

Die Autobahn GmbH des Bundes  
Niederlassung Nordbayern  
Straße/Abschnittsnummer/Station: BAB A 6/220/9,730 bis 220/10,575

BAB A 6 Heilbronn – Nürnberg  
von östl. AS Herrieden bis östl. AS Lichtenau  
Erneuerung der Rezatbrücke, BW 753a  
von Bau-km 752+635 bis 753+480

PROJIS-Nr.:

# FESTSTELLUNGSENTWURF

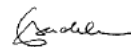
– Wassertechnische Untersuchungen –  
– Erläuterungsbericht –  
Unterlage 18.1

Aufgestellt: 30.03.2022  
Niederlassung Nordbayern  
Abteilung A2 Planung



i. A. Meinert, Teamleiterin

Geprüft: 30.03.2022  
Niederlassung Nordbayern  
Abteilung A2 Planung



i. A. Stadelmaier, Abteilungsleiter

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>6</b>
1.1	Beschreibung der Baumaßnahme .....	6
1.2	Anpassung der Streckenentwässerung.....	7
<b>2</b>	<b>Örtliche Gegebenheiten .....</b>	<b>7</b>
2.1	Beschreibung des Planungsraums .....	7
2.2	Bewertung der Vorfluter .....	7
2.3	Vorhandene Entwässerungseinrichtungen.....	8
2.4	Durchlässe .....	8
<b>3</b>	<b>Geplante Entwässerungseinrichtungen.....</b>	<b>8</b>
3.1	Grundlagen, Vorschriften, Richtlinien und Stellungnahmen .....	8
3.2	Entwässerungsprinzip.....	8
3.3	Grundlagen der wassertechnischen Berechnungen.....	9
3.4	Entwässerungsabschnitte .....	10
3.4.1	Entwässerungsabschnitt EA 1 .....	10
3.4.2	Entwässerungsabschnitt EA 2 .....	11
3.4.3	Entwässerungsabschnitt EA 3A und EA 3B .....	12
3.4.4	Entwässerungsabschnitt EA 4 .....	13
3.4.5	Zusammenfassung .....	14
<b>4</b>	<b>Bauzeitliche Erfordernisse.....</b>	<b>15</b>
4.1	Maßnahmen zur Bauwasserhaltung / Einbringen von Stoffen ins Grundwasser .....	15
4.2	Behelfsbrücke über die Fränkische Rezat.....	19
4.3	Durchlass im Zuge der Baustraße an der GVS Malmersdorf - Immeldorf.....	20
<b>5</b>	<b>Überschwemmungsgebiet .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Trinkwasserschutzgebiet Schlauersbach.....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie.....</b>	<b>22</b>

## Anlagenverzeichnis

	<b>Blatt</b>
1 Regenreihe nach KOSTRA-DWD 2010R.....	1
2 Bauwerksgründungen - Längsschnitt RFB Heilbronn .....	1
- Längsschnitt RFB Nürnberg.....	2

## Abkürzungsverzeichnis

A	Autobahn (z. B. A 6, Bundesautobahn A 6)
Abb.	Abbildung
AS	Anschlussstelle
BAB	Bundesautobahn
Bau-km	Baukilometer
Bay.	Bayerisch
BW	Bauwerk
BY	Bayern
ca.	circa
DN	Nenndurchmesser
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
E	Einleitstelle
EA	Entwässerungsabschnitt
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.
gem.	gemäß
GVS	Gemeindeverbindungsstraße
h	Stunde
ha	Hektar
km	Kilometer
l	Liter
LB	Lichte Breite
LH	Lichte Höhe
m	Meter
mm	Millimeter
MÜ	Mittelstreifenüberfahrt
Nr.	Nummer
öFW	öffentlicher Feld- und Waldweg
östl.	östlich
PV	Verbreiterung
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Entwässerung
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
RF	Richtungsfahrbahn

s	Sekunde
s.	siehe
St	Staatsstraße
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WWA	Wasserwirtschaftsamt
z. B.	zum Beispiel

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Beschreibung der Baumaßnahme**

Das im Zuge der BAB A 6 Heilbronn – Nürnberg im Streckenabschnitt östlich AS Herrieden bis östlich AS Lichtenau gelegene Bauwerk BW 753a über einen öffentlichen Feld- und Waldweg, die Fränkische Rezat und eine GVS weist akute Gefährdungen durch Spannungsrisskorrosion auf und muss erneuert werden. Bei dem vorliegenden Bauvorhaben handelt es sich um einen Ersatzneubau des bestehenden Bauwerks in Bestandshöhe und -lage. Aufgrund des künftig geplanten 6-streifigen Ausbaus der BAB A 6 wird das neue Bauwerk bereits für den künftigen Querschnitt dimensioniert. Die Baumaßnahme umfasst die Erneuerung des BW 753a und die damit verbundenen streckenbaulichen Anpassungsmaßnahmen an der BAB A 6.

Von Bau-km 752+900 bis 753+230 werden bereits die notwendigen Fahrbahnbreiten für den späteren 6-streifigen Ausbau geschaffen. Die sechs durchgehenden Fahrstreifen werden dem allgemeinen Verkehr jedoch erst nach dem späteren endgültigen Streckenausbau zur Verfügung stehen.

Die streckenbaulichen Anpassungen finden zwischen Bau-km 752+635 und 753+480 auf einer Länge von ca. 845 m statt. Die Ein- und Ausfahrbereiche der AS Lichtenau werden geringfügig an den neuen Fahrbahnverlauf angepasst.

Im Zuge der vorgezogenen Baumaßnahme sind für die provisorische Verkehrsführung bereichsweise Verbreiterungen der vorhandenen Fahrbahnflächen sowie Befestigungen der Mittelstreifen erforderlich, welche nach Fertigstellung der vorgezogenen Baumaßnahme erhalten und für den Gesamtausbau der A 6 weiter genutzt werden. Daher werden diese nachfolgend aufgeführten, zusätzlich abflusswirksamen Flächen in die Untersuchung einbezogen.

Die Maßnahmen sind in folgenden Bereichen vorgesehen:

#### Verbreiterungen Richtungsfahrbahn Nürnberg

- von Bau-km 752+635 bis Bau-km 752+820 (PV 01)
- von Bau-km 753+320 bis Bau-km 753+420 (PV 02)

#### Verbreiterungen Richtungsfahrbahn Heilbronn

- von Bau-km 752+635 bis Bau-km 752+820 (PV 03)
- von Bau-km 753+305 bis Bau-km 753+420 (PV 04)

### Mittelstreifenüberfahrten

- von Bau-km 752+635 bis Bau-km 752+713 (MÜ 01)
- von Bau-km 753+310 bis Bau-km 753+480 (MÜ 02)

## **1.2 Anpassung der Streckenentwässerung**

Grundsätzlich erfolgt die künftige Streckenentwässerung im Bereich der geplanten Baumaßnahme entsprechend dem Bestand. Die Anpassung der Entwässerung für den Ersatzneubau erfolgt bis zum eigentlichen 6-streifigen Ausbau mit temporären Maßnahmen. Die Entwässerungssituation wird gegenüber dem Bestand durch die vorgesehenen Maßnahmen nicht verschlechtert.

## **2 Örtliche Gegebenheiten**

### **2.1 Beschreibung des Planungsraums**

Als Vorfluter zur Ableitung und Verbringung von Oberflächenwasser der Verkehrsanlage werden, wie jetzt schon im Bestand, in der Nähe befindliche Flüsse, Bäche und Gräben einbezogen. Der Planungsraum befindet sich vollständig innerhalb des Gewässereinzugsgebiets (Wasserkörper) Regnitz.

Der Planungsabschnitt verläuft durch nachfolgend aufgeführte Schutzgebiete:

- Trinkwasserschutzgebiet Schlauersbach (Zone III)
- Überschwemmungsgebiet der Fränkischen Rezat
- FFH-Gebiet „Gewässerverbund Schwäbische und Fränkische Rezat“

### **2.2 Bewertung der Vorfluter**

Die Baumaßnahme wird von folgendem, offenem Gewässer tangiert:

- Fränkische Rezat

Die Fränkische Rezat wurde gemäß Abstimmung mit dem WWA Ansbach für die Ermittlung der erforderlichen Behandlungsanlagen an den Einleitstellen 3A und 3B gemäß DWA-M 153 [1] als Gewässertyp G 21 (Gewässer mit Fließzeit < 2 Stunden bis zum nächsten Wasserschutzgebiet, Gewässerpunkte 14) eingestuft.

Ferner werden für die Entwässerung der BAB A 6 im Bestand Seitengräben der GVS Malmersdorf – Immeldorf und des öffentlichen Feld- und Waldweges mit anschließender Verbringung in das Gewässer Fränkische Rezat genutzt.

## **2.3 Vorhandene Entwässerungseinrichtungen**

Der Oberflächenabfluss der vorhandenen BAB A 6 wird derzeit über Bankette und Böschungen je nach Entwässerungsabschnitt direkt oder indirekt über Seitengräben der kreuzenden Wege in das Gewässer Fränkische Rezat eingeleitet. Das Oberflächenwasser auf dem bestehenden Bauwerk 753a wird über Entwässerungsleitungen gefasst und entwässert im Tiefpunkt des Bauwerks über einen Fallkasten frei ohne Vorbehandlung in die Fränkische Rezat.

## **2.4 Durchlässe**

Die vorhandene BAB A 6 wird im Planungsabschnitt neben dem Bauwerk 753a von keinem weiteren Geländedurchlass gekreuzt.

## **3 Geplante Entwässerungseinrichtungen**

### **3.1 Grundlagen, Vorschriften, Richtlinien und Stellungnahmen**

Gesetzliche Grundlagen, Vorschriften und Richtlinien, die zur Erstellung der Dokumentation verwendet wurden, können dem Abschnitt „Quellennachweis“ entnommen werden.

### **3.2 Entwässerungsprinzip**

Die Streckenentwässerung erfolgt entsprechend dem vorhandenen Bestand mit geringen Anpassungen.

Beim Ersatzneubau der Rezatbrücke werden grundsätzlich folgende Entwässerungsprinzipien unterschieden:

#### Offene Entwässerung

Die Trasse der vorhandenen BAB A 6 verläuft im Planungsabschnitt überwiegend in Damm-lage. Hier erfolgt entsprechend dem Bestand eine offene Entwässerung am Fahrbahnrand mit breitflächiger Ableitung des Oberflächenwassers über Bankette, Böschungen und Transportmulden zur weiteren Verbringung in die jeweilige Vorflut.



### Geschlossene Entwässerung

Die Richtungsfahrbahn Nürnberg verläuft von Bau-km 751+400 bis 752+560 in Einschnittslage. Das Oberflächenwasser wird mit Einläufen und Leitungen gefasst und weiter über Mulden, Rohrleitungen und Wegseitengräben in die Fränkische Rezat eingeleitet.

Die Entwässerung des Bauwerks 753a erfolgt ausschließlich über Fahrbahnabläufe und Rohrleitungen. Die Verbringung des Straßenoberflächenwassers erfolgt künftig westlich und östlich des Bauwerks über jeweils neu zu errichtende Sedimentationsschächte (z.B. als Fertigteilbauwerk in Rundbauweise) im Dauerstau. Diese werden hinsichtlich qualitativer Behandlungswirkung für eine maximale Oberflächenbeschickung von 9 m/h bemessen.

### **3.3 Grundlagen der wassertechnischen Berechnungen**

Die Abflussmengen der einzelnen Entwässerungsabschnitte werden aus den anfallenden Regenwassermengen von der Straßenfläche, Mittelstreifen, Banketten, Mulden/Gräben und Damm- bzw. Einschnittsböschungen ermittelt.

In Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde, dem WWA Ansbach wurden folgende Bemessungsgrundlagen festgelegt:

Die Bemessung der Entwässerungsanlagen erfolgt unter Verwendung der statistischen Regenreihen für Lichtenau (BY) (s. Anlage 1), Rasterfeld Spalte 41, Zeile 78 KOSTRA-DWD 2010R [3] ohne Toleranzzuschlag.

- $r_{15,n=1} = 112,2 \text{ l/(s·ha)}$
- $r_{15,n=0,33} = 171,9 \text{ l/(s·ha)}$
- $r_{15,n=0,2} = 199,6 \text{ l/(s·ha)}$
- $r_{15,n=0,1} = 237,2 \text{ l/(s·ha)}$ .

Für die Bemessung der Entwässerungsanlagen wurden in Abstimmung mit dem WWA Ansbach folgende Abflussbeiwerte festgelegt:

- Fahrbahnen und Mittelstreifenüberfahrten  $\psi = 0,9$
- Einschnitts- und Dammböschungen  $\psi = 0,3$
- Bankett/Mulden/Gräben  $\psi = 0,5$
- Mittelstreifen  $\psi = 0,5$
- Natürlicher Geländezufluss  $\psi = 0,1$

Die Ermittlung der Regenwassermengen erfolgt gem. DWA-A 118 [4] nach dem Zeitbeiwertverfahren unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung

$$Q_{r15,n} = \psi * A_E * r_{15,n}$$

Der Abfluss von Straßen über Mulden, Seitengräben oder Rohrleitungen im Bankett bzw. Mulde wird gemäß RAS-Ew [2] mit einer Häufigkeit  $n = 1,0$  ermittelt.

### **3.4 Entwässerungsabschnitte**

Aus wassertechnischer Sicht ist der Maßnahmenbereich im Bestand in vier und für die weitere Planung in fünf Entwässerungsabschnitte (EA 1, EA 2, EA 3A, EA 3B, EA 4) zu untergliedern. Im Zuge des vorgezogenen Ausbaus werden die Entwässerungsabschnitte auf Grund zusätzlich befestigter Flächen (Verbreiterungen und Mittelstreifenüberfahrten) sowie erforderlicher Anpassungen hinsichtlich der geplanten Bauwerksentwässerung geringfügig geändert.

Die Zusammenstellung der einzelnen Abschnitte sowie die Ergebnisse hinsichtlich Größe und daraus resultierenden Abflussmengen sowie die Gegenüberstellung zwischen Planung und Bestand wird nachfolgend beschrieben und ist rechnerisch in der Unterlage 18.2 ausgewiesen.

#### **3.4.1 Entwässerungsabschnitt EA 1**

Der Entwässerungsabschnitt EA 1 umfasst die Richtungsfahrbahn Nürnberg von Bau-km 752+945 bis Bau-km 752+980 sowie die Richtungsfahrbahn Heilbronn von Bau-km 752+100 bis Bau-km 752+980. Beide Richtungsfahrbahnen entwässern frei über die Dammböschung in die Dammfußmulde. Der Abfluss der Dammfußmulde wird über einen vorhandenen und im Zuge der Baumaßnahme zu erneuernden Durchlass im Bereich des öFW am westlichen Widerlager des BW 753a in das Rezattal eingeleitet (Einleitstelle E 1). Entsprechend dem Bestand entwässert der Entwässerungsabschnitt EA 1 frei in das Rezattal. Dabei erfolgt keine gefasste Einleitung direkt in die Fränkische Rezat.

Im Zuge der vorgezogenen Baumaßnahme erfolgt innerhalb des Entwässerungsabschnittes jeweils eine Anpassung des Fahrbahnquerschnittes für den Endausbau zwischen Bau-km 752+900 und Bau-km 752+980 mit den dazugehörigen Verzugsbereichen sowie der geplanten Verbreiterung (PV 03) und Mittelstreifenüberfahrt (MÜ 01).

Die vorhandene Entwässerungssituation wird durch den Ersatzneubau des Bauwerks nicht verändert. Lediglich durch die Anpassungsbereiche an die Strecke und den geplanten Verbreiterungen wird die befestigte Fläche um ca. 0,052 ha vergrößert. Durch die Zunahme der befestigten Fläche und den Böschungsanpassungen vergrößert sich die reduzierte Fläche  $A_u$  somit um 0,032 ha. Dadurch vergrößert sich der Abfluss ins Rezattal um ca. 3,58 l/s. Dies entspricht bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet 1 einer Zunahme um ca. 1,85 %, was keine signifikante Erhöhung des Bemessungszuflusses ins Rezattal darstellt. Somit sind keine ergänzenden Entwässerungsmaßnahmen (qualitativ und quantitativ) erforderlich.

### **3.4.2 Entwässerungsabschnitt EA 2**

Das Oberflächenwasser der Richtungsfahrbahn Nürnberg und der Einschnittsböschung wird von Bau-km 751+400 bis Bau-km 752+560 in Rohrleitungen gefasst und in die Dammfußmulde der BAB A 6 eingeleitet. Von Bau-km 752+560 bis Bau-km 752+945 entwässert die Richtungsfahrbahn Nürnberg frei über die Dammböschung in die Dammfußmulde. Der Abfluss wird über einen vorhandenen Durchlass in den Seitengraben des südlich vom Bauwerk 753a verlaufenden Wegs verbracht und im weiteren Verlauf nach ca. 260 m in die Fränkische Rezat eingeleitet (Einleitstelle E 2).

Im Zuge der vorgezogenen Baumaßnahme erfolgt innerhalb des Entwässerungsabschnittes jeweils eine Anpassung des Fahrbahnquerschnittes im Verzugsbereich zum endgültigen Fahrbahnquerschnitt sowie der geplanten Verbreiterung (PV 01) und Mittelstreifenüberfahrt (MÜ 01).

Die vorhandene Entwässerungssituation wird durch den Ersatzneubau des Bauwerks nicht verändert. Lediglich durch die Anpassungsbereiche an die Strecke und den geplanten Verbreiterungen wird die befestigte Fläche um ca. 0,025 ha vergrößert. Durch die Zunahme der befestigten Fläche und den Böschungsanpassungen vergrößert sich die reduzierte Fläche  $A_u$  somit um 0,016 ha. Dadurch vergrößert sich der Abfluss in die Rezat um ca. 1,79 l/s. Dies entspricht bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet 2 einer Zunahme um ca. 0,57 %, was keine signifikante Erhöhung des Bemessungszuflusses in die Rezat darstellt. Somit sind keine ergänzenden Entwässerungsmaßnahmen (Qualitativ und quantitativ) erforderlich.

### 3.4.3 Entwässerungsabschnitt EA 3A und EA 3B

Im Bestand wird das auf dem bestehenden Bauwerk anfallende Oberflächenwasser über Entwässerungsleitungen gefasst und entwässert im Tiefpunkt des Bauwerks über einen Fallkasten frei und ohne Vorbehandlung in die Fränkische Rezat. 82,5 l/s werden so in die Fränkische Rezat eingeleitet.

Das Oberflächenwasser des künftigen Bauwerks wird über Fahrbahneinläufe und Leitungen jeweils an das westliche und östliche Widerlager geführt. Aufgrund der Lage zum angrenzenden Trinkwasserschutzgebiet Schlauersbach (Zone III) sowie des FFH-Gebiets „Gewässerverbund Schwäbische und Fränkische Rezat“ und dem daraus resultierenden Erfordernis einer qualitativen Vorbehandlung erfolgt die Ableitung jeweils über einen Sedimentationsschacht in die Fränkische Rezat. Die Sedimentationsschächte werden in Fertigteilbauweise (Rundbecken) errichtet und außerhalb des Überschwemmungsgebiets angeordnet. Die Ableitung aus den Sedimentationsschächten in die Fränkische Rezat erfolgt jeweils durch einen östlich und westlich der Fränkischen Rezat neu zu errichtenden Vorflutgraben über die Einleitstellen E 3A und E 3B. Weitere Änderungen der vorhandenen Entwässerungssituation sind durch den Ersatzneubau des Bauwerks nicht vorgesehen.

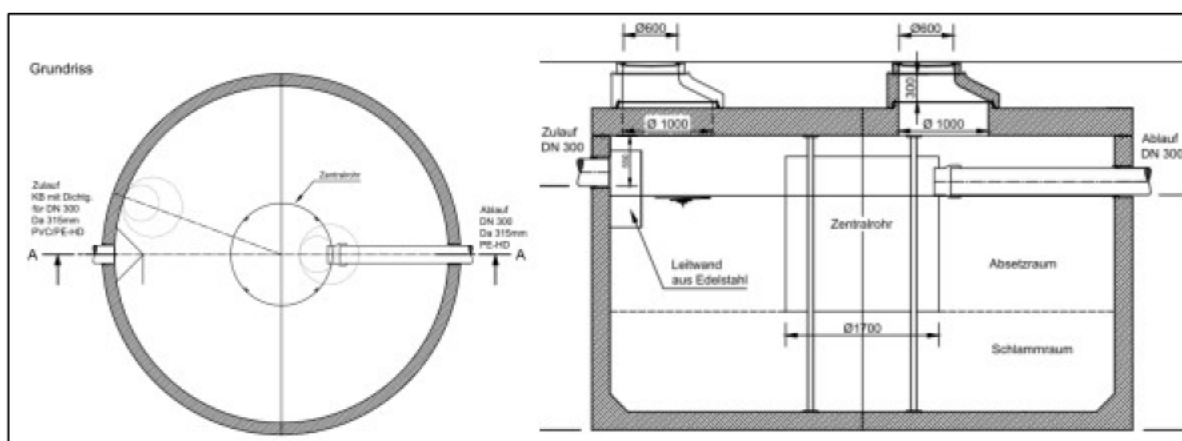


Abb. 1: Systemskizze Sedimentationsschacht in Rundbauweise als Fertigteil (Quelle: Mall Umweltsysteme)

Durch den Ersatzneubau des Bauwerks 753a erhöht sich die gesamte abflusswirksame Fläche gegenüber dem Bestand um 0,095 ha (12,93 %). Daraus resultiert eine Zunahme des Oberflächenabflusses um 10,67 l/s. Für die Fränkische Rezat beträgt die maximale zulässige Einleitmenge  $Q_{Dr,max}$  für die 4.716 l/s (ermittelt auf Grundlage der übergebenen Gewässerdaten vom WWA Ansbach). Die geringfügige Mehrbelastung von 10,67 l/s ist daher vertretbar. Eine Drosselung der Einleitmenge ist somit nicht erforderlich.

Gemäß der geplanten Unterteilung des Entwässerungsabschnittes in EA 3A und EA 3B ergibt sich ein absoluter Oberflächenabfluss von 49,9 l/s am westlichen und ein Abfluss von 43,2 l/s am östlichen Widerlager.

Für die Unterquerung der GVS am östlichen Widerlager ist die Errichtung eines Dükers geplant. Der öFW am westlichen Widerlager wird mit einem Durchlass gequert. Der Düker und der Durchlass sind in ihren Abmessungen für den anfallenden Oberflächenabfluss ausgelegt.

#### **3.4.4 Entwässerungsabschnitt EA 4**

Der Entwässerungsabschnitt 4 umfasst die Richtungsfahrbahn Nürnberg von Bau-km 753+210 bis Bau-km 753+435 und für die Richtungsfahrbahn Heilbronn von Bau-km 753+210 bis Bau-km 753+420. Darüber hinaus umfasst der Bereich Teile der Anschlussstelle Lichtenau. Die Trasse verläuft dabei überwiegend in Dammlage. Beide Richtungsfahrbahnen sowie die dem Entwässerungsabschnitt zugehörigen Rampen der Anschlussstelle entwässern frei über die Dammböschung und die angrenzenden Dreiecksflächen in jeweils angrenzenden Mulden. Diese binden im weiteren Verlauf an den Einleitstellen E 4A und E 4B in den vorhandenen Seitengraben der kreuzenden GVS ein. Die vorhandene Entwässerungssituation wird durch den Ersatzneubau nicht verändert.

Im Zuge der vorgezogenen Baumaßnahme erfolgt innerhalb des Entwässerungsabschnittes jeweils eine Anpassung des Fahrbahnquerschnittes für den Endausbau zwischen Bau-km 753+210 und Bau-km 753+230 mit den dazugehörigen Verzugsbereichen sowie der geplanten Verbreiterung (PV 02 und PV 04) und Mittelstreifenüberfahrt (MÜ 02).

Die rechnerisch ermittelte Zunahme der abflusswirksamen Flächen gegenüber dem Bestand um 0,027 ha (2,5 %) ergibt eine Erhöhung des Oberflächenabflusses um 3,02 l/s was keine signifikante Erhöhung des vorhandenen Bemessungszuflusses in die Seitengraben der GVS und schlussendlich in die Fränkische Rezat darstellt. Somit sind keine ergänzenden Behandlungsmaßnahmen (qualitativ und quantitativ) erforderlich.

### 3.4.5 Zusammenfassung

Als Übersicht sind hier die Entwässerungsabschnitte tabellarisch zusammengestellt:

Entwässerungsabschnitt	Station		Einleitstelle	Vorflut
	von Bau-km	bis Bau-km		
EA 1	RF Nürnberg		E 1	Rezattal
	752+945	752+980		
	RF Heilbronn			
	752+100	752+980		
EA 2	RF Nürnberg		E 2	Wegseitengräben zur Fränkischen Rezat
	751+400	752+945		
EA 3A	752+980	753+104	E 3A	Fränkische Rezat
EA 3B	753+104	753+210	E 3B	Fränkische Rezat
EA 4	RF Nürnberg		E 4A	Wegseitengräben zur Fränkischen Rezat
	753+210	753+435		
	RF Heilbronn			
	753+210	753+420		

Tabelle 1: Übersicht Entwässerungsabschnitte

Die Entwässerungsabschnitte sind durch folgende Kenngrößen festgelegt:

Entwässerungsabschnitt	Station		Fläche abflusswirksam Au [ha]	Einleitmenge $Q_{r15,n=1}$ [l/s]	Entwässerungsbauwerk
	von Bau-km	bis Bau-km			
EA 1	RF Nürnberg		1,756	197,02	gem. Bestand keine Behandlungsanlage
	752+945	752+980			
	RF Heilbronn				
	752+100	752+980			
EA 2	RF Nürnberg		2,832	317,74	gem. Bestand keine Behandlungsanlage
	751+400	752+945			
EA 3A	752+980	753+104	0,445	49,94	Sedimentationsschacht
EA 3B	753+104	753+210	0,385	43,20	Sedimentationsschacht

Entwässerungsabschnitt	Station		Fläche abflusswirksam Au [ha]	Einleitmenge $Q_{r15,n=1}$ [l/s]	Entwässerungsbauwerk
	von Bau-km	bis Bau-km			
EA 4	RF Nürnberg		1,109	124,43	gem. Bestand keine Behandlungsanlage
	753+210	753+435			
	RF Heilbronn				
	753+210	753+420			

Tabelle 2: Übersicht Kenngrößen

## 4 Bauzeitliche Erfordernisse

### 4.1 Maßnahmen zur Bauwasserhaltung / Einbringen von Stoffen ins Grundwasser

Die Widerlager und Pfeiler der Rezatbrücke werden mit Ortbetonpfählen tief gegründet. Zudem ist die Errichtung des bauzeitlich erforderlichen Traggerüsts zum Abbruch und zur Herstellung der Brückenüberbauten mittels Tiefgründung erforderlich. Die geplanten Sedimentationsschächte an den jeweiligen Widerlagern erfordern auch Eingriffe ins Grundwasser.

Die genannten Maßnahmen sind mit stofflicher Einbringung ins Grundwasser verbunden. Des Weiteren werden bauzeitlich Wasserhaltungen erforderlich.

Für die stoffliche Einbringung ins Grundwasser sowie für die erforderlichen Bauwasserhaltungen werden hiermit im Rahmen des Feststellungsverfahrens die notwendigen wasserrechtlichen Erlaubnisse und Genehmigungen beantragt.

#### Tiefgründung Brückenbauwerk für Widerlager und Pfeiler

Die Gründung der Brückenunterbauten ist als Tiefgründung geplant. Die konstruktive Umsetzung erfolgt über **Bohrpfähle**. Zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeit werden diese bis in den anstehenden Felshorizont in ca. 15 bis 25 m Tiefe unter Gelände eingebracht. Dabei wird der oberste Grundwasserhorizont durchörtert. Die Herstellung der Bohrpfähle erfolgt in Ortbetonbauweise. Da der Frischbeton im Mantelrohr eingebracht wird, sind keine Stützflüssigkeiten oder ähnliches im Bohrloch erforderlich. Durch die kurzzeitige Verfestigung des Betons wird eine Stoffabgabe im anstehenden Grundwasser weitestgehend vermieden.

Für die Herstellung der Bohrpfähle erfolgt jeweils ein einmaliges Abpumpen des zuströmenden Grundwassers im Bohrrohr. Je Bohrpfahl fallen damit ca. 26 – 44 m<sup>3</sup> Wasser (Pfahllänge

15 – 25 m, Durchmesser 1,5 m) an. Das Wasser wird vor der Einleitung in die Vorflut über Absetzcontainer gereinigt.

Je Unterbau sind 6 bzw. 8 Bohrpfähle vorgesehen. Die Zeitdauer der Bohrpfahlherstellung für die Unterbauten je Richtungsfahrbahn beträgt vsl. 2,5 Monate. Die Bohrebene zur Pfahlherstellung liegt oberhalb des Grundwassers und erfordert keine zusätzliche Wasserhaltung.

Die **Baugruben** der Pfahlkopfplatten, als Auflager für die **Pfeiler**, liegen im Grundwasser. Für die Herstellung der Gründungsbauteile der Pfeiler ist ein wasserundurchlässiger Spundwandkasten vorgesehen. Innerhalb des Verbaus kann eine offene Wasserhaltung über ringförmige Sickerstränge, die zu Pumpensümpfen hin entwässern hergestellt werden. Die Tiefe der dafür erforderlichen Baugruben beträgt bis zu 2 m unter Gelände. Die Dauer der Absenkung je Baugrube beträgt rund 3 Wochen. Insgesamt ist für die Wasserhaltung eine Gesamtdauer von ca. 3 Monate für die Herstellung der Pfahlkopfplatten je Richtungsfahrbahn erforderlich.

Die während der Absenkung des Grundwassers innerhalb eines Spundwandkastens abzupumpende Wassermenge wird mit ca. 2 – 5 l/s, abhängig von der genauen Tiefenlage der Baugrube und des Wasserstands der Rezat, abgeschätzt. Die Wasserhaltung ist kontinuierlich bis zur Verfüllung der Baugrube zu betreiben (ca. 3 Wochen je Spundwandkasten). Das anfallende Wasser wird wieder über Absetzcontainer gereinigt und kontinuierlich der Vorflut zugeleitet.

Die Sohlen der **Baugruben** der Pfahlkopfplatten, als Auflager für die **Widerlager**, liegen oberhalb des Grundwassers. Hier muss lediglich mit zufließendem Schichtwasser gerechnet werden. Hierfür wird an den Widerlagern eine offene Wasserhaltung vorgesehen. Die anfallende Wassermenge beträgt weniger als 1 l/s. Während Trockenzeiten im Sommer fällt kein Wasser an. Falls keine freie Ableitung des Wassers möglich ist, ist das Wasser in Pumpensümpfen zu sammeln und abzupumpen. Die Dauer der offenen Wasserhaltung für die Baugrube je Widerlager beträgt rund 3 Wochen. Gepumptes Wasser wird wieder über Absetzcontainer vor der Einleitung in die Vorflut gereinigt.

Zur Ableitung des Bauwassers werden entsprechend leistungsfähige Pumpen vorgesehen. Das Bauwasser wird zur Vorreinigung über Absetzcontainer geleitet und anschließend der Fränkischen Rezat zugeführt. Die Absetzcontainer werden außerhalb des FFH- und Überschwemmungsgebiets platziert.

In Anlage 2 – Blatt 1 und 2 zum Wassertechnischen Bericht sind Angaben zu Bodeneigenschaften, Grundwasserständen und Bohrpfahlgeometrien dargestellt.



### Tiefgründung Traggerüst

Die Gründung der Traggerüste als Baubehelf ist als Tiefgründung geplant. Die konstruktive Umsetzung erfolgt über **Bohrpfähle**. Wie bei den Brückenachsen werden die Bohrpfähle bis in den anstehenden Felshorizont in ca. 15 bis 25 m Tiefe unter Gelände eingebracht. Dabei wird der oberste Grundwasserhorizont durchörtert. Die Herstellung der Bohrpfähle für das Traggerüst erfolgt in Ortbetonbauweise. Da der Frischbeton im Mantelrohr eingebracht wird, sind keine Stützflüssigkeiten oder ähnliches im Bohrloch erforderlich. Durch die kurzzeitige Verfestigung des Betons wird eine Stoffabgabe im anstehenden Grundwasser weitestgehend vermieden. Die Pfähle verbleiben nach Rückbau des Traggerüst im Boden.

Für die Herstellung der Bohrpfähle erfolgt jeweils ein einmaliges Abpumpen des zuströmenden Grundwassers im Bohrrohr. Je Bohrpfahl fallen damit ca. 26 – 44 m<sup>3</sup> Wasser (Pfahllänge 15 – 25 m, Durchmesser 1,5 m) je Bohrpfahl an. Das Wasser wird vor der Einleitung in die Vorflut über Absetzcontainer gereinigt.

Je Traggerüst sind 4 Bohrpfähle vorgesehen. Die Bohrpfahlherstellung erfolgt innerhalb der geplanten 2,5 Monate für die Herstellung der Bohrpfähle der Pfeiler und Widerlager (siehe oben). Die Bohrebene zur Pfahlherstellung liegt oberhalb des Grundwassers und erfordert keine zusätzliche Wasserhaltung.

Die **Baugruben** der Pfahlkopfplatten, als Auflager für die **Traggerüstkonstruktion**, sollen so angeordnet werden, dass die Sohlen der Baugruben maximal bis zum Grundwasser reichen. Für die Herstellung der Gründungsbauteile des Traggerüsts ist bei den Baugruben oberhalb des Grundwassers eine offene Baugrube vorgesehen. Innerhalb der Baugrube ist zusickern-des Schichtwasser- und Oberflächenwasser zu fassen und abzuleiten. Die anfallende Wassermenge beträgt weniger als 1 l/s.

Dies lässt sich bei den Traggerüstgründungen 3 und 7 nicht umsetzen, da sonst die Fundamente Abflusshindernisse bei Hochwasser darstellen. Hier sind Einbindungen von 1,0 m bzw. 1,2 m ins Grundwasser erforderlich.

Bei den Baugruben der Traggerüstgründungen 3 und 7 wird ein Spundwandverbau vorgesehen. Innerhalb des Verbaus fallen bei der Einbindung von 1,0 m bzw. 1,2 m ins Grundwasser ca. 1 – 3 l/s an, die abgepumpt werden müssen. Die Dauer der Absenkung je Baugrube beträgt rund 3 Wochen.

Die Herstellung der Pfahlkopfplatten des Traggerüsts erfolgt innerhalb der geplanten 3 Monate für die oben genannte Herstellung der Pfahlkopfplatten der Pfeiler und der Widerlager.

Das Bauwasser wird zur Vorreinigung über Absetzcontainer geleitet und anschließend der Fränkischen Rezat zugeführt. Die Absetzcontainer werden außerhalb des FFH- und Überschwemmungsgebiets platziert.

In Anlage 2 – Blatt 1 und 2 zum Wassertechnischen Bericht sind Angaben zu Bodeneigenschaften, Grundwasserständen und Bohrpfahlgeometrien dargestellt.

#### Auswirkung der Gründungen auf den Grundwasserleiter

Der große Talraum des quartären Grundwasserleiters wird durch die Bohrpfähle und die Pfahlkopfplatten (einschließlich der Pfähle für die Traggerüste) nicht relevant eingeschränkt. Es sind keine Auswirkungen auf die vorhandene Grundwasserströmung durch die Bohrpfähle gegeben.

#### Sedimentationsschacht mit Leitungen, östlich der Rezat

Die **Baugrube** zur Herstellung des **Sedimentationsschachtes** liegt im Grundwasser. Für die Baugrube ist deshalb ein wasserundurchlässiger Spundwandverbau vorgesehen. Innerhalb des Spundwandkastens wird die anfallende Wassermenge der Bauwasserhaltung mit ca. 5 – 10 m<sup>3</sup>/h abgeschätzt. Hierfür ist eine offene Wasserhaltung innerhalb des Spundwandkastens für die Dauer von ca. 2 Monaten vorzusehen.

Die **Zuleitungen** vom Sedimentationsschacht bis zum offenen Vorflutgraben zur Rezat inklusive der erforderlichen Schächte wird voraussichtlich mit einer frei geböschten Baugrube hergestellt. Die Baugrube bindet dabei ca. 0,5 – 1,0 m in das Grundwasser ein. Die für den Bau der Leitungen erforderliche offene Bauwasserhaltung wird anhand von Erfahrungen mit ähnlichen Maßnahmen mit ca. 3 - 5 m<sup>3</sup>/h während der Bauzeit von ca. 4 Wochen abgeschätzt.

Zur Ableitung des Bauwassers werden entsprechend leistungsfähige Pumpen vorgesehen. Das Bauwasser wird zur Vorreinigung über Absetzcontainer geleitet und anschließend der Fränkischen Rezat zugeführt. Die Absetzcontainer werden außerhalb des FFH- und Überschwemmungsgebiets platziert.

#### Sedimentationsschacht mit Leitungen, westlich der Rezat

Die **Baugrube** zur Herstellung des **Sedimentationsschachtes** liegt im Grundwasser. Für die Baugrube ist deshalb ein wasserundurchlässiger Spundwandverbau vorgesehen. Innerhalb des Spundwandkastens wird die anfallende Wassermenge der Bauwasserhaltung mit

ca. 5 – 10 m<sup>3</sup>/h abgeschätzt. Hierfür ist eine offene Wasserhaltung innerhalb des Spundwandkastens für die Dauer von ca. 2 Monaten vorgesehen.

Im Bereich der **Zuleitungen** vom Sedimentationsschacht bis zum offenen Vorflutgraben zur Rezat inklusive der erforderlichen Schächte ist nur mit lokalem Schichtwasser während Feuchtperioden zu rechnen. Lediglich im Endbereich kann die Leitung bei höherem Grundwasserstand im Grundwasser liegen. In diesem Fall wird die erforderliche Bauwasserhaltung kleiner 1 m<sup>3</sup>/h abgeschätzt. Die Herstellung der Leitungen in diesem Bereich beträgt ca. 2 Wochen. In Trockenphasen liegt das Grundwasser unterhalb der Aushubsohle.

Zur Ableitung des Bauwassers werden entsprechend leistungsfähige Pumpen vorgesehen. Das Bauwasser wird zur Vorreinigung über Absetzcontainer geleitet und anschließend der Fränkischen Rezat zugeführt. Die Absetzcontainer werden außerhalb des FFH- und Überschwemmungsgebiets platziert.

#### **4.2 Behelfsbrücke über die Fränkische Rezat**

Zur bauzeitlichen Querung der Fränkischen Rezat wird eine Behelfsbrücke mit beidseitigen Anrampungen hergestellt. Die Behelfsbrücke ist so konzipiert, dass ein 100-jähriges Hochwasser (HQ100) berücksichtigt ist. Das heißt, der Überbau der Behelfsbrücke über die Rezat liegt damit oberhalb der Wasserstandslinie eines statistisch alle 100 Jahre auftretenden Hochwasserereignisses. Darüber hinaus kann der Überbau im Bedarfsfall herausgehoben werden (z.B. Hochwasser) und stellt damit kein Hindernis mehr dar. Der Überbau der Behelfsbrücke hat eine Querschnittsbreite von 4,50 m zwischen den Geländern. Die beidseitigen Anschlüsse an die Behelfsbrücke werden mit Spundwänden und entsprechenden Hinterfüllungen hergestellt. Die Auffahrtsrampen werden mit einer Längsneigung von mindestens 8 % geplant, um einerseits möglichst schnell wieder auf Gelände zu kommen und andererseits die Überfahrbarkeit mit Baufahrzeugen zu gewährleisten.

Für den geplanten Bauzustand mit der Behelfsbrücke wurden in Abstimmung mit dem WWA Ansbach hydraulische Berechnungen durchgeführt. Gemäß den hydraulischen Berechnungen hat die Behelfsbrücke keine negativen Auswirkungen auf den Hochwasserschutz und den Hochwasserrückhalt. Gemäß dem Gutachten stellen auch die Hinterfüllungen des Behelfsbauwerks keine Beeinträchtigung dar.

Auf Grundlage der Berechnungsergebnisse ergeben sich insgesamt durch die geplante Baumaßnahme keine wesentlichen Änderungen auf den Hochwasserabfluss und die Wasserstände. Ein Ausgleich von Retentionsraum für bauzeitliche Eingriffe ist nicht erforderlich.

Die Brücke wird nach Abschluss der Bauarbeiten wieder zurückgebaut.

#### **4.3 Durchlass im Zuge der Baustraße an der GVS Malmersdorf - Immeldorf**

Die bauzeitliche Erschließung der Brückenbaustelle zum östlichen Widerlager erfolgt über die St 2223 nördlich des Bauwerks 753a und die GVS Malmersdorf – Immeldorf. Die GVS kreuzt das Gewässer Dorfbächlein. Der vorhandene Durchlass (LB x LH = 2,20 m x 1,50 m) der GVS kann aufgrund einer eingeschränkten Durchfahrtsbreite nicht für den Baustellenverkehr genutzt werden. Daher wird in diesem Bereich parallel eine Baustraße errichtet und für die Querung des Dorfbächleins unmittelbar neben dem derzeit vorhandenen Durchlass ein Behelfsbauwerk errichtet (siehe Unterlage 16.1/ Blatt 1), der für die gesamte Dauer der Bauzeit bestehen bleibt. Das Bauwerk wird in Abstimmung mit dem WWA Ansbach zur Gewährleistung der hydraulischen Leistungsfähigkeit ebenfalls als Rahmendurchlass mit den Abmessungen LB x LH = 2,25 m x 1,50 m hergestellt. Die Verrohrung des Dorfbächleins erfolgt in Anpassung an die Querschnittsbreite der Baustraße auf einer Länge von ca. 10 m. Nach Beendigung der Baumaßnahmen wird das Bauwerk zurückgebaut.

### **5 Überschwemmungsgebiet**

Das Bauvorhaben befindet sich im Überschwemmungsgebiet der Fränkischen Rezat. Für die Bauzustände und den Endzustand wurden in Abstimmung mit dem WWA Ansbach hydraulische Bemessungen durchgeführt. Der geplante Ersatzneubau des Bauwerks BW 753a hat im Endzustand und den Bauzuständen keine negativen Auswirkungen auf den Hochwasserschutz und den Hochwasserrückhalt. Gemäß den hydraulischen Berechnungen ergeben sich durch die Maßnahmen keine wesentlichen Änderungen auf den Hochwasserabfluss und die Wasserstände. Ein Ausgleich von Retentionsraum für Eingriffe die ausschließlich auf den Zeitraum des Baufortschrittes beschränkt sind, ist entbehrlich. Für den Endzustand ist kein Retentionsraumausgleich erforderlich.

## 6 Trinkwasserschutzgebiet Schlauersbach

Südlich der BAB A 6 befindet sich das Trinkwasserschutzgebiet Schlauersbach. Das Wasserschutzgebiet liegt auf dem Gebiet des Marktes Lichtenau und der Stadt Wolframs-Eschenbach im Landkreis Ansbach und dient der öffentlichen Wasserversorgung der Stadt Ansbach.

Die geplante Maßnahme tangiert über die gesamte Länge den äußeren Randbereich der Zone III des Wasserschutzgebiets.

Grundsätzlich erfolgt die künftige Streckenentwässerung im Bereich der geplanten Baumaßnahme entsprechend dem Bestand. Die Anpassung der Entwässerung für den Ersatzneubau erfolgt bis zum eigentlichen 6-streifigen Ausbau mit temporären Maßnahmen. Die Entwässerungssituation wird gegenüber dem Bestand durch die vorgesehenen Maßnahmen nicht verschlechtert. Qualitativ ist eine Verbesserung der vorhandenen Entwässerungssituation in den Abschnitten 3A und 3B (Bauwerksbereich) vorgesehen. Durch die Anordnung von Sedimentationsschächten und die damit verbundene qualitative Vorbehandlung wird die Entwässerungssituation der Talbrücke gegenüber dem Bestand verbessert. Die Randausbildung und weitere bauliche Schutzmaßnahmen nach den RiStWag für die Zone III des Wasserschutzgebiets erfolgt gemäß Abstimmung mit dem WWA Ansbach beim späteren 6-streifigen Ausbau.

Im Zuge der Bauausführung werden die Verbote der Schutzgebietsverordnung des Landratsamtes Ansbach vom 01.10.2012 zum Schutze des Grundwassers beachtet. Folgende Maßnahmen werden gemäß Abstimmung mit dem WWA Ansbach für den Baustellenbereich innerhalb des WSG Schlauersbach umgesetzt:

Das Bauvorhaben wird frühzeitig mit dem Wasserversorgungsunternehmen abgestimmt.

Mögliche Eingriffe in den Untergrund werden minimiert.

Auf den temporären Einbau von Recyclingmaterialien wird verzichtet.

Es wird nur unbelasteter Erdaushub verwendet ( $\leq$  Z.0 gem. LAGA), bei Einbau von Fremdmaterial wird die Unbedenklichkeit des Materials nachgewiesen.

Die Arbeiten werden zügig durchgeführt, um die Bauzeit möglichst kurz zu halten.

Alle am Bau Beteiligten werden über die Auflagen und besonderen Randbedingungen informiert. Die Bauleitung des ausführenden Unternehmens wird das für die Ausführung

vorgesehene Personal entsprechend belehren und die Belehrung schriftlich protokollieren. Dies gilt auch für eingesetzte Nachunternehmer.

Beim Einsatz von Baumaschinen und Geräten wird mit besonderer Sorgfalt gearbeitet. Bei der Bauausführung werden nur für Wasserschutzgebiete zugelassene Baufahrzeuge, Maschinen und Materialien verwendet. Fahrzeuge und Baumaschinen werden gegen Kraftstoff- und Ölverluste gesichert. Die Baumaschinen werden diesbezüglich arbeitstäglich überprüft. In arbeitsfreien Zeiten werden Tropfverluste durch mobile Auffangwannen gefasst.

Werkzeuge, Baumaschinen und Fahrzeugen, die zuvor an kontaminierten Standorten (z.B. Deponien, Altlastenflächen) verwendet wurden, werden vor dem Einsatz gereinigt. Kleinreparaturen werden sofort durchgeführt bzw. defekte Geräte umgehend ausgetauscht. Es werden Betriebsmittel eingesetzt, die maximal der Wassergefährdungsklasse WGK 1 entsprechen. Sollte der Einsatz von Hydraulikölen, Schmierstoffen und Kraftstoffen, die diese Anforderung nicht erfüllen, erforderlich sein, wird der Einsatz in begründeten Fällen mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abgestimmt.

Im Baustellenbereich werden innerhalb der Schutzzone keine wassergefährdenden Stoffe gelagert, abgefüllt oder umgeschlagen.

Für eventuelle Schadensfälle (Bodenverunreinigung) werden notwendige Materialien und Geräte zur Schadensminimierung vorgehalten. Eingetretene Bodenverunreinigungen mit möglicher Gefährdung von Grund- und Oberflächenwasser werden sofort der zuständigen Behörde sowie dem Wasserversorger gemeldet. Die durchgeführten Maßnahmen zur Schadensminimierung und -behebung werden protokolliert und dokumentiert.

Die Bauarbeiten werden dem Landratsamt Ansbach und dem Wasserwirtschaftsamt Ansbach rechtzeitig vorher angezeigt, ebenso die Fertigstellung der Maßnahme.

Die Baustelleneinrichtungsflächen befinden sich außerhalb des Wasserschutzgebiets.

## **7 Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie**

In den Streckenabschnitten EA 1, EA 2 und EA 4 verbleibt die Entwässerungssituation grundsätzlich wie im Bestand. Lediglich durch die zusätzlichen befestigten Flächen erhöht sich an den jeweiligen Einleitstellen der Bemessungszufluss geringfügig. Die geringen zusätzlichen Abflussmengen sind zu vernachlässigen.

Im Entwässerungsabschnitt EA 3A und EA 3B (Bauwerksbereich) wird durch die Anordnung der beiden Sedimentationsschächte und die damit verbundene qualitative Vorbehandlung die Entwässerungssituation der Talbrücke gegenüber dem Bestand verbessert.

Nach der Erneuerung des Bauwerks verbleibt die Fahrstreifenanzahl entsprechend dem Bestand. Es werden auf der Richtungsfahrbahn Nürnberg zwei Fahrstreifen und ein Ausfädelungstreifen und auf der Richtungsfahrbahn Heilbronn zwei Fahrstreifen und ein Einfädelungstreifen markiert. Entsprechend dem Bestand wird der Einfädelungstreifen auf der Richtungsfahrbahn Heilbronn im weiteren Verlauf nicht eingezogen, so dass hier drei Fahrstreifen zur Verfügung stehen. Die sechs durchgehenden Fahrstreifen, zuzüglich der erforderlichen Ein- und Ausfädelspuren an der AS Lichtenau, stehen dem allgemeinen Verkehr erst nach dem späteren endgültigen Streckenausbau zur Verfügung. Nachdem der Ersatzneubau nicht um zusätzliche Fahrstreifen erweitert wird, sondern die Anzahl der Fahrstreifen gleichbleibt, wird die Verkehrsfunktion und die Leistungsfähigkeit der BAB A 6 durch das Bauvorhaben nicht verändert. Mit der geplanten Maßnahme gehen somit weder eine Verkehrszunahme, noch eine vermehrte Tausalzausbringung einher, so dass die Schadstofffrachten gegenüber dem Bestand unverändert bleiben.

Auf einen detaillierten Nachweis gemäß den Hinweisen für die Beurteilung von Einwirkungen auf Oberflächengewässer im Zusammenhang mit Neubau- und Änderungsmaßnahmen an Straßen, insbesondere zum Verschlechterungsverbot nach § 27 WHG (Bay. Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz und Bay. Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr, Schreiben vom 15.11.2017) wird aufgrund der oben aufgeführten Betrachtung verzichtet. Es ist keine Verschlechterung des Gewässerzustandes zu erwarten.

## Quellenverzeichnis

- [1] Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt 153 (DWA-M 153), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef, 2007
- [2] Richtlinien für die Anlagen von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew); Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV), Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln, 2005
- [3] Starkniederschlagshöhen für Deutschland, KOSTRA-DWD-2010R; Deutscher Wetterdienst
- [4] Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Arbeitsblatt 118 (DWA-A 118), DWA, Hennef, 2006