



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE

## **B 462, Tunnel Freudenstadt**

**Entwässerung  
des chloridhaltigen Bergwassers  
in den Forbach**



Einleitung

Im Jahr 2016 wurde ein ingenieurgeologisches Gutachten zum Tunnel Freudenstadt vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) erstellt.

Dem Gutachten zu Folge ist unter Annahme einer Grundwasserabsenkung durch den Tunnel von 5 m mit einer Bergwassermenge im Normalfall von  $2 \text{ l/(s} \cdot 100 \text{ m)}$  und unter maximalen Bedingungen von  $4 \text{ l/(s} \cdot 100 \text{ m)}$  (Starkregenereignis) zu rechnen. In den Bohrproben wurden folgende Chloridkonzentrationen festgestellt:

Nr.	[mg/l]	Nr.	[mg/l]	Nr.	[mg/l]
KB 2/14	<b>64,4</b>	KB 4/14	<b>28,5</b>	KB 6/14	<b>37,4</b>
KB 3/14	<b>29,6</b>	KB 5/14	<b>158,0</b>	KB 3/16	<b>35,0</b>

Mit Mail vom 03.02.2020 (LGRB-Az.: 4764//16\_01175) wurde aus hydrogeologischer Sicht die durchschnittlich zu erwartende Chloridkonzentration im Bergwasserabfluss mit 50-60 mg/l angegeben (siehe Anlage 1, Mail LGRB vom 03.02.2020). Somit stellt das Ergebnis in KB 5/14 eine 2,5-3,0-fach erhöhte Chloridkonzentration gegenüber dem Durchschnitt dar.

Durch den geplanten Tunnel wird das Grundwassersystem im Berg angeschnitten. Gemäß geologischem Gutachten ist zwischen Tunnelstation ca. 1+400 und Ostportal bei 1+945 mit zulaufendem Wasser zu rechnen, sodass im Regelbetrieb  $545 \text{ m} \cdot 2 \text{ l/(s} \cdot 100 \text{ m)} \approx 11 \text{ l/s}$  als dauerhafter Bergwasserabfluss abzuführen sind.

Bei einem Starkregenereignis erhöht sich die Abflussmenge auf 22 l/s.

Dieses Wasser soll in einer Drainage entlang der Tunnelachse gefasst und aus dem Berg herausgeleitet werden.

## Planung

Mangels Alternativen wird vom Vorhabenträger - Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 44 Straßenplanung - der Ansatz verfolgt, das chloridhaltige Bergwasser in die nächstgelegene Vorflut, den Forbach, einzuleiten. In Höhe der Boschenlochkurve (zukünftiges Westportal des geplanten Tunnels) soll das Wasser auf kürzestem Weg dem Forbach zugeführt werden.

Alternativen, wie ein Absetzbecken im Christophstal, die Einleitung in die städtische Kanalisation oder die Ableitung über die Böschung scheitern entweder an der fehlenden verfügbaren Fläche, der fehlenden Kapazität der vorhandenen Kanalisation, oder an der generellen Umsetzbarkeit. So ist z. B. die Standsicherheit der Böschung bei einer dauerhaften Zufuhr von Wasser nicht mehr gegeben.

Der Forbach weist laut Umweltverträglichkeitsstudie bzw. entsprechendem Fachgutachten (siehe Anlage 2, Auszug aus „UVS“) einen sehr guten ökologischen Zustand auf.

Im Folgenden wird der Nachweis erbracht, dass die Einleitung des chloridhaltigen Bergwassers zu keiner Überschreitung der relevanten Schwellenwerte und somit auch nicht zu maßgeblichen Beeinträchtigungen des Gewässers führt.

NachweisführungBergwasserabfluss gem. hydrogeologischem Gutachten des LGRB

• Regelbetrieb:	11	[l/s]
• Starkregenereignis:	22	[l/s]
• durchschnittlich zu erwartende Chloridkonzentration:	50-60	[mg/l]

Pegelstände im Forbach aus Hochwasservorhersagezentrale<sup>1</sup>

• niedrigster Abfluss im Forbach:	60	[l/s]
• mittlerer Abfluss im Forbach:	670	[l/s]

Chloridbelastung im Forbach aus Proben / Messungen

• Schöpfprobe <sup>2</sup> am 31.07.2017	13,8	[mg/l]
• Messwert Frischfaser-Karton-GmbH <sup>3</sup> am 25.08.2015	11,0	[mg/l]
• Messwert Frischfaser-Karton-GmbH <sup>4</sup> am 03.03.2015		
▪ bei klarem Wetter	18,0	[mg/l]
▪ bei Regen	32,0	[mg/l]
• Schöpfprobe <sup>5</sup> am 03.03.2020		
▪ vor der Einleitungsstelle	15,2	[mg/l]
▪ nach der Einleitungsstelle	20,6	[mg/l]

Anmerkungen zur Nachweisführung

Bei den beiden folgenden Nachweisen wird der Bergwasserabfluss im Starkregenereignis unterstellt. Die jährliche mittlere Chloridbelastung (Hintergrundbelastung) im Forbach wird mit 25,8 mg/l angenommen. Als Durchschnittswert aus den 6 Proben / Messungen ergibt sich ein Mittelwert von  $(13,8+11,0+18,0+32,0+15,2+20,6)/6 = 18,4$  mg/l. Die getroffene Annahme liegt mit einem Zuschlag von ca. 40 % auf der sicheren Seite.

---

<sup>1</sup> (Anlage 4, Auszug Pegelstände Christophstal/Forbach)

<sup>2</sup> (Anlage 5, Schöpfprobe Forbach am 31.07.2017)

<sup>3</sup> (Anlage 6, Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 25.08.2015)

<sup>4</sup> (Anlage 7, Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 03.03.2015)

<sup>5</sup> (Anlage 8, Schöpfprobe Forbach am 03.03.2020)

## 1. Jahresmittelwert

→ relevanter Schwellenwert siehe Anlage 3, Auszug aus „Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen Biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern“

$$60 \text{ mg/l} * 22 \text{ l/s} + 25,8 \text{ mg/l} * 670 \text{ l/s} = 18.606 \text{ mg/s}$$

$$18.606 \text{ mg/s} : (670+22) \text{ l/s} \approx 26,9 \text{ mg/l} < \text{Schwellenwert von } 27 \text{ mg/l} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt } \checkmark$$

## 2. Chronische und akute Belastung

→ relevanter Schwellenwert siehe Anlage 2, Auszug aus „UVS“

Bei der chronischen Belastung wird der geringste Abfluss seit 1981 im Forbach unterstellt. Aufgrund nicht vollumfassender Daten zur Hintergrundbelastung im Forbach (sechs oben aufgeführte Proben / Messungen) wird für den Nachweis eine Chloridkonzentration in Höhe von 50 mg/l angenommen. Somit wird mit der Annahme eine Sicherheit in Höhe von ca. 56 % gegenüber dem höchsten Messwert von 32 mg/l erreicht.

Darüber hinaus wird die maximale Chloridbelastung aus dem Bergwasserabfluss von KB 5/14 mit 158 mg/l angenommen. Das Ergebnis wird dem niedrigeren Schwellenwert beider zu führender Nachweise gegenübergestellt.

$$158 \text{ mg/l} * 22 \text{ l/s} + 50 \text{ mg/l} * 60 \text{ l/s} = 6.476 \text{ mg/s}$$

$$6.476 \text{ mg/s} : (60+22) \text{ l/s} \approx 79 \text{ mg/l} < \text{Schwellenwert von } 100 \text{ mg/l} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt } \checkmark$$

## Ergebnis

Die Nachweise zur Einhaltung der einschlägigen Schwellenwerte (siehe Anlage 2, Auszug aus „UVS“ und Anlage 3, Auszug aus „Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen Biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern“) sind erfüllt. Zwar ist eine Erhöhung der Chloridkonzentration im Forbach zu verzeichnen, die Zuführung des chloridhaltigen Bergwassers führt aber, unter Berücksichtigung erheblicher Sicherheiten, nicht zu einer Überschreitung der einschlägigen Schwellenwerte; diese werden deutlich unterschritten!

Darüber hinaus ist zwischen Erreichung der einschlägigen Schwellenwerte und dem Eintritt tatsächlicher Beeinträchtigungen des Fließgewässers im Regelfall rein bewertungssystematisch ein gewisser Puffer gegeben, weshalb im konkreten Fall nicht von maßgeblichen, das heißt erheblichen Auswirkungen auf das Fließgewässer (Forbach) ausgegangen wird.

**Betrachtung des ungünstigsten Falls:****Zusammentreffen von Streusalzaufbringung im Winter und Bergwasserzufluss**

Den Technischen Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser kann entnommen werden, dass beim Straßenoberflächenabfluss mit Chloridkonzentrationen aus dem Winterdienst zwischen 1.200 mg/l bis 3.900 mg/l zu rechnen ist (siehe Anlage 9, Auszug Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser).

Im Bereich der Boschenlochkurve (künftiges Westportal des Tunnels Freudenstadt) wird bereits heute das Straßenoberflächenwasser gefasst und dem Forbach zugeführt.

Auch nach Inbetriebnahme des Tunnels wird in einem Abschnitt das Straßenoberflächenwasser gefasst und über eine Schmutzfangzelle dem Forbach zugeführt. Eine Verschlechterung liegt hier nicht vor, da die zu entwässernde Fläche heute und nach Inbetriebnahme des Tunnels nahezu gleich groß ist, sodass kein höherer Chlorideintrag über die Straßenoberflächenentwässerung in den Forbach vorliegt. Der Nachweis wurde geführt und bereits mit der unteren Verwaltungsbehörde besprochen (siehe Anlage 10, Auszug aus Flächenermittlung und Berechnung der zu entwässernden Straßenoberfläche).

Kommt es zu einem Abfluss im Bereich des gefassten Abschnitts (Tauwetter oder Regenereignis in Zeiten von Streusalzaufbringung), stellt die Zuführung des chloridhaltigen Bergwassers mit einer maximalen Chloridkonzentration von 158 mg/l sogar eine Reduzierung der Chloridkonzentration dar. Durch den Bergwasserabfluss wird die Chloridkonzentration des Straßenoberflächenwassers um den Faktor 7,6 ( $1.200/158$ ) bis 24,7 ( $3.900/158$ ) verdünnt.

Eine Verschlechterung des gefassten Abflusses in der oben genannten Zeit bestünde dann, wenn aus dem Tunnel eine Chloridkonzentration von mehr als 1.200 mg/l zu erwarten wäre. Die auf der sicheren Seite liegende maximale Chloridkonzentration von 158 mg/l (aus KB 5/14) liegt hier aber deutlich darunter.

**Anmerkungen**

1. Bei den angegebenen Bergwasserabflussmengen und den zu erwartenden Chloridbelastungen handelt es sich um Schätzungen, die auf der sicheren Seite liegen. Für das Planfeststellungsverfahren ist der Vorhabenträger verpflichtet ein auf den ungünstigsten Fall ausgelegtes funktionierendes Konzept auszuarbeiten. Bei dem Nachweis ob das chloridhaltige Bergwasser in den Forbach eingeleitet werden darf, stellt der ungünstigste Fall eine Bergwassermenge von 22 l/s mit einer Chloridkonzentration von 158 mg/l unter Annahme des niedrigsten Wasserstandes seit 1981 von 60 l/s und der maximal gemessenen Hintergrund-Chloridbelastung im Forbach von 32 mg/l dar.

Der Nachweis wurde geführt und dem einschlägigen Schwellenwert gegenübergestellt. Hier zeigt sich eine Reserve von 34,2 mg/l was einer Hintergrundbelastung im Forbach von knapp 79 mg/l entspräche.

2. Erst im Zuge des Baus und später nach Tunnelinbetriebnahme wird deutlich, wieviel Wasser tatsächlich aus dem Berg abzuleiten und wie hoch die Chloridbelastung tatsächlich ist. Aus anderen Projekten ist bekannt, dass die im Bau und nach der Ausführung tatsächlich anzutreffenden Wassermengen deutlich niedriger ausfallen, als die zuvor auf der sicheren Seite liegend angenommenen Wassermengen.

gez. Nicolai Deveaux



---

**Anlage 1, Mail LGRB vom 03.02.2020**

LGRB-Az.: 4764//16\_01175

Sehr geehrter Herr Deveau,

vielen Dank für Ihre Anfrage, die wir auch nach Abklärung der Fragestellung mit dem zuständigen Gebietshydrogeologen wie folgt beantworten.

**I. Ingenieurgeologische Befassung**

Angeichts einer Verschlechterung der Hangstabilität wird aus ingenieurgeologischer Sicht von einer Entwässerung des anfallenden Bergwassers im Betrieb über die Böschung dringend abgeraten.

**II. Hydrogeologische Befassung****Chlorid-Gehalt:**

Eine verlässliche Aussage zu den zu erwartenden Chlorid-Gehalten im Drainagewasser des Tunnelbauwerks ist anhand der derzeit vorliegenden Kenntnisse nur bedingt möglich. Die Konzentrationen sind einerseits von den Ergiebigkeiten einzelner angefahrener wasserführender Strukturen sowie andererseits von den Chlorid-Gehalten der dort anzutreffenden Grund- bzw. Schichtwässer abhängig.

Die Chlorid-Gehalte innerhalb einzelner wasserführender Strukturen hängen wiederum von den räumlich variablen Stoffeinträgen (Salzausbringung), den Deckschichten und Versiegelungen sowie den Wasserwegsamkeiten im Untergrund (d. h. der Verbindung einzelner Klüfte und Schichtfugen etc.), im unterirdischen Einzugsgebiet des Bauwerks ab. Es ist davon auszugehen, dass die Chlorid-Gehalte des Drainagewassers, abhängig vom Niederschlagsdargebot (Grundwasserneubildung, => Verdünnung) deutlich schwanken werden.

Eine Abgrenzung des unterirdischen Einzugsgebiets des Tunnelbauwerks ist aufgrund fehlender räumlicher Grundwasserstandsdaten derzeit nicht möglich.

Insbesondere der ermittelte Chlorid-Gehalt in KB5/14 (158 mg/l) ist als nicht repräsentativ einzustufen, da hier eine Wasserentnahme einzig mittels Schöpfprobe erfolgen konnte. Für eine Entnahme mittels Pumpe erwies sich die Nachstromrate als zu gering.

**a) Grundwasser im Mittleren Buntsandstein:**

Ca. 700 m WNW der GWM KB2/14 befindet sich die Quelfassung Grafenbrunnen (QU7516/14, GW-Nr. 8/265-9). Nähere Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen am Quellstandort liegen dem LGRB nicht vor. Entsprechend der Lageinformationen ist davon auszugehen, dass hier Grundwasser aus dem Mittleren Buntsandstein austritt. Unter Berücksichtigung der Topographie und der Basis des Oberen Buntsandsteins erstreckt sich das Einzugsgebiet der Quelfassung vermutlich in nördliche und östliche Richtungen und somit auch in Siedlungsbereiche. Eine bereichsweise Überschneidung der Einzugsgebiete der Quelle und des geplanten

Tunnelbauwerks ist anzunehmen. Eine (zumindest bereichsweise) hydraulische Verbindung zwischen Oberen und Mittleren Buntsandstein ist nicht auszuschließen.

In der Grundwasserdatenbank (GWDB) der LUBW liegen für die Quelfassung Grafenbrunnen Chloridmessungen aus dem Zeitraum 1993 bis 2019 vor. Die Ganglinie zeigt einen stetig steigenden Trend mit derzeitiger Chloridkonzentration von rd. 30 mg/l. Im innerstädtischen Bereich sind die Gehalte an Chlorid im Mittleren Buntsandstein ggf. höher. Belege hierfür liegen derzeit nicht vor.

#### **b) Grundwasser im Oberen Buntsandstein:**

In der GWDB liegen Zeitreihen der Chloridkonzentrationen in zwei Grundwassermessstellen im Industriegebiet Wittelsweiler vor. Gemäß der vorhandenen Datengrundlage erschließen beide Grundwassermessstellen Grundwasser in der Plattensandstein-Formation (soPL). Sie liegen rd. 1,6 km ESE der geplanten Tunneltrasse. Unter Annahme eines Abstroms des Grundwassers im soPL nach Südosten (dem Schichteinfallen entsprechend) liegen die Grundwassermessstellen somit im Abstrom des Bauwerks und der bebauten Ortslage. Die GWM 4 (BO7516/224, GW-Nr. 3/265-1) und die GWM 5 (BO7516/225, GW-Nr. 4/265-7) zeigen im vorliegenden Zeitraum (wie die Quelfassung Grafenbrunnen) einen steigenden Trend in. Der Chlorid-Gehalt in GWM 4 liegt derzeit bei rund 60 mg/l, in GWM 5 bei rund 80 mg/l.

#### **Abschätzung des Chlorid-Gehalts im Drainagewasser:**

Unter Annahme, dass die geplante Tunnelröhre lediglich Wasser aus der Plattensandstein-Formation (soll) drainiert, werden unter Berücksichtigung der o. g. Beobachtungen und der Chloridkonzentrationen in den GWM im Bereich der geplanten Tunnelröhre aus hydrogeologischer Sicht derzeit durchschnittliche Chloridkonzentrationen zwischen 50–60 mg/l erwartet. Diese Schätzwerte sind als Näherungswerte zu betrachten.

### **III. Empfehlungen**

Sofern die abgeschätzte Chloridkonzentration von 50–60 mg/l eine Ableitung des Tunnelwassers über den Forbach zulassen, wäre es aus geotechnisch-hydrogeologischer Sicht angezeigt, zunächst beide Planungsvarianten (Versickerungsbecken im Talgrund bzw. Ableitung über den Forbach) weiter zu verfolgen. Im Bauverlauf sollten dann angefahrne Strukturen baubegleitend aufgenommen, beprobt und darauf die weitere Bewertung/Planungen angepasst werden. Die Erkundungen und Datenerhebungen im weiteren Bauverlauf werden dann zeigen, ob sich eine Ableitung der Tunnelwässer über den Forbach verwirklichen lässt, oder ob ein Versickerungsbecken im Talgrund erforderlich ist.

Sollte eine solche Vorgehensweise nicht realisierbar sein, wird man konservativ die Planung eines Versickerungsbeckens im Talgrund vorantreiben müssen.

Mit freundlichen Grüßen

Mit freundlichen Grüßen  
Dr. Johannes Wiedenmann

---

Regierungspräsidium Freiburg  
Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau  
Referat 95 - Landesingenieurgeologie  
Zentrale Postanschrift:  
Albertstraße 5, 79104 Freiburg i.Br.  
[abteilung9@rpf.bwl.de](mailto:abteilung9@rpf.bwl.de)  
Dienstgebäude:  
Sautierstraße 26, 79104 Freiburg i.Br.  
Telefon: +49 761 208-3289  
[johannes.wiedenmann@rpf.bwl.de](mailto:johannes.wiedenmann@rpf.bwl.de)  
<http://www.lgrb-bw.de>  
<http://www.rp-freiburg.de>

## Anlage 2, Auszug aus „UVS“

## Auszug aus UVS / Kapitel Fauna

## Teilgebiet „Forbach“

Die Untersuchungen zum Forbach<sup>1,2</sup> kamen zu folgendem Ergebnis:

## Makrozoobenthos

Insgesamt wurden an Probestelle 1 ca. 800, an Probestelle 2 ca. 1100 Individuen aus der Gruppe der Makrozoobenthos gesammelt und ausgewertet, die 55, bzw. 58 Arten oder höheren taxonomischen Einheiten angehören. Darunter waren folgende, in den Roten Listen von Baden-Württemberg und Deutschland geführte Arten:

Tab. 1 Erfasste Makrozoobenthos-Arten der Roten Listen

Art	Gruppe	Rote Liste	
		Deutschland	Baden-Württemberg
<i>Anomalopterygella chauviniana</i>	Köcherfliegen		3
<i>Chaetopteryx major</i>	Köcherfliegen	3	
<i>Chaetopterygopsis maclachlani</i>	Köcherfliegen		3
<i>Chaetopteryx major</i>	Köcherfliegen		3
<i>Melampophylax melampus</i>	Köcherfliegen	3	2
<i>Melampophylax mucoreus</i>	Köcherfliegen		3
<i>Micrasema longulum</i>	Köcherfliegen		3
<i>Micrasema minimum</i>	Köcherfliegen		3

## Erläuterungen:

Rote Liste

D:

siehe Fachbeitrag

BW:

siehe Fachbeitrag

2

stark gefährdet

3

gefährdet

Arten, die in einem der Anhänge der FFH-Richtlinie geführt werden, sind nicht erfasst worden.

Gemäß Berechnung des Saprobienindex zeigt der Forbach 2016 Gewässergüte I und wird als „unbelastet“ eingestuft.

Der ökologische Zustand (Periodes) erreicht in allen untersuchten Modulen ein „sehr gut“. Damit bescheinigt die Qualitätskomponente Makrozoobenthos dem Forbach einen „sehr guten ökologischen Zustand“ – trotz der erkennbaren morphologischen Defizite, die hauptsächlich in der historischen Begradigung, den inzwischen in Auflösung befindlichen Verbauen, den Grundschnellen, der Umfeldnutzung sowie den auf großen Abschnitten fehlenden Randstreifen bestehen. Auch die Kläranlage Kniebis-Dorf (1500 EWG), die in den oberen Forbach entwässert, scheint keinen negativen Einfluss auf die Makrozoobenthoszönose zu haben.

<sup>1</sup> Emch + Berger, Karlsruhe, Dez. 2016: Fauna-Erfassung im Bereich der Portale, der Erddeponie „Birre“ und der Ausgleichsflächen im Christophstal 2015 / 2016; Bearbeitung: Ber.G, Beratung.Gutachten; im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe.

<sup>2</sup> Bernauer, Dipl.-Biol. (Limnologie) Dietmar Kerzenheim, November 2016: Gewässeruntersuchung.



Der Saprobienindex liegt im Referenzbereich des Fließgewässertyps 5.1, einem feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbach, zu dem der Forbach zuzuordnen ist.

#### Fische

Der Fischbestand des betroffenen Forbachabschnittes wurde 2016 im Zuge der WRRL-Bestandsaufnahmen durch eine Elektrofischung erhoben.

Erfasst wurde ein Vorkommen von Groppe und Bachforellen, das der Referenzzönose nahezu entspricht. Es fehlt im betroffenen Bachabschnitt aber das Bachneunauge.

Tab. 2 zeigt den Schutzstatus der nachgewiesenen Arten: Mit der Groppe kommt eine durch den Anhang II der FFH-Richtlinie geschützte Art vor. Sowohl Groppe als auch Bachforelle sind gemäß Rote Liste Baden-Württemberg Arten der Vorwarnliste.

Tab. 2 Schutzstatus der nachgewiesenen Fischarten

Art	Rote Liste		FFH-Richtlinie	BASchVO
	Baden-Württemberg	Deutschland		
Bachforelle ( <i>Salmo trutta fario</i> )	V	-	-	-
Groppe, Mühlkoppe ( <i>Cottus gobio</i> )	V	-	Anhang II	-

#### Erläuterungen:

Rote Liste D: siehe Fachbeitrag BW: siehe Fachbeitrag  
V Art der Vorwarnliste

#### Auszug aus UVS / Hinweis zur Entwässerungskonzeption

Im Bereich des Westportals ist der Schutz des nächstgelegenen Vorfluters, des Forbachs von besonderer Relevanz. Dieser weist besonders hochwertige Qualitäten hinsichtlich

- der Gewässerstruktur,
- der Grundwasserqualität (Gewässergüte Stufe 1 / unbelastet),
- des Artenbesatzes (sehr guter ökologischer Zustand)

auf und ist als silikatischer Mittelgebirgsbach eingestuft.

Das gesamte System reagiert äußerst sensibel sowohl auf Änderungen physikalisch – chemischer Parameter wie z. B. des pH-Wertes als auch des Sauerstoffgehaltes. Des Weiteren sind aufgrund der Artenausstattung feinstoffliche Einträge unbedingt zu vermeiden.

Dies hat folgende Konsequenzen:

- Schwebstoffeinträge aus dem Baufeld während der Bauphase sind zwingend durch geeignete Maßnahmen zu verhindern;
- Chlorid-Einträge über die Straßenentwässerung sowie über die Tunnelentwässerung (inkl. Bergwasser während der Bauphase und im Betriebszustand / vgl. hierzu Kap. 3.2.2.4 der Vorhabenbeschreibung) sind zu vermeiden oder aber maßgeblich zu minimieren.

Der mittlerweile auch in Baden-Württemberg eingeführte „Leitfaden zur Beurteilung von Chlorid-Einträgen aus Straßen in Fließgewässerlebensräume“<sup>1</sup> gibt hierfür folgende Schwellenwerte vor (maßgeblich ist die Spalte Gewässertyp „silikatisch / kalkarm“):

<sup>1</sup> Landesbericht Mobilität Rheinland - Pfalz; November 2018.

*„Zusammenfassend können nach derzeitigem Kenntnisstand Beeinträchtigungen des Gewässerlebensraumes nach den besten wissenschaftlichen Erkenntnissen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, sofern folgende Schwellenwerte eingehalten werden:*

Tab. 3      Schwellenwerte für Chlorid-Konzentrationen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung<sup>1</sup>

Gewässertyp (Kalkgehalt)	Jahresmittelwert (mg/l)	chronische Belastungen (mg/l)	akute Belastung (mg/l)
	(arithmetisches Mittel aus max. 3 aufeinander folgenden Jahren)	(max. 30 aufeinander folgende Tage)	(max. 3 aufeinander folgende Tage)
Silikatisch kalkarm	40	100	400
Karbonatisch kalkreich	50	150	600

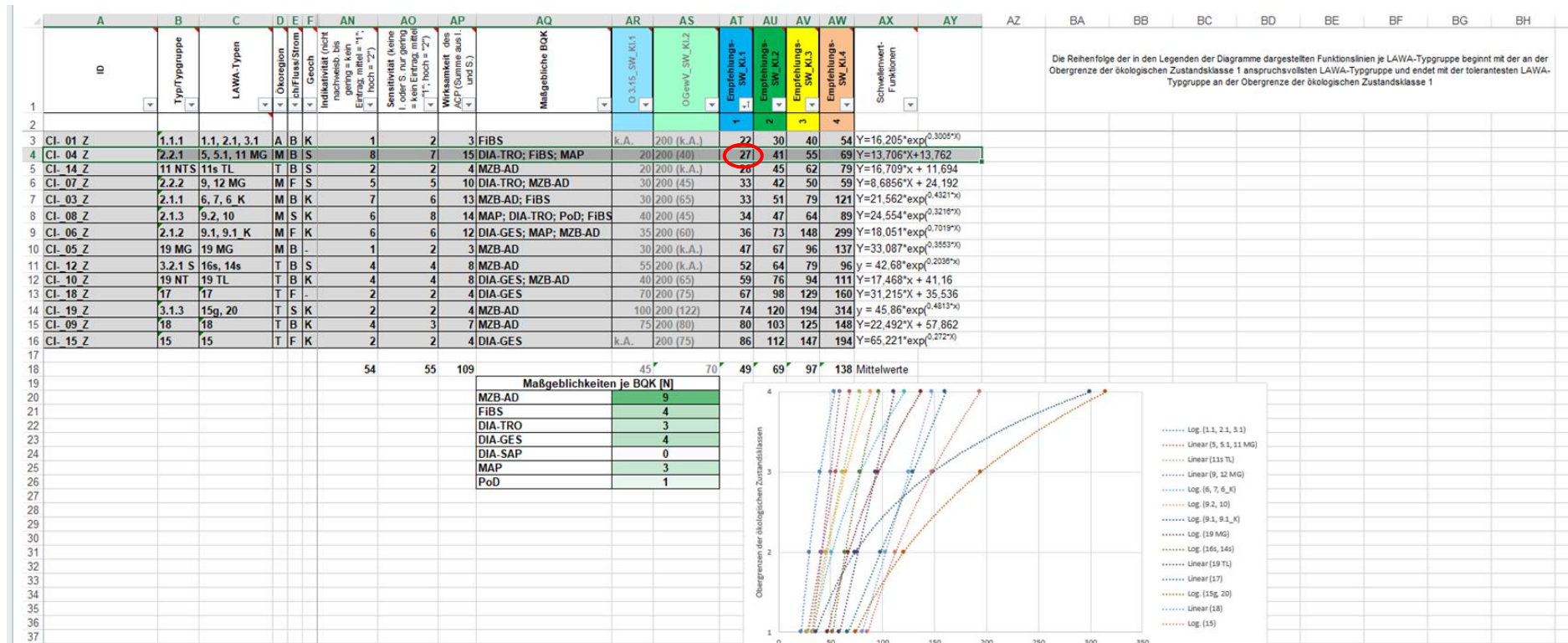
*Dabei gelten strengere Werte für kalkarme Gewässer, höhere Werte für kalkreiche Gewässer. Die Schwellenwerte für chronische bzw. akute Belastungen dürfen im Jahresverlauf mehrfach überschritten werden sofern die jeweilige Höchstdauer eingehalten werden.*

*Die chronische Belastung darf max. 30 Tage andauern.*

*Die akute Belastung darf max. 3 Tage bzw. 72 Stunden andauern.“*

### Anlage 3, Auszug aus „Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen Biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern“

Dem Arbeitsblatt „SWZ\_CI\_Diagr“ kann in Zeile 4 Spalte AT der übergeordnete, d.h. an der jeweils empfindlichsten biologischen Qualitätskomponente orientierter Gesamt-CI-Schwellenwert der blau gekennzeichneten besten Bewertungsklasse 1 für die Typgruppe 2.2.1, zu der auch der LAWA-Typ 5 (Forbach) gehört, entnommen werden:



In folgendem Arbeitsblatt kann der spezifische Schwellenwert der einzelnen sog. Biologischen Qualitätskomponente der Wasserrahmenrichtlinie [Diatomeen (DIA-GES und DIA-TRO), Makrophyten (MAP), Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD), Fische (FiBS) und Makrozoobenthos (MZB)] in

den Zeilen oberhalb der zusammenfassenden Zeile 102 entnommen werden. Dabei richten sich die in der zusammenfassenden Zeile 102 dargestellten Werte nach den Werten der jeweils empfindlichsten Biologischen Qualitätskomponenten (in diesem Fall sind das: DIA-TRO, FiBS und MAP).

	A	B	C	D	E	F	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU
	ID	Typ/Typgruppe	LAWA-Typen	Okoregion	Ich/Floss/Strom	Geoch	MKL_R2	MKL_Steigung / Koeffizient a	MKL_Schnittpunkt / Koeffizient b	MKL_bei SW_KL1	MKL_bei SW_KL2	MKL_bei SW_KL3	MKL_bei SW_KL4	Indikatortät (nicht nachweisb. bis gering = kein Eintrag, mittel = "1", hoch = "2")	Sensitivität (keine 1, oder 5, nur gering = kein Eintrag, mittel = "1", hoch = "2")	Wirksamkeit des ACP (Summe aus I. und S.)	Maßgebliche BOK	O 3.15_SW_KL1	OGewV_SW_KL2	Empfehlungs-SW_KL1	Empfehlungs-SW_KL2	Empfehlungs-SW_KL3	Empfehlungs-SW_KL4	Schwellenwert-Funktionen	
82	CI- 01 DIA-TRO	1.1.1	1.1.2.1.3.1	A	B	K																			
83	CI- 01 FiBS	1.1.1	1.1.2.1.3.1	A	B	K								1		2	3			22	30	40	54	16,205*exp <sup>(0,3005*x)</sup>	
84	CI- 01 MZB-AD	1.1.1	1.1.2.1.3.1	A	B	K																			
85	CI- 01 Z	1.1.1	1.1.2.1.3.1	A	B	K								1		2	3	FiBS	k.A.	200 (k	22	30	40	54	16,205*exp <sup>(0,3005*x)</sup>
86	CI- 02 FiBS	1.1.2	1.2.2.2.3.2	A	F	K																			
87	CI- 02 MZB-AD	1.1.2	1.2.2.2.3.2	A	F	K																			
88	CI- 02 Z	1.1.2	1.2.2.2.3.2	A	F	K								0		0	0	k.A.	k.A.	200 (k	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
89	CI- 03 DIA-GES 45	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K	0.97416	36.091	0.37793	52,7	76,9	112	163,65	2		1	3								
90	CI- 03 DIA-TRO 45	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K	0.96111	77.655	0.16681	91,8	108	128	151,34	2		1	3								
91	CI- 03 FiBS 45	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K	0.82133	38.818	0.24009	49,4	62,7	79,8	101,4	2		2	4								
92	CI- 03 MAP	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K																			
93	CI- 03 MZB-AD 45	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K	0.93871	23.828	0.37216	34,6	50,2	72,8	105,6	2		2	4								
94	CI- 03 PoD	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K								1		1	2								
95	CI- 03 Z	2.1.1	6.7.6 K	M	B	K				35	50	73	101	7		6	13	MZB-AD; FiBS	30	200 (6	33	51	79	121	21,562*exp <sup>(0,4321*x)</sup>
96	CI- 04 DIA-GES 45	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.96247	20.169	6.21	26,4	46,5	66,7	86,887	2		1	3								
97	CI- 04 DIA-TRO 45	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.98683	16.879	0.45236	26,5	41,7	65,6	103,08	2		2	4								
98	CI- 04 FiBS 45	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.88875	23.701	0.29291	31,8	42,6	57,1	76,5	2		2	4								
99	CI- 04 MAP 45	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.89371	8.9917	30.978	40	49	58	66,945	2		2	4								
100	CI- 04 MZB-AD 45	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.96385	26.052	0.28558	34,7	46,1	61,4	81,6	2		1	3								
101	CI- 04 PoD	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S																			
102	CI- 04 Z	2.2.1	5.5.1.11 MG	M	B	S				26	42	57	67	8		7	15	DIA-TRO; FiBS; MAP	20	200 (4	27	41	55	69	13,706*x+13,762
103	CI- 05 DIA-GES	19 MG	19 MG	M	B	-																			
104	CI- 05 DIA-TRO	19 MG	19 MG	M	B	-																			
105	CI- 05 FiBS	19 MG	19 MG	M	B	-																			
106	CI- 05 MAP	19 MG	19 MG	M	B	-																			
107	CI- 05 MZB-AD	19 MG	19 MG	M	B	-								1		2	3			47	67	96	137	33,087*exp <sup>(0,3553*x)</sup>	
108	CI- 05 PoD	19 MG	19 MG	M	B	-																			
109	CI- 05 Z	19 MG	19 MG	M	B	-								1		2	3	MZB-AD	30	200 (k	47	67	96	137	33,087*exp <sup>(0,3553*x)</sup>
110	CI- 06 DIA-GES 45	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K	0.87128	11.078	1.1627	35,4	113	362	1159,4	2		2	4								
111	CI- 06 FiBS	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K																			
112	CI- 06 MAP 45	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K	0.83783	70.394	8.2983	78,7	149	219	289,87	2		2	4								
113	CI- 06 MZB-AD 45	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K	0.73534	18.057	0.71349	36,9	75,2	154	313,4	2		2	4								
114	CI- 06 PoD	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K																			
115	CI- 06 Z	2.1.2	9.1.9.1 K	M	F	K				35	75	154	290	6		6	12	DIA-GES; MAP; MZB-AD	35	200 (6	36	73	148	299	18,051*exp <sup>(0,7019*x)</sup>
116	CI- 07 DIA-TRO 45	2.2.2	5.5.1.11 MG	M	B	S	0.97050	6.7819	20.709	27,6	44,3	61,4	87,816	2		2	4								

AlleSW\_mit\_Formeln

AlleSW\_ohne\_Formeln

SWZ\_Feges\_Diagr

SWZ\_BSB5\_Diagr

SWZ\_TOC\_Diagr

SWZ\_SO4\_Dia



**Anlage 4, Auszug Pegelstände Christophstal/Forbach****Pegel**

Christophstal / Forbach

[Direktlink zu dieser Seite](#)**Ungeprüfte Rohdaten!****Messwert** W 54 cm, 10.02.2020 12:00 MEZ

Q 2.27 m³/s, 10.02.2020 12:00 MEZ

Tagesmittel am Vortag W 41 cm, 09.02.2020 / Q 1.123 m³/s, 09.02.2020

Messwerte

Vorhersage

Stammdaten

Hochwassergef.

**Hyd. Kennwerte**

Jahresgang

**Hydrologische Kennwerte**weitere Informationen unter: [http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/p/bwabfl\\_start](http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/p/bwabfl_start)**1. Hochwasserkennwerte**

Im konkreten Bemessungsfall müssen umfassendere Betrachtungen erfolgen!

Informieren Sie sich zusätzlich, ob [Hochwassergefahrenkarten](#) für diesen Bereich vorliegen.**1.1 Hochwasserabfluss**

100-jährlicher Hochwasserabfluss	HQ 100:	37.2 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 03.12.2013)
50-jährlicher Hochwasserabfluss	HQ 50:	33.0 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 03.12.2013)
20-jährlicher Hochwasserabfluss	HQ 20:	27.7 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 03.12.2013)
10-jährlicher Hochwasserabfluss	HQ 10:	23.6 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 03.12.2013)
2-jährlicher Hochwasserabfluss	HQ 2:	13.3 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 03.12.2013)

**1.2 Hochwasserstand**

100-jährlicher Hochwasserstand	HW 100:	1.81 m	Quelle: berechnet aus HQ 100 und aktueller WQ-Beziehung
50-jährlicher Hochwasserstand	HW 50:	1.71 m	Quelle: berechnet aus HQ 50 und aktueller WQ-Beziehung
20-jährlicher Hochwasserstand	HW 20:	1.54 m	Quelle: berechnet aus HQ 20 und aktueller WQ-Beziehung
10-jährlicher Hochwasserstand	HW 10:	1.42 m	Quelle: berechnet aus HQ 10 und aktueller WQ-Beziehung
2-jährlicher Hochwasserstand	HW 2:	1.07 m	Quelle: berechnet aus HQ 2 und aktueller WQ-Beziehung

**2. Mittelwasserkennwerte**

Mittelwert Abfluss	MQ:	0.67 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 01.03.2016)
Mittelwert Wasserstand	MW:	0.35 m	Quelle: berechnet aus MQ und aktueller WQ-Beziehung

**3. Niedrigwasserkennwerte**

Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse	MNQ:	0.15 m³/s	Quelle: Regionalisierung (Stand: 01.03.2016)
Mittelwert niedrigster jährlicher Wasserstände	MNW:	0.22 m	Quelle: berechnet aus MNQ und aktueller WQ-Beziehung
Niedrigster Abfluss im Zeitraum 1981-2010: 25.08.1989	NQ:	0.06 m³/s	Quelle: Tagesmittelmerte
Niedrigster Wasserstand	NW:	0.17 m	Quelle: Berechnet aus NQ und aktueller WQ-Beziehung

**4. Datenblatt Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch**LUBW <https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/pegel.html?id=00246>)



**Anlage 5, Schöpfprobe Forbach am 31.07.2017**

Entnahmestelle:	Forbach		
Gemeinde:	Christophstal, Freudenstadt		
Arnum:	OG 0000	TK: 7516 (Freudenstadt)	
Geologie:			
Entnahme Datum:	31.07.2017, 13:20 Uhr		
Entnahmeart:	Schöpfprobe	Entnahmetiefe:	m
Pumprate:	l/s	Bohrtiefe:	m
		Wasserstand v. P.:	m u. MP
		Wasserstand b.P.:	m u. MP
Bemerkung:			
Temperatur:	15,8 °C	E <sub>h</sub> -Wert:	320 mV
el. Leitfähigkeit:	101 µS/cm	SAK <sub>3,254</sub> :	11,35 Ext./m
Sauerstoff:	0,2 mg/l	SAK <sub>3,235</sub> :	0,78 Ext./m
pH Wert (Gelände):	7,27	Gesamthärte (ber.):	0,62 mmol(eq)/l
pH Wert (Labor):	7,24 (20,6°C)		
pH Wert (CaCO <sub>3</sub> ):	(20,6°C)		
KS 4.3	0,50 mmol(eq)/l	KS 4.3 (CaCO <sub>3</sub> )	mmol(eq)/l
KS 8.2	mmol(eq)/l	Δ KS 4.3	mmol(eq)/l
KB 8.2	0,10 mmol(eq)/l	= KS 4.3 (Kalkgr.)	mg/l CO <sub>2</sub>

**Kationen**

Calcium	8,5 mg/l	0,424 mmol(eq)/l
Magnesium	2,42 mg/l	0,199 mmol(eq)/l
Natrium	9,0 mg/l	0,393 mmol(eq)/l
Kalium	1,79 mg/l	0,046 mmol(eq)/l
Ammonium	0,06 mg/l	0,003 mmol(eq)/l
Eisen	0,0640 mg/l	0,002 mmol(eq)/l
Mangan	< 0,007 mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Lithium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Strontium	0,0291 mg/l	0,001 mmol(eq)/l
Rubidium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Barium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Aluminium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Cadmium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Blei	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Quecksilber	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Kupfer	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Chrom	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Cäsium	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Zink	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Summe Kationen	21,8931 mg/l	1,068 mmol(eq)/l

**Anionen**

Chlorid	13,8 mg/l	0,389 mmol(eq)/l
Hydrogencarbonat	39,5 mg/l	0,500 mmol(eq)/l
Nitrat	3,50 mg/l	0,056 mmol(eq)/l
Nitrit	< 0,005 mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Phosphat	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Sulfat	5,1 mg/l	0,107 mmol(eq)/l
Fluorid	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Carbonat	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Hydroxid	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Bromid	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Jodid	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Sulfite	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Thiosulfat	mg/l	0,000 mmol(eq)/l
Summe Anionen	52,93 mg/l	1,052 mmol(eq)/l

Ionenbilanzfehler: 1,49%

SiO <sub>2</sub>	4,28 mg/l
Bor	0,020 mg/l
P <sub>ges</sub>	0,115 mg/l
HS	< 0,020 mg/l
Feststoffinhalt:	79,2381 mg/l

**Anlage 6, Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 25.08.2015**

Eurofins Institut Jäger GmbH  
Ernst-Simon-Straße 2-4  
D-72072 Tübingen

Tel: 07071 7007-0  
Fax: 07071 7007-77

Eurofins Institut Jäger GmbH - Ernst-Simon-Str. 2-4 - 72072 Tübingen

info.tuebingen@eurofins-umwelt.de  
www.eurofins.de

Firma  
Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH  
Sägemühlweg 18

72720 Baiersbronn

**PRÜFBERICHT**

Tübingen, 28.08.2015 / ue  
Es schreibt Ihnen Frau Emle (07836/2041)

**Oberflächenwasseruntersuchung**

Art des Auftrages: Oberflächenwasseruntersuchung  
Auftragsnummer: S15-00969  
Kundennummer: S90017  
Tagebuchnummer: PS15-01417  
Wasserkörper / Objekt: Bachwasser  
Entnahmeort / -stelle: Forbach  
Probenahme / -nehmer: 25.08.2015 / 12:45 Uhr Emle Wilhelm / Eurofins Institut Jäger  
Probeneingang: 25.08.2015  
Untersuchungsbeginn: 25.08.2015 Untersuchungsende: 01.09.2015

**ERGEBNISSE**

Parameter	Einheit	Prüfergebnis	Grenz- werte	Prüfverfahren
<b>Untersuchungen vor Ort</b>				
Aussehen bei PN		klar		sensorisch
Farbe, qualitativ bei PN		gelbstichig		sensorisch
Geruch, qualitativ bei PN		ohne Befund		DEV B 1/2
Wassertemperatur Ablauf bei PN	°C	12,3		DIN 38404-4 (C 4)
pH-Wert (bei °C) bei PN		6,49 (12,5 °C)		DIN EN ISO 10523 (C 5)
Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C) bei PN	µS/cm	105		DIN EN 27888 (C 8)
<b>Untersuchung im Labor</b>				
BSB5 mit ATH-Zusatz	mg/l	< 2		DIN EN 1899-1 (H 51)
Chlorid	mg/l	11		DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	4,3		DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
<b>TrinkwV 2001, Gesamthärte</b>				
Wassertemperatur bei PN	°C	12,3		DIN 38404-4 (C 4)
Calcium	mg/l	10,2		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Magnesium	mg/l	3,0		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Gesamthärte	°dH	2,1		DIN 38409-6 (H 6) / DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Gesamthärte	mmol/l	0,37		berechnet
Eisen, gesamt	mg/l	0,096		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Mangan	mg/l	0,016		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die o.g. Prüfgegenstände. Ohne Genehmigung darf dieser Bericht nicht auszugsweise veröffentlicht oder vervielfältigt werden. Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB) in der aktuell gültigen Fassung, sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit bei uns anfordern.

Seite 1 von 2

Eurofins Institut Jäger GmbH  
Ernst-Simon-Straße 2-4  
72072 Tübingen

Geschäftsführer: Matthias Hiemann  
Regelgericht Stuttgart, HRB 362798  
USt-IdNr. DE 245713899

Norddeutsche Landesbank Hannover  
Konto Nr. 0199 914705 (BLZ 250 500 00)  
IBAN: DE5825 0500 0001 9991 4705  
SWIFT-BIC: NOLADE2100XX



Durch die Deutsche Akkreditierungsstelle  
GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren

70500 VS-Villingen, Friedrichstr. 9, Tel. 07721 55050, Fax 07721 55000  
86229 Memmingen, Merlacher Straße 7, Tel. 0621 49226642 Fax 0621 4922 6659  
96156 Augsburg, Kobelweg 12 1/5, Tel. 0621 7101000 Fax 0621 710100199

79467 Konstanz, Robert-Bosch-Str. 18, Tel. 07531 50343, Fax 07531 50362  
77781 Schilbach, Geroldshäuser Weg 3, Tel. 07636 2041 Fax 07636 7736  
90491 Nürnberg, Volkmannstr. 24, Tel. 0911 92320011, Fax 0911 36616305

---

**Anlage 7, Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 03.03.2015**

Von: Ahlbrecht Wolf-Dieter [<mailto:wolf-dieter.ahlbrecht@mm-karton.com>]  
Gesendet: Dienstag, 3. März 2015 10:54  
An: Watzkarsch Herbert - Machowetz & Partner  
Betreff: WG: Werte

Anbei die gewünschten chlorid werte  
0,018 g/L bei klarem Wasser  
0,032 g/L bei derzeitigem Regen...

**Anmerkung:**

Chlorid wurde hier nur zufällig ermittelt, da für die Dimensionierung einer Behälteranlage erf.  
An dem Tag lag Schnee und es regnete.

## Anlage 8, Schöpfprobe Forbach am 03.03.2020


**Baden-Württemberg**  
 REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Probennummer: 075939 Probenahmedatum: 03.03.2020 11:00  
 ARFACH: OG TK25: 7516 ARNUM: 2  
 Aufschlußname: Forbach (vor Durchlassbauwerk))  
 Meßstellenkennziffer: Bautiefe: Entnahmetiefe:  
 Geologie:  
 Probenbezeichnung: Forbach vor

Temperatur 5.10 °C  
 el. Leitfähigkeit (25 °C) 99.4 µS/cm  
 Sauerstoff 11 mg/l  
 pH-Wert Gelände 7.63  
 KS 4.3 0.350 mmol(eq)/l  
 KS 8.2  
 KB 8.2 0.10 mmol(eq)/l

Dichte (20 °C) 0.9982 g/cm3  
 E<sub>H</sub>-Wert 507 mV  
 SAK<sub>1254</sub> 17 m-1  
 SAK<sub>1438</sub> 1.1 m-1  
 Gesamthärte 0.390 mmol(eq)/l

**Kationen**

Calcium 7.41 mg/l 0.37 mmol(eq)/l  
 Magnesium 1.16 mg/l 0.095 mmol(eq)/l  
 Natrium 8.51 mg/l 0.37 mmol(eq)/l  
 Kalium 1.07 mg/l 0.027 mmol(eq)/l  
 Ammonium 0.060 mg/l 0.003 mmol(eq)/l  
 Eisen 0.0559 mg/l 0.002 mmol(eq)/l  
 Mangan 0.0132 mg/l 4.8E-4 mmol(eq)/l  
 Lithium  
 Strontium 39.0 µg/l 8.9E-4 mmol(eq)/l  
 Rubidium (Rb)  
 Barium  
 Aluminium (Al) 140 µg/l 0.016 mmol(eq)/l  
 Summe Kationen 18.4581 mg/l 0.885 mmol(eq)/l

**Anionen**

Chlorid 15.2 mg/l 0.429 mmol(eq)/l  
 Hydrogencarbonat 21.4 mg/l 0.351 mmol(eq)/l  
 Nitrat 2.91 mg/l 0.047 mmol(eq)/l  
 Nitrit 0.009 mg/l 2.0E-4 mmol(eq)/l  
 Phosphat 0.10 mg/l 0.003 mmol(eq)/l  
 Sulfat 4.12 mg/l 0.086 mmol(eq)/l  
 Fluorid 47 µg/l 0.002 mmol(eq)/l  
 Bromid  
 Iodid  
 Hydrogensulfid < 20 µg/l  
 Carbonat  
 Hydroxid  
 Summe Anionen 43.786 mg/l 0.918 mmol(eq)/l

Ionenbilanzfehler 3.66 %

\* Bemerkungen

**Sonstige Parameter**

SiO<sub>2</sub> 3.58 mg/l  
 Phosphor gesamt 47 µg/l  
 Sulfit  
 Thiosulfat

**Isotope**

δ <sup>2</sup>H  
<sup>3</sup>H  
 δ <sup>18</sup>O  
 δ <sup>13</sup>C-DIC  
<sup>14</sup>C-DIC

Feststoffinhalt 66.7 mg/l

Wassertyp

**Anorganische Spurenstoffe**

Silber (Ag)  
 Aluminium (Al) 140 µg/l  
 Arsen (As)  
 Bor (B) < 11 µg/l  
 Beryllium (Be)  
 Wismut (Bi)  
 Cadmium (Cd)  
 Cer (Ce)  
 Kobalt (Co)  
 Chrom (Cr)  
 Cäsium (Cs)  
 Kupfer (Cu)  
 Lanthan (La)  
 Molybdän (Mo)

Nickel (Ni)  
 Blei (Pb)  
 Quecksilber (Hg)  
 Rubidium (Rb)  
 Antimon (Sb)  
 Selen (Se)  
 Titan (Ti)  
 Thorium (Th)  
 Thallium (Tl)  
 Uran (U)  
 Vanadium (V)  
 Yttrium (Y)  
 Zink (Zn)



Baden-Württemberg  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Probennummer: 075940 Probenahmedatum: 03.03.2020 11:45  
ARFACH: OG TK25: 7516 ARNUM: 3  
Aufschlußname: Forbach( nach Durchlassbauwerk)  
Meßstellenkennziffer: Bautiefe: Entnahmetiefe:  
Geologie:  
Probenbezeichnung: Forbach nach

Temperatur	5.20 °C		
el. Leitfähigkeit (25 °C)	116 µS/cm		
Sauerstoff	11 mg/l	Dichte (20 °C)	0.9983 g/cm3
pH-Wert Gelände	7.85	E <sub>h</sub> -Wert	433 mV
KS 4.3	0.350 mmol(eq)/l	SAK <sub>3254</sub>	16 m-1
KS 8.2		SAK <sub>3436</sub>	1.1 m-1
KB 8.2	0.075 mmol(eq)/l	Gesamthärte	0.430 mmol(eq)/l

**Kationen**

Calcium	7.82 mg/l	0.39 mmol(eq)/l
Magnesium	1.20 mg/l	0.099 mmol(eq)/l
Natrium	11.9 mg/l	0.518 mmol(eq)/l
Kalium	1.22 mg/l	0.031 mmol(eq)/l
Ammonium	0.15 mg/l	0.008 mmol(eq)/l
Eisen	0.400 mg/l	0.014 mmol(eq)/l
Mangan	0.0381 mg/l	0.001 mmol(eq)/l
Lithium		
Strontium	27.7 µg/l	6.3E-4 mmol(eq)/l
Rubidium (Rb)		
Barium		
Aluminium (Al)	140 µg/l	0.016 mmol(eq)/l
Summe Kationen	22.8958 mg/l	1.078 mmol(eq)/l

**Anionen**

Chlorid	20.6 mg/l	0.581 mmol(eq)/l
Hydrogencarbonat	21.4 mg/l	0.351 mmol(eq)/l
Nitrat	2.92 mg/l	0.047 mmol(eq)/l
Nitrit	0.02 mg/l	4.3E-4 mmol(eq)/l
Phosphat	0.12 mg/l	0.004 mmol(eq)/l
Sulfat	4.86 mg/l	0.101 mmol(eq)/l
Fluorid	47 µg/l	0.002 mmol(eq)/l
Bromid		
Iodid		
Hydrosulfid	< 20 µg/l	
Carbonat		
Hydroxid		
Summe Anionen	49.967 mg/l	1.087 mmol(eq)/l

Ionenbilanzfehler 0.81 %

\* Bemerkungen

**Sonstige Parameter**

SiO <sub>2</sub>	3.56 mg/l
Phosphor gesamt	91 µg/l
Sulfit	
Thiosulfat	

**Isotope**

δ <sup>2</sup>H  
δ <sup>3</sup>H  
δ <sup>18</sup>O  
δ <sup>13</sup>C-DIC  
δ <sup>14</sup>C-DIC

Feststoffinhalt 77.3 mg/l

Wassertyp

**Anorganische Spurenstoffe**

Silber (Ag)	
Aluminium (Al)	140 µg/l
Arsen (As)	
Bor (B)	< 11 µg/l
Beryllium (Be)	
Wismut (Bi)	
Cadmium (Cd)	
Cer (Ce)	
Kobalt (Co)	
Chrom (Cr)	
Cäsium (Cs)	
Kupfer (Cu)	
Lanthan (La)	
Molybdän (Mo)	

Nickel (Ni)
Blei (Pb)
Quecksilber (Hg)
Rubidium (Rb)
Antimon (Sb)
Selen (Se)
Titan (Ti)
Thorium (Th)
Thallium (Tl)
Uran (U)
Vanadium (V)
Yttrium (Y)
Zink (Zn)

## Anlage 9, Auszug Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser

### Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser

13

Stoff	Herkunft	Konzentration im Straßenabfluß in mg/l
<b>Anorganische Schadstoffe</b>		
Blei (Pb)	Kraftstoffverbrennung Reifenabrieb Abrieb von Bremsbelägen/-scheiben Fahrbahnabrieb	0,008 - 0,14* - (0,31) <sup>1</sup>
Cadmium (Cd)	Reifenabrieb	0,001 - 0,025*
Zink (Zn)	(Tropfverluste) Motoröl Reifenabrieb	0,48 - 1,94*
Chrom (Cr)	Abrieb von Bremsbelägen/-scheiben Fahrbahnabrieb (Asphalt)	0,01 - 0,02 *
Kupfer (Cu)	Abrieb von Bremsbelägen/-scheiben Reifenabrieb	0,04 - 0,19
Chlorid (Cl)	Winterdienst	1.200 - 3.900
<b>Organische Schadstoffe</b>		
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	Tropfverluste Abgase	0,23 - 5,5*
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Abgase Tropfverluste (Motoröl) Fahrbahnabrieb (Asphalt)	0,08 - 4,4

\* Mittelwerte aus einzelnen Untersuchungen

Tab. 1: Herkunft von Schadstoffen und Konzentrationen im Straßenabfluss [ 7 ]

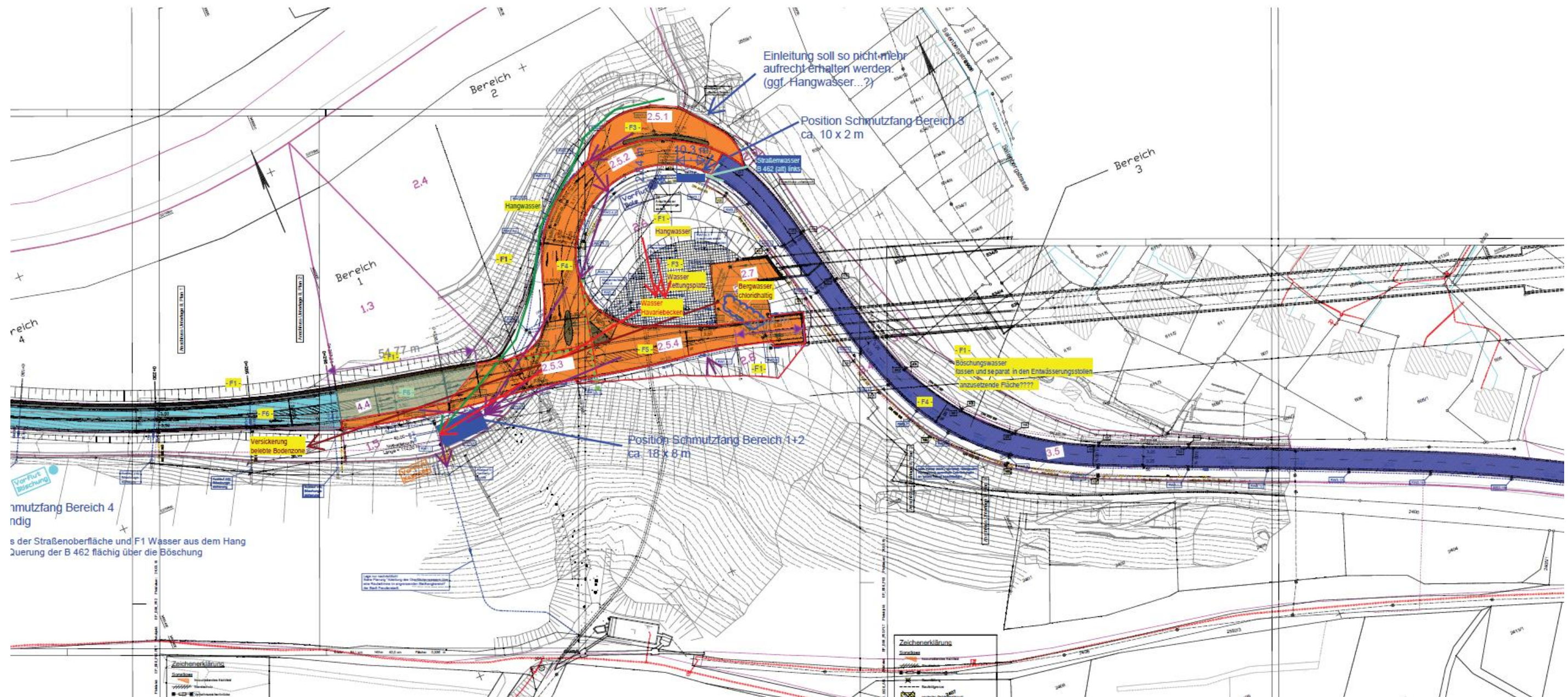
Straßentyp	Blei in g/(km · a)	Kupfer in g/(km · a)	Zink in g/(km · a)
Anliegerstraße	342,2	455,2	446,3
Sammelstraße	636,0	810,4	829,4
Hauptsammelstraße	977,2	1246,7	1275,7
Hauptverkehrsstraße	2053,3	2617,1	2676,0
4-spurige Stadtstraße	4496,3	5705,3	5869,8
Schnellverkehrsstraße (außerorts)	3360,2	6375,1	4111,9

Tab. 2: Emissionen von Straßen mit unterschiedlicher Verkehrsbelastung [ [ 6], Literaturwerte - nicht pauschal auf den Einzelfall übertragbar]

<sup>1</sup> Die höheren Konzentrationen wurden innerhalb geschlossener Ortschaften gemessen.



### Anlage 10, Auszug aus Flächenermittlung und Berechnung der zu entwässernden Straßenoberfläche





Tunnel Freudenstadt - Entwässerung Portal West - Berechnung der Wassermengen für die Schutzfangzelle

22.11.2019

Bereiche 4 Alt / Bestand						
0+0,00	0+297,25	Teilbereich	Einzugsgebiet [ha]	Abflussbeiwert	Bef. Fläche [ha]	Zuordnung
		4.1 Wald - Ober Böschung	1,7400	0,1	(*)	(**)
		4.2 Alte Straße	0,2670	0,9	(*)	(**)

Bereiche 4 Planung						
0+0,00	0+297,25	Teilbereich	Einzugsgebiet [ha]	Abflussbeiwert	Bef. Fläche [ha]	Zuordnung Einflüsse ATV-M 153
		4.3 Wald - Ober Böschung	1,4890	0,1	0,1489	F1; L1
		4.4 Neue Straße	0,3520	0,9	0,3168	F6; L3
		4.5 Alte Straße	0,2130	0,1	0,0213	F1; L1
		1.5 Alte Straße	0,0780	0,1	0,0078	F1; L1
		Bergwasser Tunnel	2,9683	0,1	0,2968	F1; L1
		(fiktiv)	(fiktiv)	(fiktiv)	0,1780	

Bereiche 1 und 2 Alt / Bestand						
0+297,25	Tunnelportal	Teilbereich	Einzugsgebiet [ha]	Abflussbeiwert	Bef. Fläche [ha]	
		Bereich 1 (links)	1.1 Wald - Ober Böschung	0,3670	0,1	(*)
			1.2 Alte Straße	0,0930	0,9	(*)
		Bereich 2 (rechts)	2.1 Wald - Ober Parkplatz	0,9780	0,1	(*)
			2.2 Alte Straße + Parkplatz	0,1960	0,9	(*)
			2.3 Wiesenfläche unter Alte straße+ Parkplatz	0,4980	0,1	(*)

Bereiche 1 und 2 Planung Vorrut Raubettmulde							
0+297,25	Tunnelportal	Teilbereich	Einzugsgebiet [ha]	Abflussbeiwert	Bef. Fläche [ha]	Regenwasserabfluss [l/s]	Zuordnung Einflüsse ATV-M 153
		Zuführung 1 vom Hang in die Raubettmulde ohne Sedimentationsanlage	1.3 Wald - Ober Böschung	0,2790	0,1	0,0279	F1; L1
			2.4 Wald - Ober Parkplatz	1,0150	0,1	0,1015	F1; L1
		Zuführung 2 Straßenflächen Nebenflächen mit Sedimentationsanlage	2.5.1 Parkplatz (ohne Bankett) - oben	0,0595	0,9	0,0535	F3; L1
			2.5.2 Alte Straße modifiziert	0,1445	0,9	0,1301	F4; L1
			2.5.4 Neue Straße in den Tunnel	0,1046	0,9	0,0941	F5; L2
			2.5.3 Neue Straße	0,0789	0,9	0,0710	F6; L3
			2.7 Wirtschaftsweg (über Tunnel)	0,0480	0,9	0,0432	F3; L1
			2.8 Böschung am Tunnel	0,0560	0,3	0,0168	F1; L1

Zuführung 3 Direktleitung bei Bedarf, kein Niederschlag		Wasser aus Löschwasserbecken Schleppwasser Tunnel				k.A.	F1; L1
	2.6	unbefestigte Zwischenfläche + Rettungspatz	0,2910	0,3	0,0873	21,0	F1; L1

Summe Planung	0,9294	174,0000	0,6254	148,1	0,4282	94,0000
---------------	--------	----------	--------	-------	--------	---------

Abflussbeiwerte	Fahrbahn	0,9
Spitzenabflussbeiwert =	Bankette	0,7
mittlerer Abflussbeiwert	Rasengittersteine	0,33
	Mulde, Böschungen	0,3
	Wald, Böschungen	0,1
(*) über Böschung zur Vorflut		
(**) nicht notwendig		
(***) Separate Vorflut		

Das Wasser aus dem Tunnel ist hier derzeit nicht berücksichtigt	
Zur Information:	
Bergwasser vom Tunnel	59 l/s
Schleppwasser Tunnel	0,062 l/s
Niederschlagswasser Ostportal	60 l/s

Bemessungsgrundlage			
Regenhäufigkeit	n =	0,2	l/s 5 Jahre
Mindestregendauer	T <sub>min</sub> =	15	min
Regenspende	f <sub>15,0</sub> =	126,7	l/s/ha R. Koste-Atlas 2010R
Regenspende	f <sub>15,0,0</sub> =	209	l/s/ha R. Koste-Atlas 2010R
Planungstoleranz 10 Jahre		10	%
Regenspende mit Toleranz	f <sub>15,0,0</sub> =	229,9	l/s/ha



## **B 462 Tunnel Freudenstadt, Westportal - Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach**

### **Gutachterliche Bewertung**

#### **der Ausarbeitung des Regierungspräsidiums Karlsruhe zur Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach vom 16.03.2020**

### **1 Veranlassung**

Am 30.03.2020 wurde die GefaÖ - Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung, namentlich Herr Dr. Roland Marthaler, vom Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 44 - Straßenplanung, SGL Planungsgruppe Nordschwarzwald (Herr Deveaux) beauftragt die Ausarbeitung des Regierungspräsidiums vom 16.03.20 zur „Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach“ aus Sicht eines Limnologen nochmals kritisch zu prüfen und zu bewerten.

### **2 Unterlagen**

Für die gutachterliche Bewertung wurden seitens des Regierungspräsidiums Karlsruhe folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt (per E-Mail vom 23.03.2020, Herr Deveaux):

- Regierungspräsidium Karlsruhe (2020): B 462 Tunnel Freudenstadt - Westportal, Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach. Ausarbeitung des Regierungspräsidiums Karlsruhe vom 16.03.20 (mit den folgenden Anlagen).

Anlage 1: E-Mail LGRB vom 03.02.2020: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau des Regierungspräsidiums Freiburg (2020): B 462 Tunnel Freudenstadt - Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach. Ingenieurgeologische und hydrogeologische Befassung. LGRB-Az.: 4764/16\_01175.

Anlage 2: Auszug aus „UVS“ / Kapitel Fauna (Makrozoobenthos und Fische), Auszug aus „UVS“ / Hinweise zur Entwässerungskonzeption (Bearbeitung: Emsch & Berger, Dipl. Biologe Dietmar Bernauer).

Anlage 3: Auszug aus Umweltbüro Essen & Chromgrün (2019): „Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern“

Anlage 4: Auszug Pegelstände Christophstal/Forbach.

Anlage 5: Schöpfprobe Forbach am 31.07.2017.

Anlage 6: Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 25.08.2015.

Anlage 7: Messung Baiersbronn-Frischfaser-Karton GmbH 03.03.2015

Anlage 8: Schöpfprobe Forbach am 03.03.2020.

Anlage 9: Auszug Technische Regeln zur Ableitung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser.

Anlage 10: Auszug aus Flächenermittlung und Berechnung der zu entwässernden Straßenoberfläche.

sowie die pdf-Version von

Umweltbüro Essen & Chromgrün - Projektteam (2019): Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern. LAWA-Projekt O 3.16 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2016. Essen/Velbert 05. Juli 2019.

### **3 Vorgehensweise bei der Bewertung der Ausarbeitung**

Für die Bewertung wurden die einzelnen Kapitel der Ausarbeitung des Regierungspräsidiums Karlsruhe (kurz RP Karlsruhe) sowie deren Anlagen gesichtet. Die Ausführungen zu den limnologischen Sachverhalten und zu einer möglichen Schadwirkung des chloridhaltigen Bergwassers auf die Lebensgemeinschaft des Forbachs wurden auf Korrektheit, Nachvollziehbarkeit und Vollständigkeit aus gewässerökologischer Sicht überprüft. Bei Bedarf wurden die in den einzelnen Kapiteln gemachten Aussagen kommentiert und ergänzt.

## **4 Bewertung der Ausarbeitung des RP Karlsruhe zur Einleitung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach**

### **4.1 Kapitel „Einleitung“**

Im Kapitel „Einleitung“ wird auf die Menge des anfallenden Bergwassers im Regelbetrieb und bei Starkregen sowie auf die zu erwartenden Chloridgehalte eingegangen. Danach ist von etwa 11 l/s (im Regelbetrieb) und von etwa 22 l/s (bei Starkregen) auszugehen. Die Werte beruhen auf dem zitierten „Ingenieurgeologischen Gutachten“ des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) des Regierungspräsidiums Freiburg aus dem Jahr 2016. Laut den analysierten Bohrproben variierten die Chloridkonzentrationen zwischen 29,6 mg/l und 158 mg/l.

Gemäß der ebenfalls zitierten E-Mail des LGRB vom 03.02.2020 (Anlage 1) werden die zu erwartenden Chloridgehalte im abzuführenden Bergwasser auf 50 bis 60 mg/l geschätzt. Im E-Mail wird darauf verwiesen, dass verlässliche Aussagen zu den Chloridgehalten im Drainagewasser anhand der vorliegenden Erkenntnisse nur bedingt möglich sind.

Gutachterliche Bewertung:

In der Ausarbeitung des RP Karlsruhe werden die Erkenntnisse des LGBR nachvollziehbar dargestellt und belegt. Es wird darauf verwiesen, dass es sich bei den abzuführenden Abflüssen und den Chloridgehalten derzeit um Schätzungen handelt.

Es erscheint dennoch angemessen, diese Werte als Grundlage für die in den folgenden Kapiteln durchgeführten Durchmischungsrechnungen heranzuziehen, da detailliertere und besser gesicherte Angaben bisher fehlen.

Es wird empfohlen, den Vorschlägen des LGBR zu folgen und die Ergebnisse der weiteren Beprobungen des Bergwassers im Bauverlauf im Hinblick auf die Planungsvarianten zu berücksichtigen bzw. die Planungen zum Verbleib des Bergwassers von den Probennahmeergebnissen abhängig zu machen. Des Weiteren sollten parallel hierzu weitere Chloridanalysen des Bachwassers in regelmäßigen Abständen erfolgen, um den dünnen Datenbestand zu erweitern.

**4.2 Kapitel „Planung“**

In diesem Kapitel wird auf die alternativen Planungsvarianten für die Ableitung bzw. den Verbleib des chloridhaltigen Bergwassers eingegangen. Vom RP Karlsruhe als Vorhabensträger wird der Ansatz verfolgt, das Bergwasser in den Forbach einzuleiten. Es wird begründet, warum andere Alternativen aus Sicht des RP Karlsruhe (Referat 44 - Straßenplanung) nicht in Frage kommen oder nicht zielführend sind. Auf der anderen Seite wird festgestellt, dass gemäß der UVU (Anlage 2) der Forbach einen „sehr guten ökologischen Zustand“ aufweist.

Gutachterliche Bewertung:

Die Begründungen für das Fehlen von Alternativen für das Einleiten des Bergwassers in den Forbach betreffen anscheinend den gegenwärtigen Sachstand, sie erscheinen stichhaltig und plausibel. Inwieweit die angesprochenen Alternativen tatsächlich völlig ausgeschlossen werden können oder müssen, kann aus Sicht des Gutachters nicht bewertet werden.

**4.3 Kapitel „Nachweisführung“**

Auf Basis der vorhandenen Daten bzw. Schätzwerten zu den Abflusswassermengen und den Chloridgehalten des Bergwassers und des Forbachs werden in diesem Kapitel die unterhalb der Einleitungsstelle zu erwartenden Chloridgehalte im Forbach mittels Durchmischungsrechnungen bei unterschiedlichen Voraussetzungen berechnet.

Als Grundlage für die Einschätzung, ob der Nachweis hinsichtlich des Jahresmittelwerts für die Abflüsse und die Chloridkonzentrationen sowie für die chronische und akute Belastung erfüllt ist, wurden die berechneten Ergebnisse mit den Schwellenwerten, die sich aus in Anlage

3 benannten Studie und der in der UVS (Anlage 2) zitierten Darstellung des LMB (2016) ableiten lassen, verglichen. Als Ergebnis aus diesem Vergleich wurde die Aussage getroffen, dass die Nachweise jeweils erfüllt sind, das heißt die Schwellenwerte für den „sehr guten ökologischen Zustand“ für den Gewässertyp 5.1, dem auch der Forbach zuzuordnen ist, werden unter den angenommenen Vorbedingungen nicht überschritten.

Der „sehr gute ökologischen Zustand“ des Forbachs wird im Rahmen der UVU auf Basis der Untersuchung zum Makrozoobenthos bestätigt. Auch die vorgefundene Fischfauna (Groppe, Bachforelle) entspricht nahezu der Referenz-Fischfauna, lediglich das Bachneunauge konnte nicht nachgewiesen werden.

#### Gutachterliche Bewertung:

Die Vorgehensweise, wie sie in der Ausarbeitung des RP Karlsruhe angewandt wurde, ist aus gutachterlicher Sicht korrekt und ausreichend nachvollziehbar dargestellt. Die Herkunft der Werte, die in die Durchmischungsrechnungen eingingen, wurde belegt. Auch die Schlussfolgerungen sind nachvollziehbar. Die verwendeten Veröffentlichungen (Anlage 3) und des LBM (2016) zur Nachweiserfüllung können derzeit als aktuell und maßgeblich für die Beurteilung von Chlorideinflüssen auf die aquatische Biozönose klassifiziert werden.

Für die Berechnung des Jahresmittelwerts für den Chloridgehalt im Forbach wurde vom RP Karlsruhe der mittlere Abfluss (MQ) des Forbachs zugrunde gelegt. Die Berechnung ergab einen Chloridgehalt von 26,9 mg/l, dieser lag somit knapp unterhalb des in der Anlage 3 genannten Schwellenwertes (27 mg/l). Für die Berechnung wurde ein Hintergrundwert für den Chloridgehalt des Forbachs von 25,8 mg/l angesetzt. Dieser verwendete Hintergrundwert entspricht dem Wert, bei dem der Schwellenwert noch knapp unterschritten wird. Gemäß der Aussage des RP Karlsruhe liegt die getroffene Annahme mit einem Zuschlag von 40% auf der sicheren Seite.

Aus Sicht des Gutachters wäre für die Berechnung des Jahresmittelwerts der Mittelwert der zur Verfügung stehenden sechs Messwerte (angegeben in der Ausarbeitung des RP Karlsruhe), auch wenn es sich nur um eine grenzwertig geringe Datenmenge handelt, heranzuziehen. Daraus ergibt sich ein Mittelwert von 18,4 mg Chlorid/l (siehe Ausarbeitung RP Karlsruhe).

Unter Berücksichtigung dieses Wertes ergeben sich bei MQ und MNQ des Forbachs die folgenden Durchmischungsrechnungen (Tabellen 1 und 2).

**Tabelle 1: Durchmischungsrechnung zweier Ströme (Bergwasser, Forbach). Eingangswerte gemäß Ausarbeitung des RP Karlsruhe, unter Berücksichtigung des MQ des Forbachs (670 l/s) am Pegel Christophstal (gemäß HVZ) und eines Mittelwerts von 18,4 mg Chlorid/l (Tab. erstellt durch den Gutachter)**

	Ströme		Abfluss
	Bergwasser	Forbach	C
Volumenstrom, Wasser [l / s]	22	670	692
Konzentration, Ionen [mg / l] für Chlorid	60	18,4	<b>19,7225434</b>
Massenstrom, Ionen [mg / s]	1320	12328	13648

Der Wert von 27 mg/Chlorid/l ist kennzeichnend für die Erhaltung bzw. das Erreichen des „sehr guten ökologischen Zustands“. Er bezieht sich auf den Gewässertyp 5.1 (zu dem auch der Forbach gehört) und orientiert sich an der sensibelsten Qualitätskomponente, den Diatomeen (Kieselalgen). Für die Fische wird als Schwellenwert ein Chloridgehalt von 32 mg/l, für das Makrozoobenthos (AD) ein Gehalt von 35 mg/l und für die Makrophyten ein Gehalt von 40 mg/l angegeben (gemäß Anlage 2).

Bei der Erteilung wasserrechtlicher Erlaubnisse oder Genehmigungen wird häufig, insbesondere auch bei der Bewertung von Abwassereinleitungen, der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) des Vorfluters herangezogen. Setzt man den MNQ des Forbachs (150 l/s, Quelle: HVZ Baden-Württemberg) für die Berechnung an, so ergibt sich als Ergebnis ein Chloridgehalt von 23 mg/l im Forbach unterhalb der Einleitungsstelle und somit ebenfalls keine Überschreitung des Schwellenwerts für alle Qualitätskomponenten (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Durchmischungsrechnung zweier Ströme (Bergwasser, Forbach). Eingangswerte gemäß Ausarbeitung des RP Karlsruhe, unter Berücksichtigung des MNQ des Forbachs (150 l/s) am Pegel Christophstal (gemäß HVZ) und eines Mittelwerts von 18,4 mg Chlorid/l (Tab. erstellt durch den Gutachter)**

	Ströme		Abfluss
	Bergwasser	Forbach	C
Volumenstrom, Wasser [l / s]	22	150	172
Konzentration, Ionen [mg / l] für Chlorid	60	18,4	<b>23,7209302</b>
Massenstrom, Ionen [mg / s]	1320	2760	4080

Für die in der Ausarbeitung des RP Karlsruhe durchgeführte Berechnung für eine chronische bzw. akute Chlorid-Belastung wurde die maximale Einleitungsmenge (22 l/s) und der maximale Chloridgehalt (158 mg/l) des Bergwassers sowie der Niedrigwasserabfluss (NQ) von 60 l/s und

eine hohe angenommene Chloridkonzentration (50 mg/l) des Bachs zugrunde gelegt. Die Berechnung ergab einen Gehalt von 79 mg Chlorid/l im Forbach nach der Durchmischung. Da der verwendete NQ des Forbachs den niedrigsten Abfluss von 1981 bis 2010 (HVZ), das heißt der niedrigste Abfluss innerhalb von 30 Jahren, der den absoluten Ausnahmefall darstellt, und der Chloridwert für den Forbach zudem sehr hoch angesetzt wurde, wird vorgeschlagen, die Berechnung und die Bewertung der Chloridbelastung auch hier eher auf MNQ zu beziehen. Unter Verwendung des MNQ errechnet sich ein Gehalt von rund 64 mg Chlorid/l (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Durchmischungsrechnung zweier Ströme (Bergwasser, Forbach). Eingangswerte gemäß Ausarbeitung des RP Karlsruhe, unter Berücksichtigung des MNQ des Forbachs am Pegel Christophstal (gemäß HVZ) (Tab. erstellt durch den Gutachter)**

	Ströme		Abfluss
	Bergwasser	Forbach	C
Volumenstrom, Wasser [l / s]	22	150	172
Konzentration, Ionen [mg / l] für Chlorid	158	50	<b>63,8139535</b>
Massenstrom, Ionen [mg / s]	3476	7500	10976

Beide Berechnungen (sowohl mit NQ als auch MNQ) lassen die gleiche Aussage hinsichtlich des Chlorid-Schwellenwerts bzw. Richtwerts für kalkarme Fließgewässer zu, wenn man die Empfehlung des LBM (2016), heranzieht (siehe Tabelle 4). Die Konzentrationen für die chronische Belastung (100 mg Chlorid/l) bzw. die akute Belastung (400 mg Chlorid/l) werden nicht erreicht. Die errechneten Gehalte betragen 79 mg Chlorid/l (bei MQ) und 63 mg Chlorid/l (bei MNQ).

**Tabelle 4: Richtwerte für chronische und akute Belastungen durch Chlorid (in mg/l) in unterschiedlich kalkhaltigen Fließgewässern (aus LBM 2016)**

Kalkgehalt	Calcium (mg/l)	Richtwert	
		Chronische Belastung (maximal 1 Monat)	Akute Belastung (maximal 3 Tage)
kalkreich	> = 25	150	600
mäßig kalkarm	> = 25	125	500
<b>kalkarm</b>	<b>&gt; = 15</b>	<b>100</b>	<b>400</b>

Orientiert man sich an den Angaben in der Tabelle 5, wie das in der Ausarbeitung des RP Karlsruhe (unter Bezugnahme auf die UVS, Anhang 1) gehandhabt wurde, so ist die Aussage, dass im betrachteten Fall die Schwellenwerte deutlich unterschritten werden, auch hier korrekt und nachvollziehbar.

**Tabelle 5: Schwellenwerte für Chlorid-Konzentrationen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung (gemäß LBM 2016)**

Gewässertyp (Kalkgehalt)	Jahresmittelwert (mg/l)  (arithmetisches Mittel aus maximal 3 aufeinander folgenden Jahren)	Chronische Belastungen (mg/l)  (max. 30 aufeinander folgende Tage)	Akute Belastung (mg/l)  (max. 3 aufeinander folgende Tage)
mäßig kalkarm	40	100	400
Karbonatisch kalkreich	50	150	600

Auch bei der Festlegung der Werte in Tabelle 5 wurde die unterschiedliche Sensibilität der biologischen Qualitätskomponenten berücksichtigt. Laut LBM (2016) weisen das Phytobenthos und die submersen Makrophyten die höchsten Sensibilitäten auf, die Fische und das Makrozoobenthos sind weniger empfindlich.

In verschiedenen Veröffentlichungen und Literaturstudien wurden die Chloridtoleranzen bzw. die Präferenzbereiche für einzelne aquatische Tiergruppen, zum Teil bis auf Artniveau, dargestellt (Büro für Hydrobiologie 2010, DWS-Hydroökologie 2014, Umweltbüro Essen & Chromgrün 2014, 2017, ECORING & K + S KALI 2014), FAÖ Landschaftsplanung 2016). In der Studie von ECORING & K + S KALI (2014) werden rund 100, zum Teil sehr sensible Makrozoobenthos-Taxa aus den Gruppen der Köcherfliegen, Eintagsfliegen und Steinfliegen, hinsichtlich ihrer Chloridpräferenzen verglichen. Lediglich 9 Taxa haben danach ihre Präferenz (bezogen auf das 90 % Perzentil) bei Chloridgehalten unter 100 mg/l und nur ein Taxon (*Rhithrogena semicolorata*-Gruppe) bei unter 50 mg/l.

In der Arbeit von Umweltbüro Essen & Chromgrün (2014, 2017) werden rund 470 Makrozoobenthosarten sogenannte Chlorid-Schwerpunktkonzentrationen (SWP-Konz.) für silikatische Gewässer zugeordnet. Für die im Forbach vorkommenden Arten der Roten Listen Baden-Württembergs und Deutschlands (siehe Anlage 2) wurden SWP-Konzentrationen < 30 mg Chlorid/l ermittelt, die Spanne des Vorkommens reicht jedoch bis 60 mg/l.

Ein in Nordrhein-Westfalen durchgeführte Studie ergab, dass die in Fließgewässern des Mittelgebirges ermittelten Chloridgehalte bei maximal 134 mg/l und im Tiefland bei etwa 154 mg/l lagen. Die Schwellenwerte der mit „sehr gut“ beurteilten Probestellen wiesen maximal jeweils weniger als die Hälfte dieser Werte auf. Durch Verknüpfung der Besiedlungstabellen mit den Chloridwerten konnte gezeigt werden, dass in den Fließgewässern des Mittelgebirges und des Tieflandes etwa 17% der Arten bei Chloridkonzentrationen über 100 mg/l nicht mehr nachgewiesen werden. Etwa 54% der Arten verschwinden bei Chloridkonzentrationen von über 200 mg/l, etwa 25% der Arten reagieren weniger stark und tolerieren Salzgehalte bis etwa 400 mg/l Chlorid und etwa 20% werden auch darüber nachgewiesen. Bei den salzsensitiven Arten handelte es sich sowohl im Bergland als auch im Tiefland um die ökologisch höherwertigen, häufigsten Arten (Büro für Hydrobiologie 2010).



Gemäß der Studie ist in Mittelgebirgsbächen, die mit dem Zustand „sehr gut“ bewertet wurden von einem maximalen Gehalt von etwa bis zu 60 mg Chlorid/l (maximal die Hälfte von 134 mg/l, siehe oben) auszugehen. Dieser Wert wird im Forbach im Jahresmittel nochmals um etwa die Hälfte unterschritten, so dass hierbei ein relativ hoher Sicherheitsfaktor besteht.

Hinsichtlich der verschiedenen Richtlinien und Gesetzesgrundlagen für den Gewässerschutz sind derzeit die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) (2000), der LAWA (2015) und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) 2016 maßgeblich. Die LAWA (2015) gibt für den Fließgewässertyp 5.1 (hierzu gehört der Forbach) einen Hintergrundwert von  $\leq 25$  mg Chlorid/l an und einen Orientierungswert von 200 mg Chlorid/l an. In der Oberflächengewässerverordnung, die als wesentliche nationale Gesetzesgrundlage für die Umsetzung der EG-WRRL anzusehen ist, wurde als Anforderung für den „sehr guten ökologischen Zustand“ ein Chloridgehalt von maximal 50 mg/l und für den „guten ökologischen Zustand“ ein Gehalt von maximal 200 mg/l festgesetzt. Die Werte sind Mittelwerte (arithmetisches Mittel aus den Jahresmittelwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren) zu verstehen.

## 5 Zusammenfassung und Fazit

Insgesamt ist die Ausarbeitung des Regierungspräsidiums Karlsruhe als nachvollziehbar zu bezeichnen. Die in die Durchmischungsrechnungen eingegangenen Daten beruhen im Wesentlichen auf Aufzeichnungen oder Messungen und sind durch Quellenangaben belegt. Allerdings beruhen die verwendeten Zuflusswassermengen und die Chloridgehalte des Bergwassers nur auf ungefähren Schätzungen und auch der derzeitige Chloridgehalt des Forbachs basiert bisher auf einer relativ dünnen Datenmenge.

Zur Bewertung der voraussichtlichen Chloridbelastung für den Forbach, die aus der Einleitung von chloridhaltigem Bergwasser entsteht, wurde vom RP Karlsruhe die aktuellen und maßgeblichen Literaturquellen und die daraus ersichtlichen Schwellenwerte verwendet.

Nach den Berechnungen des RP Karlsruhe wird der Schwellenwert für Chlorid für den Gewässertyp 5.1 (diesem wird auch der Forbach zugeordnet) im Jahresmittel nicht überschritten. Für die Berechnung wurde der mittlere Abfluss (MQ) und eine Chloridbelastung von 25,8 mg/l des Forbachs verwendet. Setzt man den mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) und einen mittleren Chloridgehalt von 18,4 mg/l (Mittelwert aus den vorliegenden Messungen) an, wird der Schwellenwert ebenfalls für alle biologischen Qualitätskomponenten (Phytobenthos, Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) nicht überschritten.

Auch bei akuten oder chronisch erhöhten Chloridbelastungen des Forbachs infolge des eingeleiteten Bergwassers, werden die Schwellenwerte nicht überschritten. Auch bei Extrembedingungen im Forbach, das heißt bei absolutem Niedrigwasser (NQ) und hohen Chloridgehalten, werden die aktuellen, auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhenden Schwellenwerte sicher eingehalten.



Auf Basis der zurzeit vorliegenden weiterführenden Literatur und der Einschätzung des Gutachters (die Ausführungen des RP Karlsruhe wurden durch den Gutachter teilweise konkretisiert und ergänzt) sind die Feststellungen des RPs Karlsruhe korrekt dargestellt und stützen die in der UVS (Anlage 2) gemachte Aussage, „dass nach derzeitigem Kenntnisstand Beeinträchtigungen des Gewässerlebensraums nach den besten wissenschaftlichen Erkenntnissen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, wenn die Schwellenwerte eingehalten werden“.

Diese Aussage kann allerdings nur dann aufrechterhalten werden, wenn sich die in die Berechnungen eingegangenen Werte in der Realität bestätigen, das heißt, die tatsächlichen Chloridgehalte und Abflussmengen des Bergwassers sich später nicht maßgeblich anders zeigen als erwartet. Dafür wären entsprechende Nachweise zu erbringen. Es wird daher für erforderlich erachtet, nicht nur das Bergwasser während des Bauverlaufs regelmäßig hinsichtlich der Chloridgehalte zu beproben, sondern auch den Forbach, um die Wertemenge zu verdichten und das Ergebnis und die daraus abzuleitende Bewertung nachhaltig abzusichern.

## **6      Verwendete Datenquellen und Literatur**

Büro für Hydrobiologie (Hbio) (2010): Ableitung ökologisch begründeter Schwellenwerte des Chloridgehaltes und Abschätzung des Einflusses der Gewässerstruktur auf das Makrozoobenthos in NRW. Im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. November 2010.

DWS Hydro-Ökologie - Technisches Büro für Gewässerökologie und Landschaftsplanung (2014): Auswirkungen von Chlorid auf die aquatische Flora und Fauna, mit besonderer Berücksichtigung der Biologischen Qualitätskomponente im Sinne der EU-WRRL. Chlorid-Studie. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft. Wien, Oktober 2014.

ECORING & K + S KALI GmbH (2014): Limnologische Untersuchung der Innerste. Gewässerökologie/Gewässerchemie nach EG-WRRL. Im Rahmen des Antrags auf Planfeststellung Hartsalzwerk Siegfried-Giesen. Planfeststellungsunterlage zum Rahmenbetriebsplan. Hildesheim, den 17.12.2014.

EU (2000) - Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. L 327 vom 22.12.2000.

FAÖ Landschaftsplanung (2016): Beurteilung der Chloridempfindlichkeit des Bachneunauges und der Fließgewässerlebensräume im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfungen. BAB A 1 AS Kelberg - AS Blankenheim. Im Auftrag des Landesbetriebs Mobilität, Trier und dem Landesbetrieb Straßenbau NRW, RNL Vile-Eifel. Trier, 28.10.2016.

LAWA-AO (2015): Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL. Stand 09.01.2015

LBM - Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz (Hrsg.) (2016): Leitfaden: Beurteilung von Chlorideinleitungen in FFH-Fließgewässerlebensräume (LRT 3260) bei Straßenbauvorhaben in Rheinland-Pfalz. Bearbeitung: FAÖ - Landschaftplanung Trier. Stand November 2016.

OGEWV - Oberflächengewässerverordnung (Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer) vom 20.06.2016 (BGBl. I, S. 1373).

Umweltbüro Essen & Chromgrün - Projektteam (2014): Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen chemischen und physikalischen Parametern in Fließgewässern. Abschlussbericht. LAWA-Projekt O 3.12 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2012. Essen/Velbert 17. April 2014.

Umweltbüro Essen & Chromgrün - Projektteam (2017): Ergänzende Arbeiten zur Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern. Abschlussbericht. LAWA-Projekt O 3.15 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2015. Essen/Velbert 10. Mai 2017.

Umweltbüro Essen & Chromgrün - Projektteam (2019): Abschließende Arbeiten zu Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (ACP) in Fließgewässern. LAWA-Projekt O 3.16 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2016. Essen/Velbert 05. Juli 2019.

Wiesloch, 09. April 2020

*Roland Marthaler*

Dr. Roland Marthaler



(von der Industrie- und Handelskammer Rhein-Neckar öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Wasserwirtschaft -Oberirdische Gewässer- Untersuchung, Überwachung, Bewertung, Verunreinigungen, Fischsterben)

**GefaÖ** - Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH

In den Weinäckern 4

D-69168 Wiesloch

Telefon: 06222/971715-0

Telefax: 06224/97175-20

E-Mail: [info@gefaoe.de](mailto:info@gefaoe.de)

Anlagen: E-Mail vom 14. Mai 2020 -

B 462 Tunnel Freudenstadt\_Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach

**Trowe, Jens**

---

**Von:** Hanfstein, Ulrich  
**Gesendet:** Donnerstag, 14. Mai 2020 09:45  
**An:** Speer, Axel (RPK); Deveaux, Nicolai (RPK)  
**Cc:** [REDACTED]  
**Betreff:** WG: B 462 Tunnel Freudenstadt\_Entwässerung des chloridhaltigen Bergwassers in den Forbach  
  
**Priorität:** Hoch

Sehr geehrter Herr Speer,  
sehr geehrter Herr Deveaux,

am 14.04.2020 haben Sie uns die gutachterliche Bewertung von Herrn Dr. Marthaler (von der Industrie- und Handelskammer Rhein-Neckar öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Wasserwirtschaft -Oberirdische Gewässer- Untersuchung, Überwachung, Bewertung, Verunreinigungen, Fischsterben) zukommen lassen.

Wir haben diese Bewertung geprüft und kommen zum Ergebnis, dass der ausführlichen Stellungnahme von Herrn Dr. Marthaler gefolgt werden kann. Aus fachtechnischer Sicht können wir daher der Einleitung des Bergwassers in den Forbach soweit zustimmen, so dass die Planung weitergeführt werden kann.

Über ein mögliches Monitoring Programm (Bewertung Chlorid, pH, u.a.) während der Bauausführung oder nach Fertigstellung können wir uns im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens sicherlich noch austauschen und verständigen.

Mit freundlichen Grüßen

Ulrich Hanfstein

---

Landratsamt Freudenstadt  
Dezernat III  
Amt für Bau, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Amtsleiter