

Straßenbauverwaltung: Die Autobahn GmbH des Bundes

Straße / Abschnittsnummer / Station: A 44, Abs. 900 / Bau-km 0+000 – 5+307

A 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West - AD Kassel-Süd

PROJIS-Nr.: 0617991200

FESTSTELLUNGSENTWURF

-Erläuterungsbericht zur wassertechnischen Untersuchung-

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	1
2	Trinkwasser- und Heilschutzgebiete	1
3	Vorflutverhältnisse und vorhandene Entwässerungseinrichtungen	2
3.1	Vorflutverhältnisse und Einleitbedingungen	2
3.2	Hochwassersituation und Überschwemmungsflächen	3
3.3	Retentionsbodenfilteranlage der Stadt Baunatal.....	3
3.4	Hochwasserrückhaltebecken Keilsberg (HWRB Keilsberg)	3
3.5	Bestandskanal DN 800 der Autobahn im Bereich des AK Kassel-West	4
3.6	Beschreibung des vorhandenen Entwässerungssystems	5
4	Baugrundverhältnisse	5
5	Entwässerungskonzept	7
6	Entwässerungsabschnitte und Einleitstellen	10
6.1	Einteilung der Entwässerungsabschnitte	10
6.2	Entwässerungsabschnitt EWA1	11
6.3	Entwässerungsabschnitt EWA2.....	14
6.4	Entwässerungsabschnitt EWA3.....	19
6.5	Außenentwässerung an der A 7	21
7	Grundlagen und Vorschriften	22
8	Berechnungsgrundlagen	22
8.1	Regenhäufigkeiten.....	22
8.2	Regenspende	23
8.3	Spezifische Versickerraten	23
8.4	Spitzenabflussbeiwerte.....	24
8.5	Rückhalteräume	24
9	Oberflächenentwässerung	24
9.1	Einzugsgebiete.....	24
9.2	Breitflächige Versickerung über Bankett und Böschung (dezentral).....	24
9.3	Retentionsbodenfilter.....	25
9.4	Außengebietsableitung	25
9.5	Einleitungsbauwerk Fulda.....	27
9.6	Mulden/ Gräben.....	28
9.7	Durchlässe	29
9.8	Sammel- und Transportleitungen.....	30
9.9	Straßenrinnen.....	31
9.10	Schächte	31
9.11	Abfanggräben, Felddränagen und Sickerrohrleitungen	31
10	Behandlungsanlagen	32
10.1	Allgemein	32
10.2	Retentionsbodenfilteranlage 01	32
10.2.1	Beckenzulauf	33
10.2.2	Ablaufbauwerk	33
10.2.3	Geschiebeschacht	34
10.2.4	Retentionsbodenfilter	34
10.2.5	Regenrückhaltung.....	35
10.3	Retentionsbodenfilteranlage 02	37
10.3.1	Beckenzulauf	38

10.3.2 Ablaufbauwerk	38
10.3.3 Geschiebeschacht	39
10.3.4 Retentionsbodenfilter	39
10.3.5 Regenrückhaltung	40
10.4 Retentionsbodenfilteranlage 03	42
10.4.1 Beckenzulauf	43
10.4.2 Ablaufbauwerk	43
10.4.3 Geschiebeschacht	44
10.4.4 Retentionsbodenfilter	44
10.4.5 Regenrückhaltung	44
10.5 Dränierete Versickerungsmulde	47
10.5.1 Muldenzulauf	47
10.5.2 Dimensionierung Versickerungsmulde	47
11 Zusammenfassung	48
12 Quellennachweis	51

ABKÜRZUNGEN

a	Jahr
A	Fläche in m ² (im Grundriss bzw. im Querschnitt)
AS	Anschlussstelle
ASB	Absetzbecken
A _u	„undurchlässige“ Fläche
A _{E,K}	kanalisierte Einzugsgebietsfläche
B	Bundesstraße
BAB	Bundesautobahn
Bau-km	Bau-Kilometer
BW	Bauwerk
D	Dauerstufe (des Regenereignisses, Zeiteinheit)
f _A	Abminderungsfaktor
FB	Fahrbahn
f _z	Risiko-Zuschlagsfaktor
GVS	Gemeindeverbindungsstraße
h	Stunde
ha	Hektar
HQ	Hochwasserabfluss
HW	Hochwasser
lfd. Nr.	laufende Nummer
LS	Lärmschutz
l/s	Liter pro Sekunde
m	Meter
MQ	Mittelwasserabfluss
n	Überschreitungshäufigkeit / Jährigkeit der Regenereignisse
NN	Normal-Null (Meeresniveau)
q _A	Oberflächenbeschickung Absetzbecken
Q _b	Bemessungszufluss
Q _{dr}	Drosselabfluss
Q _r	Regenabflussspende
REwS	Richtlinien für die Entwässerung von Straßen
r _{D,n}	Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n
RBFA	Retentionsbodenfilteranlage
RiFa	Richtungsfahrbahn
RRB	Regenrückhaltebecken
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten
St	Staatsstraße
t	Tiefe in Meter
t _f	Fliesszeit
T _n	Wiederkehrzeit (des Regenereignisses)
V	Volumen
V _{max}	maximale Fließgeschwindigkeit

1 ALLGEMEINES

Die Bundesrepublik Deutschland -Bundesfernstraßenverwaltung-, vertreten durch die Autobahn GmbH, vertreten durch die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH plant den 6-streifigen Ausbau der Bundesautobahn 44 (A 44) im Abschnitt zwischen dem Autobahndreieck (AD) Kassel Süd und dem Autobahnkreuz (AK) Kassel West inklusive des Ersatzneubaus der Bergshäuser Brücke über das Fuldataal.

Die geplante Baumaßnahme liegt südlich von Kassel im Bereich der Ortslagen Rengershausen (Stadt Baunatal), Dennhausen/Dittershausen und Bergshausen (Gemeinde Fuldaabrück) im Bundesland Hessen. Sie umfasst den 6-streifigen Ausbau der A 44 zwischen dem AK Kassel-West und dem Dreieck Kassel-Süd auf einer Länge von ca. 5,3 km, von ca. Bau-km 0+000 bis ca. Bau-km 5+260. Im Zuge des Ausbaus der A 44 muss die Fahrbahnbreite von derzeit ca. 11,50 m auf 14,50 m je Richtungsfahrbahn verbreitert werden. Die Verbreiterung der Fahrbahn erfolgt um 3,0 m am Fahrbahnaußenrand. Im Bereich der südlichen Trassenverlegung Bergshausen erfolgt ein Fahrbahnneubau mit jeweils 14,50 m Breite pro Richtungsfahrbahn.

Die im Ausbauabschnitt bestehende Fuldaabrücke Bergshausen wird wegen der ablaufenden Restnutzungsdauer bis Ende 2028 und gegenwärtig eingeschränkter Befahrbarkeit des Verkehrs auf der Brücke abgebrochen und durch einen Ersatzneubau in südlicher Lage ersetzt.

Zur Herstellung eines richtlinienkonformen Anschlussdreiecks Kassel-Süd mit linksliegender Trompete wird die Trasse der A 44 westlich der heutigen Fuldaquerung nach Süden abgelenkt und in südlich versetzter Lage an die A 7 angebunden.

2 TRINKWASSER- UND HEILSCHUTZGEBIETE

Im Planungsgebiet sind nachfolgend aufgeführte amtlich festgesetzte Trinkwasserschutzgebiete sowie Heilquellenschutzgebiete ermittelt worden:

- Schutzzonen I, II und III für den Tiefbrunnen Bergshausen der Gemeinde Fuldaabrück, Landkreis Kassel; Verordnung vom 04.02.1975 (StAnz. 10/75 S. 0436)
- Schutzzonen III A und III B für die Tiefbrunnen I und II Herchenbach und den Tiefbrunnen III und IV Wellerode sowie im östlichen Randbereich des Untersuchungsgebietes ein Teilstück der Schutzzone II des Tiefbrunnens IV Wellerode der Gemeinde Lohfelden, Landkreis Kassel, Verordnung vom 22.10.1981, (StAnz. 46/81 S. 2181)
- Schutzzone III des mit Anordnung vom 25.03.1970 (StAnz. 23/1970 S. 1181) amtlich festgesetzten Schutzgebietes für die Trinkwassergewinnungsanlagen „Neue Mühle“ und „Tränkeweg“ der Städtischen Werke AG, Kassel
- quantitativen Schutzzone B2 – äußere Zone – des mit Datum vom 02.10.2006 (StAnz. 46/2006 S. 2634) amtlich festgesetzten Heilquellenschutzgebietes für die staatlich anerkannte Heilquelle „TB Wilhelmshöhe 3“, Gemarkung Wahlershausen der Stadt Kassel zu Gunsten der Thermalsolebad Kassel GmbH, Kassel

Zwischen Bau-km 0+000 und 4+125 verläuft die A 44 durch das Heilquellenschutzgebiet „TB Wilhelmshöhe 3“. Zwischen Bau-km 1+075 und dem Bauende auf der A 7 befindet sich die Baumaßnahme einschließlich des Autobahndreiecks Kassel-Süd in der Wasserschutzzone III. Damit liegt die Baumaßnahme im Geltungsbereich der RiStWag. Die vorhandene Grundwasserüberdeckung ist mit einer Mächtigkeit von > 10 m nach Tabelle 2 der RiStWag generell als groß einzuschätzen, so dass gemäß Tabelle 3 der RiStWag für die Entwässerungsmaßnahmen eine Einstufung in die Stufe 1 erfolgt.

3 VORFLUTVERHÄLTNISS UND VORHANDENE ENTWÄSSERUNGSEINRICHTUNGEN

3.1 Vorflutverhältnisse und Einleitbedingungen

Als Vorfluter zur Ableitung von Oberflächenwasser sind im Planungsraum neben dem Hauptgewässer Fulda ebenfalls deren Nebengewässer der Eselsgraben und Läusegraben sowie der namenlose Bach im Bereich des Söhrewaldes vorhanden. Die geplante Einleitstellen können dem Lageplan der Entwässerung bzw. den Tabellen 1 und 2 entnommen werden.

Im Bereich der Baumaßnahme bildet die Fulda den Vorfluter für sämtliche oberirdischen und unterirdischen Abflüsse. Die Fulda kann als großer Fluss eingestuft werden. Zwischen dem westlichen Fuldaufer bei ca. Bau – km 3+900 bis zur Uferstraße wird das Überschwemmungsgebiet (ÜSG) der Fulda mit BW 07n überquert.

Der Läusegraben - ein nur zeitweilig Wasser führender Graben am Sommerberg ist als Wege-seitengraben ausgebaut. Er durchfließt nördlich der A 44 eine feuchte Senke mit Brachflächen und quert anschließend die A 44 mit einem Durchlassbauwerk (BW 06). Wie alle Fließgewässer innerhalb des Langen Feldes ist auch der Läusegraben ausgebaut und begradigt.

Der Eselsgraben ist derzeit ein weiterer Vorfluter im Planungsraum, in dem zukünftig das Oberflächenwasser der A 44 im Abschnitt östlich vom AK Kassel-West nicht mehr direkt eingeleitet wird. Der Eselsgraben im Stadtteil Niederzwehren beginnt auf Kasseler Stadtgebiet am Durchlass an der Autobahn A 44 und fließt dann in nördliche Richtung, bevor er nach ca. 3,1 km in den Grunnelbach mündet. Gegenwärtig entwässert der Bestandsabschnitt der A 44 bis zur Kreuzung der Main-Weser-Bahn (BW 04) am Durchlass BW 02 direkt in den Eselsgraben.

Die Entwässerung des AK Kassel-West wird über einen Bestandskanal DN 800 der Autobahn nördlich der A 44 zum Eselsgraben abgeleitet. Der Bestandskanal quert die DB-Schnellfahrstrecke mit einem Düker und mündet oberhalb des HWRB Keilsberg in den Eselsgraben.

Der namenlose Bach entwässert Bereiche des Söhrewaldes am ehemaligen AD Kassel-Süd und verläuft von der L 3460 in einem Kerbtal südlich Bergshausen bis zur Fulda. An den namenlosen Bach ist das Einzugsgebiet östlich der A 7 über eine Verrohrung DN 1000 unter der Autobahn angeschlossen.

3.2 Hochwassersituation und Überschwemmungsflächen

Der mittlere Wasserstand der Fulda liegt im Bereich der geplanten Fuldabrücke bei 139,12 m NN, die maximale Tiefe des Flusses bei 136,66 m NN [10]. Bei extremen Hochwassersituationen ist damit zu rechnen, dass die Fulda über die Ufer tritt. In Fließrichtung links stellt die $HQ_{\text{ext-rem}}$ -Überflutungsfläche im Bereich des künftigen Brückenbauwerkes nach einen maximal 100 m breiten, über das Ufer bei Mittelwasserstand hinausgehenden Streifen dar. In Fließrichtung rechts überschreitet auch das maximale Hochwasser den dort verlaufenden Fuldaradweg nicht [10].

3.3 Retentionsbodenfilteranlage der Stadt Baunatal

Südlich der bestehenden Strecke bei Bau-km 0+500 hat die Stadt Baunatal die Retentionsbodenfilteranlage „Im Wiesengrund“ errichtet. Diese hat die Aufgabe, den temporär trockenfallenden Eselsgraben vor starker, hydraulischer und stofflicher Belastung zu schützen.

3.4 Hochwasserrückhaltebecken Keilsberg (HWRB Keilsberg)

Zum Schutz gegen Überflutungen im Bereich der Straße „Wartekuppe“ wurden durch die Stadt Kassel, die beiden Hochwasserrückhaltebecken Keilsberg und Wartekuppe mit einem Gesamtnutzvolumen von 14.600 m³ hergestellt. Die beiden Retentionsräume sind offene naturnah gestaltete Erdbecken.

Der Beckenstandort unterhalb des Keilsbergs im Kasseler Stadtteil Niederzwehren wird westlich durch die Trasse der Main-Weser-Bahn und im Osten durch den zum Schießstand führenden asphaltierten Wirtschaftsweg begrenzt.

Das Hochwasserrückhaltebecken Keilsberg liegt im Einzugsgebiet des Eselsgrabens, welches einschließlich der Mischwassergebiete des Baunatalers Stadtteils Rengershausen eine Größe von 208 ha hat.

Unter Berücksichtigung der Struktur des Gesamteinzugsgebietes und der Entwicklungsmöglichkeiten an den Beckenstandorten wurde als optimale Drosselwassermenge für das HRB Keilsberg ein Abfluss von 1.300 l/s ermittelt.

Die technischen Berechnungen für das Becken ergaben für eine Regenhäufigkeit von $n=0,2$ ein erforderliches Beckenvolumen von ca. 8.830 m³ und bei einer Häufigkeit von $n=0,1$ ca. 11.450 m³ Beckeninhalte. Das geplante nutzbare Beckenvolumen wurde nach grafischer Auswertung mit ca. 11.600 m³ bestimmt und ist somit ausreichend, um ein Starkregenereignis mit 10-jährlichem Wiederkehrintervall ohne Anspringen der Notentlastung aufnehmen zu können.

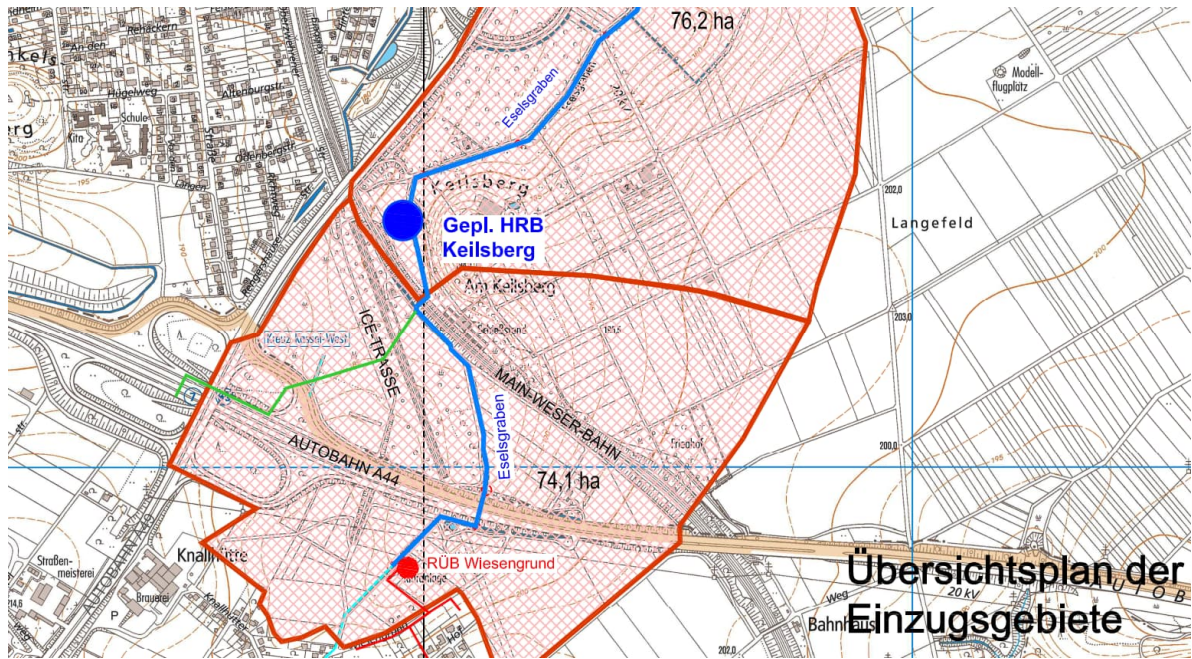


Abbildung 1: HRB Keilsberg (Kanal DN 800 der Autobahn mit Düker, grüne Linie; Quelle: Planung Kasseler Entwässerungsbetrieb)

3.5 Bestandskanal DN 800 der Autobahn im Bereich des AK Kassel-West

Das Straßenwasser des westlichen Abschnittes der A 44 sowie von den Westrampen des AK Kassel-West einschließlich der Überführung der A 49 im Kreuzungsbereich mit der A 44 wird über den Hauptsammler DN 800 der Autobahn im Trennstreifen des nördlichen Verflechtungstreifens im AK Kassel-West abgeleitet. Weiterhin ist der komplette östliche Teil des Autobahnkreuzes daran angeschlossen. Der Hauptsammler DN 800 der Autobahn hat damit zentrale Bedeutung für die Entwässerung des AK Kassel-West. Der Hauptsammler quert die DB-Schnellfahrstrecke mit einem Düker und mündet oberhalb des Hochwasserrückhaltebeckens Keilsberg in den Eselsgraben.

Aufgrund der Tiefenlage des Hauptsammlers DN 800 mit Sohlhöhen von bis zu 5,2 m unter GOK ist unter Berücksichtigung der sehr geringen Gefällebedingungen des Kanals bis zum Bahndüker die Zwischenschaltung einer Retentionsbodenfilteranlage in den Bestandskanal nicht möglich, da die erforderlichen Höhenverhältnisse für die Herstellung einer Bodenfilteranlage mit Freispiegelabfluss nicht vorhanden sind.

Der Bestandskanal DN 800 der Autobahn bleibt im Zuge des Ausbaus der A 44 als Ableitung für die Entwässerung des westlichen AK Kassel-West erhalten. Er kann im Zusammenhang mit der späteren Umsetzung des westlichen Ausbaus der A 44 und der damit verbundenen Gesamtkonzeption für das AK Kassel-West verändert und neu konzipiert werden.

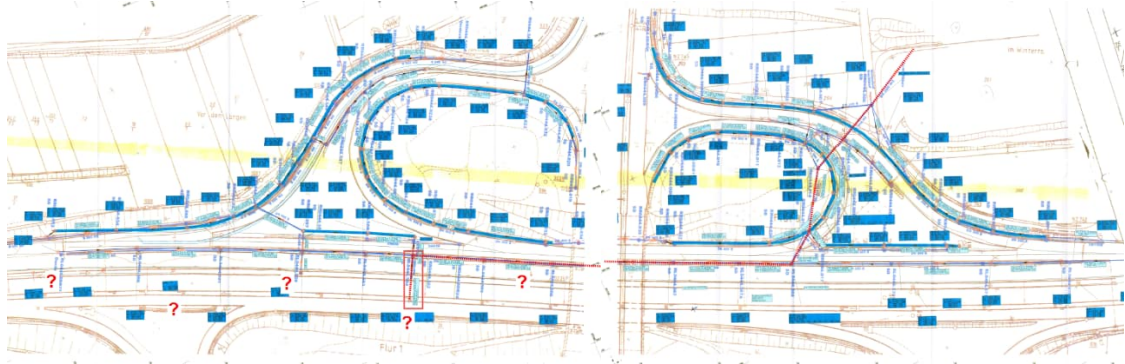


Abbildung 2: Hauptsammler DN 800 AK Kassel-West (rote Linie; Quelle: Abrechnungsplan Sanierung A 44 Fa. Kirchner, 2011)

3.6 Beschreibung des vorhandenen Entwässerungssystems

Die bestehende Entwässerung der A 44 sieht gemäß damals geltenden Vorschriften weder eine Rückhaltung der Niederschlagsmengen noch eine Reinigung vor. Die vorhandenen Gräben und Mulden sind an die Vorfluter Eselsbach, Läusegraben und Fulda direkt angeschlossen.

Die derzeitigen Querneigungsverhältnisse sind entsprechend der Fahrdynamik bzw. dem Kurvenverlauf jeweils zum Kurveninnenrand der einzelnen Richtungsfahrbahnen geneigt (sog. Sägezahnprofil). Dementsprechend fließt das Oberflächenwasser der zum Mittelstreifen geneigten Richtungsfahrbahn zum innenliegenden Fahrbahnrand, wird dort in einer Rinne gesammelt und über Straßenabläufe der Mittelstreifenentwässerung zugeführt. Von dort wird das Wasser über offene Gräben ins angrenzende Gelände bzw. die vorhandenen Vorfluter (Fulda, Eselsgraben und Läusegraben) geleitet.

Das Oberflächenwasser der nach außen geneigten Richtungsfahrbahn wird bisher über die Böschungen geleitet und dort entweder versickert oder ebenfalls über offene Gräben ins angrenzende Gelände geleitet.

Eine detaillierte Beschreibung der Bestandsentwässerung ist abschnittsbezogen unter Kapitel 6 dargestellt.

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Das Baugebiet ist dem Naturraum der Westhessischen Senke innerhalb des Hessischen Berglandes zuzuordnen. Aus regionalgeologischer Sicht liegt der westliche Abschnitt der A 44 innerhalb der Niederhessischen Senke, die zu den Tertiärgräben und -senken des Känozoischen Gebirges gehört.

Die diese Gräben ausfüllenden tertiären Sedimente bestehen im Wesentlichen aus Sanden, Tonen und Schluffen mit eingeschalteten Braunkohleflözen.

Der östlich anschließende Streckenabschnitt gehört zur Fuldalauf-Tiefscholle, die zum Strukturraum „Mesozoisches Gebirge“ gehört und durchgängig von Gesteinsserien des Mittleren Buntsandsteins aufgebaut ist, die der Hardeggen-Folge zuzuordnen sind. Es handelt sich um mäßig

mürbe bis harte Sandsteine, in die mit einem wechselnden Anteil sehr mürbe bis mürbe Tonsteine eingeschaltet sind.

Das oberflächlich zersetzte Festgestein wird zumeist von quartären Sedimenten, bestehend aus kiesig-sandigen Terrassenablagerungen, Löss- und Schwemmlehm und östlich der Fulda von über 20 m mächtigem Solifluktionsschutt überlagert.

Der gesamte Streckenabschnitt liegt im Einzugsgebiet der Fulda, die aus südlicher Richtung kommend das Untersuchungsgebiet schleifenförmig durchfließt und nach Norden über die Weser in die Nordsee entwässert.

Allgemeine Grundwasserverhältnisse / Hydrogeologischer Überblick

Der Grundwasserflurabstand beträgt im Fuldataal wenige Dezimeter bis Meter und in den übrigen Streckenbereichen mehrere Meter bis Dekameter.

Die Sandsteinfohlen des Mittleren Buntsandsteins stellen einen guten Kluftgrundwasserleiter dar. Als Stauer wirken die tertiären Tone und Schluffe sowie im Mittleren Buntsandstein nur bei größeren Schichtdicken die eingeschalteten Tonsteinlagen. Die Verwitterungsdecken der Festgesteine sowie anstehenden bindigen Lockergesteine sind nur mäßig bis gering wasser-durchlässig, wohingegen die Tertiärsande und Terrassenablagerungen eine meist gute bis mäßige Wasserdurchlässigkeit besitzen. Auf Grund der wechselnden Wasserdurchlässigkeiten treten oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels und über feinkornreicheren Schichten lokal schwebende Wasserhorizonte (Schichtwasser) auf. Örtlich kann der Grundwasserspiegel unterhalb stauender Schichten auch leicht gespannt sein.

Grund- und Schichtenwasserverhältnisse

Der Grundwasserspiegel liegt in den Streckenabschnitten westlich Fulda mehrere Meter bis ca. 20 m unter Gelände innerhalb der gut bis mäßig wasser-durchlässigen Schichten tS (Tertiärsande), Terrassenablagerungen (qpG) und sm (Mittlerer Buntsandstein). Unterhalb stauender Deck- und Zersatzschichten können je nach Tiefenlage leicht gespannte Grundwasserspiegel vorhanden sein.

In den Streckenabschnitten östlich der Fulda wurde das Grundwasser nicht erbohrt. Entsprechend liegt der Grundwasserspiegel mehr als 20 m u.GOK. Die beiden Einschnitte in den Streckenabschnitten liegen oberhalb des Grundwasserspiegels.

Aufgrund der wechselnden Wasserdurchlässigkeiten treten oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels und über feinkornreicheren Schichten lokal schwebende Wasserhorizonte (Schichtwasser) auf.

Bei den höheren Wasserständen der Bohrungen der Baugrunduntersuchungen im Einschnitt zwischen Bau-km 1+900 und 2+800 handelt es um Schicht- oder Spülwasser.

Bewertung Schutzwirkung nach RiStWag

Für die Streckenabschnitte innerhalb der planfestgestellten Trinkwasserschutzgebiete ergeben sich aufgrund der Lage der Gradiente, des Grundwasserflurabstandes und der Durchlässigkeit des Baugrundes eine große Schutzwirkung gemäß RiStWag (2016).

Ab-schnitt	Bau-km	Lage	Durchlässigkeit k [m/s] ¹⁾	Grundwasser-flurabstand ca. [m]	GW-Ab-stand zur Gradiente ca. [m]	Schutzwirkung nach RiStWag (2016)
I	0+000 bis 0+800	gelände-gleich/Damm	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁸	10	15	groß
II	0+800 bis 1+040	Einschnitt	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁸	10	10	groß
III	1+130 bis 1+800	Damm	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁸	20	30	groß
IV	1+800 bis 3+000	Einschnitt/ gelände-gleich	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷ ca. 2+200 bis 2+850: 10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶	>15	10	groß
V	3+000 bis 3+240	Damm	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷	>30	>40	groß
VI	4+310 bis 4+700	Damm	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷	>15	>30	groß
VII	4+700 bis 5+420	Einschnitt	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁸	>30	>20	groß

Tabelle 1: Grundwasser und Schutzwirkung nach RiStWag (2016) (Baugrundbeurteilung w&p geoprojekt GmbH, 20.12.2021)

Unter Berücksichtigung der dargestellten großen Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ergibt sich nach Tabelle 3 der RiStWag für die Entwässerungsmaßnahmen eine Einstufung in die Stufe 1. Das bedeutet, dass nach Abs. 6.2.6.2 der RiStWag keine über die REwS hinausgehenden Anforderungen bestehen. Das auf den Straßenflächen anfallende Niederschlagswasser wird gemäß REwS einer breitflächigen Versickerung über die Oberbodenschicht zugeführt. Bei gesammelter Ableitung werden die Straßengraben, Straßenmulden und Versickerungsmulden zur Bodenpassage mit einer bewachsenen Bodenschicht von 20 cm ausgebildet.

5 ENTWÄSSERUNGSKONZEPT

Zukünftig ist, in so großem Umfang wie möglich, eine flächenhafte Versickerung des Straßenoberflächenwassers über die Böschungen oder über Rasenmulden als Entwässerungsmaßnahme gemäß REwS vorgesehen. Hierdurch wird das Wasser an Ort und Stelle während der Bodenpassage durch konzentrationsmindernde Rückhalte- und Abbauvorgänge gereinigt und steht der Grundwasserneubildung zur Verfügung. Dies gelingt in den Dammschnitten auf einer Länge von rd. 1,35 km im Bereich von Bau-km 0+350 bis Bau-km 0+750 und Bau-km 1+300 bis Bau-km 1+800 sowie im Bereich der Dammböschungen an den Widerlagern der Fuldabrücke (BW 07) zwischen Bau-km 3+000 bis Bau-km 3+200 und Bau-km 4+400 bis Bau-km 4+650.

In den restlichen Bereichen ist eine Versickerung von Niederschlagswasser aufgrund der schwach durchlässigen Böden ($k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s) mit Mächtigkeiten von > 5 m nicht möglich. Hier wird die Errichtung von Regenwasserbehandlungsanlagen (Retentionsbodenfilteranlagen) zur Reinigung des gesammelten Oberflächenwassers vor der Einleitung in die Vorfluter vorge-

sehen.

Behandlungsanlagen

- Gemäß RiStWag wird die Behandlung des Straßenoberflächenwassers durch die breitflächige Versickerung über die Bankette und Böschungen sichergestellt. Behandlungsanlagen werden bei in Transportleitungen gesammeltem Straßenoberflächenwasser erforderlich. Für die Behandlung werden Retentionsbodenfilteranlagen vorgesehen. Retentionsbodenfilter stellen in Bezug auf den Rückhalt von AFS63 die Anlagen mit der größten Reinigungsleistung dar und weisen betriebliche Vorteile auf. Die Retentionsbodenfilter werden in Kombination mit Rückhaltungen hergestellt.
- Die Planung und Konstruktion der Retentionsbodenfilteranlagen erfolgte unter Berücksichtigung des Arbeitsblattes DWA-A 178. Demnach wird der Retentionsbodenfilter auf eine spezifische Filterfläche von $100 \text{ m}^2/\text{ha}$ $A_{E,b,a}$ bemessen.
- Als Vorstufe vor dem Retentionsfilterbecken wird ein Geschiebeschacht mit Tauchwand vor dem Auslass zur Rückhaltung der Leichtflüssigkeiten angeordnet. Das Bauwerk wird im Seitenverhältnis Länge zu Breite von $\geq 3 : 1$ hergestellt.
- Die Einleitungen des Straßenoberflächenwassers aus den Retentionsfilteranlagen liegen im Bereich der Wasserschutzgebiete. Aufgrund der Fließzeit bis zum Vorfluter von weniger als 2 Stunden ist die Leichtflüssigkeitsrückhaltung gemäß RiStWag für ein Speichervolumen von 10 m^3 ausgelegt.
- Die erforderlichen Rückhalteräume werden unter Zugrundelegung der Bemessungsregendaten aus dem digitalen Atlas zur Auswertung von Starkniederschlägen KOSTRA-DWD 2020 des Deutschen Wetterdienstes für die Stationen Baunatal (Spalte 136, Zeile 134) und Bergshausen (Spalte 137, Zeile 134) bemessen. Sie werden auf eine Wiederkehrzeit von 5 Jahren ($n = 0,2$) ausgelegt (REwS).

Anwendungsbereich der RiStWag

Die vorhandene und geplante Trasse durchläuft zwei Trinkwasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete. Östlich der Main-Weser-Bahn (bei Bau-km 1+075) liegt die A 44 einschließlich des Autobahndreiecks Kassel-Süd im Bereich der Trinkwasserschutzzone III. Die Länge der A 44 in der Trinkwasserschutzzone III bis zur A 7 (Bau-km 4+925) beträgt 3.850 m. Das Heilquellenschutzgebiet der Schutzzone B2-neu wird vom Bauanfang (Bau-km 0+000) bis zur Fulda bei Bau-km 4+125 auf 4.125 m Länge gequert.

Dem Grundsatz der RiStWag nach Abs. 5.1 für die Straßenplanung wird im Hinblick auf die Verkehrssicherheit durch die Anwendung der in den RAA festgelegten Entwurfselemente entsprochen.

Straßeneinschnitte sind gemäß Abs. 5.1 der RiStWag auf begründeten Ausnahmefälle zu beschränken. Die für die Baumaßnahme vorgesehenen Straßeneinschnitte sind aus folgenden Gründen erforderlich:

Westlich der Fuldabrücke verläuft die Trasse zwischen Bau-km 1+805 - Bau-km 2+750 in einem bis zu 13 m tiefen Einschnitt. Der Einschnitt ist aufgrund der Linienführung zur südlichen Verlegung der Bergshäuser Brücke erforderlich. Zur Gewährleistung der Straßenentwässerung in der Wannenausrundung des Einschnittes ist eine Längsneigung von 1,5 % für die A 44 vorgesehen. Somit werden entwässerungsschwache Zonen in den beiden Verwindungsbereichen mit Querneigungsnulldurchgängen dieses Abschnittes vermieden.

Am östlichen Ende der Baustrecke bildet die bestehende Trasse der A 7 den Zwangspunkt für den Anschluss der A 44 und das geplante AD Kassel-Süd. Zur Querung der in Dammlage geführten A 7 ist eine Unterführung der A 44 notwendig. Die Gradienten werden hier durch die Längsneigung des Rampenanschlusses an die A 7 in Richtung Norden festgelegt. Aus diesem Grund müssen die Scheitelrampen des AD Kassel-Süd ab ca. Bau-km 4+820 bis ca. Bau-km 5+350 in einem bis zu 16 m tiefen Einschnitt geführt werden.

Die lagemäßige Einordnung der geplanten Retentionsbodenfilteranlage RBFA 01 im Bereich nordöstlich des AK Kassel-West liegt im Heilquellenschutzgebiet. Die östlich davon geplanten RBFA 02 und RBFA 03 befinden sich in der Wasserschutzzone III. Für die Retentionsbodenfilteranlagen ist eine Vorstufe mit Leichtflüssigkeitsrückhalt vorgesehen. Unter Berücksichtigung der dargestellten großen Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung bestehen gemäß RiStWag keine über die REwS hinausgehenden Anforderungen (siehe Pkt. 4). Für die Bodenfilter ist aus betrieblichen Gründen eine Beckenabdichtung vorgesehen.

Retentionsraumausgleich im Überschwemmungsgebiet der Fulda

Die A 44 quert zwischen ca. Bau-km 3+950 und ca. Bau-km 4+120 über die neue Talbrücke Bergshausen (BW 07n) das Überschwemmungsgebiet der Fulda auf einer Länge von ca. 170 m. Die in der Nähe des westlichen und östlichen Fuldaufers vorgesehenen Hauptpfeiler von BW 07n befinden sich innerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiets. Durch die Anordnung der beiden Pfeiler sowie den neuen Wirtschafts- und Betriebsweg unter der alten Bergshäuser Talbrücke (BW 07alt) wird der Retentionsraum der Fulda geringfügig verringert. Der Retentionsraumverlust beträgt insgesamt ca. 300 m³ [11]. Zur Kompensation des entfallenden Retentionsraums wird die bestehende Verwallung unter dem Bestandsbauwerk (BW 07alt) am westlichen Fuldaufer auf Geländeneiveau abgetragen bzw. deren Böschung abgeflacht.

Dränierete Versickerungsmulden

- Dränierete Versickerungsmulden werden zur Aufnahme und Versickerung des restlichen Abflusses des über Bankett und Böschung abgeleiteten Straßenoberflächenwassers vorgesehen.
- Für den Teilabschnitt der A 44 zwischen Bau-km 1+130 – 1+460 (EWA2.1) wird die Mit-

telentwässerung an die dränierte Versickerungsmulde auf der Nordseite der A 44 angeschlossen.

- Die Behandlung erfolgt über die bewachsene Bodenzone. Der Berechnung wurde eine maximale Einstauhöhe in der Mulde von max. 0,30 m zu Grunde gelegt.
- Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Versickerung werden Stauschwellen innerhalb der dränierten Versickerungsmulden vorgesehen.
- Entsprechend des DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ kann der k_f -Wert für die Bodenschichten zwischen $5 \cdot 10^{-8}$ und $5 \cdot 10^{-5}$ angenommen werden. Für eine erste Berechnung wird der Durchlässigkeitswert k_f der Bodenschicht mit $7 \cdot 10^{-6}$ angenommen.
- Die Entlastung der dränierten Versickerungsmulde erfolgt über eine Raubettmulde in den Läusegraben.

Entwässerung in den Abschnitten mit offenporigem Asphalt (OPA)

Aus Gründen des Lärmschutzes ist vom AK Kassel-West bei Bau-km 0+000 bis zum Beginn der neuen Fuldabrücke (BW 07) bei Bau-km 3+230 der Einbau eines offenporigen Asphalts (OPA) erforderlich. Zur Entwässerung der Fahrbahn werden am Tiefrand des Mittelstreifens und Seitenstreifens jeweils Kastenrinnen hergestellt.

6 ENTWÄSSERUNGSABSCHNITTE UND EINLEITSTELLEN

6.1 Einteilung der Entwässerungsabschnitte

Die vorliegende Planung wurde in insgesamt 3 Entwässerungsabschnitte unterteilt. Davon werden drei Abschnitte über Retentionsbodenfilteranlagen mit Rückhaltungen und ein Unterabschnitt des EWA 2 über eine dränierte Versickerungsmulde als grabenförmige Behandlungsanlage mit Bodenfilter entwässert. Für einen kurzen Teilabschnitt des AD Kassel-Süd ist die Mitnutzung des RRB 05 an der A 7 vorgesehen. Die geplanten Einleitstellen in die Vorfluter sind in Tabelle 1 bzw. 2 aufgeführt.

Für den Entwässerungsabschnitt 2 ergibt sich am BW 05 eine Unterteilung, da durch die Brücke eine Ableitung des ersten Teilabschnittes bis zur Fulda (RBFA 02) nicht möglich ist und wie im Bestand nur eine Einleitung in den Läusegraben in Frage kommt.

- Entwässerungsabschnitt EWA1: Bau-km 0+000 bis Bau-km 1+130
- Entwässerungsabschnitt EWA2.1: Bau-km 1+130 bis Bau-km 1+460
- Entwässerungsabschnitt EWA2.2: Bau-km 1+460 bis Bau-km 4+710
- Entwässerungsabschnitt EWA3: AD Kassel-Süd
- Entwässerungsabschnitt EWA3.1: Teilbereich des AD Kassel-Süd bei Mitnutzung RRB 05

In den Entwässerungsabschnitten 1, 2.2 und 3 wird das Oberflächenwasser der Fahrbahnflächen am Mittelstreifen durch eine geschlossene Entwässerung gesammelt und in den geplanten Retentionsbodenfilteranlagen vor Einleitung in die Vorflut gereinigt und gespeichert. Das auf den unbefestigten Flächen der Seitenräume und Dammböschungen anfallende Oberflächenwasser wird einer breitflächigen Versickerung zugeführt bzw. über die Straßenmulden abgeleitet. Das auf den Brückenbauwerken anfallende Wasser fließt über Rohrleitungen der Streckenentwässerung zu. Für den Entwässerungsabschnitt 2.1 ist die Behandlung in einer dränierten Versickerungsmulde vorgesehen.

Der Abfluss des Entwässerungsabschnittes 1 wird über die RBFA 01 gedrosselt und behandelt in den Bestandskanal DN 800 der Autobahn abgeführt, welcher östlich der DB-Schnellfahrstrecke Hannover-Fulda in den Eselsgraben einleitet. Da gegenwärtig im Bestand ca. 3,57 ha Fahrbahnfläche der A 44 (siehe Seite 14) unbehindert in den Eselsgraben entwässern, ergibt sich zukünftig eine Verbesserung der Wasserqualität für den Vorfluter.

Einleitung an bestehender Einleitstelle:

EW-Abschnitt Lfd.Nr	EW-Abschnitt Bereich [Bau-km]	Bezeichnung Einleitstelle	Bezeichnung und Lage Behandlungsanlage	Bezeichnung Vorfluter	undurchlässige Fläche Au [ha]
1	0+000 – 1+130	E1	RBFA 01 über vorh. Autobahnkanal DN 800	Eselsgraben	5,48

Tabelle 2: Änderung vorhandene Einleitstelle

Es sind folgende Einleitstellen in die Vorfluter geplant:

EW-Abschnitt Lfd.Nr	EW-Abschnitt Bereich [Bau-km]	Bezeichnung Einleitstelle	Bezeichnung und Lage Behandlungsanlage	Bezeichnung Vorfluter	undurchlässige Fläche Au [ha]
2.2	1+460 – 4+740	E2	RBFA 02	Fulda	10,75
3	AD Kassel-Süd	E3	RBFA 03	namenloser Bach	4,85

Tabelle 3: geplante Einleitstellen

Das Entwässerungskonzept der einzelnen Entwässerungsabschnitte ist nachfolgend im Detail beschrieben:

6.2 Entwässerungsabschnitt EWA1

(von Bau-km 0+000 bis Bau-km 1+130)

Der Entwässerungsabschnitt 1 beginnt am Kreuzungsbauwerk A44/A49 im Autobahnkreuz Kassel-West und erstreckt sich bis zur DB-Brücke (BW 04) bei Bau-km 1+130.

Dieser Entwässerungsabschnitt liegt im Heilquellenschutzgebiet. Die Autobahn verläuft von Osten kommend am Straßenhochpunkt bei Bau-km 1+202 mit zunächst 1,8 % und ab Bau-km 0+215 mit 0,35 % Längsgefälle in Richtung Bauanfang zum Kreuzungsbauwerk A 44/A 49. Aufgrund der in einem Linksbogen verlaufenden Linienführung der A 44 ergibt sich ein Sägezahn-

profil mit einer auf der RiFa Kassel zum Mittelstreifen geneigten Fahrbahn. In diesem Abschnitt befinden sich in kürzeren Abständen die Brückenbauwerke BW 01, BW 01.1 und BW 01.2, BW 02, BW 03 und BW 04.

Vorhandene Entwässerungsanlagen

Die RiFa Dortmund entwässert derzeit bei Geländegleich- bzw. Einschnittslage in die vorhandenen Straßenmulden und im Dammbereich in Längsgräben am Böschungsfuß, welche mit Durchlässen unter den Wegquerungen miteinander verbunden sind. Die vorhandenen Autobahnmulden/-gräben münden am Durchlass BW 06 bei ca. Bau-km 0+580 in den Eselsgraben.

Der Abschnitt der A 44 vom Bauanfang am Kreuzungsbauwerk der A 44/A 49 bis zum kreuzenden Rad- und Gehweg (BW 01) entwässert einschließlich der östlichen Rampen des Autobahnkreuzes Kassel-West über die vorhandenen Transportleitungen in den Bestandskanal DN 800 der Autobahn im Norden (siehe Punkt 3.5). Der Bestandskanal verlässt das Autobahnkreuz in Richtung Nordosten, quert danach die Schnellfahrstrecke der DB mit einem Düker und mündet mit einem Ablaufbauwerk in den Eselsgraben. An den Bestandskanal der Autobahn ist ein weiterer Kanal DN 800/1000 der Autobahn angeschlossen, welcher aus südlicher Richtung im Radweg Rengershausen-Niederzwehren verläuft. Der Kanal im Radweg nimmt die Streckenentwässerung der A 44 östlich der Radwegunterführung auf.

Zwangspunkte

Der Verlauf der geplanten Transportleitungen wird durch folgende Zwangspunkte bestimmt:

- Querung der Wege (Radweg und Betriebsweg) mit Mindestüberdeckung (0,50 m)
- Geplanten Brückenbauwerke BW 01-03
- Verlauf des Hauptsammlers West (Bestandskanal DN 800) im Trennstreifen der nördlichen Verflechtungsfahrbahn des AK Kassel-West mit Tiefen bis zu 5 m (Sohle: 184,15 m NHN)
- Geometrie des zusätzlichen Tragsystems (Deckelung auf Bohrpfählen) über dem DB-Tunnel

Geplante Entwässerung

Die Trasse der A 44 liegt östlich des AK Kassel-West geländegleich bzw. in Dammlage. Das anfallende Oberflächenwasser der Autobahn sowie der östlichen Rampen des AK Kassel-West wird gesammelt und der geplanten Retentionsbodenfilteranlage (RBFA) 01 nordöstlich vom Autobahnkreuz zugeführt. Die Anordnung der RBFA 01 ist am Radweg Rengershausen-Niederzwehren auf der dort vorhandenen Landwirtschaftsfläche vorgesehen.

Im Bereich der Lärmschutzwand LSW R1 wird das Oberflächenwasser der Rampe A49-A44 Ost in einer Bordrinne gesammelt und über Transportleitungen der Behandlungsanlage zugeführt.

Die geplanten Transportleitungen des westlichen Abschnittes zwischen dem Bauanfang bei Bau-km 0+000 und BW 01 bei Bau-km 0+349 werden über einen Zulaufkanal DN 600 im nördlichen Seitentrennstreifen der A 44 an den Anschlusskanal DN 800 zur RBFA 01 angeschlossen. Aufgrund der Lage der RBFA 01 verlaufen die Transportleitungen im Gegengefälle zur Gradientenlinie der A 44.

Östlich von BW 01 ist ein Zulaufkanal DN 600 zur RBFA 01 innerhalb des nördlichen Parallelweges an der A 44 vorgesehen. Der Kanal verläuft nördlich der Autobahn, da die Brückenbauwerke durch Transportleitungen nicht gequert werden können. An den Zulaufkanal sind sämtliche Transportleitungen des östlichen Abschnittes von 0+349 – 1+130 angeschlossen. Von Osten kommend, verläuft der Zulaufkanal zunächst bis BW 03 (Bau-km 0+665) in Mittellage, zweigt an der Brücke seitlich in die nördliche Betriebsumfahrt der Autobahnmeisterei ab und quert im Verlauf des nördlichen Parallelweges den überschütteten Durchlass des Eselsgrabens (BW 02) bei Bau-km 0+581. Der Zulaufkanal wird am Eisenbahntunnel bei Bau-km 0+524 zwischen Tunnelportal und der Verteilerfahrbahn Nord der A 44 über das geplante Überbrückungsbauwerk Nord (BW 01.1) geführt. Bei Bau-km 0+349 wird der östliche Zulaufkanal DN 600 im Radweg Rengershausen – Niederzwehren nördlich von BW 01 mit dem Zulaufkanal DN 600 aus Richtung Westen vereinigt und über den Anschlusskanal DN 800 an den Geschiebeschacht der RBFA 01 angeschlossen. Der unter BW 01 im Weg oberflächennah verlaufenden Regenwasserkanal DN 800 wird an den Anschlusskanal angeschlossen.

Die Entwässerung am Mittelstreifen erfolgt aufgrund der Fahrbahnbefestigung mit einem offenporigen Asphalt in Kastenrinnen, welche über die Transportleitungen an das RBFA 01 angeschlossen sind. Im Bereich der Verteilerfahrbahn ist für die Ableitung des Oberflächenwassers der RiFa Dortmund (Nordfahrbahn) aufgrund der Fahrbahnbefestigung mit offenporigem Asphalt ebenfalls eine Entwässerungsrinne vorgesehen.

Am Bauanfang entwässert die Rampe A 49 Süd/A 44 West des AK Kassel-West in die bestehenden Entwässerungseinrichtungen der A 44. Der vorhandene Hauptsammler DN 800 der westlichen Rampen des Kreuzes Kassel-West wird im Trennstreifen der Verteilerfahrbahn an die neue Fahrbahn in der Lage angepasst und die Schächte um ca. 3 m nördlich versetzt. Die vorhandenen Gefälleverhältnisse des Kanals werden dabei beibehalten.

Das Oberflächenwasser der nördlichen Verteilerfahrbahn des AK Kassel-West wird auf den Dammfächen und in den Mulden breitflächig versickert. Die Mulden entlasten in den nördlichen Zulaufkanal.

Zwischen Bau-km 0+500 – 0+550 wird auf der Südseite der A 44 ein Entwässerungsgraben der Bodenfilteranlage Baunatal durch die geplante Dammverbreiterung überbaut. Der Graben wird entsprechend des neuen Böschungsverlaufs umverlegt und das daran anschließende Zulaufrohr zum Tosbecken des Eselbachdurchlasses angepasst.

Die Regenwasserbehandlung erfolgt über eine Retentionsbodenfilteranlage mit zusätzlicher Rückhaltung. Dem Retentionsbodenfilter wird als Vorstufe ein Geschiebeschacht mit Tauchwand für die Leichtflüssigkeitsrückhaltung vorgeschaltet. Um die Einleitmenge zu dosieren ist

im Ablaufbauwerk eine Drosseleinrichtung vorgesehen. Die RBFA 01 wird über einen Ableitungskanal DN 800 an den Bestandskanal der Autobahn angeschlossen.

Die Retentionsbodenfilteranlage 1 hat ein Bemessungs-Speichervolumen für $n=0,2$ von 1.155 m^3 . Die Behandlungsanlage weist bei einer Wasserpegelhöhe etwa auf Höhe der Beckenumfahrung (186,35 m) ein Gesamtvolumen von 2.755 m^3 (Pkt. 10.2.5, Abb.4) zum Schutz vor Überflutung des benachbarten Eisenbahntunnels auf. Damit besteht hinsichtlich des erforderlichen Speichervolumens ($V_{\text{eff.}}$) von 2.573 m^3 (Unterlage 18.5.6) eine ausreichende Speicherreserve zur Rückhaltung des 100jährigen Regenereignisses ($n=0,01$). Die Einstauhöhe des Beckens für den Überstaufall liegt unterhalb der Deckelhöhen der umliegenden Schächte und benachbarten Mulden.

Bezüglich der großen Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung im Untersuchungsraum (siehe Baugrundgutachten) werden gemäß RiStWag innerhalb des EWA1 im Bereich des Heilquellenschutzgebietes keine über die REWS hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

Der Zustand nach Ausbau der A 44 stellt eine deutliche Verbesserung zum Bestand dar.

Angeschlossene Fläche der Bestandsfahrbahn im EWA1

- **Anschluss an Vorflut - Eselsbach**

Bestand

Fahrbahn A 44	$A_U = (1,30 + 1,30)$	$\cdot 0,9 = 2,34 \text{ ha}$
südl. Rampen Kreuz Kassel-West	$A_U = (0,35 + 0,50)$	$\cdot 0,9 = 0,76 \text{ ha}$
nördl. Verteilerfahrbahn Kreuz Kassel-West	$A_U = (0,52)$	$\cdot 0,9 = 0,47 \text{ ha}$

$$\Sigma AU = 2,34 + 0,76 + 0,47 = 3,57 \text{ ha}$$

Vergleichsabflussmenge Bestand:	$A_U \cdot r_{(15,1)} = 3,57 \text{ ha} \cdot 114,4 \text{ l/s ha} = 408,4 \text{ l/s}$
Drosselabflussmenge RBFA 01:	$Q_{D,\text{max}} = 86 \text{ l/s}$ (vgl. Pkt. 10.2.5)

Aus der Gegenüberstellung ist zu ersehen, dass neben der verbesserten Einleitungsqualität vor allem der Gesamtabfluss von den Fahrbahnflächen der A 44 mit derzeit ca. $408,4 \text{ l/s}$ durch die geplante Rückhaltung auf 86 l/s reduziert und somit ein wirksamer Beitrag zum Hochwasserschutz im Einzugsgebiet geleistet wird.

6.3 Entwässerungsabschnitt EWA2

(von Bau-km 1+130 bis Bau-km 4+740)

Der Entwässerungsabschnitt 2 beginnt östlich der DB-Brücke (BW 04) und verläuft bis zur Grenze vom Einzugsgebiet des RBFA 03 in östlicher Richtung bei ca. Bau-km 4+740. Der Abschnitt wird am BW 05 - Brücke über Wirtschaftsweg „Dittershäuser Straße“ in die Unterabschnitte EWA 2.1 und EWA 2.2 unterteilt, da die Transportleitung der Mittelentwässerung aufgrund der Überbaukonstruktion der Brücke nicht bis zum RBFA 02 geführt werden kann.

Ab dem Straßenhochpunkt bei Bau-km 1+202 fällt die Linienführung der A 44 auf einer Länge von 1.367 m mit 1,50 % Längsneigung in östliche Richtung und erreicht bei Bau-km 2+514 den Straßentiefpunkt des Entwässerungsabschnittes. Danach steigt der Streckenabschnitt mit 1,50 % Längsneigung auf einer Länge von 1.162 m bis zum nächsten Neigungswechsel bei Bau-km 3+677, wonach die Gradienten mit etwas größerer Längsneigung von 3,0 % weiter bis zum geplanten AD Kassel-Süd ansteigt. Der Straßenhochpunkt des geplanten Dreiecks Kassel-Süd liegt bei ca. Bau-km 5+066.

Der Entwässerungsabschnitt EWA2 ist aufgrund der Brücke über den Wirtschaftsweg bei Bau-km 1+460 (BW 05) und damit getrennter Abflussverhältnisse in zwei Unterabschnitte aufgeteilt.

Der EWA2 liegt im Trinkwasserschutzgebiet des Tiefbrunnens Bergshausen der Schutzzone III und im Bereich des Heilquellenschutzgebietes für die staatlich anerkannte Heilquelle „TB Wilhelmshöhe 3“ der Schutzzone B2.

Aufgrund der großen Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung im Untersuchungsraum (siehe Baugrundgutachten) sind innerhalb des EWA2 keine Schutzmaßnahmen nach RiStWag erforderlich.

Vorhandene Entwässerungsanlagen

Die bestehende Entwässerung der Autobahn erfolgt derzeit über die Längsleitungen im Mittelstreifen und nördlichen Seitenbereich sowie über Gräben und Mulden in den beiden Seitenbereichen. Das anfallende Oberflächenwasser wird direkt in die angeschlossenen Vorfluter Läusegräben und die Fulda eingeleitet. Regenwasserbehandlungsanlagen sind nicht vorhanden. Die bestehende Fuldabrücke Bergshausen wird über Straßenabläufe in die Brückenleitungen entwässert und am unteren Widerlager des westlichen Brückenanlaufes in die seitlichen Dammfußgräben bzw. einen Ableitungskanal in Richtung Fulda abgeschlagen. Die Baumaßnahme befindet sich im Einzugsgebiet der Fulda. Die oberirdischen Gewässer nehmen bereits heute Oberflächenwasser aus den Straßengräben und -mulden auf.

Bei ca. Bau-km 1+700 kreuzt der Läusegraben die A 44 mit einem Durchlassbauwerk. Der vorhandene Durchlass (BW 02) mit einer lichten Höhe von 3,65 m und einer lichten Weite von 2,50 m wird nach Norden verlängert.

Der Läusegraben entwässert Flächen vom Einzugsgebiet des „Langen Feldes“ und fließt in Richtung Süden zur Fulda ab. Nordwestlich des Durchlasses mit der A 44 ist das geplante Regenrückhaltebecken Süd des Gewerbestandortes „Langes Feld“ mit einem Nutzvolumen von 5.300 m³ vorgesehen. Der Beckenabfluss erfolgt über eine Sammelleitung DN 700 zur Fulda. Die im B-Plan der Stadt Kassel auf 40 m festgelegte Abstandsfläche zur bestehenden A 44 wird mit den 6-streifigen Ausbau der A 44 auf 35 m angepasst.

Geplante Entwässerung

Entwässerungsabschnitt 2.1

(A 44 von Bau-km 1+130 – Bau-km 1+460, Entlastung zum Läusegraben)

Im Bereich zwischen Bau-km 1+130 – Bau-km 1+460 befindet sich die A 44 in einer ausgeprägten Dammlage und quert bei Bau-km 1+474 den Wirtschaftsweg „Dittershäuser Straße“ über BW 05. Die Fahrbahn ist in Fortsetzung des EWA1 ebenfalls als Sägezahnprofil ausgebildet.

Die Entwässerung der RiFa Dortmund erfolgt breitflächig über die standfesten Bankette und bewachsenen Dammböschungen auf der Nordseite. Das Oberflächenwasser der A 44 wird auf diesen Flächen und in der dränierten Versickerungsmulde am Böschungsfuß versickert. Für die kritische Regenspende r_{krit} von 15 l/s · ha ergibt sich somit kein Abfluss (siehe Nachweis unter Kap. 9.2). Eine Behandlung ist hier nicht erforderlich.

Das Oberflächenwasser der RiFa Kassel muss aufgrund des Sägezahnprofils der A 44 am Mittelstreifen in einer Kastenrinne gefasst werden. Die Entwässerungsrinne ergibt sich durch die Fahrbahnbefestigung mit einem offenporigen Asphaltbelag. Im Bereich zwischen Bau-km 1+130 – 1+460 wird das in der Kastenrinne gesammelte Oberflächenwasser der RiFa Kassel sowie das im Bereich 1+130 – 1+700 nicht versickerungsfähige Oberflächenwasser der RiFa Dortmund einer dränierten Versickerungsmulde an der Nordseite der A 44 zugeführt (siehe auch Punkt 10.5). Dabei wird der Abfluss der Kastenrinne der Mittelstreifenentwässerung über mehrere dezentrale Querabschläge in die dränierte Versickerungsmulde abgeleitet. Die dränierte Versickerungsmulde quert die Dittershäuser Straße mit einem Durchlass DN 500 und entlastet über eine Raubettmulde in den Läusegraben.

Entwässerungsabschnitt 2.2

(A 44 von Bau-km 1+460 – Bau-km 4+710, Einleitung in die Fulda)

Das Oberflächenwasser der A 44 zwischen Bau-km 1+460 – 1+800 wird auf den Böschungsflächen des Dammschnittes breitflächig versickert. Für die kritische Regenspende r_{krit} von 15 l/s · ha ergibt sich somit kein Abfluss (siehe Nachweis unter Kap. 9.2). Eine Behandlung ist hier nicht erforderlich.

Im Teilabschnitt zwischen Bau-km 1+800 – Bau-km 2+750 wird die Trasse der A 44 in einem bis zu 13 m tiefen Einschnitt weitergeführt. Die Größe des Einschnittes ist aufgrund der südlichen Lage der Bergshäuser Brücke und Einbindung der neuen Brücke in den Talraum der Fulda notwendig. Aus Gründen der Verkehrssicherheit und Vermeidung entwässerungsschwacher Bereiche auf der Fahrbahn im westlich an die Fuldabrücke anschließenden Wannengebiet der A 44 ist eine Absenkung der Gradienten mit Längsneigungen von mindestens 1,5 % erforderlich, damit sich das Oberflächenwasser in den beiden Verwindungsbereichen der Wanne nicht aufstaut.

Das Oberflächenwasser des Einschnittes wird in 2,0 m breiten Rasenmulden gefasst und über Muldenablaufschächte in die geplanten beidseitigen Huckepackleitungen abgeführt. Der Tief-

punkt der Gradiente liegt bei Bau-km 2+510 und damit 240 m vor dem Ende des Einschnitts, sodass das Niederschlagswasser von beiden Seiten auf diesen Punkt zufließt. An dieser Stelle besteht bei einer Überlastung der Regenwasserkanäle die Gefahr des Rückstaus. Die Bemessung der Rohrleitungen erfolgte daher für ein Regenereignis mit 5-jähriger Wiederkehr (Straßentiefpunkte). Zur Entlastung der Regenwasserleitung im Mittelstreifen des Wannenhalmessers wird unter der südlichen Mulde im Seitenraum ein durchlaufender Kanalstrang vorgesehen, womit große Sonderschächte im Mittelstreifen vermieden werden können. Die nördliche Mulde, die nur die Böschungen entwässert, wird über Ablaufschächte an die Mittellängsleitung angeschlossen.

Vom Straßentiefpunkt bei Bau-km 2+515 wird das in den Autobahnkanälen gesammelte Straßenoberflächenwasser mit einer im Gegengefälle geplanten Transportleitung auf der Nordseite bis zum Standort des geplanten RBFA 02 bei ca. Bau-km 3+300 abgeführt. Der Ableitungskanal wird aufgrund des abfallenden Geländes auf der Nordseite angeordnet. Trotzdem ergeben sich große Schachttiefen bis 8 m. Zur Vermeidung von Schachthöhen > 10 m wurde das Sohlgefälle des nördlichen Zulaufkanals zum RBFA 02 von Bau-km 2+700 – 3+100 auf 0,35 % festgelegt.

Zur Entlastung des westlich vom Straßentiefpunkt verlaufenden Mittellängsleitung sind Abschläge in den Regenwasserkanal auf der Nordseite bei Bau-km 2+510 und Bau-km 2+700 vorgesehen.

Im Bereich der Lärmschutzwände LSW D1 und LSW B1 wird das Oberflächenwasser der A 44 an den Tiefändern in einer Kastenrinne gesammelt. Der Streckenbereich der A 44 mit offenporigem Asphalt endet bei Bau-km 3+238 am westlichen Widerlager der neuen Bergshäuser Brücke.

Bei Bau-km 3+000 wird die Entwässerung des östlichen Abschnittes der A 44 bis zum AD Kassel-Süd bei Bau-km 4+710 an den Zulaufkanal DN 1100 zum RBFA 02 auf der Nordseite angeschlossen. Da am östlichen Ufer der Fulda aufgrund der Sperre-Siedlung und des bewaldeten Steilhanges eine weitere Behandlungsanlage nicht vorgesehen werden kann, wird das gesammelte Oberflächenwasser des Dammbereiches der A 44 zwischen Bau-km 4+314 - 4+710 mittels Transportleitungen über die Bergshäuser Brücke (BW 07n) abgeleitet und der RBFA 02 zugeführt.

Das Oberflächenwasser der Bergshäuser Brücke zwischen Bau-km 3+238 – 4+314 wird über Brückenabläufe gefasst und mit Brückenlängsleitungen zum westlichen Widerlager abgeleitet.

Östlich der Bergshäuser Brücke werden die Straßenabflüsse des Dammbereiches zwischen Bau-km 4+314 – 4+710 am Tiefrand entlang der Lärmschutzwand LSW B1 über Straßenabläufe gesammelt. Im Dammbereich von Bau-km 4+314 bis Bau-km 4+520 wird das nicht versickernde Oberflächenwasser der Böschungen am Übergang an das ansteigende Gelände in Gräben mit rauer Sohlbefestigung am Böschungsfuß geleitet und versickert.

Im Bereich des AD Kassel-Süd quert bei Bau-km 4+664 die umverlegte L 3460 die Rampen des AD-Kassel-Süd mit einer Straßenüberführung. Die Straßenüberführung der L 3460 entwässert

breitflächig über Bankett und Dammböschung. Die Behandlung des Straßenoberflächenwassers erfolgt über breitflächige Versickerung auf den Böschungsf lächen.

In Abhängigkeit der geplanten Richtungs- und Querneigungswechsel der Linienführung bei Bau-km 2+079 und Bau-km 2+909 sowie Bau-km 3+435 ändert sich ebenfalls der Seitenbereich mit der zur Straßenmulde hin entwässernden Richtungsfahrbahn.

- Bau-km 1+460 – 2+079 Entwässerung der RiFa Dortmund zur Nordseite
- Bau-km 2+179 – 2+836 Entwässerung der RiFa Kassel zur Südseite
- Bau-km 2+909 – 4+470 Entwässerung der RiFa Dortmund zur Nordseite
- Bau-km 4+470 – 4+710 Entwässerung der RiFa Kassel zur Südseite

Die Regenwasserbehandlung erfolgt über eine Retentionsbodenfilteranlage (RBFA 02) mit zusätzlicher Rückhaltung. Die Rückhaltung erfolgt im Nebenschluss in einem gesonderten Regenrückhaltebecken für das 5jährige Regenereignis ($n = 0,2$). Dem Retentionsbodenfilter wird als Vorstufe ein Geschiebeschacht mit Tauchwand vorgeschaltet. Der Abfluss aus der Behandlungsanlage wird über ein Drosselorgan gedrosselt in die Fulda eingeleitet.

Die geplante Retentionsbodenfilteranlage befindet sich am westlichen Widerlager der Fuldabrücke auf der Südseite der A 44. Der Zulauf zum Bodenfilterbecken erfolgt über den nördlichen Zulaufkanal DN 1100. Unter Berücksichtigung des Reservespeichervolumens der beiden Becken wird die Ableitung mit einer Transportleitung DN 600 geplant. Der Ableitungskanal verläuft entlang der K 16 bis zur bestehenden Bergshäuser Brücke in nördlicher Richtung. Die Einleitung in die Fulda ist unter der Bestandsbrücke mit einem Einlaufbauwerk vorgesehen. Die Dimensionierung des Einlaufbauwerkes in die Fulda erfolgte unter Berücksichtigung der einzuhaltenden Querströmung in die Bundeswasserstraße.

Aufgrund des relativ flachen Geländeverlaufes des beidseitig anschließenden Geländes sind Abfanggräben zur Aufnahme von Oberflächenwasser aus dem Gelände bzw. zum Schutz der Böschungen vor Erosion nicht vorgesehen.

Bei Bau-km 4+519 quert die geplante A 44 einen Zulaufgraben zum namenlosen Bach auf einen bis zu 15 m hohen Damm. Zur Aufrechterhaltung der Vorflut wird ein weitgehend dem Grabenverlauf folgendes Durchlassbauwerk (BW 07.1) im Dammbereich vorgesehen. Das Bauwerk wird gleichzeitig als Fledermausdurchlass mit einer Lichten Höhe von 5 m hergestellt. Der Auslauf des Durchlasses mündet mit einer Bachtreppe in den namenlosen Bach ein. Die Bachtreppe wird im Verlauf so gestaltet, dass das Biotop im namenlosen Bach weitgehend geschont wird.

Das nördlich der Dammböschung an die A 44 angrenzende Kerbtal des namenlosen Baches zwischen Bau-km 4+520 – 4+705 bis zur L 3460 wird im oberen Bereich auf ca. 100 m Länge durch die Rampen des AD Kassel-Süd und die Umverlegung der L 3460 überbaut. Das bestehende Gerinne der verrohrten Außengebietsentwässerung unter der A 7 einschließlich des Bestandsdurchlasses DL 1200 unter der L 3460 werden zurückgebaut und durch eine neue Au-

ßengebietsableitung (siehe Punkt 6.5) ersetzt. Damit das parallel zur A 44 verlaufende Kerbtal als geschütztes Biotop offengehalten werden kann, wird ein Stützbauwerk (STW 07.1 Nord) im Bereich der Dammböschung hergestellt.

6.4 Entwässerungsabschnitt EWA3

(Rampen des neuen AD Kassel-Süd)

Der Entwässerungsabschnitt erstreckt sich von der geplanten Straßenüberführung der L 3460 über die Rampen des AD Kassel-Süd bei Bau-km 4+710 bis zum Beginn bzw. Ende der Einfädelungs- und Ausfädelungstreifen der Rampen des AD Kassel-Süd im Anschluss an die A7.

Vom Straßenhochpunkt bei Bau-km 5+066 fallen die Rampen zur A 7 in Richtung Norden. Die östlichen Rampen des AD Kassel-Süd befinden sich hier ab ca. Bau-km 4+820 bis ca. Bau-km 5+350 in einem bis zu 16 m tiefen Trasseneinschnitt. Der Einschnitt ist begründet durch die Einhaltung der Mindestwerte der Trassierung und Berücksichtigung der Anbindung an die A 7 nach Norden sowie der Lage der Bergshäuser Brücke in westlicher Richtung.

Aus Höhengründen erfolgt bei ca. Bau-km 5+300 die Ableitung des gesammelten Oberflächenwassers der östlichen Rampen über einen Ableitungskanal mit Gefälle bis zur RBFA 03.

Das Niederschlagswasser der Rampenfahrbahnen wird in einer neuen Retentionsbodenfilteranlage (RBFA 03) innerhalb der westlichen Tangentialrampe des Autobahndreiecks zwischengespeichert und gereinigt in den namenlosen Bach abgeleitet.

Der Abschnitt des geplanten AD Kassel-Süd liegt ebenfalls im Trinkwasserschutzgebiet des Tiefbrunnens Bergshausen der Schutzzone III.

Aufgrund der großen Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung im Untersuchungsraum (siehe Baugrundgutachten) sind innerhalb des EWA3 keine Schutzmaßnahmen nach RiStWag erforderlich.

Vorhandene Entwässerungsanlagen

Das anfallende Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Würzburg von Betr.-km 313+689 bis 314+284 auf der A 7 entwässert im Bestand über Bordrinnen mit Straßenabläufen in das angrenzende Gelände bzw. wird den im Bereich des Söhrewaldes vorhandenen Entwässerungsgräben zugeführt und anschließend in den namenlosen Bach eingeleitet. Das auf der Ostseite der A 7 in Straßenmulden gesammelte Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Hannover wird im ehemaligen Dreieck Kassel über zwei tiefliegende Verrohrungen bei ca. Betr.-km 313+770 und 313+958 in die Entwässerungsgräben auf die Westseite der A 7 transportiert und dem namenlosen Bach zugeführt. Der Auslauf der Regenwasserkanäle und Verrohrungen erfolgt i.d.R. ohne Rückhaltung bzw. Vorreinigung in das angrenzende Gelände bzw. unmittelbar in den Vorfluter.

Die Außengebietsentwässerung der A 7 des in Richtung Nordwesten stärker geneigten Geländes am ehemaligen Dreieck Kassel-Süd besteht aus Abfanggräben, die entlang der Böschun-

gen der Autobahn verlaufen und über die tiefliegenden Verrohrungen bei Betr.-km 313+770 und 313+958 an den namenlosen Bach angeschlossen sind. Im Bereich des bestehenden Überführungsbauwerkes der A 44 über die A 7 des heutigen Dreiecks Kassel-Süd sind bei Betr.-km 313+228 und 313+307 weitere Querungen der Außengebietsentwässerung vorhanden. Die unter der A 7 geführte Verrohrung mündet dort auf der Westseite in die Entwässerungsgräben entlang der bestehenden A 44 zur Fulda ein.

Geplante Entwässerung

Das anfallende Oberflächenwasser der Rampenfahrbahnen im AD Kassel-Süd wird gesammelt und der Retentionsbodenfilteranlage 03 in der westlichen Tangentialrampe des Autobahndreiecks zugeführt.

Das der Retentionsbodenfilteranlage 03 zugeführte Wasser wird über einen Bodenfilter gereinigt und eine Drosseleinrichtung in den namenlosen Bach eingeleitet.

Die Abschnitte der Rampen West-Nord und Süd-West mit einem gemeinsamen Querschnitt werden am Mittelstreifen über Straßenabläufe entwässert. Bei Bau-km 5+300 werden die Sammelleitungen mit einem Ableitungskanal zum RBFA 03 geführt.

Zur Behandlung des gesammelten Oberflächenwassers wird eine Retentionsbodenfilteranlage (RBFA 03) vorgesehen. Die Einleitung aus der RBFA 03 erfolgt gedrosselt in den namenlosen Bach. Der Retentionsbodenfilter 03 wird mit einer Rückhaltung kombiniert.

Als Standort für das geplante RBFA 03-Becken wurde die Zwischenfläche der Tangentialrampe Nord-West (Hannover-Dortmund) westlich der A 7 gewählt. Somit werden keine zusätzlichen unbebauten Flächen beansprucht und eine kurze Ableitung in den Vorfluter gewährleistet.

Die unterhalb der RBFA 03 liegenden Bereiche der Rampen entwässern über die geplanten Transportleitungen entlang der A 7 in das RRB 05 nördlich der TRM Kassel-Ost. Dementsprechend werden neben der A 7 (Betr.-km 312+700- 314+000) die halbdirekte Rampe West-Nord (Dortmund-Hannover) von Bau-km 1+143-1+393, die Schleifenrampe Süd-West (Frankfurt-Dortmund) von Bau-km 0+325-0+495 und die direkte Rampe Nord-West (Hannover-Dortmund) von Bau-km 0+573-0+634 daran angeschlossen.

Im Norden schließt der Entwässerungsabschnitt 3 an den 8-streifig ausgebauten Abschnitt der A 7 zwischen dem AD Kassel/Ost und dem Dreieck Kassel-Süd einschließlich der Tank- und Rastanlage Kassel-Ost. Die Oberflächenentwässerung der Fahrbahnen zwischen den Betr.-km 311+930 und 314+000, sowie der Tank- und Rastanlage Kassel-Ost wird im Regenbecken RRB 05 der A 7 zusammengeführt. Im Einzugsgebiet des Regenbeckens sind darüber hinaus die Umbaubereiche der Rampen Nord-West und West-Nord des AD Kassel-Süd enthalten. Der Ab- und Überlauf des RRB 05 geht in einen DN 800 Kanal, der nach ca. 250 m in den Durchlass des Lingelbaches mündet. Da die Rampen des neuen Dreiecks überwiegend in das geplante RBFA 03 entwässern, ergeben sich trotz der etwas längeren Verflechtungsstrecken der Rampe Nord-West und Rampe West-Nord keine Mehrflächen für das Einzugsgebiet von

RRB 05. Durch die Neugestaltung des AD Kassel-Süd ist die vorhandene 2-streifige Zufahrt der Rampe A 44 West/ A 7 Süd zur A 7 in Richtung Süden nicht mehr erforderlich, sodass die anschließende Einfädungsstrecke im Abschnitt zwischen Betr.-km 313+668-313+990 zurückgebaut werden kann. Mit der Herstellung des RQ 36 auf der Richtungsfahrbahn Würzburg wird dort das Einzugsgebiet der A 7 für das RRB 05 verringert (Unterlage 18.4, Blatt 12-13). Das RRB 05 ist in der Lage die zusätzlichen Flächen der Rampen des AD Kassel-Süd aufzunehmen, da gleichzeitig das vorhandene AD Kassel-Süd zurückgebaut wird.

6.5 Außenentwässerung an der A 7

Die vorhandenen Verrohrungen der Außengebietsentwässerung bei Betr.-km 313+228 und 313+307 sowie 313+770 und 313+958 werden unter Berücksichtigung der neuen Verbindungsrampen des AD Kassel-Süd geändert. Hierzu werden die alten Leitungen verdämmt und durch eine neue Ableitung ersetzt. Damit wird die vorhandene Einleitsituation mit den angeschlossenen Einzugsgebieten für die beiden Vorfluter Fulda und namenloser Bach im Wesentlichen nicht verändert. Überdies wird durch den Anschluss der Fahrbahnflächen der A 7 an das RBFA 03 die Abflussspitze durch Drosselung in der Behandlungsanlage reduziert.

Da bei allen Querungen die vorhandene Streckenentwässerung an die Verrohrungen der Gräben angeschlossen ist, wird zukünftig das auf den Fahrbahnen anfallende Oberflächenwasser vom Wasser der Außengebiete getrennt abgeleitet.

Südlich von BW 09 ist bei km 314+027 ein Rohrdurchlass DN 800 zur Querung der A 7 vorgesehen. Der Durchlass verbindet die offenen Grabenbereiche der südlichen Ableitung des Außengebietes an der A 7 zwischen dem östlichen Forstweg und dem Zusammenführungsschacht R_AS_071 zum namenlosen Bach. Der Beginn der Ableitung liegt am südlichen Tiefpunkt des östlichen Forstweggrabens. Für die Querung der Rampe Dortmund-Frankfurt ist ein Durchlass DN 1000 vorgesehen, an welchen sich ein weitere offener Grabenabschnitt anschließt. Westlich der alten L 3460 quert die Außengebietsableitung mit einem Durchlass DN 1000 die gebündelten Rampen des neuen AD Kassel-Süd und mündet ca. 40 m nordöstlich von BW 08 in den Zusammenführungsschacht R_AS_071. Im Zusammenführungsschacht werden neben der Außengebietsentwässerung östlich der A 7 ebenfalls die Ableitung aus dem RBFA 01 vereint. Vom Zusammenführungsschacht führt ein Durchlass DN 1200 unter der L 3460 zum namenlosen Bach. Der Auslauf des Durchlasses in den namenlosen Bach erfolgt über eine ca. 15,30 m langen Kaskade. Die Kaskade mündet mit einem 4,52 m langen Pflastergerinne in den namenlosen Bach.

Die vorhandene Verrohrung DN 1000 bei km 313+770 zur Querung der A 7 wird aufgrund der neuen Lage der östlichen Rampen des AD Kassel-Süd geschlossen und in geänderter Lage um ca. 140 m nach Norden versetzt neu hergestellt. Die Leitung unterquert die vorhandene Verbindungsrampe Dortmund - Hannover mit einer Nennweite DN 800, kreuzt danach die neue Rampe Dortmund-Hannover und die vorhandene A 7 sowie die neue Rampe Hannover-Dortmund einschließlich des geplanten Lärmschutzwalles LSWall B1 mit einer Nennweite DN 1000 und verläuft im Weiteren an der Nordseite des Lärmschutzwalles bis zum Zusammenführungsschacht an der L 3460 mit einer Nennweite DN 1200. Aus hydraulischen Gründen ergibt sich

eine bis zu 5 m tiefe Lage der Rohrleitung. Zur Querung der östlichen Rampen ergeben sich große Absturzschächte bis 8 m Tiefe.

Die im Bereich des Bestandsbauwerkes der A 44 über die A 7 (BW 09a) bei Betr.-km 313+228 und 313+307 vorhandenen Rohrleitungen der Außenentwässerung werden ebenfalls geschlossen und durch einen neuen Durchlass DN 900 in der A 7 ersetzt. Der die A 7 querende Durchlass wird mit der vorhandenen Verrohrung DN 1000 zum offenen Grabenabschnitt auf der Westseite des vorhandenen AD Kassel-Süd verbunden. Damit erfolgt eine Trennung der Entwässerung des Außengebietes von der Streckenentwässerung.

7 GRUNDLAGEN UND VORSCHRIFTEN

Als Grundlage für die wassertechnische Berechnung dienen die Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für Bergshausen(Hessen).

Die Ermittlung der Einzugsgebiete erfolgte nach Auswertung der Vermessungsdaten (Höhen-schichtlinien) und über die räumliche Linienführung mit der Abgrenzung an den geplanten Bauwerken.

Für die Ausarbeitung der hydraulischen Berechnungen werden die einschlägigen Vorschriften und Richtlinien, die für Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser zu berücksichtigen sind, herangezogen.

- Richtlinie für die Entwässerung von Straßen (REwS)
- Arbeitsblatt DWA-A 110, Ausgabe August 2006, Korrektur November 2018 Juli; Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen
- Arbeitsblatt DWA-A 117, Ausgabe Dezember 2013; Bemessung von Regenrückhalte-räumen
- Arbeitsblatt DWA-A 118, Ausgabe März 2006; Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
- Arbeitsblatt DWA-A 138, Ausgabe April 2005; Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- Arbeitsblatt DWA-A 166, Ausgabe November 2013; Bauwerke der zentralen Regenwas-serbehandlung und -rückhaltung
- Arbeitsblatt DWA-A 178, Ausgabe Juni 2019; Retentionsbodenfilteranlagen
- Niederschlagshöhen- und Spenden nach KOSTRA-DWD 2020, vom Deutschen Wetter-dienstes (DWD)

8 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

8.1 Regenhäufigkeiten

Die, der Bemessung zugrunde zu legende, Regenhäufigkeit hängt von den Sicherheitsanforde-

rungen des geplanten Objektes und von den in der Umgebung vorhandenen Objekten sowie dem damit verbundenen Schadenspotential lt. REwS, Tab. 2 bzw. DWA-A 117 wie folgt ab:

n = 1	Einzugsgebiet ohne besonderes Sicherheitsbedürfnis (Fahrbahnflächen mit Entwässerung über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen).
n = 0,33	Rohrleitungen im Mittelstreifen
n = 0,2	Rohrleitungen unterhalb von Straßentiefpunkten
n = 0,2	Regenrückhalteraum A 44, Eselsgraben, Fulda, namenloser Bach

Entwässerungsanlagen, die unmittelbar der Entwässerung des Objektes dienen, werden üblicherweise für Regenereignisse von 5 bis 15 Minuten Dauer bemessen. Für die A 44 als außerörtliche Straße wurde eine Regendauer von 15 min zur Bemessung der Kanalisationen angesetzt.

8.2 Regenspende

Für die Bemessung der Transportkanäle wurde die Verwendung der Regenreihe Bergshausen (HE), Rasterfeld Spalte 137, Zeile 134 KOSTRA-DWD 2020 festgelegt. Der Bemessungsniederschlag ergibt sich damit zu:

$r_{15(1)}$	= 113,3 l/(s·ha)
$r_{15(0,33)}$	= 157,8 l/(s·ha)
$r_{15(0,2)}$	= 178,9 l/(s·ha)

8.3 Spezifische Versickerraten

Bei der Ermittlung der Einzugsflächen wurden nachfolgende spezifische Versickerraten angewendet. Diese wurden in Anlehnung an die REwS und gemäß Abstimmung mit dem Baugrundgutachter als Mindestwerte gewählt.

100 l/(s·ha)	- Rasenmulden (REwS)
100 l/(s·ha)	- bewachsene Dammböschungen
100 l/(s·ha)	- Einschnittsböschungen im Lockergestein
20 l/(s·ha)	- Bankette nach ZTV E-StB
120 l/(s·ha)	- Seitenablagerungen und Verwallung südl. Rampe A49Süd-A44Ost
10 · E-06 - 10 · E-08 m/s	- Untergrund (Lößlehm, gem. geotechn. Bewertungsband)
10 · E-05 - 10 · E-07 m/s	- Untergrund (Tertiärsand, mittlerer Buntsandstein, gem. geotechn. Bewertungsband)

8.4 Spitzenabflussbeiwerte

$\psi_s = 0,9$	Fahrbahnen, befestigte Flächen (REwS)
$\psi_s = 0,6$	Fahrbahnen mit offenporigem Asphalt (OPA)
$\psi_s = 0,6-0,9$	sonstige befestigte horizontale Flächen (REwS)
$\psi_s = 0,1$	Gärten, Wiesen und Kulturland (flaches Gelände)
$\psi_s = 0,3$	Gärten, Wiesen und Kulturland (steiles Gelände)

Für die Bemessung der Entwässerungsröhrleitungen wurde für neu geplanten Röhrleitungen eine betriebliche Rauigkeit von $k_b = 0,5$ mm bei Kunststoffröhren und $k_b = 1,5$ mm bei Betonröhren angesetzt.

Die Dimensionierung der Regenwasserkanäle erfolgt gemäß REwS ab einem Mindestdurchmesser von DN 250.

8.5 Rückhalteräume

Der Drosselabfluss ergibt sich in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde (Protokoll vom 16.02.2021) entsprechend dem potentiell natürlichen Abfluss unter Berücksichtigung eines Spitzenabflussbeiwertes von $\psi_s = 0,1$ für das angeschlossene Einzugsgebiet der Rückhaltung.

9 OBERFLÄCHENENTWÄSSERUNG

9.1 Einzugsgebiete

Die Dimensionierung der Mulden, Gräben und Durchlässe erfolgen mittels der zulässigen Belastungen nach den Tabellenwerken und Formeln des DWA-Regelwerkes und der REwS.

9.2 Breitflächige Versickerung über Bankett und Böschung (dezentral)

Im Abschnitt zwischen Bau-km 1+130 – 1+817 befindet sich die A 44 in Dammlage. Dort wird das Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Dortmund (Nordseite) über die unbefestigten Flächen abgeführt und auf den Böschungsflächen sowie in den Mulden breitflächig versickert. Die Mulden werden zur Entlastung an den Läusegraben angeschlossen.

Gemäß den REwS [7] ist das Behandlungsziel für Straßenoberflächenwasser erreicht, wenn sich für die kritische Regenspende $r_{krit} = 15$ l/(s · ha) kein abzuleitender Oberflächenabfluss ergibt.

$$Q = 15 \text{ l/(s·ha)} \cdot 1,14 \text{ ha} \cdot 0,9 + (15 \text{ l/(s·ha)} - 100 \text{ l/(s·ha)}) \cdot 0,21 \text{ ha} + (15 \text{ l/(s·ha)} - 10 \text{ l/(s·ha)}) \cdot 0,10 \text{ ha} = 15,4 \text{ l/s} + (-17,8 \text{ l/s}) + 0,5 \text{ l/s}$$

$$= -1,9 \text{ l/s} \text{ kein Abfluss bei Regen von } 15 \text{ l/(s·ha)} \rightarrow \text{Behandlungsziel ist erreicht}$$

Das anfallende Oberflächenwasser wird auf den Dammböschungen vollständig versickert.

9.3 Retentionsbodenfilter

Für die Behandlung des nicht versickerungsfähigen und in den Straßenmulden bzw. Transportleitungen der A 44 gesammelten Oberflächenwassers werden Retentionsbodenfilter vorgesehen. Die Retentionsbodenfilter stellen in Bezug auf den Rückhalt von AFS63 die Anlagen mit der größten Reinigungsleistung dar. Bodenfilter entfernen die partikulären Stoffe des Oberflächenwassers über die belebte Bodenzone. Auf und in der Filterschicht finden die physikalisch-chemischen und biologischen Reinigungsprozesse statt. Der primäre Prozess ist die Filtration, die einen fast vollständigen Rückhalt grob- und feinputikulärer Stoffe und an ihnen gebundener Stoffe bewirkt. Die Prozesse Sorption und Umsetzung finden an den Biofilmen der Sedimente auf der Filteroberfläche sowie des Filtermaterials der oberen Filterschicht statt. Dort werden gelöste Inhaltsstoffe zurückgehalten und umgewandelt. Die Filteroberfläche wird mit Schilf bepflanzt, welches zur Ausbildung einer strukturreichen Filteroberfläche und damit zum Kolmationsschutz beiträgt. Eine Mahd ist deshalb zu unterlassen.

Inbetriebnahme

Der Bodenfilter wird erst nach ausreichender Begrünung und gut ausgebildeter Population mit Wasser beschickt. Für das gute Anwachsen des Schilfs und eine kräftige Pflanzenentwicklung sind optimale Wachstumsbedingungen herzustellen. Deshalb werden anfangs die frisch angepflanzten Schilfholme gut feucht gehalten, aber nicht dauerhaft überstaut. Zur Unterstützung der Anwuchsphase werden Vegetationsmatten verwendet. Während der ersten Wachstumsphase ist eine gute Nährstoffversorgung (Düngung) wichtig. Für das Feuchthalten des Filters sind sporadisch geringe Zuflüsse in die RBFA vorzusehen. Unter Berücksichtigung der Anwuchsphase ist vor Inbetriebnahme ein zeitlicher Vorlauf für die Herstellung der Becken vorgesehen.

9.4 Außengebietsableitung

Die Oberflächenwasserableitung wird im Lageplan 18.6, Blatt 1 dargestellt. Im Plan sind die Gräben und Durchlässe bezeichnet. Die Bezeichnungen der Durchlässe und Gräben sind in Anlage 18.8 zusammengestellt. Darüber hinaus sind in dieser Anlage die Anlagennummern der einzelnen Berechnungsblätter und die Ergebnisse der Berechnungen (Abflusstiefe und Dimensionierung) tabellarisch zusammengefasst.

Ermittlung der Abflüsse aus den Außengebieten

Im Planungsraum sind 5 Außengebiete (teilw. mit Teilgebieten) identifiziert worden, in denen das anfallende Niederschlagswasser über offene Gräben erfasst sowie über offene Gräben und Verrohrungen/Durchlässe abgeleitet wird.

Für die Ermittlung der Abflüsse von Niederschlagswasser der Außengebiete wurde das Verfahren nach DYCK (1980) angewendet. Ansatzpunkt dieses Verfahrens ist die Abflussspende eines nahen Gewässerpegel (Beobachtungspunkt mit bekannten Abflüssen), durch die die Abflüsse des unbeobachteten Gebietes (hier die Außengebiete) bestimmt werden.

Für die geplanten Durchlässe und Gräben wird das Abflussereignis HQ_{100} angenommen. Damit wird eine hohe Sicherheit für die technischen Anlagen der A 44 und der Umgebung gewährleistet.

Kaskade K4.4 mit untenliegenden Auslauföffnungen

Im Bereich des Rohreinlaufes DN 1200 in den namenlosen Bach unter der umverlegten L 3460 fällt die Geländehöhe auf einer Länge von ca. 15 m um ca. 11 m, also nahezu 1:1. Im freien Abfluss führt das zu sehr hohen Fließgeschwindigkeiten mit entsprechend hohen Schleppspannung. Auf längeren Fließstrecken können durch Strahlablösungen Unterdrücke entstehen, wie sie bei Schussrinnen von Hochwasserentlastungen auftreten.

Im vorliegenden Fall wird eine Kaskade vorgesehen. Für die Kaskade ist ein Bauwerk aus 5 Tosbecken mit scharfkantigen Überfällen und untenliegenden Auslauföffnungen vorgesehen. Die Kaskade hat eine Länge von 15,30 m und eine Breite von 3,35 m. Das untere Tosbecken mündet mit einer 4,52 m langen Pflasterrinne in den namenlosen Bach.

Die Dimensionierung der Kaskade (Abschnitt K4.4) wurde anhand empirischer gewonnener Werte bereits errichteter und betriebener Kraftschlussbecken abgeleitet.

Die volle Auslastung der Becken erfolgt nur im Hochwasserfall. Damit die Becken während der übrigen Zeit nicht vollgefüllt sind, werden im unteren Drittel Ausläufe installiert.

Zur Wartung und Instandhaltung des Bauwerks erhält die Kaskade eine Betriebszufahrt zum oberen Bauwerksende. Die untenliegenden Öffnungen in den Tosbecken ermöglichen das Ausspülen von Sedimentrückständen. Entlang der Kaskade ist im Böschungsverlauf eine Betriebstreppe vorgesehen. Die Tosbecken der Kaskade erhalten Geländer zur Absturzsicherung.

Technisches Raugerinne im BW 07.1

Es handelt sich um eine Grabendurchführung unter einer Autobahn (Dreieck Kassel-Süd). Der lichte Querschnitt von 5,00 x 4,20 m basiert u.a. aus ökologischen Forderungen (Fledermäuse). Die Profilierung der Durchlasssohle erfolgte nach wasserbaulichen Aspekten.

Aufgrund des Abflusses und des Gefälles entstehen im Durchlass ungebremst Fließgeschwindigkeiten bis 2,25 m/s und Schleppspannungen von ca. 205 N/m². Zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit sind StB-Riegel und Störsteine vorgesehen. Die StB-Riegel, Wasserbausteine und Störsteine zwischen den StB-Riegeln werden nach Herstellung der Durchlasswände aus Bohrpfählen in Ortbeton verlegt.

Bachtreppe

Für das Raubettgerinne unterhalb des Durchlassbauwerks BW 07.1 ist ein mit Wasserbausteinen befestigtes Gerinne (Bachtreppe) vorgesehen. Der Steinsatz aus Wasserbausteinen wird in einer Betonbettung hergestellt. Die Zwischenräume des Sohlgerinnes werden mit Sohlsubstrat

ausgefüllt. Zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit sind in regelmäßigen Abständen Stützschwelen aus Störsteinen vorgesehen.

Das Sohlgerinne der Bachtreppe hat ein Gefälle von 22 % bis maximal 41 %. Die Breite der Gerinnesohle beträgt 1,0 m. Die Böschungen des Gerinnes werden mit einer Neigung von 1:2 ausgebildet. Am Rand des Gerinnes sind an beiden Seiten jeweils Bermen vorgesehen.

Der heute mit Sedimenten verschüttete untere Abschnitt des namenlosen Baches am Waldweg wird zur Herstellung der Vorflut und Anbindung der Bachtreppe neu profiliert und mit einem neuen Durchlass DN 1200 im Waldweg in den benachbarten Bachabschnitt auf der Westseite abgeleitet.

9.5 Einleitungsbauwerk Fulda

Das Einleitungsbauwerk wird unter der bestehenden Bergshäuser Talbrücke der A 44 errichtet. Es leitet das Regenwasser der RBFA 02 in die Fulda ein. Das Regenwasser, $Q_{\max} = 628 \text{ l/s}$, fließt durch eine Rohrleitung DN 600 mit 2,55 % (letzten Abschnitt), zum Einleitungsbauwerk (siehe Anlage 18.5.8, Seite 1). Das Einleitungsbauwerk wird in die Böschung integriert. Die Rohrsohle liegt auf Mittelwasser (MQ 138,78 m ü. NN bei Fulda-km_{WSA} 74,2, welches dem km_{RP-KS} 34,8 entspricht).

Vom RP Kassel wurden Querprofile mit Wasserständen bei HQ₁₀₀ für die Stationen km 34,992, km 35,233, km 35,440 und km 35,636 übergeben. Das Einleitungsbauwerk befindet sich etwa am Gewässer-km_{RP-KS} 34,8 (km_{WSA} 74,2). Für die Planung der Einordnung des Einleitungsbauwerks in die Uferlinie wurden die Werte des Querprofils km_{RP-KS} 34,992 auf die Station km_{RP-KS} 34,8 umgerechnet (Anlage 18.5.8, Seite 2). Der Wasserspiegel an der Querungsstelle beträgt beim Abfluss von HQ₁₀₀ 141,73 m + NN. Die Gerinnesohle liegt an der Querungsstelle bei 135,73 m ü. NN (tiefster Punkt) bzw. im Mittel bei etwa 136,19 m + NN (Anlage 18.5.8, Seite 3).

Das Wasser der Zuleitung trifft rechtwinklig auf die Fulda. Am Übergang von der Rohrleitung in das Gewässer wird das Einleitungsbauwerk errichtet. Das Einleitungsbauwerk übernimmt die 90°-Ablenkung der Fließrichtung und Funktion eines Tosbeckens zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit sowie zur Umwandlung der Strömungsenergie.

Die Normalwasserführung liegt mit ca. 1,30 m deutlich niedriger als der Wasserspiegel beim MQ-Abfluss mit i.M. ca. 2,60 m. Der Wasserstrahl des Zulaufrohres mündet daher überwiegend frei bzw. nur bei erhöhter Wasserführung unter Wasser aus. Beim Abfluss von 628 l/s mündet das Wasser mit $v = 3,7 \text{ m/s}$ schießend und beschreibt nach dem Austritt eine Parabel. Im Tosbecken kommt es zu Verwirbelungen und Rückstau sowie zur Umwandlung der Fließenergie (Abminderung der Fließgeschwindigkeit).

Anschließend fließt das Wasser unter einer Tauchwand auf eine ebene Fläche. Die Öffnung ist so bemessen, dass $Q = 628 \text{ l/s}$ mit ca. 0,81 m/s durchgeleitet werden können. Sollte die untere Öffnung teilweise oder vollständig verstopft sein, ist auch ein Abfluss über die Tauchwand möglich – Überfallhöhe 24 cm.

Nach Querung der Tauchwand fließt das Wasser auf einer 5% längs geneigten Fläche parallel zur Fulda. Der Abflussquerschnitt ist zur Fulda hin offen, so dass ein seitlicher Abschlag über die mit Wasserbausteinen LMB 5/40 befestigte Böschung in die Fulda erfolgen wird.

Das Wasser fließt rechnerisch mit $v = 2,3$ m/s und einer Abflusstiefe von $h = 3$ cm über die raue Böschung. Die Fließgeschwindigkeit der Fulda liegt zwischen 0,5 und 1,0 m/s.

Aufgrund der mit 628 l/s geringen Wassermenge gegenüber einem Niedrigwasserabfluss NNQ = 7,36 m³/s (Pegel Guntershausen) sowie der linearen Einleitung über 9 m wird nur eine sehr geringe randliche Querströmung erwartet. Der Pegel Guntershausen befindet sich nur wenige Kilometer stromauf der Querungsstelle.

Gemäß vorgegebenen Rahmenbedingungen durch das WSA wird das Einleitungsbauwerk mit Wasserbausteinen LMB 5/40 im Umkreis von zwei Meter umkleidet.

Baudurchführung

Das Einleitungsbauwerk und die Zuleitung sind mit dem Neubau der Talbrücke Bergshausen herzustellen. Die Lage des Einleitungsbauwerks wurde aufgrund der Grundstücksverfügbarkeit (bundeseigenes Grundstück), sowie nach naturschutzfachlichen Aspekten (geringstmöglicher Eingriff) gewählt.

Die bestehende Bergshäuser Talbrücke kann erst nach Inbetriebnahme der neuen Brücke abgerissen werden. Der Rückbau erfolgt u.a. durch Sprengung. Es besteht die Gefahr, dass die fertig gestellte Leitung und das Einleitungsbauwerk infolge der Sprengung durch herabstürzenden Brückenteile beschädigt werden. Dies soll durch entsprechende Maßnahmen (z.B. Matten) vermieden werden. Deshalb wird nach dem Brückenabriss eine Kamerabefahrung des Zuleitungskanals DN 600 und eine Begutachtung des Einleitungsbauwerks durchgeführt, damit eventuelle Schäden beseitigt werden können.

9.6 Mulden/ Gräben

Die Straßenmulden sind als Rasenmulden konzipiert und dienen der Aufnahme und dem Transport vom zufließenden Oberflächenwasser im Fahrbahn- und Einschnittsbereich. Zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit verlaufen abschnittsweise unter den Mulden Sammelleitungen, die über Ablaufschächte mit der Mulde verbunden sind.

Die Mulden werden mit einer Breite von 2,00 m und einer Tiefe von ca. 0,30 m bis max. 0,40 m ausgebildet. Die Schächte werden in einem Abstand von maximal 80,00 m angeordnet. Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Mulden zur Ableitung des Oberflächenwassers ist somit gegeben. Die Ableitung der Regenwassermengen von den Becken erfolgt in Transportleitungen.

Die Entwässerungsgräben an den geplanten parallelen Feld- und Forstwegen, die in der Regel einseitig angeordnet sind, dienen zur Ableitung des Oberflächenwassers auf dem Erdplanum und gleichzeitig als Abfanggräben. Das der Autobahn zufließende Oberflächenwasser aus den

höher liegenden Geländebereichen wird abgefangen und in die tiefer gelegenen Bereiche geleitet. Die Gräben haben in der Regel eine Sohlbreite von $\geq 0,50$ m und eine Tiefe von $\geq 0,70$ m.

Bei großem Sohlgefälle von 4 % bis 10 % Längsneigung werden die Mulden und Gräben mit einer rauen Sohlbefestigung hergestellt.

9.7 Durchlässe

Zur Gewährleistung bzw. Wiederherstellung bestehender Vorflutverhältnisse werden Durchlässe \geq DN 800 quer zur A 44 verlegt, um das ankommende Außengebietswasser an der A 7 ableiten zu können.

Die Durchmesser der Durchlässe an den geplanten Feld- und Forstwegen betragen > 400 mm.

Bei Bau-km 0+581 quert der Eselsgraben die A 44 mit einem Stahlbetonrohr DN 2500 (BW 02). Der Läusegraben wird durch die A 44 bei Bau-km 1+719 mit einem überschütteten Durchlassbauwerk 2,50 x 3,65 m (BW 06) gequert. Die beiden Durchlässe werden in den vorhandenen Abmessungen verlängert. Der Spitzenabfluss in den Durchlässen wird sich nicht verändern, da der zusätzliche Abfluss durch die Fahrbahnverbreiterung der A 44 in den geplanten Entwässerungsanlagen abgeleitet wird. Bei BW 02 wird das zusätzliche Oberflächenwasser in die RBFA 01 nördlich der Autobahn abgeleitet. Der zusätzliche Abfluss der RiFa Dortmund im Bereich BW 06 wird in der dränierten Versickerungsmulde auf der Nordseite der Autobahn versickert.

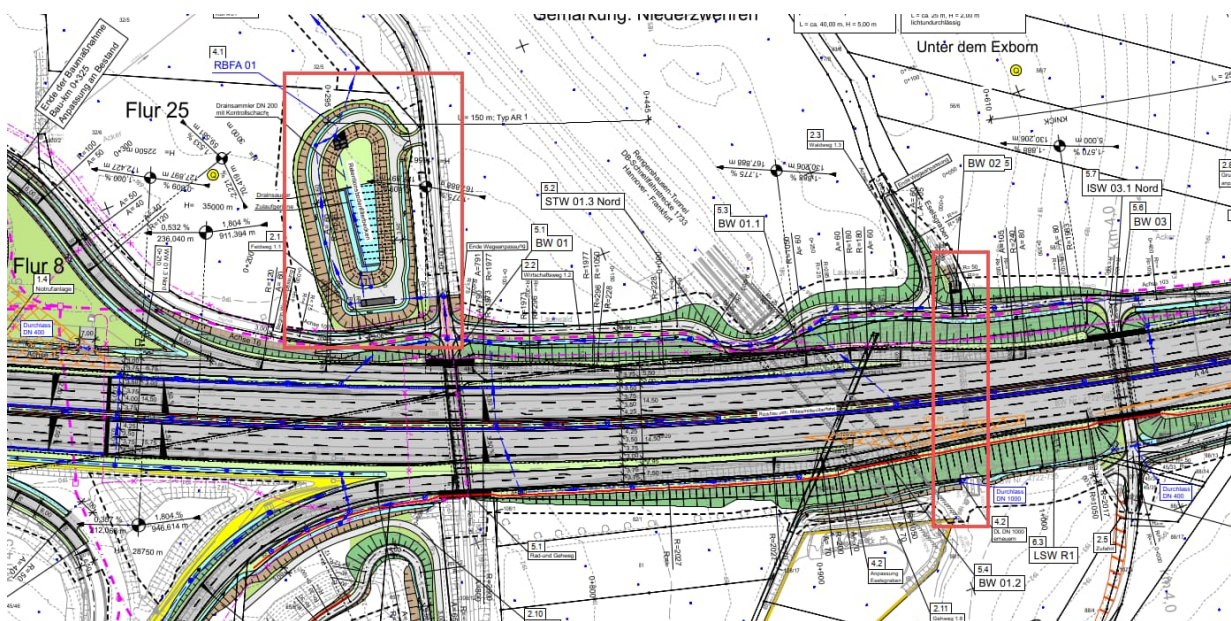


Abbildung 3: Durchlass Eselsgraben (BW 02) mit Behandlungsanlage RBFA 01

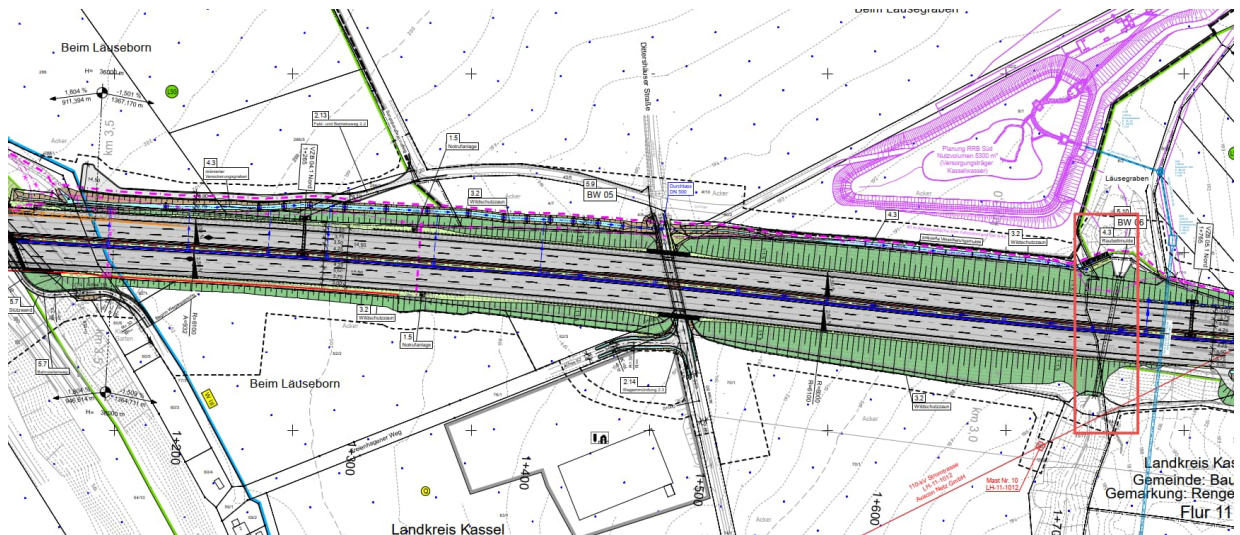


Abbildung 4: Durchlass Läusegraben (BW 06) mit dränkter Versickerungsmulde

9.8 Sammel- und Transportleitungen

Vorgabe für die Entwässerung der Autobahn sind die Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS, 2021), mit der das auf der DWA-A 118 basierende Modell in Einklang gebracht wurde.

Die Abflussermittlung und Kanal-Dimensionierung erfolgte mittels Zeitbeiwertverfahren (vgl. DWA-A 118) unter Ansatz einer zeitlich konstanten, räumlich homogenen Regenspende für das gesamte Kanalnetz.

Die Haltungen wurden so bemessen, dass bei den jeweils anzusetzenden Wiederkehrintervallen des Niederschlags die maximale Haltungsauslastung 90% nicht überschreitet.

Für die Bemessung des Kanalnetzes werden gemäß REwS folgende Wiederkehrintervalle des Niederschlags angesetzt:

- Straßenentwässerung über Mulden und Seitengräben mit Rohrleitung: $T = 1a$ (EWA 1-3)
- Rohrleitungen bei Mittelstreifenentwässerung: $T = 3a$ (EWA 1-3)
- Rohrleitungen unterhalb von Straßentiefpunkten: $T = 5a$ (Einschnitt mit Straßentiefpunkt EWA 2)

Um Überflutungen durch Rückstau zu vermeiden, werden Kanalnetzabschnitte unterhalb der Mittelstreifenentwässerung ($T = 3a$) bzw. unterhalb von Straßentiefpunkten ($T = 5a$) ebenso auf das höhere Wiederkehrintervall bemessen. Der Kanalabschnitt im Einschnitt unterhalb des Straßentiefpunktes bei Bau-km 2+514 wird bis zur RBFA02 wegen der großen Rückstaugefahr auf ein Wiederkehrintervall $T = 5a$ ausgelegt. Für die Einschnittsböschungen in diesem Bereich wurde bei der Kanalnetzberechnung ein erhöhter Spitzenabfluss angenommen. In den Ergebnistabellen der Kanalnetzberechnung (U18.3) sind die Kanalabschnitte getrennt nach dem jeweils maßgeblichen Wiederkehrintervallen aufgeführt.

9.9 Straßenrinnen

Die Bemessung der Abstände der Straßenabläufe erfolgte anhand der Bemessungstabellen für Bordrinnen unter Berücksichtigung der Quer- und Längsneigung des Gerinnes sowie der zulässigen Wasserspiegelbreite.

Als zulässige Wasserspiegelbreite wird 1,0 m angenommen.

Zur Berücksichtigung von Einengungen des Abflussquerschnittes durch Ablagerungen wird ein Sicherheitsfaktor von 1,5 angenommen.

Für die Abschnitte der A 44 mit einer Fahrbahnbefestigung aus offenporigem Asphalt (OPA) findet bei Randeinfassung eine Kastenrinne Anwendung.

Gemäß Schallgutachten ist auf der A 44 vom Bauanfang bis zum westlichen Widerlager der Bergshäuser Brücke (BW 07) im Abschnitt zwischen Bau-km 0+000 – 3+236 eine Befestigung mit offenporigem Asphalt vorgesehen.

9.10 Schächte

Folgende Schächte werden vorgesehen:

- Fertigteilschächte $d = 600$ bis zu 1,75 m Schachttiefe mit Betondeckel für Rohrleitungen bis DN 300. Diese Schächte werden in den Anfangsbereichen der Haltungen vorgesehen, wo nur Sickerleitungen erforderlich sind bzw. grundsätzlich in den Bereichen, wo nur zur Planumsentwässerung Sickerleitungen verlegt werden (außerhalb der Fahrbahnen).
- Fertigteilschächte $d \geq 1000$. Diese Schächte werden in den Bereichen mit „Huckepackleitungen“ vorgesehen sowie als Kontrollschacht für Rohrleitungen ab DN 300. Entsprechend den Festlegungen im Lageplan werden die Schächte abschnittsweise als Ablaufschächte ausgebildet.

9.11 Abfanggräben, Felddränagen und Sickerrohrleitungen

Wenn anfallendes Oberflächenwasser nicht von Gewässern aufgenommen wird und dem Autobahndamm zuströmt, werden am Böschungsfuß Abfanggräben mit einem trapezförmigen Querschnitt hergestellt. Da das Gelände entlang der A 44 nur gering geneigt ist, werden Abfanggräben nur an der A 7 erforderlich. Bis zur Bergshäuser Brücke bei Bau-km 3+238 verläuft die geplante A 44 überwiegend in Richtung der Höhenlinien, sodass dort keine Außengebietszuflüsse zu berücksichtigen sind. Nur im Bereich zwischen Bau-km 0+500 – 0+800 wird das Außengebietswasser des der A 44 zugeneigten Geländes in Dammfußmulden aufgenommen. Östlich der Bergshäuser Brücke ist zwischen dem Zulaufgraben zum namelosen Bach und dem Brückenwiderlager eine Versickerungsmulde an der Dammböschung der Südseite vorgesehen.

Wenn vorhandene Dränagen vom Ausbau der A 44 betroffen sind und gekappt werden, so werden neue Dränagesammler längslaufend zur Autobahn vorgesehen, an welche die vorhandenen Dränagen angeschlossen werden.

Bei einer Einschnittslage oder geländegleichen Lage des Straßenkörpers werden Sickerrohrleitungen als Huckepackleitungen angeordnet. Die Planumsdränagen werden jeweils an den Schächten der Straßenentwässerungskanäle vorbeigeführt und gebündelt an die Entwässerungsgräben angeschlossen bzw. in den Dammschnitten über die Böschung herausgeführt. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Abfluss aus den Planumsdränagen nahezu Null ist. Eine Einleitmenge ist wegen der Geringfügigkeit nicht darstellbar, weswegen die Planumsdränagen in der Unterlage 18 nicht aufgeführt sind.

10 BEHANDLUNGSANLAGEN

10.1 Allgemein

Im Zuge des 6-streifigen Ausbaus der A 44 sind Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität und Rückhaltung von Niederschlagswasser vorgesehen. Das anfallende Straßenwasser der in Transportleitungen gefassten Abschnitte wird vor Einleitung in ein Gewässer einer Behandlung zugeführt.

Die Regenwasserbehandlungsanlagen bestehen aus Retentionsbodenfilterbecken mit zusätzlicher Rückhaltung und gedrosselte Ableitung in die Anschlusskanäle an die Gewässer. Die Retentionsbodenfilteranlagen werden als Erdbecken ausgebildet. Sie sind zur Etablierung des Schilfbewuchses und für einen kontrollierten Anlagenbetrieb gegen den Untergrund abgedichtet. Als Dichtungsmaterial kommen PE-HD Folien mit Vlies- und Verbundstoff sowie aufgelegten Geogitter in Frage. Die Dichtungsschicht wird auf der Böschung verankert und in den Beckenquerschnitt eingebunden.

Zur Abgrenzung des Zulaufgerinnes sowie Speicherraums der Regenrückhaltung gegenüber dem Retentionsraum des Retentionsbodenfilterbeckens werden durchströmbare Gabionen ausgeführt.

Aufgrund des im Baugrund festgestellten nur lokal schwebenden Schichtenwassers ergibt sich in den angeschlossenen Einschnitten kein langanhaltender Sickerwasser- bzw. Grundwasserzufluss zu den Behandlungsanlagen. Es ist damit sichergestellt, dass kein langanhaltendes Schichtenwasser in die Entwässerungskanäle eingeleitet wird, welches eine schädliche Kolmation der Filter nach sich ziehen würde.

10.2 Retentionsbodenfilteranlage 01

Die Retentionsbodenfilteranlage 01 befindet sich im Heilquellenschutzgebiet der Schutzzone B2-neu.

Die von den kanalisierten Flächen der A44 abfließenden Regenwassermengen werden über die Sammelleitungen zunächst dem **Geschiebeschacht** (Unterlage 18.9.1, Blatt 3) als Vorstufe

des Retentionsbodenfilters zugeleitet. Vom Geschiebeschacht fließen die Wassermengen über den Zulaufbereich und ein Zulaufgerinne an der Längsseite des Beckens in den Retentionsbodenfilter (Unterlage 18.9.1, Blatt 2). Das Zulaufgerinne erhält eine Abgrenzung zum Retentionsraum aus durchströmbaren Gabionen. Für den Retentionsbodenfilter wird eine neue Beckenanlage hergestellt. Der Retentionsbodenfilter mit der OK Filter von 184,25 m wird bis zu einem Stauziel von 0,5 m über dem Filterkörper (184,75 m) eingestaut. Der Rückhalteraum der RBFA 01 ist über dem Retentionsraum des Bodenfilters angeordnet und mit einer eigenen Drosseleinrichtung ausgestattet. Der Stauraum für die Rückhaltung ist bis zum Stauziel (185,40 m) mit einer Einstauhöhe von 1,15 m über dem Bodenfilter konzipiert. Die gesamtzulässige Drosselwassermenge der Behandlungsanlage beträgt 86 l/s. Für das Erdbecken ist eine Böschungsneigung von 1:3 vorgesehen.

10.2.1 Beckenzulauf

Die Wasserzufuhr erfolgt durch einen Rohrzulauf DN 800, der vom Zulaufschacht in den Geschiebeschacht mündet.

Die Zulaufmenge gemäß Kanalnetzrechnung (Unterlage 18.3.2) für die Bezugsregenspende ($n=0,33$) $r_{(15;0,33)}$ beträgt $Q = 779$ l/s.

10.2.2 Ablaufbauwerk

Der Beckenablauf befindet sich am Ende des Bodenfilterbeckens in einem Ablaufbauwerk. Um die Einleitmenge zu dosieren ist im Ablaufbauwerk eine Drosseleinrichtung vorgesehen.

Zur Drosselung des Filterablaufes auf den Sollwert wird ein separates Drosselorgan im Ablaufbauwerk vorgesehen. Der Drosselabfluss des Filterablaufes beträgt 17 l/s. Weiterhin wird für den zusätzlichen Speicherraum der Rückhaltung eine eigene Abflusssrosselung mit 69 l/s angeordnet. Ab dem Stauziel des Bodenfilters in einer Höhe von 184,75 m werden beide Drosselorgane aktiviert und die gespeicherte Wassermenge auf die gesamtzulässige Drosselmenge von 86 l/s gedrosselt (siehe Pkt. 10.2.5).

Als Drosselorgan wird aufgrund des geringen Höhenversatzes zwischen Schachtzulauf und -ablauf ein konisches Wirbelventil in nasser Aufstellung gewählt, so dass auch bei unterschiedlichen Wasserständen ein kontinuierlicher Abfluss erzielbar ist. Weitere Vorteile dieser Bauform ergeben sich durch:

- Unempfindlichkeit gegen Verstopfung
- die kleine, kompakte Bauform
- einfache Mengeneinstellung
- kein Verschleiß
- einfache Montage

Das Ablaufbauwerk wird als 2-Kammer-Schacht mit Überlaufschwelle und Absperrschieber ausgeführt. Darin sind gleichzeitig die Notentleerung und der Überlauf der Retentionsbodenfilteranlage untergebracht. Für den Beckenabfluss ist eine Ablaufleitung DN 800 vorgesehen.

Abflussleistung des Ablaufbauwerkes

max. Beckenzufluss (Notüberlaufwassermenge gemäß Punkt 10.2.1)

$$Q_{\max} = 779 \text{ l/s ; } (n=0,33) r_{(15;0,33)}$$

Abflussmenge des Hochwasserüberlaufs an Überlaufschwelle:

Wehrlänge: $l = 3,00 \text{ m}$

Aufstauhöhe: $h_U = 0,30 \text{ m}$

Beiwert: $\mu = 0,64$

$$q = 2/3 \cdot \mu \cdot l \cdot \sqrt{2g \cdot h_U}^{2/3}$$

$$q = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{ab}} = 931 \text{ l/s} > 779 \text{ l/s} = Q_{\max}$$

10.2.3 Geschiebeschacht

Als Vorstufe vor dem Retentionsbodenfilter wurde die Anordnung eines Geschiebeschachts vorgesehen. Der Geschiebeschacht hat grundsätzlich folgenden Anforderungen zu genügen:

- Verhältnis Länge zu Breite > 3:1
- Lichte Breite >1,7 m
- Mindestvolumen für Leichtflüssigkeitsrückhalt gem. RiStWag von 10 m³
- Mindestdiefe 1,2 m.

Für den Leichtflüssigkeitsrückhalt wird ein Volumen von **10 m³** vorgesehen.

Der Geschiebeschacht hat eine Länge vor der Tauchwand von 9,0 m. Die Innenbreite beträgt 3,0 m. Bei einer Speicherhöhe von 0,40 m ergibt sich ein Speicherraum für Leichtflüssigkeiten von 10,8 m³.

Der Zulauf bei 184,60 m befindet sich 0,80 m unterhalb des Stauziels (185,40 m) der Behandlungsanlage und 0,10 m unter Dauerwasserspiegel des Geschiebeschachtes bei 184,70 m. Der Notüberlauf springt bei Erreichen des Stauziels von 185,40 m an, so dass ein Einstau des Rohrzulaufes berücksichtigt wird.

Das Speichervermögen des Geschiebeschachtes über dem Dauerstau bis Erreichen des Stauzieles beträgt:

$$(10 \text{ m} \times 3 \text{ m} + 1,5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 0,70 \text{ m} = 24,15 \text{ m}^3.$$

10.2.4 Retentionsbodenfilter

Der Retentionsbodenfilter wurde gemäß DWA Arbeitsblatt 178 [5] auf eine spezifische Filterfläche von 100 m²/ha $A_{E,b,a}$ bemessen. Bei einer angeschlossenen Fläche in Höhe von 3,38 ha (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 7) ergibt sich dadurch eine erforderliche Filterfläche von 338 m².

Geplante Geometrie des Bodenfilters:

mittlere Filter-Sohlänge: $a = 35,0 \text{ m}$

mittlere Filter-Sohlbreite: $b = 10,0 \text{ m}$

vorhandene Bodenfilterfläche: 350 m^2

$$A_{F,\text{vorh}} = 35,0 \cdot 10,0 = 350 \text{ m}^2 > 338 \text{ m}^2$$

Ermittlung des vorhandenen Drosselabflusses (Durchsickermenge) des Bodenfilters:

Filtergeschwindigkeit gemäß DWA-M 178: $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$

$$Q_{Dr,\text{max}} = q_{Dr,RBF} \cdot A_F$$

$$Q_{Dr,\text{max}} = 0,05 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2) \cdot 350 \text{ m}^2$$

$$Q_{Dr,\text{max}} = 17 \text{ l/s}$$

10.2.5 Regenrückhaltung

Die Regenrückhaltung wurde auf eine Überschreitungshäufigkeit von $n = 0,2 \text{ 1/a}$ (einmal in 5 Jahren) bemessen. Die Regendaten wurden dem KOSTRA-DWD 2020 [6] entnommen (Unterlage 18.2).

Drosselabfluss

Die Berechnung des Drosselabflusses ergibt sich in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde (Protokoll vom 16.02.2021) entsprechend dem potentiell natürlichen Abfluss unter Berücksichtigung eines Spitzenabflussbeiwertes von $\psi_s = 0,1$ für das angeschlossene Einzugsgebiet (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 1) der Rückhaltung.

$$Q_{D,\text{max}} = A_{EK} \cdot \psi_s \cdot r_{15(1)} = 7,53 \text{ ha} \cdot 0,1 \cdot 114,4 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} = \mathbf{86 \text{ l/s}}$$

Festlegungen/Annahmen

vorgegebene Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2 / a$

(Vorgabe aus Dimensionierung des vorhandenen Beckens gemäß Abstimmung auf die örtlichen Verhältnisse)

Festlegung des Abminderungsfaktors $f_A = 0,986$

Festlegung des Zuschlagsfaktors $f_Z = 1,10$

Berechnung des spezifischen Speichervolumens für ausgewählte Dauerstufen

$n = 0,2 / a$

mit $V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ [m}^3\text{/ha]}$

Dauer-Stufe	Niederschlags-höhe h für T=5,0	Zugehörige Regenspende r	Drosselab-fluss-Spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	Spezifisches Speicher-volumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[m³/ha]
20	17,8	148,3	15,7	132,6	172,6
30	20,0	111,1	15,7	95,4	186,2
45	22,4	83,0	15,7	67,3	197,1
60	24,2	67,2	15,7	51,5	201,1
90	26,9	49,8	15,7	34,1	199,8
120	29,0	40,3	15,7	24,6	192,2
180	32,1	29,7	15,7	14,0	164,1
240	34,5	24,0	15,7	8,3	129,8

Tabelle 4: Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA01 auf Basis Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020 für Baunatal (Spalte 136, Zeile 134)

Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V = V_{s,u} \cdot A_U = 201,1 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 5,48 \text{ ha} = 1.102 \text{ m}^3$$

Aufgrund der Drosselung des Bodenfilters ergibt sich eine Differenz gegenüber dem Speichervolumen der gesamtzulässigen Drosselwassermenge. Der Speicherraum über dem Bodenfilter hat ein Volumen von 271 m³ und ist unter Berücksichtigung des Drosselabflusses des Filterablaufes sowie der maßgebenden Regenspende nach einer Dauer von 12 Minuten eingestaut. Die Speicherdifferenz gegenüber dem vollen Drosselabfluss für diese Dauer beträgt 53 m³.

Das erforderliche Rückhaltevolumen unter Berücksichtigung gestaffelter Drosseleinrichtungen beträgt somit: $(1.102 \text{ m}^3 + 53 \text{ m}^3) = 1.155 \text{ m}^3$

Das Retentionsbodenfilterbecken weist bei der geplanten Einstauhöhe von 185,40 m (1,15 m über Beckensohle) ein Speichervolumen von 1.242 m³ auf.

Geplantes Rückhaltevolumen mit **1.242 m³** > 1.155 m³ (erforderliches Rückhaltevolumen)

Wassermassen

gewähltes DGM	
Name	DGM350RBFA01
Bezeichnung	DGM_122021
kleinste Höhe	184,250 m
größte Höhe	190,138 m
Einstellungen	
Höhendifferenz	0,000 m
Füllhöhe	185,400 m
Ergebnis	
Wasseroberfläche	1342,639 m²
Unterwasserfläche	1370,489 m²
Volumen	1242,810 m³

Abbildung 5: Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA01

Wassermassen

gewähltes DGM	
Name	DGM350RBFA01
Bezeichnung	DGM_122021
kleinste Höhe	184,250 m
größte Höhe	190,138 m
Einstellungen	
Höhendifferenz	0,000 m
Füllhöhe	186,350 m
Ergebnis	
Wasserfläche	2213,341 m ²
Unterwasserfläche	2264,854 m ²
Volumen	2755,442 m ³

Abbildung 6: Wassermengen (HQ₁₀₀) gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA01

Nachweis der Entleerungszeit der Rückhaltung

$$t_E = \frac{V}{3,6 \cdot Q_{ab}} \quad \text{in h}$$

Entleerungszeit Rückhaltung bis Stauziel Bodenfilter

$$t_E = \frac{(1.242 - 271)}{3,6 \cdot 86} = \underline{\underline{3,1 \text{ h}}}$$

Entleerungszeit Retentionsraum Bodenfilter

$$t_E = \frac{271}{3,6 \cdot 17} = \underline{\underline{4,4 \text{ h}}}$$

Die Entleerungszeit des Beckens beträgt $t_E = 7,5 \text{ h}$.

10.3 Retentionsbodenfilteranlage 02

Die Retentionsbodenfilteranlage 02 befindet sich in der WSZ III.

Die von den kanalisiert Flächen der A 44 abfließenden Regenwassermengen werden über die Sammelleitungen zunächst dem **Geschiebeschacht** als Vorstufe des Retentionsbodenfilters zugeleitet (Unterlage 18.9.2, Blatt 3). Vom Geschiebeschacht fließen die Wassermengen über eine Zuflussrinne in den Retentionsbodenfilter (Unterlage 18.9.2, Blatt 2).

Für den Retentionsbodenfilter wird eine neue Beckenanlage hergestellt. Der Retentionsbodenfilter wird bis zum Stauziel (178,60 m) mit einer Füllhöhe von 0,50 m über dem Filterkörper (178,10 m) eingestaut. Ab einer Füllhöhe von 178,60 m erfolgt der Überlauf über 3 Überlaufrohre DN 800 in das benachbarte Rückhaltebecken. Das Regenrückhaltebecken der RBFA 02 ist

seitlich neben dem Retentionsbodenfilter angeordnet. Das Stauziel der Rückhaltung liegt bei 179,10 m.

Für das Erdbecken des Bodenfilters ist eine Böschungsneigung von 1:3 vorgesehen. Das Becken der Rückhaltung erhält eine Neigung von 1:2.

10.3.1 Beckenzulauf

Die Wasserzufuhr erfolgt durch einen Rohrzulauf DN 1100, der vom Verteilerbauwerk in den Geschiebeschacht mündet.

Die Zulaufmenge gemäß Kanalnetzberechnung (Unterlage 18.3.6) für die Bezugsregenspende ($n=0,2$) $r_{(15;0,2)}$ beträgt $Q = 2.588$ l/s.

10.3.2 Ablaufbauwerk

Das Retentionsbodenfilterbecken und das Rückhaltebecken erhalten jeweils ein Ablaufbauwerk mit Drosseleinrichtung am Beckenablauf.

Zur Drosselung des Filterablaufes auf den Sollwert wird ein Drosselorgan im Ablaufbauwerk des Retentionsbodenfilterbeckens vorgesehen. Der Drosselabfluss des Filterablaufes beträgt 54 l/s. Die gespeicherte Wassermenge aus dem Regenrückhaltebecken wird durch ein zusätzliches Drosselorgan im Ablaufbauwerk des Regenrückhaltebeckens auf 118 l/s gedrosselt. Die Drosseleinrichtung im Rückhaltebecken wird ab einer Stauhöhe von 178,60 m über den Überlauf des Retentionsbeckens aktiviert. Die gesamtzulässige Drosselwassermenge aus beiden Ablaufbauwerken beträgt 172 l/s (siehe Pkt 10.3.5).

Als Drosselorgan wird aufgrund des geringen Höhenversatzes zwischen Schachtzulauf und -ablauf ein konisches Wirbelventil in nasser Aufstellung gewählt, so dass auch bei unterschiedlichen Wasserständen ein kontinuierlicher Abfluss erzielbar ist.

Der Notüberlauf erfolgt über den Ablaufkanal bis zum Gewässer Fulda. Der Kanal wurde unter Berücksichtigung der Speicherreserve der Behandlungsanlage mit einer Nennweite DN 600 geplant.

Bemessung des Ablaufkanals für Notüberlauf bei gefülltem Becken (Speicherreserve)

Die Bemessung des Notüberlaufes bei Starkregenereignissen erfolgt unter Ausnutzung der Speicherreserve des gefüllten Beckens. Damit ist es möglich, die ca. 750 m lange Ablaufleitung aus dem Becken zur Fulda auf die Nennweite DN 600 zu verringern.

Die vereinfachte überschlägige Bemessung erfolgte auf Grundlage des maximalen Abflusses am Beckenablauf in Abhängigkeit von der Ablaufdimension. Bei einer Regendauer von $D = 15$ min ist das Restbeckenvolumen (Differenz zwischen Völlfüllung und Beckenüberlauf) ausreichend, um ein Überlaufen des Beckens zu vermeiden.

- Abfluss Ablaufleitung DN 600 bei 1,05 % min. Sohlgefälle: 628 l/s

- Zufluss DN 1100 bei $n=0,2$ aus Einzugsgebiet: 2.588 l/s

$$V_{\text{Reserve(erf.)}} = (2,59 \text{ m}^3/\text{s} - 0,63 \text{ m}^3/\text{s}) \cdot 15 \text{ min} \cdot 60 = 1.764 \text{ m}^3$$

Das Retentionsbodenfilterbecken und das RRB weisen bei Beckenvollfüllung mit 30 cm Freibord und einem Wasserpegel von 179,70 m eine Speicherreserve von insgesamt 1.792 m³ auf.

$$V_{\text{Reserve(vorh.)}} = 1.792 \text{ m}^3 > 1.764 \text{ m}^3 = V_{\text{Reserve(erf.)}}$$

Abflussleistung des Ablaufbauwerkes

max. Beckenzufluss (Notüberlaufwassermenge gemäß Punkt 10.3.2)

$$Q_{\text{max}} = 628 \text{ l/s (Abfluss Ablaufleitung DN 600)}$$

Abflussmenge des Hochwasserüberlaufs an Überlaufschwelle:

$$\text{Wehrlänge: } l = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Aufstauhöhe: } h_U = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Beiwert: } \mu = 0,64$$

$$q = 2/3 \cdot \mu \cdot l \cdot \sqrt{2g \cdot h_U}^{2/3}$$

$$q = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{ab}} = 931 \text{ l/s} > 628 \text{ l/s} = Q_{\text{max}}$$

10.3.3 Geschiebeschacht

Für den Leichtflüssigkeitsrückhalt wird ein Volumen von **10 m³** vorgesehen.

Der Geschiebeschacht hat eine Länge vor der Tauchwand von 9,0 m. Die Innenbreite beträgt 3,0 m. Bei einer Speicherhöhe von 0,40 m ergibt sich ein Speicherraum für Leichtflüssigkeiten von 10,8 m³.

Der Zulauf des Geschiebeschachtes hat eine Höhe von 177,55 m und befindet sich 1,55 m unterhalb des Stauziels (179,10 m) der Rückhaltung und 0,55 m unter Dauerwasserspiegel des Geschiebeschachtes bei 178,10 m. Zur Wartung und Instandsetzung des Bodenfilters ist an den Geschiebeschacht ein Umlaufkanal angeschlossen.

Das Volumen des Geschiebeschachtes über dem Dauerstau bis Erreichen des Stauzieles beträgt: $(10 \text{ m} \times 3 \text{ m} + 2,0 \text{ m} \times 3) \times 1,0 \text{ m} = 36 \text{ m}^3$.

10.3.4 Retentionsbodenfilter

Der Retentionsbodenfilter wurde gemäß DWA Arbeitsblatt 178 [5] auf eine spezifische Filterfläche von 100 m²/ha $A_{E,b,a}$ bemessen. Bei einer angeschlossenen Fläche in Höhe von 10,79 ha (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 9) ergibt sich dadurch eine erforderliche Filterfläche von 1.079 m².

Geplante Geometrie des Bodenfilters:

mittlere Filter-Sohllänge: $a = 70,00 \text{ m}$

mittlere Filter-Sohlbreite: $b = 15,50 \text{ m}$

vorhandene Bodenfilterfläche: 1.085 m^2

$$A_{F,\text{vorh}} = 70,0 \cdot 15,5 = 1.085 \text{ m}^2 > 1.079 \text{ m}^2$$

Ermittlung des vorhandenen Drosselabflusses (Durchsickermenge) des Bodenfilters:

Filtergeschwindigkeit gemäß DWA-M 178: $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$

$$Q_{Dr,\text{max}} = q_{Dr,RBF} \cdot A_F$$

$$Q_{Dr,\text{max}} = 0,05 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2) \cdot 1.085 \text{ m}^2$$

$$Q_{Dr,\text{max}} = 54 \text{ l/s}$$

10.3.5 Regenrückhaltung

Die Regenrückhaltung wurde auf eine Überschreitungshäufigkeit von $n = 0,2$ 1/a (einmal in 5 Jahren) bemessen. Die Regendaten wurden dem KOSTRA-DWD 2020 [6] entnommen (Unterlage 18.2).

Drosselabfluss

Die Berechnung des Drosselabflusses ergibt sich in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde (Protokoll vom 16.02.2021) entsprechend dem potentiell natürlichen Abfluss unter Berücksichtigung eines Spitzenabflussbeiwertes von $\psi_s = 0,1$ für das angeschlossene Einzugsgebiet (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 4) der Rückhaltung.

$$Q_{D,\text{max}} = A_{EK} \cdot \psi_s \cdot r_{15(1)} = 15,09 \text{ ha} \cdot 0,1 \cdot 114,4 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} = \mathbf{172 \text{ l/s}}$$

Festlegungen/Annahmen

vorgegebene Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2 / a$

(Vorgabe aus Dimensionierung des vorhandenen Beckens gemäß Abstimmung auf die örtlichen Verhältnisse)

Festlegung des Abminderungsfaktors $f_A = 1,00$

Festlegung des Zuschlagsfaktors $f_Z = 1,10$

Berechnung des spezifischen Speichervolumens für ausgewählte Dauerstufen

$n = 0,2 / a$

mit $V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ [m}^3\text{/ha]}$

Dauer-Stufe	Niederschlags-höhe h für T=5,0	Zugehörige Regenspende r	Drosselabfluss-Spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	Spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
[min]	[mm]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[m ³ /ha]
20	17,8	148,3	16,0	132,3	174,6
30	20,0	111,1	16,0	95,1	188,3
45	22,4	83,0	16,0	67,0	199,0
60	24,2	67,2	16,0	51,2	202,7
90	26,9	49,8	16,0	33,8	200,8
120	29,0	40,3	16,0	24,3	192,4
180	32,1	29,7	16,0	13,7	162,7
240	34,5	24,0	16,0	8,0	126,7

Tabelle 5: Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA02 auf Basis Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020 für Baunatal (Spalte 136, Zeile 134)

Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 202,7 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 10,75 \text{ ha} = 2.179 \text{ m}^3$$

Aufgrund der Drosselung des Bodenfilters ergibt sich eine Differenz gegenüber dem Speichervolumen der gesamtzulässigen Drosselwassermenge. Der Speicherraum über dem Bodenfilter hat ein Volumen von 655 m³ und ist unter Berücksichtigung des Drosselabflusses des Filterablaufes sowie der maßgebenden Regenspende nach einer Dauer von 14 Minuten eingestaut. Die Speicherdifferenz gegenüber dem vollen Drosselabfluss für diese Dauer beträgt 131 m³.

Das erforderliche Rückhaltevolumen unter Berücksichtigung gestaffelter Drosseleinrichtungen beträgt somit: $(2.179 \text{ m}^3 + 131 \text{ m}^3) = 2.310 \text{ m}^3$

Bei dem geplanten Stauziel von 179,10 m ergibt sich folgendes Speichervolumen:

- Speichervolumen Retentionsbodenfilter: 1.451 m³
- Speichervolumen Rückhaltebecken: 956 m³

Geplantes Rückhaltevolumen mit **2.407 m³** > 2.310 m³ (erforderliches Rückhaltevolumen)

Wassermassen

gewähltes DGM	
Name	DGM410RBFA2_neu
Bezeichnung	Überarbeitung 2022
kleinste Höhe	177,550 m
größte Höhe	180,045 m
Einstellungen	
Höhendifferenz	0,000 m
Füllhöhe	179,100 m
Ergebnis	
Wasserfläche	849,388 m ²
Unterwasserfläche	905,308 m ²
Volumen	955,890 m ³

Abbildung 7: Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für das Rückhaltebecken von RBFA02

Wassermassen	
gewähltes DGM	
Name	DGM410RBFA1_neu
Bezeichnung	Überarbeitung 2022
kleinste Höhe	178,100 m
größte Höhe	180,000 m
Einstellungen	
Höhendifferenz	0,000 m
Füllhöhe	179,100 m
Ergebnis	
Wasseroberfläche	1725,733 m ²
Unterwasserfläche	1755,816 m ²
Volumen	1450,872 m ³

Abbildung 8: Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für das Filterbecken von RBFA02

Nachweis der Entleerungszeit der Rückhaltung

$$t_E = \frac{V}{3,6 \cdot Q_{ab}} \quad \text{in h}$$

Entleerungszeit Rückhaltung bis Stauziel Bodenfilter

$$t_E = \frac{(2.407 - 655)}{3,6 \cdot 172} = \underline{2,8 \text{ h}}$$

Entleerungszeit Retentionsraum Bodenfilter

$$t_E = \frac{655}{3,6 \cdot 54} = \underline{3,3 \text{ h}}$$

Die Entleerungszeit des Beckens beträgt $t_E = 6,1 \text{ h}$.

10.4 Retentionsbodenfilteranlage 03

Die Retentionsbodenfilteranlage 03 befindet sich in der WSZ III.

Die von den kanalisiert Flächen der A 44 abfließenden Regenwassermengen werden über die Sammelleitungen zunächst dem **Geschiebeschacht** als Vorstufe des Retentionsbodenfilters zugeleitet (Unterlage 18.9.3, Blatt 3). Vom Geschiebeschacht fließen die Wassermengen über den Zulaufbereich und ein Zulaufgerinne an der Längsseite des Beckens in den Retentionsbodenfilter (Unterlage 18.9.3, Blatt 2). Das Zulaufgerinne erhält eine Abgrenzung zum Retentionsraum aus durchströmbaren Gabionen.

Für den Retentionsbodenfilter wird eine neue Beckenanlage hergestellt. Der Retentionsbodenfilter wird bis zum Stauziel (240,70 m) mit einer Füllhöhe von 0,5 m über dem Filterkörper (240,20 m) eingestaut. Der Rückhalteraum der RBFA 03 ist über dem Retentionsraum des Bo-

denfilters angeordnet und mit einer eigenen Drosseleinrichtung ausgestattet. Der Stauraum für die Rückhaltung ist bis zum Stauziel (241,75 m) mit einer Einstauhöhe von 1,55 m über dem Bodenfilter konzipiert. Die gesamtzulässige Drosselwassermenge der Behandlungsanlage beträgt 103 l/s. Für das Erdbecken ist eine Böschungsneigung von 1:3 vorgesehen.

10.4.1 Beckenzulauf

Die Wasserzufuhr erfolgt durch einen Rohrzulauf DN 800, der vom Zulaufschacht in den Geschiebeschacht mündet.

Die Zulaufmenge gemäß Kanalnetzberechnung (Unterlage 18.3.8) für die Bezugsregenspende ($n=0,33$) $r_{(15;0,33)}$ beträgt $Q = 832$ l/s.

10.4.2 Ablaufbauwerk

Der Beckenablauf befindet sich am Ende des Bodenfilterbeckens in einem Ablaufbauwerk. Um die Einleitmenge zu dosieren ist im Ablaufbauwerk eine Drosseleinrichtung vorgesehen.

Zur Drosselung des Filterablaufes auf den Sollwert wird ein separates Drosselorgan im Ablaufbauwerk vorgesehen. Der Drosselabfluss des Filterablaufes beträgt 14 l/s. Weiterhin wird für den zusätzlichen Speicherraum der Rückhaltung eine eigene Abflusssrosselung mit 89 l/s angeordnet. Ab dem Stauziel des Bodenfilters mit einer Höhe von 240,70 m werden beide Drosselorgane aktiviert und die gespeicherte Wassermenge auf die gesamtzulässige Drosselmenge von 103 l/s gedrosselt (siehe Pkt. 10.4.5).

Als Drosselorgan wird aufgrund des geringen Höhenversatzes zwischen Schachtzulauf und -ablauf ein konisches Wirbelventil in nasser Aufstellung gewählt, so dass auch bei unterschiedlichen Wasserständen ein kontinuierlicher Abfluss erzielbar ist. Für den Beckenabfluss ist eine Ablaufleitung DN 800 vorgesehen.

Abflussleistung des Ablaufbauwerkes

max. Beckenzufluss (Notüberlaufwassermenge gemäß Punkt 10.4.1)

$$Q_{\max} = 832 \text{ l/s ; } (n=0,33) r_{(15;0,33)}$$

Abflussmenge des Hochwasserüberlaufs an Überlaufschwelle:

$$\text{Wehrlänge: } l = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Aufstauhöhe: } h_U = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Beiwert: } \mu = 0,64$$

$$q = 2/3 \cdot \mu \cdot l \cdot \sqrt{2g \cdot h_U}^{2/3}$$

$$q = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{ab}} = 931 \text{ l/s} > 832 \text{ l/s} = Q_{\text{max}}$$

10.4.3 Geschiebeschacht

Für den Leichtflüssigkeitsrückhalt wird ein Volumen von **10 m³** vorgesehen.

Der Geschiebeschacht hat eine Länge vor der Tauchwand von 9,0 m. Die Innenbreite beträgt 3,0 m. Bei einer Speicherhöhe von 0,40 m ergibt sich ein Speicherraum für Leichtflüssigkeiten von 10,8 m³.

Der Zulauf des Geschiebeschachtes hat eine Höhe von 240,30 m und befindet sich 1,45 m unterhalb des Stauziels (241,75 m) der Rückhaltung auf Höhe des Dauerwasserspiegel im Geschiebeschacht. Zur Wartung und Instandsetzung des Bodenfilters ist an den Geschiebeschacht ein Umlaufkanal angeschlossen.

Das Volumen des Geschiebeschachtes über dem Dauerstau bis Erreichen des Stauzieles beträgt: $(10 \text{ m} \times 3 \text{ m} + 2,0 \text{ m} \times 3) \times 1,40 \text{ m} = 50,4 \text{ m}^3$.

10.4.4 Retentionsbodenfilter

Der Retentionsbodenfilter wurde gemäß DWA Arbeitsblatt 178 [5] auf eine spezifische Filterfläche von 100 m²/ha $A_{E,b,a}$ bemessen. Bei einer angeschlossenen befestigten Fläche in Höhe von 2,73 ha (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 11) ergibt sich dadurch eine erforderliche Filterfläche von 273 m².

Geplante Geometrie des Bodenfilters:

mittlere Filter-Sohllänge: $a = 37,5 \text{ m}$

mittlere Filter-Sohlbreite: $b = 7,5 \text{ m}$

vorhandene Bodenfilterfläche: 281 m^2

$$A_{F,vorh} = 37,5 \cdot 7,5 = 281 \text{ m}^2 > 273 \text{ m}^2$$

Ermittlung des vorhandenen Drosselabflusses (Durchsickermenge) des Bodenfilters:

Filtergeschwindigkeit gemäß DWA-M 178: $q_{Dr,RBF} = 0,05 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,RBF} \cdot A_F$$

$$Q_{Dr,max} = 0,05 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2) \cdot 281 \text{ m}^2$$

$$Q_{Dr,max} = 14 \text{ l/s}$$

10.4.5 Regenrückhaltung

Die Regenrückhaltung wurde auf eine Überschreitungshäufigkeit von $n = 0,2 \text{ 1/a}$ (einmal in 5 Jahren) bemessen. Die Regendaten wurden dem KOSTRA-DWD 2020 [6] entnommen (Unterlage 18.2).

Drosselabfluss

Die Berechnung des Drosselabflusses ergibt sich in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde (Protokoll vom 16.02.2021) entsprechend dem potentiell natürlichen Abfluss unter Berücksichtigung eines Spitzenabflussbeiwertes von $\psi_s = 0,1$ für das angeschlossene Einzugsgebiet (gemäß Unterlage 18.4, Blatt 6) der Rückhaltung.

$$Q_{D,max} = A_{EK} \cdot \psi_s \cdot r_{15(1)} = 9,16 \text{ ha} \cdot 0,1 \cdot 113,3 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} = \mathbf{103 \text{ l/s}}$$

Festlegungen/Annahmen

vorgegebene Überschreitungshäufigkeit (Vorgabe aus Dimensionierung des vorhandenen Beckens gemäß Abstimmung auf die örtlichen Verhältnisse)	$n = 0,2 / a$
Festlegung des Abminderungsfaktors	$f_A = 0,978$
Festlegung des Zuschlagsfaktors	$f_Z = 1,10$

Berechnung des spezifischen Speichervolumens für ausgewählte Dauerstufen

$$n = 0,2 / a$$

$$\text{mit } V_{S,U} = (r_{D,n} - q_{dr,r,u}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ [m}^3\text{/ha]}$$

Dauer-Stufe	Niederschlags-höhe h für T=5,0	Zugehörige Regenspende r	Drosselab-fluss-Spende $q_{dr,r,u}$	Differenz zw. r und $q_{dr,r,u}$	Spezifisches Speichervolumen $V_{S,U}$
[min]	[mm]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[l/s·ha]	[m³/ha]
20	17,7	147,5	21,2	126,3	163,0
30	20,0	111,1	21,2	89,9	174,0
45	22,4	83,0	21,2	61,8	179,4
60	24,3	67,5	21,2	46,3	179,2
90	27,1	50,2	21,2	29,0	168,2
120	29,2	40,6	21,2	19,4	149,9
180	32,5	30,1	21,2	8,9	102,9
240	34,9	24,2	21,2	3,0	45,7

Tabelle 6: Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA03 auf Basis Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020 für Bergshausen (Spalte 137, Zeile 134)

Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

$$V = V_{S,U} \cdot A_U = 179,4 \text{ m}^3 / \text{ha} \cdot 4,85 \text{ ha} = 870 \text{ m}^3$$

Aufgrund der Drosselung des Bodenfilters ergibt sich eine Differenz gegenüber dem Speichervolumen der gesamtzulässigen Drosselwassermenge. Der Speicherraum über dem Bodenfilter

hat ein Volumen von 225 m³ und ist unter Berücksichtigung des Drosselabflusses des Filterablaufes sowie der maßgebenden Regenspende nach einer Dauer von 9 Minuten eingestaut. Die Speicherdifferenz gegenüber dem vollen Drosselabfluss für diese Dauer beträgt 51 m³.

Das erforderliche Rückhaltevolumen unter Berücksichtigung gestaffelter Drosseleinrichtungen beträgt somit: $(870 \text{ m}^3 + 51 \text{ m}^3) = 921 \text{ m}^3$

Das Retentionsbodenfilterbecken weist bei der geplanten Einstauhöhe von 241,75 m (1,55 m über Beckensohle) ein Speichervolumen von 952 m³ auf.

Geplantes Rückhaltevolumen mit **952 m³** > 921 m³ (erforderliches Rückhaltevolumen).

Wassermassen	
gewähltes DGM	
Name	DGM3310
Bezeichnung	
kleinste Höhe	240,200 m
größte Höhe	242,500 m
Einstellungen	
Höhendifferenz	0,000 m
Fullhöhe	241,750 m
Ergebnis	
Wasseroberfläche	871,786 m ²
Unterwasserfläche	899,279 m ²
Volumen	952,686 m ³

Abbildung 9: Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA03

Nachweis der Entleerungszeit der Rückhaltung

$$t_E = \frac{V}{3,6 \cdot Q_{ab}} \quad \text{in h}$$

Entleerungszeit Rückhaltung bis Stauziel Bodenfilter

$$t_E = \frac{(952 - 225)}{3,6 \cdot 103} = 1,9 \text{ h}$$

Entleerungszeit Retentionsraum Bodenfilter

$$t_E = \frac{225}{3,6 \cdot 14} = 4,5 \text{ h}$$

Die Entleerungszeit des Beckens beträgt $t_E = 6,4 \text{ h}$.

10.5 Dränierte Versickerungsmulde

Im Bereich zwischen Bau-km 1+130 – 1+700 wird das in der Mittellängsleitung gesammelte Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Kassel und das nicht versickerungsfähige Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Dortmund einer dränierten Versickerungsmulde an der Nordseite der A 44 zugeführt.

Die Versickerungsmulde wird durch die Dittershäuser Straße gequert und bildet dadurch 2 Teilabschnitte. Der Abschnitt westlich der Dittershäuser Straße (Bau-km 1+130 – 1+460) ist 330 m lang und wird aufgrund der 0,2 % bis 3,5 % geneigten Muldensohle grabenförmig mit Stauschwellen hergestellt. Die Sohlbreite der grabenförmigen Versickerungsmulde beträgt 2,70 m. Sie hat eine Tiefe von mindestens 0,5 m und wird am Grabenende mit einer Profilvertiefung ausgebildet, um den Durchlass DN 500 unter der Dittershäuser Straße herzustellen. Die Böschungen der Versickerungsmulde werden mit einer Regelneigung von 1 : 2 ausgeführt. Das geplante Retentionsvolumen von 212,3 m³ wird durch den Einbau von Stauschwellen geschaffen. Die Stauschwellen sind 0,40 m hoch und liegen quer zur Mulde. Die Schwellen erhalten 1 : 3 geneigte Böschungen. Die dränierte Versickerungsmulde ist über den Durchlass DN 500 an die östliche Versickerungsmulde (Bau-km 1+500 – 1+700) angeschlossen, welche über eine Raubettmulde in den Läusegraben entlastet.

10.5.1 Muldenzulauf

Die Wasserzufuhr erfolgt regelmäßig verteilt durch 6 Anschlussleitungen unter der Richtungsfahrbahn Dortmund der A 44 in die dränierte Versickerungsmulde.

10.5.2 Dimensionierung Versickerungsmulde

Die Regenrückhaltung wurde auf eine Überschreitungshäufigkeit von $n = 1/a$ bemessen. Die Regendaten wurden dem KOSTRA-DWD 2020 [6] entnommen (Unterlage 18.2). Die Dimensionierung der Versickerungsmulde erfolgt nach dem Arbeitsblatt DWA-A138.

Festlegungen/Annahmen

vorgegebene Überschreitungshäufigkeit (Vorgabe aus Dimensionierung des vorhandenen Beckens gemäß Abstimmung auf die örtlichen Verhältnisse)	$n = 1 / a$
Muldenbreite:	$b_M = 2,70 \text{ m}$
Versickerungsfläche der Mulde	$A_{S,M} = 1.220 \text{ m}^2$
Zuschlagsfaktor Mulde	$f_{z,M} = 1,10$

Berechnung Muldenspeichervolumen:

mit $V_M = [(A_u + A_{S,M}) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_{S,M} \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_{z,M}$

Die zugrunde liegende Einzugsgebietsfläche A_E beträgt 5,15 ha (siehe Unterlage 18.4.3).
 Das erforderliche Muldenvolumen beträgt 173,4 m³ (siehe Unterlage 18.5.3).

Bei dem geplanten Stauziel von 0,20 m bis 0,30 m über Muldensohle ergibt sich folgendes Speichervolumen:

Muldenquerschnitt								
Abschnitt	Sohl- gefälle	Böschung- neigung	(Trapez) Sohle	mittlere Höhe	Mittlere Wasser spiegelbreite	Fläche	Abstand zwischen Stauschellen	Volumen
	[%]		[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]
1	0,2	1:2	2,7	0,30	4,5	1,08	55,0	59,40
2	0,2	1:2	2,7	0,30	4,5	1,08	51,0	55,08
3	3,0	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	12,5	7,75
4	3,0	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	12,5	7,75
5	1,7	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	18,2	11,29
6	1,7	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	21,7	13,43
7	1,7	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	21,7	13,45
8	1,7	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	21,7	13,45
9	1,7	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	18,4	11,41
10	3,4	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	11,5	7,13
11	3,4	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	11,5	7,13
12	3,4	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	11,5	7,13
13	3,4	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	11,5	7,13
14	3,4	1:2	2,7	0,20	3,5	0,62	11,5	7,13
							Summe	228,67

Tabelle 7: Ermittlung spezifischen Speichervolumens der dränierter Versickerungsmulde (Bau-km 1+130 – 1+460)

Gesamtvolumen dränierter Versickerungsmulde:

228,7 m³ - 16,4 m³ (abzgl. 14 Stauschwellen) = 212,3 m³

Geplantes Rückhaltevolumen mit **212,3 m³** > 173,4 m³ (erforderliches Muldenvolumen).

11 ZUSAMMENFASSUNG

Der 6-streifige Ausbau der A 44 zwischen AK Kassel-West – AD Kassel Süd ist aus verkehrlichen und sicherheitsrelevanten Gründen zwingend erforderlich.

Im Zuge des Vorhabens ist ebenfalls die Erneuerung der Entwässerungseinrichtungen geplant. Hierzu wurde das bestehende Entwässerungssystem hydraulisch überrechnet und an die neuen Gegebenheiten angepasst.

Das Entwässerungskonzept sieht gemäß REwS für weite Streckenabschnitte nach Möglichkeit die breitflächige Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers über die Dammböschung bzw. in den Straßenmulden vor. Nur in den Bereichen ohne Freispiegelgefälle in den Gräben und Mulden wird auch am Seitenrand eine geschlossene Entwässerung vorgesehen.

Aufgrund des Sägezahnprofils des Autobahnquerschnittes wird im Bereich des Mittelstreifens eine geschlossene Entwässerung mit einer durchlaufenden Sammelleitung vorgesehen. Die Straßenmulden in den Einschnittsbereichen werden mit Huckepackleitungen entwässert.

In den Bereichen, wo eine Versickerung nicht möglich ist und der Straßenabfluss über Abläufe und Transportleitungen gefasst werden muss, ist vor Einleitung des Oberflächenwassers in die Vorfluter Eselsgraben, Fulda und namenloser Bach eine Behandlung und Rückhaltung in den Retentionsbodenfilteranlagen RBFA 01, RBFA 02 und RBFA 03 vorgesehen. Die gewählten Retentionsbodenfilteranlagen weisen in Bezug auf den Rückhalt von feinpartikulären abfiltrierbaren Stoffen (AFS63) die größte Reinigungsleistung auf. Zwischen Bau-km 1+130 – 1+700 wird auf der Nordseite der A 44 eine dränierte Versickerungsmulde mit Entlastung über eine Raubettmulde in den Läusegraben angeordnet.

Im Querungsbereich der Trinkwasserschutzzone III ist aufgrund der großen Schutzwirkung des grundwasserüberdeckenden Baugrundes eine zusätzliche Abdichtung der Autobahn nicht erforderlich. Dort wo möglich, wird das Oberflächenwasser über die bewachsenen Dammböschungen breitflächig versickert. In den Trasseneinschnitten entwässert die Fahrbahn über die bewachsenen Straßenmulden und Rohrleitungen in die geplanten Behandlungsanlagen.

Durch die neue Lage des Autobahndreiecks Kassel-Süd und die überwiegend in die geplante RBFA 03 entwässernden Verbindungsrampen des geplanten AD Kassel-Süd einschließlich des Abschnittes der A 7 südlich von BW 09 verringern sich die Abflüsse der angeschlossenen Flächen im Einzugsgebiet des RRB 05 der A 7 gegenüber der ursprünglichen Dimensionierung des Beckens aus dem Entwurf 08/2012. Da sich außerdem die angeschlossene undurchlässige Fläche (A_U) des Regenrückhaltebeckens durch den geplanten Fahrbahnrückbau auf der Westseite der A 7 reduziert, verbessern sich die Abflussverhältnisse beim RRB 05 insgesamt.

Die Außengebietsentwässerung des Waldgebietes östlich der A 7 wird geändert. Die vorhandenen Querdurchlässe und Verrohrungen in der A 7 werden beseitigt und durch neue Abflussleitungen ersetzt. Die Außenentwässerung wird somit vom auf den Fahrbahnen der Autobahn anfallenden Oberflächenwasser getrennt abgeleitet.

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1:	HRB Keilsberg (Quelle: Planung Kassler Entwässerungsbetrieb)	.....4
Abb. 2:	Hauptsammler DN 800 AK Kassel-West (Quelle: Abrechnungsplan Sanierung A 44 Fa. Kirchner, 2011)	.....5
Abb. 3:	Durchlass Eselsgraben (BW 02) mit Behandlungsanlage RBFA 01	.....29
Abb. 4:	Durchlass Läusegraben (BW 06) mit dränierter Versickerungsmulde	.....30
Abb. 5:	Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA01	.....36
Abb. 6:	Wassermengen (HQ ₁₀₀) gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA01	.....37
Abb. 7:	Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für das Rückhaltebecken von RBFA02	.....41
Abb. 8:	Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für das Filterbecken von RBFA02	.....42
Abb. 9:	Wassermengen gemäß Füllhöhenberechnung aus DGM für RBFA03	.....46

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1	Grundwasser und Schutzwirkung nach RiStWag (2016) (Baugrundbeurteilung w&p geoprojekt GmbH, 20.12.2021)	.....7
Tab. 2	Änderung vorhandene Einleitstelle	.....11
Tab. 3	geplante Einleitstellen	.....11
Tab. 4	Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA01	.....36
Tab. 5	Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA02	.....41
Tab. 6	Ermittlung des spezifischen Speichervolumens für RBFA03	.....45
Tab. 7	Ermittlung des spezifischen Speichervolumens der dränierten Versickerungsmulde (Bau-km 1+130 – 1+460)	.....48

Quellennachweis

- [1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 110 – Hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen. Hennef: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. 2012
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 111 – Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. Hennef: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. 2010
- [3] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen. Hennef: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. 2013
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 118 – Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Hennef: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. 2006
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 178 – Retentionsbodenfilteranlagen Hennef: GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. 2019
- [6] Deutscher Wetterdienst: Niederschlagshöhen und –spenden nach KOSTRA-DWD 2020. Stand 12/2022
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (REwS). Köln: FGSV. 2021
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag). Köln: FGSV.2016
- [9] Rechts- und Verwaltungsvorschriften des Bundes: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG). 2009
- [10] Bestandsanalyse des vorhandenen Baugrundes mit orientierender Beurteilung der geologischen Verhältnisse für den Straßenbau sowie für die erforderlichen Ingenieurbauwerke, CDM Smith (04.11.2019)
- [11] Bilanzierung Retentionsraum der Fulda, Ersatzneubau Bergshäuser Brücke, Schüßler-Plan und AFRY (05.10.2023)