

Unterlage 18 - Wassertechnische Untersuchungen

	Seite
Inhaltsverzeichnis	1
18.1. Erläuterungen	
18.1.1. Allgemeine Berechnungsannahmen	2 - 3
18.1.2 Beschreibung des Planungsgebietes und der Entwässerungsanlagen	4
18.1.3 Übersicht der Entwässerungsabschnitte	4 - 5
18.1.4 Beschreibung der geplanten Maßnahmen der Straßenentwässerung	5 - 9
18.2. Berechnungsunterlagen	
18.2.1 Berechnung der Entwässerungsabschnitte	10
18.2.2 Formblatt für die Bemessung von Rohrleitungen	11
18.2.3 Bewertungsverfahren nach DWA-M 153	12
18.2.4 Bemessung Regenrückhaltung nach DWA-A 117	13 - 15
18.2.5 Starkniederschlagshöhen für Deutschland, KOSTRA, DWD 2010 Niederschlagshöhen und –spenden für das Rasterfeld →46↓56 (Bad Berka)	16 - 17
18.2.6 Nachweis Versickermulden	18

18.1 Erläuterungen

18.1.1 Allgemeine Berechnungsannahmen

Die Planung und Dimensionierung der notwendigen Entwässerungsanlagen erfolgte auf der Grundlage der "Richtlinien für die Anlagen von Straßen", Teil Entwässerung RAS-EW, Ausgabe 2005 und der Regelwerke der DWA - Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

- Regenspende des Berechnungsregens:
(KOSTRA-Atlas r46/h56) $r_{15,1} = 105,6 \text{ l/(s x ha)}$
- Regenhäufigkeit $n = 1$
- Abflussbeiwerte: - befestigte Straße $\psi = 0,90$

Berechnung des Regenabflusses

Für die Ermittlung des Regenabflusses wurde das Zeitbeiwertverfahren angewandt.

Der Spitzenabfluss ergibt sich aus der Formel:

$$i = n$$

$$Q = r_{D,n} \times \sum_{i=1} A_{Ei} \times \psi_{si} \quad [\text{l/s}] \quad (\text{RAS-Ew 2005, Formel 2})$$

Hierin bedeuten:	Q	[l/s]	Oberflächenabfluss
$r_{D,n}$	[l/s ha]		Regenspende
A_{Ei}	[ha]		Größe der Entwässerungsfläche
ψ_{si}			Spitzenabflussbeiwert von Fläche A_{Ei}

Versickerraten

Grundlage RAS-Ew 2005

- Dammböschung (einschließlich Seitenstreifen und Mulde) $150 - 200 \text{ l/(s x ha)}$
- Einschnittsböschung (einschließlich Seitenstreifen und Mulde) 100 l/(s x ha)

Bemessung von Versickeranlagen

Die Dimensionierung der Versickermulden erfolgte auf Grundlage der Bemessungsregeln der DWA-A 138 unter Anwendung der Software A138XP-Versickerungs-Expert.

Nach RAS-Ew 2005 kann für Rasenmulden eine spezifische Versickerrate von 150 [l/(sxha)] angenommen werden. Da eine Selbstdichtung der Mulden nicht ausgeschlossen werden kann, wurde für die Bemessung der Versickermulde eine Durchlässigkeit von 2 cm/h (entspricht bei Bemessung nach DWA-A 138 einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u} = 5,6 \times 10^{-6}$ m/s) zugrunde gelegt. Die Nachweisführungen der geplanten Versickermulden wurde nach RAS-Ew für Häufigkeit $n = 1$ durchgeführt. Ergänzend erfolgte eine Bemessung für $n = 0,2$.

Bemessung von Regenrückhaltebecken

Die Dimensionierung des im Zuge der Gesamtplanung notwendigen Regenrückhaltebeckens erfolgt nach dem DWA-Regelwerk „Arbeitsblatt DWA-A 117 - Bemessung von Regenrückhaltebecken“, Ausgabe April 2006 und den Vorgaben des RAS-Ew 2005.

Nach DWA-M 153 Kapitel 6.3.1, Tabelle 3 a wurde der Typ des Vorflutgewässers als kleiner Flachlandbach mit einer Regenabflussspende von 15 l/(s x ha) festgelegt. Der erforderlichen Rückhalteraubemessung wurde ein Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit 1-mal in zwei Jahren ($n = 0,5$) nach RAS-Ew zugrunde gelegt.

Durchlässe

Die neu geplanten Durchlässe orientieren sich an den bereits vorhandenen Durchlässen. Nach DIN 19661-1 sind die Mindestabmessungen geregelt.

Rohrdurchlässe:

unter Wirtschaftswegen	DN 400
unter Straßen, Überführungsrampen an Bundesfernstraßen u.Ä.	DN 500
längere Durchlässe unter Bundesfernstraßen	DN 800

Rechteckdurchlässe

begehbare Durchlässe (Regelabmessung)	$l_w/l_h = 1,00\text{m}/2,00\text{m}$
---------------------------------------	---------------------------------------

Mit den neu gewählten Durchlässen sind die Anforderungen erfüllt:

Graben	Durchmesser
Beche	Rahmendurchlass B/H/L = 3/1,5/20
Steingraben	Rahmendurchlass B/H/L = 3/1,5/20
Hungerbach	DN 1000
Graben 2+430	DN 500
Graben 2+490	DN 800

18.1.2 Beschreibung des Planungsgebietes und der vorhandenen Entwässerungsanlagen

Die geplante Trasse verläuft durch das teilweise bewaldete 150 km² große Landschaftsschutzgebiet „Mittleres Ilmtal“ und liegt im Hügelland der Ilm-Saale-Platte. Der Großteil der Flächen sind landwirtschaftlich genutzte Felder. Durch das relativ stark bewegte Gelände entsteht mit der vorgesehenen Gradientenführung ein mehrfacher Wechsel von Damm- und Einschnittslagen.

Wasserschutzgebiete

In dem betrachteten Untersuchungsraum liegt die Trasse bis Bau-km 1+100 im Wasserschutzgebiet III. Außerdem wird das Wasserschutzgebiet I/II am äußeren westlichen Rand tangiert. Laut Angaben des TLUBN befinden sich in dem Gebiet keine Wassergewinnungsanlagen, welche zur öffentlichen Wasserversorgung genutzt werden. Es gibt außerdem keine Quell- und Sickerfassungsanlagen, lediglich 4 Brunnen zur Gartennutzung sind eingetragen. Auch sind keine Grundwassermessstellen vorhanden.

Vorhandene Vorfluter

Im Planungsgebiet stellt die südlich und östlich verlaufende Ilm den zentralen Vorfluter dar. Im unmittelbaren Trassenverlauf werden 3 Gewässer 2. Ordnung gekreuzt. Südlich der K311 sind das die Beche sowie der Steingraben, nördlich befindet sich der Hungerbach. Außerdem kreuzt die Trasse in der Nähe des Flugplatzes zwei künstlich angelegte Gräben.

Vorhandene Straßenentwässerungsanlagen

Auf Grund des Neubaus der Straße keine Entwässerung vorhanden.

18.1.3 Übersicht der Entwässerungsabschnitte

Entwässerungsabschnitt	Station	Lage/ Beschreibung/ Straße A _E /Abfluss Q _{r15,1}	Entwässerungsmaßnahmen/ Varianten
1	0+000 bis 0+800 (Bauanfang)	Gemeindestraße, WSG III A _E ~ 0,43 ha Q _{r15,1} ~ 46,0 l/s	Ableitung SOW mit Rückhaltung und Einleitung in Beche
2	0+800 bis 1+018	Gemeindestraße, WSG III A _E ~ 0,12 ha Q _{r15,1} ~ 12,43 l/s	Ableitung SOW aus WSG
3	1+018 bis 1+700	Gemeindestraße, Rand WSG III und außerhalb A _E ~ 0,41 ha Q _{r15,1} ~ 38,89 l/s	Ableitung SOW aus WSG und Versickerung

4	1+700 bis 1+780	Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,048$ ha $Q_{r15,1} \sim 4,56$ l/s	Breitflächige Versickerung in dräniertem Versickerungsmulde mit Stauschwellen
5	1+780 bis 2+077	Kreisverkehr und Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,27$ ha $Q_{r15,1} \sim 25,62$ l/s	Kreisverkehrsentswässerung in Graben der K311
6	2+077 bis 2+440	Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,22$ ha $Q_{r15,1} \sim 20,70$ l/s	Breitflächige Versickerung in dräniertem Versickerungsmulde mit Stauschwellen
7	2+440 bis 2+600	Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,096$ ha $Q_{r15,1} \sim 9,12$ l/s	Breitflächige Versickerung in dräniertem Versickerungsmulde mit Stauschwellen
8	2+600 bis 2+720	Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,072$ ha $Q_{r15,1} \sim 6,84$ l/s	Breitflächige Versickerung in dräniertem Versickerungsmulde mit Stauschwellen
9	2+720 bis 2+981(Bauende)	Gemeindestraße, außerhalb WSG III $A_E \sim 0,16$ ha $Q_{r15,1} \sim 14,88$ l/s	Breitflächige Versickerung in dräniertem Versickerungsmulde mit Stauschwellen

Der gewählte Regelquerschnitt der Straße ist der RQ 9 mit 6 m Breite. Der Gesamtabfluss von den neuen Straßenflächen der Ortsumgehung Bad Berka beträgt somit ca. $Q_{r15,1} = 178,67$ l/s. Die Neuversiegelung beträgt ca. 1,8 ha.

18.1.4 Beschreibung der geplanten Maßnahmen der Straßenentswässerung

Beschreibung der geplanten Entwässerungsanlagen

Die Ableitung des anfallenden Straßenwassers erfolgt breitflächig und ungesammelt über Bankette, Böschungen und Längsmulden mit entsprechender Teilversickerung. Die Vorflutrichtungen der Entwässerungsabschnitte ergeben sich aus den geplanten Hoch- und Tiefpunkten der Gradienten im Trassenbereich sowie aus den vorhandenen Geländetiefpunkten im Dammbereich, an denen Außengebietswasser zum Abfluss kommt.

Entwässerungsabschnitt 1 Bau-km 0+000 bis 1+100 TWSZ III

Die ersten 1,1 km der Baumaßnahme befinden sich in der TWSZ III. Ein neues Baugrundgutachten soll Klarheit bringen wie groß die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist. Bis dahin wird die Schutzwirkung bei ca. 4000 Kfz/24h als gering angenommen, was Maßnahmen nach RistWag notwendig macht. Das anfallende Straßenoberflächenwasser wird in Dammlage zum Baukilometer bei 0+800 ($A_E \sim 0,43$ ha, $Q_{r15,1} \sim 46,0$ l/s) geleitet und von dort über Kanäle und Schächte zum RRB bei 0+900 transportiert. Nach dem Baukilometer bei 0+800 wäre der Damm zu tief um zum RRB zu

gelangen. Die qualitative und hydraulische Gewässerbelastung der vorgesehenen Einleitung wurde mit dem Bewertungsverfahren nach DWA-M 153 überprüft. Im Ergebnis des Bewertungsverfahrens ist festzuhalten, dass zusätzliche Maßnahmen der Regenwasserbehandlung, z. B. ein Absetzbecken mit Dauerstau und Tauchwand erforderlich werden. Für den Vorflutgraben mit einer zulässigen Abflussspende von 15 l/(s x ha) nach DWA-M 153 ist der ermittelte Regenwasserabfluss ($Q_{15,1} \sim 46,0$ l/s) größer als der mögliche Drosselabfluss von den undurchlässigen Flächen des Entwässerungsabschnittes. Es wird somit eine Rückhaltung mit einem Drosselabfluss von 6,5 l/s erforderlich.

Das von Bau-km 0+800 bis 0+921 sowie von Bau-km 1+018 (Hochpunkt) bis 0+921 zu fließende Wasser versickert innerhalb der Böschung, sofern die noch zusätzlich zu erbringenden Baugrunduntersuchungen im Vorfeld der Ausführungsplanung dies bestätigen. Das vom Hochpunkt in Richtung des Entwässerungsabschnittes 2 fließende Wasser wird mit verdichteten Mulden aus der TWSZ III rausgeleitet um danach versickern zu können.

Entwässerungsabschnitt 2 – 9 Bau-km 1+100 bis 2+981

Der Entwässerungsabschnitt 2 befindet sich außerhalb der Grundwasserschutzzone. Es gibt eine Vielzahl von wechselnden Einschnitts- und Dammlagen sowie Hoch- und Tiefpunkten. Im Bereich der unteren Fahrbahnträger werden Versickermulden mit einer Breite von 2,00 m angeordnet. In den Versickermulden wird durch den Einbau von Erdschwellen in bestimmten Abständen der erforderliche Muldenstauraum geschaffen. Die Erdschwellen liegen quer zur Mulde und sind mindestens 20 cm hoch. Sie erhalten 1:3 geneigte Böschungen. Die Kronenbreite muss mindestens 20 cm betragen. Der Abstand der Schwellen ist abhängig von der Speichergröße und dem Längsgefälle der Mulde. Die Straßenabflüsse werden an den Erdschwellen gestaut und kommen im eingestauten Muldenbereich über die belebte Bodenzone der Mulde zur Versickerung. Die Versickermulden werden als Rasenmulden mit mindestens 20 cm Oberboden ausgebildet und erhalten als Notüberlauf einen Anschluss an die Durchlässe und Gräben der Außengebietsentwässerung mit Ableitung zur Vorflut. Der neue Kreisverkehrsplatz entwässert aufgrund der geplanten Bordführungen über einzelne Straßenabläufe mit Ableitung in die vorgesehenen Versickermulden bzw. die bestehenden Straßengräben.

Technische Beschreibung Regenrückhaltebecken Bau-km 0+900

Die konstruktive Gestaltung des Regenrückhaltebeckens wird bestimmt vom örtlichen Flächendargebot, von der nach Bemessung erforderlichen Beckengröße sowie den vorhandenen Höhen- und Grundwasserverhältnissen im Planungsgebiet. Als Beckenstandort wurden die Ackerflächen bei ca. 0+900 westlich der OU Bad Berka vorgesehen. Der gewählte Standort am Ende des Einschnittes wird räumlich eingeengt durch die einerseits neu gebaute Straße, aber auch durch eine

bereits vorhandene Gasleitung. Das erforderliche Rückhaltevolumen nach DWA-A 117 beträgt für eine Überschreitungshäufigkeit von $n = 0,5/a$ nach RAS-Ew ca. $V = 63 \text{ m}^3$. Aufgrund des begrenzten Flächendangebotes wurde für dieses kleine Rückhaltevolumen die Ausführung des geplanten Regenrückhaltebeckens als offenes, einteiliges Erdbecken mit geneigten Seitenflächen vorgeschlagen. Die gemäß Bewertungsverfahren nach DWA-A 153 notwendigen Maßnahmen zur Behandlung des anfallenden Straßenoberflächenwassers sowie der RiStWag 2016 erfordern weiterhin die Ausführung des RRB als Nassbecken mit Dauerstau (Tiefe 2,0 m) zur Gewährleistung von Sedimentation und zur Abscheidung von Leichtflüssigkeiten und Schwimmstoffen.

Das offene, einteilige Becken kann auf dem gewählten Standort unter Berücksichtigung nachfolgender Beckenparameter eingeordnet werden:

- Umfahrung zu Wartungszwecken (Breite 3,0 m)
- wasserseitige Böschungsneigung von 1:1,8

Das RRB wird als langgestrecktes Becken mit einem Seitenverhältnis Länge zu Breite von 3:1 hergestellt. Sohle und Böschungen des Beckens sind dicht herzustellen und gegen Beschädigungen bei Reinigungsarbeiten (z. B. Schlammberäumung mit Saugwagen und Radbagger) mit Betonsteinpflaster in Betonbettung zu befestigen.

Das RRB wird für den Gewässerschutz besonders wirksam, wenn auch möglichst feine Feststoffpartikel als potentielle Träger von Schadstoffen weitgehend abgeschieden werden, bevor die Einleitung in das Gewässer erfolgt. Das abgesetzte Sediment soll auch bei hoher hydraulischer Belastung des Beckens nicht mehr aufgewirbelt, mit dem Durchfluss bei Regen vermischt und somit ins Gewässer ausgetragen werden. Deshalb wird das Becken im Dauerstau mit einer ausreichenden Tiefe ($\geq 2 \text{ m}$) geplant. Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Durchströmung des Beckenraumes kann die Sohle der Zulaufleitung nach RiStWag 2016 bis zu ihrem halben Durchmesser unter dem Dauerstauwasserspiegel tiefer gelegt werden. Der vorgesehene Zulaufkanal DN 300 liegt mit seiner Sohle 15 cm unter der geplanten Höhe des Dauerstaus.

Das zulässige Stauziel des RRB wurde in Abhängigkeit von der Rückstauenebene der oberhalb gelegenen Straßenentwässerung festgelegt. Maßgebende Rückstauenebene ist der tiefste Punkt im Einzugsgebiet des Entwässerungsabschnitts. Aufgrund der vorbeschriebenen Parameter für die konstruktive Gestaltung des Beckens sowie zur Gewährleistung der Mindestdruckhöhe der Abflussdrosselung wurde für das erforderliche Stauvolumen von 63 m^3 eine Staulamelle von 0,50 m festgelegt. Der Durchlass DN 300 unter der geplanten Umgehungsstraße ist somit nur beim Bemessungsabfluss mit einer Wiederkehrzeit von $T = 2a$ bis zum Stauziel eingestaut ist.

Für das Regenrückhaltebecken Bau-km 0+900 ergeben sich somit folgende Daten:

Max. Drosselabflussspende (kl. Flachlandbach)	15 l/(s x ha)
Undurchlässige Fläche A_u	0,43 ha
Bemessungszufluss $Q_{r15(n=1)}$	46 l/s
Drosselabfluss RRB	6,5 l/s
erf. Rückhaltevolumen $n = 0,5/a$	63 m ³
erf. Abscheideoberfläche	40 m ²
Rohrsohle Zulauf DN 300	307,35m ü. NN
Höhe Dauerstau	307,5m ü. NN
Sohle Becken	305,5m ü. NN
Stauziel	308,0m ü. NN
Beckenumfahrung	308,5m ü. NN
Sohle Auslauf Drosselschacht	306,75m ü. NN
HGW	OKG -2.7 m

Die Leistungsfähigkeit des bei Beckenfüllung eingestauten Zulaufkanals DN 300 mit Gefälle von 0,5 % beträgt $Q_v = 75,9$ l/s; der Bemessungszufluss für $n=1$ aus dem angeschlossenen Entwässerungsabschnitt 1 ergibt sich zu $Q_{r15(n=1)} = 46$ l/s. Das maximale Rückhaltevolumen des RRB von ca. 63 m³ ergibt sich für ein Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit $T = 2a$ bei einer Dauerstufe von $D = 60$ min. Für den festgelegten Drosselabfluss von 6,5 l/s beträgt die rechnerische Entleerungszeit des Beckens ca. 2,69 h.

Nach Baugrundgutachten (Geotechnischer Bericht, Stufe Voruntersuchung, 25.05.2016) steht das Grundwasser am geplanten Beckenstandort ca. 2,7 m unter OK Geländeniveau an. Das RRB als Dauerstaubecken muss deshalb mit einer Dichtung und Auftriebssicherung (Flächendrainage) ausgeführt werden. Die Abdichtungen werden mit Kunststoffdichtungsbahnen hergestellt. Um ein Abrutschen an den Böschungen zu verhindern, sind die Dichtungsbahnen durch eine konstruktive Verankerung mit umlaufenden Einbindegräben zu sichern. Die Auftriebssicherung der Beckendichtung in Abhängigkeit vom anstehenden Grundwasserstand wird mit einer Flächendrainage mit Vollsickerleitung (Ringdrainage) sichergestellt. Die Ringdrainage wird an einen Pumpenvorlageschacht mit Überlaufleitung an den Abflusskanal angeschlossen.

Der Überlauf liegt ca. 0,50 m unter dem Dauerstauwasserspiegel des Beckens. Somit ist beim Betriebswasserspiegel des Beckens mit einer Dauerstauhöhe von 2,0 m und hohem Grundwasserstand

ausreichende Auflast über der Beckendichtung zur Gewährleistung der Auftriebssicherung gegeben. Bei der Wartung des Beckens mit Entleerung und Schlammberäumung kann über den Pumpenvorlageschacht der anstehende Grundwasserstand kontrolliert und nach Erfordernis mit mobilen Pumpen abgesenkt werden. Die Wartung der Anlage zur Erhaltung des Soll-Zustandes erfolgt nach Betriebsanweisung, im Regelfall ca. 1- bis 2-mal im Jahr bzw. nach Unfällen, Havarien sowie außergewöhnlichen Witterungsereignissen.

Die Entleerung des Beckenstauraumes erfolgt im Freispiegelabfluss, welcher durch eine Drosseleinrichtung begrenzt wird. Die Drosseleinrichtung darf bei größter Stauhöhe vor Anspringen des Notablaufes nur den für die Einleitung in die Vorflut zugelassenen Abfluss von $Q_{Dr} = 15 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ abführen. Da das der Beckenbemessung zugrunde gelegte Niederschlagsereignis durch ein solches mit geringerer Häufigkeit überschritten werden kann, ist die Anordnung eines Notüberlaufes erforderlich, um das Bauwerk vor Schaden zu bewahren. Im Auslaufbauwerk werden die vorgesehene Drosseleinrichtung, die Notüberlaufschwelle und der Notablaufschieber eingeordnet.

Die Entlastung des Beckenstauraumes wird bei Überschreiten des vorgesehenen Stauziels über die Notüberlaufschwelle gewährleistet. Die Notüberlaufmenge entlastet über den Abflusskanal in den Vorfluter. Die Einleitestelle des Beckenabflusses ist zu sichern. Für den Fall von Betriebsstörungen der Drosseleinrichtung ist im Auslaufbauwerk ein Notablassschieber eingeordnet, der von Oberflur bedienbar ist. Im Auslaufbauwerk ist ebenfalls eine Einstiegsmöglichkeit vorzusehen.

Die Zuwegung zum Becken ist über die neue Straße möglich. Für das RRB wird eine Einzäunung und zweiflüglige Toranlage mit 4,0 m Breite erforderlich.