

Entwässerungskonzept
Niederschlagswasserbeseitigung
Porsche Zentrum und Bürogebäude

Entwässerungskonzept

für die Niederschlagswasserbeseitigung
des Porsche Zentrums und eines Bürogebäudes
(Überarbeitung gemäß Änderung Dezember 2016)

Auftraggeber:

Gerhard von Raffay

Immobilien-Entwicklungsgesellschaft mbH

[REDACTED]

[REDACTED]

Aufgestellt:

Masuch + Olbrisch Ingenieurgesellschaft mbH

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Projektnummer: **15-260**

Stand: **27. August 2019**

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung	1
2.	Lagebeschreibung	1
3.	Darstellung des Entwässerungskonzeptes	1
3.1	Gewählte Lösung	1
3.2	Ermittlung des Rückhaltevolumens	2
3.2.1	Nachweis des Speichervolumens	2
4.	Kostenansatz	3
5.	Zusammenfassung	5
6.	Anlagen	6
6.1	Lageplan Entwässerungskonzept	6
6.2	Auszug KOSTRA-DWD 2000	6
6.3	Ermittlung des Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 – Porsche Zentrum	6
6.4	Ermittlung des Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 – Bürogebäude	6

1. Veranlassung

Die Gerhard von Raffay/Hans-Werner Maas Immobilien-Entwicklungsgesellschaft GmbH mit Sitz am Alsterufer 34 in 20354 Hamburg plant den Bau des Porsche Zentrums und eines Bürogebäudes auf dem Grundstück Fl.-Nr. 953 im Hamburger Stadtteil Hohenfelde.

Die Masuch und Olbrisch Ingenieurgesellschaft mbH (im folgenden M+O genannt) wurde mit dem Schreiben vom 20.04.2015 mit der Erstellung eines Entwässerungskonzeptes beauftragt. Dieses Entwässerungskonzept wird im Zuge der Planfeststellung des Bebauungsplanes „Hohenfelde 10“ erstellt.

2. Lagebeschreibung

Das Grundstück FL.-Nr. 953 liegt ca. 1,0 km östlich des Hamburger Hauptbahnhofes im Hamburger Stadtteil Hohenfelde im Dreieck zwischen der Lübecker Straße, der Wallstraße und dem Steinhauerdamm.

Derzeit befindet sich eine Schule auf dem betreffenden Grundstück. Diese Schule wird im Rahmen der Bebauung des Grundstückes Fl.-Nr. 953 abgerissen.

3. Darstellung des Entwässerungskonzeptes

3.1 Gewählte Lösung

Zur Niederschlagswasserableitung auf dem Grundstück Fl.-Nr. 953 ist vorgesehen, das auf den Dach- (begrünt) und Hofflächen anfallende Niederschlagswasser über Regenwasserkanäle zu fassen und unterirdischen Regenrückhaltungen zuzuführen. Das anfallende Niederschlagswasser wird aus den Regenrückhaltungen gedrosselt in das öffentliche Sietnetz der Stadt Hamburg abgeleitet. Es werden jeweils Rückhaltungen für die zwei Grundstücksbereiche (Porsche Zentrum und Bürogebäude) des Grundstückes Fl.-Nr. 953 vorgesehen, um entwässerungstechnisch eine Teilung des Grundstückes zu ermöglichen.

Die Bemessung der Regenwasserkanäle erfolgt im weiteren Planungsverlauf.

Für die Lage der Regenfallrohre an den Gebäuden wurden für dieses Konzept vorerst Annahmen getroffen. Die genaue Lage der Regenfallrohre ist im weiteren Planungsverlauf festzulegen.

Der Grundstücksbereich des Bürogebäudes wird unterkellert. Im Zuge der Vor- und Entwurfsplanung für die Rückhaltung dieses Grundstücksbereiches ist darauf entsprechend einzugehen und die Lage der Rückhaltung gegebenenfalls zu verändern.

3.2 Ermittlung des Rückhaltevolumens

Das notwendige Rückhaltevolumen wurde auf Grundlage der an das Regenrückhaltebecken angeschlossenen Fläche (siehe Anlage 6.1 „Lageplan“) und der mit der Hamburger Stadtentwässerung abgestimmten Einleitungsmenge von max. 100,0 l/s ermittelt. Zur Bemessung des Rückhaltevolumens wurde der Drosselabfluss Q_{DR} mit 90,0 l/s angesetzt, um evtl. erforderliche Reserven für zusätzliche Einleitmengen, bspw. aus der Waschanlage im Porsche Zentrum und anfallendem Schmutzwasser, vorzuhalten.

Die Drosselwassermenge D_{DR} wurde anhand der jeweiligen Flächengröße der zwei Grundstücksbereiche aufgeteilt. Es stehen damit ca. 75,0 % des Drosselabflusses Q_{DR} für das Porsche Zentrums und ca. 25,0 % des Drosselabflusses für das Bürogebäude zur Verfügung.

Aufgrund der Höhe des geplanten Bürogebäudes (50,00 m) wurde der nach Westen gerichtete Teil der Fassade mit 50,0 % als abflusswirksam in Ansatz gebracht.

Zur Bemessung des erforderlichen Speichervolumens V_{eff} wurde gemäß DIN 1986-100 das 100-jährliche Regenereignis gewählt. Damit wird dem Sicherheitsaspekt (Tiefgaragen unter dem Porsche Zentrum und dem Bürogebäude) Sorge getragen.

Die Dachbegrünung ist für die Bemessung der Rückhaltung nicht relevant, da die Abminderungswerte nach DIN 1986-100 für Bemessungen mit Regenereignissen von größer $T=5$ a nicht mehr angesetzt werden.

Im weiteren Planungsverlauf können sich Änderungen der erforderlichen Volumina ergeben. Die angesetzten Jährlichkeiten bleiben dabei unverändert.

Hamburg Wasser gibt vor, dass in das Mischwassersiel DN 300 in der Wallstraße mit maximal 35,0 l/s und in das Mischwassersiel DN 300 im Steinhauerdamm mit mindestens 55,0 l/s eingeleitet werden muss.

3.2.1 Nachweis des Speichervolumens

Das erforderliche Speichervolumen zur Rückhaltung des 100-jährlichen Regenereignisses erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren gem. Arbeitsblatt DWA-A 117.

Die hydraulischen Berechnungen sind der Anlage 6.3 und 6.4 zu entnehmen.

Porsche Zentrum $V_{RRB, \text{erforderlich}} = 161,96 \text{ m}^3 \rightarrow \text{ca. } 165,0 \text{ m}^3$

Bürogebäude $V_{RRB, \text{erforderlich}} = 166,28 \text{ m}^3 \rightarrow \text{ca. } 170,0 \text{ m}^3$

Die erforderlichen Volumina können dabei vollständig innerhalb der geplanten Rückhalteeinrichtungen zurückgehalten werden.

4. Kostenansatz

Porsche Zentrum

Leistung	Menge	Anzahl [Stk.]	Einheit	EP [€/Einh.]	Herstellungskosten
Regenwasserkanal DN300	95,0		m	300 €	28.500 €
Regenwasserrückhaltung	165,0	1,0	m ³	280 €	46.200 €
Drosselbauwerk		1,0		25.000 €	25.000 €
Anschluss an öffentl. Siel (vorh. Schacht)		1,0		5.000 €	5.000 €
Gesamtsumme (netto)					104.700 €
Baustelleneinrichtung	10 % der Herstellungskosten				10.470 €
Kleinleistung	5 % der Herstellungskosten				5.235 €
Gesamtkosten (netto)					120.405 €

Nicht enthalten sind folgende Leistungen:

- Kosten für Grunderwerb
- Untersuchung und Entsorgung von kontaminierten Böden
- Untersuchung und Entsorgung von pechhaltigem Straßenaufbruch
- erforderliche Leitungsverlegungen von Versorgern
- Honorare für Ingenieurleistungen
- Evtl. geforderte Ablösekosten
- Baufeldräumung des Erschließungsgeländes

Bürogebäude

Leistung	Menge	Anzahl [Stk.]	Einheit	EP [€/Einh.]	Herstellungskosten
Regenwasserkanal DN300	30,0		m	300 €	9.000 €
Regenwasserrückhaltung	170,0	1,0	m ³	280 €	47.600 €
Drosselbauwerk		1,0		25.000 €	25.000 €
Anschluss an öffentl. Siel (vorh. Schacht)		1,0		5.000 €	5.000 €
Gesamtsumme (netto)					86.600 €
Baustelleneinrichtung	10 % der Herstellungskosten				8.660 €
Kleinleistung	5 % der Herstellungskosten				4.330 €
Gesamtkosten (netto)					99.590 €

Nicht enthalten sind folgende Leistungen:

- Kosten für Grunderwerb
- Untersuchung und Entsorgung von kontaminierten Böden
- Untersuchung und Entsorgung von pechhaltigem Straßenaufbruch
- erforderliche Leitungsverlegungen von Versorgern
- Honorare für Ingenieurleistungen
- Evtl. geforderte Ablösekosten
- Baufeldräumung des Erschließungsgeländes

5. Zusammenfassung

M + O wurde mit der Erstellung eines Entwässerungskonzeptes für die Niederschlagswasserableitung des Porsche Zentrums und des dazugehörigen Bürogebäudes auf dem Grundstück Fl.-Nr. 953 im Hamburger Stadtteil Hohenfelde beauftragt.

Durch M + O wurden die notwendigen Rückhalteeinrichtungen geplant und Kostenansätze erstellt. Das zurückzuhaltende Gesamtvolumen ergibt sich zu ca. $V_{\text{erf}} = \text{ca. } 335,0 \text{ m}^3$.

Die voraussichtlichen Gesamtkosten ergeben sich zu netto ca. 219.995 €.

Oststeinbek, 27.08.2019



6. Anlagen

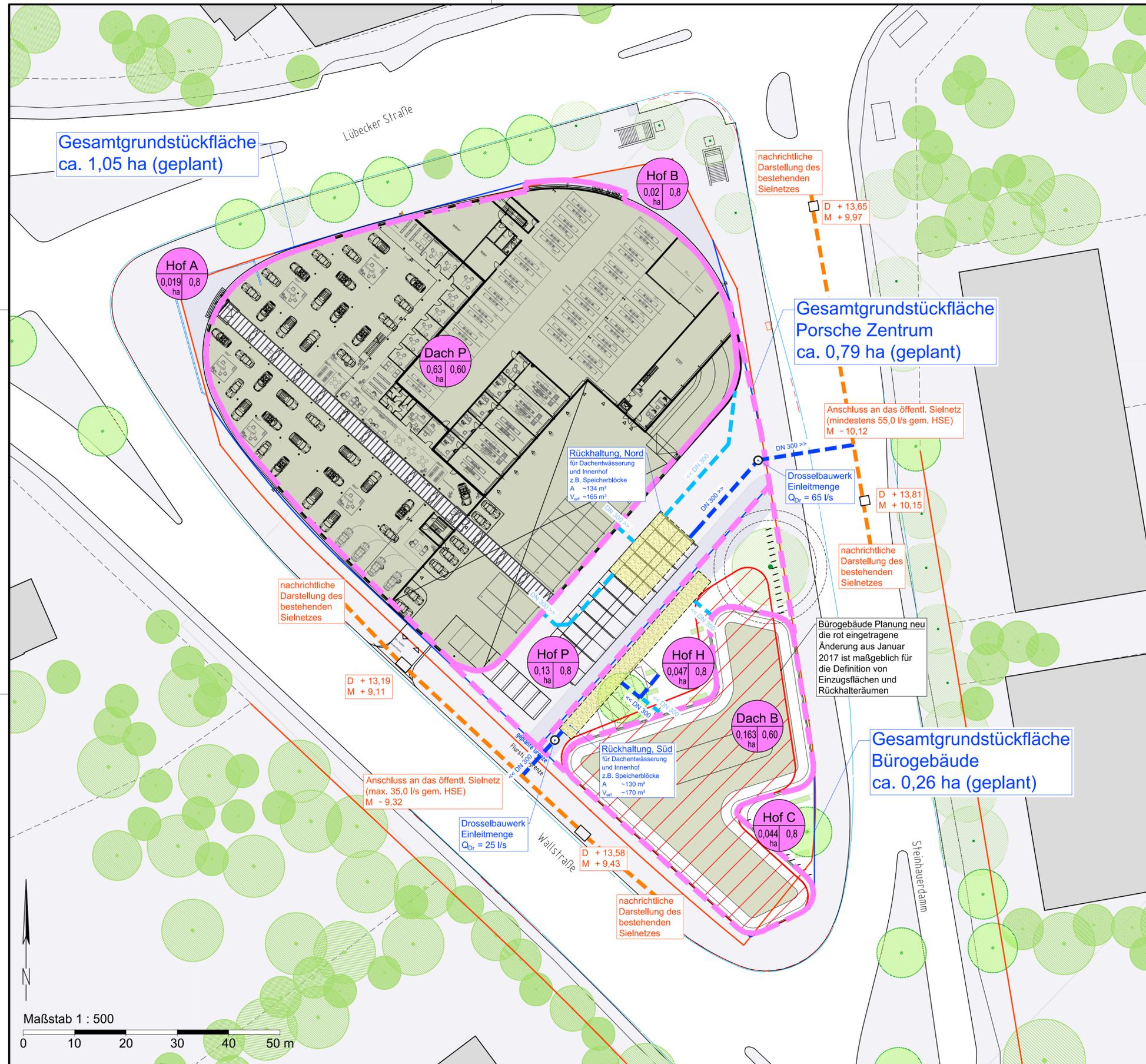
6.1 Lageplan Entwässerungskonzept

6.2 Auszug KOSTRA-DWD 2000

6.3 Ermittlung des Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 – Porsche Zentrum

6.4 Ermittlung des Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 – Bürogebäude





Gesamtgrundstückfläche
ca. 1,05 ha (geplant)

Gesamtgrundstückfläche
Porsche Zentrum
ca. 0,79 ha (geplant)

Gesamtgrundstückfläche
Bürogebäude
ca. 0,26 ha (geplant)

VERMESSUNGSGRUNDLAGE			
VERMESSER	SBI GmbH, Hamburg Hasselbrookstraße 33, 22089 Hamburg Tel. 04025 19 570	STAND VOM	04 / 2015
		HÖHENSYSTEM	NN
		LAGESYSTEM	ETRS89 GK 320
EINGEFÜGTE PLANUNTERLAGEN			
PLANINHALT	QUELLE / FACHPLANER	STAND VOM	
Bebauungsplan	Evers & Küssner, Hamburg	08.04.2015	
Gebäude Porsche	Habau GmbH, Heinsberg	15.04.2015	
Gebäude Bürohaus	gmp Architekten, Hamburg	24.04.2015	
Straßenplanung	IDS Ingenieurpartnerschaft Diercks Schröder, Hamburg	23.03.2015	

Anmerkung:

Die Lage der Rückhalteeinrichtungen ist im Zuge der weiteren Gebäudeplanung bei Bedarf zu optimieren und zu konkretisieren.

Gem. Stellungnahme der Hamburger Stadtentwässerung kann eine Ableitung von gefasstem Niederschlagswasser mit mindestens 55,0 l/s in das vorhandene Sied K 526/816 im Steinhauerdamm und mit maximal 35,0 l/s in das vorhandene Sied DN 300 die Wallstraße erfolgen.

Legende

- - - - gepl. Einzugsgebiet
- - - - gepl. Entwässerung (Parkplätze)
- - - - gepl. Entwässerung (Dach)
- gepl. Schacht mit Sonderfunktion
- - - - vorh. Mischwassersied
- gepl. Grundstücksgrenze (aus Vermessung)

INDEX	ÄNDERUNG	GEZEICHNET	DATUM
c	Vorflutpunkt Nordteil gem. HSE-Forderung angepasst		19.08.2019
b	Anpassung notwendiges Rückhaltevolumen gemäß Änderung der Bürogebäudefläche		16.01.2017
a	Rückhaltungen für geplante Gebäude separat aufgeteilt.		05.05.2015

BAUHERR	H.-W. Maas Immobilien		
MASSNAHME	Entwässerungskonzept für Niederschlagswasserbeseitigung des Porsche Zentrum und eines Bürogebäude		
PLANINHALT	Entwässerungskonzept		
LEISTUNGSPHASE	MASSSTAB	PLAN-NR.	PROJEKT-NR.
Konzept	1 : 500	1a	15-260
BEARBEITET	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
		30.04.2015	
			VERFASST

MASUCH + OLBRISCH
Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH



M:\WASSEBAU\15-260-Porsche-CAD\Legende\MO 15260_00_EV_LP_AnglEntwässerungskonzept\19.08.2019\13:53m.kmg



Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Hamburg

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 35 Zeile: 22

T	1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		30,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN										
5,0 min	4,7	156,9	6,0	200,3	7,7	257,8	9,0	301,2	10,3	344,7	11,1	370,1	12,1	402,1	13,4	445,6
10,0 min	7,5	124,2	9,4	155,9	11,9	197,8	13,8	229,4	15,7	261,1	16,8	279,7	18,2	303,0	20,1	334,7
15,0 min	9,3	102,8	11,6	129,1	14,8	163,9	17,1	190,3	19,5	216,6	20,9	232,0	22,6	251,4	25,0	277,8
20,0 min	10,5	87,7	13,3	110,8	17,0	141,3	19,7	164,4	22,5	187,5	24,1	201,0	26,2	218,1	28,9	241,2
30,0 min	12,2	67,7	15,7	86,9	20,2	112,3	23,7	131,5	27,1	150,8	29,2	162,0	31,7	176,1	35,2	195,4
45,0 min	13,6	50,5	18,0	66,5	23,7	87,6	28,0	103,6	32,3	119,5	34,8	128,9	38,0	140,6	42,3	156,6
60,0 min	14,5	40,3	19,5	54,3	26,2	72,8	31,3	86,8	36,3	100,8	39,2	109,0	43,0	119,3	48,0	133,3
90,0 min	16,0	29,7	21,4	39,6	28,5	52,7	33,8	62,6	39,2	72,5	42,3	78,3	46,2	85,6	51,6	95,5
2,0 h	17,2	24,0	22,8	31,7	30,2	41,9	35,8	49,7	41,3	57,4	44,6	61,9	48,7	67,6	54,3	75,4
3,0 h	19,1	17,7	25,0	23,1	32,8	30,4	38,7	35,9	44,6	41,3	48,1	44,5	52,4	48,6	58,4	54,0
4,0 h	20,5	14,2	26,7	18,5	34,8	24,2	41,0	28,5	47,1	32,7	50,8	35,2	55,3	38,4	61,5	42,7
6,0 h	22,7	10,5	29,2	13,5	37,9	17,5	44,4	20,6	50,9	23,6	54,8	25,4	59,6	27,6	66,1	30,6
9,0 h	25,1	7,8	32,1	9,9	41,2	12,7	48,1	14,9	55,1	17,0	59,1	18,3	64,2	19,8	71,2	22,0
12,0 h	27,0	6,3	34,2	7,9	43,8	10,1	51,0	11,8	58,2	13,5	62,5	14,5	67,8	15,7	75,0	17,4
18,0 h	29,8	4,6	37,7	5,8	48,2	7,4	56,1	8,7	64,1	9,9	68,7	10,6	74,6	11,5	82,5	12,7
24,0 h	32,5	3,8	41,2	4,8	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	75,0	8,7	81,3	9,4	90,0	10,4
48,0 h	37,5	2,2	46,9	2,7	59,3	3,4	68,8	4,0	78,2	4,5	83,7	4,8	90,6	5,2	100,0	5,8
72,0 h	45,0	1,7	54,8	2,1	67,7	2,6	77,5	3,0	87,3	3,4	93,0	3,6	100,2	3,9	110,0	4,2

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])

hN - Niederschlagshöhe (in [mm])

rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	9,25	14,50	27,00	32,50	37,50	45,00
100 a	25,00	48,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,

bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,

bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

15-260 Raffay/Maas

Entwässerung Porsche Zentrum und Bürogebäude - Porsche Zentrum

Bemessung von Regenrückhalteräumen

Bemessungsgrundlage: Arbeitsblatt DWA-A 117 - vereinfachtes Verfahren

Einzugsflächen

Art der Befestigung / Flächentyp	AE,k	ψ	Au
Dachfläche P	0,625 ha	1,00	0,625 ha
Hofffläche	0,129 ha	1,00	0,129 ha
Eingangsbereiche (Hof A-B)	0,039 ha	1,00	0,039 ha
			0,000 ha
			0,000 ha
			0,000 ha
Gesamtflächen / mittl. Abflußbeiwert	0,793 ha	1,00	0,793 ha

Grunddaten

vorgegebener Drosselabfluss (Q_{Dr,max})	65,000 l/s
vorgegebene Drosselabflußspende (q_{Dr,k})	
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen (Q_{Dr,v})	
Trockenwetterabfluss (Q_{t24})	

Berechnung

undurchlässige Fläche (Au)	0,793 ha
Drosselabfluss des RRB (Q_{Dr}) [$Q_{Dr} = (q_{Dr,k} * AE_{k}) + Q_{Dr,v}$]	65,000 l/s
Regenanteil der Drosselabflußspende bezogen auf Au (q_{Dr,R,u}) [$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{Dr,v} - Q_{t24}) / Au$]	81,936 l/(s*ha)
Fließzeit (tr)	1,0 min
Zuschlagsfaktor (fz)	1,00
Abminderungsfaktor (fa)	1,00
Überschreitungshäufigkeit (n = 1/T)	n = 0,010

erforderl. Rückhaltevolumen bei 100,0-jährlichem Regenereignis gem. Kostra-DWD2000

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * fz * fa * 0,06 \text{ [m}^3/\text{ha]}$$

$$V = V_{s,u} * Au \text{ [m}^3\text{]}$$

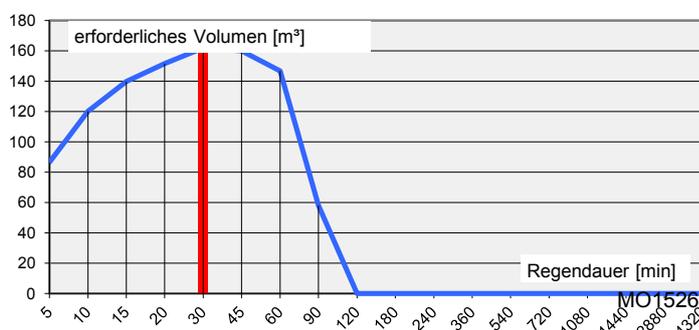
Dauerstufen (D)	zugehörige Regenspende (r)	Drosselabflußspende (q _{Dr,R,u})	Differenz zwischen r und q _{Dr,R,u}	spez. Speichervolumen (V _{s,u})	erforderliches Speichervolumen (V)
[min]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s*ha]	[m³/ha]	[m³]
5	445,60	81,936	363,664	109,1	86,6
10	334,70	81,936	252,764	151,7	120,3
15	277,80	81,936	195,864	176,3	139,9
20	241,20	81,936	159,264	191,2	151,7
30	195,40	81,936	113,464	204,3	162,1
45	156,60	81,936	74,664	201,7	160,0
60	133,30	81,936	51,364	185,0	146,7
90	95,50	81,936	13,564	73,3	58,1
120	75,40	81,936	-6,536	---	---
180	54,00	81,936	-27,936	---	---
240	42,70	81,936	-39,236	---	---
360	30,60	81,936	-51,336	---	---
540	22,00	81,936	-59,936	---	---
720	17,40	81,936	-64,536	---	---
1080	12,70	81,936	-69,236	---	---
1440	10,40	81,936	-71,536	---	---
2880	5,80	81,936	-76,136	---	---
4320	4,20	81,936	-77,736	---	---

erforderliches Speichervolumen

V = 162,07 m³

Entleerungszeit (bei Vollfüllung): [t_E = V_{erf} / Q_{Dr,max}]

t_E = 0 h, 41 min



Oststeinbek, den 05.05.2015



MASUCH + OLBRISCH
Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH

15-260 Raffay/Maas

Entwässerung Porsche Zentrum und Bürogebäude - Bürogebäude

Bemessung von Regenrückhalteräumen

Bemessungsgrundlage: Arbeitsblatt DWA-A 117 - vereinfachtes Verfahren

Einzugsflächen

Art der Befestigung / Flächentyp	AE,k	ψ	Au
Dachfläche B	0,159 ha	1,00	0,159 ha
Hofffläche H	0,078 ha	1,00	0,078 ha
Eingangsbereiche (Hof C)	0,020 ha	1,00	0,020 ha
Fassadenfläche Bürogebäude	0,243 ha	1,00	0,243 ha
			0,000 ha
			0,000 ha
Gesamtflächen / mittl. Abflußbeiwert	0,499 ha	1,00	0,499 ha

Grunddaten

vorgegebener Drosselabfluss ($Q_{Dr,max}$)	25,000 l/s
vorgegebene Drosselabflußspende ($q_{Dr,k}$)	
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen ($Q_{Dr,v}$)	
Trockenwetterabfluss (Q_{t24})	

Berechnung

undurchlässige Fläche (A_u)	0,499 ha
Drosselabfluss des RRB (Q_{Dr}) [$Q_{Dr} = (q_{Dr,k} * AE_{k}) + Q_{Dr,v}$]	25,000 l/s
Regenanteil der Drosselabflußspende bezogen auf A_u ($q_{Dr,R,u}$) [$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{Dr,v} - Q_{t24}) / A_u$]	50,076 l/(s*ha)
Fließzeit (t_f)	1,0 min
Zuschlagsfaktor (f_z)	1,00
Abminderungsfaktor (f_a)	1,00
Überschreitungshäufigkeit ($n = 1/T$)	$n = 0,010$

erforderl. Rückhaltevolumen bei 100,0-jährlichem Regenereignis gem. Kostra-DWD2000

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) * D * f_z * f_a * 0,06 \quad [m^3/ha]$$

$$V = V_{s,u} * A_u \quad [m^3]$$

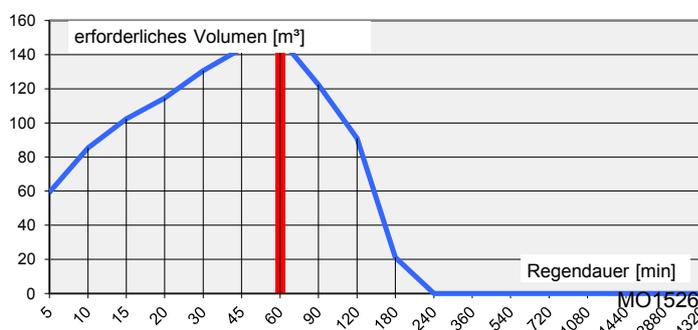
Dauerstufen (D)	zugehörige Regenspende (r)	Drosselabflußspende ($q_{Dr,R,u}$)	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spez. Speichervolumen ($V_{s,u}$)	erforderliches Speichervolumen (V)
[min]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/s*ha]	[m³/ha]	[m³]
5	445,60	50,076	395,524	118,7	59,3
10	334,70	50,076	284,624	170,8	85,3
15	277,80	50,076	227,724	205,0	102,3
20	241,20	50,076	191,124	229,4	114,5
30	195,40	50,076	145,324	261,6	130,6
45	156,60	50,076	106,524	287,7	143,6
60	133,30	50,076	83,224	299,7	149,6
90	95,50	50,076	45,424	245,3	122,5
120	75,40	50,076	25,324	182,4	91,0
180	54,00	50,076	3,924	42,4	21,2
240	42,70	50,076	-7,376	---	---
360	30,60	50,076	-19,476	---	---
540	22,00	50,076	-28,076	---	---
720	17,40	50,076	-32,676	---	---
1080	12,70	50,076	-37,376	---	---
1440	10,40	50,076	-39,676	---	---
2880	5,80	50,076	-44,276	---	---
4320	4,20	50,076	-45,876	---	---

erforderliches Speichervolumen

$$V = 149,60 \text{ m}^3$$

Entleerungszeit (bei Vollfüllung): [$t_E = V_{erf} / Q_{Dr,max}$]

$$t_E = 1 \text{ h, } 39 \text{ min}$$



Oststeinbek, den 05.05.2015



MASUCH + OLBRISCH
Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH