



Ausfertigung	1
Projekt-Nr.	1-6881.1
Auftraggeber	VG Römerberg-Dudenhofen
Projekt	Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne, OG Römerberg Wasserwirtschaftlicher Begleitplan
Leistungsphase	Studie
Heft	1/1
Inhalt	Erläuterungen
Datum	März 2021

Betr.: VG Römerberg-Dudenhofen
Ortsgemeinde Römerberg
Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne
Wasserwirtschaftlicher Begleitplan

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG	1
1.1	VORGEHENSWEISE.....	1
1.2	PLANUNGSRAUM	1
2	ANALYSE DES BESTANDES	2
2.1	NIEDERSCHLAGSSITUATION	2
2.2	BISHERIGE ENTWÄSSERUNG IM PLANGEBIET	3
2.3	GEOTECHNISCHER BERICHT	3
3	BEMESSUNGSRUNDLAGEN	4
3.1	BEBAUUNGSPLAN.....	4
3.2	BEWERTUNGSVERFAHREN NACH DWA-M 153.....	5
	3.2.1 <i>Flächenermittlung</i>	5
	3.2.2 <i>Ergebnisse Bewertungsverfahren nach DWA-M 153</i>	7
4	ERLÄUTERUNG DER GEPLANTEN MAßNAHMEN	7
4.1	SCHMUTZWASSER.....	7
4.2	REGENWASSER.....	8
	4.2.1 <i>Ermittlung Rückhaltevolumen</i>	10
	4.2.2 <i>Muldendimensionierung</i>	10
	4.2.3 <i>Notüberlauf / Überflutungsschutz</i>	12
	4.2.4 <i>Straßen- und Grundstücksentwässerung</i>	12
4.3	AUßENGEBIETSZUFLÜSSE	13
5	ZUSAMMENFASSUNG	14
6	AUFSTELLUNGSVERMERK	15

Abbildungen

Abbildung 1	Lageplan Plangebiet.....	1
-------------	--------------------------	---

Tabellen

Tabelle 1	Niederschlagshöhen- und Spenden nach Kostra-DWD	2
Tabelle 2	Flächenermittlung	6
Tabelle 3	Zusammenfassung erforderliches Rückhaltevolumen	10

Anlagen

- 1 Geotechnischer Bericht ICP v. 2018 (Auszug)
- 2 Flächenermittlung
- 3 Nachweis gemäß DWA-M 153
- 4 Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach DWA A-117
- 5 Näherungsweise Berechnung des Rückhaltevolumens

Planunterlagen

- | | |
|---|-----------|
| 2.01 Lageplan Bestand | (M 1:500) |
| 2.02 Lageplan Planung (Variante 1: harte Dachbefestigung) | (M 1:500) |

1 Veranlassung

In Römerberg ist aufgrund einer erhöhten Nachfrage nach gewerblichem Bauland das „Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne“ westlich der Ortslage Berghausen geplant. Laut Bebauungsplan soll eine Entwässerung im Trennsystem erfolgen und das Regenwasser soll soweit möglich am Ort des Anfalls verwendet oder versickert werden. Hierbei muss jedoch die geringe Versickerungsleistung des Untergrunds beachtet werden. Eine Ableitungsmöglichkeit für Regenwasser besteht nicht. Das Schmutzwasser soll separat in einem Kanal gesammelt und in den bestehenden Schmutzwasserkanal in der K27 eingeleitet werden.

1.1 Vorgehensweise

Im Rahmen des wasserwirtschaftlichen Begleitplans ist für das „Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne“ die Erstellung eines Bewirtschaftungskonzepts sowohl für das Oberflächenwasser als auch für das Schmutzwasser erforderlich.

1.2 Planungsraum

Das betreffende Planungsgebiet wird durch die Markierung (Kreis) in dem nachfolgenden Planausschnitt (Abb. 1) ausgewiesen. Es liegt südlich der K27 und östlich der B9. Nördlich der K27 bestehen die Gewerbegebiete „Äußere Mühlweggewanne sowie krumme Gewann und Spital sechs Morgen“.

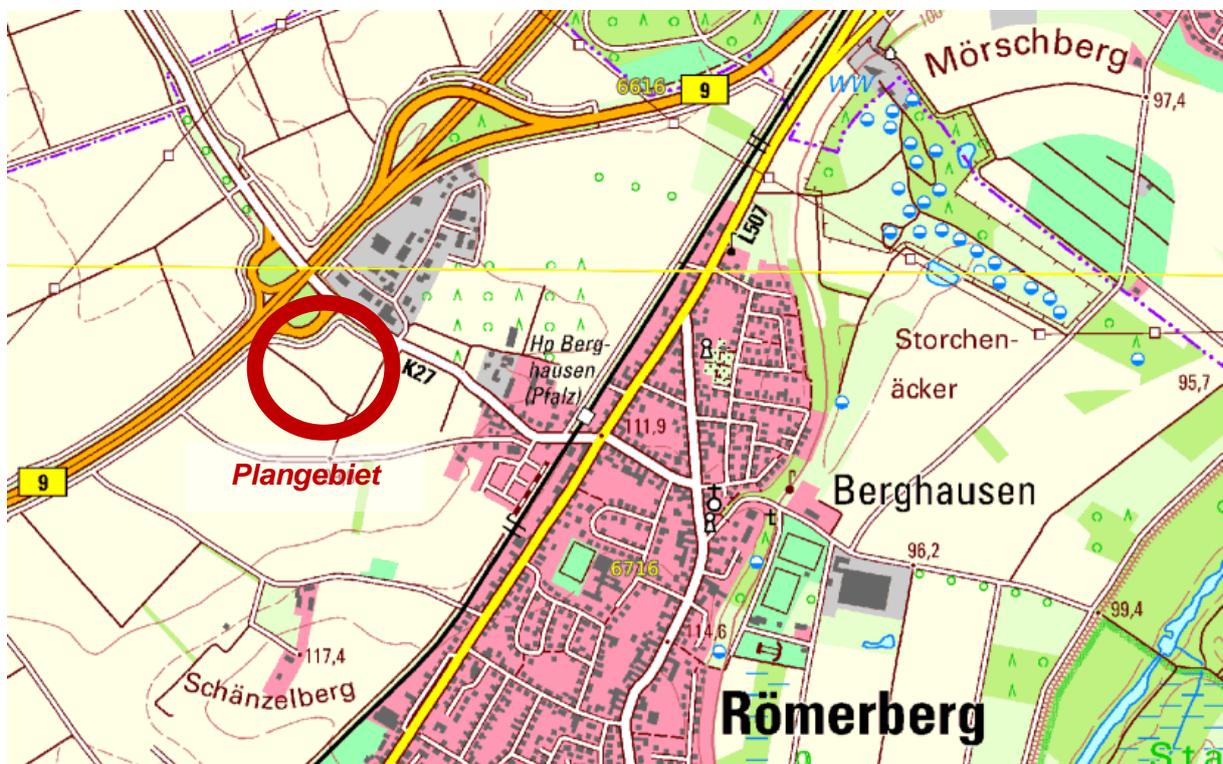


Abbildung 1 Lageplan Plangebiet

2 Analyse des Bestandes

Das geplante Gewerbegebiet befindet sich westlich der Ortslage Berghausen. Derzeit wird die ca. 3,5 ha große Fläche überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Des Weiteren bestehen Baum- und Gehölzstreifen, sowie ein Weinberg. Im Süden der Planfläche wird das Gebiet von einem Wirtschaftsweg in Ost-West-Richtung durchzogen. Nördlich wird das Plangebiet durch die K27 bzw. einen parallel dazu verlaufenden Wirtschaftsweg begrenzt, welcher laut Vorentwurf des B-Plans in ähnlicher Form erhalten bleiben soll. Im Osten grenzt der Planungsraum an weitere landwirtschaftliche bzw. Grünflächen, im Westen an einen parallel zur Auffahrt zur B9 verlaufenden Wirtschaftsweg und im Süden an landwirtschaftliche Flächen.

In der K27 verläuft eine Schmutzwasserdruckleitung mit Anschluss an den Mischwasserkanal in der Dudenhofener Straße. Über die Schmutzwasserdruckleitung werden die Gewerbeflächen nördlich des Plangebiets entwässert. Eine Regenkanalisation besteht nicht. Ebenfalls bestehen keine Vorfluter zur oberflächigen Ableitung des Niederschlagswassers.

Das Bestandsgelände liegt zwischen 107,90 mNN im Südwesten und 109,50 mNN im Nordosten.

2.1 Niederschlagssituation

Das Plangebiet ist dem Rasterfeld 77(v) 21(h) gemäß Kostra-Atlas, DWD 2010R zuzuordnen. Die Niederschlagshöhen- und -spenden sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1 Niederschlagshöhen- und Spenden nach Kostra-DWD

Dauerstufe	hN 1 a	rN 1 a	hN 2 a	rN 2 a	hN 3 a	rN 3 a	hN 5 a	rN 5 a	hN 10 a	rN 10 a	hN 20 a	rN 20 a	hN 30 a	rN 30 a	hN 50 a	rN 50 a	hN 100 a	rN 100 a
5 min	5,5	183,9	7,4	246,4	8,5	283,0	9,9	329,2	11,8	391,7	13,6	454,3	14,7	490,9	16,1	537,1	18,0	599,6
10 min	8,6	143,6	11,2	185,9	12,6	210,6	14,5	241,8	17,0	284,0	19,6	326,3	21,1	351,0	22,9	382,2	25,5	424,5
15 min	10,6	117,8	13,6	151,4	15,4	171,1	17,6	195,8	20,7	229,4	23,7	263,1	25,4	282,7	27,7	307,5	30,7	341,1
20 min	12,0	99,8	15,4	128,4	17,4	145,1	19,9	166,2	23,4	194,7	26,8	223,3	28,8	240,0	31,3	261,1	34,8	289,6
30 min	13,8	76,5	17,9	99,2	20,3	112,5	23,3	129,3	27,4	152,0	31,4	174,7	33,8	188,0	36,8	204,7	40,9	227,4
45 min	15,3	56,7	20,2	74,7	23,0	85,3	26,6	98,6	31,5	116,7	36,4	134,7	39,2	145,3	42,8	158,6	47,7	176,6
60 min	16,2	45,0	21,7	60,3	25,0	69,3	29,0	80,6	34,6	96,0	40,1	111,3	43,3	120,3	47,4	131,6	52,9	146,9
90 min	17,7	32,7	23,6	43,7	27,0	50,1	31,4	58,1	37,3	69,1	43,2	80,0	46,7	86,4	51,0	94,5	56,9	105,4
2 h	18,8	26,1	25,0	34,7	28,6	39,8	33,2	46,1	39,4	54,7	45,6	63,3	49,2	68,3	53,7	74,6	59,9	83,2
3 h	20,5	19,0	27,2	25,1	31,0	28,7	35,9	33,2	42,5	39,4	49,1	45,5	53,0	49,1	57,9	53,6	64,5	59,7
4 h	21,9	15,2	28,8	20,0	32,8	22,8	38,0	26,4	44,9	31,2	51,8	36,0	55,9	38,8	61,0	42,4	67,9	47,2
6 h	23,9	11,0	31,3	14,5	35,6	16,5	41,1	19,0	48,5	22,4	55,9	25,9	60,2	27,9	65,7	30,4	73,1	33,8
9 h	26,0	8,0	34,0	10,5	38,6	11,9	44,4	13,7	52,4	16,2	60,3	18,6	64,9	20,0	70,7	21,8	78,7	24,3
12 h	27,7	6,4	36,0	8,3	40,9	9,5	47,0	10,9	55,3	12,8	63,6	14,7	68,5	15,8	74,6	17,3	82,9	19,2
18 h	30,3	4,7	39,1	6,0	44,3	6,8	50,9	7,8	59,7	9,2	68,6	10,6	73,8	11,4	80,3	12,4	89,2	13,8
24 h	32,2	3,7	41,5	4,8	46,9	5,4	53,8	6,2	63,1	7,3	72,4	8,4	77,8	9,0	84,7	9,8	94,0	10,9
48 h	37,7	2,2	48,2	2,8	54,4	3,1	62,1	3,6	72,7	4,2	83,2	4,8	89,4	5,2	97,1	5,6	107,7	6,2
72 h	41,3	1,6	52,6	2,0	59,1	2,3	67,4	2,6	78,7	3,0	90,0	3,5	96,5	3,7	104,8	4,0	116,1	4,5

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

Die Daten bilden die Grundlage zur Ermittlung der erforderlichen Rückhaltevolumina.

2.2 Bisherige Entwässerung im Plangebiet

Das Oberflächenwasser der nicht befestigten Flächen wird breitflächig versickert bzw. verdunstet. Eine geregelte Entwässerung der Flächen bzw. ein Anschluss an eine Kanalisation besteht nicht. Bei stärkeren Regen kann es zum diffusen Oberflächenabfluss auf benachbarte Grundstücke kommen.

2.3 Geotechnischer Bericht

(siehe auch Anlage 1)

Durch die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde im Jahr 2018 eine Baugrunderkundung durchgeführt und die Ergebnisse in einem geotechnischen Bericht zusammenfassend dargestellt.

Das Bodengutachten des anstehenden Bodens ergab folgende Erkenntnisse:

Grundwasserstände

- Es wurden Aufschlüsse bis zu einer Tiefe von 5,00 m unter GOK durchgeführt.
- Bei keinem der Aufschlüsse wurde bis zur jeweiligen Endteufe Grund-, Schicht- oder Stauwasser nachweisbar.
- Aufgrund von *„jahreszeitlichen Schwankungen ist eine Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht generell auszuschließen.“*
- Nach langanhaltenden Niederschlagsperioden sind lokale Staunässehorizonte auch oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels nicht auszuschließen.

Durchlässigkeit

- Open-End-Test: *„Bei der Durchführung der Versickerungsversuche wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 6,4 \cdot 10^{-9}$ und $9,6 \cdot 10^{-9}$ m/s ermittelt, womit diese Böden als nur sehr schwach durchlässig zu bezeichnen sind.“*
- Doppelringinfiltrimeter nach DIN 19682-7: → Bemessungs- k_f -Wert: $6,67 \cdot 10^{-7}$ m/s
- Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123: → Bemessungs- k_f -Wert: $5,8 \cdot 10^{-9}$ m/s

Zusammenfassende Bewertung:

Die Bewertung und Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen lässt erkennen, dass eine **Versickerung des abfließenden Niederschlagswasser innerhalb des Plangebiets nicht möglich ist. Die untersuchten Böden sind als „sehr schwach durchlässig“ zu bewerten.** Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt außerhalb des entwässerungstechnischen Versickerungsbereichs von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s (DWA-A 138). Die Mächtigkeit des Sickerraums bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand ist größer als 1 m und wäre somit ausreichend.

Durch Auswertung der Bohrprofile kann ein Bemessungswasserstand von unter 104,76 mNN herangezogen werden. Die minimale mögliche Sohltiefe einer Versickerungsanlage/ Versickerungsbecken (Erdbauweise) liegt somit bei 105,76 mNN. Bei einer minimalen Geländeoberkante von 107,50 mNN würde dieser Wert zur Planung einer Versickerungsmulde nicht unterschritten.

3 Bemessungsgrundlagen

3.1 Bebauungsplan

Aus der Begründung bzw. der textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans „Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne“ ergeben sich folgende für das wasserwirtschaftliche Begleitkonzept relevanten Bedingungen:

- Das Plangebiet liegt außerhalb eines Wasserschutz- und/oder Überschwemmungsgebiets.
- Das Schmutzwasser soll über einen Anschluss an die bestehende Schmutzwasserkanalisation in der K27 erfolgen.
- Innerhalb des Plangebiets und im umliegenden erweiterten Planungsraum sind keine Oberflächengewässer vorhanden.
- Für das anfallende Niederschlagswasser bestehen keine ausreichenden Ableitungsmöglichkeiten.
- Der Auslastungsgrad der örtlichen Kanalisation erlaubt keine weitere ungedrosselte Zuleitung von Niederschlagswasser.
- Ist eine Versickerung innerhalb des Plangebiets nicht möglich, „ist eine auf die Restkapazität des Kanalnetzes gedrosselte Ableitung in die Kanalisation denkbar“.
- Im südöstlichen Bereich des Planungsgebiets liegt der Hinweis auf eine Altlast vor. Vermutlich handelt es sich hierbei um einen verfüllten Bunker.
- Vorrangig sollen sich im Gebiet Handwerksbetriebe bzw. produzierende Gewerbebetriebe ansiedeln.
- Wohnungen sind nur ausnahmsweise für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen sowie Betriebsinhaber und Betriebsleiter vorgesehen. Wohnbauliche Nutzung hat im Planungsgebiet nur eine untergeordnete Funktion.
- Es ist eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,6 festgesetzt. Eine Überschreitung der Grundflächenzahl auf 0,8 ist zur Errichtung von Garagen, Stellplätzen, Nebenanlagen und deren Zufahrten zulässig.
- Befestigungsflächen innerhalb der privaten Grundstücke sollen mit versickerungsfähigen Materialien befestigt werden („solange betriebliche Belange nicht zwingend eine andersartige Flächenbefestigung erfordern). „Der Abflussbeiwert der Flächenbefestigung darf höchstens 0,6 betragen.“
- Für das Plangebiet ist die Versickerung von Niederschlagswasser vorgesehen.
- 20 % der privaten Grundstücksflächen sind für die Versickerung und Rückhaltung von Niederschlagswasser festgesetzt und dürfen nicht versiegelt werden.
- Niederschlagswasser von Verkehrsflächen soll den Randgrünflächen zugeleitet und dort versickert werden.
- Nördlich wird das Plangebiet an die angrenzende K27 angeschlossen.
- Südlich wird ein zur Erschließung der südlich angrenzenden Ackerflächen notwendiger Wirtschaftsweg an die Erschließungsstraße des Gewerbegebiets angeschlossen.

Regenwasserableitung

Gemäß Bodengutachten ist im Plangebiet eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich. Die Möglichkeit der oberflächigen Ableitung über vorhandene Gewässerstrukturen besteht ebenfalls nicht.

Entwässerungsmöglichkeiten:

- Innerhalb des Plangebiets muss ein ausreichendes Rückhaltevolumen für anfallendes Oberflächenwasser geschaffen werden. Je nach Restkapazität in der bestehenden Kanalisation kann das gesammelte Niederschlagswasser gedrosselt abgeleitet werden.
- Zur Reduzierung des Oberflächenabflusses kann die vorgesehene Bebauung mit Gründächern ausgebildet werden.

3.2 Bewertungsverfahren nach DWA-M 153

Für das Baugebiet ist der Nachweis gemäß DWA – Merkblatt 153 zu führen, dass die Einleitung des Oberflächenwassers in das entsprechende Gewässer unschädlich möglich ist. Obwohl im Bodengutachten die anstehenden Böden als nur sehr schwach durchlässig bewertet werden, kann eine teilweise Versickerung von Oberflächenwasser nicht ausgeschlossen werden. Eine qualitative Versickerung liegt aber nicht vor. Die Ableitung des Niederschlagswassers erfolgt über die bestehende (Misch-)Kanalisation in Berghausen. Eine Einleitung des Niederschlagswassers in ein Gewässer erfolgt entweder über das Regenüberlaufbecken 7 Berghausen in den Berghäuser Altrhein oder über das Regenklärbecken/Kläranlage Mechtersheim in den Rhein. Der Nachweis über eine unschädliche Einleitung wird folglich aufgrund des höheren Schutzbedürfnisses für das aufnehmende Gewässer Berghäuser Altrhein geführt.

Für die Gewerbeflächen werden zwei Varianten betrachtet:

- Harte Dachbefestigung (Variante 1)
- Gründächer (Variante 2)

3.2.1 Flächenermittlung

(siehe auch Anlage 2)

Das Plangebiet wird in Flächen unterteilt. Den Teilflächen werden Abflussbeiwerte zugeordnet. Abweichend von den Vorgaben im Bebauungsplan, dass die Nebenflächen auf den Grundstücken maximal einen Abflussbeiwert von 0,6 haben sollen, wird für diese Flächen ein Abflussbeiwert von 0,8 angenommen. Dies ist damit zu begründen, dass die im Bodengutachten beschriebene schwache Durchlässigkeit der Böden dazu führt, dass selbst durch den Einbau von durchlässigen Bodenbelägen kein Abflussbeiwert von 0,6 für diese Flächen erreicht werden kann.

Für die weiteren Flächen werden analog die Abflussbeiwerte der Tabelle 2 des DWA-M 153 herangezogen. Somit ergibt sich für Variante 1 (harte Dachbefestigung) ein mittlerer Abflussbeiwert für die Gewerbeflächen von 0,72. Für Variante 2 (Gründächer, Annahme nach DWA-M 153: $\Psi_m = 0,5$) ergibt sich ein reduzierter mittlerer Abflussbeiwert von 0,48.

	Ψ Variante 1 (harte Dachbefestigung)	$\Psi_{\text{mit, Var1}}$	Ψ Variante 2 (Gründächer)	$\Psi_{\text{mit, Var2}}$
Dach (60 %)	0,9	} 0,72	0,5	} 0,48
Hof/Wege (20 %)	0,8		0,8	
Grünfläche (20 %)	0,1		0,1	

Auf Grundlage des Bebauungsplans ergibt sich für das Plangebiet folgende Flächenaufteilung. Darauf aufbauend wird der Nachweis nach DWA-M 153 geführt.

Tabelle 2 Flächenermittlung

TG Nr.	A_{ges} [m ²]	PSI [-]		A_{bef} [m ²]	
		Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2
Straßen (Asphalt)					
A1	5.969	0,90	0,90	5.372	5.372
A	5.969	0,90	0,90	5.372	5.372
Wirtschaftswege					
B1	424	0,90	0,90	382	382
B2	205	0,90	0,90	185	185
B3	533	0,90	0,90	480	480
B	1.162	0,90	0,90	1.046	1.046
Gewerbeflächen (privat)					
C1	12.285	0,72	0,48	8.845	5.897
C2	1.344	0,72	0,48	968	645
C3	6.549	0,72	0,48	4.715	3.144
C	20.178	0,72	0,48	14.528	9.685
Grünflächen					
D1	3.915	0,10	0,10	392	392
D2	1.228	0,10	0,10	123	123
D3	636	0,10	0,10	64	64
D4	319	0,10	0,10	32	32
D5	185	0,10	0,10	19	19
D6	440	0,10	0,10	44	44
D	6.723	0,10	0,10	672	672
Gesamt	34.032	0,64	0,49	21.618	16.776
Öffentlich	13.854	0,51	0,51	7.090	7.090

Den verschiedenen Flächen werden je nach Nutzung und Beschaffenheit Belastungstypen zugeordnet. Für die Straßen- und Hofflächen wird der Belastungstyp F4 (19 Punkte) angesetzt. Aufgrund der vorgesehenen Nutzung als Standort für Handwerksbetriebe und produzierende Gewerbebetriebe wäre eine Einstufung in eine höhere Belastungskategorie nicht verhältnismäßig. Die direkte Lage zur angrenzenden Bundesstraße B9 wird durch die Einflüsse aus der Luft und der Einstufung in die Belastungsklasse L2 (mittlere Luftverschmutzung) berücksichtigt. Die Dachflächen werden in Variante 1 dem Belastungstyp F2 (8 Punkte) und in Variante 2 dem Belastungstyp F1 (5 Punkte) zugeordnet. Grünflächen sind dem Belastungstyp F1 zugeordnet.

3.2.2 Ergebnisse Bewertungsverfahren nach DWA-M 153

(siehe auch Anlage 3)

Bei Einstufung des Berghäuser Altrheins als Gewässer mit normalem Schutzbedürfnis (Typ G7) wird sowohl für Variante 1 als auch für Variante 2 der Nachweis zur schadlosen Einleitung über das Regenüberlaufbecken 7 Berghausen erfüllt. Durch die zusätzliche Flächenbelastung (Niederschlagswasser- und Schmutzwasser) aus dem geplanten Gewerbegebiet wird gegebenenfalls eine Erweiterung der wasserrechtlichen Genehmigung notwendig.

4 Erläuterung der geplanten Maßnahmen

(siehe auch Plan 2.02)

Aufgrund der gegebenen Untergrundverhältnisse und der sonstigen entwässerungstechnischen Randbedingungen sieht das Entwässerungskonzept ein modifiziertes Trennsystem vor. Das anfallende Oberflächenwasser wird im Plangebiet in Mulden zurückgehalten und bei verfügbarer Kapazität im Mischwasserkanalnetz Berghausen gedrosselt in dieses eingeleitet. In den nachfolgenden Kapiteln wird der Umgang mit Schmutzwasser und Regenwasser näher beschrieben.

4.1 Schmutzwasser

Für die anfallende Schmutzwassermenge werden folgende Annahmen getroffen:

Aufgrund der überwiegend gewerblichen Nutzung wird der Schmutzwasseranfall nach DWA-A 118 über eine betriebliche Schmutzwasserabflussspende abgeschätzt. Da keine umgreifende Einschränkung bei der Ansiedlung von Gewerbebetrieben vorgesehen ist, wird zur Berechnung der Schmutzwassermenge angenommen, dass sich Betriebe mit mittlerem bis hohem Wasserverbrauch ansiedeln. So ergibt sich eine Schmutzwasserabflussspende q_G von $1,0 \text{ l/(s*ha)}$. Durch eine zusätzlich gewählte Fremdwasserabflussspende von $0,5 \text{ l/(s*ha)}$, ergibt sich eine Gesamt-Schmutzwasserabflussspende von $1,5 \text{ l/(s*ha)}$.

Bei einer Einzugsgebietsfläche von $3,4 \text{ ha}$ resultiert ein stündlicher Spitzenabflusswert Q_G von $5,1 \text{ l/s}$ für das Gewerbegebiet „Obere Mühlweggewanne“.

Die Restkapazität der bestehenden Kanalisation und des Pumpwerks Werkstraße ist als ausreichend zu bewerten, um das zusätzliche Schmutzwasser aus dem geplanten Gewerbegebiet abzuleiten.

Für die Dimensionierung und Verlegung des neuen Schmutzwasserkanals werden folgende Annahmen getroffen:

- Freispiegelabfluss
- Mindestnennweite: DN 250
- Mindestgefälle [DWA-A 110]: $\min I = 1 : \text{DN [mm]} = 1 : 250 = 4,0\text{‰}$
- betriebliche Rauheit: $k_b = 1,50 \text{ mm}$
- Schächte als Fertigteilschächte DN 1000

Die Planflächen werden über Hausanschlüsse an einen neu zu errichtenden Schmutzwasserkanal (DN 250) angeschlossen. Der Schmutzwasserkanal wird an den bestehenden Pumpwerksschacht (4235PW17) in der Werkstraße angeschlossen.

Im Rahmen des Wasserwirtschaftlichen Begleitplans werden die Schmutzwasserkanäle überschlüssig konzipiert und sind in der weiteren Planung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren.

4.2 Regenwasser

Da weder eine Versickerung noch eine oberflächennahe Ableitung des anfallenden Niederschlagswasser aus dem Plangebiet möglich ist, muss der Oberflächenabfluss vollständig zurückgehalten und gedrosselt in die bestehende Kanalisation eingeleitet werden. Aufgrund der geringen Leistung des Pumpwerks Werkstraße (16 l/s) kann für das neue Gewerbegebiet kein kontinuierlicher Drosselabfluss für das anfallende Regenwasser gewährleistet werden.

Das Pumpwerk Werkstraße ist als Schmutzwasserpumpwerk dimensioniert. Der Schmutzwasserabfluss fließt dem Pumpwerk ungehindert zu. Der zwischengespeicherte Oberflächenabfluss wird über einen geregelten Drosselschieber dem Pumpwerk bei zur Verfügung stehender Kapazität im weiterführenden Mischwasserkanal zugeführt. Das derzeitige Regelungskonzept wird wie folgt angepasst:

Besteht nach einem Regenereignis Kapazität im nachgeordneten Mischwasserkanal (Dudenhofener Straße) im Ortsteil Berghausen, wird zuerst das Regenrückhaltebecken des Gewerbegebiets nördlich der K27 (644 m³) entleert. Erst im Anschluss kann das zwischengespeicherte Niederschlagswasser aus dem neuen Gewerbegebiet abgeleitet werden. Alternativ kann der Drosselabfluss aus dem Regenrückhaltebecken Werkstraße reduziert werden, um durch die dadurch gewonnene Kapazität eine gleichzeitige Ableitung aus dem neuen und dem bestehenden Gewerbegebiet zu schaffen. Durch die gedrosselte und verzögerte Ableitung über die Mischwasserkanalisation ist eine Änderung des Entlastungsverhalten der nachgelagerten Sonderbauwerke nicht zu erwarten und soll zwingend vermieden werden.

Nach DWA-A 118 bestehen für Gewerbegebiete folgende Bemessungshäufigkeiten:

- Bemessungsregenhäufigkeit (ohne Überflutungsprüfung): 1-mal in 5 Jahren → hier dürfen keine Überlastungen auftreten („Freispiegelabfluss in den Kanälen“)

- Max. Überflutungshäufigkeit: 1-mal in 30 Jahren

Die empfohlene Überschreitungshäufigkeit für Rückhaltebecken liegt in einem Bereich von $0,2 - 0,05 \text{ a}^{-1}$.

Da für die Rückhaltebecken im neuen Gewerbegebiet kein kontinuierlicher Drosselabfluss sichergestellt werden kann und dadurch die Entleerungszeiten mehrere Tage dauern können, sollte das Rückhaltevolumen größer als für die empfohlene Überschreitungshäufigkeit ausgelegt werden.

Da kein kontinuierlicher Drosselabfluss gewährleistet werden kann, können die im Entwurf des Bebauungsplans vorgesehenen Privatflächen (20 % der Grundstücksflächen) zur Rückhaltung nicht angerechnet werden. Die anrechenbaren Rückhalteflächen befinden sich folglich ausschließlich im Bereich der öffentlichen Grünflächen. Wird ein zusätzlicher Rückhalt auf den Privatgrundstücken angestrebt, muss dieses Rückhaltevolumen hydraulisch im Ausgleich mit dem öffentlichen Rückhaltevolumen stehen.

Der Rückhalteraum wird als naturnahe Mulde ausgeführt. Im Bebauungsplanentwurf stehen zur Anordnung der Mulden öffentliche Grünflächen im Westen und Süden des Plangebiets zur Verfügung. Die Anordnung der Grünflächen entspricht überwiegend auch den aktuellen Tieflagen im Bestandsgelände. Aus dem Rückhalteraum muss das Wasser wiederum nach Norden zum Pumpwerksschacht geleitet werden. Die Ableitung aus den Mulden erfolgt über einen Freispiegel-Regenwasserkanal.

Für die Dimensionierung und Verlegung des neuen Regenwasserkanals werden folgende Annahmen getroffen:

- Freispiegelabfluss
- Mindestnennweite: DN 300
- Mindestgefälle [DWA-A 110]: $\min I = 1 : \text{DN [mm]} = 1 : 300 = 3,4\%$
- betriebliche Rauheit: $k_b = 1,50 \text{ mm}$
- Schächte als Fertigteilschächte DN 1000

Der neu zu errichtende Regenwasserkanal wird an den bestehenden Pumpwerksschacht (4235PW17) in der Werkstraße angeschlossen. Der Einlauf aus der Rückhalte mulde in den Regenwasserkanal stellt zugleich den tiefsten Punkt der Rückhalte mulde (106,80 mNN) dar.

Das Sohlängsgefälle innerhalb der Mulde beträgt 0,1 %. Durch das Anlegen von Querschwellen innerhalb der Mulde, kann das Niederschlagswasser in Kaskaden gesammelt werden. Erst wenn ein gewisser Wasserstand in der Mulde erreicht wird, kommt es zum Übertreten in den nächsttieferen Muldenbereich bzw. zum Einstau der Überlaufschwellen. Das gesammelte Wasser kann in den Oberboden versickern oder verdunsten. Der Erhalt des natürlichen lokalen Wasserhaushaltes wird gefördert. Die Schwellen (Querriegel) können in Beton oder naturnah hergestellt werden. Aus Sicherheitsgründen und um zu lange Einstauzeiten zu vermeiden wird empfohlen die Überlaufschwelle der Querriegel maximal 30 cm oberhalb der Muldensohle im jeweiligen Bereich herzustellen. Bei kleineren Regenereignisse kann das Niederschlagswasser von den direkt an die Mulden

angeschlossen Flächen vollständig im Gebiet zurückgehalten werden und muss nicht über die Mischkanalisation abgeleitet werden. Bei Einstau im Regenwasserkanal (> 107,10 mNN) kann das Wasser über den letzten Querriegel hinweg in den Muldenbereich zurückstauen und diesen befüllen. Auch hierdurch kann die Wassermenge, welche über den Mischwasserkanal abgeleitet wird, weiter reduziert werden. Im Lageplan 2.02 werden mögliche Positionen für Querriegel beispielhaft dargestellt. Bei den dargestellten Positionen und Höhen (30 cm) der Querriegel können ca. 715 m³ Einstauvolumen generiert werden. Aufgrund der voraussichtlichen langsamen Entleerung der Kaskaden (Verdunstung + Versickerung in den Oberboden), kann es vorkommen, dass die Kaskadenbereiche längere Zeit gefüllt sind und dieses Volumen für das nächste Regenereignis nicht zur Verfügung steht.

Der seitliche Abstand der Böschungsoberkanten zu angrenzenden Privatgrundstücken beträgt 50 cm und zu Straßen- oder Wegflächen 1 m. Die Böschungsneigung der Mulde beträgt 1:2. In Teilbereichen wird aufgrund der notwendigen Sohliefen zum Erreichen eines kontinuierlichen Sohlenlängsgefälles ein steileres Böschungsgefälle von bis zu 1:1,25 (vereinzelt 1:1) notwendig. Um die Standsicherheit steilerer Böschungen (1:1,5 und steiler) langfristig zu erhalten, sind die Böschungen gegeben falls durch geeignete Maßnahmen, z.B. Stützwände oder Gabionen zu sichern (vgl. Anlage 1).

Bereiche mit einem Böschungsgefälle steiler als 1:1,5 sind eventuell durch eine Umzäunung gegen Absturz zu sichern.

4.2.1 Ermittlung Rückhaltevolumen

Gemäß DWA A-117 wird das notwendige Muldenvolumen ermittelt (s. Anlage 4).

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse für die beiden Varianten zusammenfassend dargestellt. Durch den verpflichtenden Bau von Gründächern (Variante 2) kann sich das notwendige Rückhaltevolumen bei einem 50-jährlichen Ereignis um ca. 22 % (\cong 603 m³) reduzieren.

Tabelle 3 Zusammenfassung erforderliches Rückhaltevolumen

Wiederkehrzeit T _n	Variante 1: harte Dächer	Variante 2: Gründächer
5 a	1.748 m ³	1.357 m ³
20 a	2.353 m ³	1.826 m ³
50 a	2.690 m ³	2.087 m ³

4.2.2 Muldendimensionierung

(siehe auch Anlage 5)

Da eine Mindestdachfläche auf den Grundstücken im B-Plan nicht vorgegeben ist, kann die tatsächliche Dachfläche die Grundflächenzahl auch deutlich unterschreiten und stattdessen stark versiegelte Hofflächen vorhanden sein. Somit beziehen sich die weiteren Ausführungen auf die Variante 1 „Harte Dachbefestigung“, welche zu bevorzugen ist, um die notwendigen Sicherheiten vor Überflutung zu gewährleisten.

Die maximale Einstautiefe der Rückhaltemulde wird durch die Höhe des westlichen Wirtschaftswegs (entlang der Auffahrt zur B9) begrenzt. Im Bestand liegt die minimale Höhe des Weges bei 107,50 mNN, was zugleich die minimale Höhe im Bereich der gesamten Bestandsvermessung darstellt (vgl. Plan 2.01). Ohne Anpassung des Wirtschaftswegs kann eine maximale Einstauhöhe im Bereich des Einlaufs in den Regenwasserkanal von 0,69 m generiert werden. Inkl. Kanalstauvolumen (ca. 20 m³) ergibt sich so ein Gesamtrückhaltevolumen von 1.481 m³. Dies entspricht ca. dem notwendigen Rückhaltevolumen entsprechend eines 3-jährlichen Regenereignisses. Bei stärkeren Regenereignissen kommt es zum Einstau des Wirtschaftsweges.

Durch Erhöhung des westlichen Wirtschaftsweges entlang der Rückhaltemulden kann das muldengebundene Rückhaltevolumen erhöht werden. Bei einer Erhöhung des Wirtschaftsweges auf 107,61 mNN kann ein 5-jährliches Regenereignis (maximale empfohlene Überschreitungshäufigkeit für Rückhalteräume; inkl. 3 cm Freibord) vollständig untergebracht werden. Für das 20-jährliche Ereignis wird eine Erhöhung auf 107,78 mNN und für das 50-jährliche Ereignis auf 107,86 mNN notwendig. Auf den zur Verfügung stehenden Flächen kann durch diese Erhöhung ein Gesamtrückhaltevolumen von 2.688 m³ generiert werden (vgl. Anlage 5). Es gilt abzuwägen, bis zu welcher statistischen Wiederkehrzeit der Regenereignisse der Wirtschaftsweg nutzbar bleiben soll. Durch die Erhöhung des Wirtschaftsweges verringert sich wiederum das Gesamtrückhaltevolumen (Muldenvolumen + schadlos eingestauter Wegbereich) für über die gewählte Jährlichkeit hinausgehende Ereignisse (z.B. *Erhöhung des 3,8 m breiten Wegs auf einer Länge von 200 m um 0,15 m* → $3,8 \text{ m} * 200 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 114 \text{ m}^3$).

Da bereits bei Regenereignissen mit einer Jährlichkeit von 5 Jahren ein Wasserstand > 30 cm im Rückhalteraum erreicht wird, ist aus Sicherheitsgründen prinzipiell eine Umzäunung der betreffenden Muldenbereiche zu empfehlen. Nach Rücksprache mit den zuständigen Behörden, kann eventuell auch auf eine Umzäunung verzichtet werden, da es sich um ein reines Gewerbegebiet handelt und so das Gefahrenrisiko (z.B. spielende Kinder im Rückhalteraum) gegenüber Wohngebieten vermindert ist.

Als Bemessungshäufigkeit für das muldengebundene Rückhaltevolumen wird das 50-jährliche Regenereignis gewählt. Da aufgrund des fehlenden kontinuierlichen Drosselabflusses für die Bemessung jeweils das längste in den KOSTRA-Tabellen angegebene Regenereignis von 72 h (3 Tagen) als maßgebend gewählt wird und die zugehörige mittlere Regenspende ($T_n = 50 \text{ a}$) dieser Dauerstufe bei 4,0 l/(s*ha) liegt, kann eventuell schon während des Regenereignisses eine Entleerung in das Kanalnetz stattfinden.

Bei einer befestigten Einzugsgebietsfläche von 2,2 ha beträgt die mittlere Zulaufmenge während eines 50-jährlichen Regenereignisses der Dauerstufe 72 h ca. 8,7 l/s. Je nach Kapazität im nachfolgenden Kanalnetz und abhängig von der zur Entleerung der Becken zur Verfügung stehenden Pumpenleistung (max. 16 l/s, Pumpwerk Werkstraße), wird das rechnerisch ermittelte Rückhaltevolumen (für das 50-jährliche Regenereignis) nicht vollständig benötigt. Da das Rückhaltevolumen für die lange Dauerstufe von 3 Tagen bemessen ist, ergibt sich so eine zusätzliche Sicherheit.

4.2.3 Notüberlauf / Überflutungsschutz

Übersteigt ein auftretendes Regenereignis die statistische Bemessungsjährlichkeit von 50 a, wird ein schadloses Rückhalten oder Ableiten erforderlich. Überflutungsschäden sollen vermieden werden. Um für das statistische 100-jährliche Regenereignis einen Überflutungsschutz zu gewährleisten, müssen gegenüber dem 50-jährlichen Ereignis ($V_{\text{erf}} = 2.690 \text{ m}^3$) weitere 336 m^3 Niederschlag schadlos abgeleitet oder zurückgehalten werden.

Aufgrund der vorherrschenden Tieflage des Plangebiets gegenüber der Umgebung ist eine oberirdische Ableitung ohne Abgrabungen im angrenzenden Gebiet nicht möglich.

Ohne Ableitung kommt es nach Überschreitung des bei der Bemessung des Rückhaltevolumens berücksichtigten Freibords von 3 cm (124 m^3) zum Einstau des westlichen Wirtschaftsweges. Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Einstaufläche von ca. 1.100 m^2 staut sich das Wasser bei einem 100-jährlichen Ereignis mit einer Höhe von 4 cm ein. Der Wasserstand im Bereich der Rückhaltegräben und dem westlichen Wirtschaftsweg beträgt bei einem 100-jährlichen Ereignis 107,90 mNN.

Das Niveau der Straßen- und Grundstücksflächen im Plangebiet sollten diese Höhe nicht unterschreiten, um einen 100-jährlichen Überflutungsschutz zu gewährleisten.

4.2.4 Straßen- und Grundstücksentwässerung

Die Oberflächenabflüsse aus dem Plangebiet werden dem Rückhalteraum wie folgt zugeleitet:

- Privat-Grundstücke mit direkt angrenzender Rückhaltefläche:
 - o direkte Ableitung der Grundstücksentwässerung in den Rückhalteraum
- Privat-Grundstücke ohne direkt angrenzende Rückhaltefläche entlang der Erschließungsstraße:
 - o Anschluss an den abführenden Regenwasserkanal → Rückstau in den Rückhalteraum
- Straßenflächen im Bereich des abführenden Regenwasserkanals:
 - o über Pflasterrinne an den Straßenrändern (mit Dachprofil) mit Abläufen zum RW-Kanal
- Straßenflächen im Bereich ohne Regenwasserkanal
 - o über Kastenrinnen an den Straßenrändern (mit Dachprofil) mit Einleitung in den Rückhalteraum im Bereich des Einlaufs in den abführenden Regenwasserkanal
- Wirtschaftswege mit direkt angrenzender Rückhaltefläche:
 - o direkte Ableitung über das Wegbankett in den Rückhalteraum (Querneigung in Richtung Rückhalteraum)
- Wirtschaftswege ohne direkt angrenzende Rückhaltefläche:
 - o über eine Kastenrinne am südlichen Wegrand (Weg-Querneigung in Richtung Kastenrinnen) mit Einleitung in den Rückhalteraum an dessen nördlichen Ende

4.3 Außengebietszuflüsse

Aus der Bestandvermessung geht hervor, dass das Plangebiet in einer lokalen Senke liegt. Von Süden und Osten her fällt das umliegende Gelände in Richtung des Plangebiets ab. Um zu verhindern, dass Außengebietswasser bei stärkeren Regenereignissen dem Rückhalteraum des Gewerbegebiets zufließt und folglich in die Mischwasserkanalisation gelangt, sollte das Plangebiet nach Süden und Osten hin vor eindringendem Außengebietswasser geschützt werden. Hierzu werden folgende Maßnahmen notwendig:

- Entlang der östlichen Gebietsgrenze sollte die zukünftigen Grundstückshöhen mindestens bei 109,00 mNN liegen.
- Zur Ausbildung einer Wallschüttung wird im Süden ein 5 m breiter Streifen vorgesehen.
- Der nach Südosten abgehende Wirtschaftsweg wird in den Wall angepasst.
- Der am südlichen Gebietsrand nach Westen verlaufende Wirtschaftsweg wird erhöht angeordnet und stellt so eine natürliche Barriere dar.

Zur mengenmäßigen Abschätzung der ankommenden Regenmenge kann im weiteren Planungsverlauf durch eine topografische Analyse der Oberfläche die Größe des ankommenden Einzugsgebiets bestimmt und daraus die Abflussmenge abgeleitet werden. Die notwendige Höhe der Wallschüttung ist aus der zu erwartenden Abflussmenge des südlichen und östlichen Außengebiets abzuschätzen.

Um die notwendigen Maßnahmen zur Verhinderung von Außengebietszufluss umsetzen zu können, werden Anpassungen gegenüber dem B-Planentwurf aus dem Jahr 2016 notwendig. Entsprechen der notwendigen Breite des Pufferstreifens wird die Erschließungsstraße nach Norden verschoben, um die ursprüngliche Größe des südlichen Gewerbegrundstückes zu erhalten. Darüber hinaus ist in den Muldenbereichen 05 und 06 der Platzbedarf zur Gestaltung der Muldenform bzw. zur Unterbringung des notwendigen Rückhaltevolumens größer als die ursprünglich in diesem Bereich vorgesehenen nutzbaren Grünflächen. Dadurch wird die Fläche des südwestlichen Gewerbegrundstücks reduziert.

5 Zusammenfassung

In der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen in der Ortslage Römerberg ist aufgrund der erhöhten Nachfrage nach gewerblichem Bauland eine Erschließung des Gewerbegebiets „Obere Mühlweggewanne“ geplant. Eine derzeit überwiegend landwirtschaftlich genutzte Fläche soll in eine Gewerbefläche umgewandelt werden.

Die Entwässerung wird im Trennsystem erfolgen. Das Schmutzwasser wird über einen Schmutzwasserkanal an das bestehende Pumpwerk Werkstraße angeschlossen. Das Regenwasser wird im Gebiet vollständig in einem Rückhalteraum zurückgehalten. Dieser wird kaskadenförmig angelegt, um die Verdunstung und Versickerung in den Oberboden zu fördern. Die das Kaskadenvolumen übersteigende Abflüsse sowie die Restentleerung des Regenwasserkanals wird gedrosselt bei freier Kapazität über das Pumpwerk Werkstraße in das Mischwasserkanalnetz der Gemeinde Römerberg eingeleitet.

Im weiteren Planungsverlauf muss die zur Verfügung stehende Kapazität des Pumpwerkes Werkstraße zur Entleerung des Rückhalterausms des neuen Gewerbegebiets überprüft werden. Eine zusätzliche Mischwasserentlastung im nachgelagerten Kanalnetz soll auf vermieden werden.

Es werden zwei Varianten betrachtet. In Variante 1 werden die geplanten Bebauungen mit „harten“ Dächern ausgeführt. Bei Variante 2 wird durch eine Dachbegrünung zusätzliches Rückhaltevermögen bzw. eine Abflussverringierung geschaffen. Für Variante 1 muss für das 50-jährliche Bemessungsereignis ein Rückhaltevolumen von 2.690 m³ auf einer Rückhaltefläche von ca. 4.500 m² und für Variante 2 ein Rückhaltevolumen von 2.113 m³ geschaffen werden. Für Variante 1 wird die Ausgestaltung des Rückhalterausms ausführlich betrachtet und im Plan 2.02 dargestellt. Da eine Mindestdachfläche auf den Grundstücken im B-Plan nicht vorgegeben ist, kann die tatsächliche Dachfläche die Grundflächenzahl auch deutlich unterschreiten und stattdessen stark versiegelte Hofflächen vorhanden sein. Somit ist im weiteren Verfahren die Variante 1 „Harte Dachbefestigung“ zu bevorzugen, um die notwendigen Sicherheiten vor Überflutung zu gewährleisten.

Um dennoch den Regenwasserrückhalt dezentral und das Mikroklima (u.a. Kühlungseffekt durch Verdunstung) im geplanten Gewerbegebiet zu fördern, ist eine Begrünung der Dachflächen im Gewerbegebiet anzustreben und im B-Plan vorzuschreiben.

6 Aufstellungsvermerk

aufgestellt:.....
(M. Sc. Christian Langhauser)

aufgestellt:.....
(Dipl.-Ing. Peter Bader)

Römerberg, im März 2021

Der Auftraggeber

Neustadt, im März 2021

ipr Consult
Ingenieurgesellschaft
PAPPON + RIEDEL mbH

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Ortsgemeinde Römerberg über
VG-verwaltung Römerberg-Dudenhofen
Standort Römerberg
Am Rathaus 4

67354 Römerberg



Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB 2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: B18058
Projekt: PN 1542 – Gewerbegebiet „Obere Mühlweggewanne“
in der Ortsgemeinde Römerberg
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Dipl.-Ing.(FH) Stefan Lübeck
Datum: 17.05.2018
Verteiler: vorab per e-mail an gerlinde.kade@vgrd.de
Kopie per e-mail an info@piske.com

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0 - Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

www.icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824 - Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

Kreissparkasse Kaiserslautern
Volksbank Kaiserslautern-Nordwestpfalz eG

IBAN DE89 5405 0220 0000 971531
IBAN DE60 5409 0000 0001 555600

BIC MALA DE 51 KLK
BIC GENO DE 61 KL1

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde vom Planungsbüro Piske, Ludwigshafen am Rhein, im Namen und auf Rechnung der Ortsgemeinde Römerberg über die Verbandsgemeindeverwaltung Römerberg-Dudenhofen, Standort Römerberg, hinsichtlich der beabsichtigten Erschließung des Gewerbegebietes „Obere Mühlweggewanne“ in Römerberg mit der orientierenden Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Für die Bearbeitung standen folgende Entwurfsunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

- [1] Bebauungsplan „Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne“ – Entwurf, Plan-Nr. BP, erstellt von Planungsbüro Piske, LU am Rhein, Maßstab: 1:1000, Stand: Sept. 2016
- [2] Übersichtslageplan, ohne Maßstab, ohne Verfasser, ohne Datum



Bilder 1 und 2: Projektgebiet zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.04.2018)

Es wird darauf hingewiesen, dass sich der Umfang der durchgeführten Untersuchungen im Wesentlichen auf die Erschließung des Baugebietes (Straßenbau und Kanalbau) sowie die Versickerungseignung beschränkte und nicht auf die Bebaubarkeit der einzelnen Grundstücke. Die Angaben zur Gebäudegründung haben lediglich orientierenden Charakter und sollen zu einer Ersteinschätzung der Baugrundsituation dienen. Detailangaben bezüglich der Gewerbebebauung (Grundstücksgrößen, Gebäudeabmessungen, Gründungstiefen, Bauwerkslasten, etc.) liegen im derzeitigen Projektstadium nicht vor, so dass zu Gründungsfragen bzw. zur baugeologischen und hydrogeologischen Beurteilung nachfolgend nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann.

In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die beauftragten punktuellen Erkundungsarbeiten lediglich eine Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 darstellen. Sie können keinesfalls weitergehende, im Zuge der Bebauung der Einzelgrundstücke objektspezifisch erforderlich werdende Hauptuntersuchungen und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf der Bauwerksgründungen ersetzen.

Die im vorliegenden Bericht getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die punktuellen Aufschlussergebnisse und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 13.04.2018 insgesamt **-5-** Kleinrammbohrungen RB 1, RB 2 und RB 4 bis RB 6 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die Bohrungen wurden in Tiefen von 2,40 m bis 2,70 m u GOK abgebrochen, da kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen war. Eine weitere, vorgesehene, Kleinrammbohrung konnte aufgrund der Unzugänglichkeit des Geländes nicht ausgeführt werden (RB 3, s. Lageplan, Anlage 10).

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-2-** schwere Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen wurden bis in Tiefen zwischen 5,00 m bzw. 4,80 m u GOK niedergebracht. Sie waren nicht ausgerammt.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an **-2-** charakterisierenden Bodenproben die Körnungslinien durch Siebanalyse gemäß DIN 18123 bestimmt (Anlage 3).

Ergänzend wurden zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 im bodenmechanischen Labor an **-1-** charakterisierenden Bodenprobe die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN 18122 bestimmt (Anlage 4).

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an **-2-** Bodenproben der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5).

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der anstehenden Lockergesteinsböden wurden zudem insgesamt **-2-** Versickerungsversuche / Auffüllversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) sowie eine Bestimmung der Infiltrationsrate mittels Doppelring-Infiltrrometer nach DIN EN 12616 durchgeführt. Die Versuchsprotokolle sind als Anlage 6 und 7 beigelegt.

Zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA¹ (2004) Tab.II.1.2-4/-5 (Feststoff und Eluat) wurde **-1-** Mischprobe MP1 (Aushub Straßen-/Kanalbau) der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein übergeben. Der Prüfbericht 3805822 vom 03.05.2018 ist als Anlage 9 beigelegt.

Die Aufschlusspunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe mittels GNSS-Vermessung eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 10 hervor.

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt, weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 gebildet.

Die Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse

Höhen- und Koordinatenangaben					
Projekt:	PN 1542 – Gewerbegebiet „Obere Mühlweggewanne“ in der Ortsgemeinde Römerberg				
Datum:	13.04.2018				
Beobachter:	J. Neumann				
Koordinatensystem:	UTM (WGS 84) - Koordinatensystem				
Kleinrammbohrung (RB)	UTM – Koordinaten (Zone 32 U)		Ansatzpunkt (AP) [m ü NN]	Endteufe	
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]		[m u AP]	[m ü NN]
RB 1 / DPH 1	456401,947	5460668,179	109,55	2,60	106,95
				5,00	104,55
RB 2 / DPH 2	456232,613	5460663,717	107,90	2,60	105,30
				4,80	103,10
RB 4	456279,562	5460739,294	107,63	2,70	104,93
RB 5	456225,586	5460700,720	107,46	2,70	104,76
RB 6	456166,791	5460703,002	107,61	2,40	105,21

Der vorliegende geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung.

2 Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Unter Berücksichtigung der regionalgeologischen Situation lässt sich auf Grundlage der Aufschlussergebnisse das nachfolgende, in Schichtglieder (SG) unterteilte Grundsatzprofil unter der 30 bis 50 cm mächtigen Oberbodenschicht ableiten:

SG I: bindige fein- und gemischtkörnige Böden

Feinsand, schwach schluffig bis schluffig

Schluffe, schwach kiesig, schwach bis stark feinsandig, tonig

Tone, teilweise schwach kiesig, schwach sandig bis sandig, schluffig

Konsistenz: weich bis steif, steif, halbfest

Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht

Farbe: gelbbraun, rotbraun, graubraun, braun

Bodengruppen: SU*, TL, TL/TM und TM nach DIN 18196

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie den ggfs. erforderlichen erdstatischen Berechnungen kann von den in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerten (Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196 und 18300:2012-09 dokumentierten Bodengruppen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklassen erfolgte auf der Grundlage der ZTV E-StB 17-Klassifizierung. In Bezug auf die Rohrstatik bzw. die Eignung als Verfüllmaterial wurden die Bodenarten nach DIN 18196 den Bodengruppen G1 bis G4 gemäß ATV – A127 zugeordnet.

Die charakteristischen Kenngrößen der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Charakteristische Kenngrößen und Parameter

	SG I bindige fein- und gemischtkörnige Böden
Bodengruppe (DIN 18196)	SU*, TL, TL/TM, TM
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	4, (2) ^{*)}
Homogenbereich ^{*)} (DIN 18300:2016-09)	4-0, (2-0) ^{*)}
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	SU*: G3, TL, TL/TM, TM: G4
Konsistenz	weich bis steif, steif bis halbfest
Lagerungsdichte	SU*: dicht, TL, TL/TM, TM: --
Plastizität	SU*, TL, TL/TM: leichtplastisch TM: mittelplastisch
Wichte (DIN 1055) erdfeucht γ_k [kN/m ³] unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	19,0 – 21,0 9,0 – 11,0
Scherfestigkeit Reibungswinkel $\text{cal } \varphi'$ [Grad] (DIN 1055)	22,5 – 27,5
Scherfestigkeit Kohäsion (DIN 1055) $c_{u,k}$ [kN/m ²]	weich bis steif: 0 – 15, steif – halbfest: 15 - 40
c'_k [kN/m ²]	weich: 0 – 5, steif – fest: 5 - 10
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	weich bis steif: 5 – 8, steif – halbfest: 8 - 30
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F3
Durchlässigkeitsbeiwert $\text{cal } k_f$ [m/s] (Literaturangaben)	$10^{-6} - 10^{-11}$
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	< 30 0 0
Zuordnungsklasse nach LAGA (siehe Kapitel 8)	Z0
Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] nach DIN 1054:2010-12	200 ¹⁾

^{*)} Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Wasserentzug lässt sie rasch austrocknen und schrumpfen, Wasserzufuhr und dynamische Belastung lässt sie in die Bodenklasse 2 übergehen.

^{*)} Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern aufgrund der ausgeführten LAGA-Analytik auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe, siehe Kapitel 8. Die für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.

¹⁾ Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit b bzw. $b' = 0,5$ bis $2,0$ m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von $1,0$ m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.7.

Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.6 und A 6.7 kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
1	Oberboden
(2-0)	Böden der Bodengruppen SU*, TL, TL/TM und TM in flüssiger oder breiiger Konsistenz LAGA-Zuordnungsklasse Z0
4-0	Böden der Bodengruppen SU*, TL, TL/TM und TM in steifer bis halbfester Konsistenz, leicht plastisch bis mittelplastisch, LAGA Zuordnungsklasse Z0

Durch die im bodenmechanischen Labor an den charakteristischen Bodenproben ausgeführten Laborversuche wurden die Kenngrößen nach Tabelle 2 verifiziert.

Bodengruppen nach ATV-A127

Im Bereich der Rohrgrabensohlen, der Bettungsschicht, der Seitenverfüllung und Abdeckung nach DIN EN 1610 stehen überwiegend schlecht verdichtbare bindige Bodenarten an. Die aufgeschosenen bindigen Deckschichten sind den Bodengruppen G3 und G4 zugehörig und nur bedingt für den Wiedereinbau geeignet.

Bindige Böden der Bodengruppen G3 und G4 können bei zu hohem Wassergehalt durch ungünstige Witterungseinflüsse (Regen, Frost, Austrocknung) für den Einbau unbrauchbar werden. Sie sind vor entsprechenden Einflüssen zu schützen.

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.04.2018) bei keinem der Aufschlüsse bis zur jeweiligen Endteufe nachweisbar.

Jedoch ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht generell auszuschließen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

Glühverlust

Bei den Kleinrammbohrungen RB 1 im Tiefenbereich zwischen 0,30 m und 1,10 m (P2) unter Geländeoberkante (u GOK) sowie der RB 5 im Tiefenbereich zwischen 0,40 m und 1,20 m (P2) unter GOK aufgeschlossenen Böden wurde aufgrund der Färbung mittels Glühverlust der Gehalt an organischen Bestandteilen (zersetzte Pflanzenreste) ermittelt. Organische Bestandteile bedingen eine ungünstige Beeinflussung der bodenphysikalischen Eigenschaften durch Volumenverlust infolge Verrottung, verringerte Verdichtbarkeit und Wasserdurchlässigkeit sowie Zunahme der Kompressibilität infolge von erhöhtem Porenanteil mit entsprechend verringerter Tragfähigkeit.

Die Einflussnahme organischer Bestandteile wirkt sich bei nichtbindigen Böden erfahrungsgemäß ab einem Glühverlust von 3 M.-% und bei bindigen Böden ab einem Glühverlust von 5 M.-% maßgeblich aus (vgl. DIN 1054).

Vor diesem Hintergrund wurde zur weitergehenden Beurteilung an genannten entnommenen Bodenproben im bodenmechanischen Labor der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5). Der Glühverlust entspricht dem Masseverlust des bei 105°C getrockneten Bodens bei einer Glühtemperatur von 550°C.

Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 4: Glühverlust

Probe	Tiefe [m unter GOK]	Bodengruppe	Glühverlust [Masse-%]
RB 1 - P 2	0,3 – 1,1	TL, TM (bindig)	3,05
RB 5 - P 2	0,4 – 1,2		1,10

Die untersuchten bindigen Bodenproben unterschreiten beide den in DIN 1054 angegebenen Grenzwert des Glühverlusts von 5 M.-% für bindige Böden.

Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die in den beprobten Schichtlagen enthaltenen organischen Beimengungen die Tragfähigkeitseigenschaften des Baugrundes nicht ungünstig beeinflussen, weshalb sie aus gründungstechnischer Sicht vernachlässigt werden können.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

3.1 Allgemein

Im Projektgebiet stehen überwiegend bindige fein- und gemischtkörnige Böden mit hohem Feinkornanteil der Bodengruppen SU*, TL, TL/TM und TM des Schichtgliedes I in weich bis steifer bzw. steifer bis halbfester Konsistenz an.

Die gemischt- und feinkörnigen Böden der Bodengruppen SU*, TL, TL/TM und TM des Schichtgliedes SG I stellen ab mindestens steifer Konsistenz allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.

Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen. Die aufgeschlossenen bindigen Böden gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 4. Ab fester Konsistenz sind diese Böden der Bodenklasse 6 nach DIN 18300:2012-09 zugehörig.

Durchnässte, breiige Böden sind in die Bodenklasse 2 einzuordnen. Sie sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., Schichten mit erhöhtem Feinkornanteil weichen bei Wasserzutritten bzw. Durchfeuchtung (z. B. durch Durchwalkungen während des Baubetriebes) rasch auf und verlieren so ihre in ungestörtem Zustand ab mindestens steifer Konsistenz befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften.

3.2 Allgemeines zur Gründung von Gebäuden

Bei sämtlichen Gründungselementen ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit eine Mindesteinbindetiefe von 80 cm zu gewährleisten. Generell ist auf ein einheitliches, ggf. zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8).

Die aufgeführten Werte gehen zurück auf Grundbruch- und Setzungsberechnungen, so dass für Regelfälle auf die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch (GEO-2), Gleiten (GEO-2) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) verzichtet werden kann. Da das Regelfallverfahren ein vereinfachter Nachweis ist, muss vor jeder Bemessung sorgfältig geprüft werden, ob die in der DIN 1054:2010 angeführten Anwendungsgrenzen eingehalten sind.

Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, oder werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstands überschritten, sind die o.g. Nachweise alle zu führen.

Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht. Bei nichtbindigen Böden wird dies durch die in Tabelle A 6.3 von DIN 1054 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen. Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m² ermittelt worden sein.

Die auf der Grundlage der Tabelle A 6.1 für nichtbindige Böden bemessenen Fundamente können sich bei Fundamentbreiten bis 1,50 m um etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärker setzen. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Liegt ein Regelfall nicht vor, oder sollen die in DIN 1054:2010 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei ist bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) erfahrungsgemäß folgende Mindestanforderung an die Schlagzahlen zu stellen:

Schwere Rammsonde:	steife Konsistenz:	Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$
	mitteldichte Lagerung	Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$

Die Konsistenz der bei den Kleinrammbohrungen entnommenen Bodenproben ist hier jedoch günstiger als die Konsistenz, die sich anhand der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen bei einer Auswertung nach PLACZEK ergeben würde. Ein direkter Vergleich zwischen Schlagzahlen und tatsächlicher Konsistenz ist somit nicht möglich, bzw. führt zur Fehlinterpretation. Diese Differenz kann unter anderem auf eine sehr geringe Mantelreibung des Sondiergestänges in den hier aufgeschlossenen bindigen Böden zurückgeführt werden.

Aufgrund dieser Tatsache wurde durch Korrelation zwischen der ausgeführten Kleinrammbohrung und der schweren Rammsondierungen zur weiteren Beurteilung folgende Schlagzahl für eine mindestens steife Konsistenz zu Grunde gelegt.

Schwere Rammsonde:	steife Konsistenz:	Schlagzahlen $N_{10} \geq 3$
---------------------------	---------------------------	--

Nach Auswertung der Ergebnisse der drei niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 und DPH 2) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 5 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 5: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig ausreichender Festigkeit

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m ü NN]
DPH 1	1,40	ca. 108,2
DPH 2	1,40	ca. 106,5

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist in den überwiegenden Bereichen des Baufelds vermutlich die Anwendung des vereinfachten Verfahrens nicht möglich. Jedoch stellen die Aufschlüsse lediglich Stichproben dar, und es kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass auch Bereiche im Projektgebiet aufgeschlossen werden, bei denen die Baugrundverhältnisse die Anwendung des vereinfachten Verfahrens zulassen.

Eine Gründung von Gebäuden ist jedoch selbstverständlich auch in Böden möglich, die nicht den Vorgaben der DIN 1054 entsprechen. Allerdings sind bei einer Gründung in Erdstoffen weich-steifer Konsistenz bzw. lockerer Lagerung die Bauwerksverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen und die Sicherheit gegen Grundbruch gesondert nachzuweisen. Eine objektbezogene Baugrunderkundung ist daher unerlässlich.

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse sind Gebäudegründungen sowohl mittels Streifenfundamenten als auch Gründungen mittels elastisch gebetteter, tragender Stahlbetonbodenplatten auf entsprechend ausreichend dimensionierten Gründungspolstern (Bodenaustausch) aus gut verdichtbaren, nichtbindigen Erdstoffen möglich.

Die genaue Dimensionierung der erforderlichen Gründungspolster (abhängig nach Größe der auftretenden Lasten und der zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen) kann jedoch nur auf Grundlage ergänzender objektbezogener Baugrundaufschlüsse und detaillierter Setzungsberechnungen erfolgen.

Für herzustellende Langzeitböschungen ohne zusätzliche Last

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Langzeitböschungen entstehen oder angeschüttet werden, können in Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe hinsichtlich der Böschungsneigung die nachfolgenden Anhaltswerte in Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 17 (Fassung 2011) zugrunde gelegt werden. Diese gelten nur für unbelastete Langzeitböschungen ohne Strömungsdruck.

Grobkörnige Böden:

Kiese, Sande: 1 : 1,5

Feinsande: 1 : 2,0

Gemischtkörnige Böden:

Schluffig-tonige Böden (GU): 1 : 1,5

Bindige, feinkörnige Böden (UL, TL, TM) und gemischtkörnige Böden (GU*, SU, SU*):

h < 3 m: 1 : 1,25

für 3 m < h < 10 m: 1 : 1,5

für 10 m < h < 15 m: 1 : 1,8 bis 2,0

Die Standsicherheit steilerer Böschungen, von Böschungen mit Strömungsdruck bzw. von belasteten Langzeitböschungen ist im Einzelfall gemäß DIN 4084 nachzuweisen. Ggf. sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, Gabionen, usw. zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind.

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen. Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungfußbereich entgegen.

Zum Schutz vor Erosion durch Witterungseinflüsse sind Langzeitböschungen umgehend zu begrünen.

Der Abstand eines Gebäudes von der Böschungskante muss so groß sein, dass die Böschung keine Belastung durch das Gebäude erfährt. Bei einer Böschungshöhe von ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m. Für größere Böschungshöhen sind die Abstände entsprechend zu vergrößern.

Sollten die Platzverhältnisse dafür nicht ausreichend sein, sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind (s. oben).

Alternativ können die Kellergeschosse als „Weiße Wanne“ ausgebildet werden, wobei die Bodenplatten und Außenwände als geschlossene Wannen aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 hergestellt werden. Für die Herstellung der Bauwerke wird auf die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des DAfStb verwiesen.

6 Versickerungseignung der anstehenden Böden

6.1 Allgemeines

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften, wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topographie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle von Muldenflächen sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

6.2 Ermittlung des k_f -Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Bereich der RB 4 und RB 5 je **-1-** Schluckversuch, sog. Open-End-Tests, **SV 1** bei RB 4 und **SV 2** bei RB 5 durchgeführt. Die Versuchsprotokolle liegen in Anlage 6 bei.

Der Open-End-Test ist ein vom U.S. Bureau of Reclamation (USBR) 1963 vorgestellter, unter stationären Bedingungen durchzuführender Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch, bei welchem, im Gegensatz zu anderen Verfahren, die infiltrierte Wassermenge bei konstanter Druckhöhe direkt in die Bestimmungsgleichung eingeht (vgl. Lexikon der Geowissenschaften 2016).

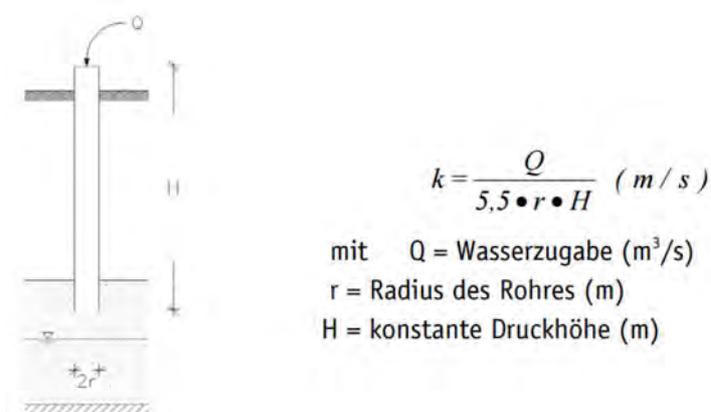


Abb. 2: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei den durchgeführten Versuchen lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,60 m u GOK. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um schwach kiesige, schwach bis stark feinsandige Schluffe der Bodengruppe TL nach DIN 18196.

Bei der Durchführung der Versickerungsversuche wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 6,4 \cdot 10^{-9}$ und $9,6 \cdot 10^{-9}$ m/s ermittelt, womit diese Böden als nur sehr schwach durchlässig zu bezeichnen sind.

6.3 Ermittlung des k_f -Wertes mit dem Doppelringinfiltrometer nach DIN 19682-7 (Instationäres Verfahren)

Zur Festlegung der Bemessung- k_f -Werte wurden die Ergebnisse der Feldversuche gem. DWA-A 138 mit einem Korrekturfaktor versehen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der folgenden Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung durch Infiltrationsversuche

Schurf	Versuch	Tiefe	k_f -Wert nach Feldversuch [m/s]	Bemessungs- k_f -Wert ^{*)} [m/s]
HS 1	DRI 1	0,50 m uGOK	$3,33 \cdot 10^{-7}$	$6,67 \cdot 10^{-7}$

^{*)} Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über Feldmethoden ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 ein Korrekturfaktor von 2,0 zu berücksichtigen, da mit den Feldmethoden in der ungesättigten Zone i.d.R. keine vollständige Sättigung des Bodens oder Untergrundes zu erreichen ist.

Beim durchgeführten Versuch DRI 1 stellten sich nur sehr geringe Infiltrationsraten ein. Die Messungenauigkeiten bei dem gewählten Verfahren sind bei geringen Infiltrationsraten relativ groß, ggfs. sind die geringen Infiltrationsraten auch auf eine Verschlammung der vegetationslosen Bodenoberfläche zurückzuführen, da Schluffe mit höheren Feinkornanteilen (Bodengruppe TL nach DIN 18196) anstehen. Die genannten Versuche sind daher nur bedingt für die Heranziehung des Bemessungs- k_f -Wertes geeignet.

6.4 Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Die Bestimmung der k_f -Werte erfolgte näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT. Zur näherungsweise Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden wurden daher an einer Bodenprobe im Bereich der Versickerungsmulden die Korngrößenverteilungen mittels kombinierter Sieb-/Schlammalyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Anlage 3).

Bei den genannten Bestimmungsverfahren sind verschiedene Gültigkeitsgrenzen zu beachten, zudem ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten ist. So sind die meisten Verfahren nur für sandig-kiesige Böden anwendbar (BEYER, HAZEN, SEELHEIM), haben in diesem Kornspektrum jedoch die höhere Aussagegenauigkeit. Für bindige Böden steht nur das Verfahren nach MALLET/PAQUANT zur Verfügung – die Aussagegenauigkeit wird jedoch hier als mäßig eingestuft.

Tabelle 9: Gültigkeitsgrenzen

Hazen	$U > 1$	$U < 5$	$d_{10} > 0,1$	$d_{10} < 0,5$
Beyer	$U > 1$	$U < 20$	$d_{10} > 0,06$	$d_{10} < 0,6$
Seelheim	$U < 5$			

Tabelle 10: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung

Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m uGOK]	Berechnungs-methode	k_f - Wert [m/s]	Bemessungs- k_f ¹⁾ [m/s]	Bodengruppe (DIN 18196)
RB 4 / P 3	1,30 – 2,40	MALLET/PAQUANT	$2,9 \cdot 10^{-9}$	$5,8 \cdot 10^{-9}$	TL

¹⁾Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 jedoch noch ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen.

Die untersuchten anstehenden Böden sind auf Grundlage der Bestimmung der Durchlässigkeit durch Sieblinienauswertung nach MALLET/PAQUANT nach DIN 18130, Tl. 1 als „**sehr schwach durchlässig**“ (Bodengruppen TL und TM) zu klassifizieren.

6.5 Interpretation der Ergebnisse

Nach dem Merkblatt DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von ca. $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen.

Das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) gibt eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s an, demnach sind die anstehenden Lockergesteinsböden für eine Versickerung nach diesem Regelwerk überwiegend **nicht geeignet**.

Sollte ein Versickerungsbecken errichtet werden, ist dies durch weiterführende Berechnungen zu dimensionieren. Es ist auf einen ausreichenden Abstand der Versickerungsanlage zur Bebauung und der Verkehrswege zu achten.

6.6 Hinweise zum Bau von Erddämmen bei Versickerungsmulden

Homogene Dammtypen (ungegliederte Dämme ohne separate Dammdichtung) mit kurzen Einstauzeiten sind mit Erdstoffen herzustellen, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte nicht größer sind als $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Da bei Versickerungsbecken mit längeren Einstauzeiten zu rechnen ist, besteht die Gefahr, dass die Dämme aufweichen. Wir empfehlen daher, bei der Herstellung der Dämme die Erdstoffe mit hydraulischem Bindemittel zu verbessern. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen! Alternativ besteht die Möglichkeit, die Dämme mit einer Dammdichtung zu versehen.

Die Verwendung von bindigen Erdstoffen der Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 zur Herstellung der Dämme ist in hohem Maße abhängig vom Einbauwassergehalt. Die Dämme sind in Lagen von maximal 30 cm zu schütten, wobei die nachfolgende Verdichtungsanforderung zu gewährleisten ist:

$$D_{Pr} \geq 100 \% \quad \text{bindige Erdstoffe (BKL 4)}$$

Der Verdichtungsgrad ist bereits im Zuge der Erdarbeiten kontinuierlich zu kontrollieren und nachzuweisen!

Abschließend weisen wir auf die Erfordernis von Standsicherheitsnachweisen für die Erddämme der Versickerungsanlagen hin.

9 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlauslegung ist der Gutachter heranzuziehen.

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



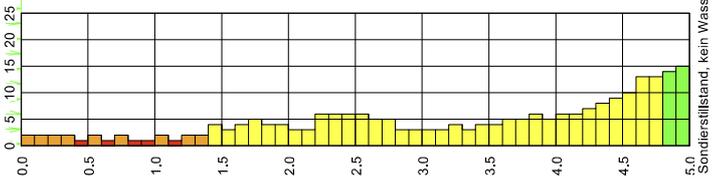
Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

gez.
Stefan Lübeck
(Dipl.-Ing.(FH))

DPH 1

109,55 m ü NN

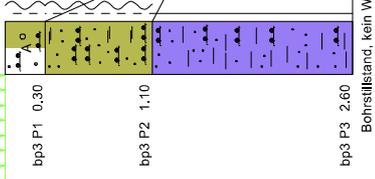
Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0,10	2
0,20	2
0,30	2
0,40	2
0,50	1
0,60	2
0,70	2
0,80	2
0,90	1
1,00	1
1,10	2
1,20	1
1,30	2
1,40	2
1,50	3
1,60	3
1,70	4
1,80	5
1,90	4
2,00	4
2,10	3
2,20	3
2,30	6
2,40	6
2,50	6
2,60	6
2,70	5
2,80	5
2,90	3
3,00	3
3,10	3
3,20	4
3,30	4
3,40	3
3,50	4
3,60	4
3,70	5
3,80	5
3,90	6
4,00	6
4,10	6
4,20	6
4,30	7
4,40	8
4,50	9
4,60	10
4,70	13
4,80	14
4,90	14
5,00	15

RB 1

109,55 m ü NN



Auffüllung, Schluff, braun, schwach kiesig, stark sandig, humos [OU]

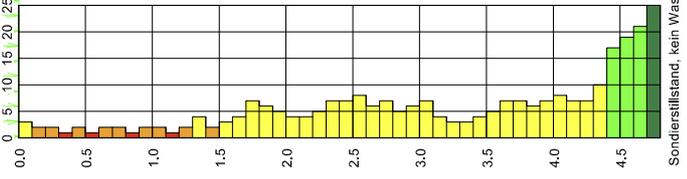
Schluff, rotbraun, stark feinsandig, schwach humos [TL]

Ton, grau, feinsandig, schluffig [TL - TM]

DPH 2

107,90 m ü NN

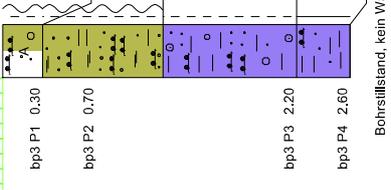
Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0,10	3
0,20	2
0,30	2
0,40	1
0,50	2
0,60	2
0,70	2
0,80	2
0,90	1
1,00	2
1,10	2
1,20	1
1,30	2
1,40	2
1,50	2
1,60	3
1,70	4
1,80	7
1,90	6
2,00	5
2,10	4
2,20	4
2,30	5
2,40	7
2,50	7
2,60	8
2,70	6
2,80	7
2,90	8
3,00	7
3,10	7
3,20	4
3,30	3
3,40	3
3,50	4
3,60	5
3,70	7
3,80	6
3,90	6
4,00	7
4,10	8
4,20	7
4,30	7
4,40	10
4,50	17
4,60	19
4,70	20
4,80	20
4,90	20

RB 2

107,90 m ü NN



Auffüllung, Schluff, braun, schwach kiesig, stark sandig, humos [OU]

Schluff, rotbraun, sandig, tonig, schwach humos [TL]

Ton, gelbbraun, schwach kiesig, stark feinsandig, schluffig [TL]

Ton, graubraun, schwach feinsandig, schluffig [TM]

Legende DPH

- breig / sehr locker
- weich / locker
- steif / mitteldicht
- halbfest / dicht
- fest / sehr dicht

Legende

- Auffüllung (A)
- Schluff (U)
- Ton (T)
- halbfest
- steif
- weich - steif

Objekt:
PN 1542
Gewerbegebiet "Obere Mühleggewanne"
in der Ortsgemeinde Römerberg

Baugrunduntersuchung

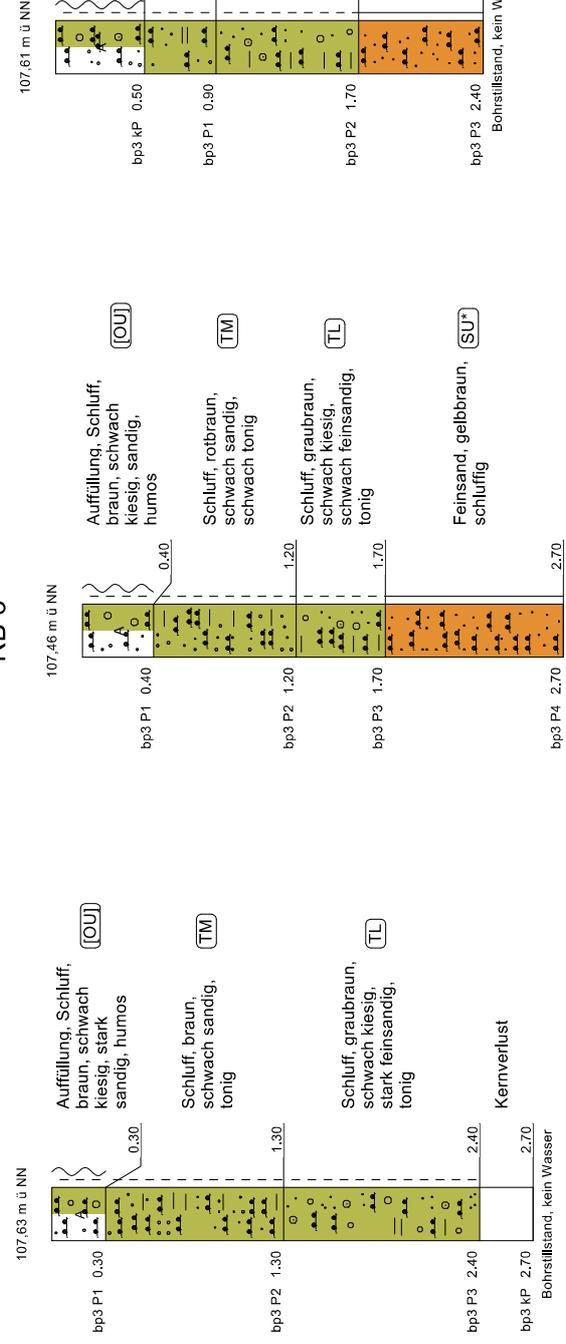
Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden
Am Frankwald 2/
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Anlage 2.1
zu Bericht Nr.:
B18058

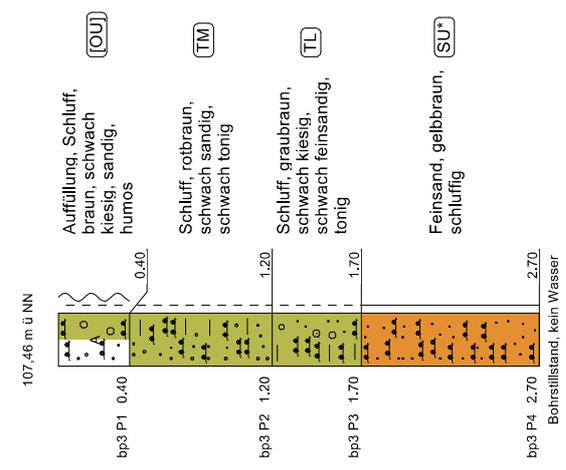
Bohrprofile / Rammdiagramme
Höhenmaßstab: 1:40

Dat.: 13.04.2018
Bearb.: SL

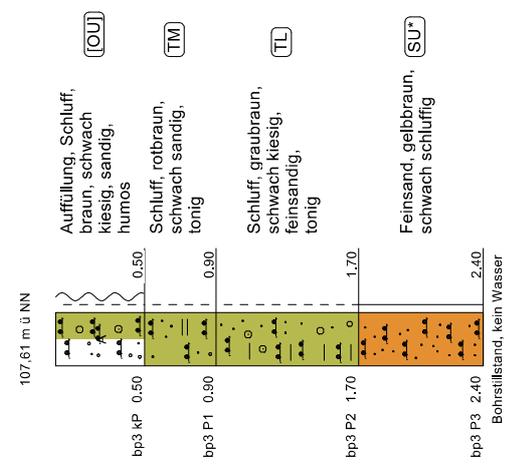
RB 4



RB 5



RB 6



Legende

halbfest	steif	weich - steif

Auffüllung (A)	Feinsand (FS)	Schluff (U)

Legende DPH

	breig / sehr locker
	weich / locker
	steif / mitteldicht
	halbfest / dicht
	fest / sehr dicht

Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH
ICP
Ingenieurgesellschaft
für Wasser und Boden
Am I rankwald 2/1
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
PN 1542
Gewerbegebiet "Obere Mühlgewanne"
in der Ortsgemeinde Römerberg

Baugrunduntersuchung

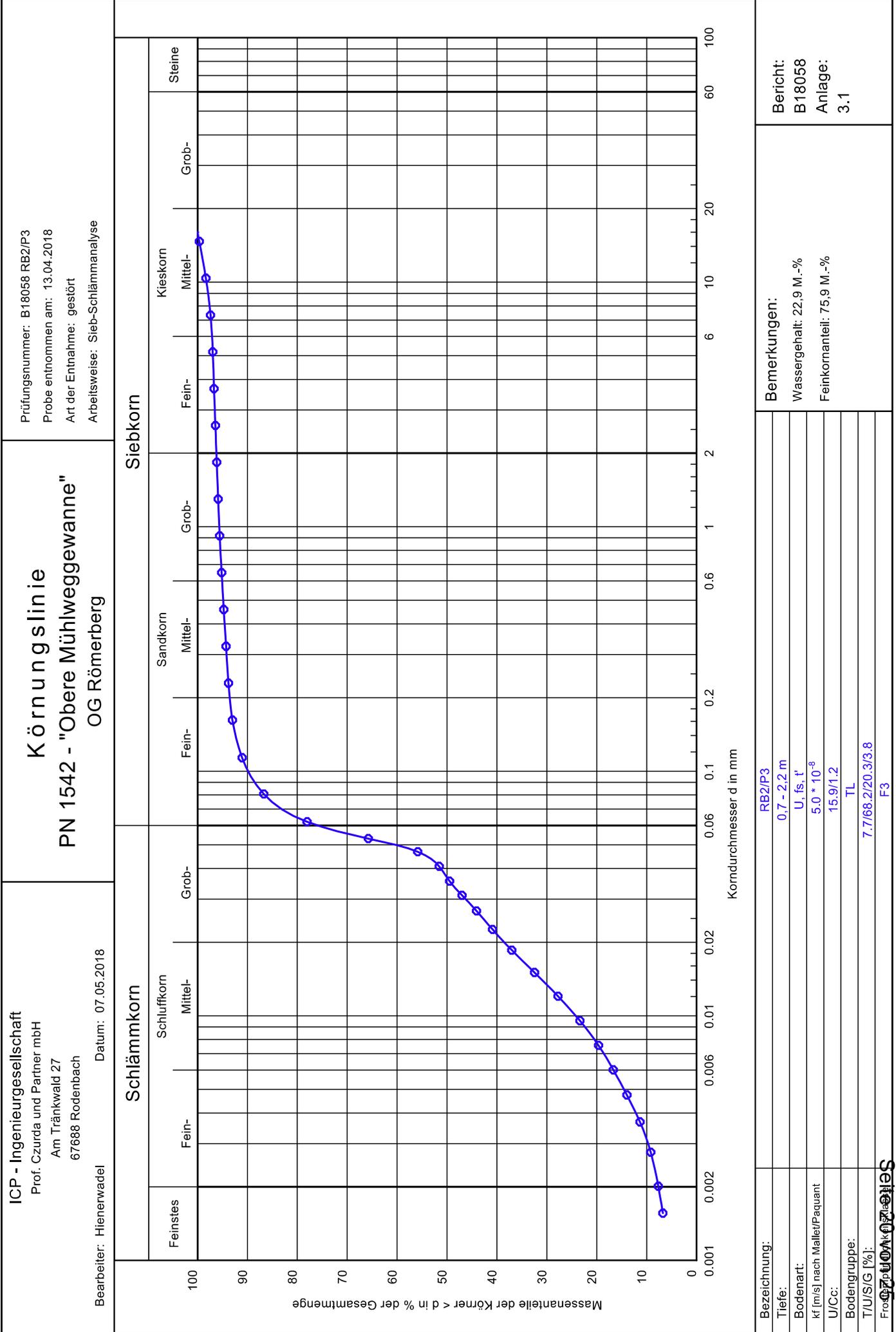
Bohrprofile

Höhenmaßstab: 1:30

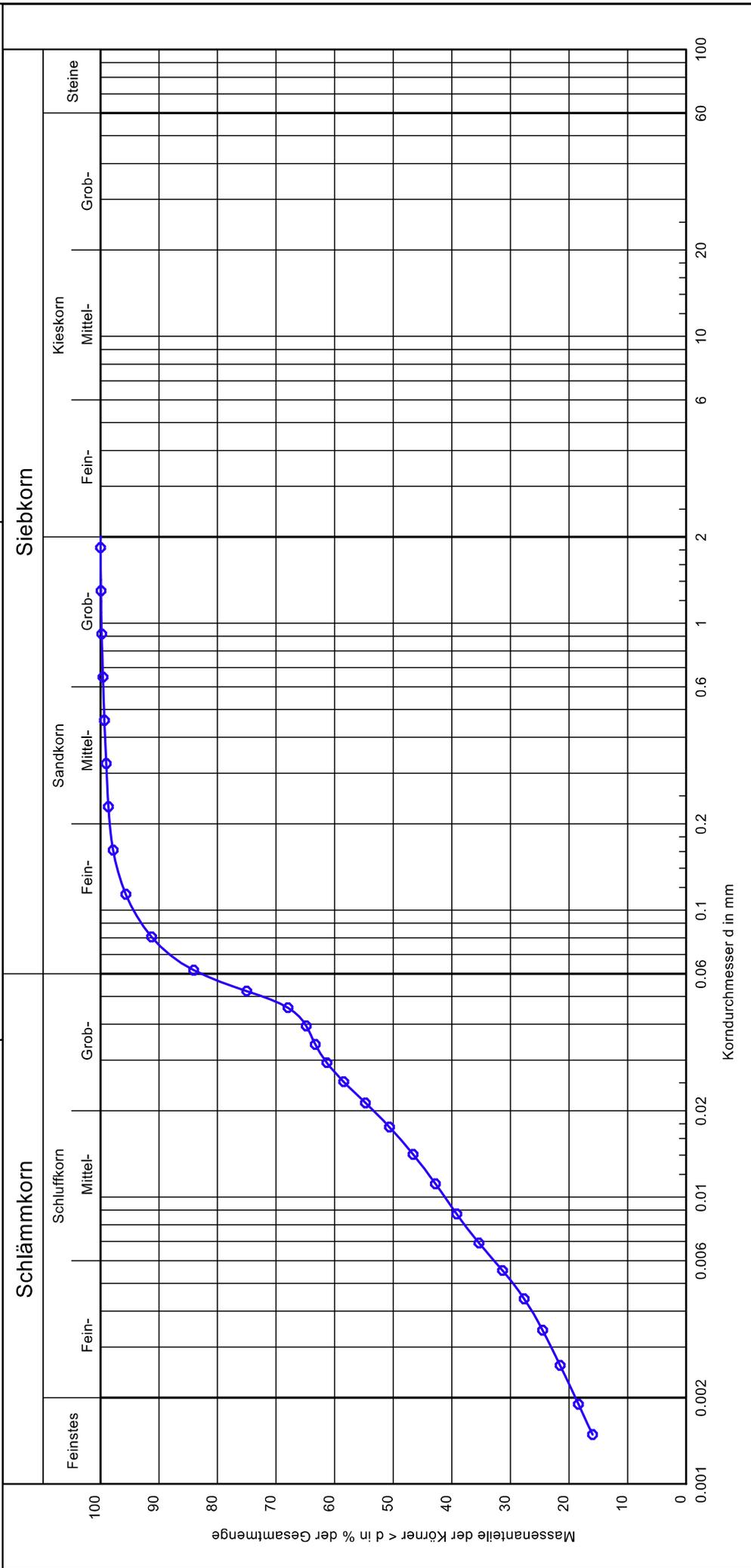
Anlage 2.2
zu Bericht Nr.:
B18058

Dat.: 13.04.2018

Bearb.: SL



ICP - Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach	Körnungslinie PN 1542 - "Obere Mühlgewanne" OG Römerberg	Prüfungsnummer: B18058 RB4/P3 Probe entnommen am: 13.04.2018 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Sieb-Schlammanalyse
Bearbeiter: Hienewadel Datum: 07.05.2018		



Bezeichnung:	RB4/P3	Bemerkungen:	Wassergehalt: 18,0 M.-% Feinkornanteil: 82,7 M.-%	Bericht:	B18058	Anlage:	3.2
Tiefe:	1,3 - 2,4 m						
Bodenart:	U, t, fs						
kt [m/s] nach Mallet/Paquart	$2.9 \cdot 10^{-9}$						
U/Cc:	-/-						
Bodengruppe:	TL						
T/U/S/G [%]:	18.9/63.8/17.3/-						
Fraktionierung:	F3						

ICP - Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda & Partner mbH

Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach
Tel.06374-805070, Fax 805077



Projekt:	PN 1542 - Gewerbegebiet "Obere Mühlweggewanne", OG Römerberg			Datum:	13.04.2018
				Bearbeiter:	SL
Projektnr.	B18058	Versuch:	SV 1	Anlage	6.1
Messtelle	bei RB 4				

Versickerungsversuch im Bohrloch: Open-End-Test

Allgemein	
Versickerungstiefe unter GOK [m]	1,6
Versickerungszeit [s]	1800
verbrauchte Wassermenge [l]	0,11
Druckhöhe [cm]	180
Schüttmenge pro Zeit [cm³/s]	0,0022
Innenradius Prüfrohr [cm]	3,5

kf Wert [m/s]	6,41E-09
----------------------	-----------------

ICP - Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda & Partner mbH

Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach
Tel.06374-805070, Fax 805077



Projekt:	PN 1542 - Gewerbegebiet "Obere Mühlweggewanne", OG Römerberg			Datum:	13.04.2018
Projektnr.	B18058	Versuch:	SV 2	Bearbeiter:	SL
Messtelle	bei RB 5			Anlage	6.2

Versickerungsversuch im Bohrloch: Open-End-Test

Allgemein	
Versickerungstiefe unter GOK [m]	1,6
Versickerungszeit [s]	7200
verbrauchte Wassermenge [l]	0,12
Druckhöhe [cm]	180
Schüttmenge pro Zeit [cm³/s]	0,0033
Innenradius Prüfrohr [cm]	3,5

kf Wert [m/s]	9,62E-09
----------------------	-----------------



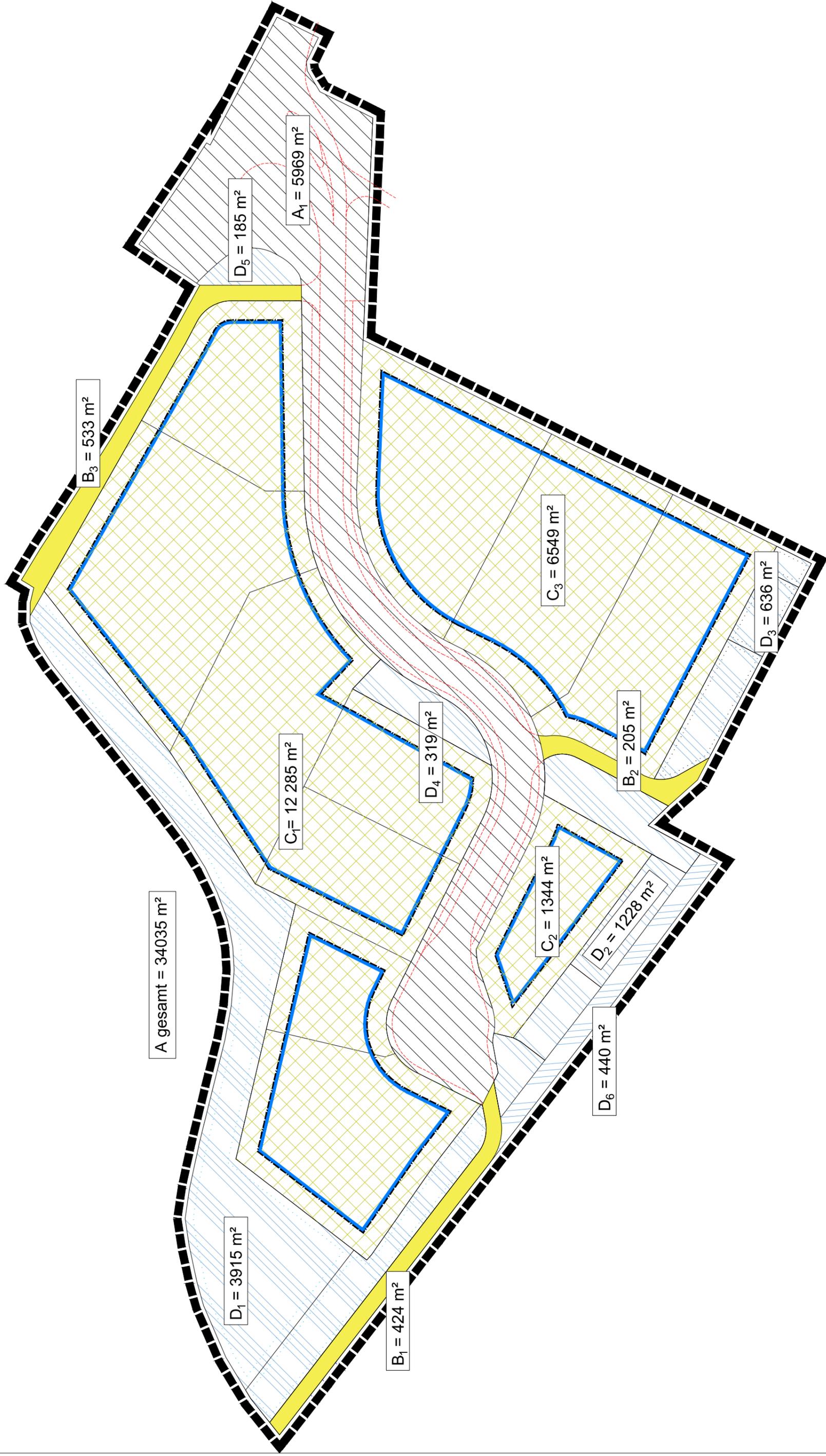
⊕ RB Kleinrammbohrungen
⊕ DPH schwere Rammsondierungen

Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt: PN 1542 - Gewerbegebiet "Obere Mühlweggewanne" in der Ortsgemeinde Römerberg	Anlage: 10
Baugrunduntersuchung	zu Bericht Nr.: B18058
Lageplan	Dat.: 13.04.2018
Maßstab: 1 : 1250	Bearb.: S. Lübeck



Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Auftraggeber: VG Römerberg
Projekt: Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne
AZ:1-6881.1 Variante 1: harte Dachbefestigung

Gewässer (DWA-M 153 Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
	G 7	G = 18

Flächenanteil f_i (DWA-M 153 Abschn. 4)		Luft L_i (DWA-M 153 Tab. A.2)		Flächen F_i (DWA-M 153 Tab. A.3)		Abflußbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
10.896 m ²	0,504	L 2	2	F 2	8	5,04
9.646 m ²	0,446	L 2	2	F 4	19	9,37
1.076 m ²	0,050	L 2	2	F 1	5	0,35
$\Sigma = 21.618$	$\Sigma = 1,00$	Abflußbelastung B = ΣB_i:				B = 14,76

Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

erfüllt

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Auftraggeber: VG Römerberg
Projekt: Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne
AZ:1-6881.1 Variante 1: harte Dachbefestigung

Angeschlossene Öffentliche Flächen:	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	13.854 m²	0,51	7.090 m²

	A _{ges}	Ψ_i	A _u
Dachflächen	0 m ²	0,90	0 m ²
Verkehrsflächen, Asphalt	7.131 m ²	0,90	6.418 m ²
Verkehrsflächen, Pflaster mit offenen Fugen	0 m ²	0,50	0 m ²
Gehweg, Schotter/Wassergebundene Decke	0 m ²	0,45	0 m ²
Grünflächen	6.723 m ²	0,10	672 m ²

Angeschlossene Privat-Flächen:	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	20.178 m²	0,72	14.528 m²

	A _{ges}	Ψ_i	A _u
Dachflächen (inkl. Garagen)	12.107 m ²	0,90	10.896 m ²
Verkehrsflächen (Hof)	4.036 m ²	0,80	3.228 m ²
Grünflächen	4.036 m ²	0,10	404 m ²

Flächenbilanz "M 153":	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	34.032 m²	0,64	21.618 m²

	A _{ges}		A _u
Dachflächen	12.107 m²		10.896 m²
Verkehrsflächen	11.167 m²		9.646 m²
Grünflächen	10.759 m²		1.076 m²

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Auftraggeber: VG Römerberg
Projekt: Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne
AZ:1-6881.1 Variante 2: Gründächer

Gewässer (DWA-M 153 Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
	G 7	G = 18

Flächenanteil f_i (DWA-M 153 Abschn. 4)		Luft L_i (DWA-M 153 Tab. A.2)		Flächen F_i (DWA-M 153 Tab. A.3)		Abflußbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \times (L_i + F_i)$
6.053 m ²	0,361	L 2	2	F 1	5	2,53
9.646 m ²	0,575	L 2	2	F 4	19	12,08
1.076 m ²	0,064	L 2	2	F 1	5	0,45
$\Sigma = 16.776$	$\Sigma = 1,00$	Abflußbelastung B = ΣB_i:				B = 15,05

Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

erfüllt

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Auftraggeber: VG Römerberg
Projekt: Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne
AZ:1-6881.1 Variante 2: Gründächer

Angeschlossene Öffentliche Flächen:	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	13.854 m²	0,51	7.090 m²

	A_{ges}	Ψ_i	A_u
Dachflächen	0 m ²	0,90	0 m ²
Verkehrsflächen, Asphalt	7.131 m ²	0,90	6.418 m ²
Verkehrsflächen, Pflaster mit offenen Fugen	0 m ²	0,50	0 m ²
Gehweg, Schotter/Wassergebundene Decke	0 m ²	0,45	0 m ²
Grünflächen	6.723 m ²	0,10	672 m ²

Angeschlossene Privat-Flächen:	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	20.178 m²	0,48	9.685 m²

	A_{ges}	Ψ_i	A_u
Dachflächen (inkl. Garagen)	12.107 m ²	0,50	6.053 m ²
Verkehrsflächen (Hof)	4.036 m ²	0,80	3.228 m ²
Grünflächen	4.036 m ²	0,10	404 m ²

Flächenbilanz "M 153":	Summe	Ψ_m	Summe
Rückhaltung	A_{ges}		A_u
	34.032 m²	0,49	16.776 m²

	A_{ges}	A_u
Dachflächen	12.107 m²	6.053 m²
Verkehrsflächen	11.167 m²	9.646 m²
Grünflächen	10.759 m²	1.076 m²

Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach DWA A-117

- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
 Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20

Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Einzugsgebietsfläche	$A_E =$	34.032 m ²
Mittlerer Abflussbeiwert	$\psi_m =$	0,635
Undurchlässige Fläche	$A_u =$	21.618 m ²
Muldenhöhe	$h_R =$	1,00 m
Muldenfläche	$A_R =$	3000,0 m ²
Speicherkoefizient	$s =$	1,00
Muldenvolumen	$V_R =$	3000,00 m ³
Max. Stauhöhe (Max. Betriebswasserspiegel)	$WSP_{max} =$	1,00 m (Mulde)
Durchlässigkeitsbeiwert (Annahme: keine Versickerung!)	$k_f =$	1,00E-10 m/s
Korrekturfaktor, ungesättigter Boden	$f_u =$	0,50
Abminderungsfaktor bei fehlender Vorreinigung	$f_{VR} =$	1,00
Bemessungs- k_f -Wert = $k_f \times f_u$	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Versickerungsrate = $A_S \times k_{f,Bem} \times 1000$	$Q_S =$	0,000 l/s
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 < f_z < 1,2$)	$f_z =$	1,2
gewählter Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s
Drosselabfluß	$Q_{ab,ges} =$	0,00 l/s

Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD 2010R 19(H) 76(V) :

Regendauer		Wiederkehrzeit $T_n =$				
D		1 a	2 a	5 a	20 a	50 a
		Regenspende $r_{(D,T)}$				
min	Std	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha
5		183,9	246,4	329,2	454,3	537,1
10		143,9	185,9	241,8	326,3	382,2
15		117,8	151,4	195,8	263,1	307,5
20		99,8	128,4	166,2	223,3	261,1
30		76,5	99,2	129,3	174,7	204,7
45		56,7	74,7	98,6	134,7	158,6
60	1,0	45,0	60,3	80,6	111,3	131,6
90	1,5	32,7	43,7	58,1	80,0	94,5
120	2,0	26,1	34,7	46,1	63,3	74,6
180	3,0	19,0	25,1	33,2	45,5	53,6
240	4,0	15,2	20,0	26,4	36,0	42,4
360	6,0	11,0	14,5	19,0	25,9	30,4
540	9,0	8,0	10,5	13,7	18,6	21,8
720	12,0	6,4	8,3	10,9	14,7	17,3
1.080	18,0	4,7	6,0	7,8	10,6	12,4
1.440	24,0	3,7	4,8	6,2	8,4	9,8
2.880	48,0	2,2	2,8	3,6	4,8	5,6
4.320	72,0	1,6	2,0	2,6	3,5	4,0

Muldenkennwerte		Wiederkehrzeit $T_n =$				
		1 a	2 a	5 a	20 a	50 a
V_{erf}	m ³	1.075,80	1.344,80	1.748,20	2.353,40	2.689,60
WSP_{erf}	m	0,36	0,45	0,58	0,78	0,90
t_E	Std	-	-	-	-	-
$V_{erf, spez}$	m ³ / 100 m ² A_u	4,98	6,22	8,09	10,89	12,44
$V_{Planung}$ (bis WSP_{max})	m ³	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Freies Volumen ΔV	m ³	1.924,20	1.655,20	1.251,80	646,60	310,40

Der Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 soll einer möglichen Unterdimensionierung vorbeugen.

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_S) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_S \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117 - Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n = 1 \text{ a}$
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u = 21.618 \text{ m}^2$
Muldengrundfläche	$A_s = 0 \text{ m}^2$
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} = 5,00E-11 \text{ m/s}$
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z = 1,2$
Drosselabfluß	$Q_{Dr} = 0,00 \text{ l/s}$

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³		m ³	m ³	m ³	m ³
5	183,9	119,3	0,0	119,3	0,0	0,0	143,1
10	143,9	186,6	0,0	186,6	0,0	0,0	224,0
15	117,8	229,2	0,0	229,2	0,0	0,0	275,0
20	99,8	258,9	0,0	258,9	0,0	0,0	310,7
30	76,5	297,7	0,0	297,7	0,0	0,0	357,2
45	56,7	330,9	0,0	330,9	0,0	0,0	397,1
60	45,0	350,2	0,0	350,2	0,0	0,0	420,3
90	32,7	381,7	0,0	381,7	0,0	0,0	458,1
120	26,1	406,2	0,0	406,2	0,0	0,0	487,5
180	19,0	443,6	0,0	443,6	0,0	0,0	532,3
240	15,2	473,2	0,0	473,2	0,0	0,0	567,8
360	11,0	513,6	0,0	513,6	0,0	0,0	616,4
540	8,0	560,3	0,0	560,3	0,0	0,0	672,4
720	6,4	597,7	0,0	597,7	0,0	0,0	717,2
1.080	4,7	658,4	0,0	658,4	0,0	0,0	790,1
1.440	3,7	691,1	0,0	691,1	0,0	0,0	829,3
2.880	2,2	821,8	0,0	821,8	0,0	0,0	986,2
4.320	1,6	896,5	0,0	896,5	0,0	0,0	1075,8

Erforderliches Speichervolumen:

$V_R = 1.075,8 \text{ m}^3$

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{erf} = 0,36 \text{ m}$

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E = -$

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_s) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_s))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117

- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n = 2 \text{ a}$
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u = 21.618 \text{ m}^2$
Muldengrundfläche	$A_s = 0 \text{ m}^2$
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} = 5,00E-11 \text{ m/s}$
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z = 1,2$
Drosselabfluß	$Q_{Dr} = 0,00 \text{ l/s}$

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	246,4	159,8	0,0	159,8	0,0	0,0	191,8
10	185,9	241,1	0,0	241,1	0,0	0,0	289,4
15	151,4	294,6	0,0	294,6	0,0	0,0	353,5
20	128,4	333,1	0,0	333,1	0,0	0,0	399,7
30	99,2	386,0	0,0	386,0	0,0	0,0	463,2
45	74,7	436,0	0,0	436,0	0,0	0,0	523,2
60	60,3	469,3	0,0	469,3	0,0	0,0	563,1
90	43,7	510,1	0,0	510,1	0,0	0,0	612,2
120	34,7	540,1	0,0	540,1	0,0	0,0	648,1
180	25,1	586,0	0,0	586,0	0,0	0,0	703,2
240	20,0	622,6	0,0	622,6	0,0	0,0	747,1
360	14,5	677,1	0,0	677,1	0,0	0,0	812,5
540	10,5	735,4	0,0	735,4	0,0	0,0	882,5
720	8,3	775,1	0,0	775,1	0,0	0,0	930,2
1.080	6,0	840,5	0,0	840,5	0,0	0,0	1008,6
1.440	4,8	896,5	0,0	896,5	0,0	0,0	1075,8
2.880	2,8	1046,0	0,0	1046,0	0,0	0,0	1255,1
4.320	2,0	1120,7	0,0	1120,7	0,0	0,0	1344,8

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M = 1.344,8 \text{ m}^3$

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{eff} = 0,45 \text{ m}$

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E = -$

Formeln:

$$V_M = V_{eff} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{eff} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117

- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
 Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n = 5 \text{ a}$
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u = 21.618 \text{ m}^2$
Muldengrundfläche	$A_s = 0 \text{ m}^2$
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} = 5,00E-11 \text{ m/s}$
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z = 1,2$
Drosselabfluß	$Q_{Dr} = 0,00 \text{ l/s}$

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _S	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	329,2	213,5	0,0	213,5	0,0	0,0	256,2
10	241,8	313,6	0,0	313,6	0,0	0,0	376,4
15	195,8	381,0	0,0	381,0	0,0	0,0	457,1
20	166,2	431,1	0,0	431,1	0,0	0,0	517,4
30	129,3	503,1	0,0	503,1	0,0	0,0	603,8
45	98,6	575,5	0,0	575,5	0,0	0,0	690,6
60	80,6	627,3	0,0	627,3	0,0	0,0	752,7
90	58,1	678,2	0,0	678,2	0,0	0,0	813,9
120	46,1	717,5	0,0	717,5	0,0	0,0	861,1
180	33,2	775,1	0,0	775,1	0,0	0,0	930,2
240	26,4	821,8	0,0	821,8	0,0	0,0	986,2
360	19,0	887,2	0,0	887,2	0,0	0,0	1064,6
540	13,7	959,6	0,0	959,6	0,0	0,0	1151,5
720	10,9	1017,9	0,0	1017,9	0,0	0,0	1221,5
1.080	7,8	1092,7	0,0	1092,7	0,0	0,0	1311,2
1.440	6,2	1158,0	0,0	1158,0	0,0	0,0	1389,6
2.880	3,6	1344,8	0,0	1344,8	0,0	0,0	1613,7
4.320	2,6	1456,9	0,0	1456,9	0,0	0,0	1748,2

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M = 1.748,2 \text{ m}^3$

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{\text{erf}} = 0,58 \text{ m}$

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E = -$

Formeln:

$$V_M = V_{\text{erf}} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{\text{erf}} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit $T_n = 20$ a
 Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes $A_u = 21.618$ m²
 Muldengrundfläche $A_s = 0$ m²
 Bemessungs- k_f -Wert $k_{f,Bem} = 5,00E-11$ m/s
 Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$) $f_z = 1,2$
 Drosselabfluß $Q_{Dr} = 0,00$ l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	454,3	294,6	0,0	294,6	0,0	0,0	353,6
10	326,3	423,2	0,0	423,2	0,0	0,0	507,9
15	263,1	511,9	0,0	511,9	0,0	0,0	614,3
20	223,3	579,3	0,0	579,3	0,0	0,0	695,1
30	174,7	679,8	0,0	679,8	0,0	0,0	815,8
45	134,7	786,2	0,0	786,2	0,0	0,0	943,5
60	111,3	866,2	0,0	866,2	0,0	0,0	1039,4
90	80,0	933,9	0,0	933,9	0,0	0,0	1120,7
120	63,3	985,3	0,0	985,3	0,0	0,0	1182,3
180	45,5	1062,3	0,0	1062,3	0,0	0,0	1274,8
240	36,0	1120,7	0,0	1120,7	0,0	0,0	1344,8
360	25,9	1209,4	0,0	1209,4	0,0	0,0	1451,3
540	18,6	1302,8	0,0	1302,8	0,0	0,0	1563,3
720	14,7	1372,8	0,0	1372,8	0,0	0,0	1647,4
1.080	10,6	1484,9	0,0	1484,9	0,0	0,0	1781,9
1.440	8,4	1568,9	0,0	1568,9	0,0	0,0	1882,7
2.880	4,8	1793,1	0,0	1793,1	0,0	0,0	2151,7
4.320	3,5	1961,2	0,0	1961,2	0,0	0,0	2353,4

Erforderliches Speichervolumen:

V_M = 2.353,4 m³

Erforderliche Stauhöhe:

h_{erf} = 0,78 m

Erforderliche Entleerungszeit:

t_E = -

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 1: harte Dachbefestigung, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n =$	50 a
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u =$	21.618 m ²
Muldengrundfläche	$A_s =$	0 m ²
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Zuschlagsfaktor gem. ATV-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z =$	1,2
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _S	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	537,1	348,3	0,0	348,3	0,0	0,0	418,0
10	382,2	495,7	0,0	495,7	0,0	0,0	594,9
15	307,5	598,3	0,0	598,3	0,0	0,0	717,9
20	261,1	677,3	0,0	677,3	0,0	0,0	812,8
30	204,7	796,5	0,0	796,5	0,0	0,0	955,8
45	158,6	925,7	0,0	925,7	0,0	0,0	1110,9
60	131,6	1024,2	0,0	1024,2	0,0	0,0	1229,0
90	94,5	1103,2	0,0	1103,2	0,0	0,0	1323,8
120	74,6	1161,1	0,0	1161,1	0,0	0,0	1393,4
180	53,6	1251,4	0,0	1251,4	0,0	0,0	1501,7
240	42,4	1319,9	0,0	1319,9	0,0	0,0	1583,9
360	30,4	1419,5	0,0	1419,5	0,0	0,0	1703,4
540	21,8	1526,9	0,0	1526,9	0,0	0,0	1832,3
720	17,3	1615,6	0,0	1615,6	0,0	0,0	1938,8
1.080	12,4	1737,0	0,0	1737,0	0,0	0,0	2084,4
1.440	9,8	1830,4	0,0	1830,4	0,0	0,0	2196,5
2.880	5,6	2091,9	0,0	2091,9	0,0	0,0	2510,3
4.320	4,0	2241,4	0,0	2241,4	0,0	0,0	2689,6

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M =$ **2.689,6 m³**

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{eff} =$ **0,90 m**

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E =$ **-**

Formeln: $V_M = V_{eff} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$

$h_{eff} = (V_M / s) / A_R$

$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$

Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach DWA A-117

- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
 Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20

Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Einzugsgebietsfläche	$A_E =$	34.033 m ²
Mittlerer Abflussbeiwert	$\psi_m =$	0,493
Undurchlässige Fläche	$A_u =$	16.776 m ²
Muldenhöhe	$h_R =$	1,00 m
Muldenfläche	$A_R =$	3000,0 m ²
Speicherkoefizient	$s =$	1,00
Muldenvolumen	$V_R =$	3000,00 m ³
Max. Stauhöhe (Max. Betriebswasserspiegel)	$WSP_{max} =$	1,00 m (Mulde)
Durchlässigkeitsbeiwert (Annahme: keine Versickerung!)	$k_f =$	1,00E-10 m/s
Korrekturfaktor, ungesättigter Boden	$f_u =$	0,50
Abminderungsfaktor bei fehlender Vorreinigung	$f_{VR} =$	1,00
Bemessungs- k_f -Wert = $k_f \times f_u$	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Versickerungsrate = $A_S \times k_{f,Bem} \times 1000$	$Q_S =$	0,00 l/s
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 < f_z < 1,2$)	$f_z =$	1,2
gewählter Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s
Drosselabfluß	$Q_{ab,ges} =$	0,00 l/s

Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD 2010R 19(H) 76(V) :

Regendauer		Wiederkehrzeit $T_n =$				
D		1 a	2 a	5 a	20 a	50 a
		Regenspende $r_{(D,T)}$				
min	Std	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha	l/s*ha
5		183,9	246,4	329,2	454,3	537,1
10		143,9	185,9	241,8	326,3	382,2
15		117,8	151,4	195,8	263,1	307,5
20		99,8	128,4	166,2	223,3	261,1
30		76,5	99,2	129,3	174,7	204,7
45		56,7	74,7	98,6	134,7	158,6
60	1,0	45,0	60,3	80,6	111,3	131,6
90	1,5	32,7	43,7	58,1	80,0	94,5
120	2,0	26,1	34,7	46,1	63,3	74,6
180	3,0	19,0	25,1	33,2	45,5	53,6
240	4,0	15,2	20,0	26,4	36,0	42,4
360	6,0	11,0	14,5	19,0	25,9	30,4
540	9,0	8,0	10,5	13,7	18,6	21,8
720	12,0	6,4	8,3	10,9	14,7	17,3
1.080	18,0	4,7	6,0	7,8	10,6	12,4
1.440	24,0	3,7	4,8	6,2	8,4	9,8
2.880	48,0	2,2	2,8	3,6	4,8	5,6
4.320	72,0	1,6	2,0	2,6	3,5	4,0

Muldenkennwerte		Wiederkehrzeit $T_n =$				
		1 a	2 a	5 a	20 a	50 a
V_{erf}	m ³	834,80	1.043,60	1.356,60	1.826,30	2.087,20
WSP_{erf}	m	0,28	0,35	0,45	0,61	0,70
t_E	Std	-	-	-	-	-
$V_{erf, spez}$	m ³ / 100 m ² A_u	4,98	6,22	8,09	10,89	12,44
$V_{Planung}$ (bis WSP_{max})	m ³	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Freies Volumen ΔV	m ³	2.165,20	1.956,40	1.643,40	1.173,70	912,80

Der Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 soll einer möglichen Unterdimensionierung vorbeugen.

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_S) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_S \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n = 1 \text{ a}$
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u = 16.776 \text{ m}^2$
Muldengrundfläche	$A_s = 0 \text{ m}^2$
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} = 5,00E-11 \text{ m/s}$
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z = 1,2$
Drosselabfluß	$Q_{Dr} = 0,00 \text{ l/s}$

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³		m ³	m ³	m ³	m ³
5	183,9	92,6	0,0	92,6	0,0	0,0	111,1
10	143,9	144,8	0,0	144,8	0,0	0,0	173,8
15	117,8	177,9	0,0	177,9	0,0	0,0	213,4
20	99,8	200,9	0,0	200,9	0,0	0,0	241,1
30	76,5	231,0	0,0	231,0	0,0	0,0	277,2
45	56,7	256,8	0,0	256,8	0,0	0,0	308,2
60	45,0	271,8	0,0	271,8	0,0	0,0	326,1
90	32,7	296,2	0,0	296,2	0,0	0,0	355,5
120	26,1	315,3	0,0	315,3	0,0	0,0	378,3
180	19,0	344,2	0,0	344,2	0,0	0,0	413,1
240	15,2	367,2	0,0	367,2	0,0	0,0	440,6
360	11,0	398,6	0,0	398,6	0,0	0,0	478,3
540	8,0	434,8	0,0	434,8	0,0	0,0	521,8
720	6,4	463,8	0,0	463,8	0,0	0,0	556,6
1.080	4,7	510,9	0,0	510,9	0,0	0,0	613,1
1.440	3,7	536,3	0,0	536,3	0,0	0,0	643,5
2.880	2,2	637,8	0,0	637,8	0,0	0,0	765,3
4.320	1,6	695,7	0,0	695,7	0,0	0,0	834,8

Erforderliches Speichervolumen:

$V_R = 834,8 \text{ m}^3$

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{erf} = 0,28 \text{ m}$

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E = -$

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_s) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_s))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n =$	2 a
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u =$	16.776 m ²
Muldengrundfläche	$A_s =$	0 m ²
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z =$	1,2
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	246,4	124,0	0,0	124,0	0,0	0,0	148,8
10	185,9	187,1	0,0	187,1	0,0	0,0	224,5
15	151,4	228,6	0,0	228,6	0,0	0,0	274,3
20	128,4	258,5	0,0	258,5	0,0	0,0	310,2
30	99,2	299,6	0,0	299,6	0,0	0,0	359,5
45	74,7	338,4	0,0	338,4	0,0	0,0	406,0
60	60,3	364,2	0,0	364,2	0,0	0,0	437,0
90	43,7	395,9	0,0	395,9	0,0	0,0	475,1
120	34,7	419,1	0,0	419,1	0,0	0,0	503,0
180	25,1	454,8	0,0	454,8	0,0	0,0	545,7
240	20,0	483,1	0,0	483,1	0,0	0,0	579,8
360	14,5	525,4	0,0	525,4	0,0	0,0	630,5
540	10,5	570,7	0,0	570,7	0,0	0,0	684,9
720	8,3	601,5	0,0	601,5	0,0	0,0	721,8
1.080	6,0	652,3	0,0	652,3	0,0	0,0	782,7
1.440	4,8	695,7	0,0	695,7	0,0	0,0	834,9
2.880	2,8	811,7	0,0	811,7	0,0	0,0	974,0
4.320	2,0	869,7	0,0	869,7	0,0	0,0	1043,6

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M =$ **1.043,6 m³**

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{eff} =$ **0,35 m**

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E =$ **-**

Formeln:

$$V_M = V_{eff} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{eff} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117

- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
 Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n =$	5 a
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u =$	16.776 m ²
Muldengrundfläche	$A_s =$	0 m ²
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z =$	1,2
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _S	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	329,2	165,7	0,0	165,7	0,0	0,0	198,8
10	241,8	243,4	0,0	243,4	0,0	0,0	292,1
15	195,8	295,6	0,0	295,6	0,0	0,0	354,8
20	166,2	334,6	0,0	334,6	0,0	0,0	401,5
30	129,3	390,4	0,0	390,4	0,0	0,0	468,5
45	98,6	446,6	0,0	446,6	0,0	0,0	535,9
60	80,6	486,8	0,0	486,8	0,0	0,0	584,1
90	58,1	526,3	0,0	526,3	0,0	0,0	631,6
120	46,1	556,8	0,0	556,8	0,0	0,0	668,2
180	33,2	601,5	0,0	601,5	0,0	0,0	721,8
240	26,4	637,8	0,0	637,8	0,0	0,0	765,3
360	19,0	688,5	0,0	688,5	0,0	0,0	826,2
540	13,7	744,7	0,0	744,7	0,0	0,0	893,6
720	10,9	789,9	0,0	789,9	0,0	0,0	947,9
1.080	7,8	847,9	0,0	847,9	0,0	0,0	1017,5
1.440	6,2	898,7	0,0	898,7	0,0	0,0	1078,4
2.880	3,6	1043,6	0,0	1043,6	0,0	0,0	1252,3
4.320	2,6	1130,6	0,0	1130,6	0,0	0,0	1356,6

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M = 1.356,6 \text{ m}^3$

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}$

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E = -$

Formeln:

$$V_M = V_{\text{erf}} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{\text{erf}} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit $T_n = 20$ a
 Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes $A_u = 16.776$ m²
 Muldengrundfläche $A_s = 0$ m²
 Bemessungs- k_f -Wert $k_{f,Bem} = 5,00E-11$ m/s
 Zuschlagsfaktor gem. DWA-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$) $f_z = 1,2$
 Drosselabfluß $Q_{Dr} = 0,00$ l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _s	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	454,3	228,6	0,0	228,6	0,0	0,0	274,4
10	326,3	328,4	0,0	328,4	0,0	0,0	394,1
15	263,1	397,2	0,0	397,2	0,0	0,0	476,7
20	223,3	449,5	0,0	449,5	0,0	0,0	539,4
30	174,7	527,5	0,0	527,5	0,0	0,0	633,0
45	134,7	610,1	0,0	610,1	0,0	0,0	732,2
60	111,3	672,2	0,0	672,2	0,0	0,0	806,6
90	80,0	724,7	0,0	724,7	0,0	0,0	869,7
120	63,3	764,6	0,0	764,6	0,0	0,0	917,5
180	45,5	824,4	0,0	824,4	0,0	0,0	989,2
240	36,0	869,7	0,0	869,7	0,0	0,0	1043,6
360	25,9	938,5	0,0	938,5	0,0	0,0	1126,2
540	18,6	1011,0	0,0	1011,0	0,0	0,0	1213,2
720	14,7	1065,3	0,0	1065,3	0,0	0,0	1278,4
1.080	10,6	1152,3	0,0	1152,3	0,0	0,0	1382,8
1.440	8,4	1217,5	0,0	1217,5	0,0	0,0	1461,0
2.880	4,8	1391,5	0,0	1391,5	0,0	0,0	1669,7
4.320	3,5	1521,9	0,0	1521,9	0,0	0,0	1826,3

Erforderliches Speichervolumen:

V_M = 1.826,3 m³

Erforderliche Stauhöhe:

h_{erf} = 0,61 m

Erforderliche Entleerungszeit:

t_E = -

Formeln:

$$V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$$

$$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$$

$$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$$

Ermittlung des erforderlichen Beckenvolumens nach DWA - A 117
- Regenrückhaltung ohne Versickerung -

Projekt: BG "Gewerbegebiet Obere Mühlweggewanne", Römerberg
Variante 2: Gründächer, zentrale Rückhaltung

Datum: Okt 20
Az.: 1-6881.1

Eingabewerte:

Wiederkehrzeit	$T_n =$	50 a
Undurchlässige Fläche des Einzugsgebietes	$A_u =$	16.776 m ²
Muldengrundfläche	$A_s =$	0 m ²
Bemessungs- k_f -Wert	$k_{f,Bem} =$	5,00E-11 m/s
Zuschlagsfaktor gem. ATV-A117 ($1,1 \leq f_z \leq 1,2$)	$f_z =$	1,2
Drosselabfluß	$Q_{Dr} =$	0,00 l/s

D	r (D,Tn)	V _{zu, Au}	V _{zu, Mulde}	Σ V _{zu}	V _S	V _{Dr}	V _M
min	l/s*ha	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
5	537,1	270,3	0,0	270,3	0,0	0,0	324,4
10	382,2	384,7	0,0	384,7	0,0	0,0	461,6
15	307,5	464,3	0,0	464,3	0,0	0,0	557,1
20	261,1	525,6	0,0	525,6	0,0	0,0	630,8
30	204,7	618,1	0,0	618,1	0,0	0,0	741,8
45	158,6	718,4	0,0	718,4	0,0	0,0	862,1
60	131,6	794,8	0,0	794,8	0,0	0,0	953,7
90	94,5	856,1	0,0	856,1	0,0	0,0	1027,3
120	74,6	901,1	0,0	901,1	0,0	0,0	1081,3
180	53,6	971,1	0,0	971,1	0,0	0,0	1165,4
240	42,4	1024,3	0,0	1024,3	0,0	0,0	1229,1
360	30,4	1101,6	0,0	1101,6	0,0	0,0	1321,9
540	21,8	1184,9	0,0	1184,9	0,0	0,0	1421,9
720	17,3	1253,8	0,0	1253,8	0,0	0,0	1504,5
1.080	12,4	1348,0	0,0	1348,0	0,0	0,0	1617,6
1.440	9,8	1420,5	0,0	1420,5	0,0	0,0	1704,5
2.880	5,6	1623,4	0,0	1623,4	0,0	0,0	1948,0
4.320	4,0	1739,3	0,0	1739,3	0,0	0,0	2087,2

Erforderliches Speichervolumen:

$V_M =$ **2.087,2 m³**

Erforderliche Stauhöhe:

$h_{eff} =$ **0,70 m**

Erforderliche Entleerungszeit:

$t_E =$ **-**

=

Formeln: $V_M = V_{erf} \times f_z = [(A_u + A_s) \times 10^{-7} \times r_{D,n} - A_s \times k_{f,Bem} - V_{Dr}] \times D \times 60 \times f_z$

$h_{erf} = (V_M / s) / A_R$

$t_E = (V_M / A_S) / (k_{f,Bem} \times (1 + Q_{Dr} / Q_S))$

Näherungsweise Berechnung des möglichen Rückhaltevolumens

Oberkante Böschung/Bankett 107,83 mNN (+ 3 cm Freibord = 107,86 mNN)

Abschnitt	Muldenfläche		Umfang Böschung [m]	Gefälle [-]	A _{Böschung} [m ²]	max. Einstauhöhe [m]	Volumen über Böschung		Volumen über Sohle	
	A _{oben} [m ²]	A _{unten} [m ²]					Fläche/m Böschung	V _{Böschung} [m ³]	V _{Sohle} [m ³]	V _{Gesamt} [m ³]
1	314	107	43,2	0,57	207	1,02	0,91	39,4	109,1	148,5
2	30	5	22,9	1,00	25	1	0,50	11,5	5,0	16,5
3	559	132	137,1	0,67	427	0,96	0,69	94,7	126,7	221,5
4	109	21	28,6	0,67	88	0,92	0,63	18,1	19,3	37,5
5	258	26	96,1	0,50	232	0,89	0,79	76,1	23,1	99,3
6	1780	1442	156,4	0,50	338	0,81	0,66	102,6	1.168,0	1.270,6
7	309	213	83,2	0,57	96	0,76	0,51	42,1	161,9	203,9
8	411	327	76,3	0,57	84	0,73	0,47	35,6	238,7	274,3
9	711	515	179,7	0,57	196	0,67	0,39	70,6	345,1	415,6
Summe	4.481	2.788						490,7	2.197,0	2.687,7

2.687,7	Summe Mulden
19,8	Kanalstauvolumen RW-Kanal (DN300)
2.707,5	Summe Mulden + Kanal [m ³]
2.353	benötigt T = 20 a [m ³]
-354	Bedarf/Überschuss [m ³]
2.690	benötigt T = 50 a [m ³]
-18	Bedarf/Überschuss [m ³]



Bebauungsplan und Katasterdaten vom 10.2016 erhalten vom Planungsbüro Pliske.

Vermessung Stand 25.07.2019 von Geosystems erhalten.
Lage: ETRS89/UTM32
Höhe: DHHN2016

Vermessung Stand 25.07.2019 von Geosystems erhalten.
Lage: ETRS89/UTM32
Höhe: DHHN2016

Kanaldaten vom 21.10.2019 erhalten vom IB Knodel.

GEÄNDERT				
GEÄNDERT				
GEÄNDERT				
WASSERWIRTSCHAFTLICHER BEGLEITPLAN				
ijr Consult <small>INGENIEURGESSELLSCHAFT BERATUNG PLANUNG BAULEITUNG ERHALTUNG WIESENSTR.58 67433 NEUSTADT PAPPON-FRIEDEL mbH WASSER ABWASSER ABFALL VERKEHR Tel: 06321870601 Fax: 31081</small>				
VERBANDSGEMEINDEVERWALTUNG RÖMERBERG-DUDENHOFEN GEWERGEBIET "OBERE MÜHLWEGGEWÄNNE"				PROJEKT NR.: 1 6 8 8 1 PLAN NR.: 2 01 AUFTRAGGEBER: 1 INDEX
LAGEPLAN				
BESTAND				
STAND	16.03.2021	NEUSTADT		
REARIS/GEZ	Helm Simon	März 2021		
GEPRÜFT		MASSSTAB		
GEBEHEN		1 : 500		
ACAD2018	Datum: 16.3.21	Dwg: 201_LP_9.dwg	118,9 x 84,1	

I:\Gemein\03_B\0200581_Römerberg\Wasserwirtschaftliche Begleitplan\201_LP_9.dwg, 1.000



LEGENDE

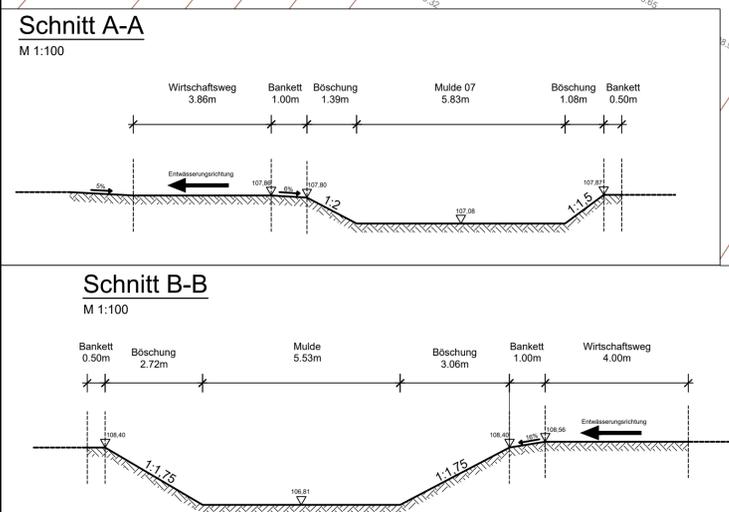
Bestand	Planung
	Schmutzwasserkanal
	Regenwasserkanal
	Schmutzwasser Druckleitung
	Vermessung
	Kataster
	Grenze B-Plan
	Baugrenze
	Grünfläche
	Gewerbegebiet
	Fahrbahn
	Wege
	Entwässerungsrichtung Oberflächenwasser

Bebauungsplan und Katasterdaten vom 10.2016 erhalten vom Planungsbüro Pliske.

Vermessung Stand 25.07.2019 von Geosystems erhalten.
Lage: ETRS89/UTM32
Höhe: DHHN2016

Vermessung Stand 25.07.2019 von Geosystems erhalten.
Lage: ETRS89/UTM32
Höhe: DHHN2016

Kanaldaten vom 21.10.2019 erhalten vom IB Knodel.



GEÄNDERT			
GEÄNDERT			
GEÄNDERT			
WASSERWIRTSCHAFTLICHER BEGLEITPLAN			
iPr Consult		iPr Consult	
INGENIEURGESELLSCHAFT		BERATUNG PLANUNG BAULEITUNG ERHALTUNG	
PAPPON+RIEDEL mbH		WASSER ABWASSER ABFALL VERKEHR	
WIESENSTR.58 67433 NEUSTADT		Tel 06321/870601 Fax 31081	
VERBANDSGEMEINDEVERWALTUNG RÖMERBERG-DUDENHOFEN		PROJEKT NR.:	1 6 8 8 1
GEWERBEGBEIT "OBERE MÜHLWEGGEWANNE"		PLAN NR.:	2 02
LAGEPLAN PLANUNG		AUFTRAGGEBER	1 INDEX
Variante 1: Harte Dachbefestigung			
STAND	18.03.2021	NEUSTADT	
BEARB./GEZ.	Langhauser	Simon/ag/mv	März 2021
GEPRÜFT			MASSSTAB
GESEHEN			1 : 500

H:\Camproj_01_65006881_Römerberg\Wasserwirtschaftlicher_Begleitplan\DW\G032_LP_P.dwg/1_500