

Die Autobahn GmbH des Bundes Straße / Abschnitt / Station: A6 / 420 / 7,260
BAB A6, Nürnberg - Waidhaus Neubau der PWC-Anlage Zankschlag Betr.-km 811,6
PROJIS-Nr.: entfällt

FESTSTELLUNGSENTWURF

- Wassertechnische Untersuchungen -

Aufgestellt: 16.12.2022 Niederlassung Nordbayern GB A - Planung, Bau, Erhaltungsmanagement  i.A. Schubert, Teamleiter	Geprüft: 16.12.2022 Niederlassung Nordbayern GB A - Planung, Bau, Erhaltungsmanagement  i.A. Bindnagel, Abteilungsleiter

Neubau der PWC-Anlage Zankschlag

Inhaltsverzeichnis

1	Ergebnisse wassertechnischer Berechnungen	1
1.1	Grundlagen	1
2	Grundlagen der Dimensionierung der Straßenentwässerung: (RAS-Ew, Ausgabe 2005)	4
2.1	Ausgangswerte für die nachfolgenden Berechnungen:.....	4
2.2	Berechnungen der Einleitwassermenge:	6
2.3	Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Absetz- / Retentionsbodenfilterbecken	6
2.3.1	Allgemeines.....	6
2.3.2	Bemessung der Absetzbecken (ASB)	10
2.3.3	Bemessung der Retentionsbodenfilterbecken (RBF)	11
3	Entwässerungsabschnitte	13
4	Hydraulische Berechnungen/Nachweise.....	15

1 Ergebnisse wassertechnischer Berechnungen

1.1 Grundlagen

Die Entwässerung der geplanten PWC-Anlage Zankschlag und Teile der durchgehenden Strecke der BAB A6 werden nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung, Ausgabe 2005 (RAS-Ew 2005) ausgeführt.

Die Planung berücksichtigt die Grundsätze zum Sammeln und Ableiten des Straßenwassers, wonach u. a. das breitflächige Versickern (dezentrale Regenwasserbehandlung) von verschmutztem Straßenwasser unter Ausnutzung des Reinigungsvermögens einer möglichst ungestörten obersten Bodenschicht angestrebt werden soll. Dementsprechend wird das anfallende Niederschlagswasser, soweit als möglich, über Bankette, Böschungen und/oder über Rasenmulden abgeführt, sodass ein Versickern über die oberste Bodenschicht angestrebt wird.

Nach den Ergebnissen und der Bewertung der Versickerungsfähigkeit ist der Baugrund für eine reine Versickerung von Niederschlagswasser entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 138 nicht geeignet.

Entwässerungsabschnitt 1.1

Für die Entwässerung der geplanten PWC-Anlage Zankschlag „Nord“ und „Süd“ bei Betr.-km 811,600 und Teile der durchgehenden Strecke der BAB A6 steht der offene Graben Rauwiesenbach, der wiederum im Ort Kucha in den Hammerbach mündet, als Vorfluter zur Verfügung. Das derzeit auf der BAB A6 und auf der GVS Kucha - Eismannsberg anfallende Oberflächenwasser wird über Straßenabläufe bzw. Mulden gesammelt und über Rohrleitungen bzw. Gräben unbehandelt in das Waldstück an der GVS eingeleitet. Nach künftig vorschriftsmäßiger Behandlung und Rückhaltung des gesammelten verunreinigten Straßenwassers von den geplanten PWC-Anlagen und vom Teilstück der BAB A6 in der geplanten Retentionsbodenfilteranlage wird dieses gedrosselt über eine Rohrleitung und einen geplanten Graben entlang der GVS in den neuen Vorfluter (offener Graben Rauwiesenbach) geleitet. Die bestehende Entwässerungssituation an der GVS wird unverändert beibehalten. Die Festlegung und Dimensionierung der Beckenanlagen erfolgt über das Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153 für die Ermittlung der qualitativen und hydraulischen Gewässerbelastung und daran anschließend, über die Bemessung des Regenrückhaltebeckens nach DWA-A 117 für ein 5-jähriges Regenereignis. Für den Vorfluter wurde ein kleiner Flachlandbach zugrunde gelegt. Die Berechnung der Wassermengen und die Bemessung der Absetz- und Retentionsbodenfilterbecken sind im Anhang enthalten.

Das Absetzbecken wird als Erdbecken mit Dauerstau und entsprechenden Abdichtungen zum Untergrund hergestellt, das Retentionsbodenfilterbecken wird Abdichtungen zum Untergrund hergestellt und als Trockenbecken nachgeschaltet. Das Absetzbecken erhält eine Böschungsneigung von 1:2 bzw. im Bereich der Beckenumfahrung von 1:4. Das Retentionsbodenfilterbecken wird mit einer Böschungsneigung von 1:3 ausgeführt. Unterlage 8.2 stellt den entsprechenden Systemplan der Beckenanlage dar.

Bezeichnung der Anlage	Betr.-km	Funktion der Anlage	Einzugsgebiet	Einleitungsstelle
RBFA 811-1L	811,530	Klärung + Rückhaltung	EZ1.1	E1

Tabelle 1: geplante Anlagen

Entwässerungsabschnitt 1.2

Teilfläche der BAB und des Verzögerungstreifens in Fahrtrichtung Amberg sowie Bankett und Böschungswasser entwässern wie im Bestand durch Versickerung über das angrenzende Gelände.

Entwässerungsabschnitt 2

Das gesammelte Oberflächenwasser auf dem Beschleunigungstreifen in Fahrtrichtung Nürnberg wird über Straßenabläufe und Rinnen gesammelt und über Rohrleitungen und Gräben bei Betr.-km 810,065 über eine Regenwasserbehandlungsanlage bestehend aus einem Regenrückhaltebecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken abgeleitet. Nach der Behandlung des Oberflächenwassers wird es in den Oberriedener Bach (Entwässerungsgraben der Kreisstraße LAU 5) eingeleitet.

Entwässerungsabschnitt 3

Das gesammelte Oberflächenwasser auf dem Beschleunigungstreifen in Fahrtrichtung Amberg wird über Straßenabläufe und Rinnen gesammelt und über Rohrleitungen bei Betr.-km 812,930 in einen Graben eingeleitet. Von hier wird das Wasser über Mulden und Rohrleitungen in zum Traunfelder Bach abgeleitet. Der Graben ist zu Beginn mit Rasengittersteinen befestigt und im weiteren Verlauf unbefestigt gestaltet.

Die wasserwirtschaftlichen Belange und Hinweise sind bei der Ausarbeitung der Planung berücksichtigt worden.

Niederschlagswasser, das im Bereich von geplanten öffentlichen Wirtschaftsweg anfällt (Umfahrung PWC „Süd“), wird mittels bewachsener Gräben gefasst und durch versickern ins Grundwasser eingeleitet.

2 Grundlagen der Dimensionierung der Straßenentwässerung: (RAS-Ew, Ausgabe 2005)

2.1 Ausgangswerte für die nachfolgenden Berechnungen:

Abkürzungsverzeichnis

A_b	=	Größe der jeweiligen befestigten Entwässerungsteilfläche [ha]
A_E	=	Größe der jeweiligen Entwässerungsteilfläche [ha]
$A_{E,b}$	=	Größe der jeweiligen befestigten Entwässerungsteilfläche [ha]
$A_{E,nb}$	=	Größe der jeweiligen nicht befestigten Entwässerungsteilfläche [ha]
$A_{E,k}$	=	Größe der jeweiligen kanalisierten Entwässerungsteilfläche [ha]
$A_{\text{erf},\text{ASB}}$	=	erforderliche Wasseroberfläche im Absetzbecken/Abscheide- raum [m ²]
A_F	=	Bodenfilteroberfläche [m ²]
A_U	=	Größe der jeweiligen undurchlässigen Entwässerungsteilfläche [ha]
$A_{\text{vorh},\text{ASB}}$	=	vorhandene Wasseroberfläche im Absetzbecken/Abscheide- raum [m ²]
b_B	=	Beckenbreite (Wasserspiegel) [m]
e_w	=	Einleitungswert [-]
erf. V	=	erforderliches Volumen [m ³]
f_A	=	Abminderungsfaktor [-]
f_z	=	Zuschlagsfaktor [-]
h_B	=	mittlere Wassertiefe [m] (OK WSP bis OK Schlammauffangraum)
l_B	=	Beckenlänge (Wasserspiegel) [m]
MQ	=	Mittlerer Abfluss [m ³ /s]
q_A	=	Oberflächenbeschickung [m/h]
Q_{Dr}	=	zulässiger Drosselabfluss [l/s]
$Q_{Dr,max}$	=	zulässiger Maximalabfluss [l/s]
$q_{Dr,R,u}$	=	Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche A_U [l/(s·ha)]
$q_{Dr,RBF}$	=	0,05 l/(s·m ²) = maximale spezifische Drosselabflussspende eines Retentionsbodenfilterbeckens [l/(s·m ²)] nach 6.1.4.10, A 178
$Q_{Dr,RBF}$	=	zulässige Abflussmenge [l/s] (Drosselabfluss) zur Dimensionierung der Retentionsbodenfilterbecken mit Regenrückhaltelamelle
$q_{Dr,u}$	=	Drosselabflussspende [l/(s·ha)]
Q_{krit}	=	kritischer Regenabfluss [l/s]
q_R	=	Regenabflussspende [l/(s·ha)]

$r_{D,n}$	=	Bemessungsregenspende mit einer Regendauer D und n-jährliche Häufigkeit [l/(s·ha)]
r_{krit}	=	kritische Regenspende [l/(s·ha)]
t_E	=	Entleerungszeit [h]
$V_{erf,ASB}$	=	erforderliches Volumen des Absetzbeckens/Abscheideraums [m ³]
v_h	=	horizontale Fließgeschwindigkeit [m/s]
$V_{s,u}$	=	spezifisches Volumen [m ³ /ha]
$V_{vorh,ASB}$	=	vorhandenes Volumen des Absetzbeckens/Abscheideraums [m ³]
$V_{Vorstufe}$	=	Volumen der Vorstufe [m ³]
ψ_s	=	zu A_u gehörender Spitzenabflussbeiwert [-]

Für den geplanten Entwässerungsabschnitt ist folgende Bemessungsregenspende maßgebend (Einteilung Deutschlands in Rasterfelder durch den Deutschen Wetterdienst im aktuellen KOSTRA-Atlas):

Bemessungsregenspende $r_{15,1} = 116,7 \text{ l/(s·ha)}$

Die Bemessung der **Regenwasserbehandlungsanlagen** erfolgt mit einem 5-jährlichen Regenereignis (**n = 0,2 1/a**).

Folgende Spitzenabflussbeiwerte werden bei der Berechnung angesetzt:

Abflussbeiwert für asphaltierte/betonierte Flächen	$\Psi_s = 0,90$
Abflussbeiwert für Bankette (Schotterrassen)	$\Psi_s = 0,50$
Abflussbeiwert für Schotterflächen	$\Psi_s = 0,50$
Abflussbeiwert für Böschungen	$\Psi_s = 0,30$
Abflussbeiwert für Mulden	$\Psi_s = 0,30$
Abflussbeiwert für Gelände/Grünflächen	$\Psi_s = 0,10$

2.2 Berechnungen der Einleitwassermenge:

Fahrbahntwässerung im Einschnitt (Längsleitung):

$$Q_{zu} = r_{D,n} \cdot \sum A_{E,FB} \cdot \psi_S \quad [l/s] \quad (\text{Formel [2] RAS-Ew, Ausgabe 2005})$$

Fahrbahntwässerung über Böschung und Mulde am Dammfuß:

$$Q_{zu} = r_{D,n} \cdot \sum A_{E,FB} \cdot \psi_S + (r_{D,n} - q_s) \cdot \sum A_{E,Bö} \quad [l/s]$$

Drosselabfluss des Retentionsbodenfilterbeckens:

$$Q_{Dr,RBF} = q_{Dr,RBF} \cdot A_F \quad [l/s] \quad (\text{Gleichung [4] DWA-A 178, Juni 2019})$$

2.3 Konstruktive Ausbildung und Bemessung der Absetz- / Retentionsbodenfilterbecken

2.3.1 Allgemeines

Prüfung der Bagatellgrenzen

Die Prüfung der Notwendigkeit einer quantitativen und qualitativen Regenwasserbehandlung wird für den geplanten Entwässerungsabschnitt durchgeführt. Hierbei wird untersucht, ob eine Behandlung oder eine Rückhaltung des einzuleitenden Regenwassers für die Einleitungsstellen notwendig ist. Bei der quantitativen Nachweisführung sind die Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu beachten.

Bei der qualitativen Prüfung werden folgende Bedingungen überprüft:

- A: das zur Verfügung stehende Gewässer entspricht den Gewässertypen G1 bis G8,
- B: die undurchlässige Fläche entspricht den Flächentypen F1 bis F4,
- C: innerhalb eines Gewässer- oder Uferabschnittes von 1.000 m Länge wird das Regenwasser von insgesamt nicht mehr als 0,5 ha (2.000 m²) undurchlässiger Fläche eingeleitet.

Bei gleichzeitiger Einhaltung der drei Bedingungen A bis C kann bei der jeweiligen Einleitungsstelle in ein oberirdisches Gewässer von einer Regenwasserbehandlung abgesehen werden.

Bei der quantitativen Prüfung muss nur eine der folgenden drei Bedingungen D bis F erfüllt sein, damit auf einen Rückhalteraum vor der jeweiligen Einleitung verzichtet werden kann.

- D: es wird in einen Teich oder einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20% der undurchlässigen Fläche oder in einen Fluss entsprechend Merkblatt DWA-M 153 Kapitel 5.1 eingeleitet,
- E: die undurchlässige Fläche beträgt innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1.000 m Länge insgesamt nicht mehr als 0,5 ha (5.000 m²),
- F: das erforderliche Gesamtspeichervolumen nach Merkblatt DWA-M 153 Kapitel 6.3.4 ist kleiner als 10 m³.

Bei der geplanten Einleitstelle sind die o.g. qualitativen und quantitativen Bedingungen nicht eingehalten, wodurch eine detaillierte Nachweisberechnung erforderlich wird.

Flächenstatistik

Für den Entwässerungsabschnitt wird das Einzugsgebiet in flächenspezifische Teilflächen differenziert. Dabei wird bspw. zwischen asphaltierter Fahrbahn, Bankett und Böschungen etc. unterschieden, da sich auf den einzelnen Teilflächen aufgrund der unterschiedlichen Oberflächen variabler Abfluss entwickelt (Asphaltfläche erzeugt prozentual mehr Abfluss als Grünfläche). Die Unterschiede der Abflussentwicklung der jeweiligen Teilflächen werden über den Abflussbeiwert Ψ_s und der daraus resultierenden undurchlässigen Fläche (A_u) bestimmt.

Qualitative Nachweisberechnung

Bei der Ermittlung der qualitativen Gewässerbelastung wird das Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153 angewandt.

Hierbei werden die Emissionen aus den Teilflächen dem Schutzbedürfnis des zur Einleitung bestimmten Grundwassers und der oberirdischen Gewässer angepasst. Ist der Regenabfluss aus der Summe der Einleitungen der Teilflächen stärker belastet, als dem Schutzbedürfnis des aufnehmenden Gewässers angemessen ist, so muss er vor der Einleitung ausreichend gereinigt werden. Die Summe der Emissionspunkte aus den einzelnen Flächen und der Luft müssen einer geringeren Punktzahl entsprechen als die der aufnehmenden Gewässer oder des Grundwassers.

Die einzelnen Teilflächen werden nach den Tabellen A.2 und A.3 des Merkblatts DWA-M 153 aufgrund ihrer unterschiedlichen Verschmutzungen (Flächentypen „F“) mit Bewertungspunkten hinterlegt und zusammen mit den Verschmutzungen aus der Luft (Lufttyp „L“) dem vorhandenen Gewässertyp („G“) und dessen Gewässerpunkten nach Tabelle A.1a und A.1b gegenübergestellt.

Die Überprüfung gem. Merkblatt DWA-M 153 hinsichtlich der qualitativen Gewässerbelastung hat zum Ergebnis gebracht, dass eine Regenwasserbehandlung erforderlich wird. Bei der Behandlung wird nur ein Teil der stofflichen Belastung zurückgehalten. Nach dem Bewertungsverfahren nach dem Merkblatt DWA-M 153 ist die Behandlung des anfallenden Regenwassers über ein Absetzbecken und eine anschließende Einleitung in das oberirdische Gewässer ausreichend. Zusätzlich wurde unter Berücksichtigung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) eine immissionsorientierte Bewertung der Einleitung von Straßenabflüssen durchgeführt, was vor den Einleitungsstellen in die oberirdischen Gewässer Retentionsbodenfilter notwendig macht. Bei einer Regenwasserbehandlung über ein Retentionsbodenfilterbecken ist der qualitative Nachweis erfüllt. Durch die oben beschriebenen Maßnahmen vor der Einleitung sind alle qualitativen Nachweise an der Einleitstellen erfüllt.

Quantitative Nachweisberechnung

Für den quantitativen Nachweis muss zunächst die hydraulische Gewässerbelastung des Vorfluters an der geplanten Einleitstelle ermittelt werden. Hierfür wurden der maßgebende mittlere Abfluss (MQ) des Vorfluters vom WWA übergeben. Zur Vermeidung von Spitzenabflüssen kann für die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer die Drosselung des Regenabflusses erforderlich werden.

Mit dem vorhandenen mittleren Abfluss (MQ) und dem abgeschätzten Einleitungswert (e_w) abhängig vom vorhandenen Gewässersediment wird der zulässige Maximalabfluss der einzuleitenden Wassermengen ($Q_{Dr,max}$) ermittelt.

Innerhalb einer Fließstrecke von etwa der 1.000fachen mittleren Wasserspiegelbreite soll, bspw. über mehrere Einleitstellen in diesem Abschnitt, nicht wesentlich mehr als der Maximalabfluss eingeleitet werden.

Zulässiger Maximalabfluss der einzuleitenden Wassermenge:

$$Q_{Dr,max} = e_w \cdot MQ \cdot 1.000 \text{ [l/s]}$$

Zusätzlich wird der Drosselabfluss (Q_{Dr}) zur Begrenzung der eingeleiteten Abflussspitzen an der Einleitstelle über die zulässige Regenabflussspende (q_R) nach Merkblatt DWA-M 153 Tabelle 3 je nach Typ des Vorflutgewässers bestimmt.

Der jeweils geringere Wert aus der Bestimmung des Maximalabflusses ($Q_{Dr,max}$) und des Drosselabflusses (Q_{Dr}) aus der Regenabflussspende ist der maßgebende Einleitungswert für die jeweilige Einleitungsstelle bzw. die Einleitungsstellen in einem Gewässerabschnitt.

Zulässiger Drosselabfluss:

$$Q_{Dr} = q_R \cdot A_U \text{ [l/s]}$$

Bauliche Ausgestaltung

Insgesamt wird das in den Einzugsgebieten auf den jeweiligen Teilflächen anfallende Niederschlagswasser gesammelt und über Rohr-, Gräben- oder Muldensysteme der zentralen Beckenanlage zugeführt. Dabei wird das gesammelte Niederschlagswasser zunächst in einer Vorstufe gereinigt (Grobstoffe und Leichtflüssigkeiten) und anschließend im Retentionsbodenfilter ebenfalls von Fein- und Schadstoffen vor der Einleitung in das Gewässer befreit. Zudem wird das anfallende Wasser im Retentionsbodenfilter zurückgehalten (Rückhaltung) bevor es in den jeweiligen Vorfluter gedrosselt abgegeben und eingeleitet wird.

Die Funktion der Vorstufe wird in einem dem Retentionsbodenfilterbecken vorgeschaltetem Absetzbecken gewährleistet. Neben dem Rückhalt von Grobstoffen und Leichtflüssigkeiten dient das Absetzbecken zum Schutz (bspw. im Havariefall) der Retentionsbodenfilterbecken.

Das **Absetzbecken** wird mit Flächenbefestigung und darunterliegender Abdichtung gebaut. Es besitzen nach den Erfordernissen der RAS-Ew 2005 je einen Auffangraum (Rückhaltevermögen) von 10 – 30 m³ für Leichtflüssigkeiten und einen Schlammauffangraum von mindestens 1 m³ Schlamm / ha bezogen auf die befestigte Fläche. Die Mindestwassertiefe beträgt in allen Absetzbecken 2,00 m. Die Breite des Wasserspiegels (b_B) im Absetzbecken beträgt aufgrund einer Böschungsneigung von 1 : 2 und der Mindestwassertiefe von 2,00 m mindestens 9,00 m. Das notwendige Mindestvolumen von 50 m³ ist vorhanden. Das Absetzbecken wird als Becken mit Dauerstau (stetiger Wassereinstau im Absetzbecken) betrieben.

Zur Abscheidung von Leichtflüssigkeiten und Schwimmstoffen wird in das Absetzbecken eine funktionsfähige Abscheidevorrichtung (bspw. Tauchrohre oder Tauchwand) integriert.

Das **Retentionsbodenfilterbecken** wird in Erdbauweise mit Flächenbefestigung und Abdichtung hergestellt.

Bei der Kombination aus Absetzbecken (\triangleq Vorstufe) und Retentionsbodenfilterbecken handelt es sich um eine Retentionsbodenfilteranlage (RBFA), welche eine Vorbehandlung, Retention und Filtration des anfallenden Abwassers vorsieht.

2.3.2 Bemessung des Absetzbeckens (ASB)

Für die Bemessung wird die „undurchlässige“ Fläche (A_U) angesetzt. Das Volumen der Vorstufe wird mit dem Ansatz $0,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ der angeschlossenen Fläche (A_U) ermittelt. Das erforderliche Volumen der jeweiligen Vorstufe (Absetzraum $\triangleq V_{\text{Vorstufe}}$) ist über den geplanten Absetzbecken ($V_{\text{erf,ASB}}$) abgedeckt und somit im Absetzbecken integriert.

Um im Absetzbecken die Kriterien für den Gewässerschutz einhalten zu können (sog. Klärbedingungen), wird der Zufluss in das Absetzbecken auf den Bemessungsabfluss Q_{krit} (kritischer Regenabfluss) bemessen.

Filteranlagen erfordern zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit zusätzlich zum Stauraum im Filterbecken die Vorschaltung einer Sedimentationsanlage. Diese ist mindestens für eine Oberflächenbeschickung von $q_A = 10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bei einer Regenspende $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ zu bemessen. (Merkblatt DWA-M 153, Tabelle A.4b).

kritischer Regenabfluss:

$$Q_{\text{krit}} = r_{\text{krit}} \cdot A_U \text{ [l/s]}$$

$$A_U = A_E \cdot \psi_S \text{ [l/s]}$$

notwendige Klärbedingungen bei Q_{krit} :

$$v_h = (Q_{\text{krit}}/1000) / (b_B \cdot h_B) \quad v_h < 0,05 \text{ m/s}$$

Abmessungen der Absetzbecken:

$$V_{\text{erf,ASB}} = 3,6 \cdot Q_{\text{krit}} \cdot h_B/q_A \text{ [l/s]}$$

$$A_{\text{erf,ASB}} = Q_{\text{krit}} \cdot 3,6/q_A \text{ [l/s]}$$

Folgende Abmessungen/Kenngrößen sind für den geplanten Absetzbecken (ASB) mindestens erforderlich. Die Ergebnisse der Nachweise sind unter der Ziffer 4 zusammengestellt.

ASB	$V_{\text{erf,ASB}} \text{ [m}^3\text{]}$	$A_{\text{erf,ASB}} \text{ [m}^2\text{]}$	$b_{B,\text{erf.}} \text{ [m]}$	$h_{B,\text{erf.}} \text{ [m]}$
1	51,0	25,5	14,00	2,00

Tabelle 2: erforderliche Kenngrößen des Absetzbeckens

2.3.3 Bemessung des Retentionsbodenfilterbeckens (RBF)

Die Drosselung des Abflusses wird über den Filterkörper sowie mittels eines Drosselorgans im Auslaufbauwerk des Retentionsbodenfilterbeckens sichergestellt. Die Ermittlung des erforderlichen Volumens erfolgt mit einem EXCEL - Programm für die Bemessung von Retentionsbodenfilterbecken (RBF) nach Arbeitsblatt DWA-A 117 und A 178. Hierbei wird die gesamte Einzugsgebietsfläche aus den einzelnen Teilflächen über die Summe der undurchlässigen Flächen als maßgebende abflusswirksame Fläche angesetzt. Die erforderliche Bodenfilteroberfläche des Retentionsbodenfilterbeckens, durch welche das Feinmaterial gefiltert wird, ist ebenfalls von der angeschlossenen befestigten Fläche abhängig. So sind nach dem Arbeitsblatt DWA-A 178 je angeschlossener befestigter Fläche (A_u) 100 m² Filterfläche (A_F) notwendig.

Filterfläche:

$$A_F = 100 \text{ m}^2/\text{ha } A_u \text{ [m}^2\text{]}$$

Die Ermittlung des Drosselabflusses erfolgt über die Filterfläche (A_F) und die Drosselabflussspende des Filterkörpers ($q_{Dr,RBF}$) über den Ansatz im Arbeitsblatt DWA-A 178 mit 0,05 l/(s·m²).

Drosselabfluss:

$$Q_{Dr,RBF} = A_F \cdot q_{Dr,RBF} \text{ [l/s]}$$

Das spezifische Speichervolumen ($V_{s,u}$) wird nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 mit dem jeweiligen Abminderungsfaktor (f_A) (abhängig von der Fließzeit (t_f)), dem Zuschlagsfaktor (f_z) (abhängig vom angesetzten Risikomaß) und den jeweiligen Regenspenden ($r_{D,n}$) des angesetzten Bemessungsregens aus dem KOSTRA-Atlas 2010R des Deutschen Wetterdienstes (hier: 5-jährlicher Bemessungsregen mit Überschreitungshäufigkeit (n) = 0,2 1/a mit entsprechenden Dauerstufen (D)) und dem Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche ($q_{Dr,R,u}$) ermittelt.

Spezifisches Speichervolumen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ [l/s]}$$

Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche (A_u):

$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = Q_{Dr,RBF} / A_u$$

Zuschlagsfaktor:

Der Zuschlagsfaktor wird in Abhängigkeit vom Risikomaß im Hinblick auf eine mögliche Unterbemessung nach Tabelle 2, DWA-A 117 festgelegt (vgl. Tab. 3). Hierbei entspricht z. B. der Faktor 1,15 einem Risikomaß von ca. 11 % (vgl. Anhang A DWA-A 117). Dieser Wert sagt aus, dass das mit dem einfachen Verfahren bemessene Volumen mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 11 % kleiner und mit einer Wahrscheinlichkeit von 89 % größer ist als das Volumen, das bei Vorgabe derselben Berechnungsgrundlagen durch eine Langzeitsimulation als erforderlich nachgewiesen würde.

Risikomaß	Zuschlagsfaktor f_z
gering	1,20
mittel	1,15
hoch	1,10

Tabelle 3: Zuschlagsfaktor f_z in Abhängigkeit vom Risikomaß

Abminderungsfaktor:

$$f_A = (0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134)$$

mit der Hilfsfunktion f_1 :

$$f_1 = 1 - (1,00 \cdot 10^{-10} \cdot t_f^3 - 8,00 \cdot 10^{-9} \cdot t_f^2 + 1,00 \cdot 10^{-8} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}^3 + (1,60 \cdot 10^{-8} \cdot t_f^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_f^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}^2 + (1,80 \cdot 10^{-7} \cdot t_f^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_f^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}$$

t_f = Fließzeit zum RRB [min] (hier: 5 Minuten gewählt für maximalen Bemessungsfall)

Über die zu entwässernde befestigte Fläche wird in Abhängigkeit vom spezifischen Speichervolumen das erforderliche Rückhaltevolumen (V) für das Retentionsbodenfilterbecken ermittelt. Der Aufbau der Retentionsbodenfilterbecken besteht aus konstruktiven Gründen aus einer ca. 0,35 m hohen Dränschicht (konstruktiv), einem 0,80 m hohen Filterkörper (FK) (DWA-A 178: $\geq 0,5$ m), einer mindestens 0,50 m hohen Regenrückhaltelamelle (RLL) (DWA-A 178) und ca. 1,35 m Freibord.

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Retentionsbodenfilterbeckens ($V_{RBF,Retention}$) setzt sich zusammen aus dem Volumen der Regenrückhaltelamelle (V_{RLL}) und des Filterretentionsvolumens (V_{FR}). Das Filterretentionsvolumen beträgt nach DWA-A 178 pauschal 15 % (= Porenvolumen) des Filterkörpervolumens (V_{FK}).

Die Ergebnisse der Nachweise sind unter der Ziffer 4 zusammengestellt.

Folgende Abmessungen/Kenngrößen sind für das geplante Retentionsbodenfilterbecken (RBF) mindestens erforderlich.

Bezeichnung der Anlage	A _F [m ²]	q _{Dr,u} [l/(s·ha)]	erf. V [m ³]
RBF	473	23,6	1.769,0

Tabelle 4: Bemessungsgrößen des Retentionsbodenfilterbeckens

3 Entwässerungsabschnitte

Entwässerungsabschnitt EZ1 – PWC-Anlage „Nord“ und „Süd“ mit Abschnitt der BAB A6 zwischen Betr.-km 811,480 und Betr.-km 812,170

Teilfläche 1.1

Der o. g. Entwässerungsteilabschnitt umfasst den Oberflächenabfluss der Einleitungsstelle E1, resultierend aus dem Straßenoberflächenwasser, dem Oberflächenwasser der Parkflächen, der Bankette, der Dammböschungen, der Entwässerungsmulden und der Grünflächen der geplanten PWC-Anlage „Nord“ und „Süd“, dem Straßenoberflächenwasser, dem Oberflächenwasser der Bankette und der Entwässerungsmulden der BAB 6 zwischen Betr.-km 811,480 und Betr.-km 812,170. Der Entwässerungsteilabschnitt entwässert über die geplanten Entwässerungseinrichtungen entlang des genannten Abschnitts und anschließend über die geplanten Entwässerungseinrichtungen entlang der GVS Kucha- Eismannsberg in den offenen Graben Rauwiesenbach der in den Hammerbach mündet.

Teilfläche 1.2

Der o. g. Entwässerungsteilabschnitt umfasst den Oberflächenabfluss, resultierend aus dem Straßenoberflächenwasser der BAB 6 zwischen Betr.-km 811,500 und Betr.-km 811,550, dem Oberflächenwasser der Bankette, der Dammböschung und der Entwässerungsmulde der BAB 6 zwischen Betr.-km 811,500 und Betr.-km 811,716, dem Straßenoberflächenwasser, dem Oberflächenwasser der Bankette und der Entwässerungsmulde des Verzögerungstreifens der PWC-Anlage „Süd“ zwischen Bau-km 0+217 und Bau-km 0+290 der Achse 10. Der Entwässerungsteilabschnitt entwässert wie im Bestand durch Versickerung über das angrenzende Gelände. Somit wird dieser Abschnitt bei der Berechnung des Abflusses in die Einleitstelle E1 nicht berücksichtigt.

Entwässerungsabschnitt EZ2 – Beschleunigungsstreifen in Fahrtrichtung Nürnberg zwischen Betr.-km 811,240 und Betr.-km 811,500

Für den Bau des Beschleunigungsstreifens in Fahrtrichtung Nürnberg muss die Fahrbahn verbreitert werden. Das auf dem Beschleunigungsstreifen anfallende Oberflächenwasser kann aus topographischen Gründen nicht in die geplante Regenwasserbehandlungsanlage abgeleitet werden.

Es entsteht eine zusätzliche versiegelte Fläche von 575 m², die über die bestehenden Entwässerungseinrichtungen abgeleitet wird. Das gesammelte Oberflächenwasser wird über Straßenabläufe und Rinnen gesammelt und über Rohrleitungen und Gräben bei Betr.-km 810,065 über eine Regenwasserbehandlungsanlage bestehend aus einem Regenrückhaltebecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken abgeleitet. Nach der Behandlung des Oberflächenwassers wird es in den Oberriedener Bach (Entwässerungsgraben der Kreisstraße LAU 5) eingeleitet.

Die Behandlungsanlage hat eine ausreichende Kapazität zur Behandlung der zusätzlichen Wassermengen.

Entwässerungsabschnitt EZ3 – Beschleunigungsstreifen in Fahrtrichtung Amberg zwischen Betr.-km 812,225 und Betr.-km 812,400

Für den Bau des Beschleunigungsstreifens in Fahrtrichtung Amberg muss die Fahrbahn verbreitert werden. Das auf dem Beschleunigungsstreifen anfallende Oberflächenwasser kann aus topographischen Gründen nicht in die geplante Regenwasserbehandlungsanlage abgeleitet werden.

Es entsteht eine zusätzliche versiegelte Fläche von 305 m², die über die bestehenden Entwässerungseinrichtungen abgeleitet wird. Das gesammelte Oberflächenwasser wird über Straßenabläufe und Rinnen gesammelt und über Rohrleitungen bei Betr.-km 812,930 in einen Graben eingeleitet. Von hier wird das Wasser über Mulden und Rohrleitungen in zum Traunfelder Bach abgeleitet. Der Graben ist zu Beginn mit Rasengittersteinen befestigt und im weiteren Verlauf unbefestigt gestaltet.

Für den hier betroffenen Streckenabschnitt ist eine Regenwasserbehandlungsanlage vorgesehen, in der die zusätzlichen Flächen des EZ3 berücksichtigt wird.

4 Hydraulische Berechnungen/Nachweise

Die hydraulischen Berechnungen/Nachweise wurden mit einem Excel-Programm erstellt und sind den nachfolgenden Seiten zu entnehmen.

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus

PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA - M 153

Flächenstatistik

Einzugsgebietsermittlung $A_{E,k}$ 1.1

Fahrgassen, Parkplätze, sonstige Fahrbahnen $\Psi = 0,9$		Bankette $\Psi = 0,5$		Böschungen und Mulden $\Psi = 0,3$		Grünflächen $\Psi = 0,10$	
Teilflächen- Nummer	Teilflächen- größe	Teilflächen- Nummer	Teilflächen- größe	Teilflächen- Nummer	Teilflächen- größe	Teilflächen- Nummer	Teilflächen- größe
PWC Nord PWC Süd BAB	13.790 m ² 13.770 m ² 15.675 m ²	PWC Nord PWC Süd BAB	950 m ² 980 m ² 4.160 m ²	PWC Nord PWC Süd BAB	6.530 m ² 5.920 m ² 1.225 m ²	PWC Nord PWC Süd BAB	6.050 m ² 5.980 m ² 0 m ²
Summe	43.235 m²	Summe	6.090 m²	Summe	13.675 m²	Summe	12.030 m²
$A_{E,k}$ 1.1, ges =		7,503 ha					
	A_U 1.1.1		A_U 1.1.2		A_U 1.1.3		A_U 1.1.4
PWC Nord PWC Süd BAB	1,241 ha 1,239 ha 1,411 ha	PWC Nord PWC Süd BAB	0,048 ha 0,049 ha 0,208 ha	PWC Nord PWC Süd BAB	0,196 ha 0,178 ha 0,037 ha	PWC Nord PWC Süd BAB	0,061 ha 0,060 ha 0,000 ha
Summe	3,891 ha	Summe	0,305 ha	Summe	0,410 ha	Summe	0,120 ha

Flächensummen A_U 1.1: 4,726 ha "undurchlässige Fläche"

Flächensummen $A_{E,b}$ 1.1: 4,933 ha befestigte Fläche

Flächensummen $A_{E,nb}$ 1.1: 2,571 ha nicht befestigte Fläche

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus
PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

Zusammenstellung der Einzugsgebiete - differenziert für qualitativen Nachweis

PWC

Parkplätze Lkw / Bus F7, $\psi = 0,9$		Pkw-Parkplätze F6, $\psi = 0,9$		Fahrgassen F6, $\psi = 0,9$		Gehwege F4, $\psi = 0,9$	
	Teilflächen- größe		Teilflächen- größe		Teilflächen- größe		Teilflächen- größe
A _{E,k}	10.320 m ²	A _{E,k}	1.400 m ²	A _{E,k}	12.560 m ²	A _{E,k}	3.280 m ²
A _U	0,929 ha	A _U	0,126 ha	A _U	1,130 ha	A _U	0,295 ha

Bankette F6, $\psi = 0,5$		Böschungen Mulden F2, $\psi = 0,3$		Grünflächen F1, $\psi = 0,10$	
	Teilflächen- größe		Teilflächen- größe		Teilflächen- größe
A _{E,k}	1.930 m ²	A _{E,k}	12.450 m ²	A _{E,k}	12.030 m ²
A _U	0,097 ha	A _U	0,374 ha	A _U	0,120 ha

A_{E,k} ges =	5,397 ha	A_U ges =	3,070 ha
------------------------------	-----------------	----------------------------	-----------------

BAB

Fahrbahn F6, $\psi = 0,9$		Bankette F6, $\psi = 0,5$		Böschungen Mulden F2, $\psi = 0,3$		Grünflächen F1, $\psi = 0,10$	
	Teilflächen- größe		Teilflächen- größe		Teilflächen- größe		Teilflächen- größe
A _{E,k}	15.675 m ²	A _{E,k}	4.160 m ²	A _{E,k}	1.225 m ²	A _{E,k}	0 m ²
A _U	1,411 ha	A _U	0,208 ha	A _U	0,037 ha	A _U	0,000 ha

A_{E,k} ges =	2,106 ha	A_U ges =	1,656 ha
------------------------------	-----------------	----------------------------	-----------------

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus

PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA - M 153

Prüfung der Bagatellgrenzen

Auf eine Regenwasserbehandlung und -rückhaltung kann nicht verzichtet werden, weil die Bagatellgrenzen des M 153 für die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer nicht eingehalten werden.

Qualitative Gewässerbelastung

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Rauwiesenbach	G6	G = 15

Flächen siehe unter Ermittlung der Einzugsflächen

Flächenanteil f (Kapitel 4)		Luft Li (Tabelle 2)		Flächen Fi (Tabelle 3)		Abflussbelastung Bi
A _{u,i}	f _i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	Bi=f _i *(Li+Fi)
0,93	0,22	L3	4	F7	45	10,85
0,13	0,03	L3	4	F6	35	1,17
2,54	0,61	L3	4	F6	35	23,62
0,30	0,07	L3	4	F4	19	1,62
0,30	0,07	L3	4	F6	35	2,83
4,20	1,00	Abflussbelastung Bi				B = 40,09

Zwischenergebnis: Das gesammelte Niederschlagswasser darf in ein Gewässer mit mindestens 41 Punkten eingeleitet werden. Für den bestehenden Vorfluter mit 15 Punkten werden die qualitativen Anforderungen somit nicht erfüllt. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich.

maximaler zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:		D max~ 0,37
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen 4a , 4b und 4 c)		Typ
Retentionsbodenfilteranlage		D11
		Durchgangswerte Di
		0,15
Durchgangswert D = Produkt alle Di (Kapitel 6.2.2):		D = 0,15
Emissionswert $E = B * D$:		E = 6,0

$E = 6,0 < G = 15$

Ergebnis: Bei einer Regenwasserbehandlung über ein Retentionsbodenfilterbecken ist der qualitative Nachweis erfüllt.

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus

PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

Hydraulische Gewässerbelastung

nach DWA-Merkblatt M 153 (08/2007)

Mittelwasser und Maximalabfluß

Als Einleitwert in den "Rauwiesenbach" wird der Wert $e_w = 4$ (Gewässersediment kiesig) gewählt. Als maximal zulässiger Abfluss darf in diesem Fall also das 4-fache des Mittelwasserabflusses MQ eingeleitet werden.

Der maßgebende mittlere Abfluss MQ liegt für den "Rauwiesenbach" vor:

$$MQ = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

Der zulässige Maximalabfluss beträgt somit

$$Q_{Dr,max} = e_w * MQ * 1000 = 4 * 0,008 * 1000 = 32 \text{ l/s}$$

Innerhalb einer Fließstrecke von etwa der 1.000fachen mittleren Wasserspiegelbreite soll insgesamt nicht wesentlich mehr als $Q_{Dr,max}$ eingeleitet werden. In diesem Fall könnten auf einer Bachstrecke von insgesamt $1.000 \times 1,0 \text{ m} = 1.000 \text{ m}$ insgesamt 32 l/s schadlos abgeleitet werden.

Bachauf- und Bachabwärts sind auf einer Gewässerstrecke von jeweils 500 m keine weiteren Einleitstellen bekannt.

Unter der Berücksichtigung der Regenabflussspende von $q_R = 15 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ für den "Rauwiesenbach" (kleiner Flachlandbach), dürfen maximal $Q_{Dr} = \text{ca. } 67,8 \text{ l/s}$ eingeleitet werden.

Daher dürfen in den "Rauwiesenbach" maximal $Q_{Dr,max} = 32,0 \text{ l/s}$ eingeleitet werden.

Hydraulische Gewässerbelastung

nach RAS-Ew 2005

Bemessung Absetzbecken (ASB)

Fläche des Einzugsgebietes	$A_{E,k} 1.1 =$	7,503 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b} 1.1 =$	4,933 ha
nicht befestigte Fläche	$A_{E,nb} 1.1 =$	2,571 ha
Befestigungsgrad		66 %
"undurchlässige Fläche"	$A_U 1.1 =$	4,726 ha
kritische Regenspende	$r_{krit} =$	15 l/(s*ha)
kritischer Regenabfluss	$Q_{krit} = A_U * r_{krit} =$	70,9 l/s
erforderliche Oberflächenbeschickung	$q_A =$	10 m/h
erforderliche, nutzbare Beckentiefe	$h_B =$	2,00 m
konstruktive Beckenbreite (WSP) bei Erdbecken	$b_B =$	14,00 m
konstruktive Beckenlänge (WSP)	$l_B =$	26,00 m
erf. Oberfläche des Abscheideraums	$A_{erf,ASB} = Q_{krit} * 3,6/q_A =$	25,5 m ²
vorh. Oberfläche des Abscheideraums (konstruktiv)	$A_{vorh, ASB} =$	321,3 m ²
erf. Schlammfangraum	$1 \text{ m}^3/\text{ha} * (A_U) =$	4,7 m ³
vorh. Schlammfangraum (konstruktiv)	\geq	4,7 m ³
erf. Absetzbeckenvolumen	$V_{erf,ASB} = 3,6 * Q_{krit} * h_B/q_A =$	51,0 m ³
vorh. Absetzbeckenvolumen (konstruktiv)	$V_{vorh,ASB} =$	387,6 m ³
	mit: $h_B = \text{min. } 2,0 \text{ m}$	
erf. Horizontalgeschwindigkeit	$v_h = (Q_{krit}/1000) / (h_B * b_B) <$	0,05 m/s
	0,003 <	0,05 m/s

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus
PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

Hydraulische Gewässerbelastung

nach DWA-Merkblatt M 153 (08/2007)
und DWA-Arbeitsblatt A 117 (04/2006)
und DWA-Arbeitsblatt A 178 (06/2019)

Bemessung Retentionsbodenfilterbecken (RBF)

1. Bemessungsgrundlagen

Fläche des Einzugsgebietes	$A_{E,k} 1.1 =$	7,503 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b} 1.1 =$	4,933 ha
nicht befestigte Fläche	$A_{E,nb} 1.1 =$	2,571 ha
Befestigungsgrad		66 %
"undurchlässige Fläche"	$A_U 1.1 =$	4,726 ha
befestigte Fläche (Fahrbahn, Parkplätze)	$A_{E,b} 1.1.1 =$	4,324 ha
mittlerer Abflußbeiwert		90 %
"undurchlässige Fläche" (Fahrbahn, Parkplätze)	$A_U 1.1.1 =$	3,891 ha
befestigte Fläche (Bankette)	$A_{E,b} 1.1.2 =$	0,609 ha
mittlerer Abflußbeiwert		50 %
"undurchlässige Fläche" (Bankette)	$A_U 1.1.2 =$	0,305 ha
nicht befestigte Fläche (Böschungen, Mulden)	$A_{E,nb} 1.1.3 =$	1,368 ha
mittlerer Abflußbeiwert		30 %
"undurchlässige Fläche" (Böschungen, Mulden)	$A_U 1.1.3 =$	0,410 ha
nicht befestigte Fläche (flaches Gelände)	$A_{E,nb} 1.1.4 =$	1,203 ha
mittlerer Abflußbeiwert		10 %
"undurchlässige Fläche" (flaches Gelände)	$A_U 1.1.4 =$	0,060 ha
zulässige Regenabflußspende	$q_R =$	15 l/(s*ha)
angesetzte Überschreitungshäufigkeit	$n =$	0,2 1/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden "undurchlässigen" Fläche A_U

aus Punkt 1. $A_U =$ **4,726 ha**

3. Vereinfachte Ermittlung des Sammelvolumens in der Vorstufe

min. $V_{Vorstufe} = 0,5 \text{ m}^3/\text{ha} * A_U =$ min. $V_{Vorstufe} =$ 2,4 m³
abgedeckt durch vorgeschaltetes Absetzbecken

4. Vereinfachte Ermittlung der Bodenfilteroberfläche des Retentionsbodenfilterbeckens

$A_F = 100 \text{ m}^2/\text{ha} * A_U =$ $A_F =$ 473 m²

5. Ermittlung des Drosselabflußes $Q_{Dr,RBF}$

$q_{Dr,RBF} =$ **0,05 l/(s*m²)**
 $Q_{Dr,RBF} = q_{Dr,RBF} * A_F =$ 23,6 l/s
 $q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = Q_{Dr,RBF} / A_U =$ 5,0 l/(s*ha)

6. Der Abminderungsfaktor beträgt annähernd $f_A =$ 1

7. Der Zuschlagfaktor beträgt für ein mittleres Risikomaß $f_Z =$ 1,15

8. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD-2010R

BAB A 6 Nürnberg - Waidhaus

PWC-Anlage Zankschlag mit Anteil BAB von Betr.-km 811,480 bis Betr.-km 812,170

9. Ermittlung des erf. spezifischen Volumens $V_{s,u}$

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{D,r,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06 \text{ [m}^3\text{/ha]}$$

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe hN für n=0,2/a [mm]	Zugehörige Regenspende $r_{D,n}$ [l/(s*ha)]	Drosselabfluss- spende $q_{D,r,r,u}$ [l/(s*ha)]	Differenz zwischen $r_{D,n}$ und $q_{D,r,r,u}$ [l/(s*ha)]	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$ [m ³ /ha]
5 min	9,4	313,3	5,0	308,3	106
10 min	14,2	236,7	5,0	231,7	160
15 min	17,5	194,4	5,0	189,4	196
20 min	20,0	166,7	5,0	161,7	223
30 min	23,7	131,7	5,0	126,7	262
45 min	27,5	101,9	5,0	96,9	301
60 min	30,2	83,9	5,0	78,9	327
90 min	32,7	60,6	5,0	55,6	345
2 h	34,6	48,1	5,0	43,1	357
3 h	37,5	34,7	5,0	29,7	369
4 h	39,7	27,6	5,0	22,6	374
6 h	43,1	20,0	5,0	15,0	373
9 h	46,9	14,5	5,0	9,5	354
12 h	49,8	11,5	5,0	6,5	323

10. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$\text{erf. } V = V_{s,u} * A_U$$

erf. Volumen RRHB

$$\text{erf. } V = \mathbf{1.769 \text{ m}^3}$$

vorh. Volumen RRHB

$$\text{vorh. } V = \mathbf{\text{ca. } 1.800 \text{ m}^3}$$

11. Entleerungszeit

$$t_E = \text{erf. } V / Q_{Dr}$$

$$t_E = 21 \text{ h}$$

Die errechnete Bodenfilterfläche beträgt ca. 475 m². Die gewählte Bodenfilterfläche beträgt > 500 m².