

Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer
Beethovenstraße 3
01465 Dresden OT Langebrück

B 47
OU Bürstadt 2. Fahrbahn
inkl. Lärmschutz (östlicher Abschnitt)
2. BA

Fachbeitrag zur Vereinbarkeit des Vorhabens
mit den Anforderungen der auf der Grundlage der
EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
erlassenen §§ 27 ff. und 47 des
Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)

Auftraggeber: Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Odenwaldstraße 6
64646 Heppenheim

Auftragnehmer: Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer
Beethovenstraße 3
01465 Dresden OT Langebrück
Tel.: 035201/71065
Fax: 035201/71085

Projektleitung: Uta Lenz, Dipl.-Geographin

Bearbeitung: **Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer**
Gert Hammer, Dipl.-Hydrologe
Mirjam Einert, Dipl.-Ing. Geotechnik

Stand: 07. Oktober 2020



Dipl.-Hydr. Gert Hammer

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Aufgabenstellung	8
2	Rechtsgrundlagen	9
3	Methodisches Vorgehen	10
4	Vorhabenbeschreibung	11
4.1	Streckenbeschreibung	11
4.2	Entwässerung	11
4.3	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	13
5	Ermittlung und Beschreibung der vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper (Übersichtsdarstellung)	14
5.1	Oberflächenwasserkörper	14
5.2	Grundwasserkörper	14
6	Beschreibung und Bewertung des (Ist-)Zustands des vom Vorhaben betroffenen Grundwasserkörpers	18
6.1	Datenbasis	18
6.2	Allgemeine Beschreibung der Qualitätskomponenten eines Grundwasserkörpers nach WRRL, Anhang V	19
6.3	Beurteilung des Gesamtzustands	20
6.4	Mengenmäßiger Zustand (§ 4 Abs. 2 GrwV)	22
6.5	Chemischer Zustand (§ 7 Abs. 2 und 3 GrwV)	24
7	Bewirtschaftungsziele und Maßnahmenprogramme des vom Vorhaben betroffenen Grundwasserkörpers	28
8	Auswirkungen des Vorhabens auf die Qualitätskomponenten und Bewirtschaftungsziele des Grundwasserkörpers	29
8.1	Vorbemerkungen	29
8.1.1	Konzentrationen relevanter Schadstoffe in Straßenabflüssen	29
8.1.2	Reinigungsleistung der Entwässerungsanlagen sowie Transport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone	31
8.2	Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme	35
8.2.1	Baubedingte Auswirkungen	35
8.2.2	Anlagenbedingte Auswirkungen	35
8.2.3	Betriebsbedingte Auswirkungen	36
9	Prüfung des Zielerreichungsgebotes	41
9.1	Prüfung der Bewirtschaftungsziele	41
9.2	Prüfung der Wirkung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	41
10	Zusammenfassung	42
11	Quellenverzeichnis	44
11.1	Gesetze und Richtlinien	44
11.2	Literaturverzeichnis	45
12	Anlagenverzeichnis	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fahrbahnflächen [m ²] der Entwässerungsabschnitte 1 bis 5	12
Tabelle 2:	Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet (Quelle: https://geoportal.bafg.de/mapapps2/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de , Stand: 06/2020)	14
Tabelle 3:	Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet (Quelle: https://geoportal.bafg.de/mapapps2/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de , Stand: 06/2020)	15
Tabelle 4:	Bewertung des betroffenen Grundwasserkörpers im Untersuchungsgebiet (Quelle: HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2015b)	21
Tabelle 5:	WRRL-Grundwassermessstellen im GWK DE_GB_DEHE_2393_3101 (Quelle: http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de , Stand: 06/2020)	21
Tabelle 6:	Ausgewählte Rohwasser-Messstellen im Grundwasserkörper DE_GB_DEHE_2393_3101 (Quelle: http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de , Stand: 06/2020)	22
Tabelle 7:	Maßnahmen zur Verbesserung des chemischen Zustands des Wasserkörpers DEHE_2393_3101 (BFG 2016)	28
Tabelle 8:	Typische (Gesamt-)Konzentrationen bzw. Frachten von relevanten Schadstoffen in Straßenabwässern (Quelle: IfS 2018)	30
Tabelle 9:	Gemessene Ablaufkonzentrationen und spezifische Ablauffrachten von Retentionsbodenfiltern (Quelle: IfS 2018)	31
Tabelle 10:	Berechnung der Schadstoffausbreitung im Grundwasserleiter entsprechend der eindimensionalen Advektion - Dispersionsgleichung	34
Tabelle 11:	Mit Tausalz zu behandelnde Fahrbahnflächen [m ²] nach dem Ausbau der B 47 - OU Bürrstadt, 2. BA (Quelle: HESSEN MOBIL 2020)	37
Tabelle 12:	Flächenbezogene Verbrauchsmengen an Tausalz [g/m ²] der Straßenmeisterei Bensheim auf Bundesstraßen, WD-Periode 2013/2014 - 2017/2018, Niederschläge DWD-Station Lampertheim-Neuschloß (ID 2819) sowie berechnete Chlorid-Konzentrationen im Straßenwasser	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Methodisches Vorgehen Wirkungsprognose GWK	10
Abbildung 2:	Schnitt durch Oberrheingraben (Quelle: GRIMMER 2006)	15
Abbildung 3:	Lage der Baumaßnahme im Bereich des Landschaftsschutzgebiets Forehahi (Natureg-Nr. 2431001) (Quelle: http://natureg.hessen.de/mapapps/resources/apps/natureg/index.html?lang= de , Stand: 07/2020)	16
Abbildung 4:	Wasserstandsganglinie an der WRRL-Gütemessstelle Bürstadt (HE_13470) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang =de , Stand: 06/2020)	23
Abbildung 5:	Wasserstandsganglinie an der WRRL-Gütemessstelle Lampertheim (HE_13477) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang =de , Stand: 06/2020)	23
Abbildung 6:	Wasserstandsganglinie an der WRRL-Mengenmessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang =de , Stand: 06/2020)	24
Abbildung 7:	Schematische Darstellung der Eintragspfade von Schadstoffen in den Straßenrandbereich (Quelle: WERKENTHIN et al. 2014)	30
Abbildung 8:	Darstellung der komplementären Fehlerfunktion $\text{erfc}(w)$	32
Abbildung 9:	Darstellung der Konzentrationsabnahme nach Schadstoffeintrag in den Grundwasserleiter	35

Abkürzungsverzeichnis

ψ _s	spezifischer Abflussbeiwert
Abs.	Absatz
AFS	abfiltrierbare Stoffe
AS	Anschlussstelle
B	Bundesstraße
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf
BW	Bauwerk
bzw.	beziehungsweise
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
EG	Europäische Gemeinschaft
EPA	Environmental Protection Agency
el.	elektrisch
EU	Europäische Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
DWD	Deutscher Wetterdienst
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GrwV	Grundwasserverordnung
GWK	Grundwasserkörper
HLG	Hessische Landesgesellschaft mbH
JD-UQN	Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm
k. M.	keine Messergebnisse
Kap.	Kapitel
kg/a	Kilogramm je Jahr
l/s	Liter je Sekunde
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m. ü. NN	Meter über Normal-Null
m/s	Meter je Sekunde
max.	maximal
Max/a	Maximum je Jahr
mg/kg	Milligramm je Kilogramm
mg/l	Milligramm je Liter
Min/a	Minimum je Jahr
MKW	Mineralölkohlenwasserstoff
mm	Millimeter
mm/a	Millimeter je Jahr
MNQ	arithmetisches Mittel der niedrigsten Tagesmittelwerte der Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
MNW	mittlerer niedrigster Wasserstand
MQ	arithmetisches Mittel aller mittleren Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
MW	mittlerer Wasserstand
MW/a	Mittelwert je Jahr
ng/l	Nanogramm je Liter
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OVG	Oberverwaltungsgericht
OWK	Oberflächenwasserkörper
P _{ges}	Gesamt-Phosphor
PAK	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
QK	Qualitätskomponente
RBF	Retentionsbodenfilter
RW	Rechtswert
RRB	Regenrückhaltebecken

RiStWag	Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
SQ 26,5	Straßenquerschnitt 26,5 m
ΔT	Temperaturdifferenz bzw. -erhöhung
t	Tonne
t/Bew.-km	Tonne je Bewertungskilometer
Tab.	Tabelle
t_d	Sedimentationszeit
T_{max}	maximale Temperatur
TS	Trockensubstanz
t_s	Verweil- bzw. Absetzzeit
TVO	Trinkwasserverordnung
uh.	unterhalb
UK	Unterkante
UQN	Umweltqualitätsnorm
V_s	Sinkgeschwindigkeit
vorh.	Vorhanden
WF	Wasserfassung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
W_s	Wasserstand
WSG	Wasserschutzgebiet
ZHK-UQN	zulässige Höchstkonzentration-Umweltqualitätsnorm

1 Anlass und Aufgabenstellung

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement plant den vierspurigen Ausbau der B 47 - OU Bürsdorf, 2. BA im Streckenabschnitt von der DB-Brücke (Bau-km 4+110) bei Bürsdorf bis Riedrode (Bau-km 6+861) inklusive der Verlängerung einer Lärmschutzwand bis zur Ausfahrt Riedrode (Bau-km 7+033) (**Anlage 2**).

Im Zusammenhang mit der Planung ist ein Fachgutachten zu erstellen, das die Auswirkungen des Vorhabens auf die Qualitätskomponenten, Umweltqualitätsnormen und Schwellenwerte der EU-Wasserrahmenrichtlinie, die am 22.12.2000 in Kraft trat und mit der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes am 31. Juli 2009 in nationales Recht umgesetzt wurde, überprüft. Gemäß der WRRL ist eine Verschlechterung des Zustands der oberirdischen Gewässer als auch des Grundwassers zu vermeiden.

Von der Planung ist ausschließlich der Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 direkt betroffen. Da sowohl direkte als auch indirekte Wirkungen auf Oberflächengewässer infolge des Charakters der Baumaßnahme als auch der Entfernung zu Oberflächengewässern ausgeschlossen werden können, wird in dem Fachgutachten ausschließlich vertiefend der Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 behandelt. Für ihn ist der Nachweis zu führen, dass es zu keiner Verschlechterung kommt und die Bewirtschaftungsziele der WRRL durch das Vorhaben nicht verfehlt werden (§ 47 WHG - Wasserhaushaltsgesetz¹). In diesem Zusammenhang ist auch das Verbesserungsgebot zu beachten.

Des Weiteren ist für die Untersuchungen von Bedeutung, dass sich die Baumaßnahme ab dem Bau-km 5+340 in der Trinkwasserschutzzone III A der WF Bürsdorfer Wald befindet (HESSEN MOBIL 2019a, b).

¹ Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist

2 Rechtsgrundlagen

Ein Grundwasserkörper ist entsprechend der WRRL ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter, der unter Berücksichtigung von Daten zur Hydrologie, Hydrogeologie, Geologie und Landnutzung festgelegt wurde. Artikel 1 a) der am 22.12.2000 in Kraft getretenen WRRL fordert die Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie den Schutz und die Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt.

Gemäß den in Artikel 4 WRRL formulierten Umweltzielen ist es verboten (Verschlechterungsverbot),

- bei Grundwasser den Zustand aller Grundwasserkörper zu verschlechtern (Abs. 1 b)i) WRRL).

Im Rahmen des Fachbeitrags ist daher zu bewerten, ob eine Beeinträchtigung des betroffenen Grundwasserkörpers entsprechend der WRRL eintritt (Verschlechterungsverbot). Sollten Verschlechterungen nicht ausgeschlossen sein, sind Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu prüfen. Ggf. sind für den Fall einer erforderlichen Ausnahme auch die Voraussetzungen gem. Art. 4 Abs. 7 WRRL zu prüfen. Gleichzeitig gebietet das Verbesserungsgebot der WRRL, dass Grundwasserkörper zu schützen, zu verbessern und zu sanieren sind mit dem Ziel, einen guten Zustand des Grundwassers zu erreichen.

Die rechtliche Grundlage für die Erstellung eines Fachbeitrages bilden neben der Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) das Wasserhaushaltsgesetz² (WHG) und die Grundwasserverordnung (GrwV).

Die Vorgaben der WRRL wurden im Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009, das am 1. März 2010 in Kraft getreten ist, in nationales Recht umgesetzt. Auf der Grundlage des WHG, § 23 Absatz 1 Nummer 1 bis 3 sowie 8 bis 12, Absatz 1 geändert durch Artikel 12 Nummer 0a des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) hat die Bundesregierung die Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung, GrwV vom 09.11.2010, BGBl. I S. 1513) erlassen.

Ein Vorhaben muss demzufolge mit der Grundwasserverordnung bzw. mit den Umweltzielen der WRRL vereinbar sein. Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat in seinem Urteil vom 01.07.2015³ entschieden, dass die Umweltziele der WRRL nicht nur programmatische Verpflichtungen der Mitgliedstaaten darstellen, sondern bei allen (Bau-)Vorhaben, die in das Umweltgut Wasser eingreifen, zu berücksichtigen sind.

Die Vorhabenprüfung erfolgt basierend auf der Wirkungsprognose für die in der WRRL benannten Qualitätskomponenten (siehe DALLHAMMER & FRITZSCH 2016):

- Für Grundwasserkörper ist zu prüfen, ob eine Überschreitung der in Anlage 2 der Grundwasserverordnung beziehungsweise der abweichend gemäß § 5 Abs. 2 GrwV festgelegten Schwellenwerte erfolgt. Weiterhin sind Einträge von Schadstoffen auf Grund menschlicher Tätigkeit zu berücksichtigen sowie der mengenmäßige Zustand.

Anhang V der WRRL enthält die für das Verschlechterungsverbot maßgeblichen Parameter und Kriterien.

² Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 122 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.

³ EuGH, Urteil vom 01.07.2015, Rechtssache C-461/13

3 Methodisches Vorgehen

Der Fachbeitrag ist methodisch in 3 Hauptabschnitte untergliedert (Abbildung 1). Im ersten Komplex werden zunächst das Vorhaben sowie potenzielle Auswirkungen auf den betroffenen Grundwasserkörper beschrieben. Im zweiten Schritt stehen die spezifischen hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse des Wasserkörpers im Mittelpunkt (Ist-Zustand), um darauf aufbauend die konkreten Wirkungen zu bewerten.

Grundlage der Prüfung des Verschlechterungsverbotes sind anfallende Schadstoffkonzentrationen in Straßenabwässern. Unter Zugrundelegung maximaler Schadstoffgehalte in den Straßenabflüssen werden deren Ausbreitung im Wasserkörper mit Hilfe von Berechnungsverfahren als auch verbalargumentativ ermittelt, um darauf aufbauend mögliche Beeinträchtigungen des Wasserkörpers im Hinblick auf den mengenmäßigen und chemischen Zustand entsprechend der §§ 32 und 48 WHG auszuweisen.

Die Prüfung des Zielerreichungsgebotes baut auf den Ergebnissen der beiden vorherigen Schritte auf und setzt den Fokus auf die Untersuchung der Erreichung der Bewirtschaftungsziele des Grundwasserkörpers (§ 47 WHG) unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen des Vorhabens. Außerdem werden Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen sowie deren Verbesserungswirkung dargestellt.

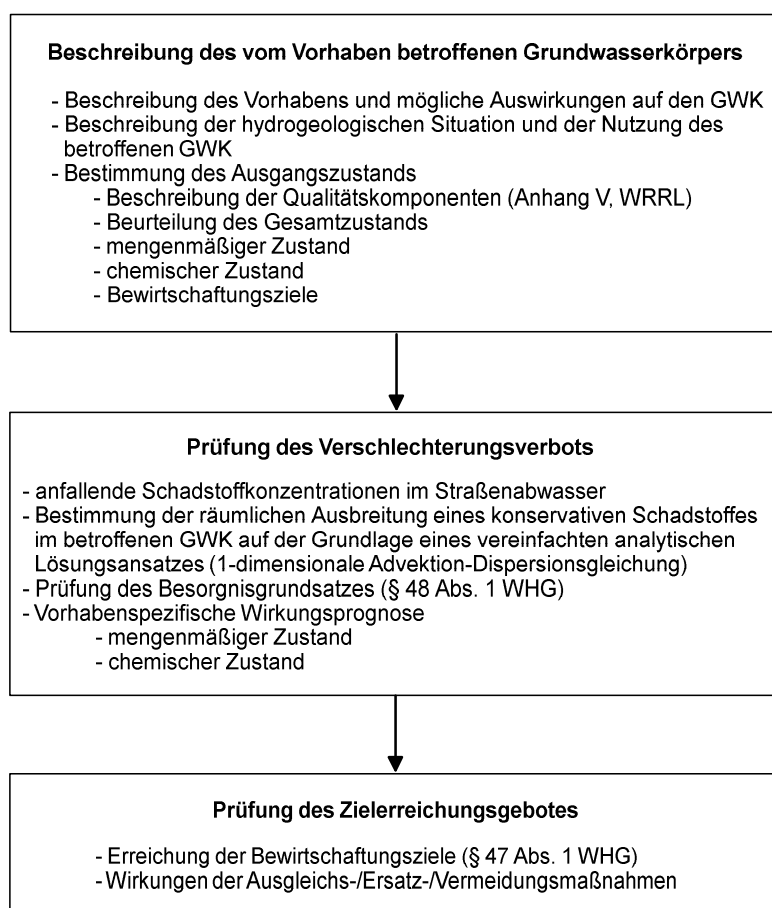


Abbildung 1: Methodisches Vorgehen Wirkungsprognose GWK

4 Vorhabenbeschreibung

4.1 Streckenbeschreibung

Die derzeitige zweispurige Bundesstraße B 47 stellt eine Verbindung zwischen der A 5 und der A 67 auf rechtsrheinischer, hessischer Seite sowie der A 61 und B 9 auf linksrheinischer, rheinland-pfälzischer Seite dar. Infolge der hohen Verkehrsbelastung ist die Kapazität der derzeitigen B 47 nicht ausreichend. Somit ist durch Hessen Mobil der 4-spurige Ausbau (Erweiterung 2. Fahrbahn) zwischen den Städten Bürstadt und Lorsch vorgesehen (HESSEN MOBIL 2019a)

Der 2. Bauabschnitt beinhaltet den Streckenabschnitt der B 47 westlich der DB-Brücke (Bau-km 4+110) bei Bürstadt bis Riedrode (Bau-km 6+861). Auf dem 2,751 km langen Streckenabschnitt wird die bestehende B 47 um zwei zusätzliche Fahrspuren erweitert. Im Endzustand soll das Regelprofil aus zwei befestigten Fahrbahnen von jeweils 10,25 m Breite und Banketten von 1,50 m (ohne Lärmschutzwand) bis 2,5 m Breite je Fahrbahnrichtung (mit Lärmschutzwand) sowie einem Mittelstreifen von 3 m Breite bestehen. Sie besitzt zukünftig demzufolge einen autobahnähnlichen Charakter. Die Ausbaustrecke wird in Dammlage ausgeführt mit in weiten Teilen der Strecke nur geringen Längsneigungen von ca. 0,5 %.

Am Böschungsfuß der südlichen Fahrbahn zwischen Bau-km 4+240 und Bau-km 5+270 sowie von Bau-km 5+370 und Bau-km 5+680 befinden sich Sickergräben (HESSEN MOBIL 2019b)

Auf dem geschwungenen Streckenabschnitt sind vier Brückenbauwerke vorhanden. Außerdem beinhaltet die Baumaßnahme den Austausch der südlich und nördlich der Fahrbahnen bestehenden niedrigen Lärmschutzwände im Bereich der Ortslage von Bürstadt durch höhere Lärmschutzwände sowie die Verlängerung der Lärmschutzwand für den Ortsteil Riedrode bis zum Planfeststellungs-Ende bei Bau-km 7+033,488 (Ausfahrt Riedrode).

4.2 Entwässerung

Grundlage der Gestaltung der Entwässerungsanlagen ist die Lage der Trasse in der Trinkwasserschutzzone III A des WSG Bürstädter Wald (WSG-ID 431-055). Von Bau-km 4+212 bis Bau-km 5+350 tangiert die B 47 nur das Schutzgebiet und ab Bau-km 5+350 bis zum Bauende des 2. BA befindet sich die B 47 innerhalb der Trinkwasserschutzzone (HESSEN MOBIL 2019a).

Bei einem Grundwasserflurabstand in diesem Planungsabschnitt von 3,5 m und Durchlässigkeitswerten von 5×10^{-4} bis 5×10^{-3} m/s (grundwasserüberdeckende sandige Schichten) kann die Schutzwirkung der Deckschichten als gering eingestuft werden. Daher wäre gemäß RiStWag 2016 das von den Fahrbahnen ablaufende Niederschlagswasser zu sammeln und aus dem Schutzgebiet zu leiten. Da jedoch in der näheren Umgebung kein leistungsfähiger Vorfluter zur Verfügung steht sowie ein unzureichendes Gefälle zur Ableitung des Wassers besteht, ist auf dem gesamten Streckenabschnitt die Versickerung in den Untergrund sowie die Reinigung des Straßenabflusses über die belebte Bodenzone vorgesehen.

Zur Bemessung der Anlagen kommen für die einzelnen Bauabschnitte unterschiedliche Versickerungsverfahren auf Grundlage der Arbeitsblätter DWA-A 138 und DWA-M 153 zur Anwendung (HESSEN MOBIL 2019a, 2019b).

EWA 1 (Bau-km 4+212 bis Bau-km 4+700) (außerhalb des WSG Bürstädter Wald)

Das anfallende Niederschlagswasser der südlichen Fahrbahn wird über eine Entwässerungsrinne am Mittelstreifen gesammelt und durch Straßenabläufe und Kanäle alle 20 m unter der Fahrbahn zu einer Versickerungsmulde geleitet (Breite 2,5 m und Tiefe 0,5 m).

An der Nordseite bleibt sowohl die Fahrbahn als auch das vorhandene Entwässerungssystem bestehen. Hier versickert das anfallende Niederschlagswasser über Bankette und Böschungen.

EWA 2 (Bau-km 4+700 bis Bau-km 4+780) (außerhalb des WSG Bürstädter Wald)

Innerhalb dieses Abschnittes wird das Niederschlagswasser der südlichen Fahrbahn am Mittelstreifen mit Hilfe einer Pendelrinne gesammelt, ebenfalls alle ca. 20 m unter der Fahrbahn zur gegenüberliegenden Seite geleitet und hier in zwei einzelnen Versickerungsmulden versickert (Breite 4,0 m und Tiefe 0,4 m).

Wie im Entwässerungsabschnitt 1 bleibt auch hier die vorhandene Entwässerung der nördlichen Fahrbahn breitflächig über Bankette und Böschungen bestehen.

EWA 3 (Bau-km 4+780 bis Bau-km 5+340) (außerhalb des WSG Bürrstädter Wald)

In ähnlicher Weise wird die Entwässerung im Abschnitt 3 gestaltet. Auch hier wird das Niederschlagswasser der südlichen Fahrbahn in einer Pendelrinne gesammelt und über Straßenabläufe ca. alle 20 m auf der südlichen Seite in Versickerungsmulden breitflächig versickert (Breite 2,5 m und Tiefe 0,4 m).

Ebenfalls bleibt die vorhandene Entwässerung für die nördliche Fahrbahn breitflächig über Bankette und Böschungen bestehen.

EWA 4 (Bau-km 5+340 bis Bau-km 5+685) (innerhalb des WSG Bürrstädter Wald, TWSZ III)

Da der Entwässerungsabschnitt die Trinkwasserschutzzone III A der WF Bürrstädter Wald quert, muss das gesamte Niederschlagswasser beider Fahrbahnen durch die obere Bodenzone gereinigt werden.

Das Niederschlagswasser der südlichen Fahrbahn wird über das Bankett durch die Lärmschutzwand über die Böschung zu einer Versickerungsmulde geführt (Breite 4,0 m und Tiefe 0,4 m), wo es breitflächig zusammen mit dem Oberflächenwasser der nördlichen Fahrbahn versickert.

Zur Entwässerung der nördlichen Fahrbahn ist vorgesehen, eine Pendelrinne am Mittelstreifen anzulegen und das Wasser mit Hilfe von Kanälen ca. alle 15 m unter der südlichen Fahrbahn abzuleiten und in der dort vorhandenen Mulde zu versickern. Das anfallende Wasser auf dem Bankett versickert hingegen über die Böschung.

EWA 5 (Bau-km 5+685 bis Bau-km 6+930) (innerhalb des WSG Bürrstädter Wald, TWSZ III)

Die Entwässerung der südlichen Fahrbahn dieses Abschnittes sieht eine breitflächige Versickerung über Bankette und Böschungen vor, wenn die Durchlässigkeit k_f des Bodens größer oder gleich 5×10^{-5} m/s ist.

Das Oberflächenwasser der nördlichen Fahrbahn wird wiederum in einer Pendelrinne am Mittelstreifen über Straßenabläufe gesammelt und zu einem Absetz- und Versickerungsbecken im Bereich der Anschlussstelle Bürrstadt Ost geleitet (HESSEN MOBIL 2020).

Die Fahrbahnen der einzelnen Entwässerungsabschnitte besitzen folgende Flächengrößen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Fahrbahnflächen [m²] der Entwässerungsabschnitte 1 bis 5

EWA	Länge des EWA [m]	Fahrbahnfläche (SQ 26,5) [m ²]
1	488	10.004
2	80	1.640
2	560	11.480
4	345	7.072,5
5	1.245	25.522,5 (davon 12.044 m ² in Versickerbecken, Bau-km 5+685 - Bau-km 6+860)
Gesamt		55.719

Alle geplanten Versickerungsmulden werden mit einer bewachsen Oberbodenschicht von mind. 0,30 m Dicke aus einem Sand-Gemisch und einem pH-Wert ≥ 6 errichtet, um Schwermetalle im Oberflächenwasser zu binden (RAS-Ew 2005).

Grundlagen für die Bemessung des Absetz- und Versickerbeckens ist neben dem Arbeitsblatt DWA-A 138 auch das Arbeitsblatt DWA-A 117. Das Absetzbecken mit einem Dauerstauvolumen von ca. 100 m³ wird von dem Versickerbecken mittels Tauchwand getrennt.

Die Grundfläche des Versickerbeckens beträgt 460 m² und das Volumen 637 m³ bis zur Einstauhöhe von 1 m. Die Sickerleistung ermittelt sich mit 4,6 l/s bei einer angenommenen Durchlässigkeit von 1×10^{-5} m/s (HESSEN MOBIL 2019a).

4.3 Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Als Ausgleichs- und Gestaltungsmaßnahmen, die das Schutzgut Wasser betreffen, sind die Begrünung der Straßenrandbereiche, insbesondere die Böschungsgestaltung mit einem Flächenumfang von 1,6 ha vorgesehen (Ausgleichsmaßnahme 4 A) sowie die Gestaltung der Straßennebenflächen mit einem Flächenumfang von 0,5 ha (Gestaltungsmaßnahme 5 G, UNTERLAGE 12, Stand: Oktober 2020).

5 Ermittlung und Beschreibung der vom Vorhaben betroffenen Wasserkörper (Übersichtsdarstellung)

5.1 Oberflächenwasserkörper

Das geplante Bauvorhaben befindet sich im Verbreitungsgebiet des Oberflächenwasserkörpers Rinne (DE_RW_DEHE_239324.1) im Koordinierungsraum Oberrhein und gehört zur Planungseinheit Oberrhein unterh. Neckarmündung (Tabelle 2).

Tabelle 2: Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet (Quelle: <https://geoportal.bafg.de/mapapps2/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

Eigenschaften Oberflächenwasserkörper	
Kennung	DE_RW_DEHE_239324.1
Wasserkörperbezeichnung	Rinne
Flussgebietseinheit	Rhein
Bearbeitungsgebiet / Koordinierungsraum	Oberrhein
Planungseinheit	Oberrhein unterh. Neckarmündung
Einstufung Wasserkörper	natürlich
Fließgewässertyp	19 - Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern

Im oberirdischen Einzugsgebiet des Oberflächenwasserkörpers Rinne (DE_RW_DEHE_239324.1) ist das Gelände eben und fällt geringfügig von Osten nach Westen ab. Der ökologische Zustand des natürlichen Wasserkörpers wird im aktuellen Bewirtschaftungsplan mit schlecht bewertet infolge der schlechten Bewertung des Makrozoobenthos. Makrophyten/Phyto-benthos und Fische werden hingegen als unbefriedigend klassifiziert.

Die Einstufung des chemischen Zustands erfolgte in die Klasse "nicht gut". Die Ursache für den schlechten chemischen Zustand sind Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen bei den Parametern Quecksilber (in der Biota), BDE (Bromierte Diphenylether) und PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe). Ergänzend ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass die genannten Stoffe landesweit zur Einstufung sämtlicher Oberflächenwasserkörper in einen nicht guten Zustand geführt haben.

Daneben ist auch die Umweltqualitätsnorm für den flussgebietsspezifischen Schadstoff Mecoprop-P (MCP-P) überschritten und auch die Schwellenwerte für Sauerstoff, Ammonium-N, Phosphor gesamt und ortho-Phosphat-Phosphor werden nicht eingehalten.

Der Abstand der Baumaßnahme bis zum nächsten berichtspflichtigen Oberflächengewässer (Rinne) beträgt ca. 180 m. Weitere permanent wasserführende Fließgewässer bzw. Entwässerungsgräben existieren nicht in der unmittelbaren Nachbarschaft.

Da die Entwässerung der B 47 nicht in ein Fließgewässer erfolgt, kann eine Beeinflussung des chemischen und ökologischen Zustands des Oberflächenwasserkörpers Rinne (DE_RW_DEHE_239324.1) ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund wird in der folgenden Wirkungsprognose der Oberflächenwasserkörper nicht weiter betrachtet.

5.2 Grundwasserkörper

Infolge der gewählten Entwässerungslösung des Planungsabschnittes der B 47, Ortsumfahrung Bürrstadt, 2. BA (Bau-km 4+212 bis Bau-km 6+930) besteht eine Betroffenheit des Grundwasserkörpers DEHE_2393_3101 (Tabelle 3).

Tabelle 3: Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet (Quelle: <https://geoportal.bafg.de/mapapps2/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

Grundwasserkörpernummer	Fläche [km ²]
DE_GB_DEHE_2393_3101 (2393_3101)	119,0

Der Grundwasserkörper gehört zur Flussgebietseinheit Rhein und ist Bestandteil des Koordinierungsraumes Oberrhein. Zur Beschreibung des mengenmäßigen und chemischen Zustands sind relevante Parameter der Gewässerüberwachung des Landes Hessen im Zeitraum von 2000 - 2019 (soweit Daten vorhanden sind) beim HLNUG angefragt und ausgewertet worden. In diesem Zusammenhang wurden die Beprobungsergebnisse der 6 repräsentativen Grundwassermessstellen nach WRRL sowie von 2 Grundwasser-Rohwasser-Messstellen (RUV) des Wasserwerkes Bürstädter Wald verwendet, die Wasser aus dem Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 entnehmen (Tabellen 5 und 6, **Anlage 2**).

Geologisch gehört das Gebiet zum Hessischen Ried als Teil des nördlichen Oberrheingrabens; einem Grabenbruch, der durch den Pfälzer Wald im Westen sowie den Odenwald im Osten begrenzt ist. In dem entstandenen Graben wurden während der Perioden des Tertiärs sowie des Quartärs fein- und grobklastische Sedimente abgelagert (HOPPE et al. 1996). Die Mächtigkeit der abgelagerten Sedimente beträgt mehrere tausend Meter (Abbildung 2). Von besonderer wasserwirtschaftlicher Bedeutung sind die Sedimente des Quartärs, auf deren Schichtenfolgen nachfolgend näher eingegangen wird.

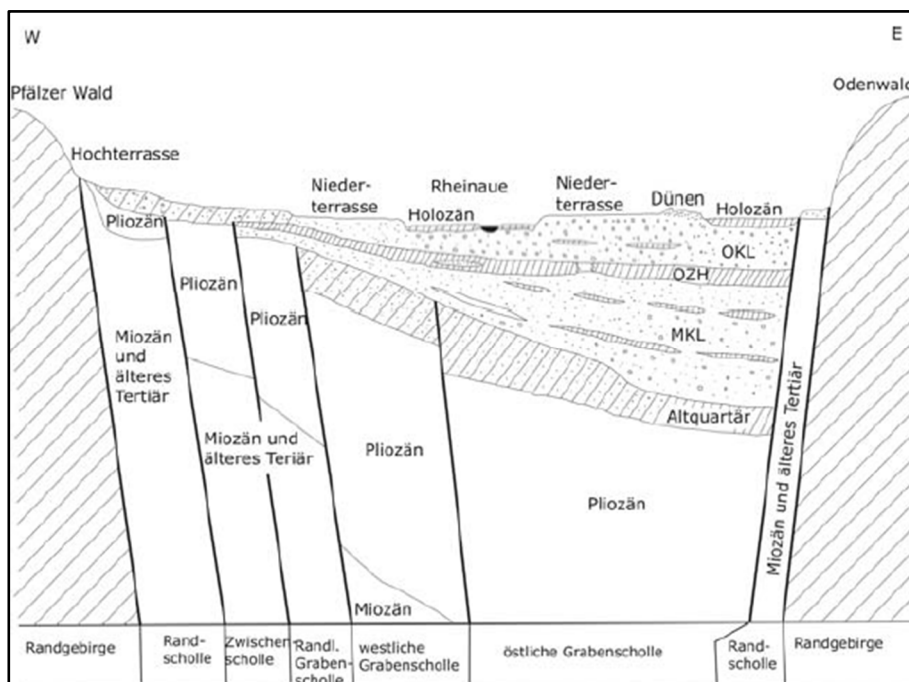


Abbildung 2: Schnitt durch Oberrheingraben (Quelle: GRIMMER 2006)

Die oberflächennahen Schichten werden im Untersuchungsgebiet durch Flugsande bzw. Oberboden gebildet (HESSEN MOBIL 2019b). Obwohl im Liegenden die fein- und grobklastischen Sedimente innerhalb der quartären Schichtenfolgen häufig wechseln, kann von 3 Grundwasserleitern ausgegangen werden (Abbildung 2). Der oberste Grundwasserleiter wird als „Oberer Kiesgrundwasserleiter“ (OKL) bezeichnet und besitzt Mächtigkeiten von 20 bis 50 m. Er besteht aus Mittel- bis Grobsanden mit lokalen Einlagerungen von Schluff und Ton. Der OKL wird nach unten begrenzt durch den „Oberer Zwischenhorizont“ (OZH) mit 5 bis 10 m Mächtigkeit. Dieser Horizont besteht aus Ton- und Schlufflagen sowie bereichsweise aus Feinsand (GRIMMER 2006). Obwohl untergeordnet hydraulische Fenster vorhanden sind, wirkt der OZH als Trennschicht und damit als Grundwasserstauer zwischen dem OKL und dem mittleren Grundwasserleiter, der „Mittleren sandige-kiesigen Abfolge“ (MKL).

Dieser Grundwasserleiter ist stark durch Schluff- und Tonhorizonte gegliedert und besitzt Mächtigkeiten bis 100 m. Aufgrund der ausgebildeten wasserstauenden Horizonte wird der MKL auch als Grundwasserleiter mit mehreren Stockwerken bezeichnet.

Letztlich trennt der Untere Zwischenhorizont (UZH) den MKL vom unteren Grundwasserleiter, der aus einer Wechselfolge von sandigen und schluffigen Sedimenten besteht, die teils dem Altquartär und teils den Pliozän (Tertiär) zugeordnet werden. Infolge seiner großen Tiefe sowie seiner geringen Durchlässigkeit besitzt dieser Grundwasserhorizont wasserwirtschaftlich bisher keine Bedeutung. Große Bedeutung besitzen dagegen die beiden oberen Grundwasserleiter OKL und MKL. Sie stellen ergiebige Grundwasservorkommen dar. Besonders das Grundwasser der MKL mit mittleren Durchlässigkeitswerten von $1 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$ m/s wird im Hessischen Ried primär zur Trinkwassergewinnung genutzt. Die Bedeutung des OKL zur Trinkwassergewinnung nimmt dagegen ab, da durch die geringen Flurabstände des Grundwassers kein ausreichender Schutz vor Schadstoffen vorhanden ist (**Anlage 4**).

Allgemein ist im Hessischen Ried die Grundwasserfließrichtung vom Odenwald im Osten zum Rhein im Westen gerichtet (**Anlage 4**). Entlang des betrachteten Streckenabschnittes der B 47 beträgt das Fließgefälle des Grundwassers 0,1 ‰.

Die Wasserfassung Bürstädter Wald mit einer Fördermenge von 10 Mio. m³ Wasser pro Jahr (BÜRSTADT 2012) befindet sich ca. 1,9 km südlich des 2. BA der B 47. Sie besteht aus Tiefbrunnen und einem Horizontalfilterbrunnen, womit Grundwasser sowohl aus dem OKL als auch aus dem MKL entnommen wird. Auf Grund der Wassergewinnung aus dem MKL ist dieser durch den darüber lagernden OZH vor Schadstoffeinträgen ausreichend geschützt, sodass keine Schadstoffemissionen von der B 47 die Tiefbrunnen erreichen.

Die Bundesstraße B 47 tangiert im 2. Bauabschnitt weiterhin das Landschaftsschutzgebiet Forehahi (Natureg-Nr. 2431001, Fläche ca. 9.527 ha) mit grundwasserabhängigen Biotopen und/oder Arten (Abbildung 3).



Abbildung 3: Lage der Baumaßnahme im Bereich des Landschaftsschutzgebiets Forehahi (Natureg-Nr. 2431001) (Quelle: <http://natureg.hessen.de/mapapps/resources/apps/natureg/index.html?lang=de>, Stand: 07/2020)

Eine Beeinflussung von grundwasserabhängigen Biotopen durch die Maßnahme kann jedoch ausgeschlossen werden, da die Grundwasserflurabstände entlang der geplanten Fahrbahnen 3 bis 10 m

betragen (**Anlage 4**), während in Teilen des Hessischen Rieds das Grundwasser oberflächennah ansteht.

6 Beschreibung und Bewertung des (Ist-)Zustands des vom Vorhaben betroffenen Grundwasserkörpers

6.1 Datenbasis

Für die Bearbeitung des Fachbeitrages wurden folgende Datengrundlagen verwendet:

- Oberflächenwasserkörper
 (Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden, Vereinbarung Nr. 22 2019 0060 vom 24.05.2019/05.06.2019)
- Grundwasserkörper
 (Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden, Vereinbarung Nr. 22 2019 0060 vom 24.05.2019/05.06.2019)
- Fließgewässer nach WRRL
 (Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden, Vereinbarung Nr. 22 2019 0060 vom 24.05.2019/05.06.2019)
- Gütedaten Grundwasserkörper
 (Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden, <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 04/2020)
- Untersuchungsergebnisse ausgewählter Rohwasseruntersuchungsmessstellen
 (Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Dezernat Hydrogeologie, Wiesbaden, per E-Mail am 21.01.2020)
- Steckbrief Oberflächenwasserkörper Rinne (DE_RW_DEHE_239324.1)
 (Quelle: <https://www.wasserblick.net/servlet/is/172830/>, Stand: 06/2020)
- Steckbrief Grundwasserkörper 2393_3101
 (Quelle: <https://www.wasserblick.net/servlet/is/172830/>, Stand: 06/2020)
- Niederschlagsdaten DWD-Messstation Lampertheim-Neuschloß
 (DWD Station-ID 2819, Quelle: <https://cdc.dwd.de/portal/>, Stand: 06/2020)
- Auswertung der spezifischen Tausalzverbrauchsmengen hessischer Straßen- und Autobahnmeistereien 2003/2004 - 2017/2018 (Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement, Dezernat Steuerung Planung, Nachricht vom 18.01.2019)
- 4-streifiger Ausbau der B 47 zwischen Bürstadt (Ortsteil Riedrode) und Lorsch - Abstimmung des Entwässerungskonzeptes
 (Quelle: HLUG, jetzt HLNUG, Schreiben an das Amt für Straßen- und Verkehrswesen Bensheim im März 2007 (HLNUG 2007))
- B 47 OU Bürstadt, östlicher Abschnitt - 2. Fahrbahn
 Planänderungsverfahren für eine Bundesstraßenmaßnahme; Unterlage 1 B, Erläuterungsbericht
 (Quelle: Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Heppenheim, Dezernat Planung Südhessen, Stand: Mai 2019 (HESSEN MOBIL 2019a))
- B 47, OU Bürstadt 2. BA (2. Fahrbahn) - östlicher Abschnitt
 Genehmigungsplanung, Lageplan, Unterlage 5, Blätter-Nr. 1 - 4
 (Quelle: Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Heppenheim, Dezernat Planung Südhessen, Stand: 23.10.2019 (HESSEN MOBIL 2019b))
- Erläuterungsbericht B 47, vierstreifiger Ausbau östlich OU Bürstadt bis westlich Lorsch; Planfeststellungsunterlage 1 A
 (Quelle: Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Heppenheim, Dezernat Planung Südhessen - PL 15, Unterlage 1, Stand: 08.02.2019 (HESSEN MOBIL 2019c))
- B 47, OU Bürstadt 2. BA (2. Fahrbahn) - östlicher Abschnitt
 Genehmigungsplanung, Lageplan: Versickerbecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken, Unterlage 8, Blatt-Nr. 1
 (Quelle: Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Heppenheim, Dezernat Planung Südhessen, Stand: 04.03.2020 (HESSEN MOBIL 2020))

- B 47, OU Bürrstadt 2. BA (2. Fahrbahn) - östlicher Abschnitt
Landschaftspflegerischer Begleitplan, Unterlage 12
(Quelle: GUTSCHKER & DONGES GMBH, Stand: Oktober 2020)

6.2 Allgemeine Beschreibung der Qualitätskomponenten eines Grundwasserkörpers nach WRRL, Anhang V

Grundwasserkörper werden entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie nach dem mengenmäßigen und dem chemischen Grundwasserzustand bewertet und eingestuft. Die Bewertungsgrundlagen für die Einstufung in eine bestimmte Zustandsklasse misst sich daran, wie stark die Qualität eines Grundwasserkörpers von den Referenzbedingungen eines vergleichbaren, durch menschliche Einflüsse unbeeinträchtigten Wasserkörpers abweicht.

Für die Einstufung des mengenmäßigen Zustands eines Grundwasserkörpers gilt entsprechend § 4 GrwV Folgendes:

- „(1) Die zuständige Behörde stuft den mengenmäßigen Grundwasserzustand als gut oder schlecht ein.
- (2) Der mengenmäßige Grundwasserzustand ist gut, wenn
 1. die Entwicklung der Grundwasserstände oder Quellschüttungen zeigt, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme das nutzbare Grundwasserdargebot nicht übersteigt und durch menschliche Tätigkeiten bedingte Änderungen des Grundwasserstandes zukünftig nicht dazu führen, dass
 - a) die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 und 44 des Wasserhaushaltsgesetzes für die Oberflächengewässer, die mit dem Grundwasserkörper in hydraulischer Verbindung stehen, verfehlt werden,
 - b) sich der Zustand dieser Oberflächengewässer im Sinne von § 3 Nummer 8 des Wasserhaushaltsgesetzes signifikant verschlechtert,
 - c) Landökosysteme, die direkt vom Grundwasserkörper abhängig sind, signifikant geschädigt werden und
 - d) das Grundwasser durch Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen infolge räumlich und zeitlich begrenzter Änderungen der Grundwasserfließrichtung nachteilig verändert wird.“

Für die Einstufung des chemischen Grundwasserzustands ist entsprechend § 7 der GrwV hingegen Folgendes zu berücksichtigen:

- „(1) Die zuständige Behörde stuft den chemischen Grundwasserzustand als gut oder schlecht ein.
- (2) Der chemische Grundwasserzustand ist gut, wenn
 1. die in Anlage 2 enthaltenen oder die nach § 5 Absatz 1 Satz 2 festgelegten Schwellenwerte an keiner Messstelle nach § 9 Absatz 1 im Grundwasserkörper überschritten werden oder,
 2. durch die Überwachung nach § 9 festgestellt wird, dass
 - a) es keine Anzeichen für Einträge von Schadstoffen auf Grund menschlicher Tätigkeit gibt, wobei Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit bei Salzen allein keinen ausreichenden Hinweis auf derartige Einträge geben,
 - b) die Grundwasserbeschaffenheit keine signifikante Verschlechterung des ökologischen oder chemischen Zustands der Oberflächengewässer zur Folge hat und dementsprechend nicht zu einem Verfehlen der Bewirtschaftungsziele in den mit dem Grundwasser in hydraulischer Verbindung stehender Oberflächengewässer führt und
 - c) die Grundwasserbeschaffenheit nicht zu einer signifikanten Schädigung unmittelbar von dem Grundwasserkörper abhängender Landökosysteme führt.“

Die Grundlagen für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustands sind demzufolge u. a. die in Anlage 2 der Grundwasserverordnung aufgeführten Stoffe mit den zugehörigen Schwellenwerten. Sie sind in der **Anlage 1.1** des Fachbeitrags nochmals aufgeführt.

Daneben findet sich auch in den Anlagen 7 und 8 der GrwV eine Zusammenstellung gefährlicher Schadstoffe und Schadstoffgruppen als auch sonstiger Schadstoffe und Schadstoffgruppen, für die allerdings keine Schwellenwerte zur Beurteilung des guten chemischen Zustands festgeschrieben wurden. Entsprechend § 7, Abs. (2), 2.a sollten keine Anzeichen für Einträge von Schadstoffen auf Grund menschlicher Tätigkeiten existieren, um den guten Grundwasserzustand zu gefährden.

Die Einstufung (gut oder nicht gut) des chemischen Grundwasserstands (§ 7 GrwV) wurde auf der Basis von Schwellenwerten für die in Anlage 2 der GrwV aufgeführten Schadstoffe und Schadstoffgruppen durch die zuständige Behörde (HLNUG - Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) vorgenommen. Bei der Festlegung der Schwellenwerte müssen jedoch geogen bedingte Hintergrundwerte der Grundwasserkörper berücksichtigt werden (§ 5, Abschnitt 2 GrwV). Ein guter chemischer Grundwasserzustand liegt vor, wenn die Schwellenwerte an keiner der repräsentativen Messstellen (§ 9, Abschnitt 1 GrwV) überschritten werden.

Allerdings bleibt der gute chemische Grundwasserzustand entsprechend § 7, Abschnitt 3 GrwV erhalten, wenn

1. die nach § 6 Absatz 2 für jeden relevanten Stoff oder jede relevante Stoffgruppe ermittelte Flächensumme weniger als ein Fünftel der Fläche des Grundwasserkörpers beträgt,
2. bei nachteiligen Veränderungen des Grundwassers durch schädliche Bodenveränderungen und Altlasten die festgestellte oder die in absehbarer Zeit zu erwartende Ausdehnung der Überschreitung für jeden relevanten Stoff oder jede relevante Stoffgruppe auf insgesamt weniger als 25 km² pro Grundwasserkörper und bei Grundwasserkörpern, die kleiner als 250 km² sind, auf weniger als ein Zehntel der Fläche des Grundwasserkörpers begrenzt ist,
3. bei der Wassergewinnung von mehr als 100 m³/Tag in einem Einzugsgebiet unter Berücksichtigung des angewandten Aufbereitungsverfahrens nicht der Schwellenwert der Trinkwasserverordnung überschritten wird und die Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers nicht signifikant beeinträchtigt werden.

6.3 Beurteilung des Gesamtzustands

Entsprechend Artikel 8 WRRL (2000/60/EG) sind Programme zur Überwachung des Grundwassers aufzustellen, um einen zusammenhängenden und umfassenden Überblick über den Zustand zu erhalten.

Grundlage der Beurteilung sind zum einen die Schwellenwerte in Anlage 2 der GrwV (**Anlage 1.1**) und zum anderen Schadstoffe, die als Belastung den Zustand der Grundwasserkörper bestimmen. Hierzu zählen insbesondere Altlasten. Für diese Stoffe erfolgte die Bewertung auf der Grundlage des Anhangs II Teil A der Richtlinie 2006/118/EG bzw. basierend auf den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2016) (**Anlage 1.2**).

In der nachfolgenden Tabelle 4 ist der vom Bauvorhaben betroffene Grundwasserkörper 2393_3101 (DEHE_2393_3201) gemäß den Vorgaben der WRRL bewertet worden.

Tabelle 4: Bewertung des betroffenen Grundwasserkörpers im Untersuchungsgebiet (Quelle: HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2015b)

	DEHE_2393_3101
Flächengröße [km²]	119,00
Mengenmäßiger Zustand des Grundwasserkörpers	gut
Chemischer Zustand des Grundwasserkörpers hinsichtlich Ammonium-Stickstoff/Nitrat	schlecht
Chemischer Zustand des Grundwasserkörpers hinsichtlich Pestiziden	schlecht
Chemischer Zustand des Grundwasserkörpers hinsichtlich anderer Schadstoffe	gut
Umweltziele der Grundwasserkörper - Menge	erreicht
Umweltziele der Grundwasserkörper - Chemie	nach 2027

Der Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 weist entsprechend des Bewirtschaftungsplans Überschreitungen der Schwellenwerte nach Anlage 2 GrwV bei Ammonium-Stickstoff, Nitrat und Pestiziden auf. Der chemische Zustand wird damit als schlecht bewertet. Der mengenmäßige Zustand wurde hingegen als gut eingestuft.

Im Verbreitungsgebiet des Grundwasserkörpers DEHE_2393_3101 sind lt. HLNUG sechs WRRL-Güte- bzw. -Mengenmessstellen eingerichtet worden, um den chemischen und mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu überwachen (WRRL-Viewer, Quelle: <http://wrml.hessen.de/mapapps/resources/apps/wrml/index.html?lang=de>). Für die Wirkungsprognose im Rahmen der Erweiterung der B 47 wurden diese 6 Güte- bzw. Mengenmessstellen (Tabelle 5, **Anlage 2**) ausgewählt.

Im Rahmen von Rohwasseruntersuchungen im WSG Bürstädter Wald werden mehrere Messstellen in der Schutzzone I regelmäßig beprobt (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>). Ausgewählte Messstellen, deren Gütedaten zur Auswertung herangezogen wurden, sind in Tabelle 6 und deren Lage in **Anlage 2** dargestellt.

Tabelle 5: WRRL-Grundwassermessstellen im GWK DE_GB_DEHE_2393_3101 (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

Grundwasserkörper	DEHE_2393_3101					
Messstelle	Br. S8	Horizontalfilterbrunnen	Bürstadt	Lampertheim	Bürstadt	Bei Deponie Lampertheim (544247)
Messstellen-ID	HE_13446	HE_13459	HE_13470	HE_13477	HE_13488	HE_13539
Lage (Ostwert, Nordwert)	463689, 5496460	463579, 5496920	459961, 5497742	457583, 5498108	461300, 5499869	466638, 5495461
WRRL-Messstelle für	Chemie	Chemie	Chemie, Menge	Menge	Chemie	Menge
Geländehöhe [m ü. NHN]	92,2		89,8	88,88	91,11	94,81
Filteroberkante [m u. GOK]	15	12	10,28	6	3,8	8
Filterunterkante [m u. GOK]	30	17	15,28	9	4,8	10

Tabelle 6: Ausgewählte Rohwasser-Messstellen im Grundwasserkörper
 DE_GB_DEHE_2393_3101 (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/re-sources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

Grundwasserkörper	DEHE_2393_3101	
Messstelle	Br. ZN2, Bürstadt	Br. N8
Messstellen-ID	13464	13468
Lage (Ostwert, Nordwert)	463469, 5497050	463469, 5497310
WSG	Bürstädter Wald	Bürstädter Wald
Geländehöhe [m ü. NHN]	92,5	92,22
Filteroberkante [m u. GOK]	60	57
Filterunterkante [m u. GOK]	117	123

An den Messstellen HE_13470, HE_13477 und HE_13539 werden die Wasserstände erfasst und bei vier der sechs Messstellen handelt es sich um WRRL-Güte-Messstellen (HE_13446, HE_13459, HE_13470, HE_13488, Tabelle 5).

Da für die Mengen-Messstellen HE_13477 und HE_13539 ebenfalls chemische Analysen vorliegen, wurden diese ergänzend ausgewertet.

Die WRRL-Gütemessstellen sind in geringer Tiefe verfiltert und liefern damit Aussagen über den chemischen Zustand des OKL. An den ausgewählten Messstellen in dem Wassergewinnungsgebiet Bürstädter Wald befinden sich die Filterbereiche tiefer, somit wird der chemische Zustand des MKL erfasst.

6.4 Mengenmäßiger Zustand (§ 4 Abs. 2 GrwV)

Der mengenmäßige Grundwasserzustand ist gut, wenn die langfristige natürliche Wasserbilanz beibehalten wird, die Bewirtschaftungsziele (entsprechend §§ 27 WHG und § 4 GrwV) für die Oberflächenwasserkörper, die mit dem Grundwasser in Verbindung stehen, nicht verfehlt werden, sich der Zustand dieser Oberflächengewässer nicht signifikant verschlechtert (siehe § 4 Abschnitt 2 GrwV), Landökosysteme, die direkt vom Grundwasserkörper abhängig sind, nicht geschädigt werden und die Grundwasserfließrichtung nicht in der Weise verändert wird, dass der Zufluss von Schadstoffen ermöglicht wird.

Der Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 besitzt hinsichtlich der Menge einen guten Zustand (s. Tabelle 4). Die Wasserstandsganglinien der Messstellen Bürstadt (HE_13470), Lampertheim (HE_13477) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539) sind nachfolgend für den Zeitraum 2000 - 2019 in den Abbildungen 4 bis 6 dargestellt.

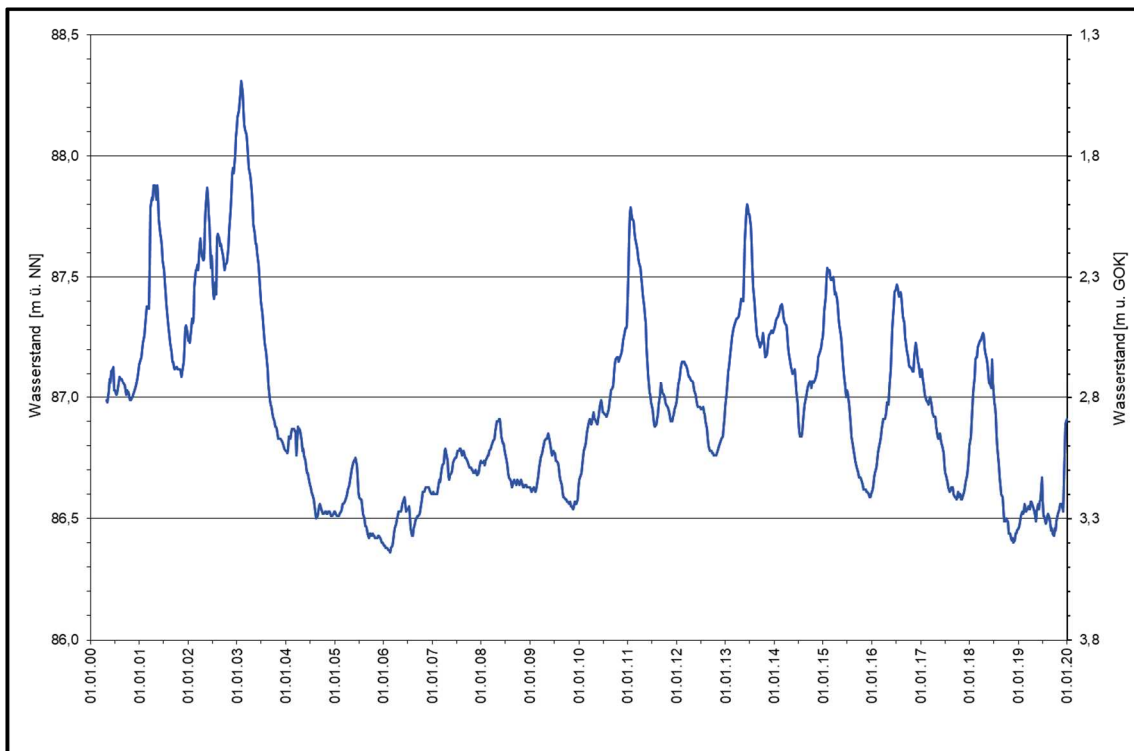


Abbildung 4: Wasserstandsganglinie an der WRRL-Gütemessstelle Bürstadt (HE_13470) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

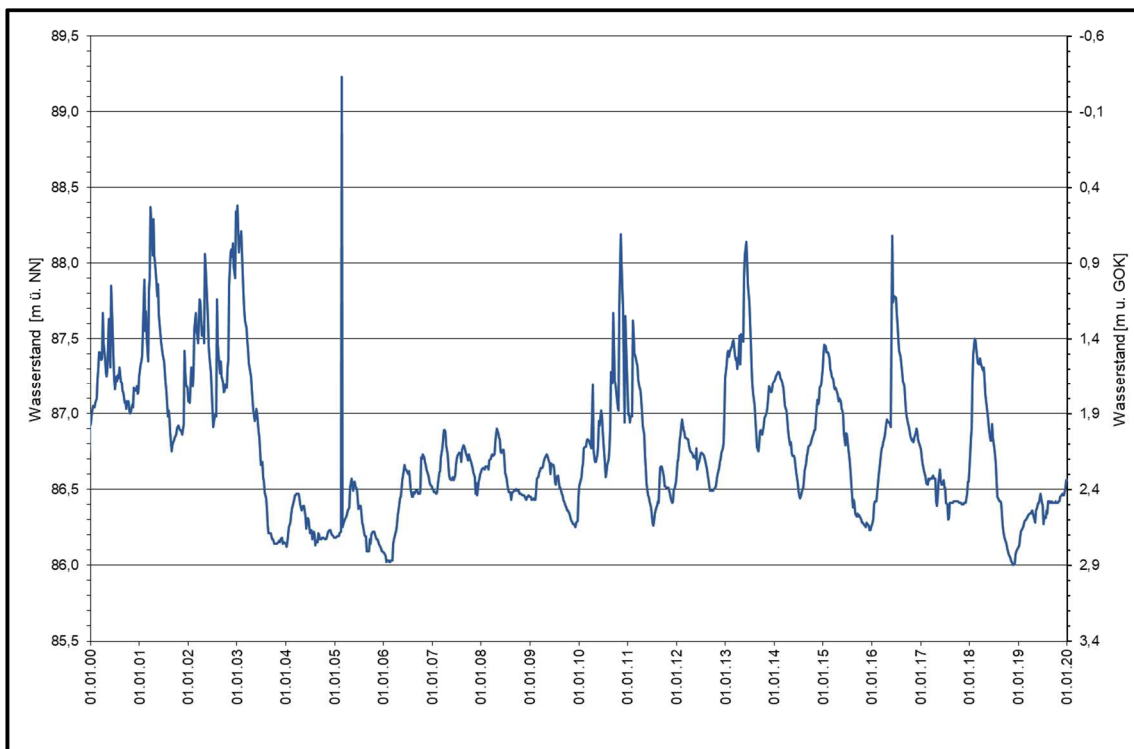


Abbildung 5: Wasserstandsganglinie an der WRRL-Gütemessstelle Lampertheim (HE_13477) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

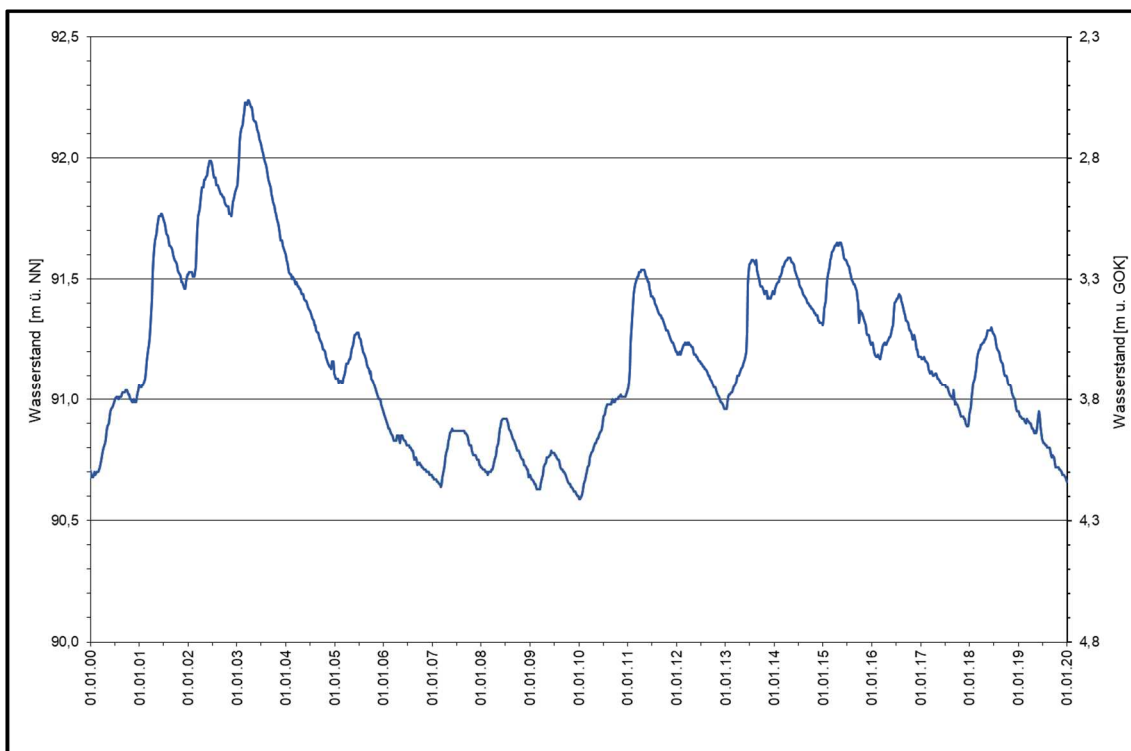


Abbildung 6: Wasserstandsganglinie an der WRRL-Mengenmessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539) im Zeitraum 2000 - 2019 (Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, Stand: 06/2020)

Entsprechend der abgebildeten Ganglinien (Abbildungen 4 bis 6) wurden an den Messstellen folgende Flurabstände ermittelt:

- Bürrstadt (HE_13470)
ca. 1,5 m - ca. 3,4 m u. Gelände (Abbildung 4)
- Lampertheim (HE_13477)
ca. 0,35 m ü. Gelände (bei Hochwasser) - ca. 2,9 m u. Gelände (Abbildung 5)
- Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539)
ca. 2,5 m - ca. 4,15 m u. Gelände (Abbildung 6)

Die Ganglinien spiegeln die Grundwasserstände bzw. die Nass- und Trockenperioden der letzten Jahre wider. Ein fallender Trend ist an der Messstelle Bürrstadt (HE_13470) zu erkennen als Folge der Änderung der klimatischen Bedingungen (Abbildung 4).

6.5 Chemischer Zustand (§ 7 Abs. 2 und 3 GrwV)

Entsprechend Artikel 8 WRRL (WRRL 2000/60/EG) sind Programme zur Überwachung des Zustands für das Grundwasser aufzustellen, um einen zusammenhängenden und umfassenden Überblick über den Zustand zu erhalten. Grundlage der Beurteilung sind zum einen die Schwellenwerte in Anlage 2 der GrwV und zum anderen Schadstoffe, die als Belastung den Zustand der Grundwasserkörper bestimmen. Hierzu zählen insbesondere Altlasten. Für diese Stoffe erfolgte die Bewertung auf der Grundlage des Anhangs II Teil A der Richtlinie 2006/118/EG bzw. basierend auf die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2016). In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass im Dezember 2016 die 87. Umweltministerkonferenz der Veröffentlichung des LAWA-Berichts „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) für das Grundwasser - Aktualisierte und überarbeitete Fassung - Stand 2016“ als fachliche Grundlage im Rahmen

der Beurteilung einer Gewässerbenutzung zugestimmt hat. Der Bericht wurde jedoch nur mit Einschränkungen veröffentlicht. Es fehlen zurzeit bundeseinheitliche, konkretisierte Anwendungsregeln für den wasserrechtlichen Vollzug, zudem sind die Schwellenwerte noch nicht in Rechtsvorschriften des Bundes überführt worden. Der GFS-Bericht 2016 hat demnach aktuell keine bindende Wirkung. Die in Anhang 2 des LAWA-Berichts aufgeführten Schwellenwerte für 20 anorganische und 72 organische Stoffe/Stoffgruppe sind demzufolge derzeit für die Erstellung einer Wirkungsprognose für das Grundwasser nicht anwendbar bzw. relevant. Im Rahmen der Wirkungsprognose fanden die Schwellenwerte jedoch bereits vorsorglich Berücksichtigung und sind in der **Anlage 1.2** nochmals aufgeführt.

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse an den WRRL-Messstellen Br. S8 (HE_13446), Horizontalfilterbrunnen (HE_13459), Bürrstadt (HE_13470), Lampertheim (HE_13477), Bürrstadt (HE_13488) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539) sowie den ausgewählten GW-Rohwasser-Messstellen des WSG Bürrstädter Wald (Br. ZN2, Bürrstadt - Mst.-ID 13464 und Br. N8 - Mst.-ID 13468) werden nachfolgend die Vorbelastungen des Grundwasserkörpers DEHE_2393_3101 dargestellt.

Die Untersuchungsergebnisse für diese Messstellen sind in den **Anlagen 8.1 - 8.6** (WRRL-GWMS) und **Anlagen 9** (ausgewählte GW-Rohwasser-Messstellen des WSG Bürrstädter Wald) für die Parameter der Anlage 2 der GrwV sowie des Anhangs 2 der LAWA (2016) zusammengestellt.

Entsprechend Anlage 2 der GrwV existieren für die folgenden Stoffe/Stoffgruppe Schwellenwerte, deren Einhaltung für die Beurteilung des chemischen Zustands eines Grundwasserkörpers herangezogen werden:

Nitrat, Pflanzenschutzmittel, Arsen, Cadmium, Blei, Quecksilber, Ammonium, Chlorid, Nitrit, ortho-Phosphat, Sulfat sowie Tri- und Tetrachlorethen

Da es sich bei den Parametern Pflanzenschutzmittel, Arsen sowie Tri- und Tetrachlorethen um keine straßenbürtigen Stoffe handelt, finden sie in der folgenden Auswertung an den Messstellen entsprechend WRRL keine Berücksichtigung.

Ergänzend erfolgten auch Betrachtungen für die folgenden organischen straßenbürtigen Stoffe: Anthracen, Fluoranthen, Naphthalin, Benzol, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(g,h,i)perylene und Indeno(1,2,3-cd)pyren, sowie 4-Nonylphenol und MTBE (Methyl-tert-butylether). Für diese Parameter sind im Anhang 2 der LAWA (2016) Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) definiert, ebenso wie für die Metalle Chrom, Kupfer, Nickel und Zink.

Soweit Daten vorhanden waren, wurden diese für die Jahre 2000 - 2019 aus dem Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz des Landes Hessen (GruSchu, Quelle: <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>) extrahiert. Die Betrachtung des annähernd 20-jährigen Zeitraumes begründet sich damit, dass Grundwasser im Allgemeinen in deutlich größeren Intervallen, zumeist nur einmal im Jahr, beprobt wird.

Nitrat:

Die Nitrat-Konzentrationen befinden sich an allen 6 Gütemessstellen im gesamten Untersuchungszeitraum deutlich unter dem Schwellenwert von 50 mg/l (siehe GrwV, Anlage 2) und teilweise auch unter den Bestimmungsgrenzen (**Anlagen 8.1.1, 8.2.1, 8.3.1, 8.4.1, 8.5.1 und 8.6.1**).

Obwohl an den Grundwassermessstellen keine Überschreitung der Schwellenwerte gemessen wurde, liegen für große Teile des GWK DEHE_2393_3101 höhere Werte vor, sodass eine schlechte Einstufung des chemischen Zustandes vorgenommen wurde.

Cadmium:

Die Cadmium-Konzentrationen wurden nur an den Messstellen Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.1**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.1**), Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.1**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.1**) bestimmt. Ausschließlich an der Messstelle HE_13539 wurden am 29.10.2008 und am 28.02.2012 Werte von 0,132 mg/l bzw. 0,18 mg/l gemessen, die geringfügig höher als die Bestimmungsgrenzen waren (**Anlage 8.3.1**). Keine der gemessenen

Konzentrationen überschreitet jedoch den Schwellenwert von 0,5 µg/l (Anlage 2, GrwV) für Cadmium.

Blei:

Die Konzentrationen des Parameters Blei wurden ebenfalls ausschließlich an den Messstellen Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.1**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.1**), Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.1**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.1**) gemessen. Die Konzentrationen lagen bei der Mehrzahl der Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Teilweise höhere Konzentrationen wurden an der Messstelle Bürrstadt (HE_13470) mit 3 µg/l (08.01.2001), 1,25 µg/l (21.08.2007) und 1,5 µg/l (02.12.2009) sowie an der Messstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539) mit 1,3 µg/l (28.02.2012) festgestellt. Die Blei-Konzentrationen sind an allen vier Messstellen geringer als der Schwellenwert von 10 µg/l (siehe GrwV, Anlage 2).

Quecksilber:

An den GWMS Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.1**), Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.1**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.1**) wurden die Quecksilber-Konzentrationen während des Zeitraumes 2000 - 2019 bestimmt. Sämtliche Werte befinden sich unterhalb der Bestimmungsgrenze, sodass der Schwellenwert von 0,2 µg/l der Anlage 2, GrwV an keiner dieser Messstellen überschritten wurde.

Ammonium:

Der Parameter Ammonium wurde an allen sechs GWMS bestimmt. Der Schwellenwert von 0,5 mg/l (Anlage 2, GrwV) wurde an den Messstellen Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.2**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.1**), Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.2**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.2**) teilweise bzw. über den gesamten Zeitraum von 2000 - 2019 überschritten. An den anderen beiden Messstellen lagen die gemessenen Konzentrationen deutlich unter den Schwellenwert (**Anlagen 8.1.1** und **8.2.1**).

Chlorid:

Die gemessenen Chlorid-Konzentration im Grundwasser liegen an allen sechs Messstellen deutlich unter dem Schwellenwert von 250 mg/l (Anlage 2, GrwV). Der maximale gemessene Wert beträgt im Untersuchungszeitraum 2000 bis 2019 57 mg/l und wurde am 26.03.2019 an der GWMS Bürrstadt (HE_13470) bestimmt. In den **Anlagen 8.1.1, 8.2.1, 8.3.2, 8.4.2, 8.5.2** und **8.6.2** sind die Konzentrationen grafisch dargestellt. Entsprechend der Messungen kann von einer Hintergrundbelastung von ca. 10 bis 50 mg/l im OWL ausgegangen werden.

Nitrit:

Der Schwellenwert von Nitrit mit 0,5 mg/l (Anlage 2, GrwV) wird ebenfalls an den 6 GWMS im Zeitraum der Messungen von 2000 - 2019 nicht überschritten. Die gemessenen Konzentrationen liegen deutlich unterhalb des Schwellenwertes und teilweise auch unterhalb der Bestimmungsgrenzen. An der Messstelle Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.2**) wurde mit 0,42 mg/l am 12.11.2014 der höchste Wert des Parameters Nitrit der sechs GWMS gemessen. Die weiteren grafischen Darstellungen der gemessenen Konzentrationen sind in den **Anlagen 8.1.1, 8.2.1, 8.4.2, 8.5.2** und **8.6.2** zu finden.

ortho-Phosphat:

An den vier Messstellen Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.2**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.2**), Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.2**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.2**) wurden die Konzentrationen an ortho-Phosphat bestimmt. An keiner der Messstellen wurde der Schwellenwert von 0,5 mg/l (Anlage 2, GrwV) überschritten. Die gemessenen Werte liegen zu meist sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Sulfat:

Neben den Überschreitungen des Schwellenwertes für Ammonium traten an den Messstellen Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.3**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.2**) und Bürrstadt (HE_13488, **Anlage 8.5.3**) auch Überschreitungen des Sulfat-Schwellenwertes von 250 mg/l (Anlage 2, GrwV) auf. Die höchsten Werte wurden dabei an der GWMS HE_13470 mit 309 mg/l (08.01.2001),

an der GWMS HE_13477 mit 490 mg/l (28.11.2012) und an der GWMS HE_13488 mit 360 mg/l am 22.03.2010 bestimmt. In der Folgezeit wurden die Belastungen geringer, sodass 2019 der Schwellenwert bereits teilweise unterschritten wurde. Keine rückläufige Tendenz ist dagegen an der Messstelle HE_13477 erkennbar.

An der Messstelle HE_13488 (**Anlage 8.5.3**) nehmen seit 2013 die Konzentrationen an Sulfat kontinuierlich ab, sodass in letzten Jahren die Werte unter dem Schwellenwert lagen. Die Überschreitung des Schwellenwertes besitzt demzufolge nur noch lokale Bedeutung mit Ausdehnungen. Der Flächenanteil ist deutlich kleiner als 20 % der Fläche des Grundwasserkörpers.

Die gemessenen Konzentrationen an den GWMS Br. S8 (HE_13446, **Anlage 8.1.2**), Horizontalfilterbrunnen (HE_13459, **Anlage 8.2.2**), und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.3**) liegen im gesamten Untersuchungszeitraum unterhalb des Schwellenwertes von 250 mg/l und erreichen maximale Werte von < 100 mg/l.

Schwermetalle Chrom, Kupfer, Nickel und Kupfer:

Gemessene Konzentrationen für die Parameter Chrom, Kupfer, Nickel und Zink liegen nur für die Messstellen Bürsdorf (HE_13470, **Anlage 8.3.4**), Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.3**), Bürsdorf (HE_13488, **Anlage 8.5.4**) und Bei Deponie Lampertheim (544247) (HE_13539, **Anlage 8.6.4**) vor. Mit Ausnahme eines Messwertes des Parameters Chrom am 18.07.2018 mit einer Konzentration von 4,1 µg/l (GFS 3,4 µg/l, Anhang 2 der LAWA 2016) an der GWMS HE_13477 waren alle Konzentrationen geringer als die Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA (2016).

Organische straßenbürtige Schadstoffe:

Zu den organischen Schadstoffen zählen vor allem die in Anhang 2 der Verordnung zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA 2016) aufgeführten Stoffe. Im Rahmen des vorliegenden Fachbeitrages haben die Schadstoffe Anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(123-cd)pyren, Fluoranthren, Naphthalin, Benzol, MTBE und Nonylphenol Relevanz.

Da diese Stoffe an den sechs WRRL-Messstellen nicht gemessen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die Parameter keine Bedeutung im Grundwasser besitzen.

An den ausgewählten Rohwasser-Messstellen im WSG Bürsdörfter Wald (**Anlagen 9.1 und 9.2**) liegen Messwerte entsprechend der Anlage 2 der GrwV für die Parameter Nitrat, Ammonium, Chlorid, Nitrit und Sulfat, Trichlorethen und Tetrachlorethen für den MKL vor. An beiden GW-Rohwasser-Messstellen wurden für keinen der gemessenen Parameter die Schwellenwerte (Anlage 2, GrwV) bzw. Geringfügigkeitsschwellenwerte (Anhang 2, LAWA 2016) überschritten.

7 Bewirtschaftungsziele und Maßnahmenprogramme des vom Vorhaben betroffenen Grundwasserkörpers

Infolge des schlechten chemischen Zustands des GWK DEHE_2393_3101 sind Maßnahmen des Landes Hessen vorgesehen, die durch die beauftragten Träger (Kommunen, Verbände, Betriebe) umgesetzt werden sollen, um eine Verbesserung des Wasserkörperzustands hinsichtlich der Belastungen mit Nitrat, Ammonium und Pestiziden zu erreichen, um zukünftig die Schwellenwerten der Anlage 2, GrwV einzuhalten.

Die erforderlichen Maßnahmen konzentrieren sich vorzugsweise auf die Reduzierung der Schadstoffemissionen durch die landwirtschaftliche Nutzung. Folgende Maßnahmen entsprechend LAWA-Maßnahmenkatalog stehen dabei im Fokus.

Tabelle 7: Maßnahmen zur Verbesserung des chemischen Zustands des Wasserkörpers DEHE_2393_3101 (BFG 2016)

Geplante Maßnahme	LAWA-Code
Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft	41
Umsetzung/Aufrechterhaltung von Wasserschutzmaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten	43
Konzeptionelle Maßnahme; Informations- und Fortbildungsmaßnahmen	503
Beratungsmaßnahmen	504
Konzeptionelle Maßnahme; Einrichtung bzw. Anpassung von Förderprogrammen	505
Konzeptionelle Maßnahme; Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen	508

Der Planungsraum gehört deshalb zu dem Maßnahmenraum Nr. 36: Hessisches Ried - Südliches Ried (siehe Anhang 2 in HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2015b).

8 Auswirkungen des Vorhabens auf die Qualitätskomponenten und Bewirtschaftungsziele des Grundwasserkörpers

8.1 Vorbemerkungen

Der Fachbeitrag zu den Belangen der Wasserrahmenrichtlinie hat das Ziel zu ermitteln, ob und in welcher Form durch das Vorhaben bau-, anlage- und/oder betriebsbedingte Verschlechterungen auf den betroffenen Grundwasserkörper hervorgerufen werden. Dazu müssen die Art, Intensität, die räumliche Reichweite und die Zeitdauer des Auftretens der projektspezifischen Auswirkungen auf die einzelnen einstufigsrelevanten Qualitätskomponenten/Parameter abgeschätzt und hinsichtlich der Schwere bewertet werden.

Hierbei ist für den GWK darzulegen, ob es zu einer Änderung der Zustandsklasse des relevanten Parameters bzw. zur Überschreitung oder weiteren Überschreitung von Schwellenwerten der Anlage 2 der Grundwasserverordnung kommen kann.

Die Regelungen der Wasserrahmenrichtlinie beziehen sich dabei grundsätzlich auf den gesamten Grundwasserkörper, sodass dementsprechend maßgeblich für die Bewertung der Auswirkungen der jeweils abgegrenzte Grundwasserkörper zu betrachten ist.

Daher ist der Ort der Bewertung der Auswirkungen nicht zwingend die betreffende Stelle im Grundwasserkörper, an der ein Eingriff bzw. eine Einleitung stattfindet, sondern die repräsentativen Grundwassermessstellen, die sich im Umfeld des Eingriffs befinden. Diese Annahme wird sowohl durch das Urteil des OVG Hamburg vom 18.01.2013 als auch durch die LAWA (2017) bestätigt.

Die Wirkungsprognose wird auf der Grundlage der anfallenden typischen und in relevanten Konzentrationen auftretenden Schadstoffe in Straßenabwässern sowie der Reinigungsleistung der gewählten Entwässerungslösung bzw. des Bodens geführt. In diesem Zusammenhang wird der Transport von Schadstoffen in der ungesättigten Bodenzone sowie im Grundwasserleiter berücksichtigt.

8.1.1 Konzentrationen relevanter Schadstoffe in Straßenabflüssen

Die Inhaltsstoffe von Straßenabflüssen sind in zahlreichen Mess- und Forschungskampagnen untersucht worden. In der Studie von IFS (2018) wurden Angaben zu Konzentrationen bzw. Frachten in Straßenabwässern und -sedimenten zusammengestellt. In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die Ergebnisse aufgeführt.

Tabelle 8: Typische (Gesamt-)Konzentrationen bzw. Frachten von relevanten Schadstoffen in Straßenabwässern (Quelle: IFS 2018)

Schadstoff	Konzentration Mittelwert [µg/l]	Konzentration Maximum [µg/l]	Fracht Mittelwert [g/(ha*a)]	Partikulärer Anteil
Blei (Pb)	30	60	120	0,90
Cadmium (Cd)	0,6	1,2	2,6	0,52
Nickel (Ni)	35,0	70	190	0,76
Zink (Zn) (Sediment)	-	-	2.000	0,76
PCB-138	-	-	0,01	0,9
Kupfer (Cu) (Sediment)	-	-	520	0,81
Benzo(a)pyren	0,18	0,36	0,65	0,97
Benzo(b)fluoranthen	0,30	0,60	1,10	0,98
Benzo(g,h,i)-perylene	0,35	0,70	1,40	0,98
Benzo(k)fluoranthen	0,15	0,30	0,55	0,98
Octylphenol	0,05	-	0,20	0,90
DEHP	10,20	-	34	0,89
Fluoranthen	0,5	1,0	2,0	0,96
Anthracen	0,09	0,18	0,32	0,96
BSB ₅	15 mg/l		85.000	
TOC	20 mg/l		105.000	
ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO ₄ -P)	0,5 mg/l		2.625	
Gesamt-Phosphor	0,5 mg/l		2.500	
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	0,8 mg/l		4.000	

Die meisten der nachgewiesenen Schadstoffe emittieren gasförmig oder lagern sich als feine Partikel auf der Fahrbahn ab. Die Akkumulation der emittierten Schadstoffe wird vor allem durch den Wind und die Verwirbelung der Luft durch die Fahrzeuge gesteuert (SIEKER & GROTTKER 1987).

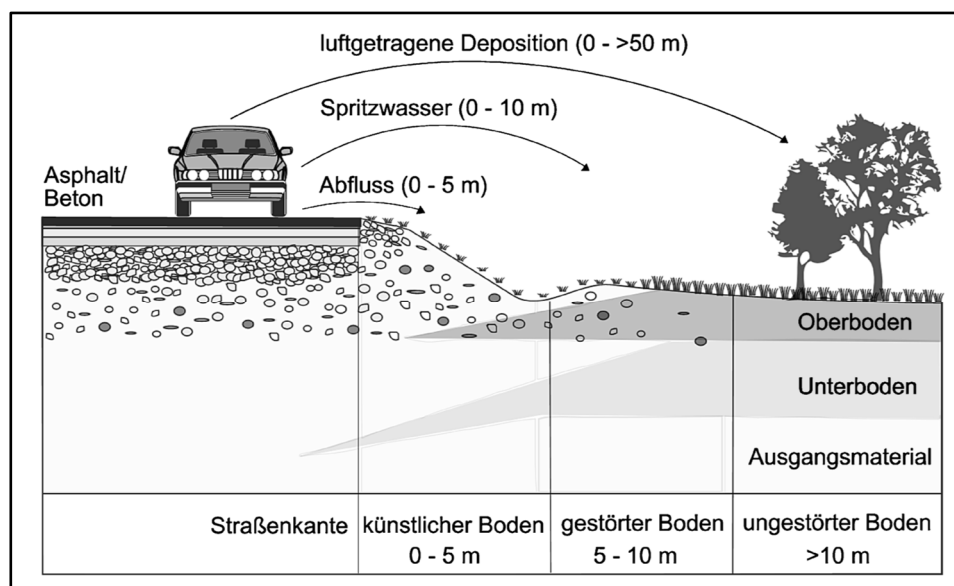


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Eintragspfade von Schadstoffen in den Straßenrandbereich (Quelle: WERKENTHIN et al. 2014)

Über die Luftströmung können die sehr feinen Stoffpartikel in den straßennahen Bereich bis etwa 50 m transportiert und abgelagert werden (WERKENTHIN et al. 2014). Auf der Straßenoberfläche werden die abgelagerten Partikel durch ein Niederschlagsereignis suspendiert oder gelöst und können je nach Art und Neigung des Straßenbanketts mit dem Spritz- und Straßenwasser in den angrenzenden Straßenrandbereich bis etwa 10 m verfrachtet werden (KOCHER 2007).

Welcher Anteil des Niederschlages als Abfluss und Spritzwasser unmittelbar neben der Straße versickert und welcher Anteil in das angrenzende Gelände getragen wird, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. In der Literatur existieren diesbezüglich unterschiedliche Angaben. In BRAUN et al. (2019) wird von einem Anteil von 30 % ausgegangen, der über die Verkehrsgrise das weitere Umfeld erreicht.

8.1.2 Reinigungsleistung der Entwässerungsanlagen sowie Transport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone

Während zur Ermittlung der Reinigungsleistung von Absetz- und Rückhaltebecken zur Behandlung von Straßenabwasser zahlreiche Messprogramme durchgeführt wurden (GROTEHUSMANN & KASTING 2006, KASTING 2002, IFS 2006, IFS 2016 u. a.), liegen über die Wirkungsgrade von Retentionsbodenfiltern bzw. der belebten Bodenzone nur begrenzte Informationen zu straßenspezifischen Schadstoffen vor. In der Tabelle 9 sind die Ablaufkonzentrationen und spezifische Ablauffrachten aus Bodenretentionsfiltern zusammengestellt, die im Rahmen einer Studie von IFS (2018) ermittelt wurden.

Tabelle 9: Gemessene Ablaufkonzentrationen und spezifische Ablauffrachten von Retentionsbodenfiltern (Quelle: IFS 2018)

Parameter	gemessene Ablaufkonzentration [µg/l]	spezifische Ablauffracht [g/(ha*a)]
Kupfer (Cu)	7,75	43
Chrom (Cr)	2,20	12,3
Zink (Zn)	20	112
Cadmium (Cd)	0,05	0,28
Nickel (Ni)	1,60	9,0
Blei (Pb)	1,35	7,6
Eisen (Fe)	0,1155 mg/l	0,647 kg/(ha*a)
Phenanthren	0,0012	0,007
Anthracen	0,0004	0,002
Fluoranthren	0,0032	0,018
Naphthalin	0,0005	0,003
Benzo(a)pyren	0,0012	0,007
Benzo(b)fluoranthren	0,0022	0,012
Benzo(k)fluoranthren	0,0007	0,004
Benzo(g,h,i)-perylene	0,0022	0,012
Indeno(1,2,3-cd)-pyren	0,0015	0,008
BSB ₅	3,6	20,16 kg/(ha*a)
Gesamt-Phosphor	0,03 mg/l	0,17 kg/(ha*a)
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	0,08 mg/l	0,45 kg/(ha*a)
Abfiltrierbare Stoffe AFS63	3,8 mg/l	21,2 kg/(ha*a)

Im Allgemeinen werden Schadstoffe in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone durch die Fließbewegung des Wassers transportiert (advektiver Transport) sowie durch unterschiedliche Fließwege in den Porenkanälen verteilt (Dispersion). Diese als Dispersion bezeichnete Erscheinung führt zur Verbreiterung einer Schadstofffahne, aber auch zu einer Reduzierung der Konzentration während der Fließbewegung. Mit unterschiedlichen mathematischen Verfahren können diese Prozesse im Boden nachvollzogen und damit Aussagen über die Schadstoffverteilung in einem Grundwasserleiter erhalten werden. Eine Möglichkeit besteht in der Anwendung von numerischen kombinierten geohydraulischen Transportmodellen, mit denen sowohl die Strömung als auch der Transport in der ungesättigten und auch gesättigten Bodenzone nachgebildet werden kann. Diese Verfahrensweise erfordert einen größeren Aufwand, da das betrachtete Gebiet in einzelne diskrete Räume (Zellen) unterteilt werden muss. Außerdem sind eine Reihe von Parametern erforderlich, um realistische Aussagen über die Strömung und den Transport zu erhalten. Die Anwendung dieser Verfahren ist allerdings bei komplizierten hydrogeologischen Verhältnissen unabdingbar. Ebenso können bei geländenahen Grundwasserständen, wenn eine enge Beziehung zu Gräben oder Vorflutern besteht, nur mit diesen Verfahren nachvollziehbare Ergebnisse erhalten werden.

Wenn von idealisierten einheitlichen hydrogeologischen Verhältnissen ausgegangen wird, können ausreichende Aussagen über die Ausbreitung bzw. die Konzentration von Schadstoffen im Boden und Grundwasserleiter jedoch auch mit idealisierten analytischen Lösungen erhalten werden.

Nach dem Eintrag eines Schadstoffes in den Boden erfolgt zunächst eine Fließbewegung in Längsrichtung, beeinflusst durch die Gravitation (Advektion) sowie das Fließen in unterschiedlichen Porenkanälen (Dispersion). Die Dispersion in Längsrichtung führt bereits zu einer Verteilung bzw. zu einer Verringerung der Konzentration C des Schadstoffes gegenüber der Konzentration des Schadstoffes im Ausgangszustand C_0 . Weiterhin verteilen sich die Schadstoffteilchen durch die Dispersion nicht nur in Längsrichtung, sondern auch quer zur Längsrichtung, was zu einer weiteren Reduzierung der Konzentration C führt. Die Ausbreitung des Schadstoffes im Untergrund kann statistisch als normalverteilt angesehen werden. Im Zentrum des Schadstoffherds tritt die größte Konzentration auf und mit größer werdender Entfernung vom Schadstoffherd wird infolge der Dispersion die Konzentration geringer. Je länger sich ein Schadstoff im Boden bewegt, desto weiter driften seine Bestandteile auseinander. Vergleichbar ist die Verteilung des Schadstoffes im Boden mit der Gauß'schen Glockenkurve der Normalverteilung, die mit der Funktion

$$f(w) = \text{erfc}(w) \quad (1)$$

geschrieben werden kann (Abbildung 8).

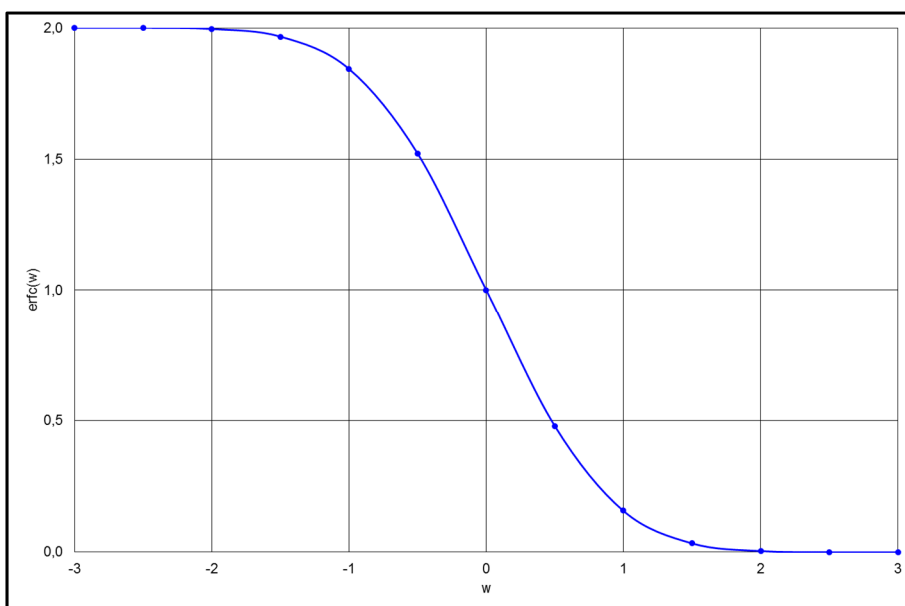


Abbildung 8: Darstellung der komplementären Fehlerfunktion $\text{erfc}(w)$

Da die Fließgeschwindigkeit V sowie die Dispersion bzw. der Dispersionskoeffizient D den Transport bestimmen, beeinflussen diese beiden Parameter die Verteilung. Unter der Voraussetzung einer normalverteilten Verteilung der Schadstoffe beim Transport wird aus Gleichung (1) die eindimensionale Advektion - Dispersionsgleichung (2).

$$C(x,t) = C_0/2 \cdot \text{erfc}((x-V \cdot t)/(2 \cdot \sqrt{D \cdot t})) \quad (2)$$

Es bedeuten:

$C(x,t)$	Konzentration eines fiktiven Schadstoffes in Abhängigkeit von einem bestimmten Ort im Boden zu einer bestimmten Zeit [Masse/Volumen]
C_0	Ausgangskonzentration eines fiktiven Schadstoffes [Masse/Volumen]
x	Entfernung von der Schadstoffquelle [Weg] (vertikale Strecke von Geländeoberkante bis Grundwasseroberfläche (x_v) bzw. horizontale Ausbreitung im Grundwasser (x_h))
D	Dispersionskoeffizient [m^2/Tag]
V	Fließgeschwindigkeit des Wassers im Boden (vertikale Geschwindigkeit des Sickerwassers V_v bzw. horizontale Geschwindigkeit des Grundwassers V_h) [Weg/Zeit]
t	Zeit (vertikale Sickerzeit von Geländeoberfläche bis Grundwasseroberkante t_v bzw. horizontale Fließzeit des Grundwassers t_h)

Mit Hilfe von Gleichung (2) kann in zwei Schritten sowohl der vertikale Transport eines fiktiven konservativen Schadstoffes im Sickerwasser bis zum Grundwasser als auch die horizontale Ausbreitung im Grundwasser nachgebildet werden.

1. Schritt: Nachbildung der vertikalen Schadstoffbewegung in der ungesättigten Zone

Im vorliegenden Fall befindet sich der Grundwasserspiegel ca. 3,5 m unter Gelände. Um bei Ankunft eines Teilchens den zurückgelegten Weg x_v bis zum Grundwasser berechnen zu können, muss die Sickergeschwindigkeit V_v mit der Sickerzeit t_v multipliziert werden.

$$x_v = V_v \cdot t_v$$

Daraus folgt entsprechend der Gleichungen (1) und (2) (Abbildung 8)

$$w = 0 \rightarrow \text{erfc}(w) = 1$$

Entsprechend Gleichung (1) reduziert sich die Konzentration des Schadstoffes beim Durchsickern der ungesättigten Zone um die Hälfte (APPELO & POSTMA 2005) durch Verbreitung der Schadstoff-fahne.

$$C = C_0/2$$

2. Schritt: Nachbildung des horizontalen Transports im Grundwasserleiter

Um den Transport eines Schadstoffes im Grundwasserleiter zu bestimmen, muss die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers V_h bekannt sein

$$V_h = k_f \cdot s / n \quad (3)$$

mit

k_f	Durchlässigkeit ($5 \cdot 10^{-4}$ m/s, Durchlässigkeit des OKL)
s	Fließgefälle des Grundwassers (0,0002, Anlage 4)
n	Speicherkoeffizient des Grundwasserleiters für Mittelsand (0,2)

Daraus folgt für die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers V_h entsprechend Gleichung (3)

$$V_h = 0,0432 \text{ m/Tag}$$

und entsprechend Gleichung (2)

$$V_h \cdot t_h = 15,77 \text{ m}$$

Wenn zudem für den Grundwasserleiter bestehend aus Grob- und Mittelsanden von einem Dispersionskoeffizienten von 10 m²/Tag (siehe LANGGUTH & VOIGT 2003) und von einer Fließzeit des Grundwassers t_h von 365 Tagen ausgegangen wird bis sich ein stationärer Zustand der Schadstoffausbreitung einstellt (BAST 2019), gilt folgende Gleichung:

$$2 \cdot \sqrt{(D \cdot t_h)} = 120,83$$

Unter diesen Voraussetzungen kann entsprechend Gleichung (2) die Konzentration eines Schadstoffes C in Abhängigkeit der Ausgangskonzentration C/C₀ sowie des Transportweges im Grundwasserleiter x_h berechnet werden:

$$C = C_0 / 2 \cdot \operatorname{erfc}(w)$$

$$\text{mit } w = ((x - V \cdot t) / (2 \cdot \sqrt{(D \cdot t)}))$$

Tabelle 10: Berechnung der Schadstoffausbreitung im Grundwasserleiter entsprechend der eindimensionalen Advektion - Dispersionsgleichung

Entfernung x _h [m]	V _n · t _h [m]	2 · √(D · t _h)	w	erfc(w)	C = C ₀ / 2 · erfc(w)
16,00	15,77	120,83	0,00	1,00	0,50
20,00	15,77	120,83	0,04	0,96	0,48
30,00	15,77	120,83	0,12	0,87	0,43
40,00	15,77	120,83	0,20	0,78	0,39
50,00	15,77	120,83	0,28	0,69	0,34
60,00	15,77	120,83	0,37	0,60	0,30
70,00	15,77	120,83	0,45	0,53	0,26
80,00	15,77	120,83	0,53	0,45	0,23
90,00	15,77	120,83	0,61	0,39	0,19
100,00	15,77	120,83	0,70	0,32	0,16
110,00	15,77	120,83	0,78	0,27	0,14
120,00	15,77	120,83	0,86	0,22	0,11
130,00	15,77	120,83	0,95	0,18	0,09
140,00	15,77	120,83	1,03	0,15	0,07
150,00	15,77	120,83	1,11	0,12	0,06
160,00	15,77	120,83	1,19	0,09	0,05
170,00	15,77	120,83	1,28	0,07	0,04
180,00	15,77	120,83	1,36	0,05	0,03
190,00	15,77	120,83	1,44	0,04	0,02
200,00	15,77	120,83	1,52	0,03	0,02

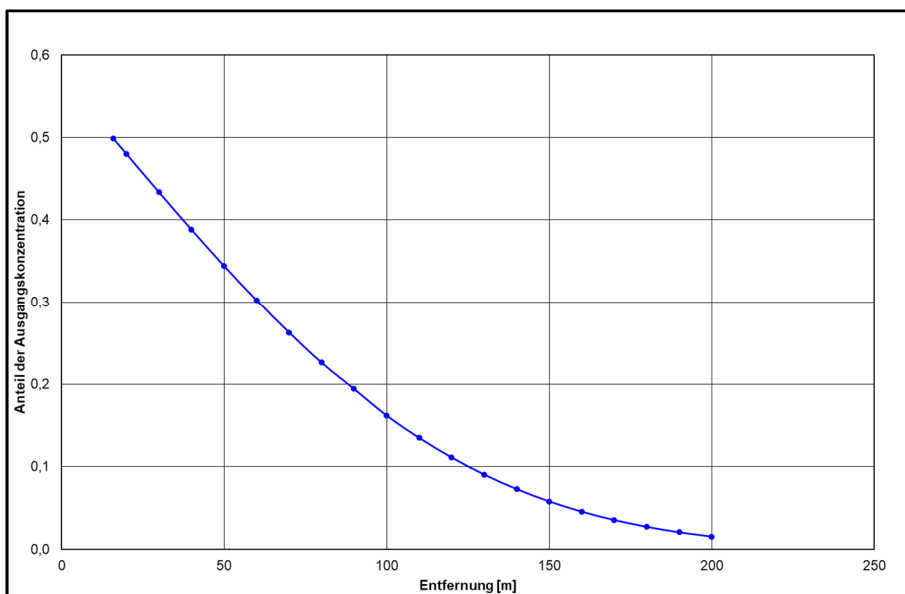


Abbildung 9: Darstellung der Konzentrationsabnahme nach Schadstoffeintrag in den Grundwasserleiter

Tabelle 10 sowie Abbildung 9 verdeutlichen, dass die Konzentration eines Schadstoffes im Grundwasserleiter mit wachsender Entfernung von der Quelle relativ schnell abnimmt. Im Abstand von 150 m beträgt die Konzentration im Grundwasserleiter nur noch ein Zehntel der Konzentration an der Quelle im Ausgangszustand. In 200 m Entfernung von der Quelle sind Schadstoffe deshalb schon nicht mehr nachweisbar. Da bei den Berechnungen keine chemischen Reaktionen sowie die Wechselwirkung mit dem Lockergestein berücksichtigt wurden, sind die Konzentrationen in der Realität noch geringer.

8.2 Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme

8.2.1 Baubedingte Auswirkungen

Durch den Einsatz von Baufahrzeugen werden die Böden verdichtet, was zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung führt. Dabei handelt es sich jedoch nur um eine temporäre, reversible Beeinträchtigung, weshalb eine langfristige Veränderung auf die Grundwasserneubildungsrate ausgeschlossen werden kann.

Weiterhin können Öl- und Treibstoffverluste an Fahrzeugen entstehen, in den Boden eindringen und nachfolgend das Grundwasser erreichen können. Für diese Fälle werden Vorsichtsmaßnahmen vorbereitet. Es werden z. B. Mittel zur sofortigen Aufnahme der Schadstoffe auf der Baustelle bereitgestellt (Auffangwannen und Ölbindemittel). Außerdem werden die Fahrzeuge und Maschinen vorzugsweise auf befestigten Flächen abgestellt, dass keine Schadstoffe in den Boden eindringen können.

Während der Tiefbauarbeiten können unvorhergesehene Altlasten mit wassergefährdenden Stoffen im Boden angetroffen werden, sodass ggf. eine Schadstoffmobilisierung eintritt. Sollte allerdings ein möglicher Verdacht von Altlasten während der Arbeiten auftreten, werden die Arbeiten sofort unterbrochen und die entsprechenden Maßnahmen ergriffen.

Die Baumaßnahme soll über einen befristeten Zeitraum von 3,5 Jahren durchgeführt werden.

8.2.2 Anlagenbedingte Auswirkungen

Durch den vierstreifigen Ausbau der B 47 werden zusätzliche Flächen versiegelt und somit die Grundwasserneubildung reduziert. Im Zuge der Baumaßnahme werden als Ausgleichsmaßnahmen

(Kap. 4.3) die Begrünung der Straßenrandbereiche nach Beendigung der Baumaßnahme sowie eine geeignete Bepflanzung mit Gehölzen (Böschungen) durchgeführt. Durch diese Maßnahmen kann mehr Niederschlagswasser in den Boden eindringen, was zur Erhöhung der Grundwasserneubildung führt. Das Mengendefizit infolge der reduzierten Grundwasserneubildung hat keine nachhaltigen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Grundwasserkörpers mit einer Flächengröße von 119 km² bzw. die repräsentativen Messstellen. Bei den in Tabelle 1 zusammengestellten versiegelten Fahrbahnflächen handelt es sich zudem um die Gesamtflächen des Planungsabschnittes (rd. 5,6 ha). Die zusätzlich versiegelten Flächen umfassen nur etwa die Hälfte.

Durch den aufgetragenen Asphalt und Beton können zudem Schadstoffe gelöst, ausgetragen und im Boden mit dem Sickerwasser zum Grundwasser transportiert werden. Allerdings kommt VOLLPRACHT (2012) im Rahmen von Laboruntersuchungen zu dem Schluss, dass die Stoffausträge zu gering sind, um einen Nachweis führen zu können. Die Konzentrationen von Schwermetallen in den Eluaten von Beton lagen zumeist unter der Nachweisgrenze oder im Streubereich der Hintergrundwerte.

8.2.3 Betriebsbedingte Auswirkungen

Mengenmäßige Auswirkungen auf den Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 sind durch den Betrieb auf der B 47 nicht zu erwarten, da in den Wasserhaushalt nicht nachhaltig durch die gewählte Versickerungslösung eingegriffen wird.

Infolge der Entwässerung können aber ggf. Schadstoffe in das Grundwasser eingetragen werden. Entsprechend der Studie von IFS (2018) sind die Reinigungsmechanismen (Filtration, Sorptionsprozesse, Abbau) bei der gewählten Muldenversickerung mit denen in Retentionsbodenfilteranlagen identisch, sodass mit Ausnahme des Parameters Chlorid straßenspezifische Schadstoffe nicht in das Grundwasser gelangen, um eine Verschlechterung des chemischen Grundwasserzustands zu bewirken.

Die Ergebnisse der analytischen Berechnung des Schadstofftransports in Kap. 8.1.2 verdeutlichen jedoch, dass die Stoffausbreitung im Grundwasser nur räumlich sehr begrenzt erfolgt. Schwellenwertüberschreitungen auf 20 % der Fläche des Grundwasserkörpers bzw. auf 11,9 km² infolge schädlicher Bodenveränderungen (10 % der Fläche des Grundwasserkörpers) können deshalb ausgeschlossen werden. Außerdem werden die Schadstofffahnen die repräsentativen Messstellen nicht erreichen, da bereits in 200 m Entfernung keine Schadstoffkonzentrationen oberhalb der Ausgangskonzentration auftreten werden und sich die nächstgelegene repräsentative Messstelle Bürrstadt (HE_13470) in ca. 1,3 km Entfernung zum Beginn der Baustrecke befindet.

Durch das Versickerbecken mit vorgeschaltetem Absetzbecken können im Fall einer Havarie mit wassergefährdenden Stoffen die Schadstoffe zudem zurückgehalten werden, bevor sie in den Untergrund versickern. Weiterhin werden in Abhängigkeit des Dauerstauvolumens im Absetzbeckens (Dauerstau: ca. 100 m³) sowie der angeschlossenen und undurchlässigen Fläche von ca. 1,15 ha (Tabelle 1: 12.044 m² * 0,9) gemäß IFS (2018) rd. 55 % der abfiltrierbaren Stoffe bzw. der partikulär gebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Nachfolgend werden nochmals detaillierte Aussagen bzw. Wirkungsprognosen zu den einzelnen straßenspezifischen Schadstoffen gemacht. Dabei wird davon ausgegangen, dass die mehrere Meter mächtige ungesättigte Zone bis zum Grundwasser ähnlich schadstoffreduzierend wirkt wie ein Retentionsbodenfilter. Somit fanden spezifische Schadstoffkonzentrationen von Retentionsbodenfiltern entsprechend IFS (2018) Anwendung (s. Tabelle 9).

Nährstoffe:

Durch den Eintrag von Nitrat, Nitrit, ortho-Phosphat und Sulfat von den zusätzlich versiegelten Flächen über die Versickerung des anfallenden Straßenabwassers ist keine Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwasserkörpers zu erwarten. Diese Stoffe werden insbesondere über die landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes in das Grundwasser eingetragen und haben ihren Ursprung nur in äußerst geringen Konzentrationen im Straßenverkehr. Die Deposition von Stickstoffoxiden aus Autoabgasen kann deshalb gegenüber dem Nährstoffeintrag im Untersuchungsgebiet aus der Landwirtschaft vernachlässigt werden.

Entsprechend Tabelle 9 betragen die gemessenen Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen 0,08 mg/l bzw. 0,103 mg/l Ammonium nach der Passage eines Retentionsbodenfilters. Im vorliegenden Fall wird die Konzentration des Ammoniaks beim Durchsickern der mächtigen ungesättigten Zone noch weiter abgemindert. Das im Grundwasser ankommende Sickerwasser hat damit Konzentrationen, die sich deutlich unterhalb des Schwellenwertes von 0,5 mg/l der GrwV befinden.

Chlorid:

Zur Ermittlung der durchschnittlichen Konzentration des Chlorids im Niederschlagsabfluss wurden die Verbrauchsmengen der Straßenmeisterei Bensheim von 2013 bis 2018 sowie die Winterniederschläge von November bis April der DWD-Station Lampertheim-Neuschloß (ID 2819, Quelle: <https://cdc.dwd.de/portal/201912031600/searchview>, Stand: 06/2020) ausgewertet. Die Angaben zu den mit Tausalz behandelten Fahrbahnflächen nach dem vierstreifigen Ausbau der B 47 sind in Tabelle 11 nochmals zusammengestellt (s. Tabelle 1). Bei den Flächenangaben finden auch die Standstreifen Berücksichtigung.

Tabelle 11: Mit Tausalz zu behandelnde Fahrbahnflächen [m²] nach dem Ausbau der B 47 - OU Bürsdorf, 2. BA (Quelle: HESSEN MOBIL 2020)

EWA	Fahrbahnfläche [m²]
1	10.004,0
2	1.640,0
3	11.480,0
4	7.072,5
5	25.522,5
Summe	55.719,0

Die Chlorid-Gehalte in den ausgebrachten Tausalzen (NaCl) betragen rd. 61 %. Unter der Annahme, dass 100 % der ausgebrachten Chloride in den Untergrund entwässern (worst case-Ansatz, siehe HESSEN MOBIL STRAßEN- UND VERKEHRSMANAGEMENT 2018), ermitteln sich folgende Konzentrationen im Straßenwasser während des Winterdienstzeitraumes von November bis April (Tabelle 12). Bei den Berechnungen fand die Verdunstung keine Berücksichtigung, sodass der Abflussbeiwert von 0,9 für die Fahrbahnflächen keine Anwendung findet.

Tabelle 12: Flächenbezogene Verbrauchsmengen an Tausalz [g/m²] der Straßenmeisterei Bensheim auf Bundesstraßen, WD-Periode 2013/2014 - 2017/2018, Niederschläge DWD-Station Lampertheim-Neuschloß (ID 2819) sowie berechnete Chlorid-Konzentrationen im Straßenwasser

WD-Periode	Flächenbezogene Tausalz-verbrauchsmengen [g/m²]	Anteil Chlorid am Tausalz [g/m²]	ausgebrachte Chloridfracht [g]	Niederschlags-summe [mm] bzw. [l/m²]	Niederschlags-menge [l]	Berechnete Chlorid-Konzentration im Straßen-abfluss [mg/l]
2013/2014	80	48,8	2.719.087	207,5	11.561.693	235,2
2014/2015	400	244,0	13.595.436	244,1	13.601.008	999,6
2015/2016	260	158,6	8.837.033	318,3	17.735.358	498,3
2016/2017	330	201,3	11.216.235	145,4	8.101.543	1.384,5
2017/2018	250	152,5	8.497.148	323,3	18.013.953	471,7
Mittel	264	161,0	8.972.988	262,3	13.802.711	717,8

Im langjährigen Mittel versickert während einer Winterperiode Straßenwasser mit einer Konzentration von ca. 720 mg/l. Demzufolge beträgt infolge der Dispersion die Konzentration des

Sickerwassers bei Erreichen des Grundwasserspiegels rd. 360 mg/l. Bei Anwendung der Advektion - Dispersionsgleichung zur Ermittlung der Ausbreitung des Chlorids im Grundwasserleiter kann davon ausgegangen werden, dass entsprechend Abbildung 9 der Schwellenwert von 250 mg/l Chlorid bei einer durchschnittlichen Hintergrundbelastung von 30 mg/l (Kap. 6.5) bereits bei einem Abstand > 50 m wieder unterschritten wird (**Anlage 10**). In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass bei einer analytischen Berechnung, d. h. bei einer 1-dimensionalen Betrachtung wie im vorliegenden Fall, die Grundwasserfließrichtung keine Berücksichtigung findet. Die Stoffausbreitung findet demzufolge gleichförmig beiderseits der Trasse statt. Die 1-dimensionale Berechnung beinhaltet eine größere Sicherheit, da in der Realität die Zuflüsse (u. a. die Grundwasserneubildung) zu einer größeren Verdünnung führen.

Die Fläche mit einer Chloridbelastung im Grundwasserkörper > 250 mg/l beträgt demzufolge 0,33 km² ((Fahrbahn-/Standstreifenbreite + 2 * 50 m) * Gesamtlänge der Entwässerungsabschnitte). Damit wären 0,28 % der Fläche des Grundwasserkörpers betroffen, was zu keiner Zustandsverschlechterung führt. Ergänzend ist zu bemerken, dass die Untersuchungen für die gesamten Fahrbahnflächen vom Ausbauabschnitt geführt wurden und nicht nur für die zusätzlichen mit Tausalzen zu behandelnden Flächen. Da sich die ermittelte Flächensumme deutlich unterhalb der Flächengröße befindet, um eine Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwasserkörpers zu bewirken (siehe GrwV § 7, Abschnitt 3), sind Untersuchungen für den Ist-Zustand entbehrlich, um einen Vergleich zwischen Bestand und Planzustand herzustellen.

Durch die Tausalz- bzw. Chloridausbringung sind demzufolge nicht die 2,5 km entfernten Flachbrunnen der WF Bürrstädter Wald betroffen, da sich Schwellenwertüberschreitungen nur auf den unmittelbaren Trassenbereich (bis 50 m Entfernung von den Fahrbahnen) erstrecken.

Blei:

Für die Bewertung des Eintrags von Blei in den Grundwasserkörper wird die Vorbelastung berücksichtigt (Kap. 6.5, **Anlagen 8.3.1, 8.4.1, 8.5.1 und 8.6.1**). Bei einer angenommenen Ablaufkonzentration aus dem Retentionsbodenfilter von 1,35 µg/l (s. Tabelle 9) und einer maximalen Konzentration im Sickerwasser an der Grundwasseroberfläche von 0,675 µg/l (50 % der Sickerwasserkonzentration unterhalb belebter Bodenzonen, siehe **Kap. 8.1.2**) ist keine Verschlechterung des chemischen Zustands durch diesen Parameter zu erwarten, da entsprechend der Anlage 2, GrwV ein Schwellenwert für Blei von 10 µg/l nicht überschritten werden darf.

Cadmium:

Die Bewertung des Eintrags von Cadmium in den Grundwasserkörper erfolgt ebenfalls basierend auf der Vorbelastung (Kap. 6.5, **Anlagen 8.3.1, 8.4.1, 8.5.1 und 8.6.1**). Bei einer angenommenen Ablaufkonzentration aus dem Retentionsbodenfilter von 0,05 µg/l (s. Tabelle 9) und einer maximalen Konzentration im Sickerwasser an der Grundwasseroberfläche von 0,025 µg/l (Kap. 8.1.2) ist keine Verschlechterung des chemischen Zustands durch diesen Parameter zu erwarten, da der Schwellenwert für Cadmium 0,5 µg/l beträgt (Anlage 2, GrwV).

Chrom:

Die Vorbelastungen des Grundwassers mit Chrom betragen an den GWMS maximal 2,0 - 2,3 µg/l (**Anlagen 8.3.4, 8.4.3, 8.5.4 und 8.6.4**). Die maximal gemessenen Werte von 2,98 µg/l an der Messstelle Bürrstadt (HE_13470, **Anlage 8.3.4**) am 02.12.2009 und von 4,1 µg/l an der GWMS Lampertheim (HE_13477, **Anlage 8.4.3**) am 18.07.2018 wurden als temporäre und lokale Ausreißer gewertet und nicht berücksichtigt. Da die Ablaufkonzentration aus einem RBF mit 2,20 µg/l in Tabelle 9 angegeben ist und damit die maximale Konzentration im Sickerwasser an der Grundwasseroberfläche 1,1 µg/l beträgt, ist eine Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes von 3,4 µg Cr/l (Anhang 2, LAWA 2016) nicht zu erwarten.

Kupfer:

In IfS (2018, s. Tabelle 9) wurden als Kupfer-Ablaufkonzentrationen aus einem Retentionsbodenfilter Werte von 7,75 µg Cu/l ermittelt (Kap. 8.1.2). Damit beträgt die maximale Konzentration im Sickerwasser an der Grundwasseroberfläche 3,88 µg/l (Kap. 8.1.2). Bei einer Vorbelastung von max.

0,011 µg Cu/l (GWMS Lampertheim, HE_13477, **Anlage 8.4.3**; weitere Werte in den **Anlagen 8.3.4, 8.5.4 und 8.6.4**) kann ausgeschlossen werden, dass der Kupfer-Geringfügigkeitsschwellenwert von 5,4 µg Cu/l (Anhang 2, LAWA 2016) überschritten wird.

Nickel:

Der Geringfügigkeitsschwellenwert für Nickel beträgt 7 µg Ni/l (Anhang 2, LAWA 2016). Bei einer Vorbelastung im Grundwasser von max. 0,006 µg/l (GWMS Lampertheim, HE_13477, **Anlage 8.4.3**; weitere Werte in den **Anlagen 8.3.4, 8.5.4 und 8.6.4**) und einer Ablaufkonzentration aus dem Retentionsbodenfilter von 1,6 µg Ni/l (s. Tabelle 9) bzw. max. 0,8 µg Ni/l im Sickerwasser mit Eintritt in den Grundwasserleiter (Kap. 8.1.2) kann von keiner Überschreitung des GFS ausgegangen werden.

Zink:

Die Hintergrundbelastung an Zink im untersuchten Grundwasserkörper ist mit 0,033 µg/l sehr gering (GWMS Bei Deponie Lampertheim (544247), HE_13539, **Anlage 8.6.4**; weitere Werte in den **Anlagen 8.3.4, 8.4.3 und 8.5.4**). Bei einer Ablaufkonzentration von 20 µg Zn/l (s. Tabelle 9) und einer max. Sickerwasserkonzentration von 10 µg Zn/l (Kap. 8.1.2) kann die Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwerts von 60 µg/l Zn/l (Anhang 2, LAWA 2016) ausgeschlossen werden.

Organische Parameter:

Die Parameter Anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(123-cd)pyren, Fluoranthen, Naphthalin, Benzol, MTBE und Nonylphenol wurden im Rahmen der Überwachung des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers DEHE_2393_3101 nicht erfasst. Demzufolge ist davon auszugehen, dass diese keine Relevanz besitzen.

Benzo(a)pyren wird im Boden zum großen Teil adsorbiert und besitzt nur eine geringe Mobilität. Der Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,01 µg/l (Anhang 2, LAWA 2016) kann durch das Bauvorhaben im Grundwasser nicht überschritten werden, da die Ablaufkonzentration eines Retentionsbodenfilters mit 0,0012 µg/l angenommen werden kann (s. Tabelle 9, Kap. 8.1.2), sodass im Sickerwasser maximale Werte von 0,0006 µg/l erreicht werden könnten.

WESSOLEK & KOCHER (2003) haben im straßennahen Grundwasser Benzol-Konzentrationen von 0,05 bis 0,5 µg/l gemessen. Der Geringfügigkeitsschwellenwert von 1 µg/l (Anhang 2, LAWA 2016) wird demzufolge durch das Bauvorhaben im Grundwasser nicht erreicht oder überschritten.

Ebenfalls eine geringe Mobilität im Boden und hohe Adsorptionsraten weist Naphthalin auf. Der Geringfügigkeitsschwellenwert von 2 µg/l (Anhang 2, LAWA 2016) wird durch das Bauvorhaben nicht überschritten, wenn davon ausgegangen wird, dass die Konzentrationen im Ablauf von Retentionsbodenfiltern 0,0005 µg/l betragen.

Auch die Konzentrationen der übrigen PAK (Anthracen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren) sind nach Durchsickerung der ungesättigten Zone wesentlich geringer (s. Tabelle 9 bzw. Kap. 8.1.2). Da die Konzentration von MTBE im Straßenabwasser nur mit 0,03 - 0,3 µg/l ermittelt wurde (AQUAPLUS 2011), ist eine Überschreitung des GFS von 5 µg/l nicht zu erwarten. Der Sachverhalt lässt sich auch auf den Parameter 4-Nonylphenol übertragen, da es im oberflächennahen Grundwasser straßennaher Standorte nicht nachgewiesen werden konnte. Durch die Versickerung des behandelten Straßenabflusses (Ablauf aus Retentionsbodenfilter s. Tabelle 9) werden die Geringfügigkeitsschwellenwerte nicht überschritten.

Fazit:

Entsprechend des Bauablaufs während des Ausbaues der B 47 sowie infolge der Schadstoffemissionen durch den Betrieb der Bundesstraße als auch der Anlage von zusätzlichen Fahrspuren sind keine Verschlechterungen des mengenmäßigen und chemischen Zustands für den Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 zu erwarten.

Mit Ausnahme des Parameters Chlorid sind die Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser bereits vor Erreichen des Grundwassers geringer als die Schwellenwerte in Anlage 2 der GrwV als auch

die Geringfügigkeitsschwellenwerte im Anhang 2 der LAWA (2016). Ausschließlich die Chlorid-Konzentrationen sind bis zu einer Entfernung von max. 50 m beiderseits der Fahrbahnen höher als der Schwellenwert der GrwV basierend auf der 1-dimensionalen Nachweisführung ermittelt worden. Es kommt jedoch es zu keiner Zustandsverschlechterung, da die von Schwellenwertüberschreitungen betroffene Fläche nur 0,33 % der Fläche des gesamten Grundwasserkörpers einnimmt.

Nach dem Ausbau der B 47 wird die Qualität des Wassers im Wasserschutzgebiet Bürrstädter Wald ebenfalls nicht beeinträchtigt sein. Auf die Qualität des geförderten Trinkwassers haben die Schadstoffemissionen von der Bundesstraße keinen nachweisbaren Einfluss.

9 Prüfung des Zielerreichungsgebotes

9.1 Prüfung der Bewirtschaftungsziele

Die Einstufung des Grundwasserkörpers DEHE_2393_3101 erfolgt mit gut für den mengenmäßigen Zustand und mit schlecht für den chemischen Zustand. Die Überschreitung der Schwellenwerte von Ammonium, Nitrat und Pflanzenschutzmitteln zeichnen sich hierfür verantwortlich. Diese Parameter werden vor allem durch die landwirtschaftliche Nutzung in den Grundwasserkörper getragen. Eine Reduzierung des Eintrages dieser Parameter soll demzufolge mit Maßnahmen erreicht werden, die die landwirtschaftliche Flächennutzung betreffen.

Das Vorhaben behindert nicht das Erreichen des Bewirtschaftungsziels eines guten chemischen Grundwasserkörperzustands und beeinträchtigt auch nicht die geplanten Maßnahmen des Landes Hessen.

9.2 Prüfung der Wirkung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Durch die geplanten Ausgleichsmaßnahmen werden bau- und anlagenbedingten Auswirkungen, die das Schutzgut Wasser betreffen, abgemildert. Diese betreffen insbesondere die Wiederherstellung und Verbesserung der Bodenfunktion als Wasserspeicher.

10 Zusammenfassung

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement plant den vierspurigen Ausbau der B 47 - OU Bürstadt, 2. BA im Streckenabschnitt von der DB-Brücke (Bau-km 4+110) bei Bürstadt bis Riedrode (Bau-km 6+861) inklusive der Verlängerung einer Lärmschutzwand bis zur Ausfahrt Riedrode (Bau-km 7+033). Die Baumaßnahme befindet sich ab dem Bau-km 5+340 bis zum Bauende in der Trinkwasserschutzzone III A der WF Bürstädter Wald.

Die Entwässerungsplanungen sehen vor, den Straßenabfluss sowohl dezentral am Fahrbahnrand über das Bankett und die Böschungen sowie in Mulden zu versickern als auch an der Anschlussstelle Bürstadt Ost über ein Versickerbecken mit vorgeschalteten Absetzbecken in den Untergrund abzuleiten. Eine Direkteinleitung in Fließgewässer ist nicht vorgesehen.

Im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben wurde ein Fachbeitrag zur Vereinbarkeit des Vorhabens mit den Anforderungen der auf der Grundlage der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erlassenen §§ 27 ff. und 47 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) erstellt. Infolge der gewählten Entwässerungslösung als auch des Fehlens von Oberflächengewässern im Nahbereich der Trasse wurden jedoch ausschließlich die Auswirkungen auf den betroffenen Grundwasserkörper erfasst und bewertet.

Neben der Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) bilden das Wasserhaushaltsgesetz (WHG vom 31.07.2009) und die Grundwasserverordnung (GrwV vom 09.11.2010) die rechtlichen Grundlagen für die Erarbeitung der Wirkungsprognosen.

Der vorliegende Fachbeitrag basiert auf der Durchführung folgender Prüfschritte:

1. Identifizierung des vom Bauvorhaben betroffenen Grundwasserkörpers
2. Beschreibung des derzeitigen mengenmäßigen und chemischen Zustands des betroffenen Grundwasserkörpers
3. Erfassung der Auswirkungen des Bauvorhabens auf den Grundwasserkörper
4. Abschließende Bewertung der Auswirkungen bezugnehmend auf:
 - a. Eine mögliche Verschlechterung des chemischen und mengenmäßigen Zustands.
 - b. Die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach §§ 27 und 47 WHG bzw. der Gefährdung der Zielerreichung oder der Verstoß gegen das Verbesserungsgebot

Oberflächenwasserkörper wurden im vorliegenden Fachbeitrag, wie bereits angemerkt, hingegen nicht betrachtet, da potenzielle Schadstoffeinträge über den Grundwasserpfad infolge der Entfernung der Trasse zu Fließgewässern ausgeschlossen werden können.

Grundwasserkörper werden entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie nach dem mengenmäßigen und dem chemischen Grundwasserzustand bewertet und eingestuft. Die Einstufung des chemischen Grundwasserzustands wird auf der Basis von Schwellenwerten für ausgewählte Schadstoffe und Schadstoffgruppen durchgeführt. Bei Überschreitungen dieser Schwellenwerte ist der chemische Zustand als nicht gut einzustufen.

Der betroffene Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 befindet sich mengenmäßig in einem guten Zustand; der chemische Zustand wird hingegen als schlecht bewertet. Verursacht wird der schlechte Zustand durch Überschreitungen der Schwellenwerte für Ammonium, Nitrat und Pflanzenschutzmittel. Diese Schadstoffe werden vor allem durch landwirtschaftliche Nutzung in den Grundwasserkörper eingetragen. Demzufolge beziehen sich die Maßnahmen zur Erreichung der Umweltziele der WRRL auf die Reduzierung der Schadstoffemissionen aus der Landwirtschaft.

Für die Beurteilung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Grundwasserkörper wurde mit einem analytischen Verfahren die Ausbreitung von Schadstoffen in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone ermittelt. Des Weiteren sind Untersuchungsergebnisse aus der Literatur bezüglich gemessener Schadstoffkonzentrationen im straßennahen Sicker- und Grundwasser in die Untersuchungen eingeflossen.

Im Ergebnis der Nachweisführung kann für alle untersuchten Qualitätskomponenten festgestellt werden, dass mit Ausnahme von Chlorid die Konzentrationen der Schadstoffe des Straßenwassers nach dem Durchsickern der ungesättigten Zone und mit Erreichen des Grundwassers geringer sind als die Schwellenwerte in Anlage 2 der GrwV sowie der Geringfügigkeitsschwellenwerte im Anhang 2 der LAWA (2016). Ausschließlich die Chlorid-Konzentrationen im Grundwasser sind bis in eine Entfernung von 50 m beiderseits der Fahrbahnen höher als der Schwellenwert von 250 mg Cl/l basierend auf der 1-dimensionalen Nachweisführung ermittelt worden. Infolge der Schwellenwertüberschreitungen auf einen lokal eng begrenzten Raum tritt aber keine Zustandsverschlechterung ein, da die belastete Fläche nur 0,28 % der gesamten Fläche des Grundwasserkörpers einnimmt. Ebenso nicht beeinträchtigt ist die Qualität des Wassers der Wasserfassung Bürsdorfer Wald durch betriebsbedingte Wirkungen, insbesondere den Taumitteinsatz auf der B 47, da sich die Brunnen der WF mit ihren Anstrombereichen außerhalb des Bereiches erhöhter Chloridkonzentrationen befinden oder diese aus einem geschützten tiefen Grundwasserleiter Wasser entnehmen.

Das Vorhaben hat zudem auch keinen Einfluss auf Maßnahmen zur Erreichung der Umweltziele. Mit den Maßnahmen soll der Eintrag von Schadstoffen durch die landwirtschaftliche Nutzung reduziert werden und damit existiert keine Beziehung zu straßenspezifischen Schadstoffen.

11 Quellenverzeichnis

11.1 Gesetze und Richtlinien

DWA- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER, ABFALL
E. V. A 117: Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen. - Deutsche
Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Dezember 2013,
korrigierter Stand: Februar 2014.

DWA- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER, AB-
FALL E. V. A 138: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen
zur Versickerung von Niederschlagswasser. - Deutsche Vereinigung für Wasserwirt-
schaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), April 2005, korrigierter Stand: März 2006,
ein neuer Entwurf erscheint voraussichtlich im November 2020.

DWA- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER, ABFALL
E. V. A 178: Arbeitsblatt DWA-A 178: Retentionsbodenfilteranlagen. - Deutsche Vereini-
gung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Juni 2019.

DWA- DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER, ABFALL
E. V. M 153: Arbeitsblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regen-
wasser. - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA),
August 2007. korrigierter Stand: August 2012 (Das DWA-M 153 wird zurzeit überarbeitet
und als DWA-A 102 neu erscheinen. Der Gelbdruck des DWA-A 102 ist im Oktober 2016
erschienen.).

GRWV - GRUNDWASSERVERORDNUNG (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers. - Bun-
desgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 56, ausgegeben zu Bonn am 15. November 2010,
vom 9. November 2010, geändert durch die erste Verordnung zur Änderung der Grundwas-
serverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 24, ausgegeben zu Bonn am 9.
Mai 2017, vom 4. Mai 2017.

LAWA (2014): RaKon Teil B Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physika-
lisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern
entsprechend EG-WRRL – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser vom 19.02.2014.

LAWA (2016): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser,
Januar 2017. - Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Länderarbeitsgemeinschaft
Wasser.

LAWA (2017): Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot - Aktualisierte und überarbeitete
Fassung 2016, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser vom 16./17. März 2017 in Karlsruhe.

OGEWV (2016): Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern vom 20. Juni 2016. Bundesge-
setzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2016, Seite 1373 -
1443.

RAS-EW (2005): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung. – Forschungsgesell-
schaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, 2005.

RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur
Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Was-
serpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1) zuletzt geändert durch Entscheidung Nr.
2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001,
WRRL - Wasserrahmenrichtlinie.

RICHTLINIE 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Abl. L 372 vom 27.12.2006, S. 19).

RICHTLINIE 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 226 vom 24.08.13, S. 1).

RICHTLINIE 2014/101/EU der Kommission vom 30. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 311 vom 31.10.2014, S. 32).

RiStWag 2016 - Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. - Ausgabe 2016, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau (FGSV e. V.)

WHG - WASSERHAUSHALTSGESETZ (2017): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.

11.2 Literaturverzeichnis

APPELO, C.A.J. & POSTMA, D. (2005): Geochemistry, Groundwater and Pollution. – Routledge, 2. Auflage.

AQUAPLUS (2011): Straßenabwasser in der Schweiz, Literaturarbeit und Situationsanalyse Schweiz hinsichtlich gewässerökologischer Auswirkung (Immissionen). - Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

BRAUN, C., KLUTE, M., REUTER, C. & RUBBERT, S. (2019): Tausalzverdünnung und -rückhalt bei verschiedenen Entwässerungsmethoden - Modellberechnungen. - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Verkehrstechnik, Heft V 313, Februar 2019.

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (BFG) (2016): 2393_3101 (Grundwasser), Datensatz der elektronischen Berichterstattung 2016 zum 2. Bewirtschaftungsplan WRRL. - <https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de>.

BÜRSTADT (2012): 10. Umweltbericht 2011/2012. - Magistrat der Stadt Bürstadt.

DALLHAMMER, W.-D. & FRITZSCH, C. (2016): Verschlechterungsverbot - Aktuelle Herausforderungen an die Wasserwirtschaftsverwaltung. – Zeitschrift für Umweltrecht, 6, S. 340 – 350.

DEUTSCHER WETTERDIENST DWD (1981): Das Klima von Hessen: Standortkarte im Rahmen der Agrarstrukturellen Vorplanung. - Hessisches Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Landentwicklung (Ed.), Wiesbaden.

GRIMMER, S. (2006): Sackungsprozesse in natürlichen Lockergesteinsfolgen infolge Grundwasserwiederanstiegs. - Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Dissertation, 20.11.2006.

GROTEHUSMANN, D. & KASTING, U. (2006): Optimierung von Absetzbecken. - Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 944; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Bonn.

HESSEN MOBIL STRAßEN- UND VERKEHRSMANAGEMENT (2018): Hinweispapier zur Durchführung von Tausalzberechnungen, Stand: Januar 2018.

- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2013): Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2012. - Herausgeber Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2013.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG 2018): Gewässer-kundlicher Jahresbericht. - Hydrologie in Hessen, Heft 16.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHER-SCHUTZ (2015a): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - Maßnahmenprogramm 2015 - 2021. - Anhang 3: Ergebnistabelle Maßnahmenprogramm Oberflächengewässer, De-zember 2015.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHER-SCHUTZ (2015b): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - Bewirtschaftungsplan 2015 - 2021. - Dezember 2015.
- HOPPE, A, KÖTT, A, MITTELBACH, G & ULMER, D (1996): Ein Raumbild quartärer Grundwasserlei-ter und Grundwassernichtleiter im nördlichen Oberrheingraben. - Geologisches Jahrbuch Hessen 124.
- INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR STADTHYDROLOGIE MBH (IFS) (2006): Naturnahe Verfahren zur Be-handlung von Regenabflüssen. - 2. Untersuchungszeitraum. - Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, Forschungsprojekt gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Um-welt.
- INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR STADTHYDROLOGIE MBH (IFS) (2016): Konzentrationen und Frachten organischer Schadstoffe im Straßenabfluss. - Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, Forschungsprojekt FE-Nr. 05.152/2008/GRB im Auftrag der Bundesanstalt für Stra-ßenwesen (BASt).
- INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR STADTHYDROLOGIE MBH (IFS) (2018): Immissionsbezogene Bewer-tung der Einleitung von Straßenabflüssen. - Studie erstellt im Auftrag der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Hannover, April 2018.
- KASTING, U. (2002): Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen.
- KOCHER, B. (2007): Einträge und Verlagerung straßenverkehrsbedingter Schwermetalle in Sandbö-den an stark befahrenen Außerortsstraßen.
- KRAUTH, K.-H. & KLEIN, H. (1981): Untersuchungen über die Beschaffenheit des über ein Rückhal-tebecken mit Leichtflüssigkeitsabscheider geleiteten Niederschlagswassers der A8/B10 bei Ulm/West, Schlußbericht Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart, im Auftrag des Autobahnamtes Baden-Württemberg, unveröffent-licht.
- LANGGUTH, H.-R. & VOIGT, R. (2003): Hydrogeologische Methoden. - 2. Aufl., Springer-Verlag.
- SIEKER, F. & GROTTKER, M. (1987): Beschaffenheit von Straßenoberflächenwasser bei mittlerer Verkehrsbelastung. - Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 530, Bundes-minister für Verkehr, Bonn Bad Godesberg, 1988.
- TECHNISCHE DREILÄNDERKOMMISSION (ATR-FG-VSS) (1974): Einwirkung der Auftaumittel auf Gehölze. - Straße und Verkehr 60, 9 u. 10, S. 439-449 u. S. 485-497.
- UMWELTBÜRO ESSEN (2008): Teil A: Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließge-wässertypen (Förderkennzeichen 360 15 007), Teil B: Ergänzung der Steckbriefe der

deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzen und Bewertungsverfahren aller Qualitätskomponenten (Projekt-Nr. O 8.06). - Erstellt im Auftrag der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), April 2008.

VOLLPRACHT, A. (2012): Einbindung von Schwermetallen in Portlandzementstein. - Dissertation, Institut für Bauforschung der RWTH Aachen, 16.07.2012.

WERKENTHIN, M., KLUGE, B. & WESSOLEK, G. (2014): Metals in European roadside soils and soil solution - A review. - Environmental Pollution, 189 ,S. 98 - 110.

WESSOLEK, G. & KOCHER, B. (2003): Verlagerung straßenverkehrsbedingter Stoffe mit dem Sickerwasser. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 864, Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abt. Straßenbau, Bonn.

12 Anlagenverzeichnis

Anlage 1:

- Anlage 1.1: Schwellenwerte für ausgewählte Stoffe zur Einstufung des chemischen Grundwasserzustands
 (Quelle: GrwV, Anlage 2)
- Anlage 1.2: Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserveränderungen
 (Quelle: Auszug aus LAWA (2016), Anhang 2)
- Anlage 2: Übersichtslageplan mit Darstellung des betroffenen Grundwasserkörpers
 DEHE_2393_3101
- Anlage 3: Ausführungsplanung
 1. BA: B 47 OU Bürsdorf 2. Fb (westl. Abschnitt)
 2. BA: B 47 OU Bürsdorf 2. Fb inkl. Ergänzung Lärmschutz (östl. Abschnitt)
 „Übersichtslageplan“, Unterlage Nr. 03, Blatt Nr. 1
 Hessen ID: 04338 / 22134
 Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Heppenheim
 Stand: 01/2019
- Anlage 4: Grundwasserhöhengleichen im Oktober 2015
 (Quelle: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserkarten/grundwasserkarten-hessische-rheinebene-hessisches-ried>, Stand: 06/2020)
- Anlage 5: Grundwasserflurabstand im Oktober 2015
 (Quelle: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserkarten/grundwasserkarten-hessische-rheinebene-hessisches-ried>, Stand: 06/2020)
- Anlage 6:**
- Anlage 6.1: Grundwasserneubildung aus Niederschlag - Mittelwert der Jahre 1961 bis 1991
 (Quelle: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserkarten/grundwasserkarten-hessische-rheinebene-hessisches-ried/mittlere-grundwasserneubildung-im-zeitraum-1960-bis-1990>, Stand: 06/2020)
- Anlage 6.2: Mittel der Grundwasserneubildung aus Niederschlag in einer Feucht- und in einer Trockenperiode Hessisches Ried
 (Quelle: http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/wasser/grundwasser/planung_txt.htm, Stand: 06/2020)
- Anlage 7: Bodenflächendaten Hessen (BDF50)
 (Quelle: <http://bodenviwer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviwer/index.html?lang=de>, Stand: 07/2020)

Anlage 8: Gewässermonitoring Grundwasserkörper DEHE_2393_3101 an WRRL-Monitoring-Messstellen

Anlage 8.1: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV an der Grundwassermessstelle Br. S8 (Mst-ID 13446)

Anlage 8.1.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Ammonium, Chlorid und Nitrit an der Grundwassermessstelle Br. S8 (Mst.-ID HE_13446)

Anlage 8.1.2: Gemessene Konzentrationen an Sulfat an der Grundwassermessstelle Br. S8 (Mst.-ID HE_13446)

Anlage 8.2: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV an der Grundwassermessstelle Horizontalfilterbrunnen (Mst-ID 13459)

Anlage 8.2.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Ammonium, Chlorid und Nitrit an der Grundwassermessstelle Horizontalfilterbrunnen (Mst.-ID HE_13459)

Anlage 8.2.2: Gemessene Konzentrationen an Sulfat an der Grundwassermessstelle Horizontalfilterbrunnen (Mst.-ID HE_13459)

Anlage 8.3: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV und des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bürsdorf (Mst-ID 13470)

Anlage 8.3.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Cadmium, Blei und Quecksilber an der Grundwassermessstelle Bürsdorf (Mst.-ID HE_13470)

Anlage 8.3.2: Gemessene Konzentrationen an Ammonium, Chlorid, Nitrit und ortho-Phosphat an der Grundwassermessstelle Bürsdorf (Mst.-ID HE_13470)

Anlage 8.3.3: Gemessene Konzentrationen an Sulfat an der Grundwassermessstelle Bürsdorf (Mst.-ID HE_13470)

Anlage 8.3.4.: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bürsdorf (Mst.-ID HE_13470)

Anlage 8.4: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV und des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Lampertheim (Mst-ID 13477)

Anlage 8.4.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Cadmium, Blei und Ammonium an der Grundwassermessstelle Lampertheim (Mst.-ID HE_13477)

Anlage 8.4.2: Gemessene Konzentrationen an Chlorid, Nitrit, ortho-Phosphat und Sulfat an der Grundwassermessstelle Lampertheim (Mst.-ID HE_13477)

Anlage 8.4.3: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Lampertheim (Mst.-ID HE_13477)

Anlage 8.5: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV und des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bürrstadt (Mst-ID 13488)

- Anlage 8.5.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Cadmium, Blei und Quecksilber an der Grundwassermessstelle Bürrstadt (Mst.-ID HE_13488)
- Anlage 8.5.2: Gemessene Konzentrationen an Ammonium, Chlorid, Nitrit und ortho-Phosphat an der Grundwassermessstelle Bürrstadt (Mst.-ID HE_13488)
- Anlage 8.5.3: Gemessene Konzentrationen an Sulfat an der Grundwassermessstelle Bürrstadt (Mst.-ID HE_13488)
- Anlage 8.5.4: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bürrstadt (Mst.-ID HE_13488)

Anlage 8.6: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV und des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (Mst-ID 13539)

- Anlage 8.6.1: Gemessene Konzentrationen an Nitrat, Cadmium, Blei und Quecksilber an der Grundwassermessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (Mst-ID 13539)
- Anlage 8.6.2: Gemessene Konzentrationen an Ammonium, Chlorid, Nitrit und ortho-Phosphat an der Grundwassermessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (Mst-ID 13539)
- Anlage 8.6.3: Gemessene Konzentrationen an Sulfat an der Grundwassermessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (Mst-ID 13539)
- Anlage 8.6.4: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter des Anhangs 2, LAWA (2016) an der Grundwassermessstelle Bei Deponie Lampertheim (544247) (Mst-ID 13539)

Anlage 9: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Parameter der Anlage 2, GrwV an GW-Rohwasser-Messstellen im WSG Bürrstädter Wald (Stadtwerke Worms) im Grundwasserkörper DEHE_2393_3101

- 9.1: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter der Anlage 2, GrwV an der GW-Rohwasser-Messstelle Br. ZN2, Bürrstadt (Mst.-ID 13464)
- 9.2: Gemessene Konzentrationen ausgewählter Parameter der Anlage 2, GrwV an der GW-Rohwasser-Messstelle Br. N8 (Mst.-ID 13468)
- Anlage 10: Maximale Ausbreitung der Chlorid-Konzentration [mg/l]