

AUFTRAGGEBER:



**Zimmerstraße 54  
10117 Berlin**

PROJEKT:

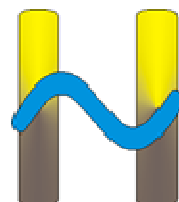
## **Gutachten**

### **ÜBER DIE VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG DER WYHRA DURCH VERSICKERUNG/ABLEITUNG VON STRAßENABWÄSSERN**

**NEUBAU B 7, VKE 3191  
Verlegung nördlich Frohburg**

BEARBEITUNG:

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



## **GUTACHTEN**

**VORHABEN:** NEUBAU B 7, VKE 3191  
VERLEGUNG NÖRDLICH FROHBURG  
ERSTELLUNG EINES GUTACHTENS ÜBER DIE  
VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG DER WYHRA  
DURCH VERSICKERUNG/ABLEITUNG VON  
STRAßENABWÄSSERN

**AUFTRAGGEBER:** DEGES  
DEUTSCHE EINHEIT FERNSTRAßENPLANUNGS-  
UND -BAU GMBH  
ZIMMERSTRASSE 54  
10117 BERLIN

**AUFTRAGNEHMER:** BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE  
GERT HAMMER  
BEETHOVENSTR. 3  
01465 DRESDEN OT LANGEBRÜCK

**DRESDEN, 28. MÄRZ 2018**



---

**UTA LENZ**  
**VERFASSER**



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **Inhaltsverzeichnis**

Abbildungsverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis .....	4
Abkürzungsverzeichnis .....	5
1 Veranlassung .....	6
2 Rechtliche Grundlagen .....	7
3 Chloridgehalte in Fahrbahnabflüssen .....	10
4 Vorgehensweise / Methodik .....	12
4.1 Vorbemerkungen .....	12
4.2 Oberflächenwassermodell SWMM .....	12
4.2.1 Modelleingangsdaten Oberflächenwassermodell SWMM .....	14
4.2.1.1 Tausalz .....	14
4.2.1.2 Meteorologie .....	17
4.2.1.3 Entwässerungstechnik .....	20
4.3 Grundwassermodell MODFLOW-GWT .....	24
4.3.1 Aufbau des geohydraulischen Modells .....	25
4.3.2 Geohydraulische Verhältnisse in der Wyhraniederung .....	31
4.4 Chloridvorbelastung der Wyhra, Pleiße und des Grundwassers .....	32
5 Ergebnisse der Modellrechnungen .....	37
5.1 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM .....	37
5.2 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm MODFLOW-GWT .....	38
6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....	41
Literatur .....	44
Anlagenverzeichnis .....	47



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Verbrauchsmengen des Winterdienstes der SM Altenburg auf Bundesstraßen ....	15
Abb. 2: Tagesmittel Lufttemperatur [°C] und Tagesniederschlagssumme [mm] Station Roda/Niedergräfenhain sowie Tausalzausbringung der SM Altenburg [g Salz/(m²/d)] 01.10.2010 - 31.10.2017 .....	19
Abb. 3: Aufbau des Grundwassermodells .....	27
Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen in der Wyhra an 4 ausgewählten Messstellen 2010 - 2017 .....	33
Abb. 5: Gemessene Chloridkonzentration in der Pleiße an den Messstellen Ponitz, Zulauf TS Windischleuba und Regis 2010 - 2015 .....	34
Abb. 6: Gemessene Chloridkonzentration im Grundwasser an den Messstellen Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94 und Streitwald B 3/92 2010 - 2017 .....	36



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Na- und Cl-Gehalte [mg/l] in Straßenabflüssen (Schmelzwasser) deutscher Straßen.....	10
Tab. 2: Na- und Cl-Konzentrationen in Regenrückhaltebecken an deutschen Autobahnen .....	11
Tab. 3: Gemessene Chloridkonzentration [mg/l] im Zu- und Ablauf zweier Entwässerungsbecken an Autobahnen .....	11
Tab. 4: Tausalzverbrauch der SM Altenburg auf Bundesstraßen .....	15
Tab. 5: Übersicht der versiegelten und unversiegelten Flächen sowie der von Einleitungen betroffenen Gewässer von der B 7, VKE 3191 (Teil Sachsen).....	23
Tab. 6: Hydrologische Hauptzahlen GWBR Benndorf .....	26
Tab. 7: Hydrologische Hauptzahlen der Wyhra, Trassenquerung B 7 .....	28
Tab. 8: Hydrologische Hauptzahlen und Abflussspenden Pegel Streitwald 1, Wyhra.....	30
Tab. 9: Ausgewählte Gütemessstellen der Wyhra.....	32
Tab. 10: Ausgewählte Gütemessstellen der Pleiße.....	34
Tab. 11: Stammdaten der Grundwassermessstellen Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94 und Streitwald B 3/92 .....	35

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

### **Abkürzungsverzeichnis**

a	Jahr
AS	Anschlussstelle
BAB	Bundesautobahn
BP	Bohrpunkt
DWD	Deutscher Wetterdienst
EZG	Einzugsgebiet
EW	Entwässerungsabschnitt
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
Filter-OK	Filter-Oberkante
Filter-UK	Filter-Unterkante
GOK	Geländeoberkante
GWBR	Grundwasserbeobachtungsrohr
GWL	Grundwasserleiter
HQ	Höchster Durchflusswert gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
MHQ	Arithmetisches Mittel der höchsten Durchflusswerte gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
NQ	Niedrigster Tagesmittelwert der Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LTV	Sächsische Landestalsperrenverwaltung
max.	maximal
min.	minimal
MQ	Arithmetisches Mittel aller mittleren Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
MNQ	Arithmetisches Mittel der niedrigsten Tagesmittelwerte der Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
NA-Modelle	Niederschlags-Abflussmodelle
oh.	Oberhalb
OT	Ortsteil
OWK	Oberflächenwasserkörper
RAS-Ew 2005	Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung, Ausgabe 2005
SM	Straßenmeisterei
sog.	sogenannt
TS	Talsperre
unth.	unterhalb
VKE	Verkehrseinheit
WD	Winterdienst
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **1      Veranlassung**

Die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) plant den Neubau der B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg. Die Entwässerungsplanung sieht für den Abschnitt vor, das anfallende Straßenoberflächenwasser über Bankette, Böschungen oder Mulden abzuleiten bzw. zu versickern. Erfolgt die Anlage von Mulden kommt ein modifiziertes Mulden-Rigolen-System mit (Not-)Überleitung in die benachbarten Gewässer zum Einsatz. Von den Überleitungen ist der Fasaneriebach und das Bubendorfer Wasser betroffen, die in die Wyhra münden als auch die Wyhra selbst. Des Weiteren ist auch der Grenzgraben (Bach vom Großen Teich) zur Aufnahme des Oberflächenabflusses vorgesehen. Dieser mündet in die Pleiße bzw. die Talsperre Windischleuba. Unterhalb der Talsperre schließt sich das FFH-Gebiet „Haselbacher Teiche und Pleißeau“, Gebietsnummer 140 an.

Das Straßenvorhaben berührt das FFH-Gebiet „Wyhraue und Frohburger Streitwald“ (EU-Nr. DE 4840-302, Landesinterne-Nr. 230). Da eine Beeinträchtigung des Schutzgebietes durch die Versickerung/Ableitung des Straßenoberflächenwassers nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, ist durch Szenarienberechnungen zu untersuchen, wie sich die Zuführung des Straßenabwassers auf die Qualität der Wyhra bzw. des Grundwassers auswirkt. Im Vordergrund der Untersuchung steht der Parameter Chlorid, der über die Ausbringung von Tausalzen durch den Winterdienst dem Straßenabwasser zugeführt wird.

Das Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer wurde deshalb mit der Erstellung eines Gutachtens über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch die Emission chloridhaltiger Straßenabwässer von der B 7 beauftragt.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **2 Rechtliche Grundlagen**

Im Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts (Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist) sind im § 27 (1) folgende Bewirtschaftungsziele festgeschrieben:

*„(1) Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass*

- eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird und*
- ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.“*

Der § 27 des WHG geht konform mit den Forderungen der Wasserrahmenrichtlinie im Artikel 4 (Richtlinie 2006/60/EG des Europäischen Parlaments 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, S. 1). Geändert durch: Richtlinie 2013/64/EU des Rates vom 17.12.2013 (ABl. L 353 vom 28.12.2013, S. 8 - 12)) mit der Formulierung folgender Umweltziele:

*„(1) In Bezug auf die Umsetzung der in den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete festgelegten Maßnahmenprogramme gilt Folgendes:*

*a) bei Oberflächengewässern:*

- 1. die Mitgliedstaaten führen, vorbehaltlich der Anwendung der Absätze 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8, die notwendigen Maßnahmen durch, um eine Verschlechterung des Zustands aller Oberflächenwasserkörper zu verhindern;*
- 2. die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper, vorbehaltlich der Anwendung der Ziffer iii betreffend künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper, mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen;*
- 3. die Mitgliedstaaten schützen und verbessern alle künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten*



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

*dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhang V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 ein gutes ökologisches Potential und einen guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen;...”*

Im Rahmen der Bewirtschaftung haben vermeidbare Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen der Gewässer grundsätzlich zu unterbleiben. Eine schonende Wasserbewirtschaftung umfasst auch eine Steuerung ihrer Nutzungen. Die Benutzungen der Gewässer sind an Auflagen geknüpft. Benutzung im Sinne des WHG ist u. a. das Einleiten von (Straßen-)Abwasser. Im § 57 WHG werden folgende Anforderungen an das Einleiten von Abwasser getroffen:

*„(1) Eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Direkteinleitung) darf nur erteilt werden, wenn*

*a) die Menge und Schädlichkeit des Abwassers so gering gehalten wird, wie dies bei Einhaltung der jeweils in Betracht kommenden Verfahren nach dem Stand der Technik möglich ist,...*

*(2) Durch Rechtsverordnung nach § 23 Absatz 1 Nummer 3 können an das Einleiten von Abwasser in Gewässer Anforderungen festgelegt werden, die nach Absatz 1 Nummer 1 dem Stand der Technik entsprechen...”*

Auch das Sächsische Wassergesetz vom 12. Juli 2013 (SächsGVBl. S. 503), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. Juli 2016 (SächsGVBl. S. 287) geändert worden ist) nimmt Bezug auf die Forderungen im WHG.

In der WRRL findet sich ebenfalls im Artikel 10 folgender Hinweis im Zusammenhang mit den Einleitungsbestimmungen bzw. Emissionen im Allgemeinen:

*„(2) Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass*

- die Emissionsbegrenzung auf der Grundlage der besten verfügbaren Technologien oder*
- die einschlägigen Emissionsgrenzwerte oder*
- bei diffusen Auswirkungen die Begrenzungen, die gegebenenfalls die beste verfügbare Umweltpraxis einschließen,...*

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

*spätestens zwölf Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie festgelegt und/oder durchgeführt werden, sofern in den betreffenden Rechtsvorschriften nicht etwas anderes vorgesehen ist.“*

In der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung, OGewV vom 20.06.2016, BGBl. I S. 1373) finden sich in der Anlage 7 (Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) Orientierungswerte zur unterstützenden Beurteilung der biologischen Qualitätskomponenten. Für den Parameter Chlorid gilt ein Orientierungswert von 200 mg/l (arithmetischer Jahresmittelwert) für den Übergang von einem guten zu einem mäßigen Zustand. Dieser Orientierungswert ist auch im Erlass des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr vom 24.01.2011 und der LAWA-AO, Rahmenkonzeption Monitoring vom 09.01.2015 festgeschrieben.

Sowohl die Wyhra als auch die Pleiße stellen nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie eigenständige Wasserkörper dar und sollten dementsprechend spätestens bis zum 22. Dezember 2015 einen guten chemischen und ökologischen Zustand besitzen bzw. erreicht haben (siehe Artikel 4, Abs. 1 WRRL), wenn keine Fristverlängerung beantragt wurde. Demzufolge sollte der Orientierungswert von 200 mg Cl/l (arithmetischer Jahresmittelwert) in den Oberflächenwasserkörpern nicht überschritten werden. Artenschutzfachlich begründete Schwellenwerte bleiben von diesem Orientierungswert jedoch unberührt, sodass auch strengere Richtwerte zur Vorsorge herangezogen werden können.

Zusammenfassend sind in Auswertung der rechtlichen Grundlagen im Zusammenhang mit der Einleitung chloridbelasteter Straßenabwässer in die Wyhra und Pleiße somit folgende Bedingungen einzuhalten bzw. Forderungen zu berücksichtigen:

- Eine Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands ist zu vermeiden.
- Ein arithmetischer Jahresmittelwert der Gesamtchloridbelastung im Gewässer von 200 mg Cl/l sollte nicht überschritten werden.
- Artenschutzfachlich begründete Schwellenwerte bleiben von diesem Orientierungswert jedoch unberührt.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

### 3 Chloridgehalte in Fahrbahnabflüssen

In zahlreichen Studien wurden die Salzgehalte in Fahrbahnabflüssen und Rückhaltebecken untersucht. In den Tabellen 1 - 3 sind die Ergebnisse zusammengestellt. Sie liefern einen Überblick möglicher Konzentrationsbereiche.

Straße/Stadt	Probenahme-termin	Na [mg/l]	Cl [mg/l]	Autor
A 7: Han.-Anderten (W) (O)	1/70-7/70 1/70-7/70	18-5.600 4-2.116	1-8.988 7-3.262	TIEMANN (1971)
A 7: Hannover BAB-Graben, 200m	13.03.70	137	454	TIEMANN (1971)
A 7 Han. BAB-Graben, 100m	13.02.70	167	443	TIEMANN (1971)
A 45: Lützellingen	74-77	5-2.900	2-7.450	BROD (1979)
A 45: Niederscheld	74-77	6-12.700	4-19.469	BROD (1979)
A 7: Niederaula	76-77	540-4.320	900-6.300	BROD (1979)
A 3: Frankfurt	75-77	2-270	3-434	GOLWER & SCHNEIDER (1979)
A 81: Pleidelsheim Regenwasser	2/78-9/78		14-1.087 0-8	KRAUTH & KLEIN (1982)
A 6: Heilbronn	2/79-7/79		4-2.761	KRAUTH & KLEIN (1982)
B 45: Bammental, Rohr	78-81	< 1-7.318	4-46.600	SCHROB (1988)
B 45 Bammental Rohr 19	78-81	< 1-8.785	4-41.200	SCHROB (1988)

Tab. 1: Na- und Cl-Gehalte [mg/l] in Straßenabflüssen (Schmelzwasser) deutscher Straßen (zusammengestellt in BROD 1993, S. 73)

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Straße/Stadt	Probenahme-termin	Na [mg/l]	Cl [mg/l]	Autor
A 3: Frankfurt Sickerwasserbecken	77-75	3-670	4-989	GOLWER & SCHNEIDER (1979)
A 81: Pleidelsheim	2/78-9/78		26-2.956	KRAUTH & KLEIN (1982)
A 6: Heilbronn	2/79-7/79		45-6.000	KRAUTH & KLEIN (1982)
A 96: München-Lochham	07.12.77 19.02.79	990	8.437 1.641	DAUSCHECK & BISCHOFBERGER (1986)
BAB Oberhausen	3/87 3/87		max. 180 max. 380	CHRISTIANSEN et al. (1989)

Tab. 2: Na- und Cl-Konzentrationen in Regenrückhaltebecken an deutschen Autobahnen (zusammengestellt in BROD 1993, S. 74)

Die dokumentierten Werte belegen, dass große Konzentrationsschwankungen sowohl in den Straßenabflüssen als auch in den Regenrückhaltebecken auftreten, die insbesondere im Zusammenhang mit den meteorologischen und topografischen Verhältnissen stehen als auch abhängig von der Tausalzanwendungscharakteristik sind. In LANGE ET AL. (2003) gemessene Chloridgehalte im Zu- und Ablauf zweier Entwässerungsbecken (Betonbecken, naturnahes Erdbecken) an Autobahnen dokumentieren ebenfalls sehr starke Schwankungen. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom 12.07.98 - 16.09.99 (Betonbecken) bzw. vom 12.07.98 - 05.07.00 (naturnahes Erdbecken), sodass auch Winterdienstzeiträume berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt (Tab. 3).

	Zulauf [mg Cl/l]		Ablauf [mg Cl/l]		abflussgewogener Mittelwert [mg Cl/l]	
	min.	max.	min.	max.	Zulauf	Ablauf
Naturnahes Erdbecken	1	9.300	6	2.800	65,5	458,3
Betonbecken	1	6.600	1	2.600	132	164

Tab. 3: Gemessene Chloridkonzentration [mg/l] im Zu- und Ablauf zweier Entwässerungsbecken an Autobahnen (Quelle: LANGE et al. 2003)

Beim Erdbecken treten auch in den Sommermonaten zum Teil sehr hohe Ablaufkonzentrationen (Ereignis vom 06.05.99 mit 1.600 mg/l bzw. 04.06.99 mit 2.800 mg/l) auf, die in der Größenordnung den starken Ablaufkonzentrationen im Winter entsprechen. Als Ursache dafür wird beim Erdbecken eine deutlich zeitverzögerte Auswaschung des eingetragenen Chlorids vermutet. Bedingt durch das große Speichervermögen des Erdbeckens kommt es zu einer Anreicherung von Chlorid und einer Schichtung des

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

spezifisch schwereren Salzwassers. Dies geschieht insbesondere bei kleinen Ereignissen, bei denen nach Salzstreuung auf der Fahrbahn sehr hohe Konzentrationen zu erwarten sind.

## **4 Vorgehensweise / Methodik**

### **4.1 Vorbemerkungen**

Grundlage der Nachweisführung bilden zunächst Berechnungen zur Chloridkonzentration in den abfließenden Straßenabwässern. Anhand einer Langzeitsimulation für den Untersuchungszeitraum vom 01.10.2010 - 31.10.2017 werden die Konzentrationen im Straßenabwasser als Tagesmittelwert rückwirkend bestimmt. Diese Vorgehensweise legt die (hypothetische) Annahme zugrunde, dass der Straßenabschnitt bereits verlegt ist und die tausalzhaltigen Abwässer in den Untergrund versickern bzw. abgeleitet werden. Auf dieser Basis sollen Aussagen über die zukünftige Belastung der Wyhra abgeleitet werden. Die 7 aufeinanderfolgenden Winterdienstperioden werden anschließend im Rahmen der Simulationsrechnungen für den Grundwasserpfad mehrfach wiederholt über einen Zeitraum von 50 Jahren, um Aussagen über die langfristigen Auswirkungen der Straßenabwasserableitungen auf das Grundwasser und die Wyhra zu erhalten.

### **4.2 Oberflächenwassermodell SWMM**

Um den Tausalzabfluss im Straßenabwasser zu quantifizieren, besteht die Möglichkeit unter Zuhilfenahme von Simulationsmodellen den Niederschlags-Abflussprozess für ausgewählte Niederschlagsereignisse nachzuvollziehen. Da sog. NA-Modelle im Allgemeinen dafür entwickelt wurden, ausschließlich die quantitativen Abflüsse zu beschreiben, bedarf es im vorliegenden Fall eines Modells, das sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte berücksichtigt.

Die EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY) (2015) entwickelte das Modell SWMM (Stem Water Management Model) zur Analyse von „urbanen Abflussprozessen“. Im Vordergrund steht dabei die Charakterisierung der Abflussprozesse einschließlich der Schadstoffflüsse in Städten, um Grundlagen für die Planung von Rückhalte- und Behandlungsanlagen zu besitzen.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Die Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung mit dem Programm SWMM sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden. Mit dem Programm ist die dynamische Abflusssimulation entsprechend Qualität und Quantität von urban geprägten Flächen möglich. Im Detail können mit dem Programm folgende Prozesse für zeitinvariante Niederschlagsereignisse simuliert werden:

- Verdunstung von Oberflächenwasser
- Schneeakkumulation und Schneeschmelze
- Interzeption
- Infiltration von Niederschlag in die ungesättigte Bodenzone (Horton, Green & Ampt, SCS-Verfahren)
- Durchsickerung und Grundwasserneubildung
- Interaktion zwischen Grundwasser und Kanalabfluss
- Landoberflächen- und Kanalabfluss
- Abfluss in Gerinnen unter Berücksichtigung von Bauwerken
- Einbeziehung von Speichern (RRB, Stauraumkanäle etc.)
- Simulation der Qualität des abfließenden Wassers

Neben der Erfassung der hydrologischen Prozesse auf der Landoberfläche stellt die Simulation des Abflusses in den Kanalnetzen und Gerinnen einen Schwerpunkt des Programms dar. Die aktuelle Version des Programms SWMM 5.1.012 gestattet die Simulation unter stationären Bedingungen als kinematische und dynamische Welle, wobei mit dem letztgenannten Lösungsverfahren die instationäre Berechnung des Abflusses entsprechend der Saint-Venant-Gleichung für offene Gerinne und geschlossene Kanalnetzsysteme unter Berücksichtigung von Speichern, Pumpstationen, Durchlässen und Wehren etc. möglich ist. Ebenso sind Rückstauerscheinungen, Gegenströmung, Druckströmung und Erscheinungen wie Ein- und Ausströmverluste nachbildbar.

Die zeitliche Auflösung ist frei wählbar. Im Allgemeinen empfiehlt sich eine Zeitschrittweite von 5 Minuten für die Simulation von Einzelereignissen bzw. Stunden oder Tagen für eine Langzeitsimulation wie im vorliegenden Fall. Beim Abflussprozess werden sowohl physikalische Prozesse wie Schneeschmelze und -akkumulation, Infiltration und der Abfluss in der gesättigten und ungesättigten Zone berücksichtigt (s.o.). Im Transportmodul ist die

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Aufnahme von bis zu 4 konservativen Schadstoffen vorgesehen, wobei zusätzlich die Qualität des Niederschlagswassers in die Berechnungen einfließt. Des Weiteren können biologische Prozesse (Abbau Coliformer Bakterien) berücksichtigt oder ökonomische Analysen durchgeführt werden.

#### **4.2.1 Modelleingangsdaten Oberflächenwassermodell SWMM**

##### **4.2.1.1 Tausalz**

Natriumchlorid ist das in Deutschland zur Eisfreihaltung von Straßen am häufigsten verwendete Streusalz. Daneben findet als Auftaumittel auch Magnesiumchlorid und Calciumchlorid im Straßenwinterdienst Anwendung. NaCl ist das preiswerteste Auftausalz und eignet sich für Temperaturen bis ca.  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , während bei tieferen Temperaturen  $\text{MgCl}_2$  und  $\text{CaCl}_2$  besser wirksam sind. Salzmischungen verbinden die Vorteile der einzelnen Salze und können so ihren Einsatzbereich verbreitern.

Unter Feuchtsalz versteht man das mit einer  $\text{MgCl}_2$ - oder  $\text{CaCl}_2$ -Lösung befeuchtete NaCl-Trockensalz (teilweise wird auch festes Natriumchlorid mit einer NaCl-Lösung befeuchtet). Feuchtsalz haftet im Gegensatz zu Trockensalz besser auf der Fahrbahn und besitzt eine bessere Tauwirkung. Durch den Einsatz von Feuchtsalz verringert sich der Salzverbrauch um bis zu 30 %. Das Feuchtsalzverfahren findet starke Verbreitung auf deutschen Fernstraßen.

Für den zukünftigen Winterdiensteinsatz auf dem Planungsabschnitt sind die Straßenmeistereien Borna bzw. Altenburg zuständig. Die Meisterei Altenburg betreut den thüringischen Abschnitt, der bestandsnah ausgebaut werden soll und die Meisterei in Borna unterhält in Zukunft den sächsischen Abschnitt, der verlegt werden muss. Nach Auskunft des Straßenbauamtes Ostthüringen sind die Verbrauchsmengen auf Bundesstraßen der Straßenmeisterei in Altenburg repräsentativ für den Untersuchungsraum bzw. den bereits vorhandenen Abschnitt der B 7. Infolge der vergleichbaren orographischen Verhältnisse entlang des sächsischen Streckenabschnitts können sie somit auch für die VKE 3191, d. h. die aktuellen Tausalzuntersuchungen, verwendet werden.

Die Meisterei in Altenburg nutzt flüssige NaCl-Sole, um festes Natriumchlorid zu befeuchten.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Die Verbrauchsmengen des Winterdienstes auf Bundesstraßen der SM Altenburg sind in der nachfolgenden Tabelle 4 und in Abb. 1 in g/m<sup>2</sup> dargestellt. Detailgenaue Aufzeichnungen für den betroffenen Streckenabschnitt existieren jedoch nicht, sodass hilfsweise die mittleren Verbrauchsmengen auf den insgesamt von der Meisterei betreuten Bundesstraßen für die Untersuchungen herangezogen wurden. Sie sind jedoch nach Auskunft des Straßenbauamtes Ostthüringen repräsentativ für den Untersuchungsraum (s. o.).

Winterdienstzeitraum	SM Altenburg		
	NaCl (fest)	Sole (fest)	Salz gesamt
	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]
2010/2011	2.551	64	2615
2011/2012	866	40	906
2012/2013	2.769	146	2915
2013/2014	615	51	666
2014/2015	1.542	121	1663
2015/2016	1.265	161	1426
2016/2017	1.062	120	1182

Tab. 4: Tausalzverbrauch der SM Altenburg auf Bundesstraßen  
(Quelle: Freistaat Thüringen, Landesamt für Bau und Verkehr 31.01.2018)

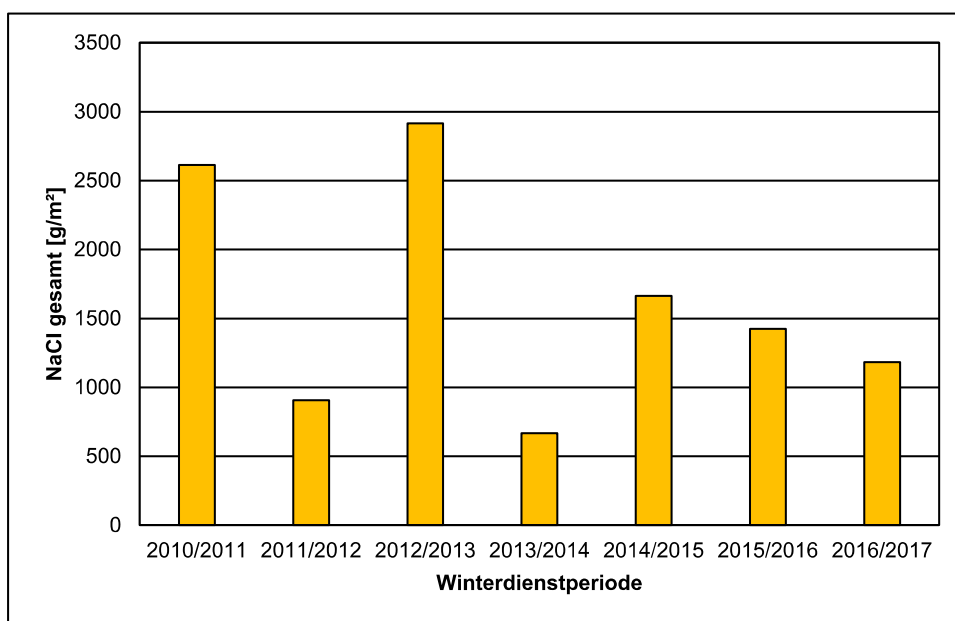


Abb. 1: Verbrauchsmengen des Winterdienstes der SM Altenburg auf Bundesstraßen  
(Quelle: Freistaat Thüringen, Landesamt für Bau und Verkehr 31.01.2018)



---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Der Chloridgehalt in den ausgebrachten Tausalzen ist in Anlage 1 berechnet worden als auch die Chloridausbringungsmengen je m<sup>2</sup> befestigter Fahrbahnfläche für die Winterdienstzeiträume 2010/2011 - 2016/2017. Der Chloridgehalt beträgt rd. 61 % und die ausgebrachten Chloridmengen haben eine Spannbreite während des Untersuchungszeitraumes von 404 - 1.768 g Cl/m<sup>2</sup> (Anlage 1).

Um Berechnungen zur voraussichtlichen Tausalzbelastung der Wyhra in tagesgenauer Auflösung durchführen zu können, mussten die in Anlage 1 bzw. Tabelle 4 dokumentierten Werte auf die betroffenen Winterdienstzeiträume aufgeteilt werden, da beim Landesamt für Bau und Verkehr bzw. bei der Meisterei nur die Gesamtverbrauchsmengen während einer Winterdienstperiode dokumentiert werden. Für die Auslösung eines potenziellen Winterdiensteinsatzes bedurfte es dabei eines Niederschlagsaufkommens von > 0 mm/Tag und einer Tagesmitteltemperatur ≤ 5 °C. In Abhängigkeit des Niederschlagsaufkommens an den Winterdiensteinsatz-Tagen (sog. Streutage) wurden anschließend die Tausalzmengen (bzw. der Chloridanteil in den Tausalzen) prozentual aufgeteilt.

Die auf der Fahrbahn ausgebrachten Salze bilden Gemische mit Eis und Schnee. Die daraus entstehenden Lösungsprodukte als auch die feste Substanz können dabei unterschiedliche Wege in die Umwelt vollziehen. Ein Teil der Lösung wird mit den abfließenden Straßenabwässern über die Entwässerungseinrichtungen abgeführt. Ein anderer Teil des Salzes gelangt durch den Fahrtwind oder durch natürliche Luftbewegungen über die sogenannte Verkehrsgischt in den Straßenrandbereich. Hierbei wird zwischen Spritzwasser, Sprühnebel und Stäuben unterschieden. Während ersteres eine Reichweite von wenigen Metern (bis etwa max. 10 m) aufweist, können letztere über mehrere Deka-Meter (bis etwa 40 m Reichweite) verfrachtet werden (BURTON 1992). Über den mengenmäßigen Verbleib des Salzes in der Umwelt existieren zahlreiche Untersuchungen. Im Allgemeinen wurde festgestellt, dass der kleinere Teil der ausgebrachten Tausalze im Randzonenbereich der Verkehrswege verbleibt, während der überwiegende Teil mit den Straßenabflüssen in die Entwässerungseinrichtungen transportiert wird.

Der Anteil der aufgewirbelten und transportierten Salzaerosole an der ausgebrachten Streumenge beträgt nach Schätzungen von REMMLINGER (1984) 10 - 15 %. Untersuchungen im europäischen Ausland belegen Werte von 4 - 28 % für den Mittelstreifen und etwa 10 % für den Seitenstreifen (DRUELLE & VILAIN 1973, TECHNISCHE DREILÄNDEKOMMISSION 1974).

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Die Salzkonzentration im Schmelzwasserabfluss hängt u. A. vom Ausbau bzw. der Effektivität der Entwässerungseinrichtungen ab. Nach einer Schätzung von REMMLINGER (1984) werden etwa 40 % der ausgebrachten Salzmenngen mit den Fahrbahnabflüssen in die Straßenrandböden verfrachtet. WESSOLEK & KOCHER (2003) geben für den Spritzwasseranteil einer 4 m breiten Zone neben dem Fahrbahnrand eine Größenordnung von 30 - 35 % an. Unter der Annahme, dass der größte Teil der Tausalze gelöst vorliegt, kann der Chlorideintrag in den unmittelbaren fahrbahnbegleitenden Bereich ebenfalls mit 30 - 35 % quantifiziert werden. Eigene Untersuchungen im Auftrag des ehemaligen Autobahnamtes Sachsen (jetzt Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Zentrale) belegen, dass der Tausalzanteil, der über die Entwässerungseinrichtungen während der Winterdienstperiode in die Vorfluter transportiert wird, mit < 60 % angegeben werden kann (BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER 2006). Die Berechnungen mit dem Modell SWMM werden deshalb mit einem „Tausalz-Verlust“ von 40 % im fahrbahnbegleitenden Bereich durchgeführt.

#### **4.2.1.2 Meteorologie**

Weitere Grundlage für die Ermittlung der Chloridkonzentration in den abfließenden Straßenabwässern mit dem Programm SWMM bilden die meteorologischen Parameter Niederschlag und Temperatur. Die notwendigen Daten (Tagessummen bzw. Tagesmittelwerte) wurden von der agrarmeteorologischen Station Roda des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie bezogen, die sich in etwa 7 km Entfernung (in der Nähe von Frohburg) vom Streckenabschnitt der B 7 befindet. Ab dem 12.05.2017 wurde die Station Roda durch die Einrichtung in Niedergräfenhain ersetzt. Sie wurde ca. 2,5 km nordöstlich von Roda eingerichtet.

In Abbildung 2 sind die meteorologischen Daten (Tagesniederschlagssumme, Temperatur) grafisch aufbereitet und zudem die Tausalzverbrauchsmengen der Straßenmeisterei Altenburg entsprechend der im vorangegangenen Kapitel aufgeführten Regel auf die einzelnen Winterdiensteinsatztage aufgeteilt worden. Die maximale Ausbringungsmenge wurde dabei auf 160 g/m<sup>2</sup> und Tag begrenzt. Da die maximale Streumenge je Streugang 40 g Salz/m<sup>2</sup> beträgt, ist das 4-fache dieser Menge bzw. sind 4 Streugänge pro Tag als Maximalwert angesetzt worden. Sollte rein rechnerisch eine höhere Ausbringungsmenge

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

ermittelt worden sein, ist dieser Anteil auf den unmittelbar vorangegangenen oder nachfolgenden Streutag verteilt worden. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Verteilung der ausgebrachten Tausalzmengen je Winterdienstperiode entsprechend Temperatur und Niederschlag nur eine Annäherung an die realen Verhältnisse darstellt. Der „Fehler“ für das Gesamtuntersuchungsergebnis ist jedoch zu vernachlässigen, da die Fracht unverändert bleibt.

Extreme winterliche Witterungsbedingungen waren insbesondere während der Winterdienstperiode 2012/2013 zu beobachten. An insgesamt 7 Tagen wurde die maximal definierte Tausalzverbrauchsmenge von 160 g NaCl/(m<sup>2</sup>\*Tag) ausgebracht. Die Winterdienstperiode stellt gleichzeitig den Zeitraum dar mit den höchsten Ausbringungsmengen von insgesamt 2.915 g NaCl/m<sup>2</sup>.

Abschließend ist zu bemerken, dass bei den folgenden Szenarienberechnungen davon ausgegangen wurde, dass sämtliche befestigte Flächen der VKE 3191 mit den Tausalzverbrauchsmengen der Meisterei Altenburg behandelt werden. Die Berechnungen beinhalten somit einen Sicherheitszuschlag, da auch für die Gemeindeverbindungsstraßen (insb. Brückenbauwerke) und sonstigen Verkehrsflächen die Verbrauchsmengen auf Bundesstraßen angesetzt wurden.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

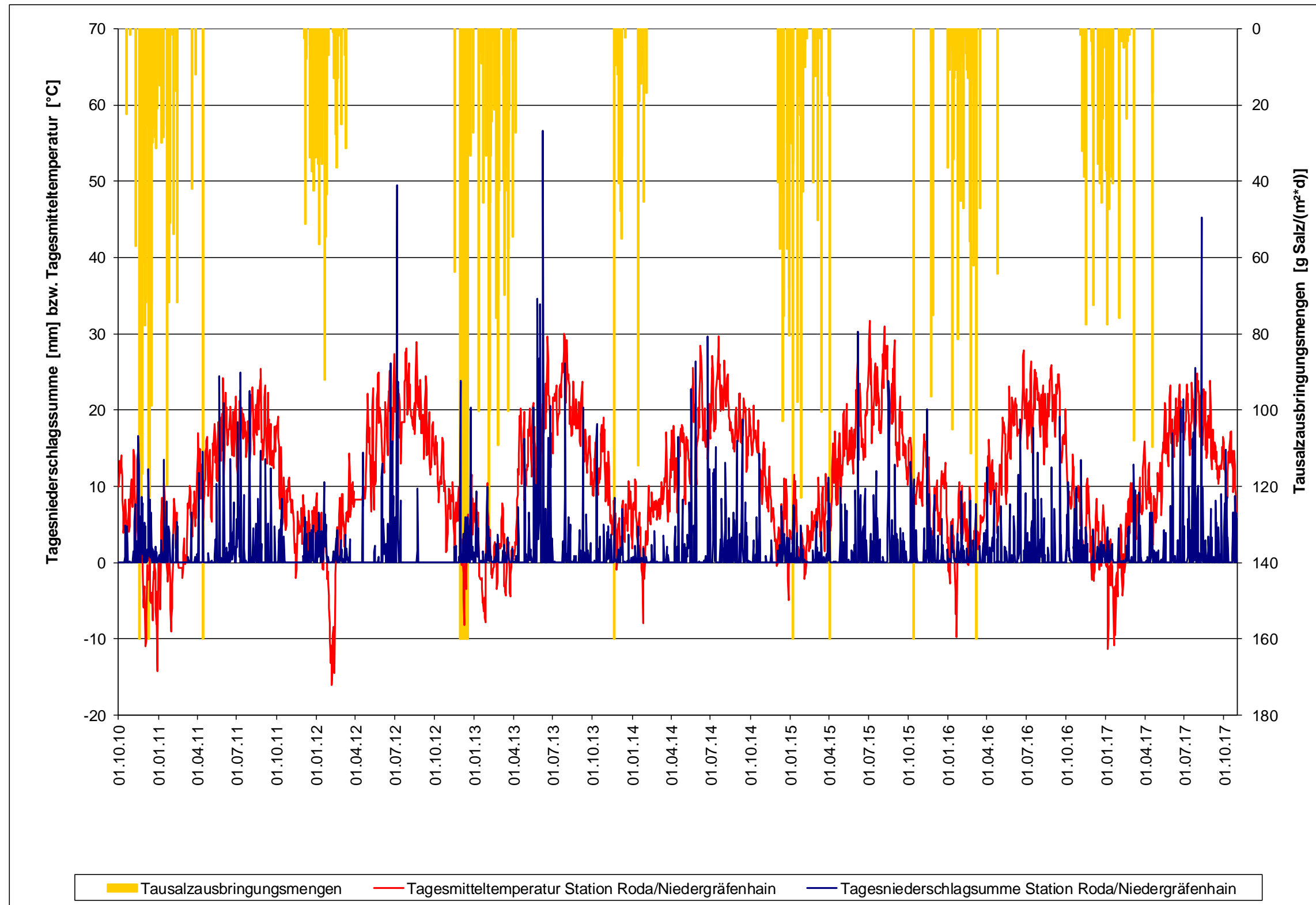


Abb. 2: Tagesmittel Lufttemperatur [°C] und Tagesniederschlagssumme [mm] Station Roda/Niedergräfenhain sowie Tausalzausbringung der SM Altenburg [g Salz/(m²/d)] 01.10.2010 - 31.10.2017

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

#### **4.2.1.3 Entwässerungstechnik**

Die Entwässerungsplanung der B 7, VKE 3191 sieht vor, das gesamte entstehende Oberflächenwasser der Fahrbahnen dezentral über Bankette, Böschungen und Mulden bzw. das Gelände zu versickern. Werden Mulden angelegt, kommt ein modifiziertes Mulden-Rigolensystem zum Einsatz. Die Mulden werden mit einer Tiefe von 40 cm und einer Breite von 2,5 m ausgebildet und enthalten zusätzlich in einem Regelabstand von 30 - 50 m Erdschwellen zur Erhöhung der Versickerungsleistung. Des Weiteren werden unter den Mulden Vollsickerrohre DN 300 installiert zur Entwässerung bzw. Trockenhaltung des Straßenplanums. Die Verlegung der Drainrohre erfolgt in einem 70 cm breiten Graben, der mit Filtersand aufgefüllt wird. Die Rohrleitungen führen nur Wasser, wenn der Grundwasserspiegel durch das versickernde Wasser ansteigt und eine Vernässung des Straßenplanums droht. Die Mulden-Rigolensysteme besitzen eine Anbindung, d. h. eine Notentlastung an die benachbarten Gewässer.

Die Trasse der B 7, VKE 3191 quert südwestlich und östlich der Wyhra intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen, die infolge von auftretender Staunässe mit einem dichten Drainagenetz durchzogen sind, das in die benachbarten Vorfluter mündet. Drainagen auf Ackerflächen werden im Allgemeinen in einer Tiefe von 60 - 80 cm verlegt, sodass sie entlang des Trassenkorridors im Bereich der Aue- und Geschiebelehmverbreitung angelegt wurden und das Grundwasser nicht anschneiden. Sie befinden sich zudem oberhalb der geplanten Mulden-Rigolensysteme. Bei den Modellrechnungen wurde das Drainagenetz deshalb nicht berücksichtigt, da es das versickernde Wasser aus dem Mulden-Rigolen-System nicht fasst.

Das Entwässerungskonzept für die B 7 unterscheidet für den sächsischen Teil insgesamt 7 Abschnitte.

##### **Entwässerungsabschnitt 1 (Bau-km 3+598 bis 5+495)**

Der Entwässerungsabschnitt unterteilt sich in 9 Teilabschnitte. Der Überlauf erfolgt in den Grenzgraben im Bereich des Bauwerkes 01SN über das Gewässer. Insgesamt werden 2 Überläufe (Einleitstellen 1 und 2) angelegt, über die Oberflächenabfluss der Verkehrsanlage bei Hochwasserverhältnissen von den Entwässerungsabschnitten 1/4 und 1/7 abgeführt werden kann. 2 weitere Einleitstellen (3 und 4) dienen hingegen ausschließlich der

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Ableitung von Drainagewasser. Der Grenzgraben mündet in die Pleiße bzw. die Talsperre Windischleuba, die von der Pleiße durchströmt wird.

#### Entwässerungsabschnitt 2 (Bau-km 5+489 bis 8+510)

Der Abschnitt unterteilt sich in 18 Teilabschnitte. Hier kommen folgende Entwässerungssysteme zum Einsatz:

- drainierte Versickermulde
- breitflächige Ableitung und Versickerung über Bankett und Böschung, das Restwasser versickert in einer Mulde
- breitflächige Ableitung und Versickerung über Bankett und Böschung, das Restwasser versickert im Gelände

Demzufolge wird der Oberflächenabfluss vollständig im Einzugsgebiet des Fasaneriebaches versickert. Die geplanten Einleitstellen 5 und 6 am Gewässer führen ausschließlich Drainagewasser ab.

#### Entwässerungsabschnitt 3 (Bau-km 8+493 bis 8+689)

Entlang der beiden Teilabschnitte 3/1 und 3/2 wird der Oberflächenabfluss erneut vollständig versickert über Bankett und Böschung bzw. das Restwasser über eine Mulde am Dammfuß. Im Regelfall wird kein Wasser in die benachbarte Wyhra über einen Notüberlauf abgeführt. Die Einleitstelle 7 dient der Anbindung des benachbarten Drainagenetzes an den Fasaneriebach.

#### Entwässerungsabschnitt 4 (Bau-km 8+662 bis 8+724)

Der Abschnitt 4 entwässert das Brückenbauwerk 05SN über die Wyhra. Das Oberflächenwasser der Verkehrsflächen wird über eine Sedimentationsstrecke mit Leichtstoffrückhaltung abgeführt und anschließend über die Mulde des Entwässerungsabschnittes 5/2 in Richtung Wyhra geleitet.

#### Entwässerungsabschnitt 5 (Bau-km 8+702 bis 8+966)

Entlang des Abschnittes 5 wird der Abfluss breitflächig über Bankett und Böschung abgeleitet. Das Restwasser des Teilabschnittes 5/2 versickert anschließend in einer Mulde.

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

#### Entwässerungsabschnitt 6 (Bau-km 8+780 bis 8+978)

Das Oberflächenwasser der Verkehrsflächen wird breitflächig über Bankett und Dammböschung abgeleitet und anschließend über eine Mulde am Dammfuß vollständig versickert. Der Notüberlauf erfolgt in das Bubendorfer Wasser. Über die Einleitstelle 8 wird erneut ausschließlich Drainagewasser abgeführt.

#### Entwässerungsabschnitt 7 (Bau-km 8+960 bis 10+088)

Der Entwässerungsabschnitt gliedert sich in 4 Teilabschnitte, die einen Notüberlauf in das Bubendorfer Wasser besitzen. Entlang des Abschnittes wird der Oberflächenabfluss über das Bankett und die Böschungen abgeführt. Am Dammfuß wird eine Mulde angeordnet, die das Restwasser aufnimmt und versickert. Über die Einleitstelle 9 wird Drainagewasser abgeführt.

In der folgenden Tabelle 5 sind die angeschlossenen Flächen der Entwässerungsabschnitte 1 - 7 zusammengestellt.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Entwässerungs- abschnitt	Einleitung in Gewässer	Fahrbahnflächen bzw. versiegelte Flächen  [m <sup>2</sup> ]	unversiegelte Flächen (einschl. Gelände)  [m <sup>2</sup> ]
<b>1 gesamt</b>	Grenzgraben → TS Windischleuba bzw. Pleiße	22.020	47.814
1/4		2.086	2.338
1/7		1.854	3.142
<b>2 gesamt</b>	Fasaneriebach → Oberscharbach → Wyhra	34.102	113.363
2/7		9.201	9.368
<b>3 gesamt</b>	Wyhra	2.333	5.029
3/2		2.333	2.707
<b>4 gesamt</b>	Wyhra	1.031	0
<b>5 gesamt</b>	Wyhra	697	4.181
5/2		697	938
<b>6 gesamt</b>	Bubendorfer Wasser → Bubendorfer Bach → Wyhra	2.323	2.728
<b>7 gesamt</b>	Bubendorfer Wasser → Bubendorfer Bach → Wyhra	13.827	39.941
7/2		4.196	5.200
7/4		4.041	24.301
<b>gesamt</b>		76.333	213.056

Tab. 5: Übersicht der versiegelten und unversiegelten Flächen sowie der von Einleitungen betroffenen Gewässer von der B 7, VKE 3191 (Teil Sachsen)

Die unversiegelten Flächen beinhalten Bankett-, Einschnittböschungs-, Dammböschungs-, Mulden- sowie Gelände- und Grünstreifenflächen. Die versiegelten bzw. Fahrbahnflächen werden mit den Streuflächen gleichgesetzt, d. h. sie beschreiben die mit Tausalzen behandelten Flächen. Sie enthalten auch Flächen von Gemeindeverbindungsstraßen (insb. Brückenabschnitte), die in den Wintermonaten mit deutlich weniger Tausalzen behandelt werden als die Bundesstraße. Demzufolge sind in den folgenden Berechnungen zusätzliche Sicherheiten beim Taumittleinsatz enthalten.

Der Aufbau des Oberflächenwassermodells SWMM erfolgte unter Einbeziehung der Teilentwässerungsabschnitte:

- 1/4 und 1/7 mit Einleitung in den Grenzgraben sowie der Teilabschnitte
- 2/7, 3/2, 4, 5/2, 6, 7/2 und 7/4 mit dezentraler Entwässerung (Versickerung) in die Wyhraue



---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Dabei wurden die Fahrbahnflächen mit einer Versiegelung von 100 % und die unversiegelten Flächen mit 0 % in das Modell aufgenommen. In das Grundwassermodell wurde hingegen nur die trassenbegleitenden Versickerungszonen einbezogen. Auch die Einleitung des versickerungsüberschüssigen Fahrbahnabwassers in die Wyhra (EW 4) ist im Grundwassermodell enthalten.

Auf eine detaillierte Abbildung sämtlicher Einläufe, Schächte und Rohrleitungen wurde jedoch verzichtet, da die Berechnung der Chloridkonzentrationen im Zufluss der Mulden-Rigolensysteme im Vordergrund der Untersuchungen steht. Die Konzentrationen entlang des Fließweges der Straßenabwässer in den sonstigen Entwässerungseinrichtungen besitzt hingegen keine Bedeutung.

Im Ergebnis der Berechnungen mit dem Oberflächenwassermodell werden die Abflüsse von den Verkehrsflächen (bzw. in das fahrbahnbegleitende Mulden-Rigolensystem) als Tagesmittelwert mit den entsprechenden Chloridkonzentrationen bestimmt.

### **4.3 Grundwassermodell MODFLOW-GWT**

Die Berechnung der Grundwasserströmung erfolgte mit dem Programm Processing MODFLOW-GWT. Mit Hilfe des Programms kann die 3-dimensionale Strömung auf der Grundlage des Finiten-Differenzen-Verfahrens widerspiegelt werden. Das Modellgebiet wird dabei in einzelne Elemente unterteilt und für jedes Element die Wasserbilanz berechnet.

Parallel kann der Einfluss der Grundwasserneubildung sowie die In- und Exfiltration von Bächen und Flüssen berücksichtigt werden. Um Aussagen über den Transport von „Schadstoffen“ im Grundwasserleiter durch Exfiltration aus der Versickerungszone (Versickerungsmulden, Bankette, Dammböschungen) zu erhalten, wurde das Programmmodul GWT (Groundwater Transport) angewendet. Dieses Modul arbeitet nach der Charakteristiken-Methode (MOC), d. h. der Trennung von konvektivem und dispersivem Transport. Zum einen wird die konvektive Bewegung der Teilchen nachvollzogen, zum anderen erfolgen Konzentrationsänderungen innerhalb der Zellen durch Dispersion, Quell-/Senkenterme und Reaktionen. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in einer geringen numerischen Dispersion. Sie benötigt aber einen hohen Rechenzeitaufwand. Ergänzend

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

anzumerken ist die Kopplung des Programms mit dem GIS Argus One zur Eingabe der geohydraulischen Parameter.

#### **4.3.1 Aufbau des geohydraulischen Modells**

Mit dem o. g. Grundwasser- bzw. Transportmodell wurde die Strömung im oberen Grundwasserleiter (GWL 1) nachvollzogen. Im Tal der Wyhra besteht er aus holozänen fluviatilen Sanden und Kiesen (sog. Auesande und -kiese), die von weichseleiszeitlichen fluviatilen Kiesen und Sanden unterlagert werden. Randlich begleitet werden die Sedimente von frühglazialen fluviatilen Kiesen und Sanden der Saale-Kaltzeit. Sie bilden die Hauptterrasse und wurden ebenfalls im Modell berücksichtigt, da sie zum einen grundwasserführend sind und zudem Kontakt zu den Auesanden und -kiesen besitzen. Entsprechend der Lithofazieskarten Quartär, Blatt 2665 Zeitz und Blatt 2666 Mittweida beträgt die Mächtigkeit der Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet 4 - 7 m. Sie fällt in Richtung Wyhra als auch in Richtung Nordwest (Fließrichtung der Wyhra) ein. Der Grundwasserleiter wird annähernd flächendeckend von bindigen Ablagerungen, bestehend aus Aue- und Geschiebelehm, überlagert. Die Mächtigkeit des Auelehms kann bis zu 4 m betragen. An den Modellrändern im Westen und Osten bestehen die bindigen Deckschichten hingegen aus Geschiebelehm.

Unter den quartären Ablagerungen befinden sich Schichtenfolgen des Obereozäns. Da sich die Wyhra nur in den Auelehm bzw. die Auesande und -kiese eingeschnitten hat, wurden die unterlagernden Schichtenfolgen im Modell nicht berücksichtigt. Zwar kann eine Kommunikation der unterlagernden Grundwasserleiter mit dem oberen Grundwasserleiter nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, sie spielt jedoch für die Speisung der Wyhra nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Das Modellgebiet wird durch allgemeine Randbedingungen 1. Art begrenzt anhand gemessener Wasserstände, die im Rahmen einer Stichtagsmessung im April 2016 vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie ermittelt wurden. Sie spiegeln in etwa mittlere Niedrigwasserverhältnisse wider. Des Weiteren existiert in Benndorf eine Grundwassermessstelle des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, für die hydrologische Hauptzahlen vorliegen (Lage siehe Anlage 2). Die

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Messstelle (Schachtbrunnen) erschließt den oberen quartären Grundwasserleiter und wird seit dem 01.11.1958 beobachtet (Tab. 6).

Bezeichnung GWBR	Ostwert	Nordwert	NW	MNW	MW	MHW	HW
	(UTM33)		[m ü. NHN]				
49410630 Benndorf (Reihe 1959/2016)	327393,02	5660433,68	153,24 (15.09.2016)	153,65	153,85	154,11	154,44 (08.06.1961)

Tab. 6: Hydrologische Hauptzahlen GWBR Benndorf  
(Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml?sessionId=30AE0247E9D7F5C37C550B125D7A02D4>)

Der Grundwasserstand an der Messstelle in Benndorf weist nur eine geringe Schwankungsbreite auf. Sie beträgt max. 1,2 m (NW - HW).

Im Weiteren erfolgte eine Unterteilung des Strömungsfeldes in 264 Zeilen und 225 Spalten mit einer Rastergröße von 10 m x 10 m sowie die Berücksichtigung einer Modellschicht. Die Oberkante des Grundwasserleiters wurde mit der Unterkante des Aue- bzw. Geschiebelehms gleichgesetzt und die Basis mit der Unterkante der holozänen und weichseleiszeitlichen Kiese und Sande bzw. am westlichen und östlichen Modellrand mit der Unterkante der saalekaltzeitlichen Hauptterrasse.

Der Modellgrundwasserleiter lässt sich wie folgt charakterisieren:

#### GWL 1: holozäne u. weichseleiszeitliche Auesande und -kiese

kf-Werte:  $1 \cdot 10^{-5}$  -  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s  
Mächtigkeit: 4 - 7 m  
Basis: 141 - 151 m ü. NN

#### GWL 1: saalekaltzeitliche Kiese und Sande (Hauptterrasse)

kf-Werte:  $5 \cdot 10^{-6}$  -  $2 \cdot 10^{-5}$  m/s  
Mächtigkeit:  $\varnothing$  5 m  
Basis: 145 - 161 m ü. NN

Ergänzend ist hinzuzufügen, dass die vertikale Durchlässigkeit eine Potenz geringer als die horizontale gewählt wurde.

Der graphische Aufbau des Grundwassermodells wird in Abbildung 3 aufgezeigt.



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

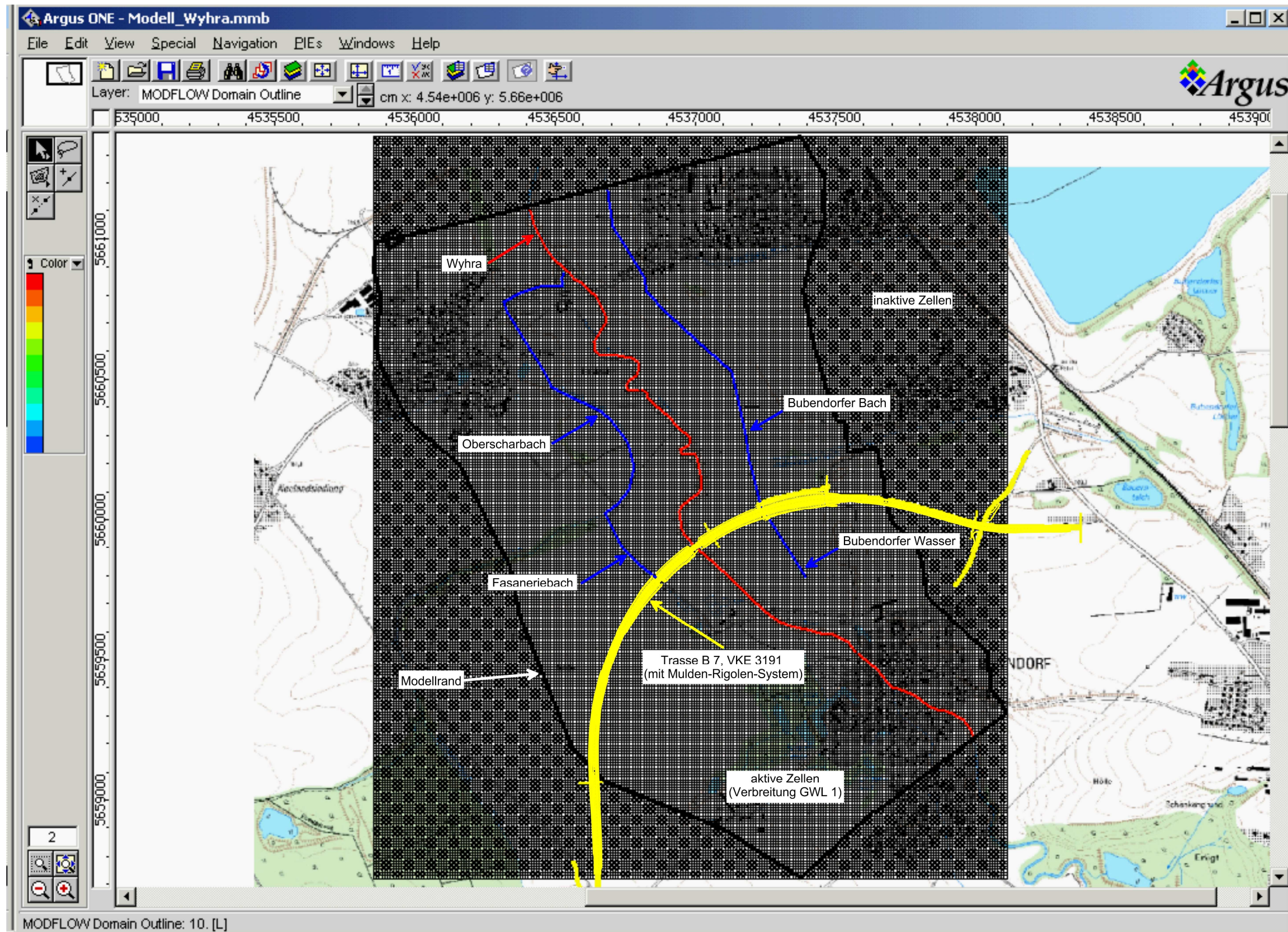


Abb. 3: Aufbau des Grundwassermodells



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Die Mächtigkeiten der einzelnen Schichten bzw. deren Basis wurden zum einen anhand der Ergebnisse der Baugrunderkundungen abgeleitet (IFG INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK GMBH 2011), zum anderen wurden im Bohrarchiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Altbohrungen recherchiert und ausgewertet (Anlage 4) als auch Bohrungen aus den Lithofazieskarten Quartär, Blatt 2665 Zeitz und Blatt 2666 Mittweida entnommen.

Die Wyhra ist in das Modell als „STREAM-Modul“ auf der Grundlage vermessener Querprofile im Untersuchungsgebiet implementiert worden, die von der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen bereitgestellt wurden. Im Bereich der Querung des Gewässers durch die B 7 besitzt die Wyhra eine mittlere Profilbreite von etwa 20 m und schneidet sich ca. 3,1 m in das Gelände ein. In Abbildung 3 ist der im Modell berücksichtigte Gewässerabschnitt rot markiert.

Zur Charakterisierung der hydrologischen Verhältnisse der Gewässer im Untersuchungs- bzw. Modellgebiet wurden die Ergebnisse des Forschungsprojektes **KliWES** des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie herangezogen, die im Wasserhaushaltsportal des Freistaates Sachsen abrufbar sind (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/mnq-regio/Website/>). Im Rahmen des Forschungsprojektes sind die Auswirkungen der prognostizierten **Klimaänderungen** auf den **Wasser- und Stoffhaushalt** in den **Einzugsgebieten** der **sächsischen Gewässer** untersucht worden. Mit komplexen Modellen wurden für den Ist-Zustand sowie für ausgewählte Landnutzungs- und Klimaszenarien sachsenweit der Wasserhaushalt bzw. der Stoffhaushalt berechnet. Die Ergebnisse liefern unter anderem Kennwerte zum Gebietswasserhaushalt, d. h. Niedrig- und Mittelwasserkennwerte.

Für die Trassenquerung der B 7 liefert das Portal folgende Abflüsse für die Wyhra (Tab. 7).

Abflüsse	Wyhra Trassenquerung B 7
	[m³/s]
MNQ	0,276
MQ	0,971
HQ <sub>25</sub> * (unth. Benndorf)	41,0

Tab. 7: Hydrologische Hauptzahlen der Wyhra, Trassenquerung B 7  
(Quelle: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/mnq-regio/Website/> und  
\*LANDESTALSPERRENVERWALTUNG DES FREISTAATES SACHSEN 2005)

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Hochwasserabflüsse konnten hingegen dem Hochwasserschutzkonzept Wyhra / Eula für den Gewässerknoten unterhalb der Ortslage Benndorf entnommen werden (LANDESTALSPERRENVERWALTUNG DES FREISTAATES SACHSEN 2005).

Die Gewässer Bubendorfer Wasser bzw. Bubendorfer Bach und Fasaneriebach, die von der Trasse ebenfalls gequert werden, sind hingegen mit einem vereinfachten V-Profil entsprechend der vorliegenden Vermessungsunterlagen in das Modell aufgenommen worden. Sie schneiden sich etwa 1,5 m in das Gelände ein bzw. wurden mit einer Profiltiefe von rd. 1,5 m künstlich angelegt.

In das Modell wurde außerdem das Entwässerungssystem (Mulden bzw. Mulden-Rigolensysteme) der Entwässerungsabschnitte 2/7, 3/2, 4, 5/2, 6, 7/2 und 7/4 mit den Notüberläufen in die benachbarten Gewässer berücksichtigt, da sie sich im Verbreitungsgebiet der holozänen und quartären Sande und Kiese (GWL 1) befinden, deren Grundwasser Kontakt zur Wyhra besitzt.

Die Grundwasserströmung für den Bereich des Entwässerungsabschnittes 1 mit Überleitung in den Grenzgraben bzw. die Pleiße wurde hingegen nicht simuliert, da die Pleiße keinen unmittelbaren Kontakt zu dem betroffenen Grundwasserleiter besitzt und demzufolge nicht von ihm gespeist wird, während der Überlauf in den Grenzgraben als worst case-Szenario untersucht wurde. In diesem Zusammenhang wurde angenommen, dass kein Straßenabwasser in den Untergrund versickert, sondern ausschließlich direkt von den Entwässerungsabschnitten 1/4 und 1/7 den Grenzgraben erreicht.

Der Grenzgraben besitzt an der Mündung entsprechend der Ergebnisse des Forschungsprojektes KliWES des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (s. o.) einen Mittelwasserabfluss von 120 l/s und die Pleiße am Auslass der Talsperre Windischleuba einen Abfluss von 2.450 l/s (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/mnq-regio/Website/>).

Entsprechend der Vorgaben im Erlass des SMWA vom 24.01.11 sind die Tausalzuntersuchungen für Mittelwasserverhältnisse zu führen, wenn nicht aufgrund artenschutzfachlicher Belange ggf. eine detailliertere Betrachtung weiterer hydrologischer Systemzustände erforderlich ist. Da es sich sowohl beim Grenzgraben als auch der Pleiße im Bereich der Talsperre um keine FFH-Gewässer handelt und zudem die Talsperre hinsichtlich des Eintrags von Chloriden eine große Pufferwirkung besitzt, wird es für ausreichend erachtet, für diese Gewässer ausschließlich das Mittelwasser-Szenario zu untersuchen.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
 hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Abflüsse Jahr	Pegel Streitwald 1 (Reihe 1930/2016)	Abflussspenden Jahr	Pegel Streitwald 1 (Reihe 1930/2016)
	[m³/s]		[l/(s*km²)]
MNQ	0,272	NQ	1,51
MQ	0,883	MQ	4,90
MHQ	19,9	HQ	110,50

Tab. 8: Hydrologische Hauptzahlen und Abflussspenden Pegel Streitwald 1, Wyhra  
 (Quelle: LFULG 2017)

Der Zufluss chloridhaltiger Straßenabwässer aus den Mulden-Rigolensystemen wurde ebenfalls mit dem Programmmodul „STREAM“ entsprechend der Ergebnisse der Modelluntersuchungen mit dem Oberflächenwassermodell als „unterirdischer Fluss“ in das Grundwassermodell aufgenommen. In diesem Zusammenhang wurde berücksichtigt, dass die Mulden-Rigolen-Systeme ca. 1,15 - 1,3 m unterhalb der Gradienten der B 7 liegen.

Der Modellzeitraum des Grundwassermodells erstreckt sich über 50 Jahre. Demzufolge wiederholen sich die berechneten Einleitmengen aus dem Oberflächenwassermodell für die Jahre 2010 - 2017 jeweils bis zum Erreichen der 50 Jahre.

Der Chloridtransport im Grundwasserleiter erfolgt zum einen durch Konvektion mit der Strömung, zum anderen durch Dispersion. In diesem Zusammenhang wurde der longitudinale Dispersionskoeffizient mit 100 m angesetzt und der transversale Dispersionskoeffizient mit 10 m.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

#### **4.3.2 Geohydraulische Verhältnisse in der Wyhraniederung**

Die geohydraulischen Verhältnisse im Modellgebiet sind zum einen anhand einer landesweiten Stichtagsmessung im Frühjahr 2016 (April) nachvollzogen worden (Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/13114.htm>) als auch basierend auf den Wasserstandsaufzeichnungen während der Baugrunderkundungen sowie auf der Grundlage der Daten an der Landes-Grundwassermessstelle in Benndorf.

In Anlage 5 sind die Hydroisohypsen während der Stichtagsmessung im Frühjahr 2016 dargestellt. Entsprechend der Aufzeichnungen an der Messstelle in Benndorf herrschten im April 2016 mittlere Niedrigwasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Die Grundwasserfließrichtung erfolgt zur Wyhra. Des Weiteren besteht ein Grundwassergefälle in Richtung Nordwesten entsprechend der Fließrichtung der Wyhra. Im Bereich der Ortslagen Neukirchen, Bubendorf und südwestlich von Benndorf besteht ein stärkeres Grundwassergefälle parallel dem Geländegefälle. Die Ursache liegt u. a. darin begründet, dass der Bubendorfer Bach bzw. das Bubendorfer Wasser von Grundwasser gespeist werden und demzufolge den Grundwasserspiegel absenken. Zudem ist die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters in der Aue größer als im Bereich der Modellränder. In der Wyhraaue nimmt das Grundwassergefälle deshalb deutlich ab.

Für Mittel- und Hochwassersituation liegen ausschließlich Informationen für die Messstelle in Benndorf vor, während im sonstigen Modellgebiet keine weiteren hydrologischen Angaben für den oberen Lockergesteinsgrundwasserleiter zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wurden für diese beiden hydrologischen Systemzustände die entsprechenden Grundwasserstände im Modell anhand der Differenzen an der Messstelle in Benndorf abgeleitet (siehe Tab. 6). Sie betragen 0,79 m (MNW → HW) bzw. 0,20 m (MNW → MW). Demzufolge sind die Wasserstandsschwankungen gering.

Aufgrund der geringen Differenzen lassen sich keine deutlichen Unterschiede im Strömungsbild erkennen. Infolge der geologischen Verhältnisse in der Wyhraaue verlaufen die Hydroisohypsen bei mittleren Niedrigwasserverhältnissen sowie Mittel- und Hochwassersituation annähernd gleich, jedoch auf unterschiedlichem Niveau entsprechend der Angaben an der Messstelle Benndorf. Auf eine separate Darstellung wurde deshalb verzichtet.



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

#### **4.4 Chloridvorbelastung der Wyhra, Pleiße und des Grundwassers**

Um die Auswirkungen des Eintrags von Chlorid durch die Tausalzausbringung auf die VKE 3191 der B 7 beurteilen zu können, muss die Vorbelastung der Fließgewässer und des Grundwassers berücksichtigt werden. Die Wyhra wird an zahlreichen Messstellen untersucht. In unmittelbarer Nachbarschaft der Baumaßnahme existieren die Gütepegel „Ortslage Streitwald“, „Streitwald“, „Am Reiterhof“ und „Ortslage Wyhra“, für die z. T. langjährige Messwerte beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie vorliegen. Angaben zu den Gütepegeln finden sich in der folgenden Tabelle 9.

MST-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Name
OBF54352	4540637	5656315	Ortslage Streitwald
OBF54350	4540076	5656910	Streitwald
OBF54410	4537257	5659673	Am Reiterhof
OBF54420	4536633	5660812	Ortseingang Wyhra

Tab. 9: Ausgewählte Gütemessstellen der Wyhra (Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml>)

In der Abbildung 4 sind die Chloridmesswerte der Jahre 2010 - 2017 für die 4 Messstellen grafisch aufbereitet.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

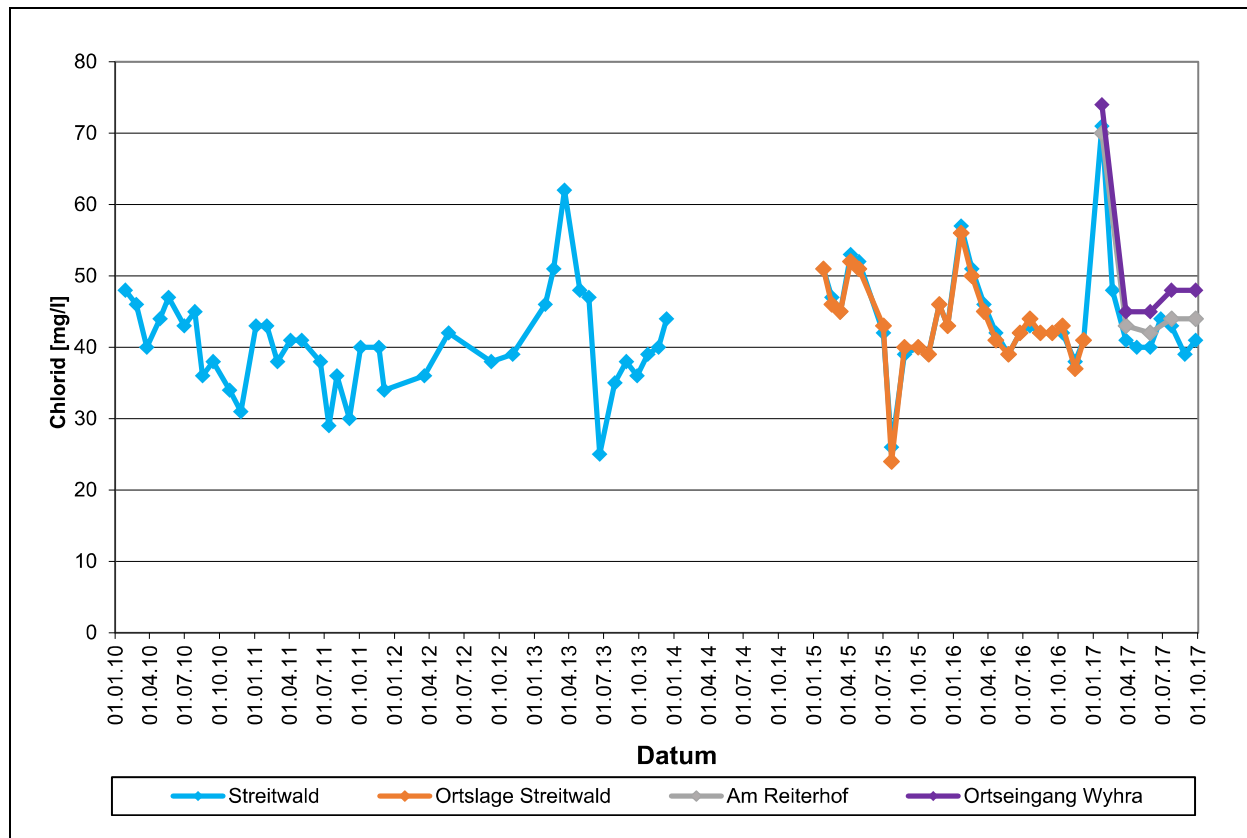


Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen in der Wyhra an 4 ausgewählten Messstellen 2010 - 2017

(Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml>)

Die Beprobungsstandorte zeigen im Allgemeinen einen gleichförmigen Verlauf. Im langjährigen Mittel beträgt die Vorbelastung in Streitwald rd. 42 mg Cl/l bzw. in der Ortslage Streitwald 43 mg Cl/l, während für die Gütepegel Am Reiterhof und Ortslage Wyhra ein arithmetischer Mittelwert von 49 mg Cl/l (OBF54410) bzw. 52 mg Cl/l (OBF54420) angegeben werden kann. Die Spitzenbelastungen in der Wyhra von bis zu 74 mg Cl/l (23.01.2017, Messstelle Ortslage Wyhra) treten ausnahmslos während des Winterdienstzeitraumes auf und sind demzufolge sehr wahrscheinlich an die (Direkt-) Einleitung tausalzbelasteter Straßenabwässer geknüpft.

Die Pleiße wird ebenfalls an zahlreichen Messstellen im Rahmen des operativen Monitorings nach Wasserrahmenrichtlinie regelmäßig untersucht. Unmittelbar ober- und unterhalb der Querung durch die B 7 existieren die Gütepegel Ponitz und Regis. Des Weiteren wurde auch der Zulauf zur Talsperre Windischleuba in unregelmäßigen

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Abständen in der Vergangenheit beprobt. Angaben zu den Gütepegeln finden sich in der folgenden Tabelle 10.

MST-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Name
OBF53200	4529850	5635950	Ponitz
OBF53250	4533440	5653940	Zufluss TS Windischleuba
OBF53300	4530535	5662700	Regis

Tab. 10: Ausgewählte Gütemessstellen der Pleiße (Quelle: LfULG, Stand: Oktober 2016)

In der Abbildung 5 sind die Chloridmesswerte der Jahre 2010 - 2015 für die 3 Messstellen grafisch aufbereitet.

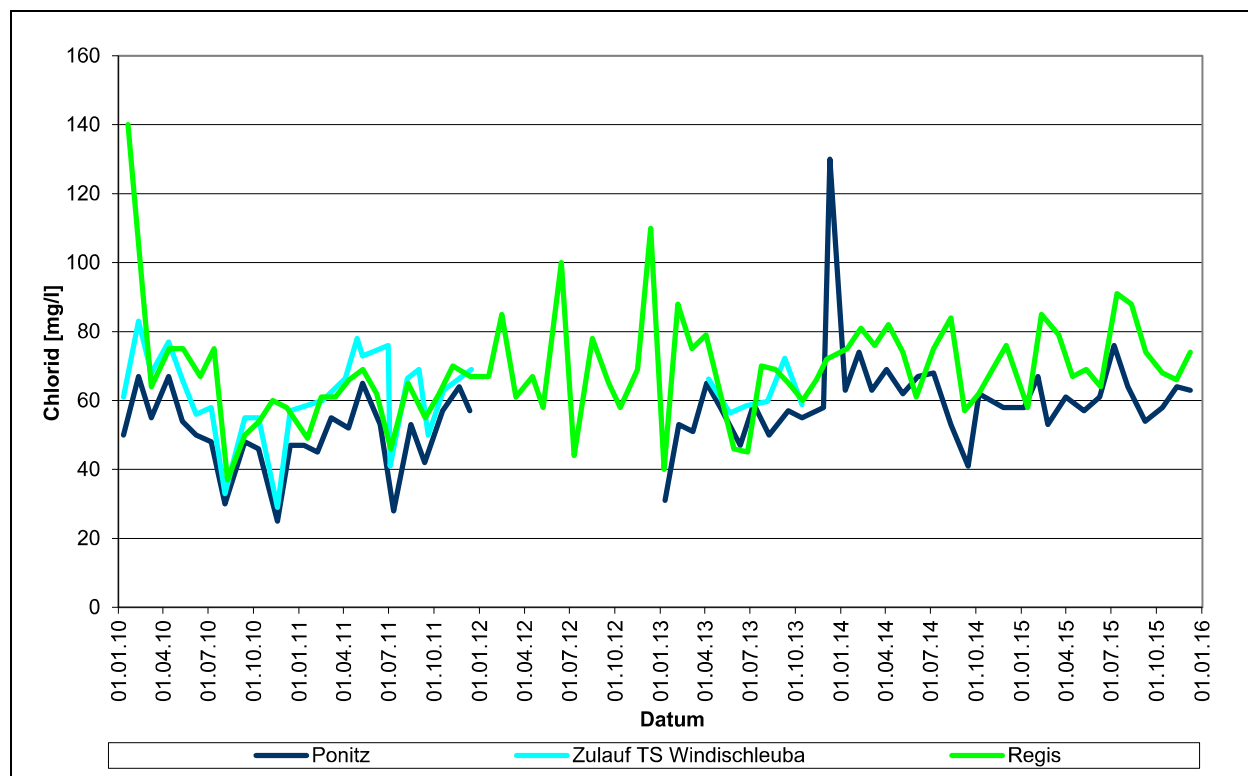


Abb. 5: Gemessene Chloridkonzentration in der Pleiße an den Messstellen Ponitz, Zufluss TS Windischleuba und Regis 2010 - 2015 (Quelle: LTV 28.04.2016 und <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm>)

Im Allgemeinen weist die Gütemessstelle in Regis eine höhere Chloridbelastung auf als in Ponitz. Im langjährigen Mittel beträgt die Vorbelastung in Ponitz rd. 57 mg Cl/l, während für den Gütepegel in Regis ein arithmetischer Mittelwert von 69 mg Cl/l angegeben werden kann. Für den Zufluss der Talsperre Windischleuba, d. h. den Bereich der Baumaßnahme, lässt sich eine mittlere Chloridvorbelastung der Pleiße von 61 mg Cl/l ableiten.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Die Spitzenbelastungen an den Messstellen von bis zu 130 bzw. 140 mg Cl/l (09.12.2013, Messstelle Ponitz bzw. 20.01.2010, Messstelle Regis) treten ebenfalls während des Winterdienstzeitraumes auf.

Für den Grenzgraben liegen hingegen keine Untersuchungsergebnisse vor. Er gehört zum Oberflächenwasserkörper Pleiße-4, sodass sich das hydrochemische Milieu des Gewässers an der unterhalb gelegenen Messstelle in Regis abbildet.

Im Untersuchungsraum befinden sich zudem 2 Grundwassermessstellen, deren Beschaffenheit z. T. im Rahmen des Monitorings nach Wasserrahmenrichtlinie überwacht wird (Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94 (Br. 13) und Streitwald B 3/92, siehe Anlage 2). Angaben zu den Messstellen befinden sich in der folgenden Tabelle 11.

MKZG	Art	Rechtswert	Hochwert	Gelände- höhe [HN]	Endteufe [HN]	Filter-OK [HN]	Filter-UK [HN]
49417009 Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94	Grundwasser- beobachtungs- rohr DN 125	4540628,6	5661338,6	175,60	86,60	113,60	90,60
49410001 Streitwald B 3/92	Bohrbrunnen DN 280	4540355,0	5657158,8	180,43 [NN]	161,83 [NN]	172,83 [NN]	162,83 [NN]

Tab. 11: Stammdaten der Grundwassermessstellen Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94 und Streitwald B 3/92 (Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml>)

In der Abbildung 6 sind die Chloridmesswerte der beiden Messstellen von 2010 - 2017 graphisch dargestellt.

Sie weisen im Untersuchungszeitraum Spitzenbelastungen von 34 bzw. 35 mg Cl/l auf. Im Mittel kann hingegen von einer Vorbelastung des Grundwassers von 27 mg Cl/l (Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94) bzw. 28 mg Cl/l (Streitwald B2/94) ausgegangen werden.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

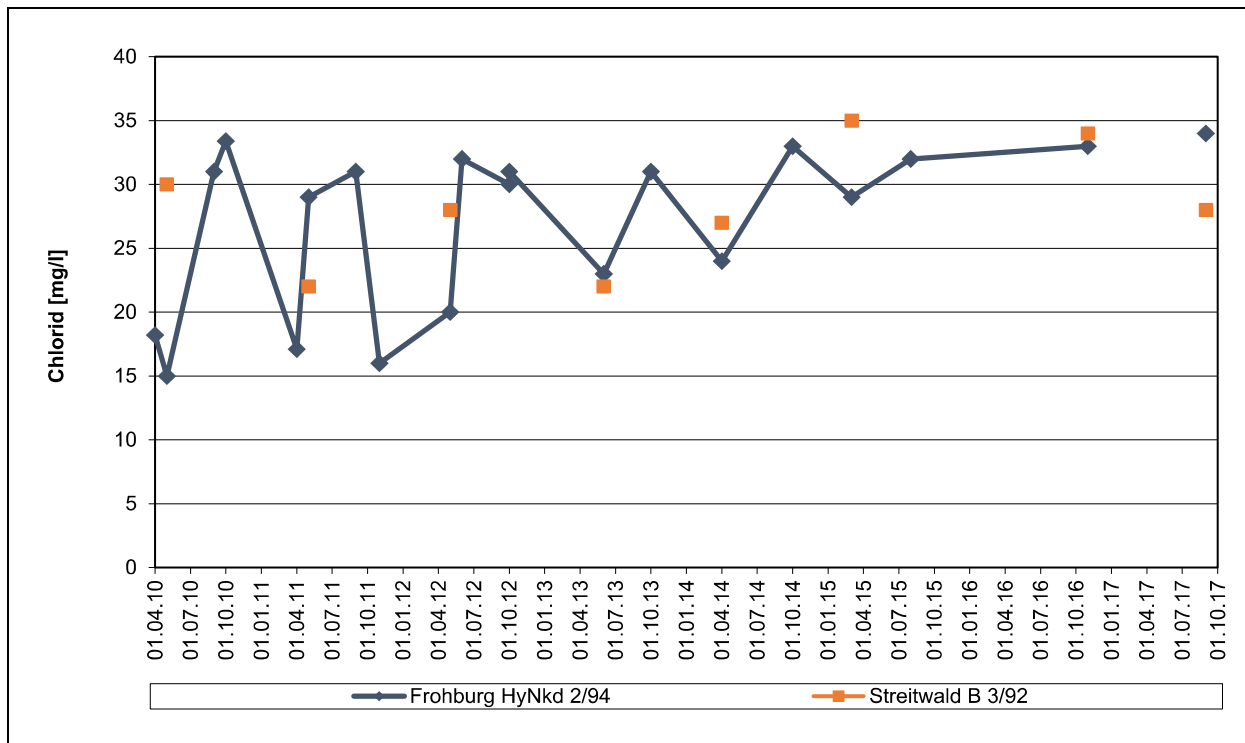


Abb. 6: Gemessene Chloridkonzentration im Grundwasser an den Messstellen Frohburg OT Nenkersdorf HyNkd 2/94 und Streitwald B 3/92 2010 - 2017 (Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml>)

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **5 Ergebnisse der Modellrechnungen**

### **5.1 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM**

Die Modellergebnisse mit dem Oberflächenwassermodell SWMM sind in den Anlagen 3.1 bis 3.7 dokumentiert. In das Modell wurden ausschließlich die Abschnitte mit Anbindung an den Grenzgraben einbezogen (EW 1/4 und 1/7) sowie die Entwässerungsabschnitte im Verbreitungsgebiet des Grundwasserleiters 1, der Kontakt zur Wyhra besitzt (EW 2/7, 3/2, 4, 5/2, 6, 7/2 und 7/4). Die folgende Auswertung bezieht sich deshalb nur auf diese Abschnitte, da über diese Entwässerungspfade Chloride in die Gewässer bzw. das FFH-Gebiet eingetragen werden können.

Im Ergebnis der Modellrechnungen ermitteln sich maximale Chloridkonzentrationen von 7.316 - 10.314 mg Cl/l im Straßenabwasser entlang der Entwässerungsabschnitte 1/4 - 7/4 während der Winterdienstperiode 2012/2013 bzw. während des Winterdienstzeitraums 2014/15 (EW 3/2 und EW 6, siehe Anlagen 3.1 - 3.7).

Diese Werte sind im Vergleich zu den anderen Winterdienstperioden relativ hoch. Sie können aber mit dem langen und strengen Winter 2012/2013 begründet werden (Tab. 4) bzw. mit dem geringen Niederschlagsdargebot während der Winterdienstperiode 2014/2015 und dem im Verhältnis dazu hohen Taumitteleinsatz (Abb. 2). Die berechneten Maximalkonzentrationen sind jedoch an sehr geringe Abflüsse geknüpft, die im Tagesmittel < 0,25 l/s von den Entwässerungsabschnitten im Einzugsgebiet der Wyhra (EW 2/7 - 7/4) und der Pleiße (EW 1/4 und 1/7) betragen. Die Konzentrationsspitzen werden dadurch verursacht, dass bei geringen Niederschlägen (oder überfrierender Nässe) aus technischen Gründen eine Mindestmenge von 10 g/m<sup>2</sup> ausgebracht werden muss. Im Mittel beträgt die Chloridkonzentration im Straßenabwasser während der untersuchten Winterdienstperioden von 2010/2011 - 2016/2017 hingegen 4.468 - 4.692 mg Cl/l (d. h. wenn Chloride im Straßenabwasser auftreten). Die berechnete Dimension der Chloridbelastung im Abwasser der Verkehrsanlagen während des Winterdiensteinsatzes kann auch durch Literaturangaben bestätigt werden (LANGE ET AL. 2003). Demzufolge muss mit Chloridkonzentrationen im Gramm-Bereich/Liter gerechnet werden. Maximale Fahrbahnabflüsse (Tagesmittelwert) von 0,5 - 2,6 l/s (EW 1/7 (min), EW 2/7 (max)) treten während des Winterdienstzeitraumes 2012/2013 auf bei einem Niederschlagsdargebot von 23,7 mm (29.11.12). Die zugehörigen Chloridkonzentrationen im Straßenabfluss betragen bei diesem Ereignis 6.967 - 7.306 mg Cl/l.

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Auffällig sind die relativ gleichbleibenden Chloridgehalte in den Straßenabflüssen während einer Winterdienstperiode. Sie werden dadurch verursacht, dass keine tagesgenauen Tausalzausbringungsmengen für die Straßenmeisterei in Altenburg vorliegen und die Gesamtausbringungsmengen anhand des Niederschlagsaufkommens prozentual aufgeteilt werden mussten. Infolgedessen sind die Chloridkonzentrationen auf relativ gleichbleibendem Niveau. In der Realität sind stärkere Schwankungen zu beobachten; allerdings treten höhere Konzentrationen verbunden mit geringeren Abflüssen auf und geringere Konzentrationen in Kombination mit höheren Abflüssen. Die Annahme mittlerer Werte ist insbesondere gerechtfertigt im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Grundwasser, da sich hier die Einträge während eines Winterdienstzeitraumes wieder nivellieren und Konzentrationsspitzen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Des Weiteren treten entlang der Entwässerungsabschnitte 1/4 - 7/4 in etwa gleiche Konzentrationsniveaus bei der Chloridbelastung auf, obwohl unterschiedliche Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen angeschlossen sind. Offenbar sind während des Winterdienstzeitraumes fast ausschließlich die versiegelten Fahrbahnflächen abflusswirksam. Die ausgebrachten Tausalze fließen demzufolge hauptsächlich mit dem Fahrbahnabfluss ab und werden zunächst kaum verdünnt durch den Oberflächenabfluss von den unversiegelten Flächen.

## **5.2 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm MODFLOW-GWT**

Im Rahmen der Modellrechnungen mit dem Programm MODFLOW-GWT wurde der Untersuchungszeitraum von der WD-Periode 2010/2011 bis zur WD-Periode 2016/2017 (einschließlich der taumittelfreien Zeit) für die Durchführung einer Langzeitsimulation mit einem Wiederholungsintervall über 50 Jahre gewählt. Somit erfolgte alle 7 Jahre eine Wiederholung des Untersuchungszeitraums (des Oberflächenwassersmodells) und infolgedessen auch eine Wiederholung des extremen Winters 2012/2013, in dem eine besonders hohe Streusalzbehandlung erfolgte. In den Anlagen 6.1 - 6.3 sind die Berechnungsergebnisse exemplarisch nach 50 Jahren Taumittelanwendung bei mittleren Niedrigwasserverhältnissen sowie Mittel- und Hochwassersituation für den GWL 1 dargestellt.

Die Simulationsergebnisse nach 50 Jahren zeigen bei allen untersuchten hydrologischen Systemzuständen maximale Konzentrationserhöhungen im Grundwasser von rd.

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

550 mg Cl/l. Die höchsten Konzentrationen treten dabei an den Modellrändern auf, wo der Grundwasserleiter, der die Wyhra speist nur geringmächtig ist und sich schlecht durchlässiger Geschiebemergel und Lehm anschließen. Die lokale Konzentrationserhöhung beschränkt sich auf den Trassenbereich der B 7. Infolge des in der Wyhra-Aue gut durchlässigen Grundwasserleiters breitet sich die Chloridfahne aus und führt zu einer schnellen Verdünnung. Moderat erhöhte Konzentrationen im Grundwasserleiter sind bis zu einer max. Korridorbreite von ca. 550 m berechnet worden (Mittlere Niedrigwasserverhältnisse, Anlage 6.1). Die Ausbreitung des Chlorids erfolgt zum einen westlich und östlich der Trasse sowie in Richtung der Wyhra, d. h. in Grundwasserfließrichtung.

Die flächenhafte Ausdehnung der Transportfahne ist bei allen untersuchten Szenarien in etwa gleich. Ausschließlich bei Hochwasserverhältnissen tritt eine stärkere Verdünnung in der unmittelbaren Aue ein und es ist nur noch ein kleines Areal von Konzentrationserhöhungen betroffen.

Dieser Sachverhalt ist insbesondere den gleichartigen Strömungsverhältnissen als auch den geringen Wasserstandsschwankungen bei mittleren Niedrigwasserverhältnissen sowie Mittel- und Hochwassersituation geschuldet.

Entlang der sonstigen Trassenabschnitte versickert aufgrund der bindigen Deckschichten und der mächtigen Dammaufschüttungen im Untersuchungsgebiet kein bzw. kaum Abwasser in den Untergrund. Es erreicht somit nicht den Grundwasserleiter, der Kontakt zur Wyhra hat.

Die berechneten Chloridkonzentrationserhöhungen in der Wyhra sind in Folge der gewählten dezentralen Entwässerungslösung als auch des ausreichenden Durchflusses im Gewässer bei allen untersuchten hydrologischen Systemzuständen nur gering. Bei mittleren Niedrigwasserverhältnissen nähert sich die Konzentrationszunahme in der Wyhra nach 50 Jahren Tausalzeinsatz auf der B 7 einem Wert von 0,6 mg/l (Anlage 7.1). In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass die geringfügigen Schwankungen der Konzentrationszunahmen im zeitlichen Verlauf insbesondere durch den Eintrag chloridhaltiger Straßenabwässer durch die Anbindung der Entwässerungsmulden an das Gewässersystem verursacht werden.



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

Bei Mittelwasserverhältnissen und einem Abfluss von 971 l/s in der Wyhra im Bereich der Trassenquerung durch die B 7 (Tab. 7) nähert sich die Konzentrationserhöhung nach 50 Jahren Taumittelanwendung einem Wert von max. 0,16 mg Cl/l (Anlage 7.2). Bei Hochwasserverhältnissen ist die Konzentrationserhöhung kaum noch nachweisbar. Sie wurde mit  $< 0,0014$  mg Cl/l ermittelt (Anlage 7.3).

Die Entwässerungsabschnitte 1/4 und 1/7 besitzen hingegen einen Überlauf in den Grenzgraben, der in die Talsperre Windischleuba mündet und von der Pleiße durchströmt wird. In Anlage 7.4 ist exemplarisch die Chloridkonzentrationserhöhung im Grenzgraben (Mündung) unter Berücksichtigung der Überleitungen von den Entwässerungsabschnitten 1/4 und 1/7 berechnet worden. Bei diesem Szenario wurde davon ausgegangen, dass kein Oberflächenabfluss der Verkehrsanlage in den Untergrund versickert und über den Grundwasserpfad in die Pleiße gelangt. Die Annahme stellt somit den worst-case-Fall dar.

Im Ergebnis berechnet sich eine Konzentrationserhöhung von 66 mg Cl/l (Anlage 7.4). Da für den Grenzgraben keine Untersuchungsergebnisse zur Vorbelastung vorliegen, wurde für dieses Gewässer die Konzentrationserhöhung und keine Gesamtkonzentration berechnet. Er gehört zum Wasserkörper Pleiße-4 und besitzt keine eigene Messstelle, deren Daten als Grundlage der Untersuchungen genutzt werden können.

In der Pleiße berechnet sich am Auslass der Talsperre Windischleuba unter Berücksichtigung einer mittleren Vorbelastung von 69 mg Cl/l an der Messstelle in Regis eine Gesamtkonzentration von 72 mg Cl/l. Die ermittelte Zunahme beträgt somit 3 mg Cl/l. In die Untersuchung ist jedoch die Verdünnung durch das Talsperrenvolumen (0,11 Mio. m<sup>3</sup>) nicht eingeflossen. In der Realität wird die Erhöhung demzufolge kaum nachweisbar sein aufgrund der Verdünnungswirkung der Talsperre.

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass unter Berücksichtigung einer mittleren Vorbelastung in der Wyhra von rd. 42 mg Cl/l (Messstelle Streitwald, OBF54350) - 52 mg Cl/l (Messstelle Ortslage Wyhra, OBF54420) durch die Überleitung behandelter Straßenabwässer von den Entwässerungsabschnitten 2/7 - 7/4 der B 7, VKE 3191 **ein maximaler Konzentrationsanstieg  $< 1$  mg Cl/l im Gewässer bzw. FFH-Gebiet verursacht wird**, sodass die Gesamtbelastung der Wyhra nur geringfügig steigt.

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Die Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) plant den Neubau der B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg. Die Entwässerungsplanung sieht vor, das anfallende Straßenoberflächenwasser über Bankette, Böschungen oder Mulden abzuleiten bzw. zu versickern. Erfolgt die Anlage von Mulden kommt ein modifiziertes Mulden-Rigolensystem mit (Not-)Überleitung in die benachbarten Gewässer zum Einsatz. Von den Überleitungen sind der Fasaneriebach und das Bubendorfer Wasser betroffen, die in die Wyhra münden als auch die Wyhra selbst. Zudem erfolgt ein Überlauf in den Grenzgraben, der in die Pleiße entwässert.

Das Straßenvorhaben berührt das FFH-Gebiet „Wyhraaue und Frohbürger Streitwald“ (EU-Nr. DE 4840-302, Landesinterne-Nr. 230). Da eine Beeinträchtigung des Schutzgebietes durch die Versickerung/Ableitung des Straßenoberflächenwassers nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, ist durch Szenarienberechnungen zu untersuchen, wie sich die Zuführung des Straßenabwassers auf die Qualität der Wyhra bzw. des Grundwassers auswirkt. Im Vordergrund der Untersuchung steht der Parameter Chlorid, der über die Ausbringung von Tausalzen durch den Winterdienst dem Straßenabwasser zugeführt wird. Das Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer wurde deshalb mit der Erstellung eines Gutachtens über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch die Emission chloridhaltiger Straßenabwässer von der B 7, VKE 3191 beauftragt.

Um den Tausalzabfluss im Straßenabwasser zu quantifizieren, wurde das urbane Niederschlags-Abflussmodell SWMM (EPA 2015) genutzt. Neben der Beschreibung der quantitativen Abflüsse im Untersuchungsgebiet ist es auch möglich, qualitative Aspekte, d. h. den Chloridtransport, mit dem Modell zu berücksichtigen. Die Untersuchungen wurden unter Verwendung des Taumittelesatzes der Straßenmeisterei Altenburg für die zurückliegenden Winterdienstperioden von 2010/2011 - 2016/2017 geführt. Die meteorologischen Eingangsdaten stammten in diesem Zusammenhang von der agrarmeteorologischen Station Roda bzw. deren Nachfolgestation Niedergräfenhain des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Basierend auf den Berechnungsergebnissen wurde anschließend die Versickerung/Ableitung der tausalzbelasteten Straßenabwässer in den Untergrund mit dem Modell MODFLOW-GWT bei mittleren Niedrigwasserverhältnissen sowie Mittel- und Hochwassersituation im Grund-

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

und Oberflächengewässer nachvollzogen. Das Grundwassermodell berücksichtigt den oberen Grundwasserleiter, der vorzugsweise aus holozänen und quartären Sanden und Kiesen gebildet wird. Das Modell besteht aus einer Schicht mit unterschiedlichen Mächtigkeiten und Durchlässigkeiten von  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s -  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s. Es wurde anhand der Wasserstandsaufzeichnungen der Grundwassermesssstelle in Benndorf und anhand einer landesweiten Stichtagsmessung im Frühjahr 2016 (April) geeicht, die im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie durchgeführt wurde. Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung herrschten etwa mittlere Niedrigwasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Mit dem geeichten Modell wurde eine Langzeitsimulation von 50 Jahren vorgenommen. In diesem Zusammenhang wurde der Zeitraum von der WD-Periode 2010/2011 bis zur WD-Periode 2016/2017 stetig wiederholt bis 50 Untersuchungsjahre erreicht wurden. Im Ergebnis der Modellierungen mit dem Programm SWMM berechnen sich mittlere Chloridkonzentrationen im Fahrbahnabwasser während des Untersuchungszeitraumes von 4.468 - 4.692 mg Cl/l (an den Streutagen bzw. wenn Chloride im Straßenabwasser auftreten).

Die Fahrbahnabwässer versickern in den Untergrund bzw. werden den Mulden-Rigolensystemen zugeführt. Die Ausbreitung im Grundwasserleiter unter Berücksichtigung der (Not-)Überläufe in die benachbarten Vorfluter wurde anschließend mit dem Modell MODFLOW-GWT nachvollzogen. Im Rahmen der Langzeitsimulation wurde nachgewiesen, dass bei Mittelwasserverhältnissen eine Konzentrationserhöhung unterhalb von 0,2 mg Cl/l eintritt. Bei Niedrigwasserverhältnissen ist die Konzentrationserhöhung geringfügig erhöht (rd. 0,6 mg Cl/l), während sie bei Hochwasserverhältnissen kaum nachweisbar ist ( $< 0,0014$  mg Cl/l).

Die Überleitungen in die Pleiße über den Grenzgraben, der in die Talsperre Windischleuba mündet, die von der Pleiße durchflossen wird, verursachen bei Mittelwassersituation eine maximale Konzentrationserhöhung von 3 mg Cl/l. Bei den Berechnungen wurde das Talsperrenvolumen jedoch nicht berücksichtigt, sodass die Konzentrationserhöhung in der Pleiße im Ablauf der Talsperre kaum belegbar ist.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass unter Berücksichtigung einer mittleren Vorbelastung der Wyhra von rd. 42 - 52 mg Cl/l bei ungünstigen hydrologischen Verhältnissen (mittlere Niedrigwassersituation) die Chloridkonzentration im FFH-Gewässer max. um 0,6 mg Cl/l ansteigen würde.



---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

**Die Versickerung/Ableitung tausalzbelasteter Oberflächenwässer von der B 7, VKE 3191 verursacht demzufolge nur einen geringfügigen, kaum nachweisbaren Konzentrationsanstieg.**

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

## **Literatur**

- BREITENSTEIN, J. (1995): Entwicklung einer Kenngröße der Winterlichkeit zur Bewertung des Tausalzverbrauchs. - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 18.
- BREITENSTEIN, J. (2002): Das Straßenbetriebsdienst-Kolloquium 2001 – Teil 2. – Straße + Autobahn, 7, S. 381-386.
- BROD, H.-G. (1979): Die Auswirkungen von Auftausalzen auf Boden, Oberflächen- und Grundwasser entlang von Bundesautobahnen. – Dissertation, Univ. Gießen.
- BROD, H.-G. (1993): Langzeitwirkung von Streusalzen auf die Umwelt. - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 2.
- BROD, H.-G. (1995): Risiko-Abschätzung für den Einsatz von Tausalzen – Folgen für die Umweltmedien unter Berücksichtigung neuester Tendenzen. - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 21.
- BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER (2006): Vergleichende Ermittlung der Chloridkonzentration in einem Regenrückhaltebecken während des Winterdienstzeitraumes 2004/2005. – Studie im Auftrag des Autobahnamtes Sachsen, Dresden, unveröff.
- BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER (2016): Aus- und Neubau der B 7 Altenburg bis Landesgrenze TH/SN, VKE 5191, Erstellung eines Gutachtens über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Pleiße durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern. - Gutachten erstellt im Auftrag der DEGES, 09.12.2016.
- BUHSE, G. (1976): Fischereibiologische Untersuchungen in der Oberweser. – Veröff. d. Nieders. Inst. f. Landeskunde u. Landesentwicklung a . d. Univ. Göttingen, Bd. 107.
- BUHSE, G. (1989): Schadwirkung der Kali-Abwässer im Biotop der Werra und Oberweser. – Zeitschr. f. Wasser- u. Abwasser-Forschung 22(2), S. 49-56.
- BURTON, R. (1992): Scourge of the planes. – Horticulturist, 1(3), S. 28-30.
- CHRISTIANSEN, G., SOMMERHÄUSER, M., KLUNK, P. & SCHUHMACHER, H. (1989): Hydrobiologisch-Ökologischer Beitrag zum Renaturierungsprojekt Alsbach (Oberhausen). – Verhandlungen der Ges. für Ökologie, Bd. 18, S. 563-567.
- CIS-PAPIER (2006): Ausnahmen von den Umweltzielen der WRRL zulässig für neue Änderungen oder neue nachhaltige Entwicklungstätigkeiten des Menschen (WRRL Art. 4 Abs. 7). – [www.wasserblick.net](http://www.wasserblick.net) (öffentliches Forum), Ziffer 2.2.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

- CROWTHER, R.A. & HYNES, H.B.N. (1977): The effect of road de-icing salt on the drift of stream benthos. – Env. Pollution, 14, S. 113-126.
- DAUSCHECK, H. & BISCHOFBERGER, W. (1986): Beeinträchtigungen von Grund- und Oberflächenwasser durch Auftausalze in Schutzzonen. – Ber. a. Wassergütwirtschaft u. Gesundheitsingenieurwesen, Inst. f. Bauingenieurwesen TU München, Nr. 30.
- DRUELLE, J.P. & VILAIN, M. (1973) : Etude des causes de deperissement de la vegetation aproximate immediate des autoroutes. – Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie d'Agriculture de France 59, S. 1495-1504.
- EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2015): SWMM - Storm Water Management Model, Version 5.1 - EPA/600/R-14/413b, 30.09.2015.
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN (2005): Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew. – Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2005.
- GOLWER, A. & SCHNEIDER, W. (1979): Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. – Gas- und Wasserfach, Ausg. Wasser, Abwasser 120 (10), S. 461-467.
- IFG INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK GMBH (2011): Umverlegung B7 Altenburg – Frohburg, Zwischenbericht zur Baugrunduntersuchung für den RE-Entwurf, Bauabschnitt Thüringen Station 0+000 bis 3+900. – IFG-Projekt-Nr. 088-06-07 B, Bautzen 01.07.2011, im Auftrag der DEGES.
- K+S KALI GMBH (2003): Technisches Merkblatt Magnesiumchlorid-Lösung, 30 %  $MgCl_2$ . – Angaben der K+S KALI GmbH, Postfach 102029, 34111 Kassel.
- LANDESTALSPERRENVERWALTUNG DES FREISTAATES SACHSEN (2005): HWSK Wyhra / Eula im RB Leipzig, Anlage 10.4: Gefahrenkarte Stadt Frohburg, Ortslagen Streitwald, Abthäuser, Frohburg und Benndorf (Wyhra), Ortslagen Hermsdorf und Frauendorf (Eula). - Talsperrenmeisterei Untere Pleiße, Rötha, April 2005.
- NOBEL, W. (1980): Der Einfluß der Belastungsstoffe Chlorid, Borat und Phosphat auf die Photosyntheseleistung submerser Weichwasser-Makrophyten. – Diss.; Hohenheim.
- RASSMUS, J., HERDEN, C., JENSEN, I., RECK, H. & SCHÖPS, K. (2003): Methodische Anforderungen an Wirkungsprognosen in der Eingriffsregelung. – Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 898 82 024 des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, Angewandte Landschaftsökologie, H. 51.
- REMMLINGER, W. (1984): Auswirkungen von Tausalzen auf die Vegetation von Straßen. – Neue Landschaft 29, 1, S. 41-49.

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

RICHTLINIE 2000/60/EG: des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. L 327 (Wasserrahmenrichtlinie).

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (LFULG)(2017): Hydrologisches Handbuch, Gewässerkundliche Hauptwerte, Teil 3. - 08/2017.

SCHORB, A. (1988): Untersuchungen zum Einfluß von Straßen auf Boden, Grund- und Oberflächenwasser am Beispiel eines Testgebietes im Kleinen Odenwald. – Heidelberger Geogr. Arb., Selbstverl. d. Geogr. Inst. d. Univ. Heidelberg.

TECHNISCHE DREILÄNDEKOMMISSION (ATR-FG-VSS)(1974): Einwirkung der Auftaumittel auf Gehölze. – Straße und Verkehr 60, 9 u. 10, S. 439-449 u. S. 485-497.

TIEMANN, K.H. (1971): Die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf Boden, Pflanzen und Wasser. – Mitt. a. d. Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrol. u. landw. Wasserbau d. TU Hannover, S. 155-234.

WESSOLEK, G. & KOCHER, B. (2003): Verlagerung straßenverkehrsbedingter Stoffe mit dem Sickerwasser. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, H. 864.

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

### **Anlagenverzeichnis**

**Anlage 1: Berechnete Chloridausbringungsmengen [g/m<sup>2</sup> Fahrbahn] der SM Altenburg auf Bundesstraßen während der Winterdienstperioden 2010/2011 - 2016/2017**

**Anlage 2: Übersichtslageplan**

**Anlage 3:**

Anlage 3.1: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitt 1/4, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.2: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitt 1/7, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.3: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitt 2/7, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.4: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitt 3/2, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.5: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitte 4 und 5/2, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.6: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitt 6, 01.10.2010 - 31.10.2017

Anlage 3.7: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser [mg/l] (Tagesmittelwert) Entwässerungsabschnitte 7/2 und 7/4, 01.10.2010 - 31.10.2017



Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

**Anlage 4: Verwendete Bohrungen aus dem Bohrarchiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (FIS UHYDRO)**

Anlage 4.1	Bohrung	B....C....1899
Anlage 4.2	Bohrung	B....1....1999
Anlage 4.3	Bohrung	B....6....1941
Anlage 4.4	Bohrung	B....7....1947
Anlage 4.5	Bohrung	B....8....1941
Anlage 4.6	Bohrung	B....9....1941
Anlage 4.7	Bohrung	B...25....1905
Anlage 4.8	Bohrung	B...73....2004
Anlage 4.9	Bohrung	B...74....2004
Anlage 4.10	Bohrung	B...75....2004

**Anlage 5: Grundwassergleichen [m ü. NHN] Stichtagsmessung April 2016 (Mittlere Niedrigwassersituation)**

**Anlage 6:**

Anlage 6.1: Chloridkonzentrationserhöhung im Grundwasser [mg/l] bei Mittleren Niedrigwasserverhältnissen (MNW) nach 50 a

Anlage 6.2: Chloridkonzentrationserhöhung im Grundwasser [mg/l] bei Mittelwasserverhältnissen (MW) nach 50 a

Anlage 6.3: Chloridkonzentrationserhöhung im Grundwasser [mg/l] bei Hochwasserverhältnissen (HW) nach 50 a

---

Projekt: Neubau B 7, VKE 3191 Verlegung nördlich Frohburg  
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern

### **Anlage 7:**

- Anlage 7.1: Chloridkonzentrationserhöhung in der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern von der B 7, VKE 3191 bei Mittleren Niedrigwasserverhältnissen über einen Zeitraum von 50 Jahren
- Anlage 7.2: Chloridkonzentrationserhöhung in der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern von der B 7, VKE 3191 bei Mittelwasserverhältnissen über einen Zeitraum von 50 Jahren
- Anlage 7.3: Chloridkonzentrationserhöhung in der Wyhra durch Versickerung/Ableitung von Straßenabwässern von der B 7, VKE 3191 bei Hochwasserverhältnissen (HQ25) über einen Zeitraum von 50 Jahren
- Anlage 7.4: Berechnete Chloridkonzentrationen [mg/l] im Grenzgraben bei Mittelwasserverhältnissen nach der Einleitung von den EW 1/4 und 1/7, Extremszenario
- Anlage 7.5: Berechnete Chloridkonzentrationen [mg/l] in der Pleiße bei Mittelwasserverhältnissen nach der Einleitung von den EW 1/4 und 1/7, Extremszenario