GEOPLAN

Ingenieurbüro GmbH

Stadt Bornheim

Bebauungsplan He 28 (Hersel)

Entwässerungsstudie

Erläuterungsbericht

Juli 2016

KERKLOH

INGENIEURBÜRO

Im Hessle 14

47839 Krefeld

Tel.: 02151/ 3632663

Fax.: 02151/ 3632669

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 5

1.1 Veranlassung und Aufgabestellung 5

1.2 Verwendete Unterlagen 5

2 Einzugsgebiet 6

2.1 B-Plangebiet He 28 6

2.2 Übergeordnete Planungen 7

3 Grundlagen und Belastungsgrößen 7

3.1 Vorhandene Entwässerungssystem 7

3.2 Flächengrößen 7

3.3 Trockenwetterabflüsse 8

3.4 Belastungsregen 8

4 Entwässerungsvarianten 9

4.1 Trennsystem 9

4.1.1 Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung 9

4.1.2 Vorbehandlungsmaßnahmen 10

4.1.3 Versickerung 11

4.2 Mischsystem 11

5 Vordimensionierung 12

5.1 Flächengrößen 12

5.2 Versickerungsanlagen 12

5.3 Stauraumkanal 13

5.3.1 Drosselabfluss 13

5.3.2 Vordimensionierung 13

6 Hydraulische Nachweise 15

6.1 Modellregen 15

6.2 Überstaunachweis 15

6.3 Überflutungssicherheit 17

6.4 Drosselart 17
7 Kostenschätzung 19
7.1 Kostenrichtwerte 19
7.2 Entwässerung über MW-Kanal (Variante 01) 19
7.3 Versickerung der Dachflächen (Variante 02) 20
7.4 Versickerung von Dach- und Parkflächen (Variante 03) 20
8 Bodengutachten 21
9 Variantenempfehlung 21
10 Zusammenfassung 21
Anlagen 22

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÜBERSICHTSKARTE 6

ABBILDUNG 2: MODELLREGEN EULER TYP II 15

ABBILDUNG 3: WASSERSPIEGELLAGE IM DBW BEI T_N = 5A 16

Anlagen:

01. Lagepläne mit Variantendarstellung (Kanalplanung)
02. Nachweise DWA-A 117
03. Nachweise DWA-A 138
04. Bewertungsverfahren nach DWA-M 153

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabestellung

Die Stadt Bornheim plant die Erschließung des Bebauungsgebietes He 28 in der Ortschaft Hersel.

Mit den vorliegenden Unterlagen werden die Entwässerungsmöglichkeiten nach den gültigen a. a. Regeln der Technik dargestellt und beschrieben, die erforderlichen Anlagen vordimensioniert und eventuelle Standort empfohlen.

1.2 Verwendete Unterlagen

- Entwurfsplanung, sgp Architekten + Stadtplaner BDA, 2015
- Darlegung der allgemeinen Ziele und Zwecke der Planung, sgp Architekten + Stadtplaner BDA, 2015
- Kanal-/ und Schachtdaten, Stadt Bornheim 2015
- Regendaten, KOSTRA-DWD 2000
- DIN EN 752, Gebäude- und Grundstücksentwässerung, 2005
- DWA-Arbeitsblatt 117, Bemessung von Regenrückhalteräumen, 2014
- DWA-Arbeitsblatt 118, hydraulische Berechnung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006
- DWA-Arbeitsblatt 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- DWA-Merkblatt 153, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regen-wasser, 2012
- Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennsystem, RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2004

2 Einzugsgebiet

2.1 B-Plangebiet He 28

Das geplante Gewerbegebiet liegt süd-westlich der Ortslage Hersel (östlich der Stadt Bornheim).

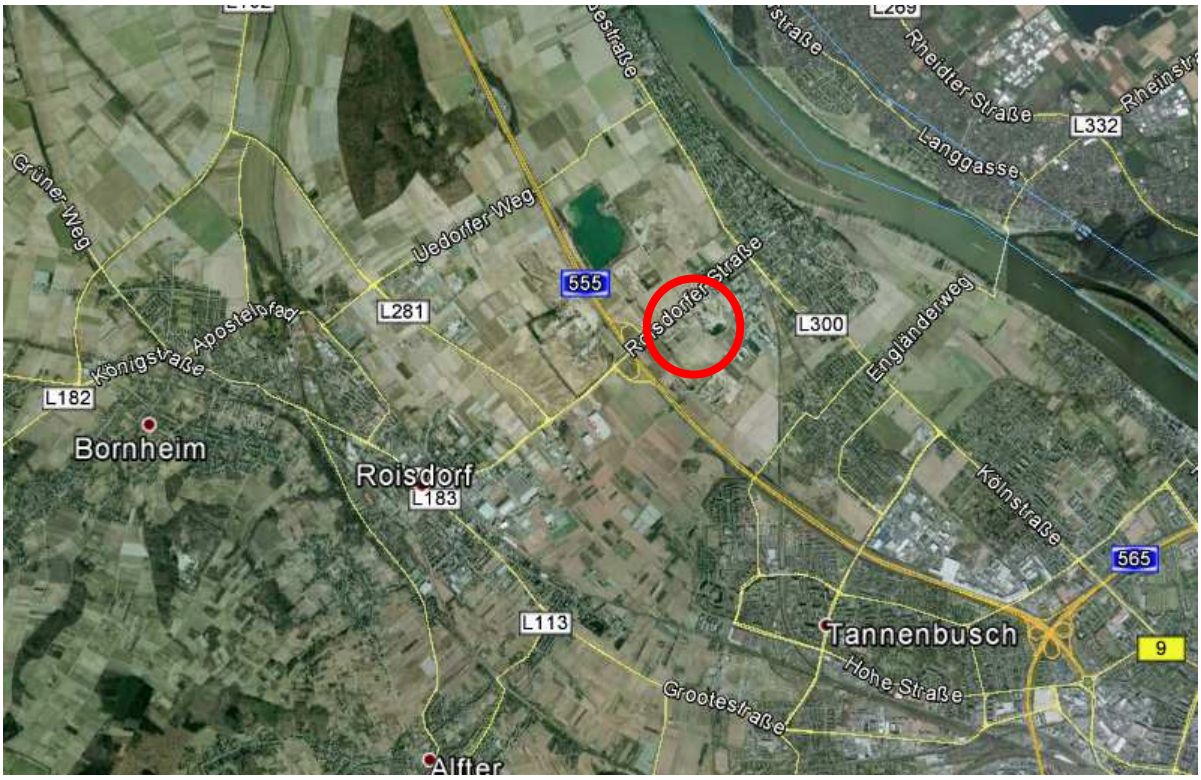


Abbildung 1: Übersichtskarte

Das Gebiet grenzt im Nordwesten an die Roisdorfer Straße und im Südosten an die Allerstraße.

Über den Mittelweg und die Allerstraße kann das B-Plangebiet He 28 erschlossen werden.

Die betrachtete Fläche wird zum Teil als Abgrabungsgebiet. Die restliche Teilfläche liegt brach.

2.2 Übergeordnete Planungen

Im Flächennutzungsplan der Stadt Bornheim ist das Plangebiet He 28 als gewerbliche Baufläche dargestellt. Entlang der Roisdorfer Straße sollen eingeschränkte bzw. mischgebietsähnliche Nutzungen ermöglicht werden.

Das Gebiet ist im aktuellen Landschaftsplan nicht aufgenommen. Im Plangebiet sind geschützte Arten vorhanden, so dass ein Artenschutzkonzept entwickelt und das Gebiet hier bereits berücksichtigt wurde.

Das Plangebiet befindet sich in der Wasserschutzzone III B.

Nach § 51a LWG besteht für neue Plangebiete grundsätzlich eine Verpflichtung zur Versickerung bzw. ortsnahen Einleitung in ein Gewässer des unbelasteten Niederschlagswassers.

3 Grundlagen und Belastungsgrößen

3.1 Vorhandene Entwässerungssystem

Das öffentliche Netz in der Roisdorfer Straße ist ein Mischwassernetz. Der Kanal DN 200 endet im Bereich des Hauses Nr. 40 ca. 100 m von der Erschließungs-straße Mittelweg. Der Anfangsschacht weist eine Tiefe von ca. 2 m auf.

Das Mischwassernetz in der Allerstraße hat einen Durchmesser DN 1400 bzw. 2000. Der Schacht 2110150 direkt vor der Straße Mittelweg hat eine Tiefe von über 7 m.

3.2 Flächengrößen

Das gesamt Plangebiet He 28 hat eine Größe von ca. A_E = 25,05 ha.

Das kanalisierte Einzugsgebiet für den Bebauungsplan weist eine Fläche von ca. $A_{E,k}$ = 16,07 ha auf.

Zur Ermittlung der Abflusswirksamenfläche wurden folgende Abflussbeiwerte berücksichtigt:

- Dachflächen: 0,90
- Straßen (Asphalt): 0,95
- Wege/Parkflächen: 0,75

- Grünflächen: 0,05 (nur im Bereich der Bebauung)

Anhand dieser Werte ist eine Abflusswirksame Fläche von ca. A_u = 11,31 ha ermittelt worden.

- **B-Plangebiet He 28:** **$A_{E,k}$ = 16,07 ha** **A_u = 11,31 ha**

3.3 Trockenwetterabflüsse

Zur Ermittlung der betrieblichen Schmutzwasserabflüsse wurde eine betriebliche Schmutzwasserspende für Betriebe mit mittlerem Wasserverbrauch von q_G = 0,5 l/s*ha angesetzt. Daraus resultiert ein häuslicher Schmutzwasserabfluss von ca. Q_G = 0,5 * 16,07 = 8 l/s.

3.4 Belastungsregen

Für den Überstaunachweis und den Überflutungsnachweis mit dem hydrodynamischen Berechnungsprogramm DYNA/Kanal $^{++®}$ (Tandler.com GmbH/-Pecher Software GmbH) wurden jeweils ortsspezifische Modellregen der Wiederkehrzeit T_n = 5a (1-mal in 5 Jahren) und T_n = 30a (1-mal in 30 Jahren) und einer Dauer von D = 60 Min. aus dem KOSTRA-DWD 2000 entwickelt.

KOSTRA-DWD 2000

Deutscher Wetterdienst - Hydrometeorologie -

DWD

Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Bornheim, Rheinl

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 10 Zeile: 58

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,3	111,0	4,9	163,4	6,5	215,8	8,6	285,0	10,1	337,4	11,7	389,8	13,8	459,1	15,3	511,5
10,0 min	5,7	94,3	7,8	130,3	10,0	166,2	12,8	213,8	15,0	249,7	17,1	285,7	20,0	333,2	22,1	369,2
15,0 min	7,2	79,5	9,8	108,3	12,3	137,2	15,8	175,3	18,4	204,2	21,0	233,0	24,4	271,2	27,0	300,0
20,0 min	8,2	68,0	11,1	92,7	14,1	117,4	18,0	150,0	21,0	174,7	23,9	199,4	27,8	232,0	30,8	256,7
30,0 min	9,4	52,2	13,0	72,0	16,5	91,8	21,2	117,9	24,8	137,7	28,4	157,5	33,1	183,7	36,6	203,5
45,0 min	10,3	38,0	14,5	53,9	18,8	69,8	24,5	90,8	28,8	106,7	33,1	122,5	38,8	143,5	43,0	159,4
60,0 min	10,6	29,5	15,5	43,1	20,4	56,6	26,9	74,6	31,8	88,2	36,6	101,8	43,1	119,7	48,0	133,3
90,0 min	12,0	22,1	17,0	31,4	22,0	40,7	28,6	53,0	33,6	62,3	38,7	71,6	45,3	83,9	50,3	93,2
2,0 h	13,0	18,0	18,1	25,1	23,2	32,2	30,0	41,6	35,1	48,7	40,2	55,8	46,9	65,2	52,0	72,3
3,0 h	14,6	13,5	19,8	18,3	25,1	23,2	32,0	29,6	37,2	34,5	42,5	39,3	49,4	45,7	54,6	50,6
4,0 h	15,8	11,0	21,1	14,7	26,5	18,4	33,5	23,3	38,9	27,0	44,2	30,7	51,2	35,6	56,6	39,3
6,0 h	17,7	8,2	23,1	10,7	28,6	13,2	35,8	16,6	41,3	19,1	46,8	21,7	54,0	25,0	59,5	27,5
9,0 h	19,7	6,1	25,3	7,8	30,9	9,5	38,4	11,8	44,0	13,6	49,6	15,3	57,0	17,6	62,6	19,3
12,0 h	21,3	4,9	27,0	6,3	32,7	7,6	40,3	9,3	46,0	10,6	51,7	12,0	59,3	13,7	65,0	15,0
18,0 h	23,7	3,7	29,8	4,6	35,8	5,5	43,8	6,8	49,9	7,7	55,9	8,6	63,9	9,9	70,0	10,8
24,0 h	26,1	3,0	32,5	3,8	38,9	4,5	47,4	5,5	53,8	6,2	60,1	7,0	68,6	7,9	75,0	8,7
48,0 h	28,1	1,6	37,5	2,2	46,9	2,7	59,3	3,4	68,8	4,0	78,2	4,5	90,6	5,2	100,0	5,8
72,0 h	35,2	1,4	45,0	1,7	54,8	2,1	67,7	2,6	77,5	3,0	87,3	3,4	100,2	3,9	110,0	4,2

4 Entwässerungsvarianten

Grundsätzlich werden Siedlungsgebiete im Trenn- oder im Mischverfahren entwässert.

Beim Trennverfahren werden häusliches und betriebliches Schmutzwasser im Schmutzwasserkanal, der Regenabfluss in einem eigenen Regenwasserkanal abgeleitet.

Im Mischverfahren werden Schmutz- und Regenabflüsse in einem gemeinsamen Kanal abgeführt.

Bei modifizierten Entwässerungssystemen werden behandlungsbedürftige Regenwasserabflüsse von nicht klärpflichtigen Niederschlagswässern getrennt abgeleitet.

4.1 Trennsystem

4.1.1 Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung

Das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) hat in einem Runderlass die Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren zusammengestellt.

Das geplante B-Plangebiet grenzt nördlich an das Nahversorgungszentrum an der Roisdorfer Straße. Südlich befindet sich das bestehende Gewerbegebiet.

Ein Durchgangsverkehr über den Mittelweg zur Allerstraße ist möglich. Mit Schwerlastverkehr ist ebenfalls zu rechnen.

Die Niederschlagsabflüsse aus der Bebauungsfläche werden nach dem Bewertungsverfahren des Trennerlasses als schwach belastet (Kategorie II) eingestuft:

- Hof- und Verkehrsflächen in Misch- und Gewerbegebieten
- Kein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Keine Beeinträchtigung der Niederschlagswasserqualität
- Dachflächen in Gewerbegebieten
- befestigte Flächen mit geringem LKW-Anteil

Auf Grund der geplanten Flächennutzung ist grundsätzlich eine Behandlung des Niederschlagswassers erforderlich.

4.1.2 Vorbehandlungsmaßnahmen

Im Trennerlass werden unterschiedliche Arten der Regenwasserbehandlung grob beschrieben und vorgestellt.

Ein nützliches Instrument, um die Bewertung und Wirkung der Maßnahmen zu ermitteln, bietet das Merkblatt DWA-M 153 an. Dabei werden unterschiedliche Faktoren (Luft- und Flächenverschmutzung, Schutzbedürfnis der Gewässer, Verkehr,…) berücksichtigt.

Für die Bewertung wurden die gesamten Dachflächen (A_u = 6,07 ha), die Erschließungsstraße (A_u = 0,52 ha), die schmutzigen Wege (Gehwege, Abstellflächen, …) mit einer Größe von A_u = 4,59 ha und die Grünflächen mit A_u = 0,13 ha übernommen. Insgesamt wird eine kanalisierte Fläche von A_u = 11,31 ha berücksichtigt.

Die Einleitung erfolgt über Versickerungsanlagen ins Grundwasser (Wasserschutzzone III B) mit einer Punktwertung von **G = 8**.

Die Luftverschmutzung wurde für das Gesamtgebiet mit 2 Punkt (L2 mittlere Verschmutzung) bewertet.

Die geplanten Flächen wurden, wie folgt, berücksichtigt:

- Dachflächen: F2 Punkte: 8
- Straßenflächen: F5 Punkte: 27
- Wege/Parkflächen: F4 Punkte: 19
- Grünflächen: F1 Punkte: 5

Die Abflussbelastung beträgt nach dem Bewertungsverfahren **B = 15,30** Punkte.

Die Abflussbelastung B ist deutlich größer als die Bewertungspunkte fürs Gewässer G, so dass eine Behandlungsmaßnahme erforderlich ist.

Als Behandlung werden der bewachsene Boden von 30 cm stärke D1 (b) mit D = 0,20 und die Bodenpassage unterhalb der Mulden-Rigolen-Anlage (D4) mit D = 0,45 berücksichtigt.

Daraus resultiert ein Durchgangswert von **D = 0,20*0,45 = 0,09**, so dass der Emissionswert einen Wert von **E = 1,38** beträgt. Dieser ist kleiner als G, so dass die vorgesehene Behandlungsmaßnahme ausreichend ist.

Die beiden Auswertungen nach dem Merkblatt 153 sind der Anlage beigefügt.

4.1.3 Versickerung

Das Niederschlagswasser wird gesammelt und über Mulden-Rigolen-Anlagen in den Untergrund eingeleitet. Das Durchfließen des bewachsenen Bodens (Stärke 30 cm) ermöglicht durch physikalische, chemische und auch biologische Vorgänge die Schmutzstoffe optimal zurückzuhalten. Die Bodenpassage (Stärke 3 m) unterhalb der Mulden und der Rigolen behandelt zusätzlich das Niederschlagswasser vor der Einleitung in das Grundwasser.

Das B-Plangebiet befindet sich in einer Wasserschutzzone III B, so dass vor der Versickerung eine Behandlung (bewachsener Boden 30 cm Stärke) erforderlich ist.

4.2 Mischsystem

Das Schmutz- und Niederschlagswasser kann ohne Behandlung in einer Rückhalteanlage zwischengespeichert und gedrosselt zum öffentlichen MW-Kanal weitergeleitet werden.

Diese muss so dimensioniert sein, dass Entlastungen nur selten stattfinden, um die öffentliche Kanalisation nicht zu überlasten.

Die Drosselabflüsse und die Entlastunghäufigkeit müssen mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

Eine Behandlung der MW-Zuflüsse mit nachgeschalteter Rückhalte- bzw. Versickerungsanlage ist aus hygienischen Gründen nicht zu empfehlen.

5 Vordimensionierung

5.1 Flächengrößen

Die gesamte Einzugsgebietsfläche wurde detailliert aufgeteilt:

- Dachflächen: A_u = 6,07 ha
- Straßenflächen: A_u = 0,52 ha
- Wege-/Parkflächen: A_u = 4,59 ha
- Grünflächen: A_u = 0,13 ha

Dachflächen und Grünflächen (A_u = 6,20 ha) werden als nicht klärpflichtig eingestuft. Eine Vorbehandlung ist nicht notwendig.

Straßen- und Wege-/Parkfläche (insgesamt A_u = 5,11 ha) müssen vorbehandelt werden.

Das B-Plangebiet befindet sich in einer Trinkwasserschutzzone III, so dass vor der Versickerung eine Behandlung durch die belebte Bodenzone erforderlich ist.

5.2 Versickerungsanlagen

Die DWA-A 138 empfiehlt für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen eine Überlaufhäufigkeit von n = 0,5/a (1 mal in 2 Jahren).

Für die Mulden wurde ein Versickerungsbeiwert von $k_f = 1*10^{-5}$ m/s und für die Rigolen von $k_f = 5*10^{-4}$ m/s angenommen.

Berücksichtigt wurden in einer ersten Variante die Dachflächen, welche sich im versickerungsfähigen Teil des B-Plans befinden (A_u = 3,55 ha), da im südlichen Bereich Altlasten festgestellt worden sind. Eine Ableitung über Kanäle der hier anfallenden Regenabflüsse zur Versickerungsanlage wurde nicht geplant. Diese Dachfläche werden am MW-Kanal angeschlossen.

Daraus resultiert eine erforderliche Muldenfläche von A_M = 3.200 m². Die Flächen können dann aufgeteilt werden und entlang der Grünflächen verteilt werden.

Die Muldenanlagen sollen in Verbund betrieben werden, so dass die Versickerungs-flächen, soweit es geht, gleichmäßig beschickt werden.

Wird unterhalb der Mulden eine Rigole mit einer Breite von 2 m und eine Höhe von 1 m mit einem Gesamtspeicherkoeffizient von S_{RR} = 0,6 angenommen, beträgt die rechnerische Länge der Rigole ca. 100 m.

Auf Grund des optimalen Versickerungsbeiwertes kann auf die Planung einer Rigolen-Anlage verzichtet werden.

In der zweiten Variante werden sowohl die Dach- als auch die Wege und Parkflächen (A_u = 5,84 ha) versickert. Für diesen Fall ist eine Muldenfläche von A_M = 5.300 m² erforderlich.

5.3 Stauraumkanal

Der Stauraumkanal (SK) dient lediglich der Rückhaltung. Die Abflüsse werden ohne Vorbehandlung über den vorhandenen Kanal zur Kläranlage weitergeleitet.

5.3.1 Drosselabfluss

Im GEP der Stadt Bornheim ist das B-Plangebiet zu 60 % der Gesamtfläche direkt am MW-Kanal in der Allerstraße angeschlossen. Die restlichen Flächen dürfen nur gedrosselt angeschlossen werden.

Nach Rücksprache mit dem Stadt Betrieb Bornheim (SBB) soll zur Ermittlung des Drosselabflusses eine 5-jährliche Regenspende mit einer Dauer von 15 Minuten angesetzt werden.

Die aus der Gesamtfläche (A_u = 11,31 ha) prozentual berücksichtigte Anteil beträgt A_u = 6,75 ha. Die aus dem KOSTRA-DWD 2000 übernommene Regenspende liegt bei $r_{15,5}$ = 175,3 l/s*ha.

Daraus resultiert ein Drosselabfluss von ca. Q_{Dr} = 1.180 l/s.

5.3.2 Vordimensionierung

Die Dimensionierung erfolgt nach DWA-A 117. Für alle Varianten wird ein Drosselabfluss von Q_{Dr} = 1.180 l/s und eine Überlaufhäufigkeit von n = 0,2/a (1 mal in 5 Jahren) angesetzt.

Entwässerung der Gesamtfläche über MW-Kanal (Variante 01)

Bei dieser Variante (A_u = 11,24 ha) ist ein Rückhaltevolumen von V_{SK} = 850 m³ erforderlich.

Der Rückhaltekanal hat einen Durchmesser von DN 1800 und eine Länge von 430 m.

Versickerung der Teildachflächen (Variante 02)

Bei dieser Variante (A_u = 7,69 ha) ist ein Rückhaltevolumen von V_{SK} = 350 m³ erforderlich.

Der Rückhaltekanal hat einen Durchmesser von DN 1600 und eine Länge von 260 m.

Versickerung der Teildach- und Parkflächen (Variante 03)

Bei dieser Variante (A_u = 5,40 ha) ist ein Rückhaltevolumen von V_{SK} = 125 m³ erforderlich.

Der Rückhaltekanal hat einen Durchmesser von DN 1400 und eine Länge von 100 m.

Bei stärkeren Regenereignissen und Vollfüllung der Anlage springt die Notüberlaufschwelle an. Die Entlastungsmengen werden in den Sammler in der Allerstraße weitergeleitet.

Bei der Dimensionierung wurden berücksichtigt, dass ein Teil der Kanalfläche zur Ableitung der Drosselwassermengen genutzt wird (ca. h_T = 0,6 m). Als Speicherraum wird das Volumen oberhalb der Teilfüllungshöhe angerechnet.

6 Hydraulische Nachweise

6.1 Modellregen

Die hydrodynamischen Berechnungen zum Nachweis der Leistungsfähigkeit des geplanten Netzes wurden mit Modellregen Euler Typ II mit einer Wiederkehrzeit T_n = 5a (1 mal in 5 Jahren) für den Überstaunachweis und T_n = 30a (1 mal in 30 Jahren) für die Überflutungssicherheit.

Die Modellregen wurden aus den ortsspezifischen Regendaten für Bornheim (Spalte: 10; Zeile: 58) nach dem KOSTRA-DWD 2000 entwickelt.

Die Regen haben eine Dauer von D = 60 bzw. 180 Minuten.

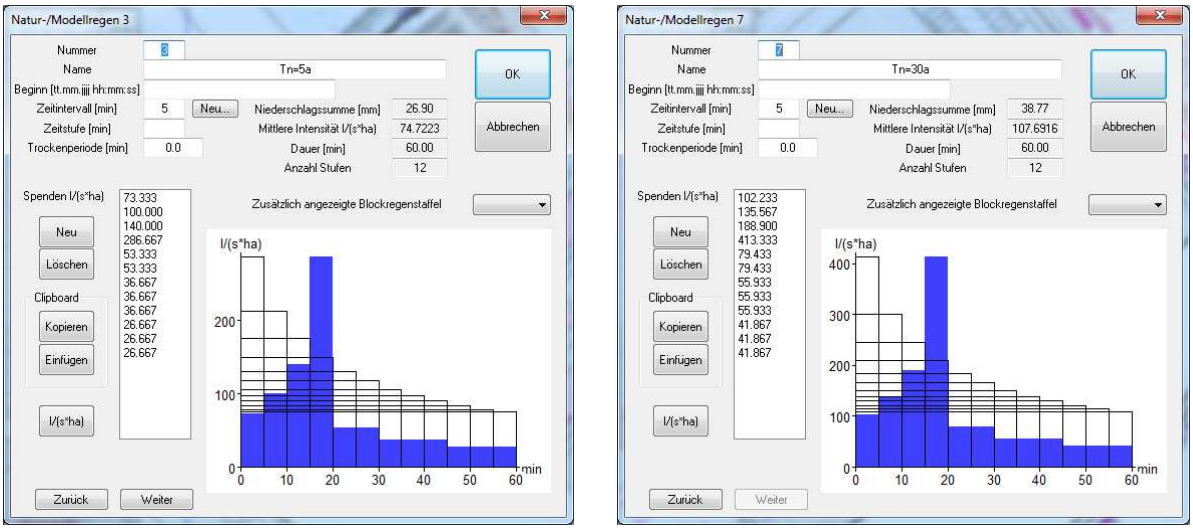


Abbildung 2: Modellregen Euler Typ II

6.2 Überstaunachweis

Entwässerung der Gesamtfläche über MW-Kanal

Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 5a (D = 180 Min.) weist keinen Überstauschacht aus.

Das Netz ist ausreichend leistungsfähig.

Die Weiterleitungsmenge am Drosselbauwerk beträgt Q_{Dr} = 1.157 l/s.

Die Wasserspiegellage im Drosselschacht liegt ca. 15 cm unterhalb der Schwelle. Es findet keine Entlastung statt. Die Rückhalteanlage ist ausreichend dimensioniert.

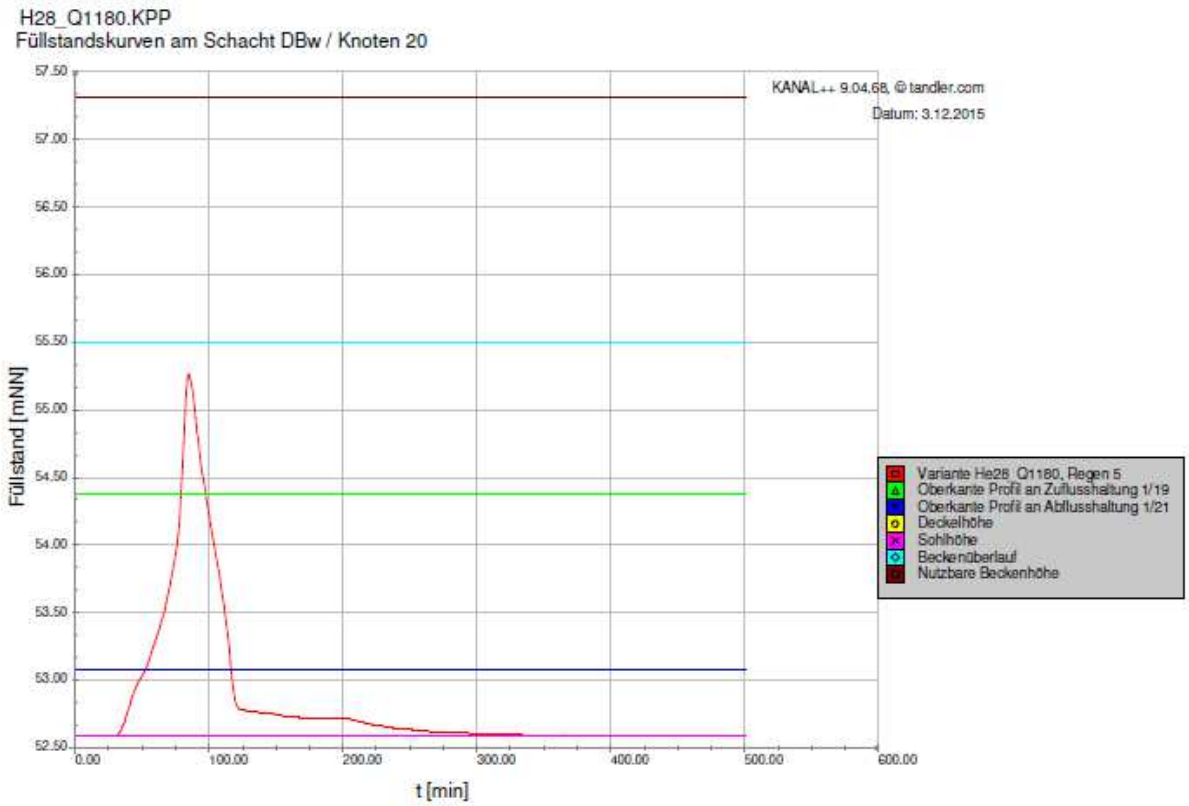


Abbildung 3: Wasserspiegellage im DBw bei T_n = 5a

Versickerung der Teildachflächen

Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 5a (D = 180 Min.) weist keinen Überstauschacht aus.

Das Netz ist ausreichend leistungsfähig.

Am Drosselschacht findet keine Entlastung über die Schwelle statt.

Die Rückhalteanlage ist ausreichend dimensioniert.

Versickerung der Teildach- und Parkflächen

Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 5a (D = 180 Min.) weist keinen Überstauschacht aus.

Das Netz ist ausreichend leistungsfähig.

Am Drosselschacht findet keine Entlastung über die Schwelle statt.

Die Rückhalteanlage ist ausreichend dimensioniert.

6.3 Überflutungssicherheit

Entwässerung der Gesamtfläche über MW-Kanal

Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 30a weist keinen Überstauschacht aus.

Die Weiterleitungsmenge am Drosselbauwerk beträgt Q_{Dr} = 1.157 l/s.

Über die Schwelle werden in der Spitze ca. Q = 1.350 l/s entlastet.

Versickerung der Teildachflächen

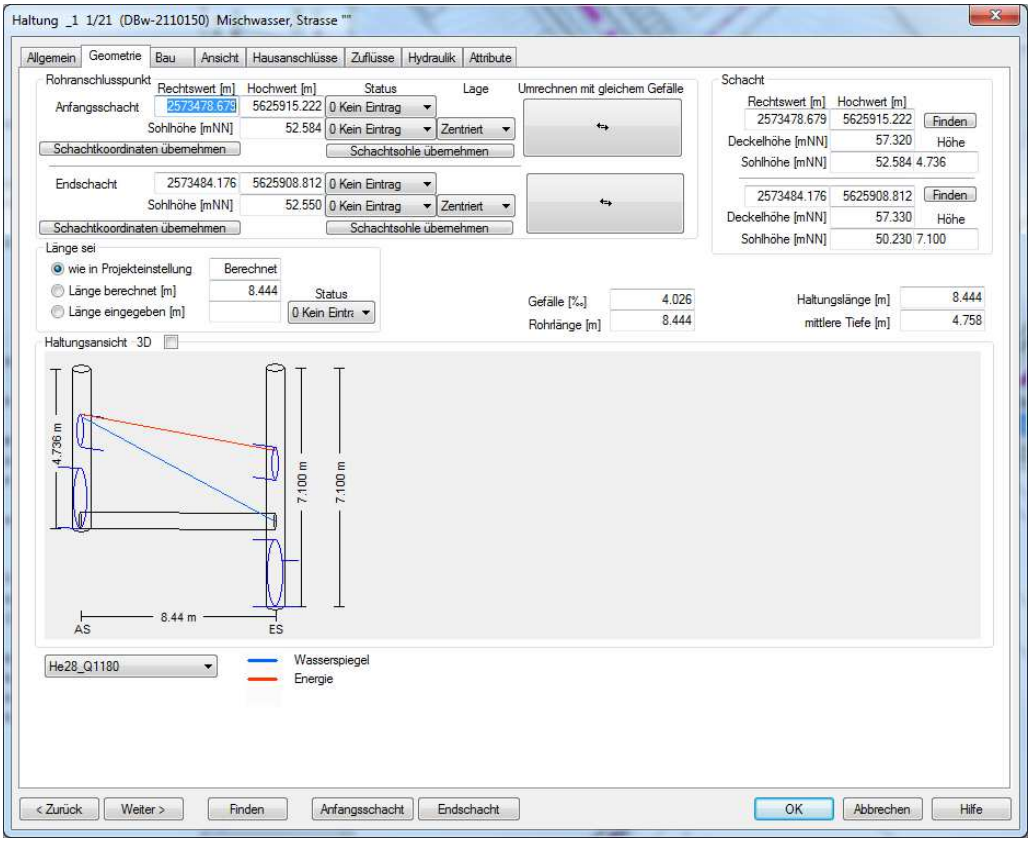
Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 30a weist keinen Überstauschacht aus.

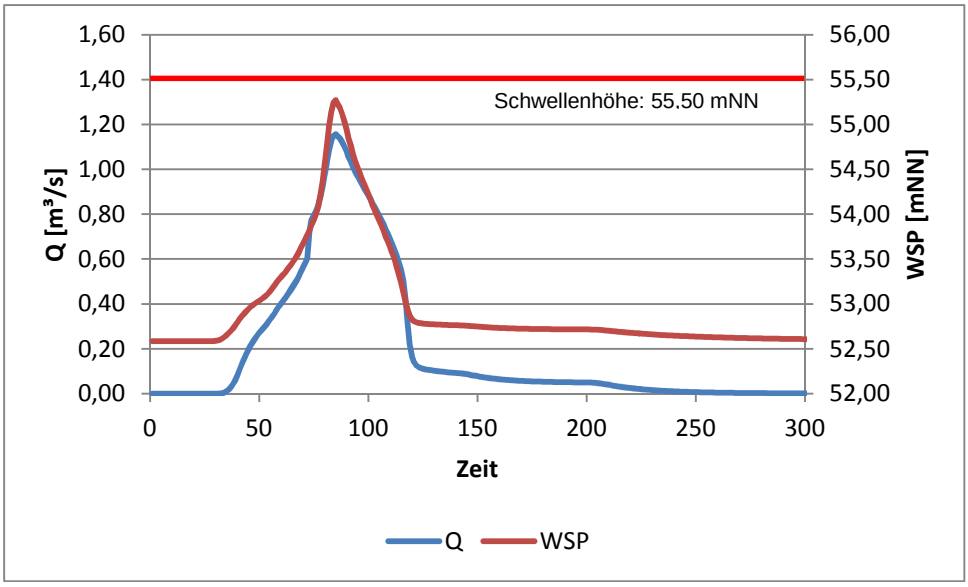
Versickerung der Teildach- und Parkflächen

Die durchgeführte hydrodynamische Berechnung mit dem Modellregen T_n = 30a weist keinen Überstauschacht aus.

6.4 Drosselart

Die Drosselung der Weiterleitungsmengen wird mit einer Rohrdrossel DN 500 (Gefälle I = 4 ‰) erzielt.





Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass bei Vollfüllung der Anlage der Drosselabfluss ca. Q_{Dr} = 1,18 m³/s beträgt.

Die Überprüfung wurde mit der Formel für freien Ausfluss aus einer Öffnung über UW nach Toricelli durchgeführt:

$$Q = \alpha A \cdot \sqrt{2gh_0} \qquad [m^3/s]$$

Die Bedingung $h_0/d \geq 4 = 2{,}67/0{,}5 = 5{,}34$ wird eingehalten.

α = 0,83 – (scharfkantige Öffnung)

A_{DN500} = 0,196 m²

h_0 = 2,67 m (Höhe bis zur Schwelle)

Daraus resultiert: Q = 1,19 m³/s

7 Kostenschätzung

7.1 Kostenrichtwerte

Für den Bau der Versickerungsanlagen werden unterschiedliche Kosten angegeben. Diese variieren zwischen 12,50 und 20 €/m² befestigter Fläche. Auf Grund der Lage des B-Plangebietes (Außengebiet und nicht befestigte Oberfläche) wurde den niedrigeren Wert (pauschal 12,50 €/m²) angenommen.

Zur Ermittlung der geschätzten Kosten für den Kanalbau wurde vereinfacht die Formel „Durchmesser * Länge“ (DN * L) zur Grunde gelegt. Auf Grund der Lage des B-Plangebietes (Außengebiet und nicht befestigte Oberfläche) wurde auf einen Zuschlag verzichtet.

Kosten für das Drosselbauwerk sowie für den Anschluss am bestehenden Kanal und Wartungskosten wurden nicht berücksichtigt.

7.2 Entwässerung über MW-Kanal (Variante 01)

Die gesamte Fläche wird über einen MW-Kanal entwässert. Der Anschluss erfolgt am bestehenden Kanal in der Allerstraße.

Die geschätzten Kosten für den Kanalbau stellen sich, wie folgt, zusammen:

• DN 1800	1.800 €/m	430 m	0,77 Mio.€
• DN 600	600 €/m	170 m	0,10 Mio.€
• DN 500	500 €/m	400 m	0,20 Mio.€
• DN 400	400 €/m	1.070 m	0,43 Mio.€
• DN 300	300 €/m	50 m	0,02 Mio.€
			1,52 Mio.€

7.3 Versickerung der Dachflächen (Variante 02)

Die an der M-R-Anlage angeschlossene abflusswirksame Fläche beträgt A_u = 3,55 ha.

35.500 m² x 12,50 €/m² = 443.750 €.

Die geschätzten Baukosten liegen somit bei **0,44 Mio.€**.

Die geschätzten Kosten für den Kanalbau stellen sich, wie folgt, zusammen:

• DN 1600	1600 €/m	260 m	0,42 Mio.€
• DN 700	700 €/m	60 m	0,04 Mio.€
• DN 600	600 €/m	140 m	0,08 Mio.€
• DN 500	500 €/m	380 m	0,19 Mio.€
• DN 400	400 €/m	1.230 m	0,49 Mio.€
• DN 300	300 €/m	50 m	0,02 Mio.€
			1,24 Mio.€

Die Gesamtkosten betragen dann **1,68 Mio.€**.

7.4 Versickerung von Dach- und Parkflächen (Variante 03)

Die an der M-R-A angeschlossene abflusswirksame Fläche beträgt A_u = 5,84 ha.

58.400 m² x 12,50 €/m² = 730.000 €

Die geschätzten Baukosten liegen somit bei **0,73 Mio.€**.

Die geschätzten Kosten für den Kanalbau stellen sich, wie folgt, zusammen:

• DN 1400	1400 €/m	100 m	0,14 Mio.€
• DN 700	700 €/m	60 m	0,04 Mio.€
• DN 500	500 €/m	370 m	0,19 Mio.€
• DN 400	400 €/m	440 m	0,18 Mio.€
• DN 300	300 €/m	470 m	0,14 Mio.€
• DN 250	250 €/m	680 m	0,17 Mio.€
			0,86 Mio.€

Die Gesamtkosten betragen dann **1,59 Mio.€**.

8 Bodengutachten

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen zeigen, dass auf Grund der festgestellten Bodeneigenschaften und Qualitäten eine Versickerung der anfallenden RW-Abflüsse nicht empfehlenswert ist.

Die Ergebnisse sind in einem gesonderten Bericht zusammengefasst und zur Verfügung gestellt.

9 Variantenempfehlung

Aus wirtschaftlichen (Kostenschätzung) und geologischen Gründen (Bodengutachten) wird die Erschließung des gesamten Gewerbegebietes über einen MW-Kanal (Variante 01) empfohlen.

10 Zusammenfassung

Das Gewerbegebiet He 28 ($A_{E,k}$ = 16,07 ha, A_u = 11,31 ha) in Bornheim/Hersel wird erschlossen.

Auf Grund der festgestellten Bodenverhältnisse ist eine Versickerung der RW-Abflüsse nicht möglich.

Das Gebiet wird über einen Rückhaltekanal entwässert. Die Abflüsse werden an die vorhandene Mischwasserkanalisation in der Allerstraße angeschlossen.

Aufgestellt im Juli 2016,

Ingenieurbüro Kerkloh

Anlagen

01. Lagepläne mit Variantendarstellung

02. Nachweise DWA-A 117

- Gesamtfläche am MW-Kanal

Bemessung von Rückhalteräumen nach ATV-DVWK-A 117

$V = V_{S,U} * A_u$

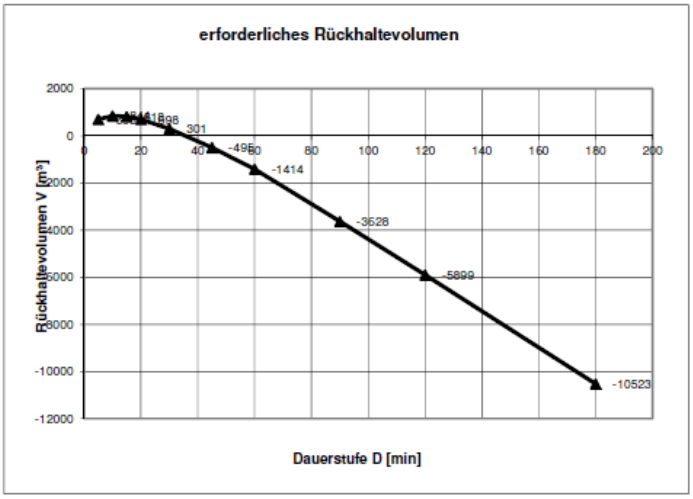
$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$

$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{t24}) / A_u$

$A_{E,k}$	*14,6*	ha	f_Z	*1,15*
A_u	*11,24*	ha	f_A	*1*
Q_{dr}	*1180*	l/s	zul. n [1/a]	***0,2***
$Q_{dr,v}$	*0*	l/s		
Q_{t24}	*0*	l/s		

$q_{dr,r,u}$ = 105,0 l/s * ha

D [min]	r [l/s*ha]	$V_{S,U}$ [m³/ha]	V [m³]
5	*285,0*	62	698
10	*213,8*	75	844
15	*175,3*	73	818
20	*150,0*	62	698
30	*117,9*	27	301
45	*90,8*	-44	-495
60	*74,6*	-126	-1414
90	*53,0*	-323	-3628
120	*41,6*	-525	-5899
180	*29,6*	-936	-10523
240	*23,3*	-1353	-15204
360	*16,6*	-2195	-24676
540	*11,8*	-3472	-39025
720	*9,3*	-4753	-53429
1080	*6,8*	-7317	-82238



- Dach-/ und Parkflächen werden versickert

Bemessung von Rückhalteräumen nach ATV-DVWK-A 117

$V = V_{S,U} * A_u$

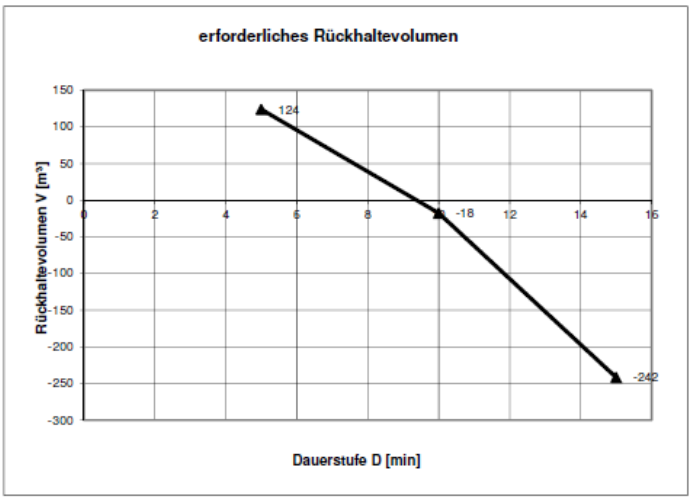
$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$

$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{t24}) / A_u$

$A_{E,k}$	*7,52*	ha	f_Z	*1,15*
A_u	*5,4*	ha	f_A	*1*
Q_{dr}	*1180*	l/s	zul. n [1/a]	***0,2***
$Q_{dr,v}$	*0*	l/s		
Q_{t24}	*0*	l/s		

$q_{dr,r,u}$ = 218,5 l/s * ha

D [min]	r [l/s*ha]	$V_{S,U}$ [m³/ha]	V [m³]
5	*285,0*	23	124
10	*213,8*	-3	-18
15	*175,3*	-45	-242
20	*150,0*	-95	-511
30	*117,9*	-208	-1125
45	*90,8*	-397	-2141
60	*74,6*	-596	-3217
90	*53,0*	-1028	-5550
120	*41,6*	-1465	-7910
180	*29,6*	-2346	-12670
240	*23,3*	-3233	-17457
360	*16,6*	-5016	-27085
540	*11,8*	-7702	-41593
720	*9,3*	-10394	-56127
1080	*6,8*	-15777	-85197



- Dachflächen werden versickert

Bemessung von Rückhalteräumen nach ATV-DVWK-A 117

$V = V_{S,U} * A_u$

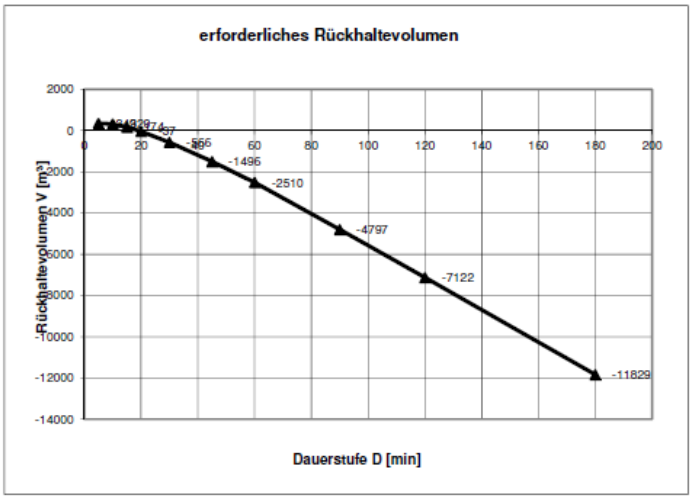
$V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$

$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{t24}) / A_u$

$A_{E,k}$	*14,6*	ha	f_Z	*1,15*
A_u	*7,69*	ha	f_A	*1*
Q_{dr}	*1180*	l/s	zul. n [1/a]	***0,2***
$Q_{dr,v}$	*0*	l/s		
Q_{t24}	*0*	l/s		

$q_{dr,r,u}$ = 153,4 l/s * ha

D [min]	r [l/s*ha]	$V_{S,U}$ [m³/ha]	V [m³]
5	*285,0*	45	349
10	*213,8*	42	320
15	*175,3*	23	174
20	*150,0*	-5	-37
30	*117,9*	-74	-566
45	*90,8*	-195	-1496
60	*74,6*	-326	-2510
90	*53,0*	-624	-4797
120	*41,6*	-926	-7122
180	*29,6*	-1538	-11829
240	*23,3*	-2155	-16574
360	*16,6*	-3399	-26140
540	*11,8*	-5278	-40586
720	*9,3*	-7161	-55069
1080	*6,8*	-10928	-84037



03. Nachweise DWA-A 138

- Dachflächen A1

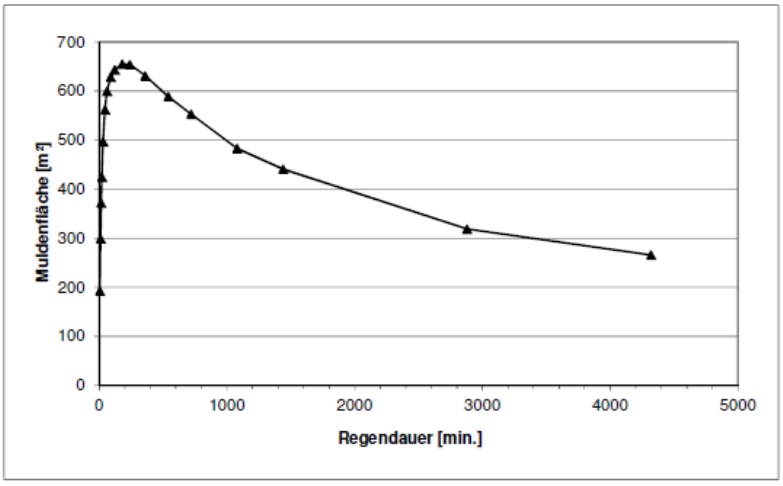
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	8.200	m²	**n**	0,5/a
A_u	7.300	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	192,9	57,9
10	166,2	299,5	89,9
15	137,2	372,2	111,7
20	117,4	425,1	127,5
30	91,8	497,5	149,2
45	69,8	562,3	168,7
60	56,6	600,7	180,2
90	40,7	629,1	188,7
120	32,2	644,0	193,2
180	23,2	655,7	196,7
240	18,4	654,5	196,4
360	13,2	631,7	189,5
540	9,5	589,4	176,8
720	7,6	553,3	166,0
1080	5,5	483,3	145,0
1440	4,5	441,3	132,4
2880	2,7	319,1	95,7
4320	2,1	266,4	79,9



- Dachflächen A2

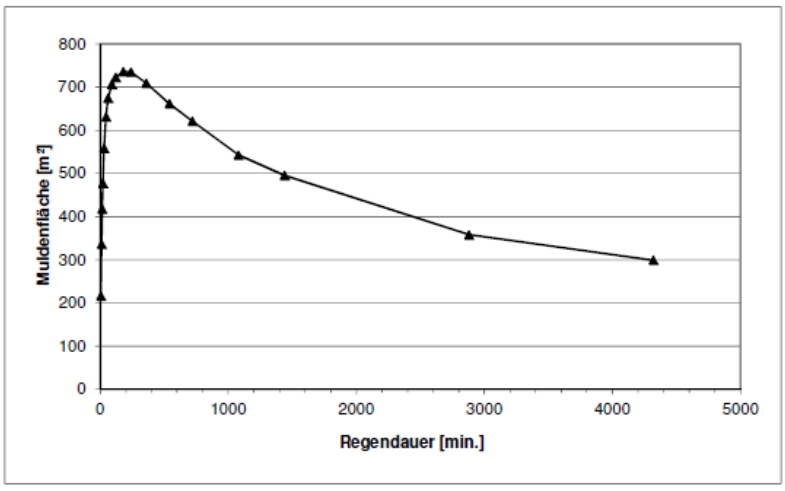
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	9.100	m²	**n**	0,5/a
A_u	8.200	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	216,7	65,0
10	166,2	336,5	100,9
15	137,2	418,1	125,4
20	117,4	477,5	143,3
30	91,8	558,8	167,6
45	69,8	631,7	189,5
60	56,6	674,7	202,4
90	40,7	706,7	212,0
120	32,2	723,4	217,0
180	23,2	736,6	221,0
240	18,4	735,2	220,6
360	13,2	709,6	212,9
540	9,5	662,1	198,6
720	7,6	621,5	186,5
1080	5,5	542,8	162,9
1440	4,5	495,7	148,7
2880	2,7	358,4	107,5
4320	2,1	299,2	89,8



- Dachflächen A3

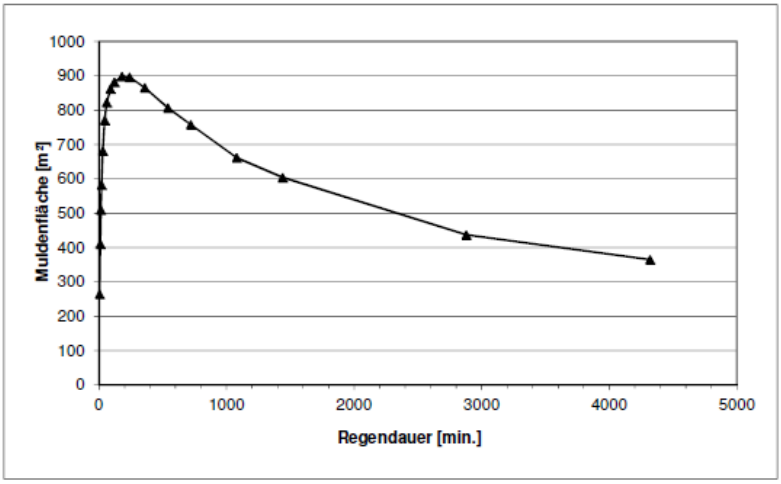
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	11.100	m²	**n**	0,5/a
A_u	10.000	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	264,2	79,3
10	166,2	410,3	123,1
15	137,2	509,9	153,0
20	117,4	582,4	174,7
30	91,8	681,5	204,4
45	69,8	770,3	231,1
60	56,6	822,9	246,9
90	40,7	861,8	258,5
120	32,2	882,1	264,6
180	23,2	898,2	269,5
240	18,4	896,6	269,0
360	13,2	865,3	259,6
540	9,5	807,4	242,2
720	7,6	758,0	227,4
1080	5,5	662,0	198,6
1440	4,5	604,6	181,4
2880	2,7	437,1	131,1
4320	2,1	364,9	109,5



- Dachflächen A4

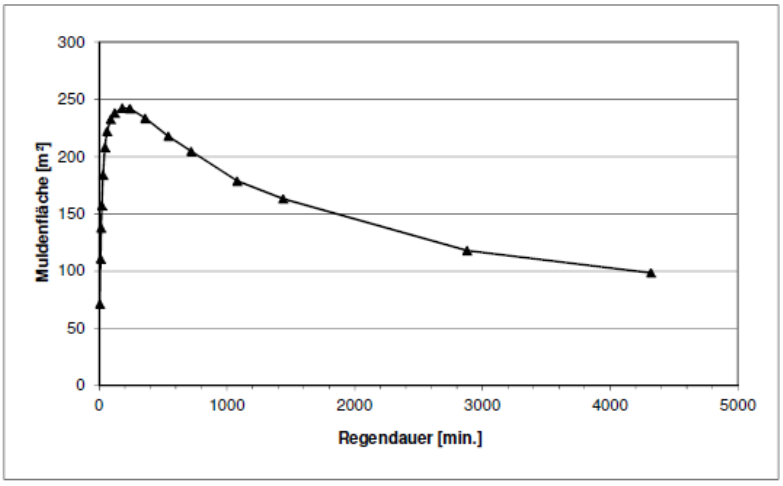
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	3.000	m²	**n**	0,5/a
A_u	2.700	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	71,3	21,4
10	166,2	110,8	33,2
15	137,2	137,7	41,3
20	117,4	157,2	47,2
30	91,8	184,0	55,2
45	69,8	208,0	62,4
60	56,6	222,2	66,7
90	40,7	232,7	69,8
120	32,2	238,2	71,5
180	23,2	242,5	72,8
240	18,4	242,1	72,6
360	13,2	233,6	70,1
540	9,5	218,0	65,4
720	7,6	204,6	61,4
1080	5,5	178,7	53,6
1440	4,5	163,2	49,0
2880	2,7	118,0	35,4
4320	2,1	98,5	29,6



- Dachflächen A5

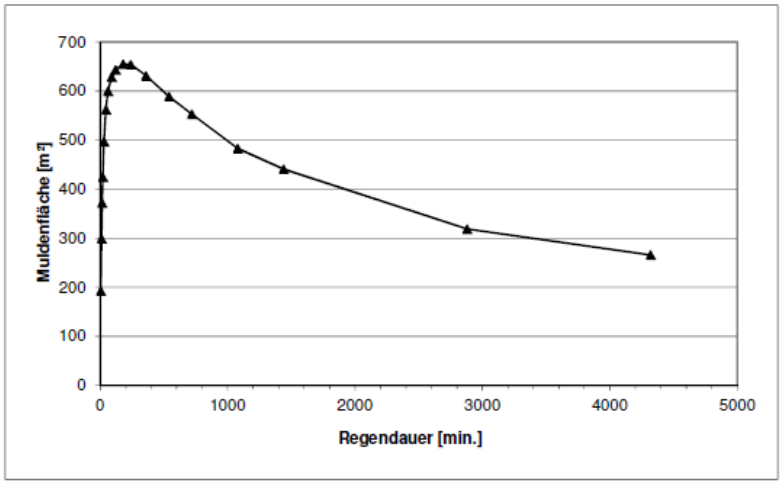
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	8.200	m²	n	0,5/a
A_u	7.300	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	192,9	57,9
10	166,2	299,5	89,9
15	137,2	372,2	111,7
20	117,4	425,1	127,5
30	91,8	497,5	149,2
45	69,8	562,3	168,7
60	56,6	600,7	180,2
90	40,7	629,1	188,7
120	32,2	644,0	193,2
180	23,2	655,7	196,7
240	18,4	654,5	196,4
360	13,2	631,7	189,5
540	9,5	589,4	176,8
720	7,6	553,3	166,0
1080	5,5	483,3	145,0
1440	4,5	441,3	132,4
2880	2,7	319,1	95,7
4320	2,1	266,4	79,9



- Dach-/ und Parkflächen A1

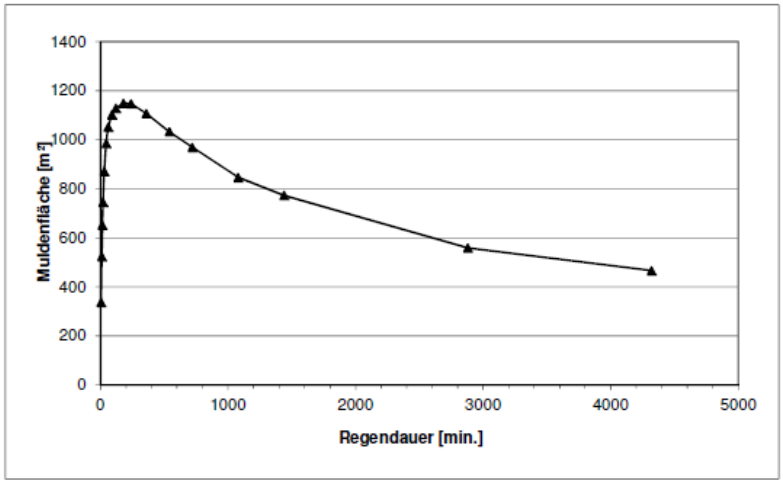
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	15.400	m²	**n**	0,5/a
A_u	12.800	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	338,2	101,5
10	166,2	525,2	157,6
15	137,2	652,7	195,8
20	117,4	745,4	223,6
30	91,8	872,3	261,7
45	69,8	986,0	295,8
60	56,6	1053,3	316,0
90	40,7	1103,1	330,9
120	32,2	1129,1	338,7
180	23,2	1149,8	344,9
240	18,4	1147,7	344,3
360	13,2	1107,6	332,3
540	9,5	1033,5	310,0
720	7,6	970,2	291,1
1080	5,5	847,4	254,2
1440	4,5	773,8	232,1
2880	2,7	559,5	167,9
4320	2,1	467,1	140,1



- Dach-/ und Parkflächen A2

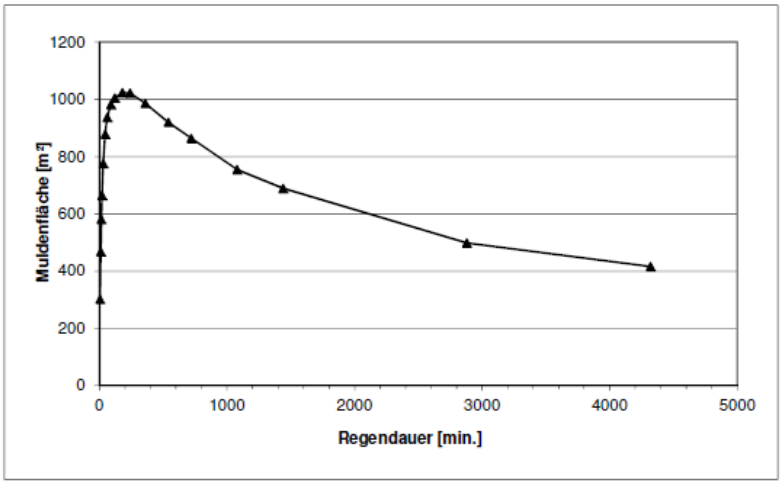
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	14.300	m²	**n**	0,5/a
A_u	11.400	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	301,2	90,4
10	166,2	467,8	140,3
15	137,2	581,3	174,4
20	117,4	663,9	199,2
30	91,8	776,9	233,1
45	69,8	878,2	263,4
60	56,6	938,1	281,4
90	40,7	982,5	294,7
120	32,2	1005,6	301,7
180	23,2	1024,0	307,2
240	18,4	1022,2	306,7
360	13,2	986,5	295,9
540	9,5	920,4	276,1
720	7,6	864,1	259,2
1080	5,5	754,7	226,4
1440	4,5	689,2	206,8
2880	2,7	498,3	149,5
4320	2,1	416,0	124,8



- Dach-/ und Parkflächen A3

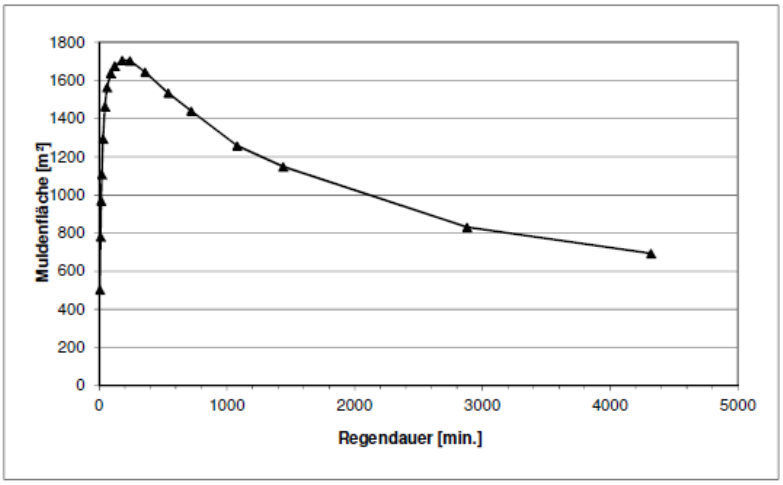
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	23.100	m²	**n**	0,5/a
A_u	19.000	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	502,0	150,6
10	166,2	779,6	233,9
15	137,2	968,9	290,7
20	117,4	1106,5	331,9
30	91,8	1294,8	388,4
45	69,8	1463,6	439,1
60	56,6	1563,4	469,0
90	40,7	1637,4	491,2
120	32,2	1676,1	502,8
180	23,2	1706,7	512,0
240	18,4	1703,6	511,1
360	13,2	1644,2	493,2
540	9,5	1534,1	460,2
720	7,6	1440,1	432,0
1080	5,5	1257,8	377,3
1440	4,5	1148,7	344,6
2880	2,7	830,5	249,2
4320	2,1	693,4	208,0



- Dach-/ und Parkflächen A4

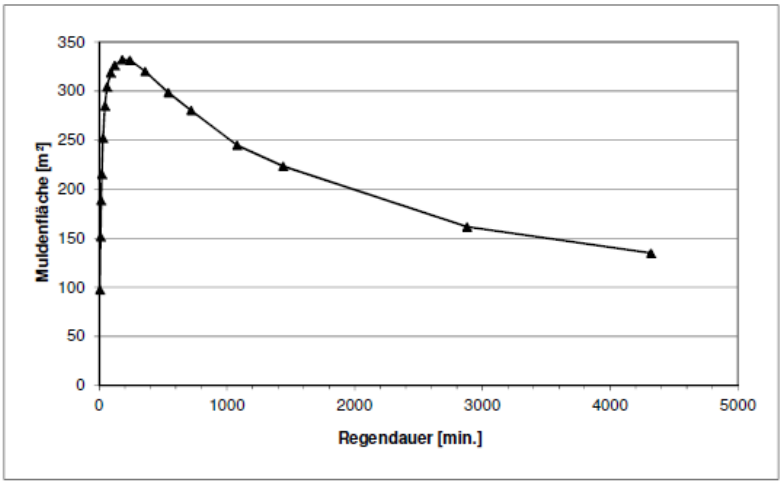
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	4.400	m²	**n**	0,5/a
A_u	3.700	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	97,8	29,3
10	166,2	151,8	45,5
15	137,2	188,7	56,6
20	117,4	215,5	64,6
30	91,8	252,1	75,6
45	69,8	285,0	85,5
60	56,6	304,5	91,3
90	40,7	318,9	95,7
120	32,2	326,4	97,9
180	23,2	332,4	99,7
240	18,4	331,8	99,5
360	13,2	320,2	96,1
540	9,5	298,7	89,6
720	7,6	280,4	84,1
1080	5,5	244,9	73,5
1440	4,5	223,7	67,1
2880	2,7	161,7	48,5
4320	2,1	135,0	40,5



- Dach-/ und Parkflächen A5

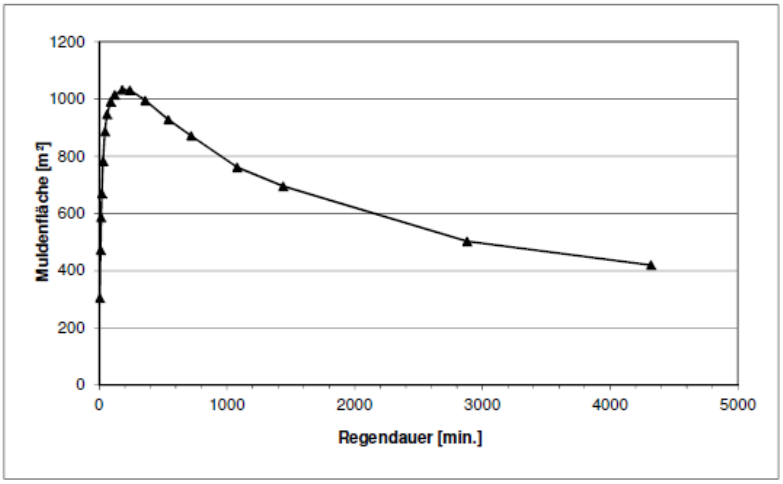
DWA-Arbeitsblatt 138

Muldenversickerung

Auftaggeber: GEOPLAN GmbH
Projekt: Bornheim He28

$A_{E,k}$	13.700	m²	**n**	0,5/a
A_u	11.500	m²		
z_M	0,3	m/s		
k_f	1,E-05	m/s		
f_z	1,2	-		

Dauer [min.]	Spende [l/s*ha]	A_{SM} [m²]	V_M [m³]
5	215,8	303,8	91,2
10	166,2	471,9	141,6
15	137,2	586,4	175,9
20	117,4	669,7	200,9
30	91,8	783,7	235,1
45	69,8	885,9	265,8
60	56,6	946,3	283,9
90	40,7	991,1	297,3
120	32,2	1014,5	304,3
180	23,2	1033,0	309,9
240	18,4	1031,1	309,3
360	13,2	995,1	298,5
540	9,5	928,5	278,6
720	7,6	871,6	261,5
1080	5,5	761,3	228,4
1440	4,5	695,2	208,6
2880	2,7	502,7	150,8
4320	2,1	419,7	125,9



04. Bewertungsverfahren nach DWA-M 153

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Projekt: B-Plangebiet He28 (Bornheim)

Gewässer (Tabellen A.1a ind A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G	
Grundwasser - Wasserschutzzone IIIB	G25	G =	8

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung Bi	
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$	
6,07	0,54	L2	2	F2	8	5,37	
0,52	0,05	L2	2	F5	27	1,33	
4,59	0,41	L2	2	F4	19	8,52	
0,13	0,01	L2	2	F1	5	0,08	
11,31	1,00			Abflussbelastung B = Summe B_i		B =	15,30

Keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn B < = G

maximal zulässiger Durchgangswert D_{max} = G/B:	D_{max} =	0,52

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden	D1 (b)	0,20
Bodenpassage unter Mulden und Rigolen	D4	0,45
		1
Durchgangswert D = Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2)	D =	0,09

Emissionswert E = B * D	E =	1,38

E = 1,38 G = 8 Anzustreben: E < = G
Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn E > G