

Wassertechnische Berechnungen

für die

Ortsumgehung Schwarzenbek

Streckenabschnitt II

(Zubringer Nord bis K17)

von Bau-km 1 + 025 (Beginn Vollausbau 1+165) bis Bau-km 4 + 105

Deckblatt

Aufgestellt:

Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
Niederlassung Lübeck
den 23.03.2009

AZ: 553.32-B209/B404-408

13.2.1. Veranlassung

Im Zuge der Ausbauplanung der Ortsumgebung Schwarzenbek B 404n soll das Niederschlagswasser der neu herzustellenden Verkehrsflächen des Streckenabschnittes II in drei geplante Regenrückhaltebecken mit Berücksichtigung von Absetzbereichen zur Vorklärung des anfallenden Niederschlagswassers abgeleitet werden. Von dort ist ein gedrosselter Ablauf an die naheliegenden Gewässer sowie ein gedrosselter Ablauf an die entsprechende Regenwasserkanalisation vorgesehen.

Die Anlagen der Straßenentwässerung und die Regenrückhaltebecken mit vorgeschaltetem Absetzbereich werden in den folgenden Berechnungen dimensioniert.

13.2.2. Wassertechnische Berechnung

13.2.2.1 Berechnungsgrundlagen

Regenspende, Regenhäufigkeiten, Abflussbeiwerte

Für die wassertechnische Berechnung wurde eine Regenspende von $r_{15,1} = 100 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ zugrunde gelegt. Die Bemessung von Rohrleitungen zur Entwässerung von Straßen über Mulden oder Seitengräben erfolgte gemäß RAS-Ew für eine Regenhäufigkeit $n = 1$ (einmal im Jahr) und mit einer maßgeblich kürzesten Regendauer von $T = 15 \text{ min}$. Im einzelnen wurden die nachfolgend aufgeführten Spitzenabflussbeiwerte angesetzt:

Fahrbahnen, wenn direkt entwässert	$\psi_s = 0,9$
unbefestigte horizontale Flächen	$\psi_s = 0,05 \text{ bis } 0,1$
Böschungen (Damm)	$\psi_s = 0,3$
Böschungen (Einschnitt)	$\psi_s = 0,3 \text{ bis } 0,5$
Befestigte Straßenflächen, die über unbefestigte Seitenstreifen, Mulden und Muldenabläufe entwässern (Einschnitt)	$\psi_s = 0,7$

Befestigte Straßenflächen, die über unbefestigte
Seitenstreifen, Dammböschungen und Mulden
am Dammfuß entwässern

$$\psi_s = 0,5$$

Vereinfachend wurden für die Ermittlung der befestigten Flächen
Einzugsgebiete zusammengefasst und ein Abflussbeiwerten aus den oberen
Werten gemittelt.

Die hydraulische Berechnung erfolgte mit dem Kanalberechnungsmodul des
Programms CARD/1-KANHYD und dem Zeitbeiwertverfahren gemäß
RAS-Ew. Die resultierenden Listenberechnungen sind dem Anhang beigefügt.
Folgende Eingabewerte wurden neben den oben genannten Abflussbeiwerten
angesetzt:

Einzugsflächen Entwässerungsabschnitt 1

Gesamteinzugsfläche	$A_{E1} =$	3,55 ha
Befestigte Fläche	$A_{U1} =$	1,034 ha
Regenhäufigkeit	$n =$	1,0 1/a
Maßgebende Regendauer	$T =$	15 min
Regenspende	$r_{15,1} =$	100,0 l/(s · ha)

Für den Abschnitt 1 ergibt sich somit ein Abfluss von:

$$Q_r = A_{U1} \cdot r_{15,1}$$
$$Q_r = 103,4 \text{ l/s}$$

Unter Berücksichtigung einer Zuflussmenge aus dem gepl. B-Plangebiet
Nr. 47b von ca. 50,0 l/s (siehe Seite 6 und 7) ergibt sich ein Abfluss von:

$$Q_{r,1} = 153,4 \text{ l/s}$$

Diese Menge liegt unter der hydraulischen Abflussleistung von 288,0 l/s für
die maximal belastete Rohrdimension DN 600 mit dem Ansatz des kleinsten
auftretenden Gefälles von 2,2 ‰ ($\approx 1:450$) und unter Berücksichtigung einer
betrieblichen Rauheit von $k_p = 1,5 \text{ mm}$.

Einzugsflächen Entwässerungsabschnitt 2

Gesamteinzugsfläche	$A_{E2} =$	1,37 ha
Befestigte Fläche	$A_{U2} =$	0,49 ha
Regenhäufigkeit	$n =$	1,0 1/a
Maßgebende Regendauer	$T =$	15 min
Regenspende	$r_{15,1} =$	100,0 l/(s · ha)

Für den Abschnitt 2 ergibt sich somit ein Abfluss von:

$$Q_{r,2} = A_{U2} \cdot r_{15,1}$$
$$Q_{r,2} = \mathbf{49,2 \text{ l/s}}$$

Diese Menge liegt unter der hydraulischen Abflussleistung von 160,0 l/s für die maximal belastete Rohrdimension DN 500 mit dem Ansatz des maßgeblichen Mindestgefälles von 1,8 ‰ ($\approx 1:550$) und unter Berücksichtigung einer betrieblichen Rauheit von $k_b = 1,5 \text{ mm}$.

Einzugsflächen Entwässerungsabschnitt 3

Gesamteinzugsfläche	$A_{E3} =$	1,544 ha
Befestigte Fläche	$A_{U3} =$	0,462 ha
Regenhäufigkeit	$n =$	1,0 1/a
Maßgebende Regendauer	$T =$	15 min
Regenspende	$r_{15,1} =$	100,0 l/(s · ha)

Für den Abschnitt 3 ergibt sich somit ein Abfluss von:

$$Q_{r,3} = A_{U3} \cdot r_{15,1}$$
$$Q_{r,3} = \mathbf{46,2 \text{ l/s}}$$

Diese Menge liegt unter der hydraulischen Abflussleistung von 112,0 l/s für die maximal belastete Rohrdimension DN 400 mit dem Ansatz des maßgeblichen Mindestgefälles von 2,86 ‰ ($\approx 1:350$) und unter Berücksichtigung einer betrieblichen Rauheit von $k_b = 1,5 \text{ mm}$.

13.2.2.2 Bemessung und Gestaltung der Regenrückhalte- und Absetzbecken

Die Ermittlung der erforderlichen Regenrückhaltebereiche wurden nach dem aktuellen Arbeitsblatt ATV-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ vorgenommen. Dieses Verfahren ist nur für kleine und einfache strukturierte Entwässerungssysteme anwendbar, so dass mit den o. g. Systemgrößen (Einzugsfläche, Abflussbeiwert usw.) und einem Belastungsansatz für den Niederschlag ein erforderliches Volumen festgelegt wird.

Für die Ermittlung der Regenspenden in Abhängigkeit von Häufigkeit und Dauer wurde auf den vom DWD herausgegebenen Starkregenatlas KOSTRA zurückgegriffen.

Der Beckenzufluss enthält das anfallende Oberflächenwasser der zu entwässernden Fahrbahn- und Böschungflächen. Die Drosselabflussmenge wird je Becken gemäß der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Vorfluters einzeln gewählt. Unter Ansatz dieser Drosselabflussmenge, der maßgeblichen Dauerstufen und der Überschreitungshäufigkeit von 1 mal in 5 Jahren ($n = 0,2$) sowie 1 mal in 50 Jahren ($n = 0,02$) konnte eine einfache Volumenbilanz durchgeführt werden. Die dazu herangezogenen Werte und die durchgeführte Berechnung ist im Anhang beigefügt.

Die Ermittlung des Absetzbeckenvolumens wurde nach dem ATV Arbeitsblatt ATV-A 105 "Hinweise für die Wahl des Entwässerungsverfahrens (Mischverfahren/ Trennverfahren)" durchgeführt. Die Absetzbecken erfüllen die Forderung der RiStWag nach einem Ölauffangraum oberhalb des durchflossenen Querschnittes von mindestens $30,0 \text{ m}^3$. Die Rückhaltung der Leichtflüssigkeiten wird durch Tauchwände erzielt. Alle Becken sind mit einem ständigen Wasserspiegel als Nassbecken auszuführen. **Die Ausnahme ist das RRB 1 mit der Erweiterung als Trockenbecken.** Die Bewirtschaftung und Unterhaltung kann über geplante Wartungs- und Schauwege an den Becken erfolgen.

Hinweis: Die Ermittlung der Beckenflächen erfolgte durch Planimetrierung mit Hilfe eines EDV - Programms.

13.2.2.2.1 Bemessung der Erweiterung von Rückhaltebecken Nr. 1 (vormals RRB 3, auf Streckenabschnitt I)

Für den Entwässerungsabschnitt Nr. 1 des Streckenabschnittes II wird ein vorhandenes Becken im Kreuzungsbereich mit dem Zubringer Nord genutzt. Gemäß einer vertraglichen Vereinbarung zwischen dem Bund, vertreten durch das Straßenneubauamt Ost Eutin, und der Stadt Schwarzenbek aus dem Jahre 1996 fließen dem vorhandenen Becken folgende Niederschlagsabflüsse zu:

a.)	Streckenabschnitt I:	54,6 l/s	≈ 13%
b.)	Streckenabschnitt II:	209,7 l/s	≈ 50%
c.)	Zubringer Nord:	98,3 l/s	≈ 24%
d.)	B-Plan 47:	<u>53,0 l/s</u>	≈ 13%
		415,6 l/s	100%

Die ehemals geschätzten Abflußmengen zu b.) können nun gemäß hydr. Berechnung für das Netz 1 definiert werden. Zusätzlich wird für die Entwässerung eines geplanten Wohngebietes (B-Plan 47b) eine Niederschlagsabflußmenge abgeschätzt und berücksichtigt (Zufluss bei R1_R_024). Grundlage zur Schätzung des Niederschlagsabflusses ist der städtebauliche Entwurf vom Januar 2005 des Büros Jo Claussen Seggelke. Demzufolge können folgende abflußwirksame Flächen ermittelt werden:

- Straßen- und Wegeflächen öffentlich: ca. 8870,0 m²
- Dachflächen: ca. 9685,0 m²
- befestigte Flächen privat (ca. 30,0 m² je Haus) ca. 2340,0 m²

Unter Ansatz der Abflußbeiwerte $\psi_{Str} = 0,9$, $\psi_{Dach} = 0,9$ und $\psi_{priv.Bef.} = 0,6$ ergibt sich eine reduzierte Fläche von:

$$\begin{aligned}
 A_{red,B-Pl47b} &= A_{Str} \times \psi_{Str} + A_{Dach} \times \psi_{Dach} + A_{priv.Bef.} \times \psi_{priv.Bef.} \\
 &= 8870,0 \text{ m}^2 \times 0,9 + 9685,0 \text{ m}^2 \times 0,9 + 2340,0 \text{ m}^2 \times 0,6 \\
 &= 18103,5 \text{ m}^2 \quad \approx \quad 1,80 \text{ ha}
 \end{aligned}$$

Entsprechend der anerkannten Regeln der Technik zur Regenwasserversickerung in Wohngebieten und den Bodenverhältnissen wird angenommen, daß etwa die Hälfte der Regenwassermenge zur Versickerung gebracht wird. Demnach fließt dem geplanten Entwässerungsnetz 1 und somit auch dem vorh. Rückhaltebecken eine Wassermenge zu von:

$$\begin{aligned} Q_{B-PI.47b} &= A_{\text{red},B-PI47b} / 2 \times r_{15,1} \\ &= 1,80 \text{ ha} / 2 \times 100,0 \text{ l/(sxha)} \\ &= \mathbf{90,0 \text{ l/s}} \end{aligned}$$

Die Zuflüsse zum vorhandenen Rückhaltebecken addieren sich unter Berücksichtigung aller angeschlossenen Bereiche zu:

a.)	Streckenabschnitt I:	54,6 l/s
b.)	Streckenabschnitt II ca.	103,4 l/s
c.)	Zubringer Nord:	98,3 l/s
d.)	B-Plan 47:	53,0 l/s
	B-Plan 47b ca.	<u>90,0 l/s</u>
	Summe RRB1, Q_{RRB1}	399,3 l/s

Zur Gewährleistung der Leistungsfähigkeit des vorhandenen Beckens erfolgt die Volumenberechnung nach der derzeit gültigen ATV-A 117 und basiert auf dem Ansatz des für Schwarzenbek gültigen KOSTRA- Rasterfeldes 39/23 für maximale Niederschlagsereignisse (siehe Anhang).

Als Drosselabfluss wird auf Grundlage einer Gewässeruntersuchung gemäß M2 des Vorfluters „Schwarze Au“, die vom Büro Masuch + Olbrisch, Oststeinbek durchgeführt wurde und gemäß Anforderung der zuständigen unteren Wasserbehörde, ein maximal zulässiger Abfluß von ~~80,0~~ 50,0 l/s angesetzt.

Die Summe der Beckenzuflüsse entspricht bei gegebener Regenspende einer reduzierten Fläche von:

$$\begin{aligned} A_{\text{red},RRB1} &= Q_{RRB1} / r_{15,1} = 399,3 \text{ l/s} / 100,0 \text{ l/(sxha)} \\ &= 3,993 \text{ ha} \end{aligned}$$

Weitere Parameter können der Listenberechnung auf Seite 9 entnommen werden.

Die Berechnung ergibt bei einem gedrosseltem Abfluss in den Vorfluter „Schwarze Au“ von ~~80,0~~ **50,0 l/s** ein erforderliches Beckenvolumen von ~~758,0~~ **964 m³** für ein 5-jährliches Regenereignis ($n = 0,2$) sowie ein Beckenvolumen von ~~1309,0~~ **1617 m³** bei Ansatz eines 50-jährigen Regenereignisses ($n = 0,02$). Unter Einhaltung der vorhandenen Aufstauhöhe von ca. ~~0,25~~ **0,32 m** ($n = 0,2$) errechnet sich eine erforderliche Beckenfläche von **3000,0 m²**.

Die notwendige Beckenerweiterung bei einer vorhandenen Beckenfläche von 1600,0 m² beträgt somit:

$$\begin{aligned} A_{\text{Erw.}} &= A_{\text{erf.}} - A_{\text{vorh.}} \\ &= 3000,0 \text{ m}^2 - 1600,0 \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{1400,0 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

Der o. g. Berechnungsansatz für das RRB1 ist Bestandteil des aufgestellten und geprüften Bauentwurfes.

Regenrückhaltebecken Ortsumgebung

Raste 39/2

Bemessung von Regenrückhalteräumen n. ATV - DVWK - Arbeitsblatt 117

- Einfaches Verfahren -

Eingabewerte:

Fläche des kanalisiertem Einzugsgebietes A _{E,k} =	3,993	ha
befestigte Fläche A _{E,b} =	3,993	ha
nicht befestigte Fläche A _{E,nb} =	0,000	ha
vorgegebene Drosselabflusspende q _{dr,k} =		l / (s * ha)
mittlerer Abflussbeiwert Ψ _{m,b} =	1,00	1
mittlerer Abflussbeiwert Ψ _{m,nb} =	0,00	1
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen Q _{dr,v} =	0,00	l / s
Trockenwetterabfluss Q _{t24} =	0,00	l / s

Berechnung:

undurchlässige Fläche =	$A_U = A_{E,b} * \Psi_{m,b} + A_{E,nb} * \Psi_{m,nb} =$	3,993	ha
Drosselabfluss des RRB =	$Q_{dr} = (q_{dr,k} * A_{E,k}) + Q_{dr,u} =$	80,0	l / s
Regenanteil der Drosselabflusspende, bezogen auf A _U =	$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{t24}) / A_U =$	20,0	l / (s * ha)
Fließzeit t _f =		15	min
Abminderungsfaktor f _A =		1,00	1
Zuschlagsfaktor f _Z =		1,20	1

$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$ [m³ / ha]

$V = V_{s,u} * A_U$

Überschreitungshäufigkeit n = 0,02

Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,1}	Drosselabflusspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speichervolumen V _{s,u}	erforderliches Speichervolumen V
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]
45	116,2	20,0	96,2	311,6	1244
60	95,9	20,0	75,9	327,7	1309
90	68,9	20,0	48,9	316,6	1264
120	54,6	20,0	34,6	298,6	1192
180	39,2	20,0	19,2	248,4	992

notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche 3000,00 m² Höhe= 0,44 m

Überschreitungshäufigkeit n = 0,2

Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,1}	Drosselabflusspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speichervolumen V _{s,u}	erforderliches Speichervolumen V
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]
15	158,20	20,0	138,2	149,2	596
20	131,10	20,0	111,1	159,9	639
30	100,60	20,0	80,6	174,0	695
45	77,20	20,0	57,2	185,2	740
60	64,00	20,0	44,0	189,9	758
90	46,50	20,0	26,5	171,5	685

notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche 3000,00 m² Höhe= 0,25 m

Berücksichtigung aktueller Erschließungen der Stadt Schwarzenbek

Aufgrund der aktuellen Erschließungsplanung zum Bebauungsgebiet Nr. 47b und Nr. 49 wurden die bestehenden und geplanten Zuflüsse zum RRB1 nochmals überprüft und aktuell zusammengestellt.

Somit ergibt sich auch eine Anpassung der Abflussmenge aus dem Streckenabschnitt I, Gebiet 2 und 3, die nun abzüglich des landwirtschaftlichen Abflusses aus den Einzugsflächen G und H (Ansatz 50%) berücksichtigt wird.

Gleiches gilt für den Abschnitt des Zubringer Nord. Aufgrund verschiedener Erschließungsmaßnahmen wurden die Außengebiete O, P und R aus der Abflussmenge des Zubringer Nord herausgenommen und durch die Drosselabflüsse aus den Erschließungsbereichen ersetzt.

Für das Erschließungsgebiet Nr. 47b wurde eine Anpassung der Drosselabflussmenge von 50,0 l/s (vormals 90 l/s) berücksichtigt, um eine Volumenreserve für das zuvor genannte Bebauungsplangebiet Nr. 49 zu erhalten.

Grundlage für die o. g. Flächenbilanzierungen bildet der Einzugsflächenplan RRB1 (Planfeststellungsunterlage von 1992 für Streckenabschnitt I).

Demnach ergeben sich nachfolgende Flächenverteilungen und Abflussansätze:

- a.) Streckenabschnitt I mit 54,6 l/s abzüglich der Außenflächen G mit 6,0 ha und H mit 2,9 ha (Ansatz 50%) und einem landwirtschaftlichen Abfluss von 1,2 l/s · ha.

$$Q_{r(a)} = 54,6 - (6,0 + (2,9 \cdot 0,5)) \cdot 1,2 = 54,6 - 8,9 = \mathbf{45,7 \text{ l/s}}$$

- b.) Streckenabschnitt II mit $Q_{r(b)} = \mathbf{103,4 \text{ l/s}}$

- c.) Zubringer Nord mit 98,3 l/s abzüglich der Außenflächen O mit 1,54 ha, P mit 6,07 ha und R mit 3,94 ha unter Ansatz des landwirtschaftlichen Abflusses von 1,2 l/s · ha.

$$Q_{r(c)} = 98,3 - (1,54 + 6,07 + 3,94) \cdot 1,2 = 98,3 - 13,9 = \mathbf{84,4 \text{ l/s}}$$

- d.) B-Plan 47 mit $Q_{r(d)} = \mathbf{53,0 \text{ l/s}}$

- e.) B-Plan 47a mit einer Drosselabflussmenge von $Q_{r(e)} = 18,5 + 4,0 = \mathbf{22,5 \text{ l/s}}$

- f.) B-Plan 47b mit veränderter Drosselabflussmenge von $Q_{r(f)} = \mathbf{50,0 \text{ l/s}}$

- g.) B-Plan 49 mit einer angenommenen Drosselabflussmenge $Q_{r(g)} = \mathbf{35,0 \text{ l/s}}$

$$\mathbf{\text{Aktuelle Summe RRB1, } Q_{r,RRB1} = 394,0 \text{ l/s}}$$

Die auf Seite 8 geplante Beckengeometrie, die Höhe der Beckensohle und auch das max. Stauziel im Becken werden für die weiteren Berechnungen übernommen.

Für die Überprüfung des Rückhaltevolumens erfolgt eine Umrechnung des Beckenzuflusses von $Q_{r,RRB1} = 394 \text{ l/s}$ über die aktuelle Regenspende von $r_{15,1} = 97,2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$. Es ergibt sich eine Fläche von $A_{u,RRB1}$ bzw. $A_{E,RRB3} = \mathbf{4,053 \text{ ha}}$ aus den Zuflussbereichen a.) bis g.).

Die Ermittlung des erforderlichen Stauvolumens für die Rückhaltung ist in der nachfolgenden Tabelle zu erkennen. Iterativ wurde ein maximal erforderliches Stauvolumen für ein 5-jährliches Regenerereignis von:

$$\mathbf{\text{erf. } V = 726\text{-}967 \text{ m}^3 < V_{RRB3} = 758\text{-}1559 \text{ m}^3 \text{ ermittelt.}}$$

Tabelle alt

Regenrückhaltebecken zum vorhandenen RRB1 im Bereich B404 und Zubringer Nord mit Anschluss von Q_{dr} = 80 l/s an die Schwarze Au		Raster 39/22																																										
Bemessung von Regenrückhalteräumen n. ATV - DVWK - Arbeitsblatt 117 - Einfaches Verfahren -		aktuelles KOSTRA-Datenblatt																																										
Eingabewerte:																																												
Fläche des kanalisierten Einzugsgebietes A _{E,k} =		4,053 ha																																										
befestigte Fläche A _{E,b} =		4,053 ha																																										
nicht befestigte Fläche A _{E,nb} =		0,000 ha																																										
vorgegebene Drosselabflussspende q _{dr,k} =		l / (s * ha)																																										
mittlerer Abflussbeiwert Ψ _{m,b} =		1,00 1																																										
mittlerer Abflussbeiwert Ψ _{m,nb} =		0,00 1																																										
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen Q _{dr,v} =		0,00 l / s																																										
Trockenwetterabfluss Q _{t24} =		0,00 l / s																																										
Berechnung:																																												
undurchlässige Fläche =	A _U = A _{E,b} * Ψ _{m,b} + A _{E,nb} * Ψ _{m,nb} =	4,053 ha																																										
Drosselabfluss des RRB =	Q _{dr} = (q _{dr,k} * A _{E,k}) + Q _{dr,u} =	80,0 l / s																																										
Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A _U =	q _{dr,r,u} = (Q _{dr} - Q _{dr,v} - Q _{t24}) / A _U =	19,7 l / (s * ha)																																										
Fließzeit t _f =		10 min																																										
Abminderungsfaktor f _A =		0,99 1																																										
Zuschlagsfaktor f _z =		1,20 1																																										
V _{s,u} =	(r _{D,n} - q _{dr,r,u}) * D * f _z * f _A * 0,06 [m ³ / ha]																																											
V =	V _{s,u} * A _U																																											
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,02																																											
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende r_{N,n=0,02}</th> <th>Drosselabflussspende q_{dr,r,u}</th> <th>Differenz zw. r und q_{dr,r,u}</th> <th>spez. Speicher- volumen V_{s,u}</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>45</td><td>112,2</td><td>19,7</td><td>92,5</td><td>296,6</td><td>1202</td></tr> <tr><td>60</td><td>91</td><td>19,7</td><td>71,3</td><td>304,8</td><td style="background-color: yellow;">1235</td></tr> <tr><td>90</td><td>66,8</td><td>19,7</td><td>47,1</td><td>301,9</td><td>1224</td></tr> <tr><td>120</td><td>53,7</td><td>19,7</td><td>34,0</td><td>290,5</td><td>1177</td></tr> <tr><td>180</td><td>39,4</td><td>19,7</td><td>19,7</td><td>252,3</td><td>1022</td></tr> </tbody> </table>	Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,02}	Drosselabflussspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speicher- volumen V _{s,u}	erforderliches Speicher- volumen V	[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]	45	112,2	19,7	92,5	296,6	1202	60	91	19,7	71,3	304,8	1235	90	66,8	19,7	47,1	301,9	1224	120	53,7	19,7	34,0	290,5	1177	180	39,4	19,7	19,7	252,3	1022	
Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,02}	Drosselabflussspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speicher- volumen V _{s,u}	erforderliches Speicher- volumen V																																							
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]																																							
45	112,2	19,7	92,5	296,6	1202																																							
60	91	19,7	71,3	304,8	1235																																							
90	66,8	19,7	47,1	301,9	1224																																							
120	53,7	19,7	34,0	290,5	1177																																							
180	39,4	19,7	19,7	252,3	1022																																							
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	3000,00 m ²	Höhe=	0,41 m																																									
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,2																																											
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende r_{N,n=0,2}</th> <th>Drosselabflussspende q_{dr,r,u}</th> <th>Differenz zw. r und q_{dr,r,u}</th> <th>spez. Speicher- volumen V_{s,u}</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>152,60</td><td>19,7</td><td>132,9</td><td>142,1</td><td>576</td></tr> <tr><td>20</td><td>129,20</td><td>19,7</td><td>109,5</td><td>156,0</td><td>632</td></tr> <tr><td>30</td><td>100,10</td><td>19,7</td><td>80,4</td><td>171,8</td><td>696</td></tr> <tr><td>45</td><td>75,60</td><td>19,7</td><td>55,9</td><td>179,2</td><td style="background-color: yellow;">726</td></tr> <tr><td>60</td><td>61,20</td><td>19,7</td><td>41,5</td><td>177,3</td><td>719</td></tr> </tbody> </table>	Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,2}	Drosselabflussspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speicher- volumen V _{s,u}	erforderliches Speicher- volumen V	[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]	15	152,60	19,7	132,9	142,1	576	20	129,20	19,7	109,5	156,0	632	30	100,10	19,7	80,4	171,8	696	45	75,60	19,7	55,9	179,2	726	60	61,20	19,7	41,5	177,3	719	
Dauerstufen	zugehörige Regenspende r _{N,n=0,2}	Drosselabflussspende q _{dr,r,u}	Differenz zw. r und q _{dr,r,u}	spez. Speicher- volumen V _{s,u}	erforderliches Speicher- volumen V																																							
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]																																							
15	152,60	19,7	132,9	142,1	576																																							
20	129,20	19,7	109,5	156,0	632																																							
30	100,10	19,7	80,4	171,8	696																																							
45	75,60	19,7	55,9	179,2	726																																							
60	61,20	19,7	41,5	177,3	719																																							
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	3000,00 m ²	Höhe=	0,24 m																																									

Tabelle neu

Regenrückhaltebecken zum vorhandenen RRB1 im Bereich B404 und Zubringer Nord mit Anschluss von Qdr = 50 l/s an die Schwarze Au		Raster	39/22																																												
Bemessung von Regenrückhalteräumen n. ATV - DVWK - Arbeitsblatt 117 - Einfaches Verfahren -		aktuelles KOSTRA-Datenblatt																																													
Eingabewerte:																																															
Fläche des kanalisierten Einzugsgebietes $A_{E,k}$ =		4,053	ha																																												
befestigte Fläche $A_{E,b}$ =		4,053	ha																																												
nicht befestigte Fläche $A_{E,nb}$ =		0,000	ha																																												
vorgegebene Drosselabflussspende $q_{dr,k}$ =			l / (s * ha)																																												
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,b}$ =		1,00	1																																												
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,nb}$ =		0,00	1																																												
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen $Q_{dr,v}$ =		0,00	l / s																																												
Trockenwetterabfluss Q_{l24} =		0,00	l / s																																												
Berechnung:																																															
undurchlässige Fläche =	$A_U = A_{E,b} * \Psi_{m,b} + A_{E,nb} * \Psi_{m,nb} =$	4,053	ha																																												
Drosselabfluss des RRB =	$Q_{dr} = (q_{dr,k} * A_{E,k}) + Q_{dr,v} =$	25,0	l / s																																												
Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A_U =	$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{l24}) / A_U =$	6,2	l / (s * ha)																																												
Fließzeit t_f =		10	min																																												
Abminderungsfaktor f_A =		0,98	1																																												
Zuschlagsfaktor f_z =		1,10	1																																												
$V_{s,u} =$	$(r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$		[m ³ / ha]																																												
$V =$	$V_{s,u} * A_U$																																														
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,02	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$</th> <th>Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>180</td> <td>39,4</td> <td>6,2</td> <td>33,2</td> <td>386,9</td> <td>1568</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>31,7</td> <td>6,2</td> <td>25,5</td> <td>396,3</td> <td>1606</td> </tr> <tr> <td>360</td> <td>23,3</td> <td>6,2</td> <td>17,1</td> <td>398,9</td> <td>1617</td> </tr> <tr> <td>540</td> <td>17,1</td> <td>6,2</td> <td>10,9</td> <td>381,8</td> <td>1547</td> </tr> <tr> <td>720</td> <td>13,7</td> <td>6,2</td> <td>7,5</td> <td>350,7</td> <td>1422</td> </tr> </tbody> </table>				Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V	[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]	180	39,4	6,2	33,2	386,9	1568	240	31,7	6,2	25,5	396,3	1606	360	23,3	6,2	17,1	398,9	1617	540	17,1	6,2	10,9	381,8	1547	720	13,7	6,2	7,5	350,7	1422
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V																																										
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]																																										
180	39,4	6,2	33,2	386,9	1568																																										
240	31,7	6,2	25,5	396,3	1606																																										
360	23,3	6,2	17,1	398,9	1617																																										
540	17,1	6,2	10,9	381,8	1547																																										
720	13,7	6,2	7,5	350,7	1422																																										
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	3500,00	m ²	Höhe=	0,46 m																																											
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$</th> <th>Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>61,20</td> <td>6,2</td> <td>55,0</td> <td>213,6</td> <td>866</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>45,00</td> <td>6,2</td> <td>38,8</td> <td>226,0</td> <td>916</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>36,20</td> <td>6,2</td> <td>30,0</td> <td>233,1</td> <td>945</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>26,60</td> <td>6,2</td> <td>20,4</td> <td>237,9</td> <td>964</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>21,40</td> <td>6,2</td> <td>15,2</td> <td>236,4</td> <td>958</td> </tr> </tbody> </table>				Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V	[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]	60	61,20	6,2	55,0	213,6	866	90	45,00	6,2	38,8	226,0	916	120	36,20	6,2	30,0	233,1	945	180	26,60	6,2	20,4	237,9	964	240	21,40	6,2	15,2	236,4	958
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabfluss- spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V																																										
[min]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[l/s*ha]	[m ³ /ha]	[m ³]																																										
60	61,20	6,2	55,0	213,6	866																																										
90	45,00	6,2	38,8	226,0	916																																										
120	36,20	6,2	30,0	233,1	945																																										
180	26,60	6,2	20,4	237,9	964																																										
240	21,40	6,2	15,2	236,4	958																																										
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	3000,00	m ²	Höhe=	0,32 m																																											

rote Markierung entspricht den eigenen Eingabewerten

Bezogen auf das ermittelte Rückhaltevolumen von **726 964 m³** und unter Ansatz der geplanten **Erweiterungsfläche im Bereich des RRB1 von 3000 m²** beträgt der Aufstau im Becken rd. **$h_B = 0,24 \text{ 0,32 m}$** .

Das vorhandene RRB1 ist nach Ansatz der geltenden anerkannten Regeln der Technik für die Bemessung von Rückhalteanlagen gemäß DWA A-117 und nach Ansatz der aktuellen Regenspenden im Bezug auf die geplanten Zuflussmengen ausreichend dimensioniert. Eine Anpassung der hydraulischen Randbedingungen ist nicht erforderlich.

Die Beckennutzung des RRB1 teilt sich zwischen dem Bund und der Stadt Schwarzenbek dann wie folgt auf:

a.)	Streckenabschnitt I:	45,7 l/s	≈ 11,6 %
b.)	Streckenabschnitt II ca.	103,4 l/s	≈ 26,2 %
c.)	Zubringer Nord:	84,4 l/s	≈ 21,4 %
d.)	B-Plan 47:	53,0 l/s	≈ 13,5 %
e.)	B-Plan 47a:	22,5 l/s	≈ 5,7 %
f.)	B-Plan 47b	50,0 l/s	≈ 12,7 %
g.)	B-Plan 49	<u>35,0 l/s</u>	≈ 8,9 %
	Summe RRB1, Q_{RRB1}	394,0 l/s	100,0 %

Kostenanteil Bund a.) und b.) 37,8 %

Kostenanteil Stadt Schwarzenbek c.) bis g.) 62,2 %

Auf das Bauwerksverzeichnis Nr. 2 unter der Anlage 10.2 wird an dieser Stelle verwiesen.

13.2.2.2 Überprüfung des vorh. Absetzbeckens und der Ölsperre

Gemäß der Wassertechnischen Berechnung zum „Teil A) der Ortsumgehung Schwarzenbek (B404n)“ vom 16.09.1991 übersteigt der nun geplante Bemessungszufluss nicht den ehemals angenommenen Zufluss von 415,6 l/s. Ein Nachweis der Absetzeinrichtungen erfolgt auf Grundlage folgender Daten:

Oberflächenabfluss ($Q_{r,1} = Q_{bem.}$)	Q_{bem}	= 399,3 l/s
Oberflächenbeschickung	q_A	= 10 m/h
vorh. Beckentiefe	h_B	= 2,0 m

vorh. Beckenfläche	$O_{\text{vorh.}}$	= 280 m ²
Steiggeschwindigkeit	v_s	= 0,0025 m/s
Höhe des Ölfangraumes	h_s	= 0,3 m

Überprüfung des Absetzbeckens

Erforderliches Beckenvolumen

$$\begin{aligned}
 V_{\text{vorh.}} &= O_{\text{vorh.}} \cdot h_B \\
 &= 280,0 \text{ m}^2 \cdot 2,0 \text{ m} \\
 &= \mathbf{560,0 \text{ m}^3} \\
 V_{\text{erf}} &= (3,6 \cdot Q_{\text{bem}} \cdot h_B) / q_A \\
 &= (3,6 \cdot 399,3 \cdot 2,0) / 10 \\
 &= \mathbf{287,5 \text{ m}^3} < V_{\text{vorh}} = 560 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Nachweis der erf. Beckenoberfläche gem. RiStWag

$$\begin{aligned}
 O_{\text{erf}} &= Q_{\text{bem}} / v_s \\
 &= 0,3993 \text{ m}^3/\text{s} / 0,0025 \text{ m/s} \\
 &= \mathbf{159,72 \text{ m}^2} < O = 280 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

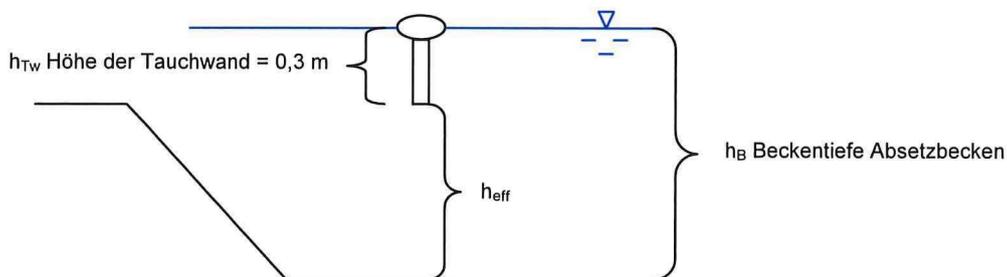
Nachweis der Ölsperre

Nachweis des erf. Ölfangraumes gem. RiStWag

$$\begin{aligned}
 V_{\text{öl,vorh}} &= O \cdot h_s \\
 &= 280 \text{ m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} \\
 &= \mathbf{84 \text{ m}^3} > V_{\text{öl,erf}} (\text{RiStWag}) = 30,0 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Horizontale Fließgeschwindigkeit v_h des Bemessungszuflusses unter der Tauchwand:

Abflussfläche A unter der Tauchwand (eine Tauchwand ragt bis etwa 0,3 m unter die Wasseroberfläche) :

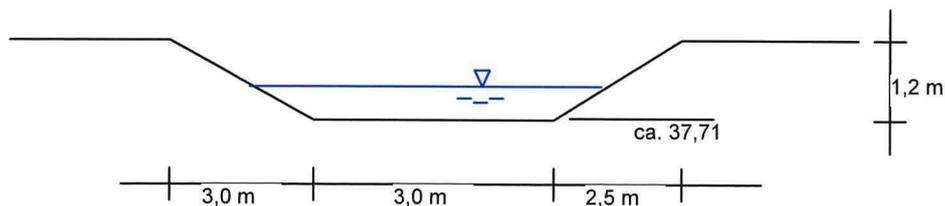


Vorhandene Länge der Tauchwand = 8,0 m,

$$\begin{aligned}
 A &= h_{\text{eff}} \cdot b_{\text{TW}} \\
 &= (h_B - 0,3) \cdot 8,0 \\
 &= \underline{\underline{13,6 \text{ m}^2}} \\
 v_h &= Q_{r,1} / A \\
 &= 0,399 / 13,6 \\
 &= \underline{\underline{0,02934 \text{ m/s} < 0,05 \text{ m/s} = v_{\text{zul}}}}
 \end{aligned}$$

Nachweis der vorhandenen Überlaufschwelle

Zwischen dem Absetzbecken und dem Rückhaltebecken befindet sich eine gepflasterte Überlaufschwelle. Die angegebenen Maße wurden vor Ort aufgemessen bzw. wurden Ausführungsplänen aus dem Jahr 1995 entnommen.



Die Berechnung des Überfalls erfolgt nach der Formel:

$$Q_{\text{mögl.}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{\text{ü}}^{2/3}$$

mit $\mu = 0,5$ (breite, abgerundete Wehrkrone)
 $h_{\text{ü}} = 0,24$ (Differenz $W_{\text{sp}_{\text{max}}} (=37,95) - 37,71$)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} \cdot 0,5 \cdot 3,0 \text{ m} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,24 \text{ m}^{2/3} \\
 &= 1,711 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{mögl.}} = 1,711 \text{ m}^3/\text{s} > 0,399 \text{ m}^3/\text{s} = Q_{\text{bem}}$$

Diese Wassermenge ist kleiner als der Bemessungswasserzufluss. Eine Anpassung des Absetzbeckens ist somit nicht erforderlich.

13.2.2.2.3 Bemessung des Rückhaltebeckens Nr. 2

Die Lage des geplanten Regenrückhaltebeckens 2 wurde südwestlich des Anschlussbereiches zwischen der Ortsumgehung und der B 207 gewählt.

Die Volumenberechnung wurde nach ATV-A 117 durchgeführt und beruht auf dem Ansatz des für Schwarzenbek gültigen KOSTRA- Rasterfeldes 39/23 für die maximalen Niederschlagsereignisse (siehe Anhang - [Tabelle 1](#)).

Fläche Einzugsgebiet kanalisiert (brutto)	A_{E2}	=	1,37 ha
Fläche Einzugsgebiet befestigt (netto)	A_{U2}	=	0,49 ha
resultierender mittlerer Abflussbeiwert	Ψ_2	=	A_{U2} / A_{E2}
		=	0,49 ha / 1,37 ha
		=	0,359

Weitere Parameter sind der Listenberechnung zu entnehmen.

Die Berechnung ergibt bei einem gedrosseltem Abfluss in das offene Gelände von **5,0 l/s** ein erforderliches Beckenvolumen von **116,0 m³** für ein 5-jährliches Regenereignis ($n = 0,2$) sowie ein Beckenvolumen von **189,0 m³** nach Ansatz eines 50-jährigen Regenereignisses ($n = 0,02$). Aus einer geplanten Beckenfläche von **1040,0 m²** resultieren die Einstauhöhen von:

$$h_{\text{Stau},n=0,2} = 0,11 \text{ m}$$

$$h_{\text{Stau},n=0,02} = 0,18 \text{ m}$$

Die Drosselung erfolgt durch einen mechanischen Abflussregler mit einem konstantem Abfluss von 5,0 l/s.

Diese Abflussmenge wird auf der gepl. Versickerungsfläche versickert.

Bei der Annahme eines kf- Wertes von $1 \cdot 10^{-5}$ gemäß Bodengutachten ergibt sich aus der o.g. Versickerungsfläche eine Versickerungsrate mit 4,1 l/s (siehe [Tabelle 2](#))

Der Nachweis des, für die Versickerung erforderlichen Volumens, erfolgt ebenfalls tabellarisch für einen 5- jährlichen Regenereignis sowie eine Zulaufmenge von 5 l/s und ist der [Tabelle 3](#) zu entnehmen.

Tabelle 1

Regenrückhaltebecken Entwässerungsabschnitt 2		Raster	39/23																																																		
Ortsumgebung Schwarzenbek																																																					
Bemessung von Regenrückhalteräumen n. ATV - DVWK - Arbeitsblatt 117 - Einfaches Verfahren -																																																					
<u>Eingabewerte:</u>																																																					
Fläche des kanalisierten Einzugsgebietes $A_{E,k}$ =		1,370	ha																																																		
befestigte Fläche $A_{E,b}$ =		0,492	ha																																																		
nicht befestigte Fläche $A_{E,nb}$ =		0,878	ha																																																		
vorgegebene Drosselabflussspende $q_{dr,k}$ =			l / (s * ha)																																																		
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,b}$ =		1,00	1																																																		
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,nb}$ =		0,00	1																																																		
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen $Q_{dr,v}$ =		0,00	l / s																																																		
Trockenwetterabfluss Q_{t24} =		0,00	l / s																																																		
<u>Berechnung:</u>																																																					
undurchlässige Fläche =	$A_U = A_{E,b} * \Psi_{m,b} + A_{E,nb} * \Psi_{m,nb} =$	0,492	ha																																																		
Drosselabfluss des RRB =	$Q_{dr} = (q_{dr,k} * A_{E,k}) + Q_{dr,v} =$	5,0	l / s																																																		
Regenanteil der Drosselabflussspende, bezogen auf A_U =	$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{t24}) / A_U =$	10,2	l / (s * ha)																																																		
Fließzeit t_f =		15	min																																																		
Abminderungsfaktor f_A =		1,00	1																																																		
Zuschlagsfaktor f_Z =		1,20	1																																																		
$V_{s,u} =$	$(r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_Z * f_A * 0,06$		[m ³ / ha]																																																		
$V =$	$V_{s,u} * A_U$																																																				
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,02	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$</th> <th>Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min/h]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>60</td><td>95,9</td><td>10,2</td><td>85,7</td><td>370,4</td><td>182</td></tr> <tr><td>90</td><td>68,9</td><td>10,2</td><td>58,7</td><td>380,6</td><td>187</td></tr> <tr><td>120</td><td>54,6</td><td>10,2</td><td>44,4</td><td>383,9</td><td>189</td></tr> <tr><td>180</td><td>39,2</td><td>10,2</td><td>29,0</td><td>376,3</td><td>185</td></tr> <tr><td>240</td><td>31,1</td><td>10,2</td><td>20,9</td><td>361,8</td><td>178</td></tr> </tbody> </table>				Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V	[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]	60	95,9	10,2	85,7	370,4	182	90	68,9	10,2	58,7	380,6	187	120	54,6	10,2	44,4	383,9	189	180	39,2	10,2	29,0	376,3	185	240	31,1	10,2	20,9	361,8	178						
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V																																																
[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]																																																
60	95,9	10,2	85,7	370,4	182																																																
90	68,9	10,2	58,7	380,6	187																																																
120	54,6	10,2	44,4	383,9	189																																																
180	39,2	10,2	29,0	376,3	185																																																
240	31,1	10,2	20,9	361,8	178																																																
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche		1040,00	m ²	Höhe=	0,18 m																																																
Überschreitungs- häufigkeit	n = 0,2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$</th> <th>Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speicher- volumen V</th> </tr> <tr> <th>[min/h]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>131,1</td><td>10,2</td><td>120,9</td><td>174,1</td><td>86</td></tr> <tr><td>30</td><td>100,6</td><td>10,2</td><td>90,4</td><td>195,3</td><td>96</td></tr> <tr><td>45</td><td>77,2</td><td>10,2</td><td>67,0</td><td>217,2</td><td>107</td></tr> <tr><td>60</td><td>64,0</td><td>10,2</td><td>53,8</td><td>232,6</td><td>114</td></tr> <tr><td>90</td><td>46,5</td><td>10,2</td><td>36,3</td><td>235,5</td><td>116</td></tr> <tr><td>120</td><td>37,0</td><td>10,2</td><td>26,8</td><td>231,9</td><td>114</td></tr> </tbody> </table>				Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V	[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]	20	131,1	10,2	120,9	174,1	86	30	100,6	10,2	90,4	195,3	96	45	77,2	10,2	67,0	217,2	107	60	64,0	10,2	53,8	232,6	114	90	46,5	10,2	36,3	235,5	116	120	37,0	10,2	26,8	231,9	114
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabflussspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speicher- volumen $V_{s,u}$	erforderliches Speicher- volumen V																																																
[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]																																																
20	131,1	10,2	120,9	174,1	86																																																
30	100,6	10,2	90,4	195,3	96																																																
45	77,2	10,2	67,0	217,2	107																																																
60	64,0	10,2	53,8	232,6	114																																																
90	46,5	10,2	36,3	235,5	116																																																
120	37,0	10,2	26,8	231,9	114																																																
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche		1040,00	m ²	Höhe=	0,11 m																																																



Tabelle 2

OU Schwarzenbek Streckenabschnitt II, Entw. Abschn. 2, RRB 2 - Einleitstelle
Berechnung der mittl. Versickerungsrate -Fläche

Nachweis der Versickerungsrate:

Eingabe

$k_f = 1 \cdot 10^{-5} =$	0,000010		
$A_B =$	825	m ² =	Fläche - Sohle
$A_W =$	825	m ² =	Wasserspiegel beim Aufstau
	825	m ² =	mittl. Versickerungsfläche
$h_A =$	0,05	m =	Aufstauhöhe
$V_V =$	41,25	m ³ =	Verfügbares Volumen

$$Q_{s, \min} = A_B \cdot k_f / 2 = 0,0041 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_{s, \max} = A_W \cdot k_f / 2 = 0,0041 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_{s, \text{mittl.}} = (Q_{s, \min} + Q_{s, \max}) / 2 = 0,0041 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$4,1 \text{ l/s}$$



Tabelle 3

O.U. Schwarzenbek Streckenabschnitt II, Entw. Abschn. 2 RRB 2 - Einleitstelle

Zulaufmenge m ³	5,0 l/s min	T min,h	hN mm/qm	RN l/(sxha)	RN*10 cbm/ha	Ared ha	V cbm	Beckenzul. l/s	Vab cbm	Speicher. cbm	Beckenabfl. l/s
1,5	5	5	7,8	261,60	78,0	0	1,5	5,0	1,2	0	4,1
3	10	10	11,3	188,90	113,0	0	3,0	5,0	2,5	1	4,1
4,5	15	15	13,7	152,60	137,0	0	4,5	5,0	3,7	1	4,1
6	20	20	15,5	129,20	155,0	0	6,0	5,0	4,9	1	4,1
9	30	30	18,0	100,10	180,0	0	9,0	5,0	7,4	2	4,1
13,5	45	45	20,4	75,60	204,0	0	13,5	5,0	11,1	2	4,1
18	60	60	22,0	61,20	220,0	0	18,0	5,0	14,8	3	4,1
27	90	90	24,3	45,00	243,0	0	27,0	5,0	22,1	5	4,1
36	120	2	26,1	36,20	261,0	0	36,0	5,0	29,5	6	4,1
54	180	3	28,8	26,60	288,0	0	54,0	5,0	44,3	10	4,1
72	240	4	30,8	21,40	308,0	0	72,0	5,0	59,0	13	4,1
108	360	6	34,0	15,80	340,0	0	108,0	5,0	88,6	19	4,1
162	540	9	37,6	11,60	376,0	0	162,0	5,0	132,8	29	4,1
216	720	12	40,3	9,30	403,0	0	197,5	4,6	177,1	20	4,1
324	1080	18	43,8	6,80	438,0	0	214,6	3,3	265,7	-51	4,1
432	1440	24	47,4	5,50	474,0	0	232,3	2,7	354,2	-122	4,1
664	2880	48	59,3	3,40	593,0	0	290,6	1,7	708,5	-418	4,1
1296	4320	72	67,7	2,60	677,0	0	331,7	1,3	1062,7	-731	4,1

Zuschlagsfaktor $f_Z = 1,10$

Abminderungsfaktor $f_A = 1,00$

Das erforderliche Volumen des Beckens $V_{\text{erf}} = 32 \text{ m}^3 < 41,0 \text{ m}^3 \text{ gepl.}$

Bemerkungen:

1. Angenommen: Starkniederschlagshöhen für die Bundesrepublik Deutschland "Kosträ"-Atlas des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, 2005
2. Regenereignis: angenommen 5-jährliches Regenereignis für den Raum Schwarzenbek
3. Beckenabfluß: 4,10 l/s (Versickerungsrate)

Eingabefeld

13.2.2.2.4 Bemessung des Absetzbeckens und der Ölsperre

Oberflächenabfluss ($Q_{r,2} = Q_{bem.}$)	Q_{bem}	= 49,2 l/s
Oberflächenbeschickung	q_A	= 10 m/h
Nutzbare Beckentiefe	h_B	= 2,0 m
Mittlere Beckenfläche (gewählt)	O	= 200 m ²
Steiggeschwindigkeit	v_s	= 0,0025 m/s
Horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand	v_h	= 0,05 m/s
Höhe des Ölfangraumes	h_s	= 0,3 m

Nachweis des Absetzbeckens

Erforderliches Beckenvolumen

$$\begin{aligned}V_{vorh.} &= O \cdot h_B \\ &= 200 \cdot 2,0 \\ &= \mathbf{400,0 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{erf} &= (3,6 \cdot Q_{bem} \cdot h_B) / q_A \\ &= (3,6 \cdot 49,2 \cdot 2,0) / 10 \\ &= \mathbf{35,42 \text{ m}^3} < V_{vorh} = \mathbf{400 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

Nachweis der erf. Beckenoberfläche gem. RiStWag

$$\begin{aligned}O_{erf} &= Q_{bem} / v_s \\ &= 0,0492 \text{ m}^3/\text{s} / 0,0025 \text{ m/s} \\ &= \mathbf{19,68 \text{ m}^2} < O = \mathbf{200 \text{ m}^2}\end{aligned}$$

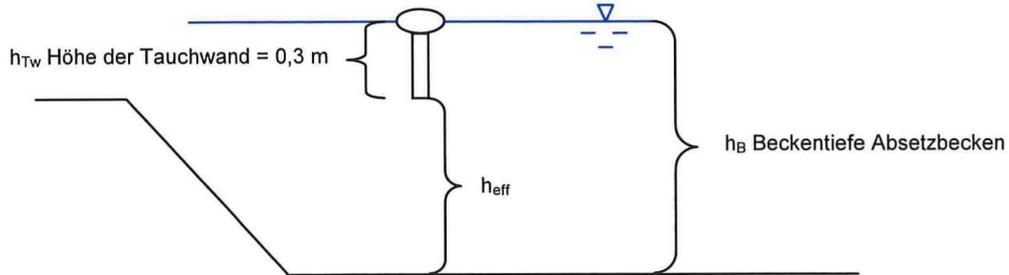
Nachweis der Ölsperre

Nachweis des erf. Ölfangraumes gem. RiStWag

$$\begin{aligned}V_{\text{öl,vorh}} &= O \cdot h_s \\ &= 200 \text{ m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} \\ &= \mathbf{60 \text{ m}^3} > V_{\text{öl,erf}} \text{ (RiStWag)} = \mathbf{30,0 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

Horizontale Fließgeschwindigkeit v_h des Bemessungszuflusses unter der Tauchwand:

Abflussfläche A unter der Tauchwand (eine Tauchwand ragt bis etwa 0,3 m unter die Wasseroberfläche) :



Gewählte Länge der Tauchwand = 22,0 m, Typ: IIIA (vgl. Hydrotechnik, Lübeck)

$$\begin{aligned} A &= h_{eff} \cdot b_{TW} \\ &= (h_B - 0,3) \cdot 22,0 \\ &= \underline{\underline{37,4 \text{ m}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_h &= Q_{r,2} / A \\ &= 0,0492 / 37,4 \\ &= \underline{\underline{0,00131 \text{ m/s} < 0,05 \text{ m/s} = v_{zul}}} \end{aligned}$$



13.2.2.2.5 Bemessung des Rückhaltebeckens Nr. 3

Der Standort des geplanten Regenrückhaltebeckens 3 wurde im östlichen Ausbaubereich auf Höhe der Station 3+600,000 vorgesehen. Das Becken wird im Osten von der geplanten Ortsumgehung und im Südwesten durch die Industriestraße begrenzt.

Die Volumenberechnung wurde nach ATV-A 117 durchgeführt und beruht auf dem Ansatz des für Schwarzenbek gültigen KOSTRA- Rasterfeldes 39/23 für die maximalen Niederschlagsereignisse (siehe Anhang).

Fläche Einzugsgebiet kanalisiert (brutto)	A_{E3}	=	1,544 ha
Fläche Einzugsgebiet befestigt (netto)	A_{U3}	=	0,462 ha
resultierender mittlerer Abflussbeiwert	Ψ_3	=	A_{U3} / A_{E3}
		=	0,462 ha / 1,544 ha
		=	0,30

Weitere Parameter sind der Listenberechnung zu entnehmen.

Die Berechnung ergibt bei einem gedrosseltem Abfluss in die öffentliche Regenwasserkanalisation von **5,0 l/s** ein erforderliches Beckenvolumen von **107,0 m³** für ein 5-jährliches Regenereignis ($n = 0,2$) sowie ein Beckenvolumen von **175,0 m³** nach Ansatz eines 50-jährigen Regenereignisses ($n = 0,02$). Aus einer geplanten Beckenfläche von ca. **640,0 m²** resultieren vorhandene Einstauhöhen von:

$$h_{\text{Stau},n=0,2} = 0,17 \text{ m}$$

$$h_{\text{Stau},n=0,02} = 0,27 \text{ m}$$

Die Drosselung erfolgt durch einen mechanischen Abflussregler mit einem konstantem Abfluss von 5,0 l/s.

Regenrückhaltebecken Entwässerungsabschnitt 3		Raster	39/23																																																	
Ortsumgebung Schwarzenbek																																																				
Bemessung von Regenrückhalteräumen n. ATV - DVWK - Arbeitsblatt 117 - Einfaches Verfahren -																																																				
<u>Eingabewerte:</u>																																																				
Fläche des kanalisiertes Einzugsgebietes $A_{E,k}$ =		1,544	ha																																																	
befestigte Fläche $A_{E,b}$ =		0,462	ha																																																	
nicht befestigte Fläche $A_{E,nb}$ =		1,082	ha																																																	
vorgegebene Drosselabflusspende $q_{dr,k}$ =			l / (s * ha)																																																	
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,b}$ =		1,00	1																																																	
mittlerer Abflussbeiwert $\Psi_{m,nb}$ =		0,00	1																																																	
Drosselabflüsse oberhalb liegender Vorentlastungen $Q_{dr,v}$ =		0,00	l / s																																																	
Trockenwetterabfluss Q_{l24} =		0,00	l / s																																																	
<u>Berechnung:</u>																																																				
undurchlässige Fläche =	$A_U = A_{E,b} * \Psi_{m,b} + A_{E,nb} * \Psi_{m,nb} =$	0,462	ha																																																	
Drosselabfluss des RRB =	$Q_{dr} = (q_{dr,k} * A_{E,k}) + Q_{dr,u} =$	5,0	l / s																																																	
Regenanteil der Drosselabflusspende, bezogen auf A_U =	$q_{dr,r,u} = (Q_{dr} - Q_{dr,v} - Q_{l24}) / A_U =$	10,8	l / (s * ha)																																																	
Fließzeit t_f =		15	min																																																	
Abminderungsfaktor f_A =		1,00	1																																																	
Zuschlagsfaktor f_z =		1,20	1																																																	
$V_{s,u} =$	$(r_{D,n} - q_{dr,r,u}) * D * f_z * f_A * 0,06$		[m ³ / ha]																																																	
$V =$	$V_{s,u} * A_U$																																																			
Überschreitungshäufigkeit $n = 0,02$																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$</th> <th>Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speichervolumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speichervolumen V</th> </tr> <tr> <th>[min/h]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>60</td><td>95,9</td><td>10,8</td><td>85,1</td><td>367,5</td><td>170</td></tr> <tr><td>90</td><td>68,9</td><td>10,8</td><td>58,1</td><td>376,3</td><td>174</td></tr> <tr><td>120</td><td>54,6</td><td>10,8</td><td>43,8</td><td>378,2</td><td>175</td></tr> <tr><td>180</td><td>39,2</td><td>10,8</td><td>28,4</td><td>367,8</td><td>170</td></tr> <tr><td>240</td><td>31,1</td><td>10,8</td><td>20,3</td><td>350,4</td><td>162</td></tr> </tbody> </table>	Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speichervolumen $V_{s,u}$	erforderliches Speichervolumen V	[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]	60	95,9	10,8	85,1	367,5	170	90	68,9	10,8	58,1	376,3	174	120	54,6	10,8	43,8	378,2	175	180	39,2	10,8	28,4	367,8	170	240	31,1	10,8	20,3	350,4	162									
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,02}$	Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speichervolumen $V_{s,u}$	erforderliches Speichervolumen V																																															
[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]																																															
60	95,9	10,8	85,1	367,5	170																																															
90	68,9	10,8	58,1	376,3	174																																															
120	54,6	10,8	43,8	378,2	175																																															
180	39,2	10,8	28,4	367,8	170																																															
240	31,1	10,8	20,3	350,4	162																																															
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	640,00	m ²	Höhe=	0,27 m																																																
Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2$																																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Dauerstufen</th> <th>zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$</th> <th>Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$</th> <th>Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$</th> <th>spez. Speichervolumen $V_{s,u}$</th> <th>erforderliches Speichervolumen V</th> </tr> <tr> <th>[min/h]</th> <th>[l/s*ha]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³]</th> <th>[m³/ha]</th> <th>[m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>131,1</td><td>10,8</td><td>120,3</td><td>173,2</td><td>80</td></tr> <tr><td>30</td><td>100,6</td><td>10,8</td><td>89,8</td><td>193,9</td><td>90</td></tr> <tr><td>45</td><td>77,2</td><td>10,8</td><td>66,4</td><td>215,1</td><td>99</td></tr> <tr><td>60</td><td>64,0</td><td>10,8</td><td>53,2</td><td>229,7</td><td>106</td></tr> <tr><td>90</td><td>46,5</td><td>10,8</td><td>35,7</td><td>231,2</td><td>107</td></tr> <tr><td>120</td><td>37,0</td><td>10,8</td><td>26,2</td><td>226,2</td><td>104</td></tr> </tbody> </table>	Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speichervolumen $V_{s,u}$	erforderliches Speichervolumen V	[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]	20	131,1	10,8	120,3	173,2	80	30	100,6	10,8	89,8	193,9	90	45	77,2	10,8	66,4	215,1	99	60	64,0	10,8	53,2	229,7	106	90	46,5	10,8	35,7	231,2	107	120	37,0	10,8	26,2	226,2	104			
Dauerstufen	zugehörige Regenspende $r_{N,n=0,2}$	Drosselabflusspende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	spez. Speichervolumen $V_{s,u}$	erforderliches Speichervolumen V																																															
[min/h]	[l/s*ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /ha]	[m ³]																																															
20	131,1	10,8	120,3	173,2	80																																															
30	100,6	10,8	89,8	193,9	90																																															
45	77,2	10,8	66,4	215,1	99																																															
60	64,0	10,8	53,2	229,7	106																																															
90	46,5	10,8	35,7	231,2	107																																															
120	37,0	10,8	26,2	226,2	104																																															
notwendige Einstauhöhe bei vorgegebene Fläche	640,00	m ²	Höhe=	0,17 m																																																

13.2.2.2.4 Bemessung des Absetzbeckens und der Ölsperre

Oberflächenabfluss ($Q_{r,3} = Q_{bem.}$)	Q_{bem}	= 46,2 l/s
Oberflächenbeschickung	q_A	= 10 m/h
Nutzbare Beckentiefe	h_B	= 2,0 m
Mittlere Beckenfläche (gewählt)	O	= 200 m ²
Steiggeschwindigkeit	v_s	= 0,0025 m/s
Horizontale Fließgeschwindigkeit unter der Tauchwand	v_h	= 0,05 m/s
Höhe des Ölfangraumes	h_s	= 0,3 m

Nachweis des Absetzbeckens

Erforderliches Beckenvolumen

$$\begin{aligned} V_{vorh.} &= O \cdot h_B \\ &= 200 \cdot 2,0 \\ &= \mathbf{400,0 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{erf} &= (3,6 \cdot Q_{bem} \cdot h_B) / q_A \\ &= (3,6 \cdot 46,2 \cdot 2,0) / 10 \\ &= \mathbf{33,26 \text{ m}^3} < \mathbf{V_{vorh} = 400 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Nachweis der erf. Beckenoberfläche gem. RiStWag

$$\begin{aligned} O_{erf} &= Q_{bem} / v_s \\ &= 0,0462 \text{ m}^3/\text{s} / 0,0025 \text{ m/s} \\ &= \mathbf{18,5 \text{ m}^2} < \mathbf{O = 200 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

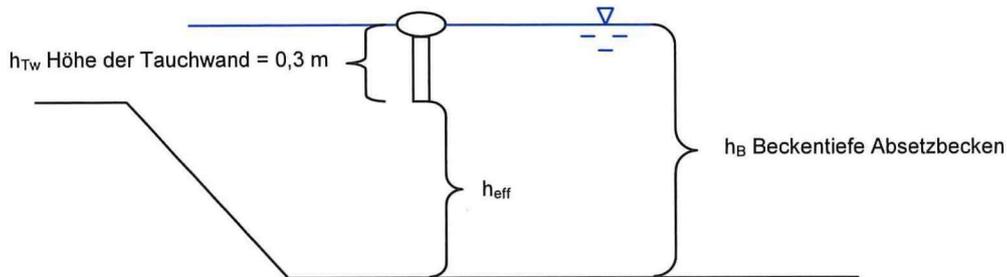
Nachweis der Ölsperre

Nachweis des erf. Ölfangraumes gem. RiStWag

$$\begin{aligned} V_{öl,vorh} &= O \cdot h_s \\ &= 200 \text{ m}^2 \cdot 0,30 \text{ m} \\ &= 60 \text{ m}^3 > V_{öl,erf} (\text{RiStWag}) = 30,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Horizontale Fließgeschwindigkeit v_h des Bemessungszuflusses unter der Tauchwand:

Abflussfläche A unter der Tauchwand (eine Tauchwand ragt bis etwa 0,3 m unter die Wasseroberfläche) :



Gewählte Länge der Tauchwand = 21,0 m, Typ: IIIA (vgl. Hydrotechnik, Lübeck)

$$\begin{aligned} A &= h_{\text{eff}} \cdot b_{\text{TW}} \\ &= (h_B - 0,3) \cdot 21,0 \\ &= \underline{\underline{35,7 \text{ m}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_h &= Q_{r,3} / A \\ &= 0,0462 / 35,7 \\ &= \underline{\underline{0,00129 \text{ m/s} < 0,05 \text{ m/s} = v_{\text{zul}}}} \end{aligned}$$