

Autobahndirektion Nordbayern

Straße / Abschnitt / Station: BAB A7 / 240 / 5,826

BAB A 7 Fulda – Würzburg

Ersatzneubau Talbrücke Pleichach mit Streckenanpassungen

von Bau-km 657+280 bis Bau-km 658+124

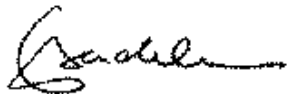
PROJIS-Nr.:

Feststellungsentwurf

Unterlage 18.1

- Ergebnisse wassertechnischer Berechnungen -

aufgestellt:
Nürnberg, den 05.08.2015
Autobahndirektion Nordbayern



Stadelmaier, Baudirektor



INHALTSVERZEICHNIS

1	bestehende Vorflutverhältnisse	5
2	GEPLANTE ENTWÄSSERUNGSMABNAHMEN	5
3	GRUNDLAGEN	7
4	ERGEBNISSE	7
4.1	Ermittlung der Wassermengen und A_{red}	8
4.2	Qualitative Gewässerbelastung nach M153	10
4.3	Bemessung ASB und RHB	11

Abkürzungen

A_E [ha]	Fläche des Einzugsgebietes
ASB	Absetzbecken (gleichwertiges Synonym: (Regen-) Klärbecken) Das Absetz- oder Regenklärbecken erfüllt die Funktion der 1. mechanischen Reinigungsstufe: Absetzen von im Regenwasser befindlichen, absetzbaren Stoffen und Partikeln. (Die Verwendung der beiden Begriffe „Absetzbecken“ und „Regenklärbecken“ ist planungshistorisch begründet. „Absetzbecken“ ist der gängige Begriff der Straßenbauverwaltung, „Regenklärbecken“ entstammt mehr dem Sprachgebrauch der kommunalen Entwässerung.)
AU [ha]	Anwendungsbezogener Rechenwert zur Quantifizierung des Anteils einer Einzugsgebietsfläche, von der Niederschlagsabfluß nach Abzug aller Verluste vollständig in das Entwässerungssystem gelangt
BayWG	Bayerisches Wassergesetz
D	Durchgangswert; Kenngröße zur vergleichenden Wertung einzelner Behandlungsmaßnahmen
DN	Nennweite („diameter nominal“), Durchmesser eines Rohres
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWA-M 153	Merkblatt „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“
E	Emissionswert; Emissionswert der abflußwirksamen Flächen
F	Herkunftsflächentyp; Typisierung abflußwirksamer Flächen nach ihrer stofflichen Belastung
G	Gewässertyp; Typisierung von Gewässern nach ihrem Schutzbedürfnis
GW	Grundwasser
h [m]	Wassertiefe
HW	Hochwasser
MQ [m ³ /s]	Mittelwasserabfluß; arithmetischer Mittelwert der Abflüsse in einer Zeitspanne
M 153	siehe DWA-M 153



NBr.	Nennbreite
NW	Nennweite
QDr [l/s]	Drosselabfluß; Begrenzung des Abflusses aus einem Rückhalteraum auf einen vorgegebenen Höchstwert
qA [m ³ / (m ² x h)]	Oberflächenbeschickung; Volumen, das pro Zeiteinheit und bezogen auf die Oberfläche die Anlage passiert
r (D,n)	[l / (s x ha)] Regenspende; Regenspende für die Dauer D und die Häufigkeit n
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten
RRB	Regenrückhaltebecken (andere gebräuchliche Abkürzung ist RRHB)
RRHB	Regenrückhaltebecken (andere gebräuchliche Abkürzung)
VRRB [m ³]	Gesamtvolumen des Regenrückhaltebeckens
WHG	Wasserhaushaltgesetz
WSG	Wasserschutzgebiet

Anwendungsbereich	Berechnungsgrundlage	Bezeichnung
Wahl des Verfahrens zur Regenwasserbehandlung	Merkblatt DWA-M 153	Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
Bemessung der Becken	Arbeitsblatt DWA-A 117	Bemessung von Regenrückhalteräumen



1 BESTEHENDE VORFLUTVERHÄLTNISSE

Die BAB A7 entwässert im gesamten Maßnahmenbereich derzeit direkt über die bestehenden Rinnen und Einläufe bzw. Mulden in die umliegenden Entwässerungsgräben. Das Brückenwasser wird im Bestand gleichfalls über mehrere Freifallrohre auf das darunterliegende Gelände und von dort in die umliegenden Entwässerungsgräben geleitet, die wiederum direkt in die „Pleichach“ entwässern. Es erfolgt derzeit keine qualitative oder quantitative Behandlung des Straßenwassers der Autobahn.

2 GEPLANTE ENTWÄSSERUNGSMAßNAHMEN

Das im Bereich der Talbrücke anfallende Oberflächenwasser soll künftig über ein Absetz- und Regenrückhaltebecken gereinigt und gedrosselt an den benachbarten Vorfluter abgegeben werden. Gesammelt wird dieses Wasser über Rinnen, Mulden, Gräben und Entwässerungsleitungen und wird anschließend über einen Graben und einer Rohrleitung dem Absetzbecken und Regenrückhaltebecken zugeleitet.

Im Zuge der streckenbaulichen Anpassungsmaßnahme gelingt in geringem Umfang, Teile der weiterführenden Autobahnstrecke an diese neue Beckenanlage anzuschließen.

Entwässerungstechnisch gliedert sich dieser Umfang in zwei Entwässerungsabschnitte auf.

Entwässerungsabschnitt 1, der zukünftig einer regelgerechten Behandlung zugeführt werden kann, reicht von Bau-km 655+500 bis Bau-km 657+790, wovon der Bereich von Bau-km 657+280 bis Bau-km 657+420 die streckenbauliche Anpassungsmaßnahme und von Bau-km 657+420 bis Bau-km 657+790 das Brückenbauwerk umgreifen.

Insgesamt umfasst der Entwässerungsabschnitt 1 eine reduzierte Fläche von $A_{(U)} = 7,622$ ha. In diesen Flächen ist bereits der zukünftige 6-streifige Ausbau der BAB A7 berücksichtigt worden. Als Vorflut dient wie auch im Bestand die „Pleichach“, die nach der Verordnung über die Gewässer zweiter Ordnung



(GewZweiV) vom 27.10.2002 unter der Kenn-Nr. 6.2.19 als Gewässer II. Ordnung anzusehen ist. Das anfallende Oberflächenwasser des Entwässerungsabschnitts 1 wird zukünftig über Mulden, Gräben und Rohrleitungen zunächst dem Absetzbecken zugeleitet. Im Absetzbecken wird das Oberflächenwasser mechanisch gereinigt und von Leichtflüssigkeiten (z. B. Öl- und Benzinrückständen) befreit. Aufgrund der Sensibilität des Vorfluters wird ein Becken der Kategorie D21 gemäß Merkblatt DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef) gewählt. Für den Havariefall eines Tanklastzuges ist hier eine Auffangmöglichkeit für 30 m³ Leichtflüssigkeit vorgesehen.

Das vorgereinigte Wasser gelangt über ein Tauchrohrsystem in das Regenrückhaltebecken. In Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg Außenstelle Würzburg wird bis zu einem 5-jährigen Regenereignis die Drosselmenge aus dem Regenrückhaltebecken zum Schutz der „Pleichach“ auf max. 200 l/s begrenzt. Die gedrosselte Wassermenge wird über einen neu geplanten Entwässerungsgraben direkt dem Vorfluter zugeleitet. Bei Regenereignissen größerer Jährigkeit springt - i.d.R. nur kurzzeitig – eine Überlaufschwelle an, die das Becken unmittelbar in den Graben entlastet.

Entwässerungsabschnitt 2 erstreckt sich südlich der Pleichachtalbrücke ab dem Widerlager Würzburg von Bau-km 657+780 bis Bau-km 658+660. In diesem Abschnitt findet keine regelgerechte Behandlung des anfallenden Oberflächenwassers statt. An den bestehenden Entwässerungsverhältnissen und Entwässerungsableitungen werden keine Änderungen vorgenommen. Es wurde hier bewußt auf eine zweite zusätzliche Beckenanlage im Talraum der „Pleichach“ verzichtet.



3 GRUNDLAGEN

- Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS – EW)
- Arbeitsblatt DWA-A 117 (Bemessung von Regenrückhalteräumen), DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser)
- Merkblatt DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser – 2007)
- Regenreihen des Deutschen Wetterdienstes, KOSTRA DWD 2000

4 ERGEBNISSE

Zusammenfassung

Regenspende $r_{15;1}$	= 108,3 l/(s x ha)
Regendauer für ASB	= 15 min
Regendauer für RRB	= je nach Berechnung
Regenhäufigkeit ASB	n = 1,0
Regenhäufigkeit für RRB	n = 0,2
Undurchlässige Fläche	$A_{red} = 7,622$ ha

Regenrückhaltebecken		657-1L
Maximale Drosselabflussspende	l/(s x ha)	200
Ergibt maximalen Drosselabfluss	l/s	294,3
Erforderliches Rückhaltevolumen ca.	m ³	1650
Absetzbecken		657-1L
Erforderliche Wasseroberfläche ca.	m ²	330
Erforderlicher Ölauffangraum	m ³	30
Max horizontale Fließgeschwindigkeit	m/s	0,05
Anzahl der Tauchdammrohre	St	6
Durchmesser der Tauchdammrohre	mm	600



4.1 Ermittlung der Wassermengen und A_{red}

Berechnungsregen



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
 KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Rasterfeld : Spalte: 35 Zeile: 70

T	0,5		1,0		2,0		3,0		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	hN	rN
5,0 min	3,2	105,2	4,9	163,4	6,6	221,6	7,7	255,6	9,0	298,4	10,7	356,6	12,4	414,8	14,8	491,7	16,5	549,9
10,0 min	5,4	90,2	7,8	130,3	10,2	170,3	11,6	193,8	13,4	223,3	15,8	263,3	18,2	303,4	21,4	356,3	23,8	396,4
15,0 min	6,9	76,1	9,8	108,3	12,6	140,5	14,3	159,4	16,5	183,1	19,4	215,3	22,3	247,5	26,1	290,0	29,0	322,2
20,0 min	7,8	65,1	11,1	92,7	14,4	120,3	16,4	136,4	18,8	156,7	22,1	184,3	25,4	211,9	29,8	248,3	33,1	275,9
30,0 min	9,0	49,8	13,0	72,0	16,9	94,1	19,3	107,1	22,2	123,4	26,2	145,6	30,2	167,8	35,5	197,1	39,5	219,2
45,0 min	9,7	36,1	14,5	53,9	19,4	71,7	22,2	82,1	25,7	95,2	30,5	113,1	35,3	130,9	41,7	154,4	46,5	172,3
60,0 min	10,0	27,8	15,5	43,1	21,0	58,3	24,2	67,2	28,3	78,5	33,8	93,8	39,2	109,0	46,5	129,2	52,0	144,4
90,0 min	11,2	20,8	17,0	31,4	22,7	42,1	26,1	48,3	30,3	56,1	36,1	66,8	41,8	77,4	49,4	91,5	55,1	102,1
2,0 h	12,2	16,9	18,1	25,1	24,0	33,4	27,5	38,2	31,9	44,3	37,8	52,5	43,7	60,7	51,6	71,6	57,5	79,9
3,0 h	13,6	12,6	19,8	18,3	26,0	24,1	29,6	27,4	34,2	31,7	40,4	37,4	46,6	43,2	54,8	50,7	61,0	56,5
4,0 h	14,7	10,2	21,1	14,7	27,5	19,1	31,3	21,7	36,0	25,0	42,4	29,4	48,8	33,9	57,3	39,8	63,7	44,2
6,0 h	16,4	7,6	23,1	10,7	29,8	13,8	33,7	15,6	38,7	17,9	45,4	21,0	52,1	24,1	60,9	28,2	67,6	31,3
9,0 h	18,3	5,7	25,3	7,8	32,3	10,0	36,4	11,2	41,6	12,8	48,6	15,0	55,6	17,2	64,8	20,0	71,8	22,2
12,0 h	19,8	4,6	27,0	6,3	34,2	7,9	38,5	8,9	43,8	10,1	51,0	11,8	58,2	13,5	67,8	15,7	75,0	17,4
18,0 h	21,8	3,4	29,8	4,6	37,7	5,8	42,3	6,5	48,2	7,4	56,1	8,7	64,1	9,9	74,6	11,5	82,5	12,7
24,0 h	23,8	2,8	32,5	3,8	41,2	4,8	46,2	5,3	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	81,3	9,4	90,0	10,4
48,0 h	28,1	1,6	37,5	2,2	46,9	2,7	52,4	3,0	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	60,5	2,3	67,7	2,6	77,5	3,0	87,3	3,4	100,2	3,9	110,0	4,2

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
- h - Niederschlagshöhe (in [mm])
- rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

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

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	9,75	15,50	27,00	32,50	37,50	45,00
100 a	29,00	52,00	75,00	90,00	100,00	110,00

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

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

- bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
- bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
- bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

4.2 Qualitative Gewässerbelastung nach M153

Qualitative Gewässerbelastung

Auf Grundlage des Bewertungsverfahrens nach dem Merkblatt DWA-M 153 wird die vorgesehene Behandlungsmaßnahme überprüft.

M153 - Programm des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft							Version 01/2001	
HÖHNEN & PARTNER, Beratende Ingenieure, Ingenieuraktiengesellschaft								
Qualitative Gewässerbelastung								
Projekt: ADN1304 A7 Fulda-Würzburg, Erneuerung TBPleichach							Datum: 08.10.2014	
Gewässer (Anhang 1, Tabelle 1a und 1b)							Typ	Gewässerpunkte G
Pleichach							G 21	G = 14
Flächenanteile fi (Kap. 4)			Luft Li (Tab. 2)		Flächen Fi (Tab.3)		Abflussbelastung Bi	
Flächen	Au,i in ha	fi n. Gl.(4.2)	Typ	Punkte	Typ	Punkte	Bi=fi*(Li+Fi)	
Fahrbahn,MÜ,Parkplatz	4,924	0,645	L 3	4	F 6	35	25,14	
Bankette,Mittelstreife	1,174	0,154	L 3	4	F 6	35	5,99	
Brückenfläche	1,138	0,149	L 3	4	F 6	35	5,81	
Mulden,Damm,Einschnitt	0,36	0,047	L 3	4	F 6	35	1,84	
ebene Flächen	0,044	0,006	L 3	4	F 6	35	0,22	
			L		F			
	Σ = 7,64	Σ = 1	Abflussbelastung B = Summe(Bi) :				B = 39	
maximal zulässiger Durchgangswert Dmax=G/B							Dmax= 0,36	
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tab. 4a, 4b und 4c)							Typ	Durchgangswerte Di
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tab.4a, 4b und 4c)							D 21 *	0,3 *
Anlage mit maximal 9m ² /(m ² *h) Oberflächenbeschickung beim							D	
Bemessungsregen mit der Regenspende r(15,1)							D	
Durchgangswert D= Produkt aller Di (siehe Kap 6.2.2) :							D = 0,3	
Emissionswert E= B*D :							E = 11,7	
Die vorgesehene Regenwasserbehandlung reicht aus, da E = 11,7 < G = 14								
* siehe Merkblatt Nr.4.3/2 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt vom 06.Juni 2012 - Hinweise zur Anwendung des Merkblatts DWA-M 153 "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" - Kapitel 2.5								
* Typ und Punktezahl stimmen nicht überein								



4.3 Bemessung ASB und RHB

Bemessung RRHB 657-1 L (657+460) nach DWA-A 117
 Einleitungsstelle "Pleichach" (655+500 bis 657+440 zzgl. Bauwerk BW 657a)

1. Bemessungsgrundlagen

Überschreitungshäufigkeit $n=$ 0,2 1/a
 Wiederkehrzeit $T_n=$ 5 a

2. Bestimmung der maßgebenden "undurchlässigen" Fläche und der Zuflussmengen

"Undurchlässige" Fläche: $A_{U,} =$ 7,622 ha (siehe gesonderte Aufstellung)
 Bemessungszufluß für eine Regenspende $r_{15, n=1}$ $Q =$ 825,5 l/s

3. Ermittlung der Drosselabflußspenden nach DWA-M 153

Typ des Vorflutgewässers: **großer Flachlandbach**
 Zulässiger Regenabflußspende: $q_r =$ 120 l/(s * ha)
 "Undurchlässige" Fläche: $A_{U,} =$ 7,622 ha
 Zulässiger Drosselabfluß: $Q_{dr,} =$ $q_r * A_{U,}$ l/s
 $Q_{dr,} =$ 914,7 l/s
 Einleitungswert nach Tabelle 4 (DWA-M 153): $e_w =$ 2
 Gewählter Drosselabfluß: $Q_{dr,(gewählt)} =$ 200,0 l/s
 Regenanteil der Drosselabflußspende: $q_{dr,r,u} =$ 26,24 l/(s * ha)

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A nach Anhang B, DWA-A 117

Fließzeit: $t_f =$ 15 min
 Überschreitungshäufigkeit: $n=$ 0,2 1/a
 Abminderungsfaktor: $f_A =$ 0,938

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z nach Tabelle 2, DWA-A 117

Zuschlagsfaktor: $f_Z =$ 1,20 Risikomaß: gering

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden

Anwendung von Gleichung 2 (DWA-A 117) für ausgewählte Dauerstufen
 Spezifisches Speichervolumen $V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$ [m³/ha]

Grundlage: KOSTRA-ATLAS

Dauerstufe D	Niederschlagshöhe hN für (n=0,2) /a	Zugehörige Regenspende r	Drosselabflußspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[l/(s*ha)]	[m ³ /ha]
10	13,4	223,3	26,2	197,1	133
20	18,8	156,7	26,2	130,4	176
30	22,2	123,3	26,2	97,1	197
45	25,7	95,2	26,2	68,9	210
60	28,3	78,6	26,2	52,4	212
90	30,3	56,1	26,2	29,9	182
120	31,9	44,3	26,2	18,1	146
180	34,2	31,7	26,2	5,4	66
240	36,0	25,0	26,2	-1,2	-20
360	38,7	17,9	26,2	-8,3	-202

Bemessung
 Einleitungsstelle "Pleichach"

RRHB 657-1 L (657+460)
 (655+500 bis 657+440 zzgl. Bauwerk BW 657a)

nach DWA-A 117

7. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

Erforderliches Rückhaltevolumen:	$V = V_{s,u} * A_u$	m^3
"Undurchlässige" Fläche:	$A_u =$	7,622 ha
Erforderliches spezifisches Volumen:	$V_{s,u} =$	212 m^3/ha
Erforderliches Volumen:	$V =$	1618 m^3
Gewähltes Volumen:	$V =$	1650 m^3

8. Berechnung der erforderlichen Drosselnennweite im Auslaufbauwerk des RRB

(Berechnung n. Wendehorst 29.Auflage Kap. 3.3.6)

Aufstauhöhe:	$h =$	1,50 m
Durchmesser Drossel:	$DN =$	350 mm
	$h_{max} = \text{Aufstauhöhe} - \text{Drosselrohr}/2 =$	1,33 m
	$h_{min} = \text{Drosselrohr}/2 =$	0,18 m
Einlaufverlustbeiwert:	$\alpha =$	0,60
Drosselabfluß Maximum:	$Q_{max} =$	294,3 l/s
Drosselabfluß Minimum:	$Q_{min} =$	107,0 l/s
Drosselabfluß Mittelwert:	$Q_{Mittel} =$	200,6 l/s
Gewählter Drosselabfluß:	$Q_{dr(gewählt)} =$	200,0 l/s

Bemessung des Absetzbeckens

(nach RAS-EW Kap. 1.4.7.1+2)

1. Bestimmung der erforderlichen Wasseroberfläche

erf. Wasseroberfläche:	$\text{erf. } A =$	$3,6 * Q / q_A$
	$q_A =$	9 m/h Oberflächenbeschickung
	$Q =$	Bemessungszufluß für eine Regenspende $r_{15, n=1}$
Regenspende $r_{15, (n=1)} =$		108,3 l/(s*ha)
	$Q =$	826 l/s
	$\text{erf. } A =$	330 m^2
	gewählte $A_W =$	330 m^2

2. Berechnung des erforderlichen Ölaufangraumes

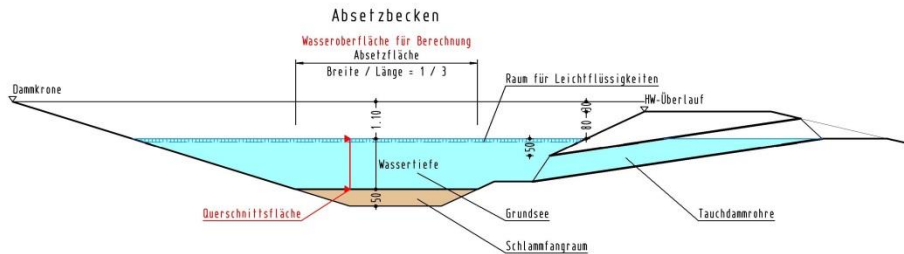
erf. Ölaufangraum:	$V_{erf} =$	30 m^3
	$V =$	$A * t$ 0,04
Wasseroberfläche mit Berücksichtigung der Böschung:	$A_{Wasseroberfläche} =$	785 m^2
vorh. Ölaufangraum:	$V =$	31,4 m^3
		erf. Ölaufangraum vorhanden

Bemessung
 Einleitungsstelle "Pleichach"

RRHB 657-1 L (657+460)
 (655+500 bis 657+440 zzgl. Bauwerk BW 657a)

nach DWA-A 117

3. Nachweis auf Einhaltung der Klärbedingungen im Absetzbecken



reduzierte Fläche:	$A_{red} =$	7,622 ha
vorh. Wasseroberfläche:	$A_{WV} =$	785 m ²
vorh. durchströmter Querschnitt:	$A_Q \sim$	21,8 m ²
kritische Regenspende:	$r_{15(n=1)} =$	108,3 l(s*ha)
zul. Oberflächenbeschickung:	$q_A \text{ Zul.} =$	9,0 m/h
zul. horizontale Fließgeschwindigkeit:	$v_h \text{ Zul.} =$	0,05 m/s

kritischer Regenabfluß:

$$Q_{15(n=1)} = A_{red} * r_{15(n=1)}$$

$$Q_{15(n=1)} = 826 \text{ l/s}$$

vorh. Oberflächenbeschickung:

$$q_{A \text{ Vorh.}} = 3,6 * Q_{15(n=1)} / A_{WV}$$

$$q_{A \text{ Vorh.}} = 3,8 \text{ m/h}$$

Ergebnis: zul. Oberflächenbeschickung unterschritten

vorh. horizontale Fließgeschwindigkeit:

$$v_{h \text{ Vorh.}} = Q_{15(n=1)} / 1000 / A_Q$$

$$v_{h \text{ Vorh.}} = 0,04 \text{ m/s}$$

Ergebnis: zul. Fließgeschwindigkeit unterschritten

4. Bestimmung der erforderlichen Tauchdammrohre

kritischer Regenabfluß:	$Q_{15(n=1)} =$	826 l/s
Maximale Fließgeschwindigkeit im Tauchrohr	$v_{max} =$	0,5 m/s

Erforderliche Rohrquerschnittsfläche:	$A_{erf} =$	1,65 m ²
gewählte Nennweite	$=$	600 mm
Anzahl Rohre	$=$	6 St

Berechnete Durchflußgeschwindigkeit:	$v =$	0,5 m/s
		zul. Fließgeschwindigkeit unterschritten