



wbu consulting
Ingenieurgesellschaft mbH

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Bemessung der Oberflächenentwässerung im geplanten Gewerbegebiet „Krumme Au II“

Auftraggeber: Baufach-Centrum Kaiser GmbH
 Tüschbachsmühle 4
 57572 Niederfischbach

Ansprechpartner: Herr Thomas Kaiser

Auftrag vom: 03.12.2018

Auftragnehmer: wbu consulting Ingenieurgesellschaft mbH

Az. des Auftragn.: P2019-WBU062

Aufgestellt von: Dr. Jens Bender

Datum: 07.03.2019

wbu consulting Ingenieurgesellschaft mbH

Schelderberg 16A

57072 Siegen

Fon +49-271- 313 429 68

Mail info@wbu-consulting.de

Web www.wbu-consulting.de

Sitz der Gesellschaft: Siegen | Geschäftsführer: Prof. Dr. Christoph Mudersbach, Dr. Jens Bender
Amtsgericht Siegen HRB 9033

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Verwendete Unterlagen	1
3	Beschreibung des Entwässerungskonzeptes	1
3.1	Allgemeines Konzept	1
3.2	Löschwasserrückhaltebecken	2
4	Bemessung der erforderlichen Versickerungsmulde	2
4.1	Vorbemerkungen	2
4.2	Berechnung der Zuflüsse zur Versickerungsanlage	2
5	Bemessung des Zuleitungsgerinnes	6
6	Quellenverzeichnis	8
7	Anhang	9
7.1	Verwendete KOSTRA Niederschlagsspenden	9
7.2	Messprotokoll zur Bestimmung des k_f -Wertes	10
7.3	Fotodokumentation	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 5-1: Regelprofil des Zuleitungsgerinnes in Fließrichtung	7
Abbildung 8-1: Probenahme des Oberbodens im Becken 1 des Nasslagers	11
Abbildung 8-2: Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes im geotechnischen Labor	11
Abbildung 8-4: Blick vom Wirtschaftsweg westlich des geplanten Gewerbegebietes in nördliche Richtung mit der geplanten Achse des Zuleitungsgerinnes	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Rechnerische Zuflüsse zur Versickerungsanlage aus dem geplanten Gewerbegebiet in Abhängigkeit der anzusetzenden Niederschläge und Dauerstufen	3
Tabelle 4-2: Ergebnisse der Berechnungen zur Auslegung der Versickerungsanlage. Bemessungsrelevante Werte sind fett dargestellt.	5

Abkürzungen und Einheiten

Abkürzung	Bezeichnung
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs Auswertungen
RP	Rheinland-Pfalz

Einheit	Dimension	Beschreibung
A	m ² /ha	Flächen verschiedener Indizierungen
A _s	m ²	Fläche der Versickerungsanlage
A _u	m ²	Undurchlässige Fläche
b	m	Breite
b	m	Breite (des Überfalls)
D	min	Regendauer/Dauerstufe
d _k	mm	Korndurchmesser
f _z	-	Zuschlagfaktor nach DWA-A 117, gewählt f _z = 1,1
g	m/s ²	Erdbeschleunigung
h	m	Wasserstandshöhe
h _ü	m	Überfallhöhe
I	m/m	Gefälle
k _f	m/s	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone in m/s
k _{st}	m ^{1/3} /s	Rauheitsbeiwert nach Manning-Strickler
maxτ ₀	N/mm ²	Maximale Schubspannung
N	a ⁻¹	Jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit
Q	m ³ /s	Abfluss/Durchfluss
q _s	l/(s·ha)	Versickerungsrate
r _{D(n)}	l/(s·ha)	Regenspende
T	a	Jährlichkeit
t _E	h	Entleerungsdauer der Mulde
V	m ³	Speichervolumen
v _f	m/s	Filtergeschwindigkeit der gesättigten Bodenzone in m/s
z	m	Einstauhöhe der Mulde
μ	-	Überfallbeiwert
τ _{krit}	N/mm ²	Kritische Schubspannung
Ψ _{m,nb}		Abflussbeiwert

1 Einleitung

Die Baufachzentrum Kaiser GmbH plant die Errichtung eines Gewerbegebietes in Niederfischbach (Kreis Altenkirchen, RP) nahe der Landesstraße L 280. Die geplante Fläche des Gewerbegebietes beträgt insgesamt etwa 2,5 ha, wobei der Großteil durch Dach- oder Verkehrsflächen versiegelt werden soll. Das Niederschlagswasser soll in geeigneter Form gesammelt und aus dem Gewerbegebiet abgeführt werden.

Neben der Möglichkeit das Niederschlagswasser über ein Regenrückhaltebecken zu speichern und gedrosselt an eine Vorflut abzugeben, ist es nach DWA Arbeitsblatt A 138 zulässig, das Niederschlagswasser über geeignete Maßnahmen zur Versickerung zu bringen. Dies entlastet die natürliche Vorflut und führt zudem zu einer Neubildung des Grundwasserspeichers.

2 Verwendete Unterlagen

Neben den im Text kenntlich gemachten Quellen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes von Niederfischbach (Spalte 17/Zeile 57) in der Version 2010R
- Vermessungspunkte des Untersuchungsgebietes
- Vorläufiger Bebauungsplan der Fa. LOTH – PLANUNG + STADTENTWICKLUNG, Stand 04.02.2019

3 Beschreibung des Entwässerungskonzeptes

3.1 Allgemeines Konzept

Es wurden verschiedene Varianten der Entwässerungskonzeptionierung untersucht. Als vielversprechendste Möglichkeit wurde in einem Abstimmungstermin aller Beteiligten Planer und Behördenvertreter am 05.02.2019 die Versickerung des Niederschlagswassers in unmittelbarer Nähe des geplanten Gewerbegebietes anvisiert. Das anfallende Oberflächenwasser wird zunächst gesammelt und westlich des geplanten Gewerbegebietes in ein Zuleitungsgerinne abgeführt. Das Gerinne verläuft auf einer Länge von 215 m parallel zu dem angrenzenden Wirtschaftsweg in südlicher Richtung. Das Gerinne mündet in dem nördlichsten Becken eines Nassholz-Lagers. Das Lager verfügt über insgesamt drei Becken mit einer Fläche von jeweils $A_{\text{Becken1}} = 2.836 \text{ m}^2$, $A_{\text{Becken2}} = 3.584 \text{ m}^2$, $A_{\text{Becken3}} = 4.310 \text{ m}^2$. Die drei Becken sind über Durchlässe in den angrenzenden Verwallungen miteinander verbunden, so dass nach Vollfüllung eines jeden Beckens mögliches Überschusswasser in das nächstgelegene Becken fließt. Das dritte und letzte Becken entwässert in einen Teich, der für die Versorgung des Nassholz-Lagers genutzt wird. Der Teich verfügt derzeit über keine Ent-

wässerung in eine natürliche Vorflut. Inwiefern die Herstellung einer Anbindung an die Vorflut genehmigungsrechtlich erforderlich wird, ist noch festzulegen.

3.2 Löschwasserrückhaltebecken

In dem o.g. Abstimmungsgespräch wurde ebenfalls die Anordnung eines Löschwasserrückhaltebeckens diskutiert, um im Brandfall möglicherweise kontaminiertes Löschwasser zurückzuhalten. Die Regelung für die Anordnung einer Löschwasserrückhaltung entstammt der Löschwasserrückhalterichtlinie (LÖRÜRi). Nach der Richtlinie sind entsprechende Anlagen vorzusehen, wenn wassergefährdende Stoffe gelagert werden. Bei der derzeitigen Nutzung des geplanten Gewerbegebietes ist bisher lediglich ein DHL-Logistikzentrum vorgesehen, in dem hauptsächlich Erzeugnisse zwischengelagert und verteilt werden. Da Erzeugnisse jedoch grundsätzlich als „nicht wassergefährdend“ einzustufen sind (WEB 1), ist die Anordnung eines Löschwasserrückhaltebeckens nicht erforderlich.

4 Bemessung der erforderlichen Versickerungsmulde

4.1 Vorbemerkungen

Die Bemessung der Versickerungsanlage erfolgt nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren mittels statistischer Niederschlagsdaten nach DWA Arbeitsblatt A 138 (2005) und im Einklang mit DWA-A 117 und DIN EN 752. Der Anwendung des vereinfachten Verfahrens liegen folgende Bedingungen zugrunde:

- Einzugsgebietsgröße $A_E < 200$ ha oder die Fließzeit zum Becken maximal 15 min.
- Die gewählte bzw. zulässige Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens beträgt $n \geq 0,1 \text{ a}^{-1}$ bzw. $T_n \leq 10$ a
- Die spezifische Versickerungsrate bezogen auf A_u ist $q_s \geq 2 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

Alle drei Aspekte sind in diesem Fall gegeben, so dass das vereinfachte Verfahren Anwendung finden darf.

4.2 Berechnung der Zuflüsse zur Versickerungsanlage

Für die Bemessung des Zuflusses zur Versickerungsanlage müssen gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 (2005) die Flächen der befestigten Flächen $A_{E,b}$ sowie die nicht befestigten Flächen $A_{E,nb}$ des zu entwässernden Gebiets rechnerisch getrennt berücksichtigt werden. Die Flächenanteile werden entsprechend ihrer Abflussbereitschaft mit Abflussbeiwerten $\psi_{m,b}$ bzw. $\psi_{m,nb}$ multipliziert und zu einem Rechenwert A_u zusammengefasst:

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb} \quad \text{Gleichung 1}$$

Nach dem vorliegenden Entwurf des Bebauungsplans ergeben sich die befestigten Flächen zu $A_{E,b} = 1,775$ ha und die nicht befestigten Flächen zu $A_{E,nb} = 0,725$ ha. Für die befestigten Flächen wird gem. DWA A 138 ein Abflussbeiwert von $\psi_{m,b} = 0,9$ ange-

setzt, bei den unbefestigten Flächen hingegen $\psi_{m,nb} = 0,3$. Somit ergibt A_u nach Gleichung 1:

$$A_u = 1,775 \text{ ha} \cdot 0,9 + 0,725 \text{ ha} \cdot 0,3 = 1,815 \text{ ha}$$

Für die Bemessung der Versickerungsanlage sowie des Zuleitungskanals wird ein Regenereignis mit der jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit von $n = 0,2 \text{ a}^{-1}$ ($T = 5 \text{ a}$) angesetzt. Als Grundlage für die Niederschläge dienen die DWD-KOSTRA 2010R Werte von Niederrischbach (Spalte 17/Zeile 57, vgl. Anhang 7.1).

Gemäß DWA-A 138 (2005) ergibt sich ohne Berücksichtigung eines Verzögerungseffekts durch den Abflusskonzentrationsprozess der Zufluss zur Versickerungsanlage Q_{zu} :

$$Q_{zu} = 10^{-7} \cdot r_{D(n)} \cdot A_u$$

Mit:

$r_{D(n)}$ Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n in $l/(s \cdot ha)$

A_u undurchlässige Fläche in m^2

Somit ergeben sich die Zuflüsse aus dem Gewerbegebiet „Krumme Au“ in Abhängigkeit der Dauerstufen wie Tabelle 4-1 nachfolgend zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Rechnerische Zuflüsse zur Versickerungsanlage aus dem geplanten Gewerbegebiet in Abhängigkeit der anzusetzenden Niederschläge und Dauerstufen

D [min]	$r_{0,2(D)}$ l/(s·ha)	Q_{zu} l/s
5	309,4	561,56*
10	230,9	419,08
15	189,1	343,22
20	161,8	293,67
30	127,2	230,87
45	98,0	177,87
60	80,6	146,29
90	57,6	104,54
120	45,4	82,40
180	32,5	58,99
240	25,7	46,65
360	18,5	33,58
540	13,3	24,14
720	10,6	19,24
1080	7,6	13,79
1440	6,1	11,07
2880	4,0	7,26
4320	3,2	5,81

Die Bestimmung der Versickerungsrate in den Becken wird mithilfe des Darcy'schen Gesetzes bestimmt:

$$v_f = k_f \cdot I_{hy} \quad \text{Gleichung 2}$$

Mit:

v_f	Filtergeschwindigkeit der gesättigten Bodenzone in m/s
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone in m/s
I_{hy}	Hydraulisches Gefälle in m/m

Somit hängt die Versickerungsrate im Wesentlichen von dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f ab. Da für das Untersuchungsgebiet keine entsprechenden Karten oder Messwerte vorliegen, wurde am 12.2.2019 eine Bodenprobe entnommen und in einem geotechnischen Labor entsprechend DIN 18130 der Durchlässigkeitsbeiwert k_f bestimmt. Der Bestimmung liegt die Annahme zugrunde, dass die Probe repräsentativ für den gesamten Bereich der geplanten Versickerungsanlage ist.

Die Messungen ergeben einen Wert von $k_f = 5,75 \cdot 10^{-6}$ m/s. Da es sich um die Durchlässigkeit eines gesättigten Bodens handelt, der Durchlässigkeitsbeiwert eines nicht wassergesättigten Bodens aber i.d.R. geringer ist als eines wassergesättigten Bodens, wird gemäß DWA-A 138 für die weitere Nachweisführung vereinfacht angenommen:

$$k_f = \frac{k_{f,u}}{2} = \frac{5,75 \cdot 10^{-6}}{2} = 2,88 \cdot 10^{-6} \frac{m}{s} \quad \text{Gleichung 3}$$

Da bei Versickerungsanlagen mit geringen bis sehr geringen Einstauhöhen das hydraulische Gefälle I_{hy} nur wenig von 1 abweicht, kann gemäß DWA-A 138 (2005) die Näherungsformel zur Bestimmung der Versickerungsrate angesetzt werden:

$$Q_s = k_f \cdot A_s \quad \text{Gleichung 4}$$

Mit:

Q_s	Versickerungsrate in m ³ /s
A_s	Versickerungsfläche in m ²

Bei der Muldenversickerung stellt das erforderliche Speichervolumen der Versickerungsanlage eine wesentliche Bemessungsgröße dar, da sich während eines Regenereignisses ein Wasserstand über der Versickerungsfläche einstellt und somit zu Retention führt. Zur Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens sind die Zufluss- und Versickerungsvolumen einer jeden Dauerstufe über eine Kontinuitätsverbindung miteinander zu verknüpfen. Dabei wird als Zufluss nicht nur der Zustrom aus dem Gewerbegebiet berücksichtigt, sondern ebenfalls der Niederschlag $r_{D(n)}$, der auf die Versickerungsfläche A_s fällt.

$$V = [(A_u + A_s) \cdot 10^7 \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z \quad \text{Gleichung 5}$$

Mit:

V	(erforderliches) Speichervolumen in m ³
A_u	Undurchlässige Fläche in m ²
A_s	Versickerungsfläche in m ²
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Bodenzone in m/s

D	Regendauer in min
f_z	Zuschlagfaktor nach DWA-A 117, gewählt $f_z = 1,1$

Aus dem maßgebenden Volumen lässt sich im Anschluss die entsprechende Einstauhöhe z durch

$$z = \frac{V}{A_S} \text{ in m} \quad \text{Gleichung 6}$$

Bestimmen sowie die entsprechende Entleerungszeit t_E durch

$$t_E = 2 \cdot \frac{z}{k_f} \text{ in sec} \quad \text{Gleichung 7}$$

Die Ergebnisse in Abhängigkeit der o.g. Parameter sind nachfolgend in Tabelle 4-2 zusammengefasst.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Berechnungen zur Auslegung der Versickerungsanlage. Bemessungrelevante Werte sind fett dargestellt.

D [min]	$r_{0,2(D)}$ l/(s·ha)	Q_{zu}^* l/s	V m ³	z_M m	t_E h
5	309,4	561,56	310,55	0,03	5,58
10	230,9	419,08	457,87	0,04	8,23
15	189,1	343,22	556,44	0,05	10,00
20	161,8	293,67	628,38	0,06	11,30
30	127,2	230,87	726,73	0,07	13,07
45	98,0	177,87	816,87	0,08	14,69
60	80,6	146,29	872,08	0,08	15,68
90	57,6	104,54	877,69	0,08	15,78
120	45,4	82,40	865,84	0,08	15,57
180	32,5	58,99	815,93	0,08	14,67
240	25,7	46,65	748,56	0,07	13,46
360	18,5	33,58	583,86	0,05	10,50
540	13,3	24,14	291,91	0,03	5,25
720	10,6	19,24	0,00	0,00	0,00
1080	7,6	13,79	0,00	0,00	0,00
1440	6,1	11,07	0,00	0,00	0,00
2880	4,0	7,26	0,00	0,00	0,00
4320	3,2	5,81	0,00	0,00	0,00

Tabelle 4-2 ist zu entnehmen, dass der $r_{0,2(90 \text{ min})} = 57,6 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ der bemessungsrelevante Niederschlag für die Versickerungsanlage ist. Dies führt zu einem erforderlichen Volumen $V = 877,69 \text{ m}^3$ bei einer Einstauhöhe von $z_M = 0,08 \text{ m}$. Die rechnerische Entleerungszeit beträgt $t_E = 15,78 \text{ h}$. Nach DWA-A 138 (2005) sollte die Einstauhöhe in Versickerungsmulden weniger als 30 cm betragen und die Entleerungszeit bei dem bemessungsrelevanten Regenereignis $< 24 \text{ h}$ dauern. Somit gilt der Nachweis als erbracht.

5 Bemessung des Zuleitungsgerinnes

Für die Auslegung des Zuleitungsgerinnes vom Gewerbegebiet bis zum ersten Becken der Versickerungsanlagen ist der anfallende Zufluss aus dem Gewerbegebiet maßgebend. Weiter Zuflüsse, die möglicherweise unkontrolliert in das Gerinne gelangen, werden nicht berücksichtigt.

Für die Auslegung des Gerinnes ist der maximale Abfluss des Bemessungsregens anzusetzen. In Tabelle 4-1 ist bereits aufgeführt, dass das Regenereignis mit einer Dauerstufe von 5 min ($r_{0,2(5 \text{ min})}$) zu dem Spitzenabfluss von $Q_{zu,max} = 561,56 \text{ l/s}$ führt. Die Berechnung Die hydraulischen Berechnungen werden mit der Fließformel nach Manning-Strickler (z.B. Bollrich, 2013) durchgeführt:

$$v = k_{st} \cdot r_{hy}^{\frac{2}{3}} \cdot I_E \quad \text{Gleichung 8}$$

- Mit
- v : Fließgeschwindigkeit in $[\text{m}^3/\text{s}]$
 - k_{st} : Integraler Rauheitsbeiwert in $[\text{m}^{1/3}/\text{s}]$
 - r_{hy} : Hydraulischer Radius in $[\text{m}]$
 - I_E : Energieliniengefälle in $[-]$

Aus der Kontinuitätsbedingung ergibt sich der Abfluss somit zu:

$$Q = v \cdot A = k_{st} \cdot r_{hy}^{\frac{2}{3}} \cdot I_E \cdot A \quad \text{Gleichung 9}$$

Mit:

- A Fließquerschnitt in m^2

Das Energieliniengefälle kann unter Annahme von Normalabfluss mit durch das Sohlgefälle angenommen werden. Im Untersuchungsgebiet liegt ein relativ steiles Gefälle von $I = 4,6 \%$ an, so das Profil entsprechend vor Erosion zu schützen ist. Gängige Literatur (z.B. RAS-Ew, 2005) sieht für die Abführung von Oberflächenwasser ein Trapezprofil mit Natursteinen als Profilsicherung vor. Der k_{st} -Wert ist gemäß Tabellenwerken (z.B. SBT, 2017) mit $k_{st} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angegeben. Die minimale Sohlbreite beträgt $b = 0,5 \text{ m}$ und die Neigungen der Böschungen 1:1,5.

Durch Einsetzen der Werte in Gleichung 9 kann bei Berücksichtigung eines Trapezprofils nach der Fließtiefe h aufgelöst werden. Daraus ergibt sich bei einem Abfluss von $Q_{zu,max} = 561,56 \text{ l/s}$ eine Fließtiefe von $h = 0,101 \text{ m}$ und eine Fließgeschwindigkeit von $v = 5,79 \text{ m/s}$.

Aus den Abflusswerten resultiert eine maximale Schubspannung auf der Gerinnesohle von

$$\max \tau_0(\text{Sohle}) = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I_S = 43,61 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Gleichung 10}$$

So sind nach SBT (2017) grobe Steine mit einem Korndurchmesser von wenigstens 54 mm zu verbauen. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages von 50 % sollte die Sohlsicherung mit einem Korndurchmesser von mindestens $d_K = 100 \text{ mm}$ verwendet werden. So ist die Stabilität des Profils auch bei selteneren Regenereignissen bzw. größeren Abflüssen gewährleistet.

Das Regelprofil des Zuleitungsgerinnes ist in nachfolgender Abbildung 5-1 dargestellt.

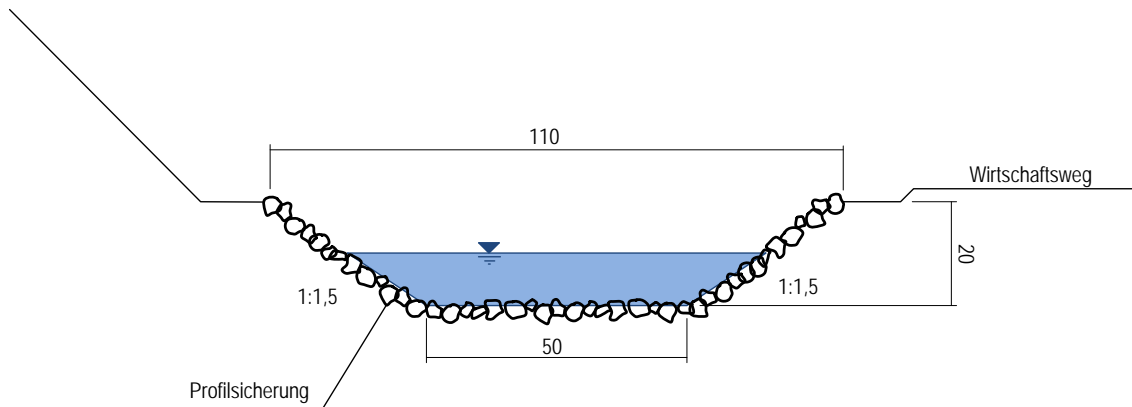


Abbildung 5-1: Regelprofil des Zuleitungsgerinnes in Fließrichtung


Dr. Jens Bender

6 Quellenverzeichnis

- Bollrich, G. (2013): Technische Hydromechanik 1: Grundlagen. Berlin: Beuth Verlag. DWA-A 138
- DWA-A 117: Arbeitsblatt - Bemessung von Regenrückhalteräumen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; korrigierter Stand: Februar 2014
- DWA-A 138: Arbeitsblatt - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (2. korrigierte Auflage, April 2005), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; korrigierter Stand: Februar 2014
- DIN 18130: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche, Beuth Verlag, 1998
- RAS-Ew (2005): Richtlinien für die Anlage von Straßen – Entwässerung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- SBT (2017): Schneider – Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage, Bundesanzeiger Verlag

7 Anhang

7.1 Verwendete KOSTRA Niederschlagsspenden



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 17, Zeile 57
Ortsname : Niederfischbach (RP)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [$l/(s \cdot ha)$] je Wiederkehrintervall T [a]									
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a	
5 min	168.9	229.4	264.8	309.4	369.9	430.4	465.8	510.5	571.0	
10 min	134.8	176.2	200.4	230.9	272.3	313.6	337.8	368.3	409.7	
15 min	112.2	145.3	164.7	189.1	222.2	255.3	274.7	299.1	332.2	
20 min	96.1	124.4	140.9	161.8	190.0	218.3	234.9	255.7	284.0	
30 min	74.7	97.3	110.5	127.2	149.8	172.5	185.7	202.4	225.0	
45 min	55.9	74.1	84.7	98.0	116.1	134.2	144.8	158.2	176.3	
60 min	44.7	60.2	69.2	80.6	96.1	111.6	120.6	132.0	147.5	
90 min	33.3	43.7	49.8	57.6	68.0	78.5	84.6	92.3	102.8	
2 h	27.0	34.9	39.5	45.4	53.3	61.2	65.8	71.7	79.6	
3 h	20.1	25.4	28.5	32.5	37.9	43.2	46.3	50.3	55.6	
4 h	16.3	20.3	22.7	25.7	29.7	33.8	36.2	39.2	43.2	
6 h	12.1	14.8	16.4	18.5	21.2	24.0	25.6	27.6	30.3	
9 h	9.0	10.9	11.9	13.3	15.2	17.0	18.1	19.5	21.3	
12 h	7.3	8.7	9.5	10.6	12.0	13.4	14.2	15.2	16.6	
18 h	5.4	6.4	6.9	7.6	8.6	9.5	10.1	10.8	11.7	
24 h	4.4	5.1	5.5	6.1	6.8	7.5	7.9	8.5	9.2	
48 h	3.0	3.5	3.7	4.0	4.5	4.9	5.2	5.5	6.0	
72 h	2.4	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6	

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
 rN Niederschlagsspende in [$l/(s \cdot ha)$]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	10.10	16.10	38.00	62.30
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	29.90	53.10	79.30	119.70

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $rN(D;T)$ bzw. $hN(D;T)$ in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

7.3 Fotodokumentation



Abbildung 7-1: Probenahme des Oberbodens im Becken 1 des Nasslagers



Abbildung 7-2: Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes im geotechnischen Labor



Abbildung 7-3: Blick vom Wirtschaftsweg westlich des geplanten Gewerbegebietes in nördliche Richtung mit der geplanten Achse des Zuleitungsgerinnes