

Prof Dr.-Ing. Ralf Mehler
Am Schlangensee 12A
D-64807 Dieburg

Professor für Wasserbau und Wassermanagement
an der Hochschule Darmstadt

Beratender Ingenieur (VBI)

Zertifizierter
Kanalsanierungsberater (ZKS)

Stellungnahme zur
entwässerungstechnischen Erschließung im Rahmen
der Erarbeitung des Bebauungsplans
"Östlich der Georg-Fröba-Straße"
in Alsbach Hähnlein

Darmstadt 05. März 2019

erstellt für:

Dr. Roger Günther Klimesch
Georg-Fröba-Straße 43
64665 Alsbach-Hähnlein

erstellt von:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Mehler

email: ralfmehler@t-online.de
ralf.mehler@h-da.de

Inhalt

1	VERANLASSUNG.....	1
2	RECHNERISCHE NACHWEISE.....	3
3	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN.....	7

Anlagen

Anlage 1: Ermittlung der Vollfülleleistung der Kanäle in der Georg-Fröba-Straße

Anlage 2a: Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 10 \text{ l/s}$

Anlage 2b: Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 15 \text{ l/s}$

Anlage 2c: Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 20 \text{ l/s}$

Anlage 3: Ergebnisdatei der Schmutzfrachtberechnung IST2008.SUM (als Datei beigelegt)

Anlage 4: Ergebnisdatei der Schmutzfrachtberechnung IST2025.SUM (als Datei beigelegt)

1 Veranlassung

Im Ortsteil Hähnlein der Gemeinde Alsbach-Hähnlein wird derzeit durch Schweiger + Scholz Ingenieurpartnerschaft mbB im Auftrag des Grundstückseigentümers Herrn Dr. Klimesch für den Bereich „Östlich der Georg-Fröba-Straße“ mit einer Flächengröße von knapp 0,6 ha ein Bebauungsplan erarbeitet. Der Unterzeichner wurde gebeten, die potenziellen Auswirkungen des Anschlusses dieses Gebietes an das Kanalnetz abzuschätzen, bzw. die erforderlichen rechnerischen und planerischen Aspekte und Teilaufgaben zusammenzustellen.

Zunächst erfolgte eine Sichtung der von Alsbach-Hähnlein zur Verfügung gestellten Unterlagen (Schmutzfrachtberechnung aus dem Jahr 2008; erstellt von der SYDRO Consult GmbH, Darmstadt) um festzustellen, ob das geplante Baugebiet in der damaligen Berechnung berücksichtigt worden war (vgl. Abbildungen 1 - 2).

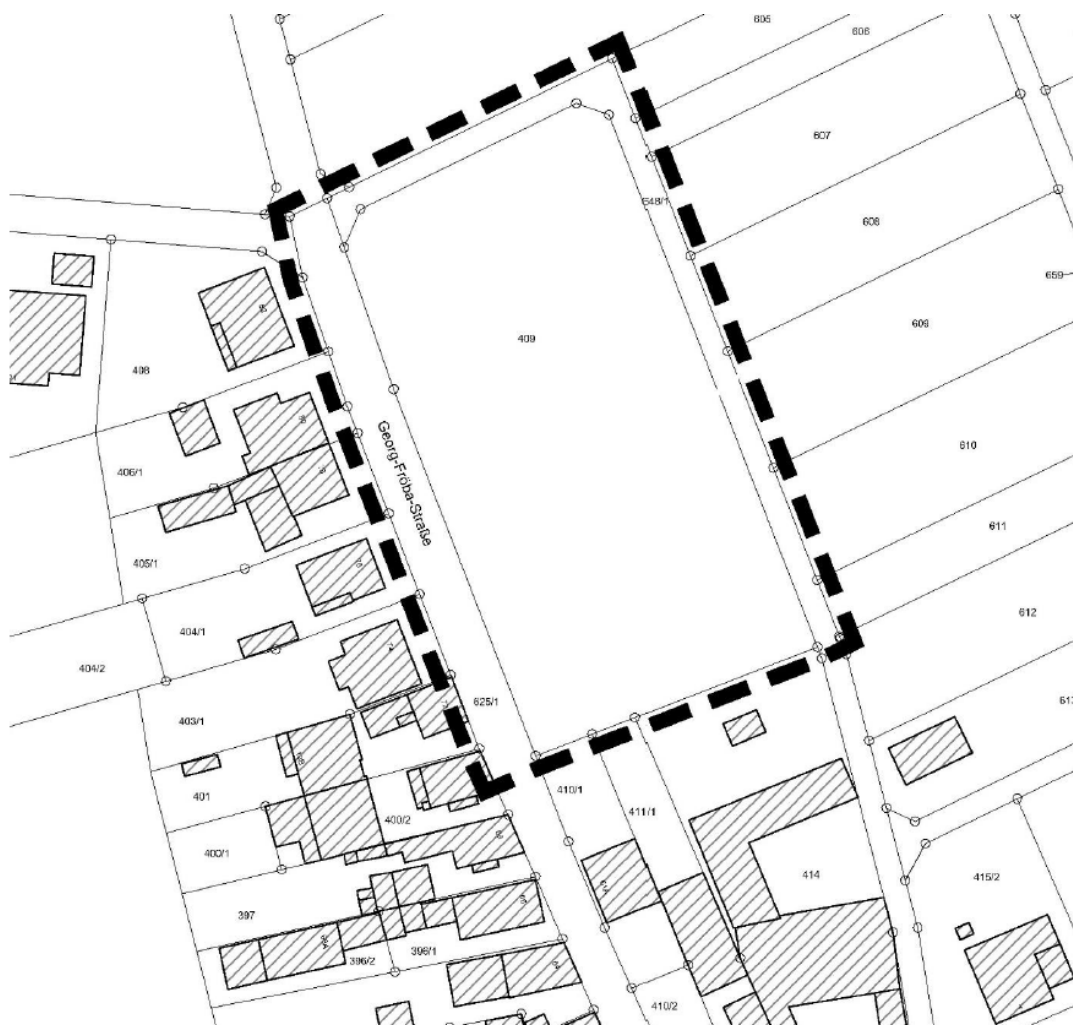


ABBILDUNG 1: AUSZUG AUS DEM LIEGENSCHAFTSKATASTER MIT UMRISSE DES PLANUNGSGBIETES
(QUELLE: BEBAUUNGSPLAN „ÖSTLICH GEORG-FRÖBA-STRASSE“ IN HÄHNLEIN
BEGRÜNDUNG ZUM ENTWURF, SCHWEIGER + SCHOLZ - 01/2019)

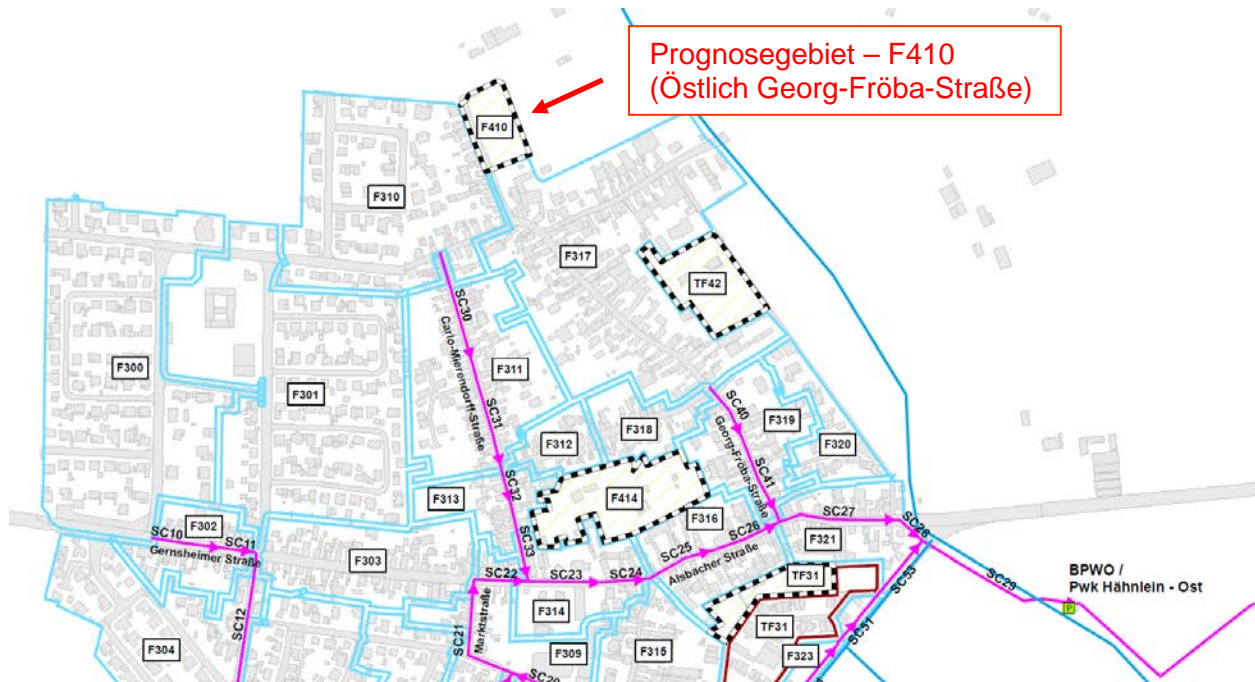


ABBILDUNG 2: AUSZUG AUS DEM LAGEPLAN MIT DEN TEILEINZUGSGEBIETEN FÜR DIE SCHMUTZFRACHTBERECHNUNG AUS DEM JAHR 2008
(QUELLE: ANLAGE 2 - SCHMUTZFRACHTBERECHNUNG 2008 / SYDRO CONSULT GMBH)

Aus den Abbildungen lässt sich entnehmen, dass das Planungsgebiet in der Schmutzfrachtberechnung als Erweiterungsgebiet angesetzt wurde. In Abbildung 2 ist ein entsprechender Auszug aus dem Lageplan der angesetzten Teileinzugsgebiete wiedergegeben. Hellblau sind die Bestandsgebiete dargestellt, schwarz-weiß-strichliert die Prognose- / Erweiterungsgebiete.

Insofern ist zu überprüfen, ob der Bebauungsplan mit den damaligen Berechnungsansätzen übereinstimmt bzw. wie sich Abweichungen auf die Berechnungsergebnisse auswirken.

2 Rechnerische Nachweise

Prinzipiell sind aus entwässerungstechnischen Aspekten zwei Nachweise erforderlich:

1. Hydraulischer Nachweis
2. Nachweis der Einhaltung der Vorgaben aus der Schmutzfrachtberechnung
(in Hessen nach dem sog. „SMUSI-Erlass“)

Zu 1): Hydraulische Nachweise

Es muss sichergestellt sein, dass das durch die Erschließung anfallende Abwasser (Schmutzwasser und insbesondere Regenwasser) schadensfrei abgeleitet werden kann. Hierzu ist zunächst die Kenntnis der exakten Lage, der hydraulischen Leistungsfähigkeit und der hydraulischen Auslastung des aktuellen Kanalnetzes erforderlich. Dem Unterzeichner liegt derzeit lediglich die Datengrundlage aus dem Jahr 2008 (ergänzt 2010) vor. Zum damaligen Zeitpunkt war für den betroffenen Gemeindeteil weder ein vollständiges digitales Kanalnetz verfügbar, noch gab es belastbare Aussagen über die hydraulischen Aspekte. Aktuelle Kanalstammdaten werden nach Auskunft der Gemeinde frühestens Ende 2019 vorliegen. Insofern können zu dem Aspekt des hydraulischen Nachweises nur grobe und abschätzende Aussagen getroffen werden.

Alsbach-Hähnlein entwässert weitgehend im Mischsystem (Grobnetz: Vgl. Abbildung 3). Für das in Abbildung 3 rot eingezeichnete Planungsgebiet ist dementsprechend die Entwässerung mit Anschluss an den bestehenden Hauptsammler mit Entwässerungsrichtung Nord-Süd zum Pumpwerk Hähnlein-Ost vorgesehen.

Für das Erschließungsgebiet/den Bebauungsplan ist die folgende Flächencharakteristik vorgesehen:

- Größe Geltungsbereich: ca. 5.931 m²
- Bruttobauland: ca. 4.705 m²
- Nettobauland: ca. 4.156 m²
- hiervon max. 60 % versiegelte Fläche durch Häuser, Stellplätze, Terrassen etc.
=> Nettobauland versiegelt ca. 2.494 m²
- neue Verkehrsflächen: ca. 549 m²

Für die Häuser, Stellplätze und Terrassen kann in Anlehnung an das DWA-Regelwerk ein pauschaler Abflussbeiwert von $\Psi = 0,9$ angesetzt werden, so dass ein mittlerer Versiegelungsgrad von 47 % resultiert ($VG = (2.494 \text{ m}^2 * 0,9 + 549 \text{ m}^2) / 5.931 \text{ m}^2 = 0,47$).

Bei einer Einzugsgebietsgröße von 0,6 ha und einem Versiegelungsgrad von 47% ergibt sich bei Ansatz eines dreijährlichen Bemessungsregens mit einer Belastungsspitze von $r_s = 300 \text{ l/sha}$ ein Abfluss von ca. 85 l/s ($Q = 0,6 \text{ ha} * 0,47 * 300 \text{ l/sha} = 84,6 \text{ l/s}$). In der Georg-Fröba-Straße liegt derzeit ein Kanal DN250 (Nennweite = 250 mm), der bei einem mittleren Sohlgefälle von 5 ‰ eine hydraulische Kapazität von ca. 50 l/s aufweist (vgl. Anlage 1).

Eine ungedrosselte Einleitung des Niederschlagsabflusses ist demnach nicht möglich, sondern es muss im Rahmen der Erschließungsplanung eine entsprechende dezentrale Regenrückhaltung dimensioniert werden (vgl. Abschnitt I.1.6.6 – Schweiger + Scholz, 01/2019).

Eine erste Abschätzung nach DWA-A 117 ergäbe die folgenden Größenordnungen:
(vgl. Anlage 2.a - 2c)

max. Einleitung:	erforderliches Speichervolumen:
$Q_{E,max} = 10 \text{ l/s,}$	$V_{erf} \approx 60 \text{ m}^3$
$Q_{E,max} = 15 \text{ l/s,}$	$V_{erf} \approx 50 \text{ m}^3$
$Q_{E,max} = 20 \text{ l/s,}$	$V_{erf} \approx 45 \text{ m}^3$

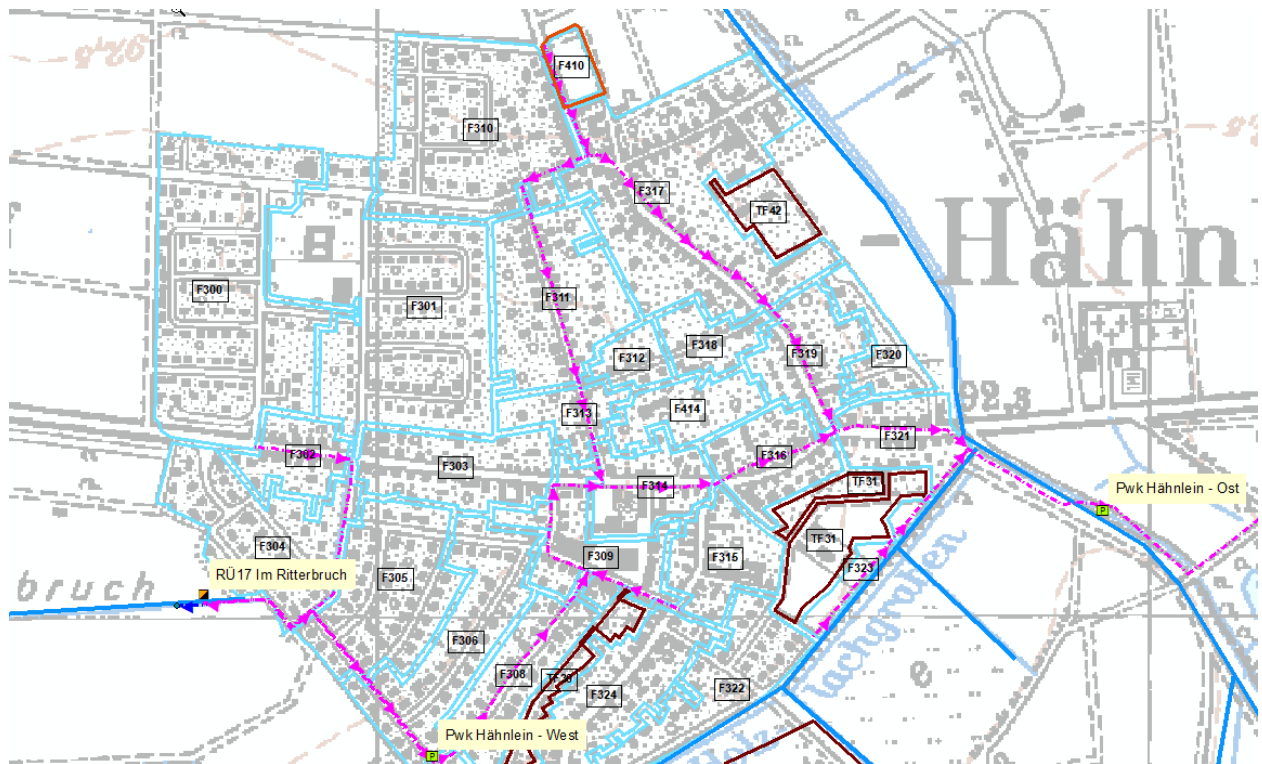


ABBILDUNG 3: AUSZUG AUS DEM LAGEPLAN MIT DEN TEILEINZUGSGEBIETEN FÜR DIE SCHMUTZFRACHTBERECHNUNG AUS DEM JAHR 2008 MIT GROBNETZ UND OFFENEN GRÄBEN
(QUELLE: GIS-PROJEKT ZUR SCHMUTZFRACHTBERECHNUNG AUS DEM JAHR 2008)

Die Erschließung im vollständigen Trennsystem, indem lediglich das Schmutzwasser in das bestehende Kanalnetz eingeleitet und das Regenwasser über einen separaten Kanal zum nächsten Fließgewässer (hier der östlich gelegene Landgraben) abgeleitet würde, wird sich aufgrund der Höhenlagen sowie der entstehenden Baukosten wahrscheinlich nicht umsetzen lassen. Es ergäbe sich dann noch die Möglichkeit des sog. modifizierten Mischsystems. Wenig belastete Flächen werden versickert oder dezentral zurückgehalten. Stärker verschmutzte Flächen werden in das bestehende Mischsystem eingeleitet. Ein erstes Baugrundgutachten mit drei Sondierungsbohrungen lässt aufgrund der Bodenbeschaffenheit eine Versickerung eher als Unwahrscheinlich erscheinen. Zudem kann aufgrund der zeitweise sehr geringen Flurabstände (0,0 – 0,5 m) der erforderliche Grundwasserabstand für eine Versickerungsanlage nach DWA-A 138 nicht eingehalten werden (vgl. Abschnitt I.1.6.8 – Schweiger + Scholz, 01/2019).

Zu 2): Nachweis der Einhaltung der Vorgaben aus der Schmutzfrachtberechnung

In Hessen werden die Entlastungen aus Mischsystemen emissionsseitig unter Ansatz des sog. SMUSI-Erlass (Nachweis auf Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik- a.a.R.d.T.) geprüft.

Regenentlastungsanlagen genügen hierbei den a.a.R.d.T. wenn

in einer Schmutzfrachtberechnung nachgewiesen wird, dass weniger als 250 kg CSB/ha_{Ared} über die Regenentlastungen vor der biologischen Reinigungsstufe der Kläranlage entlastet werden und

die einzelnen Entlastungsanlagen spezielle Anforderungen an die Entlastungshäufigkeit und -dauer erfüllen.

Die zweite Forderung gilt für Regenüberläufe, deren Entlastungshäufigkeit kleiner als 50 und deren Entlastungsdauer geringer als 20 Stunden sein muss. Als Belastung ist eine repräsentative Regenreihe gemäß der mittleren Jahresniederschlagshöhe anzusetzen.

Für Regenentlastungsanlagen im Hessischen Ried und im Bereich Bergstraße wurde aus Gründen des Gewässerschutzes im Rahmen der Planung aus dem Jahr 2008 abweichend eine maximale Entlastungsfracht von 220 kg CSB/ha_{Ared} vereinbart.

Aus der Bestandsrechnung (Datensatz: IST2008) für das Jahr 2008 kann entnommen werden, dass sämtliche Bauwerke und auch das Gesamtsystem die Anforderungen einhalten. Als spezifische Gesamtentlastungsfracht ergeben sich 191 kg CSB/ha_{Ared} bei einer angeschlossenen, undurchlässigen Fläche von 163 ha und 17270 Einwohnern (vgl.: IST2008.SUM).

Aus der Prognoserechnung (Datensatz: IST2025) aus dem Jahr 2008 kann entnommen werden, dass ebenfalls sämtliche Bauwerke und auch das Gesamtsystem die Anforderungen einhalten. Als spezifische Gesamtentlastungsfracht wurden 202 kg CSB/ha_{Ared} bei einer dann angeschlossenen, undurchlässigen Fläche von 172 ha und 18.348 Einwohnern errechnet. (vgl.: IST2025.SUM).

Änderungen am Entwässerungssystem zwischen der Berechnung IST2008 und IST2025 wurden nicht vorgenommen, es wurden lediglich die Erweiterungsgebiete ergänzt. Daraus ergibt sich für dieses spezielle System, dass eine Vergrößerung der undurchlässigen Fläche um 9 ha mit entsprechender Erhöhung der Einwohner eine Vergrößerung der spezifischen Entlastungsfracht von 9 kg CSB/ha_{Ared} nach sich zieht.

In der Prognoserechnung aus dem Jahr 2008 wurde das Planungsgebiet als Fläche F410 mit einer Flächengröße 0,53 ha, einem Versiegelungsgrad von 0,35 und einer Einwohnerzahl von 20 angesetzt. Somit ergibt sich für F410 laut Ansatz 2008 eine versiegelte Fläche von ca. 0,19 ha.

Gemäß aktuellem Bebauungsplanentwurf beträgt die überbaute (versiegelte) Fläche ca. 0,30 ha und es werden ca. 46 Einwohner (20 Wohnungen mit 2,3 Einwohnern pro Wohnung) erwartet. Berücksichtigt man den oben dargestellten Vergleich IST2008 / IST2025, kann festgehalten werden, dass die Abweichungen des Bebauungsplanentwurfs im Vergleich zu den damaligen Ansätzen vernachlässigbar sind und von Seiten des Schmutzfrachtnachweises keine Bedenken gegen eine Umsetzung bestehen.

3 Zusammenfassung und Empfehlungen

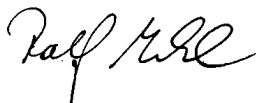
Im Ortsteil Hähnlein der Gemeinde Alsbach-Hähnlein wird derzeit durch Schweiger + Scholz Ingenieurpartnerschaft mbB im Auftrag des Grundstückseigentümers Herrn Dr. Klimesch für den Bereich „Östlich der Georg-Fröba-Straße“ mit einer Flächengröße von ca. 0,6 ha ein Bebauungsplan erarbeitet. Aus entwässerungstechnischer Sicht sind für dieses Gebiet mindestens nachzuweisen, dass die Abwasserableitung hydraulisch schadensfrei möglich ist und dass die zusätzlichen Flächen nicht zu einer Überschreitung der zulässigen Entlastungskenngrößen führen.

Da die dem Unterzeichner vorliegende Datengrundlage aus dem Jahr 2008 ergänzt im Jahr 2010 stammt, sind die folgenden Empfehlungen vor Ausführung auf Aktualität zu prüfen.

- Endgültige Festlegung der Entwässerungskonzeption des Baugebiets mit daran anschließender Ermittlung der Flächenkenngrößen und -beschaffenheit und deren Anschluss an das bestehende Netz
- Nachweis der hydraulischen Mehrbelastung des bestehenden Kanalnetzes durch eine hydrodynamische Kanalnetzberechnung (zumindest der betroffenen Kanäle)
- Festlegung des maximalen Einleitungsabflusses und endgültige Bemessung einer dezentralen Rückhaltung nach DWA-A 117
- Nachweis der Entlastungskenngrößen durch Aktualisierung der Schmutzfrachtberechnung (Anmerkung: Diese sollte sowieso in einem fünfjährigen Turnus fortgeschrieben werden)

Die endgültigen rechnerischen Nachweise sollten flankierend zur Erschließungsplanung erfolgen, um ein genehmigungsfähiges und kostenoptimiertes Gesamtkonzept zu erarbeiten.

Dieburg, den 05. März 2019



Prof. Dr.-Ing. Ralf Mehler *

Anlage 1

Ermittlung der Vollfülleistung der Kanäle in der Georg-Fröba-Straße

Hydraulik-Expert 3.3

Hydraulische Berechnung von Kanälen und Sonderbauwerken in der Kanalisation



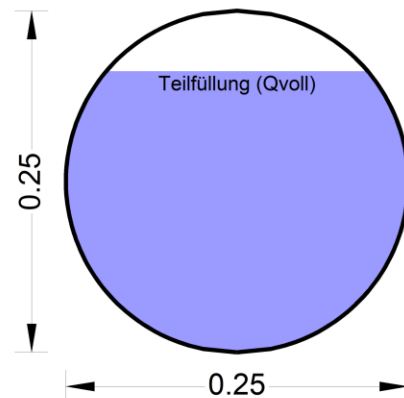
Berechnung hydraulischer Kenngrößen von Rohren / Kanälen nach Arbeitsblatt DWA-A 110

Detailbericht - Rohrhydraulik

Profil: Kreis (Standard)

Rohrkenngrößen

Bezeichnung	Abk.	Einheit	Wert
Breite	b_{Pr}	[m]	0.250
Höhe	h_{Pr}	[m]	0.250
Gefälle	J_{So}	[‰]	5.000
Neigungswinkel	α	[°]	0.286
Rauheitsansatz	MS / PC	[-]	PC
Rauheitsbeiwert	k_b	[mm]	0.500
kinematische Viskosität	ν	[m²/s]	1.30E-006
Dichte des Fluids	ρ	[kg/m³]	999.6



Berechnungstyp: Berechnung der Vollfülleistung bei gegebener Geometrie

Vorgabewert: keine Vorgabe

Bezeichnung	Abk.	Einheit	Vollfüllleistung	Teilfüllung ($Q = Q_{voll}$)	Teilfüllung (bei: keine Vorgabe)	Grenzwerte
Abfluss	Q	[m³/s]	0.049	0.049	0.000	0.000
Füllhöhe	h	[m]	0.250	0.206	0.000	0.000
Teilfüllung	h/h_{Pr}	[%]	100,0	82,4	0	0
Querschnittsfläche	A	[m²]	0.049	0.043	0.000	0.000
benetzter Umfang	l_U	[m]	0.785	0.568	0.000	0.000
hydraulischer Radius	r_{hy}	[m]	0.063	0.076	0.000	0.000
Fließgeschwindigkeit	v	[m/s]	1.004	1.139	0.000	0.000
Froudezahl	Fr	[-]	0.000	0.765	0.000	0.000
Reynoldzahl	Re	[-]	1.9E+005	2.7E+005	0.0E+000	0.0E+000
Lambda	λ	[-]	0.024	0.023	0.000	0.000
Schleppspannung	τ_{vorh}	[N/m²]	3.066	3.729	0.000	0.000
$\tau_{min} = 4,1 Q^{1/3}$	$\tau_{min,M,R}$	[N/m²]	1.503	1.503	0.000	0.000
$\tau_{min} = 3,4 Q^{1/3}$	$\tau_{min,S}$	[N/m²]	1.247	1.246	0.000	0.000

Anlage 2a

Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 10 \text{ l/s}$

Dimensionierung von Regenrückhalteräumen nach A117 - Näherungsverfahren

Bauwerk

Regenrückhaltemaßnahme - Hähnlein - Östlich Georg-Fröba-Straße

Lastfall			LF1
Regenhäufigkeit	n	1/a	0.20
Einzugsgebietsfläche	A_{ges}	ha	0.60
Versiegelungsgrad	VG	-	0.47
undurchlässige Fläche	A_{red}	ha	0.28
Abflussbeiwert	ψ_m	[-]	1.00
abflusswirksame Fläche	A_u	ha	0.28
Zuschlagfaktor	f_z	-	1.1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1.0
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	10.0
Drosselabflussspende (Bezug A_u)	$q_{Dr,Au}$	l/(s·ha)	35.5
maßgebende Dauerstufe	D	min	45
spezifisches Speichervolumen	$V_{s,u}$	m³	214.8
erforderliches Speichervolumen	V	m³	60.6

Gewählte Jährlichkeit n 0.2

Niederschlagsdaten nach DWD			
T	5		
D	hn	Rn	
5 min	10.40	346.67	
10 min	15.40	256.67	
15 min	18.90	210.00	
20 min	21.50	179.17	
30 min	25.20	140.00	
45 min	29.10	107.78	
60 min	31.90	88.61	
90 min	33.70	62.41	
2 h	35.10	48.75	
3 h	37.10	34.35	
4 h	38.70	26.88	
6 h	41.10	19.03	
9 h	43.80	13.52	
12 h	45.80	10.60	
18 h	48.90	7.55	
24 h	51.20	5.93	
48 h	63.70	3.69	
72 h	71.60	2.76	

Einzugsgebietsdaten	
A_{ges}	0.60 ha
VG	0.47 -
A_{red}	0.28 ha
ψ_m	1.0 -
A_u	0.28 ha
Rechenwerte	
f_z	1.1
f_A	1.0
Q_d	10.0 l/s
Q_t	0.0 l/s
Q_r	10.0 l/s
$q_{Dr,Au}$	35.46 l/(s·ha)

Volumenermittlung				
D min	$r_{D,n}$ l/(s·ha)	$r_{D,n} \cdot q_{Dr,R,u}$ l/(s·ha)	$V_{s,u}$ m³/ha	V m³
5	346.67	311.21	102.70	29.0
10	256.67	221.21	146.00	41.2
15	210.00	174.54	172.79	48.7
20	179.17	143.71	189.69	53.5
30	140.00	104.54	206.99	58.4
45	107.78	72.32	214.78	60.6
60	88.61	53.15	210.47	59.4
90	62.41	26.95	160.06	45.1
120	48.75	13.29	105.25	29.7
180	34.35	-1.11	-13.18	0.0
240	26.88	-8.59	-136.00	0.0
360	19.03	-16.43	-390.45	0.0
540	13.52	-21.94	-782.03	0.0
720	10.60	-24.86	-1181.31	0.0
1080	7.55	-27.91	-1989.76	0.0
1440	5.93	-29.54	-2807.01	0.0
2880	3.69	-31.77	-6039.73	0.0
4320	2.76	-32.70	-9323.04	0.0
Maximales Speichervolumen				60.6

Anlage 2b

Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 15 \text{ l/s}$

Dimensionierung von Regenrückhalteräumen nach A117 - Näherungsverfahren

Bauwerk

Regenrückhaltemaßnahme - Hähnlein - Östlich Georg-Fröba-Straße

Lastfall			LF1
Regenhäufigkeit	n	1/a	0.20
Einzugsgebietsfläche	A_{ges}	ha	0.60
Versiegelungsgrad	VG	-	0.47
undurchlässige Fläche	A_{red}	ha	0.28
Abflussbeiwert	ψ_m	[-]	1.00
abflusswirksame Fläche	A_u	ha	0.28
Zuschlagfaktor	f_z	-	1.1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1.0
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	15.0
Drosselabflussspende (Bezug A_u)	$q_{Dr,Au}$	l/(s·ha)	53.2
maßgebende Dauerstufe	D	min	30
spezifisches Speichervolumen	$V_{s,u}$	m³	171.9
erforderliches Speichervolumen	V	m³	48.5

Gewählte Jährlichkeit n 0.2

Niederschlagsdaten nach DWD			
T	5		
D	hn	Rn	
5 min	10.40	346.67	
10 min	15.40	256.67	
15 min	18.90	210.00	
20 min	21.50	179.17	
30 min	25.20	140.00	
45 min	29.10	107.78	
60 min	31.90	88.61	
90 min	33.70	62.41	
2 h	35.10	48.75	
3 h	37.10	34.35	
4 h	38.70	26.88	
6 h	41.10	19.03	
9 h	43.80	13.52	
12 h	45.80	10.60	
18 h	48.90	7.55	
24 h	51.20	5.93	
48 h	63.70	3.69	
72 h	71.60	2.76	

Einzugsgebietsdaten	
A_{ges}	0.60 ha
VG	0.47 -
A_{red}	0.28 ha
ψ_m	1.0 -
A_u	0.28 ha
Rechenwerte	
f_z	1.1
f_A	1.0
Q_d	15.0 l/s
Q_t	0.0 l/s
Q_r	15.0 l/s
$q_{Dr,Au}$	53.19 l/(s·ha)

Volumenermittlung				
D min	$r_{D,n}$ l/(s·ha)	$r_{D,n} \cdot q_{Dr,R,u}$ l/(s·ha)	$V_{s,u}$ m³/ha	V m³
5	346.67	293.48	96.85	27.3
10	256.67	203.48	134.29	37.9
15	210.00	156.81	155.24	43.8
20	179.17	125.98	166.29	46.9
30	140.00	86.81	171.88	48.5
45	107.78	54.59	162.12	45.7
60	88.61	35.42	140.26	39.6
90	62.41	9.22	54.74	15.4
120	48.75	-4.44	-35.18	0.0
180	34.35	-18.84	-223.81	0.0
240	26.88	-26.32	-416.85	0.0
360	19.03	-34.16	-811.73	0.0
540	13.52	-39.67	-1413.94	0.0
720	10.60	-42.59	-2023.86	0.0
1080	7.55	-45.65	-3253.59	0.0
1440	5.93	-47.27	-4492.12	0.0
2880	3.69	-49.51	-9409.94	0.0
4320	2.76	-50.43	-14378.36	0.0
Maximales Speichervolumen				48.5

Anlage 2c

Ermittlung des dezentralen Rückhaltevolumens nach DWA-A 117 bei $Q_{E,max} = 20 \text{ l/s}$

Dimensionierung von Regenrückhalteräumen nach A117 - Näherungsverfahren

Bauwerk

Regenrückhaltemaßnahme - Hähnlein - Östlich Georg-Fröba-Straße

Lastfall			LF1
Regenhäufigkeit	n	1/a	0.20
Einzugsgebietsfläche	A_{ges}	ha	0.60
Versiegelungsgrad	VG	-	0.47
undurchlässige Fläche	A_{red}	ha	0.28
Abflussbeiwert	ψ_m	[-]	1.00
abflusswirksame Fläche	A_u	ha	0.28
Zuschlagfaktor	f_z	-	1.1
Abminderungsfaktor	f_A	-	1.0
Drosselabfluss	Q_{Dr}	l/s	20.0
Drosselabflussspende (Bezug A_u)	$q_{Dr,Au}$	l/(s·ha)	70.9
maßgebende Dauerstufe	D	min	20
spezifisches Speichervolumen	$V_{s,u}$	m³	142.9
erforderliches Speichervolumen	V	m³	40.3

Gewählte Jährlichkeit n 0.2

Niederschlagsdaten nach DWD			
T	5		
D	hn	Rn	
5 min	10.40	346.67	
10 min	15.40	256.67	
15 min	18.90	210.00	
20 min	21.50	179.17	
30 min	25.20	140.00	
45 min	29.10	107.78	
60 min	31.90	88.61	
90 min	33.70	62.41	
2 h	35.10	48.75	
3 h	37.10	34.35	
4 h	38.70	26.88	
6 h	41.10	19.03	
9 h	43.80	13.52	
12 h	45.80	10.60	
18 h	48.90	7.55	
24 h	51.20	5.93	
48 h	63.70	3.69	
72 h	71.60	2.76	

Einzugsgebietsdaten	
A_{ges}	0.60 ha
VG	0.47 -
A_{red}	0.28 ha
ψ_m	1.0 -
A_u	0.28 ha
Rechenwerte	
f_z	1.1
f_A	1.0
Q_d	20.0 l/s
Q_t	0.0 l/s
Q_r	20.0 l/s
$q_{Dr,Au}$	70.92 l/(s·ha)

Volumenermittlung				
D min	$r_{D,n}$ l/(s·ha)	$r_{D,n} \cdot q_{Dr,R,u}$ l/(s·ha)	$V_{s,u}$ m³/ha	V m³
5	346.67	275.74	91.00	25.7
10	256.67	185.74	122.59	34.6
15	210.00	139.08	137.69	38.8
20	179.17	108.24	142.88	40.3
30	140.00	69.08	136.77	38.6
45	107.78	36.86	109.46	30.9
60	88.61	17.69	70.05	19.8
90	62.41	-8.51	-50.58	0.0
120	48.75	-22.17	-175.60	0.0
180	34.35	-36.57	-434.45	0.0
240	26.88	-44.05	-697.70	0.0
360	19.03	-51.89	-1233.01	0.0
540	13.52	-57.40	-2045.86	0.0
720	10.60	-60.32	-2866.41	0.0
1080	7.55	-63.38	-4517.42	0.0
1440	5.93	-65.00	-6177.23	0.0
2880	3.69	-67.24	-12780.15	0.0
4320	2.76	-68.16	-19433.68	0.0
Maximales Speichervolumen				40.3