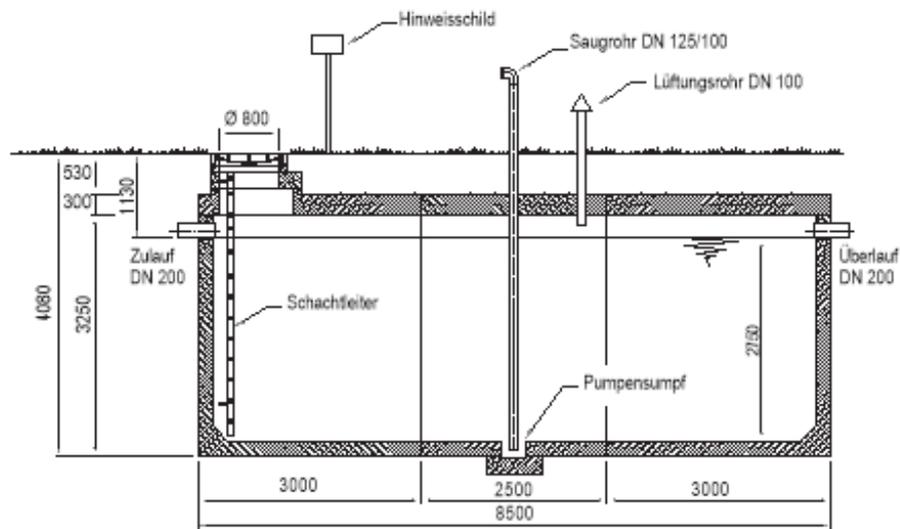


Abbildung 3: Schnitt Zisterne

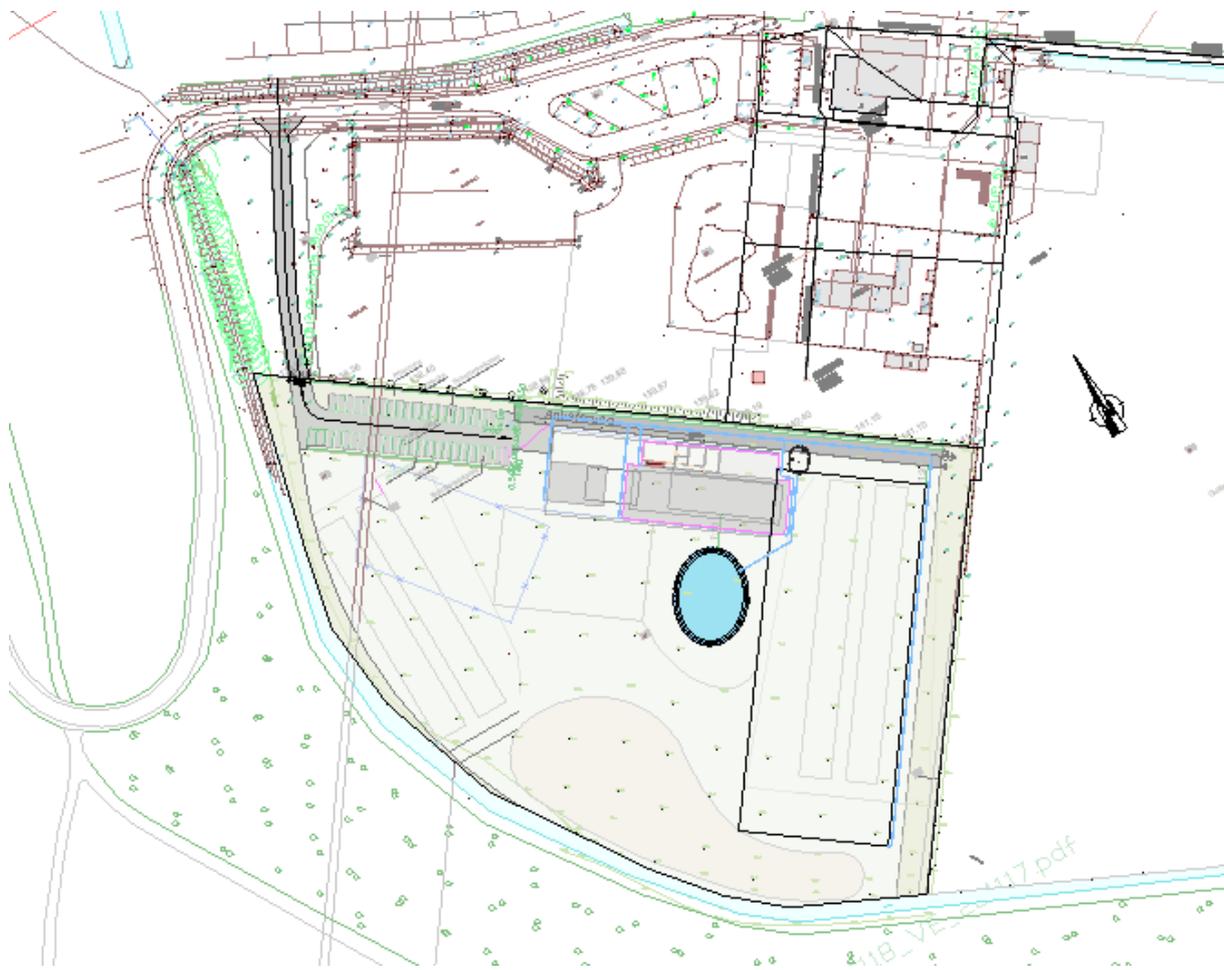


Abbildung 4: Lageplan Entwässerung

Da sich der Ablauf des Regenrückhaltebeckens 1,13 m unterhalb des Geländeoberkante (GOK) befindet und die Zulaufleitung zum Regenüberlaufbecken eine Länge von 38 m und ein Gefälle von 5 ‰ aufweist, wird der Zulauf zum RÜB 1,32 m unterhalb von GOK sein.

Bei einer Beckentiefe von 1,32 m und einer Fläche von 536 m² (mit einer Böschungsneigung von 1:1,5) ergibt sich nach der Formel für einen elliptischen Kübel ein Beckenvolumen von 589,5 m³. Bei einem vorgesehenen Volumen von 50 m³ im Regenrückhaltebecken wird somit ein Rückhaltevolumen von 176,3 m³ im Regenüberlaufbecken in Anspruch genommen.

4.3 Niederschlagsbeseitigung Versickerung/Einleitung

Um eine kontinuierliche Füllung des Regenüberlaufbeckens und somit dessen Übertritt zu verhindern und um Rückhalteräume für seltener auftretende Regenereignisse freizuhalten, sollten Möglichkeiten zur Niederschlagsbeseitigung in Form von Flächenversickerung oder Einleitung in den Kanal untersucht werden. Dabei sollte ein Abschlag vorgesehen werden, sobald das Regenüberlaufbecken einen festzulegenden Pegel erreicht.

Grundsätzlich ist laut geotechnischem Bericht eine flächige (ungezielte) Versickerung auf dem gesamten Gelände möglich. Bei einer zur Verfügung stehenden Fläche von etwa 17.300 m² (Gesamtfläche abzüglich Baufeld Nord/Süd und Fläche des Regenüberlaufbeckens) ist davon auszugehen, dass diese Maßnahme allein bereits ausreichend ist. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass das gespeicherte Niederschlagswasser zur Bewässerung der Grünanlagen genutzt wird und kontinuierlich verdunstet. Daher ist damit zu rechnen, dass das Rückhaltesystem in der Regel Wasser deutlich unter dem festzulegenden Pegel führen wird.

Zur Gewährleistung einer sicheren Entwässerung besteht darüber hinaus die Möglichkeit einer gedrosselten Einleitung in den vorhandenen Kanal. Im Rahmen der Entwässerungsplanung ist nachzuweisen, inwieweit diese zusätzliche Einleitung in den vorhandenen Kanal erforderlich ist.

5 Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge

5.1 100-jährliches Regenereignis

Die Entwässerungselemente zur Niederschlagswassernutzung, -verdunstung und -versickerung wurden auf ein 10-jährliches Regenereignis ausgelegt. Für den Fall eines extremen Regenereignisses muss jedoch auch der schadlose Rückhalt eines 100-jährlichen Regenereignisses nachgewiesen werden. Hierfür wurden die Flächen aus Tabelle 9 (Gründächer Abflussbeiwert 1,0) als Grundlage für die Berechnung des Rückstauvolumens verwendet.

Das vordimensionierte Regenüberlaufbecken aus Abschnitt 4.2 hat ein Volumen von 589,5 m³ (siehe Tabelle12). Davon sind 176,3 m³ für die längere Speicherung von Wasser zur Nutzung vorgesehen, sodass ein Rest-Rückhaltevolumen von 413,2 m³ zur Verfügung steht. Zur Gewährleistung dieses Rückhaltevolumens sind geeignete Niederschlagsbeseitigungsmaßnahmen erforderlich (siehe Abschnitt 4.3). Um ein Überlaufen des Regenüberlaufbeckens bei einem 100-jährlichen Regenereignis zu verhindern, muss eine Drosselabgabe von 6 l/s (notwendiges Volumen für den Rückhalt: 397,2 m³) gewährleistet werden (siehe Tabelle12).

Diese Drosselabgabe kann durch Einleitung auf den anstehenden Golfplatz erfolgen, sodass dieser als zusätzlicher Retentionsraum im Starkregenfall genutzt wird. Bei einer Fläche von ca. 50.000 m² würde das eingeleitete Wasser zu einem vernachlässigbaren zusätzlichen Einstau führen. Dabei ist zu beachten, dass das Niederschlagswasser so eingeleitet wird, dass es nicht zu einem Abfluss zum Fuß des Berges führt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer gedrosselten Einleitung in den vorhandenen Kanal. Im Rahmen der Entwässerungsplanung ist jedoch nachzuweisen, ob diese zusätzliche Einleitung in den vorhandenen Kanal erforderlich ist.

6 Empfehlung

Im Rahmen der Entwässerungsstudie für den Bebauungsplan Nr. 33 "Freizeitzentrum Goltsteinkuppe" wird folgende Entwässerungslösung empfohlen:

Hinsichtlich der Dachflächen sollten Gründächer auch für Dachflächen mit einer Fläche $\leq 1.000 \text{ m}^2$ vorgesehen werden. Ein empfohlener Gründachaufbau von $\geq 10 \text{ cm}$ trägt wesentlich zur Reduktion des Niederschlagsabflusses bei.

Das gesammelte Regenwasser von den Dachflächen sollte zur weiteren Nutzung, z.B. Bewässerung der Grünanlagen, in Regenrückhalte- und -überlaufbecken gespeichert werden. Überschüssiges Wasser ist flächig (ungezielt) auf den unbefestigten Flächen zu versickern, um den Rückhalteraum für Starkregenereignisse sicherzustellen.

Für den Fall eines 100-jährlichen Regenereignisses wird empfohlen, die Grünflächen (Golfplatz) als Retentionsraum zu nutzen.

Im Rahmen der weiteren Planung ist zu prüfen, ob eine Notentlastung in den vorhandenen Kanal notwendig ist.

Literaturverzeichnis

- [1] *RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*, Düsseldorf, 2004.
- [2] A. Görner, „Geotechnischer Bericht über den Baugrund und seine Wasserführung mit Beurteilung,“ Kramm Ingenieure GmbH & Co.KG, Aachen, 2022.
- [3] Noky & Simon, Stadtplaner, Umweltplaner, Landschaftsarchitekt, *Bebauungsplan Nr. 33, 3. Änderung 'Freizeitzentrum Goltsteinkuppe', Begründung zum Aufstellungsbeschluss*, Aachen, März 2021.
- [4] *DWA-A 118*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2006.
- [5] *DWA-A 117*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2006.
- [6] *DWA-A 138-1*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2020.
- [7] *DWA-A 138*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2005.
- [8] *DWA-A 102-2*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2020.
- [9] *Niederschlagsentwässerung von Verkehrsflächen*, Düsseldorf: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014.
- [10] „www.vulkatec.de,“ Vulkatec Riebensahm GmbH, [Online]. Available: <https://www.vulkatec.de/media/pdf/b8/e8/cb/Baumrigolen.pdf>. [Zugriff am 14 10 2022].
- [11] *DWA-A 153*, Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2007.
- [12] *DIN EN 16941-1: Vor-Ort-Anlagen für Nicht-Trinkwasser - Teil 1: Anlagen für die Verwendung von Regenwasser*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2022.
- [13] *DIN, 1986-100*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2016.

Anhang A: Berechnungen

Aus der 3. Änderung zum Bebauungsplan Nr. 33 „Freizeitzentrum Goltsteinkuppe“ geht folgende Flächenaufteilung hervor:

- Teilfläche F+S 2 2.866 m²
 - Teilfläche F+S 4 24.508 m²
 - Teilfläche G 1.791 m²
 - Teilfläche T 2.855 m²
 - Teilfläche W 1.453 m²
- Summe 33.473 m²**

A1 Gründach

Tabelle 7: Varianten zur Dachbegrünung

Bezeichnung	Angeschlossene Fläche in m ²	Abflussbeiwert	Abflusswirksame Fläche in m ²
Variante Dach 1			
Dachflächen unbegrünt	6.650	1,00	6.650
Summe			6.650
Variante Dach 2			
Gründach unter 10 cm	6.650	0,50	3.325
Summe			3.325
Variante Dach 3			
Gründach über 10 cm	6.650	0,30	1.995
Summe			1.995

Tabelle 8: Flächenaufteilung gem. BP33 und Begrünung zum BP33 für n=0,1 1/a

Flächenbezeichnung	Flächengröße in m ²	Abflussbeiwert ψ_m	Reduzierte Fläche A _{E,red} in m ²
Baufeld Süd	4.950	0,3	1.485
Baufeld Nord	1.700	0,3	510
Summe Gründachfläche	6.650		1.995
Fläche Regenüberlaufbecken	536	1,0	536
Summe Fläche	7.186		2.531

Tabelle 9: Flächenaufteilung gem. BP33 und Begrünung zum BP33 für n=0,01 1/a

Flächenbezeichnung	Flächengröße in m ²	Abflussbeiwert ψ_m	Reduzierte Fläche A _{E,red} in m ²
Baufeld Süd	4.950	1,0	4.950
Baufeld Nord	1.700	1,0	1.700
Summe Gründachfläche	6.650		6.650
Fläche Regenüberlaufbecken	536	1,0	536
Summe Fläche	7.186		7.186

A2 Regenerückhaltebecken i.V.m. Regenüberlaufbecke

Tabelle10: Erforderliches Rückhaltevolumen - gem. Tabelle 8, $n=0,1$ 1/a

D	T	r_N l/(s*ha)	A_{red}		Q_{Dr}		f_z	$V_{Rück}$ m ³
	min		m ²	ha	l/s	m ³		
5 min	5	303,3	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	26,5
10 min	10	221,7	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	38,7
15 min	15	177,8	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	46,6
20 min	20	150,0	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	52,4
30 min	30	115,6	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	60,6
45 min	45	88,1	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	69,2
60 min	60	72,2	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	75,7
90 min	90	54,1	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	85,0
2,0 h	120	43,9	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	92,0
3,0 h	180	32,5	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	102,2
4,0 h	240	26,3	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	110,2
6,0 h	360	19,4	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	122,0
9,0 h	540	14,3	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	134,9
12,0 h	720	11,5	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	144,6
18,0 h	1080	8,5	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	160,3
24,0 h	1440	6,8	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	171,0
48,0 h	2880	4,0	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	201,2
72,0 h	4320	3,0	2.531	0,253	0,0	0,0	1,15	226,3

Berechnung der erforderlichen Beckentiefe (für $n = 0,1$ 1/a) mit der Formel für einen elliptischen Kübel, wenn für die Zisterne ein maximales Volumen von 50 m³ gewählt wird:

$$V_{RÜB} = V_{erf.} - V_{Zisterne} = 226,3 - 50 = \mathbf{176,3 \text{ m}^3}$$

$$V = \frac{h \cdot \pi}{6} \cdot [(2a + a_1) \cdot b + (2a_1 + a) \cdot b_1]$$

Mit:

$h =$ Beckentiefe – 20 cm Freibord

$a/b =$ Sekundär-/Hauptradius vom Beckenmittelpunkt bis maximaler Einstau

$a_1/b_1 =$ $a/b - h \cdot 1,5$ (Böschungsneigung 1:1,5)

Tabelle11: Berechnung der erforderlichen Beckentiefe

Beckentiefe m	h m	a m	a1 m	b m	b1 m	V m ³
0,500	0,300	11,26	10,81	14,80	14,35	151,6
0,520	0,320	11,26	10,78	14,80	14,32	161,3
0,530	0,330	11,26	10,77	14,80	14,31	166,2
0,540	0,340	11,26	10,75	14,80	13,75	167,8
0,550	0,350	11,26	10,74	14,80	14,28	175,8
0,551	0,351	11,26	10,73	14,80	14,27	176,3

Tabelle12: Erforderliches Rückhaltevolumen - gem. Tabelle 8, $n=0,01$ 1/a

D	T	r_N l/(s*ha)	A_{red}		Q_{Dr}		f_z	$V_{Rück}$ m ³
	min		m ²	ha	l/s	m ³		
5 min	5	476,7	7.186	0,719	6,0	1,8	1,15	116,1
10 min	10	348,3	7.186	0,719	6,0	3,6	1,15	168,6
15 min	15	280	7.186	0,719	6,0	5,4	1,15	202,0
20 min	20	235,8	7.186	0,719	6,0	7,2	1,15	225,6
30 min	30	182,2	7.186	0,719	6,0	10,8	1,15	258,6
45 min	45	138,9	7.186	0,719	6,0	16,2	1,15	291,3
60 min	60	113,6	7.186	0,719	6,0	21,6	1,15	313,1
90 min	90	85,2	7.186	0,719	6,0	32,4	1,15	342,9
2,0 h	120	69	7.186	0,719	6,0	43,2	1,15	360,9
3,0 h	180	51,2	7.186	0,719	6,0	64,8	1,15	382,4
4,0 h	240	41,4	7.186	0,719	6,0	86,4	1,15	393,3
6,0 h	360	30,6	7.186	0,719	6,0	129,6	1,15	397,2
9,0 h	540	22,5	7.186	0,719	6,0	194,4	1,15	378,9
12,0 h	720	18,1	7.186	0,719	6,0	259,2	1,15	348,1
18,0 h	1080	13,3	7.186	0,719	6,0	388,8	1,15	265,1
24,0 h	1440	10,7	7.186	0,719	6,0	518,4	1,15	167,8
48,0 h	2880	6,3	7.186	0,719	6,0	1036,8	1,15	-292,7
72,0 h	4320	4,7	7.186	0,719	6,0	1555,2	1,15	-781,7

Berechnung der erforderlichen Beckentiefe (für $n = 0,01$ 1/a) mit der Formel für einen elliptischen Küberl:

$$V = \frac{h \cdot \pi}{6} \cdot [(2a + a_1) \cdot b + (2a_1 + a) \cdot b_1]$$

Mit:

h = Beckentiefe

a/b = Sekundär-/Hauptradius vom Beckenmittelpunkt bis maximaler Einstau

a_1/b_1 = $a/b - h \cdot 1,5$ (Böschungsneigung 1:1,5)

Tabelle13: Berechnung der erforderlichen Beckentiefe

Beckentiefe m	h m	a m	a_1 m	b m	b_1 m	V m ³
0,551	0,351	11,26	10,73	14,80	14,27	176,3
1,320	1,320	11,26	9,28	14,80	12,82	589,5

A3 Überflutungsnachweis

Tabelle14: Berechnung der reduzierten Fläche

Flächenbezeichnung	Flächen- größe in m ²	Spitzen- abfluss- beiwert C _s	Reduzierte Fläche A _{E,red} in m ²	Mittlerer Abfluss- beiwert C _m	Reduzierte Fläche A _{E,red} in m ²
Baufenster Süd (Gründach)	4.950,00	0,5	2.475,00	0,3	1.485,00
Baufenster Nord (Gründach)	1.700,00	0,5	850,00	0,3	510,00
Restaurant vorh. (Flachdach, Kies)	523,25	1,0	523,25	0,8	418,60
Aussichtsturm vorh. (vgl. Flachdach, Metall, Glas)	173,57	1,0	173,57	0,9	156,21
Summe der Dachflächen	7.346,82		4.021,82		2.569,81
Schotterrasenfläche gepl.	2.000,00	0,3	600,00	0,2	400,00
Minigolfanlage vorh. (Plätze, Asphalt)	1.968,40	1,0	1.968,40	0,7	1.377,88
Zuwegungen vorh. (Straßen/Wege, Asphalt)	2.501,12	1,0	2.501,12	0,9	2.251,01
Summe der Flächen außerhalb der Gebäude	6.469,52		5.069,52		4.028,89
Summe gesamte befestigte Fläche	13.816,34		9.091,34		6.598,70
Grünfläche (ohne Abfluss in das Entwässerungssystem)	19.656,66	0,0	0,00	0,0	0,0
Summe Fläche	33.473,00		9.091,34		6.598,70

A3.1 Überflutungsnachweis nach Gleichung 20

Zur Ermittlung der Regenspende für Gleichung 20 gilt nach DWA-A 118 Tabelle 4 für I = 1 % bis 4 % die maßgebende kürzeste Regendauer von 10 Minuten.

$$V_{\text{Rück}} = \frac{r_{D,30} \cdot A_{\text{ges}} - (r_{D,2} \cdot A_{\text{Dach}} \cdot C_{\text{Dach}} + r_{D,2} \cdot A_{\text{FaG}} \cdot C_{\text{FaG}}) \cdot D \cdot 60}{10.000 \cdot 1.000}$$

$$h = \frac{V_{\text{Rück}}}{A_{\text{FaG}}}$$

Tabelle15: Überflutungsnachweis nach Gl. 20

gesamte befestigte Fläche des Grundstücks	A _u	m ²	13.816
Dachfläche des Restaurants und des Aussichtsturmes	A _{Dach}	m ²	697
Abflussbeiwert der Dachflächen	C _{m,Dach}	-	0,8249
Gründachflächen	A _{Gründach}	m ²	6.650
Abflussbeiwert der Gründachflächen	C _{m,Gründach}	-	0,50
gesamte Fläche der Grün-/Dächer		m ²	4.022
Schotterrasenfläche	A _{SRF}	m ²	2.000
Abflussbeiwert der Schotterrasenfläche	C _{m,SRF}	-	0,30
Minigolfanlage	A _{Minigolf}	m ²	1.968
Abflussbeiwert der Minigolfanlage	C _{m,Minigolf}	-	1,00
Zuwegungen	A _{Zuwegungen}	m ²	2.501
Abflussbeiwert der Zuwegungen	C _{m,Zuwegungen}	-	1,00
gesamte befestigte Fläche außerhalb von Gebäuden	A _{FaG}	m ²	5.070

Ergebnisse:

Regenwassermenge für D = 10 min, T = 30 Jahre	V _{Rück,r(10,30)}	m ³	149,8
zurückzuhaltende Regenwassermenge	V_{Rück}	m³	149,8
Abschätzung der Einstauhöhe auf ebener Fläche	h	m	0,023

A3.2 Überflutungsnachweis nach Gleichung 22

$$V_{\text{Rück}} = \left(\frac{r_{D,T} \cdot A_u}{10.000} \right) \cdot D \cdot f_z \cdot 0,06 - D \cdot f_z \cdot Q_{\text{Dr}} \cdot 0,06$$

Vergleich der Ergebnisse aus den Gleichungen 20 und 22

Gleichung 20: $V_{\text{Rück}} = 144,9 \text{ m}^3$

Gleichung 21: $V_{\text{Rück}} = 226,0 \text{ m}^3$