

AUFTRAGGEBER:

DEGES
DEUTSCHE EINHEIT
FERNSTRAßENPLANUNGS- U. -BAU GMBH
IM AUFTRAG DES FREISTAATES SACHSEN



PROJEKT:

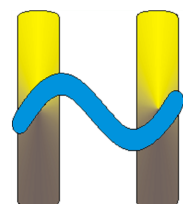
B 107, SÜDVERBUND CHEMNITZ - A 4
VERKEHRSEINHEIT 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

Gutachten

**ÜBER DIE VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG
DER ZSCHOPAU, IHRER ZUFLÜSSE UND DES
GABLENZBACHES DURCH EINLEITUNG GEFASSTER
STRAßENABWÄSSER**

BEARBEITUNG:

Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer



GUTACHTEN

VORHABEN: ERSTELLUNG EINES GUTACHTENS ÜBER DIE
VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG DER
ZSCHOPAU, IHRER ZUFLÜSSE UND DES
GABLENZBACHES DURCH EINLEITUNG GEFASSTER
STRAßENABWÄSSER

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, 26. OKTOBER 2017



**UTA LENZ
VERFASSER**



Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	5
2	Rechtliche Grundlagen.....	6
3	Chloridgehalte in Fahrbahnabflüssen	9
4	Vorgehensweise / Methodik	11
4.1	Vorbemerkungen.....	11
4.2	Oberflächenwassermodell SWMM.....	11
4.2.1	Modelleingangsdaten	13
4.2.1.1	Tausalz.....	13
4.2.1.2	Meteorologie.....	18
4.2.1.3	Entwässerungstechnik	20
4.3	Hydrologische Daten.....	22
4.4	Chloridvorbelastungen der Fließgewässer.....	25
5	Ergebnisse der Modellrechnungen	31
5.1	Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM.....	31
5.2	Mischungsrechnungen für die von Einleitungen betroffenen Fließgewässer.....	33
5.2.1	Gablenzbach	33
5.2.2	Gewässersystem Eubaer Bach	33
5.2.3	Auenbach	34
5.2.4	Zschopau.....	35
6	Zusammenfassung.....	36
7	Literatur	40

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Na- und Cl-Gehalte [mg/l] in Straßenabflüssen (Schmelzwasser) deutscher Straßen.....	9
Tab. 2: Na- und Cl-Konzentration in Regenrückhaltebecken an deutschen Autobahnen	10
Tab. 3: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] im Zu- und Ablauf zweier Entwässerungsbecken an Autobahnen.....	10
Tab. 4: Tausalzverbrauch [g/m ²] der SM Mühlau auf B-Straßen, WD-Perioden 10/11 - 15/16.....	14
Tab. 5: Blend- und Irritationsschutzwände entlang der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1, die parallel als Spritzschutz fungieren	17
Tab. 6: Übersicht der versiegelten, unversiegelten und undurchlässigen Flächen sowie der von Einleitungen betroffenen Fließgewässer der B 107, VKE 323.1 ..	21
Tab. 7: Berechnete Mittelwasserabflüsse an ausgewählten Gewässerknoten basierend auf den Ergebnissen des Projektes KliWES (LfULG) bzw. aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen.....	25
Tab. 8: Statusinformationen zu ausgewählten Gütemessstellen im Untersuchungsgebiet	26
Tab. 9: Ergebnisse der Tausalzuntersuchungen für die von Einleitungen betroffenen Fließgewässer	39

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Tausalzverbrauchsmengen des Winterdienstes [g/m ²] der SM Mühlau auf B-Straßen, WD-Perioden 10/11 - 15/16	15
Abb. 2: Tagesniederschlagssumme [mm] Station Frankenberg-Altenhain und Tagesmittel Lufttemperatur [°C] Station Chemnitz sowie Tausalzausbringung SM Mühlau auf B-Straßen [g/(m ² *d)].....	19
Abb. 3: Gemessene Abflüsse [m ³ /s] (Tagesmittel) Zschopau, Pegel Lichtenwalde 1, 01.11.2010 - 31.10.2016	23
Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] in der Zschopau (Flöha 1, OBF34900 u. Claussbrücke, OBF34910), 01.01.2010 - 31.12.2016	28
Abb. 5: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] im Eubaer Bach (Mündung, OBF 34901), 01.01.2011 - 31.12.2015.....	29
Abb. 6: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] im Gablenzbach (oh. Mündung Grundbach, OBF44501), 01.01.2011 - 31.12.2016.....	30

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Abkürzungsverzeichnis

AB	Absetzbecken
B-Straße	Bundesstraße
Cl	Chlorid
DWD	Deutscher Wetterdienst
EU	Europäische Union
EW	Entwässerungsabschnitt
FS 30	Feuchtsalzverfahren 30 (70 Gew.-% Trockensalz, 30 Gew.-% flüssige Sole)
HW	Hochwert
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHWZ	Landeshochwasserzentrum
MQ	Arithmetisches Mittel aller mittleren Wasserstände oder Durchflüsse gleichartiger Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne
OWK	Oberflächenwasserkörper
RAS-Ew 2005	Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung,
RAS-Ew 1987	Ausgabe 2005 bzw. Ausgabe 1987
RB	Rückhaltebecken
RR	Regenrückhalteraum
RRB	Regenrückhaltebecken
RW	Rechtswert
SächsABl.	Sächsisches Amtsblatt
SächsGVBl.	Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt
SächsWRRLVO	Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung
SM	Straßenmeisterei
VKE	Verkehrseinheit
WD	Winterdienstperiode
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

1 Veranlassung

Die DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH) plant im Auftrag des Freistaates Sachsen den Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (Bau-km 0+000 - Bau-km 6+075). Die Entwässerungsplanungen sehen vor, die gefassten Straßenabwässer über 3 Rückhalteräume (RR 1, RR 2, RR 4) und 4 neu zu errichtende Rückhaltebecken (RRB 1 - 4) in die benachbarten Gewässer abzuführen. Ein weiterer Rückhalteraum (RR 3) nimmt hingegen ausschließlich Geländeabfluss auf.

Von den Einleitungen betroffen sind der Auenbach, die Nauendorfer Delle, die Kuckucksdelle und der Gablenzbach. Während der Gablenzbach in Chemnitz in den Fluss Chemnitz entwässert, handelt es sich bei den anderen Gewässern um Zuflüsse zur Zschopau. Die Nauendorfer Delle und die Kuckucksdelle gehören dabei zum Einzugsgebiet des Eubaer Baches, der in Niederwiesa in die Zschopau mündet.

Die Zschopau ist im betroffenen Fließgewässerabschnitt Bestandteil des FFH-Gebietes „Zschopautal“ (Landesinterne Nr. 250, EU-Meldenr. DE4943 301). Da eine Beeinträchtigung des Schutzgebietes durch gut wasserlösliche Tausalze nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, ist durch ein Gutachten zu prüfen, ob es durch die Einleitungen von tausalzbelastetem Straßenabwasser zu wesentlichen Beeinträchtigungen in der Zschopau kommt. Zudem handelt es sich bei der Zschopau, dem Eubaer Bach sowie dem Gablenzbach um eigenständige Wasserkörper nach der Wasserrahmenrichtlinie. Diese sollten entsprechend der EU-Richtlinie spätestens bis zum 22. Dezember 2015 einen guten chemischen und ökologischen Zustand besitzen, wenn keine Fristverlängerung beantragt wurde. Die WRRL verlangt zudem, eine Verschlechterung des Zustands der Wasserkörper zu verhindern. Des Weiteren gilt auch entsprechend § 27 WHG ein Verschlechterungsverbot für die Gewässer.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

2 Rechtliche Grundlagen

Im Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts (Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 122 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist) 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 (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)) im Artikel 4 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;*

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

3. *die Mitgliedstaaten schützen und verbessern alle künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten 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 (SächsWG 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:

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

„(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,...

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.

Die Zschopau, der Eubaer Bach und der Gablenzbach stellen nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie eigenständige Wasserkörper dar. Diese sollten entsprechend der EU-Richtlinie spätestens bis zum 22. Dezember 2015 einen guten chemischen und ökologischen Zustand besitzen, 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.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
 Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

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)	1/70-7/70	18-5.600	1-8.988	TIEMANN (1971)
(O)	1/70-7/70	4-2.116	7-3.262	
A 7: Hannover BAB-Graben, 200 m	13.03.70	137	454	TIEMANN (1971)
A 7: Han. BAB-Graben, 100 m	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	SCHORB (1988)
B 45: Bammental, Rohr 19	78-81	< 1-8.785	4-41.200	SCHORB (1988)

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

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Straße/Stadt	Probenahme-termin	Na [mg/l]	Cl [mg/l]	Autor
A 3: Frankfurt, Sickerwasserbecken	75-77	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-Konzentration 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 Chloridkonzentrationen [mg/l] im Zu- und Ablauf zweier Entwässerungsbecken an Autobahnen (Quelle: Lange ET AL. 2003)

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Beim Erdbecken sind 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) zu beobachten, 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. 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 01.11.2010 - 31.10.2016 werden die Konzentrationen im Straßenabwasser als Tagesmittelwert rückwirkend bestimmt. Diese Vorgehensweise legt die (fiktive) Annahme zugrunde, dass der Straßenabschnitt bereits existiert und die tausalzhaltigen Straßenabwässer den Vorflutern zugeführt werden. Auf dieser Basis sollen Aussagen abgeleitet werden über die zukünftige Belastung der von Einleitungen betroffenen Fließgewässer.

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 (Storm Water Management Model) zur Analyse von „urbanen Abflussprozessen“. Im

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Vordergrund steht dabei die Charakterisierung der Abflussprozesse einschließlich der Schadstoffflüsse in Städten, um Grundlagen für die Planung von Rückhalte- und Behandlungsanlagen zu besitzen.

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

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

physikalische Prozesse wie Schneeschmelze und –akkumulation, Infiltration und der Abfluss in der gesättigten und ungesättigten Zone berücksichtigt (s.o.). Im Transportmodul ist die 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

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 MgCl_2 und 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 MgCl_2 -, CaCl_2 - oder NaCl-Lösung befeuchtete NaCl-Trockensalz. 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.

Repräsentativ für den zukünftigen Taumiteileinsatz auf dem Planungsabschnitt sind die Verbrauchsmengen der Straßenmeisterei Mühlau, die den Straßenabschnitt zukünftig betreuen wird. Die Meisterei nutzt Natriumchloridlösung (Sole), um festes Natriumchlorid zu befeuchten (FS 30).

Die Tausalzverbrauchsmengen der Meisterei von der Winterdienstperiode 2010/2011 - 2015/2016 sind in der nachfolgenden Tabelle 4 und in Abb. 1 in g/m^2 zusammengestellt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Winterdienst- zeitraum	NaCl fest + NaCl-Sole	Na	Cl
	[g/m ²]	[g/m ²]	[g/m ²]
2010/2011	2.496	982	1514
2011/2012	1.290	507	783
2012/2013	3.623	1425	2198
2013/2014	500	197	303
2014/2015	1.093	430	663
2015/2016	1.030	405	625

Tab. 4: Tausalzverbrauch [g/m²] der SM Mühlau auf B-Straßen, WD-Perioden 10/11 - 15/16
(Quelle: LIST GmbH 11.05.17)

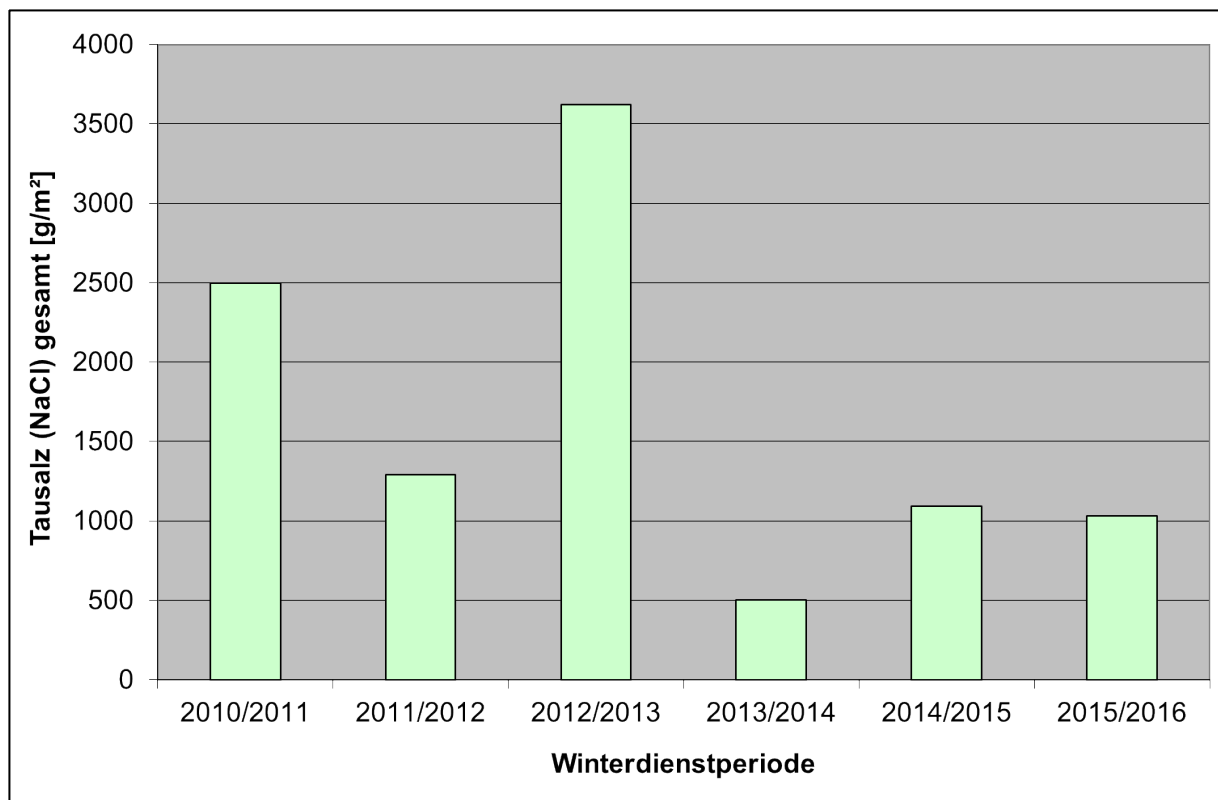


Abb. 1: Tausalzverbrauch [g/m²] der SM Mühlau auf B-Straßen, WD-Perioden 10/11 - 15/16
(Quelle: LIST GmbH 11.05.17)

Die Chloridausbringungsmengen je m² befestigter Fahrbahnfläche sind in der Anlage 2 berechnet worden für die Winterdienstzeiträume 2010/2011 - 2015/2016. Der Chloridgehalt beträgt rd. 61 % und die ausgebrachten Chloridmengen haben eine Spannweite während des Untersuchungszeitraumes von 303 - 2.198 g Cl/m².

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Ergänzend ist zu bemerken, dass zukünftig auf Fernstraßen zunehmend die FS 100-Technik im Präventiveinsatz erfolgen wird, d. h. die Verwendung reiner Sole zur Behandlung der Fahrbahnen. Durch diese Streutechnik wird der Tausalzverbrauch auf Fernstraßen deutlich zurückgehen, da verminderte Verlustraten auf den Fahrbahnflächen auftreten. Der Taustoffbedarf ist unter diesen Einsatzbedingungen um rund 50 % geringer als beim FS 30-Streuen. Detaillierte Projektberichte finden sich dazu in HAUSMANN (2012) und NIEBRÜGGE (2011). Die Modellrechnungen berücksichtigen diesen Sachverhalt nicht, d. h. den verminderten Tausalzbedarf bei gleichen sonstigen Randbedingungen. Sie beinhalten somit einen Sicherheitszuschlag.

Um Berechnungen zur voraussichtlichen Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches in tagesgenauer Auflösung durchführen zu können, mussten die in Anlage 2 bzw. Tabelle 4 dokumentierten Werte auf die betroffenen Winterdienstzeiträume aufgeteilt werden, da in der Straßenmeisterei 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 Dekameter (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.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

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). Die Salzkonzentration im Schmelzwasserabfluss hängt u. A. vom Ausbau bzw. der Effektivität der Einwässerungseinrichtungen ab. Nach einer Schätzung von REMMLINGER (1984) werden etwa 40 % der ausgebrachten Salzmengen 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 % quantifiziert 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 (siehe Anlage 2).

Entlang der Baustrecke sind zahlreiche Leiteinrichtungen für Fledermäuse und Wild vorgesehen. Die Bauwerke wirken gleichzeitig als Spritzschutz, sodass weniger Tausalze in den fahrbahnbegleitenden Bereich eingetragen werden. Der Transport erfolgt hier vorzugsweise über die Entwässerungseinrichtungen. Bei den Modellrechnungen wurde für die betroffenen Streckenabschnitte ein Verhältnis von 90 % (gelangen in die Entwässerungseinrichtungen) zu 10 % (gelangen in den fahrbahnbegleitenden Bereich bzw. nicht direkt in die Fließgewässer) gewählt. Im Bereich folgender Bauwerke sind Blend- und Irritationsschutzwände vorgesehen (Tab. 5).

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
 Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Bauwerk	Länge Leiteinrichtung je Fahrtrichtung	Bemerkung
1-011	ca. 55 m	Brückenbauwerk über Kuckucksdelle (Blend- und Irritationsschutzwand)
1-024	ca. 16 m	Brückenbauwerk über Rehbach (Blend- und Irritationsschutzwand, Wilddurchlass)
1-031	ca. 130 m	Brückenbauwerk über Nauendorfer Delle (Blend- u. Irritationsschutzwand)
1-061	ca. 35 m	Brückenbauwerk über Zufluss zum Zapfenbach (Blendschutzwand, Wilddurchlass, soll von Fledermäusen mit genutzt werden)
1-071	ca. 50 m	Brückenbauwerk über Zapfenbach (Blendschutzwand)
1-080	ca. 40 m	Brückenbauwerk über DB-Strecke Dresden - Werdau (Blend- u. Irritationsschutzwand)
1-081	ca. 95 m	Brückenbauwerk über Auenbach (Blend- u. Irritationsschutzwand)

Tab. 5: Blend- und Irritationsschutzwände entlang der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1, die parallel als Spritzschutz fungieren

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

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 den DWD-Stationen Frankenberg-Altenhain (Niederschlag) und Chemnitz (Temperatur) bezogen. Da es sich bei der Station Frankenberg-Altenhain nordöstlich der Baumaßnahme um eine reine Niederschlagsstation handelt, mussten die meteorologischen Daten von 2 unterschiedlichen Standorten verwendet werden.

In Abb. 2 sind die Daten (Tagesniederschlagssumme, Temperatur) grafisch aufbereitet und zudem die Tausalzverbrauchsmengen der Straßenmeisterei Mühlau entsprechend der im vorangegangenen Kapitel aufgeführten Regel auf die einzelnen Winterdiensteinsatztage aufgeteilt worden. Die maximale Ausbringungsmenge wurde dabei auf 120 g/m^2 und Tag begrenzt. Da die maximale Streumenge je Streugang 40 g Salz/m^2 beträgt, ist das 3-fache dieser Menge bzw. sind 3 Streugänge pro Tag als Maximalwert angesetzt worden. Sollte rein rechnerisch eine höhere Ausbringungsmenge 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.

Da die Tausalze im Modell zudem ausschließlich mit dem abfließenden Oberflächenabfluss transportiert werden, ist dieser Vorgang an das Niederschlagsaufkommen gebunden. Durch die Aufteilung der Tausalzmengen entsprechend des Niederschlages (und der Temperatur) wird dieser Prozess im Modell nachgebildet. In der Praxis werden zwar bei Bedarf auch an Tagen ohne Niederschlag die Fahrbahnen mit Streusalzen behandelt, der Transport erfolgt aber ebenfalls mit dem abfließenden Niederschlag (d. h. von vorausgegangenen bzw. nachfolgenden Niederschlagsereignissen).

Extreme winterliche Witterungsbedingungen waren beispielsweise am 28.11. und 29.11.12 mit einer Niederschlagsmenge von insgesamt $45,7 \text{ mm}$ zu beobachten. Bei diesem Ereignis wurden jeweils $120 \text{ g Salz/m}^2 \cdot \text{Tag}$ (rechnerisch ermittelt bzw. max. Ausbringungsmenge) ausgebracht.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer

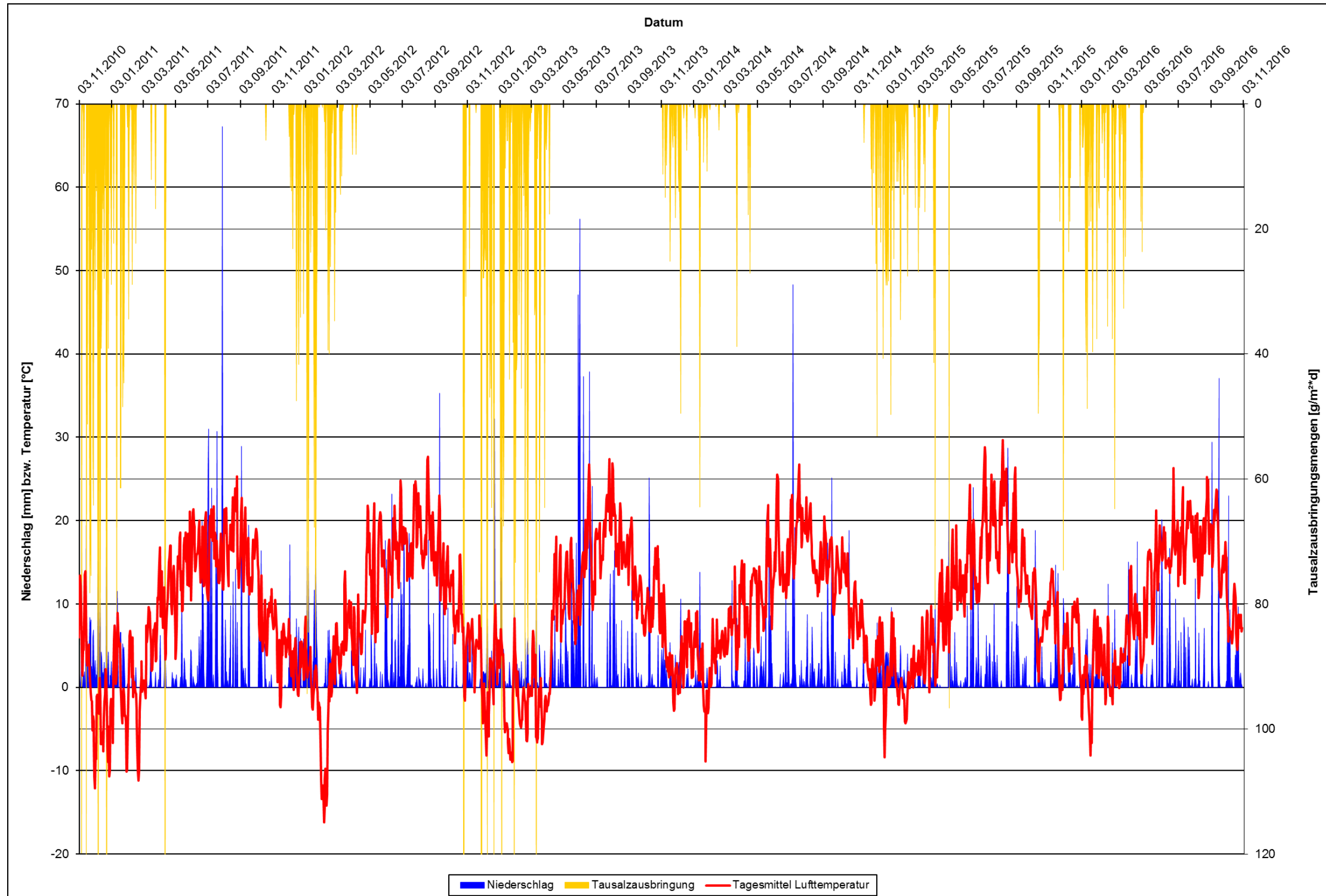


Abb. 2: Tagesniederschlagssumme [mm] Station Frankenberg-Altenhain und Tagesmittel Lufttemperatur [°C] Station Chemnitz sowie Tausalzausbringung SM Mühlau auf B-Straßen [g/(m²*d)]

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

4.2.1.3 Entwässerungstechnik

Die Entwässerungsplanungen sehen vor, die Straßenabwässer über 4 neu zu errichtende Rückhaltebecken (RRB 1 - 4) und 3 Regenrückhalteräume in die benachbarten Vorfluter abzuführen. Während die Rückhaltebecken jeweils vorgeschaltete Absetzbecken besitzen, erfolgt in den Rückhalteräumen ausschließlich die Rückhaltung des Oberflächenabflusses der Fahrbahnen und keine Behandlung. Ergänzend ist in diesem Zusammenhang zu bemerken, dass ein weiterer Rückhalteraum (RR 3) existiert, der allerdings ausschließlich Geländeabfluss im Einzugsgebiet des Rehbaches aufnimmt.

In einem ersten Bearbeitungsschritt wurden die Modellrechnungen zunächst ohne Berücksichtigung eines Dauerstaus in den Becken geführt. Anschließend wurde geprüft, ob ein Dauerstau in den RRB eine Entlastung hinsichtlich der Chloridspitzenbelastungen für die Fließgewässer bewirkt. Da bei den Becken 2 und 3 durch die Installation eines Dauerstaus eine deutliche Reduktion der Spitzenbelastung in der Nauendorfer Delle erreicht wird, werden die beiden Rückhalteanlagen mit einem Dauerstau ausgestattet. Die Untersuchungsergebnisse finden sich in BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER (2015).

Des Weiteren sollte die Ableitung aus dem RRB 3 zunächst über einen Graben zum Naturbad im Einzugsgebiet des Zapfenbaches erfolgen. Infolge des äußerst geringen Abflusses im Graben wird jedoch bei Einleitung tausalzhaltiger Straßenabwässer aus dem RRB 3 nur eine geringe Verdünnung im Gewässer erreicht, sodass aufgrund der zu erwartenden erhöhten Chloridkonzentrationen nach weiteren Möglichkeiten der schadlosen Ableitung des Oberflächenabflusses der Fahrbahnen gesucht wurde. Im Ergebnis der wassertechnischen Planungen wurde deshalb eine Variante erarbeitet, die eine Entlastung des Grabens vorsieht und eine Überleitung in die Nauendorfer Delle (BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER 2015). Zudem wurde auch von einer Einleitung tausalzbelasteter Straßenabwässer in den Rehbach Abstand genommen, um das aquatische Artenpotenzial nicht zu beeinträchtigen. Über den Rückhalteraum 3 wird deshalb nur unbelasteter Oberflächenabfluss abgeführt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
 Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht sind die Einzugsflächen der Rückhaltebecken und -räume zusammengestellt als auch die max. (Drossel-)Abflüsse aus den Becken.

EWA	Fahrbahn- flächen [m²]	nicht versie- gelte Flächen [m²]	undurchlässi- ge Flächen [m²]	(Drossel-) Abflüsse [l/s]	Einleitung / Notüberlauf
1	9.125	9.150	9.583	15	RRB 1 → RRB 5 → Gablenzbach
1	1.000	1.000	1.135	15	RRB 5 → Gablenzbach
2	12.395	11.015	14.875	10	RR 1 → Kuckucksdelle
3	7.400	15.116	9.318	10	RR 2 → Kuckucksdelle
4	7.788	20.357 34 ha	9.046	20	RRB 2 → Nauendorfer Delle RR 3 → Rehbach
5	8.375	34.220	14.531	20	RRB 2 → Nauendorfer Delle
6	29.885	21.203	39.137	30	RRB 3 → Nauendorfer Delle
6	2.200	4.208	2.755	36	Nauendorfer Delle
6	2.763 (500 zusätzl.)	0	3.406 (450 zusätzl.)	32,47 (5,88 zusätzl.)	Mittelstreifenentwässerung B 173 → Zapfenbach
7	4.578	18.560	7.982	20	RR 4 → Auenbach
7	5.375	8.283	6.495	85	Gräben → Zapfenbach
8	6.698	22.748	9.010	20	RRB 4 → Auenbach

Tab. 6: Übersicht der versiegelten, unversiegelten und undurchlässigen Flächen sowie der von Einleitungen betroffenen Fließgewässer der B 107, VKE 323.1 (Quelle: Unterlage 18.2)

Die Dauerstauvolumina und die Kubaturen der Becken gehen als Tiefen-/Oberflächenbeziehung in das Modell SWMM ein. Die Angaben wurden der Entwässerungsplanung bzw. der Unterlage 18.4 entnommen.

Der Aufbau des Oberflächenwassermodells SWMM erfolgte somit unter Einbeziehung der Flächenangaben in Tabelle 6 bzw. Unterlage 18.2 als auch der Beckendaten in Unterlage 18.4 unter Berücksichtigung des geplanten Kanalnetzes der Entwässerung. Im Ergebnis werden die Chloridkonzentrationen im Zu- und Ablauf der Becken als auch in den Becken selbst als Tagesmittelwert bestimmt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

4.3 Hydrologische Daten

Entsprechend der Vorgaben im Erlass des SMWA vom 24.01.11 sind die Tausalzuntersuchungen bei Mittelwasserverhältnissen zu führen. Für die Zschopau liegen langjährige Abflussmessungen für den Pegel Lichtenwalde 1 in unmittelbarer Nachbarschaft zur Baumaßnahme vor (Anlage 1). Aus diesem Grund wurden für die Modellrechnungen keine langjährigen Mittelwasserabflüsse für das Gewässer verwendet, sondern präzisere Tagesmittelwerte des Abflusses für den Untersuchungszeitraum vom 01.11.2010 - 31.10.2016 beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Landeshochwasserzentrum angefordert. Der Pegel befindet sich linksseitig am Fluss-km 45,6 (d. h. etwa 2,26 km unterhalb der Mündung des Auenbaches, RW: 45771883, HW: 56339477). Er wird seit 1909 beobachtet und sein Einzugsgebiet besitzt eine Flächengröße von 1.572 km².

In der folgenden Abb. 3 sind die mittleren Tagesabflüsse veranschaulicht.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1

Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer

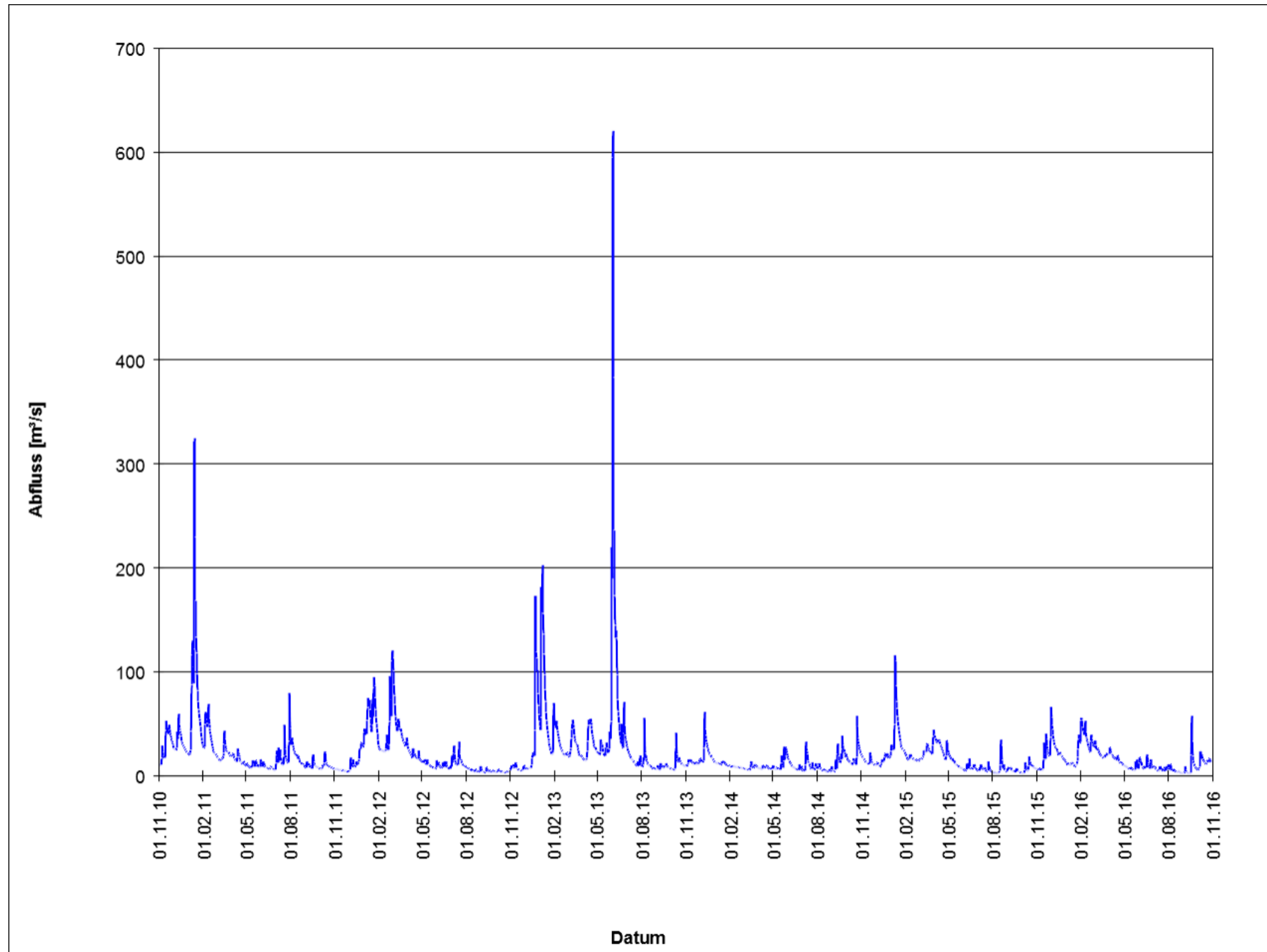


Abb. 3: Gemessene Abflüsse [m³/s] (Tagesmittel) Zschopau, Pegel Lichtenwalde 1, 01.11.2010 - 31.10.2016 (Quelle: LfULG 29.06.17)

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Da sich der Pegel Lichtenwalde 1 unterhalb sämtlicher Einleitungen von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 in das Gewässersystem der Zschopau befindet, ist er repräsentativ für die Beurteilung der Auswirkungen der Einleitung tausalzbelasteter Straßenabwässer über die Kuckucksdelle, die Nauendorfer Delle und den Auenbach in das Gewässer.

Für die o. g. Zuflüsse zur Zschopau und den Gablenzbach liegen hingegen keine Abflussmessungen vor. Zur Ermittlung von Mittelwasserabflüssen wurde deshalb eine andere Verfahrensweise gewählt. Auf der Grundlage der Ergebnisse des Projektes KliWES (Ergebnisse ArcEGMO, Säule B) des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie können die mittleren Gesamtabflüsse für die von Einleitungen betroffenen Gewässer bzw. Gewässerknoten ermittelt werden (siehe www.wasserhaushaltsportal.sachsen.de). Im Rahmen des Projektes wurden die mittleren Abflussspenden für ausgewählte Gewässerteileinzugsgebiete in Sachsen für die Durchflussreihen 1951 - 2005 (Ist-Zustand) berechnet und stehen auf der o. g. Internetseite zum Download bereit. Die Flächengrößen der Teileinzugsgebiete bis zu den Einleitstellen wurden dabei entsprechend der Höhenschichtlinien in den DTK 10 abgeleitet, da nur für die übergeordneten Einzugsgebiete von Auenbach, Eubaer Bach und Gablenzbach die entsprechenden Angaben vorliegen. Des Weiteren können vom Wasserhaushaltsportal Sachsen auch Niedrigwasserkennwerte und mittlere Durchflüsse für konkrete Gewässerknoten entnommen werden (FREISTAAT SACHSEN, LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE LFULG 2017). In der folgenden Tabelle 7 sind die berechneten Mittelwasserabflüsse für ausgewählte Gewässerknoten/Teileinzugsgebiete zusammengestellt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
 Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Gewässer	Gewässerknoten	Teil-EZG [m²]	Abflussspende MQ [l/s*km²]	Abfluss MQ [l/s]
Gablenzbach	Einleitstelle RRB 5	6908894	11,9	82,2
Nauendorfer Delle	Einleitstelle	1059180	11,2	11,9
Eubaer Bach	Mündung	15678384		176,0
Auenbach	Einleitstelle	3174177	9,9	31,5
	Mündung	7746933		77,0

Tab. 7: Berechnete Mittelwasserabflüsse an ausgewählten Gewässerknoten basierend auf den Ergebnissen des Projektes KliWES (LfULG) bzw. aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen (www.wasserhaushaltsportal.sachsen.de)

4.4 Chloridvorbelastungen der Fließgewässer

Die Zschopau, der Eubaer Bach und der Gablenzbach stellen eigenständige Wasserkörper nach der WRRL dar (Voraussetzung: Einzugsgebietsgröße > 10 km²). Sie werden deshalb im Rahmen des WRRL-Monitorings in unterschiedlichen Abständen hydrochemisch untersucht. Unmittelbar oberhalb der Mündung der Flöha befindet sich die Messstelle OBF34900 an der Zschopau. Für den Gütepegel liegen langjährige Untersuchungsergebnisse vor. Für die Jahre 2011, 2013 und für den Zeitraum Februar bis Juli 2014 und das Jahr 2016 sind allerdings keine Daten vorhanden (Abb. 4). Hilfsweise wurden deshalb die Chloriduntersuchungsergebnisse der benachbarten Messstelle Claussbrücke (OBF34910) verwendet. Sie befindet sich etwa 675 m oberhalb der Messstelle OBF34900.

Am Eubaer Bach wurde die Gütemessstelle (OBF34901) im Bereich der Mündung eingerichtet und am Gablenzbach unterhalb der Mündung des Grundbaches (OBF44501). Auch bei den Messungen im Eubaer Bach und Gablenzbach sind größere Datenlücken zu verzeichnen (2010, 2012 und im Gablenzbach zusätzlich die Jahre 2013 und 2015, Abb. 5 und 6).

Die Lage der Messstellen findet sich in Anlage 1. In der folgenden Tabelle 8 sind die Statusinformationen zu den Gütepegeln zusammengestellt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
 Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Gewässer	Bezeichnung	Nr.	RW	HW
Zschopau	Flöha 1, vor Flöha Mündung	OBF34900	4575100	5636200
	Claussbrücke	OBF34910	4575653	5635877
Eubaer Bach	Mündung	OBF34901	4573009	5637762
Gablenzbach	unterhalb Mündung Grundbach	OBF44501	4567858	5632968

Tab. 8: Statusinformationen zu ausgewählten Gütemessstellen im Untersuchungsgebiet

In den folgenden Abb. 4 - 6 sind die Chloriduntersuchungsergebnisse vom 01.01.2010 - 31.12.2016 (soweit Daten vorhanden waren) für die o. g. Gütemessstellen grafisch aufbereitet. Die Daten wurden von der Internetseite des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie heruntergeladen (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm>).

Die Messergebnisse verdeutlichen, dass die Zschopau im Allgemeinen eine geringe Chloridbelastung aufweist. Im Mittel berechnet sich eine Vorbelastung von 27 mg Cl/l (OBF34900) bzw. 28 mg Cl/l (OBF34910) und eine maximale Konzentration von 84 mg Cl/l (OBF34910, 26.01.2016).

Am Eubaer Bach beträgt die mittlere Vorbelastung hingegen 50 mg Cl/l und die Spitzenbelastung 64 mg Cl/l (04.03.13). Die Chloridkonzentration im Gablenzbach ist vergleichbar mit der des Eubaer Baches. Die mittlere Chloridkonzentration wurde mit 51 mg Cl/l ermittelt und die Spitzenkonzentration mit 80 mg Cl/l (19.01.16).

Da die Spitzenbelastungen ausnahmslos in die Winterdienstzeiträume fallen, ist davon auszugehen, dass diese durch den Eintrag tausalzhaltiger Straßenabwässer verursacht werden. In den Gablenzbach leitet beispielsweise das RRB 5 von der B 107 ein, über das auch der Abfluss aus dem RRB 1 der B 107, VKE 323.1 geführt wird und in den Eubaer Bach bzw. die Nauendorfer Delle entwässert die B 173 (siehe Tab. 6).

Die Messwerte wurden in den Modellrechnungen als Vorbelastungen angenommen vor Zuführung der tausalzhaltigen Straßenabwässer von der B 107, wobei im Einzugsgebiet des Eubaer Baches und des Gablenzbaches mit Mittelwerten gerechnet wurde infolge der geringen Anzahl an Daten, während für die Zschopau die Einzelmesswerte verwendet wurden. Dabei wurde die Vorbelastung solange als konstant angenommen bis ein neuer Messwert vorlag.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Für das Einzugsgebiet des Auenbaches wurde aufgrund fehlender Messwerte ebenfalls mit einer mittleren Vorbelastung von 50 mg Cl/l gerechnet wie in den benachbarten Einzugsgebieten.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1

Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

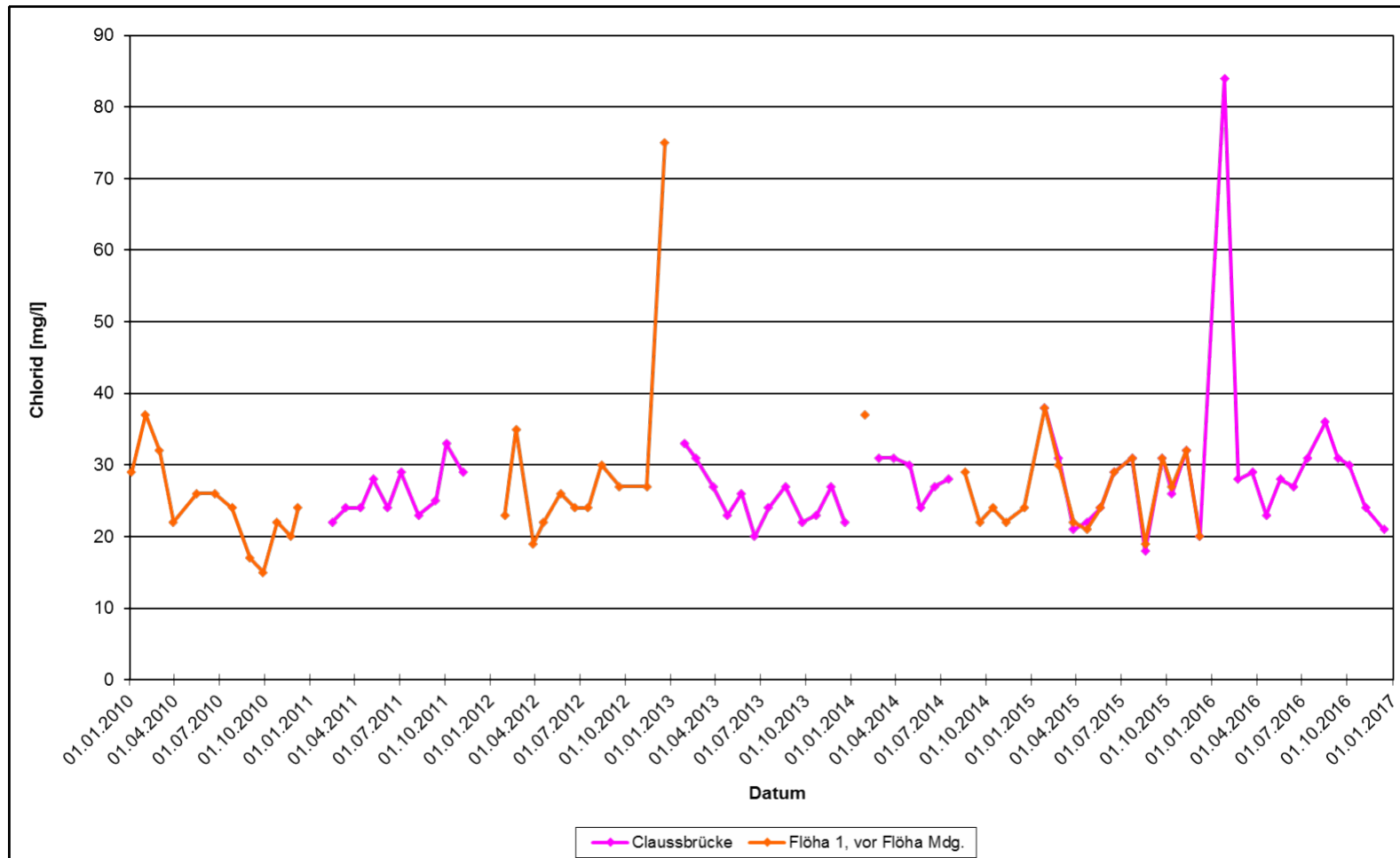


Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] in der Zschopau (Flöha 1, OBF34900 u. Clausbrücke, OBF34910), 01.01.2010 – 31.12.2016
(Quelle: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm)

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1

Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

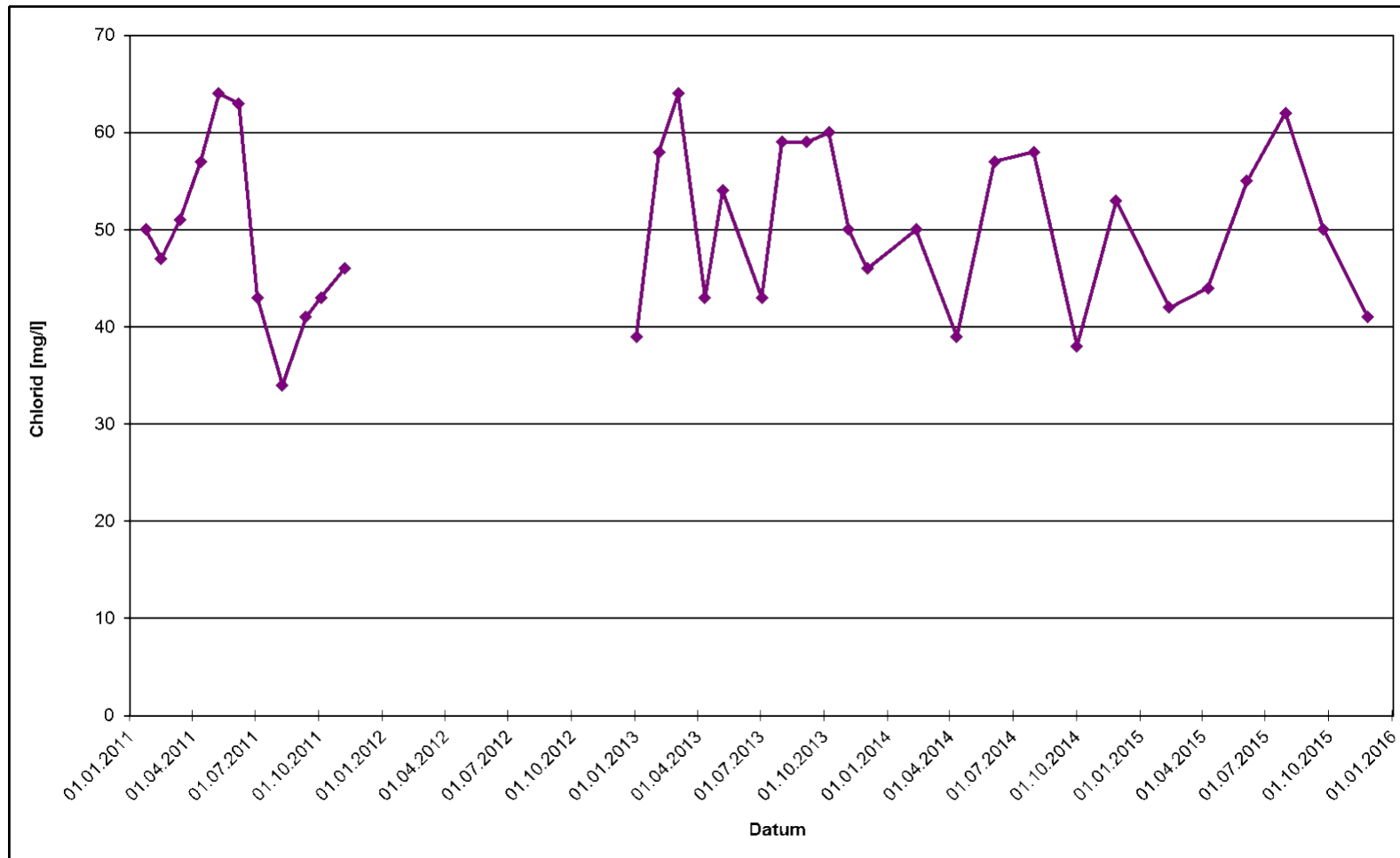


Abb. 5: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] im Eubaer Bach (Mündung, OBF 34901), 01.01.2011 - 31.12.2015
(Quelle: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm)

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1

Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschochau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

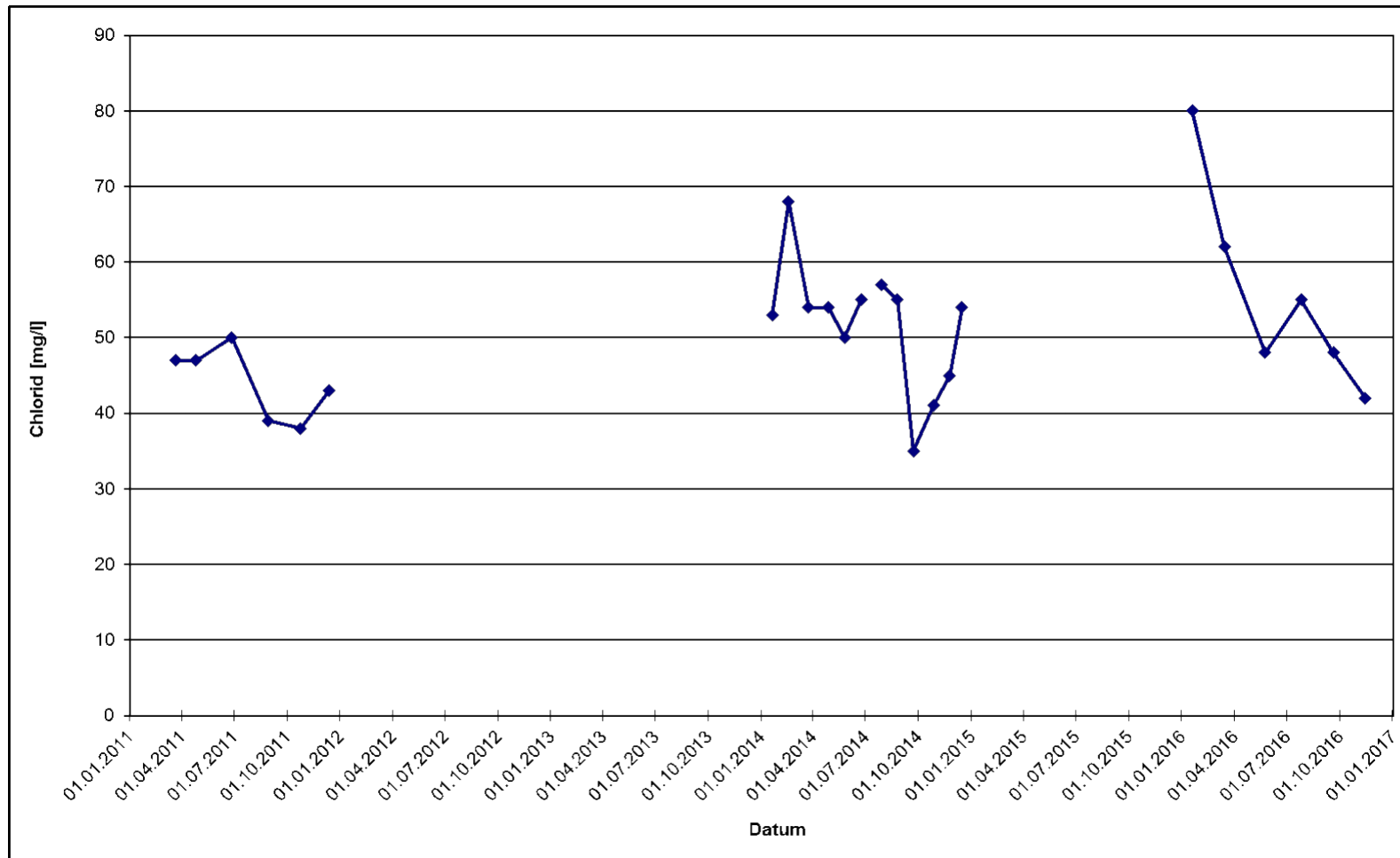


Abb. 6: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] im Gablenzbach (oh. Mündung Grundbach, OBF44501), 01.01.2011 - 31.12.2016
(Quelle: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm)

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

5 Ergebnisse der Modellrechnungen

5.1 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM

Die Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM sind in den Anlagen 3 und 4 dokumentiert. Für die Rückhaltebecken 1 und 4 wurden Modellrechnungen ohne Dauerstau in den Hauptbecken durchgeführt, während für die Becken 2 und 3 Untersuchungen mit Berücksichtigung des Dauerstaus erfolgten.

Die Ergebnisse für das Becken 1 finden sich in der Anlage 3.1. Die Ableitung aus dem Becken als auch eine weitere separate Ableitung vom Entwässerungsabschnitt 1 mit je 15 l/s (siehe Tab. 6) erfolgen zunächst über ein weiteres Becken (RRB 5) an der B 107, das anschließend auf Höhe der Adelbergstraße in den Gablenzbach entwässert (Anlage 1). Bei den Modellrechnungen wurde die Überleitung in das RRB 5 nicht berücksichtigt. Die in Anlage 3.1 berechneten Chloridkonzentrationen und Abflüsse bilden somit nur die Bedingungen im Zufluss zum RRB 5 ab. Für das Becken 1 einschließlich der separaten Einleitung vom EW 1 berechnet sich eine max. Chloridkonzentration von 4.380 mg/l am 28.11.12 mit einem zugehörigen Abfluss von 1,36 l/s.

Im Becken 2 werden ebenfalls während der Winterdienstperiode 12/13 die höchsten Chloridkonzentrationen berechnet, da hier der höchste Taumiteinsatz erfolgte (siehe Tab. 4, Abb. 1). Es ermittelt sich eine Spitzenbelastung von 2.865 mg Cl/l (Anlage 3.2). Aus der Grafik wird deutlich, dass die Chloridkonzentration im Becken im Laufe einer Winterdienstperiode ansteigt und zumeist erst gegen Mitte oder Ende des Zeitraumes ihr Maximum erreicht. Durch sommerliche Starkniederschläge nimmt die Chloridbelastung wieder deutlich ab, sodass erst in der folgenden Winterdienstperiode erhöhte Konzentrationen zu beobachten sind.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für das RRB 3 finden sich in der Anlage 3.3. Die ermittelte Spitzenbelastung mit 3.030 mg Cl/l ist erneut während des Winterdienstzeitraumes 2012/2013 zur beobachten. Der Abfluss bei Erreichen der Spitzenkonzentrationen beträgt 1,44 l/s. Max. Abflüsse aus dem Becken treten ausschließlich in der taumittelfreien Zeit auf. Am 30.07.11 wurde ein max. Abfluss von 17,1 l/s ermittelt.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Beim Becken 4 treten Spitzenbelastungen bis 4.407 mg Cl/l auf mit einem zugehörigen Abfluss von 0,5 l/s. Der max. Abfluss wurde mit 3,9 l/s (Tagesmittelwert) am 30.07.11 berechnet infolge eines Starkniederschlagsereignisses mit einem Dargebot von 67,3 mm.

An den Einleitstellen der Regenrückhalteräume 1, 2 und 4 zeichnet sich im Gegensatz zum Abfluss aus den RRB ein etwas anderes Bild ab (Anlagen 4.1 - 4.3). Hier sind relativ gleichbleibende Chloridgehalte in den Straßenabflüssen während einer Winterdienstperiode zu beobachten. Sie werden dadurch verursacht, dass keine tagesgenauen Tausalzausbringungsmengen für die Straßenmeisterei Mühlau 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 Fracht bleibt somit annähernd konstant.

Es berechnen sich Maximalkonzentrationen von rd. 8.967 - 9.986 mg Cl/l im Straßenabwasser an den Einleitstellen der RR 1, 2 und 4. Die entsprechenden Abflüsse sind bei Auftreten der Spitzenkonzentrationen jedoch äußerst gering mit < 0,1 l/s (Anlagen 4.1 - 4.3). Ergänzend ist zu bemerken, dass der Rückhalteraum 3 ausschließlich Geländewasser aufnimmt. Folglich waren für den Speicherraum keine Tausalzberechnungen erforderlich.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die abfließenden Wassermengen von den Einzugsgebietsflächen der B 107 mit Entwässerung in das Gewässersystem der Zschopau und den Gablenzbach (insbesondere in den Wintermonaten) dominant von den versiegelten Flächen bestimmt werden. Infolge des Taumitteleinsatzes wird fester Niederschlag in Lösung gebracht und kommt zum Abfluss, während die natürlichen Flächen nur geringfügig zum Abflussgeschehen (d. h. nach Tauereignissen) beitragen. Das Straßenabwasser im Ablauf der Rückhaltebecken weist im Mittel deutlich geringere Belastungen auf als die Einleitungen über die Regenrückhalteräume. Hier trägt das Dauerstauvolumen zusätzlich zur Abpufferung der Spitzenbelastungen bei.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Der Bilanzfehler der Modellrechnungen liegt bei $< 1 \%$ und basiert auf einer Speicherberechnung, d. h. die ausgebrachten Taumittel müssen sich an den Einleitpunkten vollständig wiederfinden.

5.2 Mischungsrechnungen für die von Einleitungen betroffenen Fließgewässer

5.2.1 Gablenzbach

Im letzten Bearbeitungsschritt werden die berechneten tausalzhaltigen Straßenabwässer an den Einleitstellen der RRB 1 - 4 und der RR 1, 2 und 4 mit den entsprechenden Chloridkonzentrationen und Abflussmengen als Tagesmittelwert (Anlagen 3 und 4) den Abflüssen der Zschopau, ihrer Zuflüsse und dem Gablenzbach (siehe Kap. 4.3) zugeführt unter Berücksichtigung der Vorbelastung der Gewässer (siehe Kap. 4.4).

Die Ergebnisse der Mischungsberechnungen für den Gablenzbach bei Mittelwasserverhältnissen sind in der Anlage 5.1 dargestellt. Sie wurden für die Einleitstelle des RRB 1 bzw. RRB 5 unter der Annahme einer mittleren Vorbelastung von 50 mg Cl/l geführt basierend auf den langjährigen Messwerten an der Gütemessstelle OBF 44501 unterhalb der Mündung des Grundbaches.

Während des Untersuchungszeitraumes berechnet sich eine Maximalkonzentration von 177 mg Cl/l und eine mittleren Belastung von 51 mg Cl/l. Im langjährigen Mittel berechnet sich demzufolge ein Konzentrationsanstieg von 1 mg Cl/l.

5.2.2 Gewässersystem Eubaer Bach

Für das Gewässersystem des Eubaer Baches sind Untersuchungen für die Nauendorfer Delle und den Eubaer Bach selbst durchgeführt worden. Die Untersuchungsergebnisse finden sich in den Anlagen 5.2 und 5.3. In das Gewässersystem des Eubaer Baches entwässern die Regenrückhalteräume 1 und 2 sowie die Regenrückhaltebecken 2 und 3 (Anlage 1). Des Weiteren besitzt auch der Regenrückhalteraum 3 über den Rehbach Anschluss an das Gewässernetz des Eubaer Baches. Er drosselt aber ausschließlich den Geländeabfluss und nimmt keine Straßenabwässer auf.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Für die Nauendorfer Delle sind die Modellrechnungen sowohl für den Ist-Zustand als auch für den Planzustand (mit Dauerstau in den RRB 2 und 3) durchgeführt worden. Bereits im Ist-Zustand ermitteln sich durch die Überleitung von Straßenabwässern von der B 173 Spitzenkonzentrationen von 706 mg Cl/l. Die Untersuchungsergebnisse finden sich in BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER (2015). Im Planzustand steigen diese zwar deutlich an, durch Installation eines Dauerstaus in den RRB 2 und 3 können die Spitzenkonzentrationen aber abgemildert werden auf 1.682 mg Cl/l (Anlage 5.2). Die mittlere Vorbelastung erhöht sich von 50 mg Cl/l auf 84 mg Cl/l (Anlage 5.2).

Wie bereits erwähnt, entwässern in den Eubaer Bach die Rückhalteräume 1 - 3 sowie die Rückhaltebecken 2 und 3. Für die Mündung des Gewässers in die Zschopau wurden deshalb kumulative Untersuchungen vorgenommen, um die Auswirkungen der Einleitungen insgesamt zu beurteilen. Infolge des ausreichenden Abflusses im Gewässer von rd. 176 l/s an der Mündung (MQ), berechnet sich nur eine langjährige, mittlere Konzentrationserhöhung von 5 mg Cl/l. Die Vorbelastung von 50 mg Cl/l steigt auf 55 mg Cl/l (Anlage 5.3). Die Spitzenkonzentrationen erreichen Werte bis 448 mg Cl/l.

5.2.3 Auenbach

Der Auenbach nimmt den Abfluss aus dem RRB 4 und dem RR 4 auf. Im Auenbach sind die Untersuchungen für 2 Gewässerknoten durchgeführt worden: die Einleitstelle und die Mündung. Da für den Auenbach keine Chloriduntersuchungsergebnisse vorliegen, wurde hier eine Vorbelastung von 50 mg Cl/l angenommen, vergleichbar mit der des benachbarten Eubaer Baches. Im Ergebnis der Modellrechnungen ermittelt sich eine mittlere Konzentrationserhöhung von 8 mg Cl/l an der Einleitstelle und ein Konzentrationsanstieg von 3 mg Cl/l an der Mündung während des Untersuchungszeitraumes vom 01.11.2010 - 31.09.2016 (Anlage 5.4 u. 5.5). Spitzenbelastungen wurden mit 734 mg Cl/l (Einleitstelle) bzw. 355 mg Cl/l (Mündung) bei Mittelwasserverhältnissen ermittelt. Sie treten während des Winterdienstzeitraumes 12/13 mit den höchsten Tausalzausbringungsmengen auf.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

5.2.4 Zschopau

Für die Zschopau wurden kumulative Modellrechnungen unter Berücksichtigung sämtlicher Einleitungen von der B 107 Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 geführt. Unmittelbar unterhalb der Mündung des Auenbaches befindet sich der Pegel Lichtenwalde 1. Die Mischungsrechnungen für die Zschopau wurden unter Verwendung der mittleren Tagesabflüsse am Pegel sowie unter Berücksichtigung der Vorbelastung des Gewässers an den Gütemessstellen unterhalb der Mündung der Flöha bzw. an der Claussbrücke in Flöha durchgeführt.

Die Ergebnisse der Mischungsrechnungen finden sich in der Anlage 5.6. Die abgebildeten Kurven zeigen dabei einen stufenförmigen Verlauf, da die Vorbelastung der Zschopau jeweils als konstant angenommen wurde bis ein neuer Messwert vorlag.

Im Ergebnis der Modellrechnungen zeigt sich eine Konzentrationserhöhung infolge der Straßenabwassereinleitungen von der B 107 von max. 11 mg Cl/l. Am 29.11.12 steigt die Chloridkonzentration von 27 mg Cl/l auf 38 mg Cl/l. Die Chloridbelastung in der Zschopau erreicht mit 76 mg Cl/l ihren Höchstwert; dabei beträgt die Vorbelastung jedoch bereits 75 mg Cl/l (23.12.12). Die langjährige mittlere Chlorkonzentration bleibt dabei annähernd unverändert. Sie steigt geringfügig um 0,1 mg Cl/l von 27,8 mg Cl/l (Ist-Zustand) auf 27,9 mg Cl/l (Planzustand).

Dieser Sachverhalt ist dem ausreichenden Durchfluss des Gewässers geschuldet. Während der Abfluss-Jahresreihe 1910/2014 beträgt das MQ 21,9 m³/s am Pegel Lichtenwalde 1 und das MNQ 3,67 m³/s (Quelle: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/2707.htm>). Der Abfluss der Zschopau ist somit ausreichend, um eine Konzentrationserhöhung abzupuffern.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

6 Zusammenfassung

Die DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH) plant im Auftrag des Freistaates Sachsen den Neubau der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (Bau-km 0+000 - Bau-km 6+075). Die Entwässerungsplanungen sehen vor, die gefassten Straßenabwässer über 3 Rückhalteräume (RR 1, RR 2, RR 4) und 4 neu zu errichtende Rückhaltebecken (RRB 1 - 4) in die benachbarten Gewässer abzuführen. Ein weiterer Rückhalteraum (RR 3) nimmt hingegen ausschließlich Geländeabfluss auf.

Von den Einleitungen betroffen sind der Auenbach, die Nauendorfer Delle, die Kuckucksdelle und der Gablenzbach. Während der Gablenzbach in Chemnitz in den Fluss Chemnitz entwässert, handelt es sich bei den anderen Gewässern um Zuflüsse zur Zschopau. Die Nauendorfer Delle und die Kuckucksdelle gehören dabei zum Einzugsgebiet des Eubaer Baches, der in Niederwiesa in die Zschopau mündet.

Die Zschopau ist im betroffenen Fließgewässerabschnitt Bestandteil des FFH-Gebietes „Zschopautal“ (Landesinterne Nr. 250, EU-Meldenr. DE4943 301). Da eine Beeinträchtigung des Schutzgebietes durch gut wasserlösliche Tausalze nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, wurde durch ein Gutachten geprüft, ob es durch die Einleitungen von tausalzbelastetem Straßenabwasser zu wesentlichen Beeinträchtigungen in der Zschopau, ihren Zuflüssen und dem Gablenzbach kommt. Zudem handelt es sich bei der Zschopau, dem Eubaer Bach sowie dem Gablenzbach um eigenständige Wasserkörper nach der Wasserrahmenrichtlinie. Für die Wasserkörper gilt ein Verschlechterungsgebot.

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 Taumiteileinsatzes der Straßenmeisterei Mühlau für die zurückliegenden Winterdienstperioden von 2010/2011 - 2015/2016 geführt. Die meteorologischen Eingangsdaten stammten in diesem Zusammenhang von den DWD-Stationen Chemnitz (Temperatur) und Frankenberg-Altenhain (Niederschlag). Zudem sind die Ergebnisse der wassertechnischen Berechnungen, insbesondere die Kubatur der RRB 1 - 4 und der RR 1, 2 und 4, in das Modell implementiert worden. Im Ergebnis der Modellrechnungen wurden an den geplanten Einleitpunkten die Chloridkonzentrationen im

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Straßenabwasser und die zugehörigen Abflussmengen aus den Entwässerungseinrichtungen als Tagesmittelwerte bestimmt. Basierend auf den Berechnungsergebnissen wurden anschließend die Auswirkungen der Einleitungen auf die Fließgewässer untersucht.

Unmittelbar unterhalb der Mündung des Auenbaches existiert der Pegel Lichtenwalde 1, an dem die Abflüsse der Zschopau kontinuierlich aufgezeichnet werden. Vom Landeshochwasserzentrum des Sächsischen Landesamtes für Umwelt Landwirtschaft und Geologie wurden Tagesmittelwerte des Abflusses vom 01.11.2010 - 31.10.2016 bereitgestellt und auf dieser Grundlage Mischungsberechnungen durchgeführt. Für das nachgeordnete Gewässernetz existieren hingegen keine Abflusswerte. Für diese Gewässer wurden auf der Grundlage der Ergebnisse des Projektes KliWES (Ergebnisse ArcEGMO, Säule B) des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mittlere Gesamtabflüsse basierend auf langjährigen mittleren Abflussspenden ermittelt bzw. vom Wasserhaushaltsportal Sachsen entnommen.

Bei den Modellrechnungen wird zudem die Chloridvorbelastung der Gewässer berücksichtigt. Für die Zschopau, den Eubaer Bach und den Gablenzbach liegen Chloriduntersuchungsergebnisse aus dem Monitoringprogramm nach Wasserrahmenrichtlinie vor. Die Zschopau weist im Mittel eine Vorbelastung von 28 mg Cl/l und eine Maximalkonzentration von 75 mg Cl/l in der Ortslage Flöha während des Untersuchungszeitraumes auf. Sowohl Eubaer Bach als auch Gablenzbach besitzen hingegen eine etwas höhere mittlere Chloridvorbelastung von 50 bzw. 51 mg Cl/l.

Die Modellrechnungen wurden zunächst ohne und mit Berücksichtigung eines Dauerstaus in den Becken 2 - 4 geführt (BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER 2015). Die Ergebnisse belegen eine deutliche Reduktion der Spitzenbelastungen in den Becken 2 und 3, sodass die Anlagen in den aktuellen Planungen mit einem Dauerstau versehen werden. Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen berechnen sich in dem von Einleitungen betroffenen Gewässersystem der Zschopau und im Gablenzbach folgende Chloridkonzentrationen:

In der Nauendorfer Delle steigt an der Einleitstelle die mittlere Vorbelastung von 50 mg Cl/l auf 84 mg Cl/l durch die Überleitung der Straßenabwässer aus den beiden Beckenanlagen. An der Mündung des Eubaer Baches wurde hingegen nur ein mittlerer Konzentrationsanstieg von 5 mg Cl/l ermittelt infolge der Straßenabwassereinleitungen aus den Beckenanlagen 2 - 3 und den Rückhalteräumen 1 und 2. Über den Rückhalteraum 3

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

wird hingegen nur gedrosselt Geländeabfluss in den Rehbach bzw. das Gewässersystem des Eubaer Baches abgegeben.

Für den Auenbach berechnet sich im Ergebnis eine mittlere Konzentrationserhöhung von 8 mg Cl/l an der Einleitstelle des RRB 4 und ein Konzentrationsanstieg von 3 mg Cl/l an der Mündung während des Untersuchungszeitraumes vom 01.11.2010 - 31.10.2016.

In der Zschopau treten hingegen nur geringfügige Änderungen bei den berechneten Chloridkonzentrationen < 1 mg Cl/l ein. Hier bewirkt der ausreichende Durchfluss des Gewässers, dass die verminderten Chloridkonzentrationen im Zufluss zum Gewässersystem der Zschopau zu keinen gravierenden Änderungen führen.

Beim Gablenzbach ist ebenfalls nur ein geringfügiger Konzentrationsanstieg im langjährigen Mittel berechnet worden. Die mittlere Belastung steigt um 1 mg Cl/l von 50 mg Cl/l auf 51 mg Cl/l.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075

hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Einleitung	RR 4 + RRB 4		RRB 2 + RRB 3	RR 1 - 3, RRB 2 + 3	RR 1 - 3, RRB 2 - 4	RRB 1
Gewässer / Gewässer- knoten	Auenbach		Nauendorfer Delle	Eubaer Bach	Zschopau	Gablenzbach
	Einleitstelle	Mündung	Einleitstelle	Mündung	Pegel Lichtenwalde 1	Einleitstelle (RRB 5)
Cl max. [mg/l]	734	335	1.682	448	76	177
Cl mittel [mg/l]	58	53	84	55	28	51
Cl Vorbelastung [mg/l]	50	50	50	50	17 - 75	50 (51**)
MQ [l/s]	31,5	77	11,9	176	(01.11.10 - 31.10.16) 2.490 - 621.000*	82,2

* Tagesmittel Abfluss Zschopau

** Für die Mischungsrechnungen wurde von einer Vorbelastung von 50 mg Cl/l ausgegangen. Rechnerisch ermittelt sich anhand der Messwerte an der OBF 44501 für den Untersuchungszeitraum vom 01.11.10 - 31.10.16 eine Cl-Konzentration von 51 mg Cl/l.

Tab. 9: Ergebnisse der Tausalzuntersuchungen für die von Einleitungen betroffenen Fließgewässer

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

7 Literatur

- ATV (2001): Bemessung von Regenrückhaltebecken. - Arbeitsblatt ATV – A 117, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., Hennef.
- 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 (2015): B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1, Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075, Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer. - Gutachten erstellt im Auftrag der DEGES, 15.09.15.
- 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 (öffentliches Forum), Ziffer 2.2.
- 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 a proximite 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.

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

- FREISTAAT SACHSEN, LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (LfULG) (2017): Niedrigwasserkennwerte und mittlere Durchflüsse, Leitfaden zur Webanwendung „MNQ, MQ und Querbauwerke“. - Schriftenreihe des LfULG, Heft 4/2017.
- 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.
- HAUSMANN, G. (2012): Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalzlösungen. - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 218, Bergisch-Gladbach.
- NIEBRÜGGE, L. (2011): Praktische Erfahrungen mit der Ausbringung von Tausalzlösungen. - Vortrag beim Kolloquium Straßenbetrieb 2011, Karlsruher Institut für Technologie (KIT Karlsruhe), Landesbetrieb Straßenbau NRW, Betriebssitz Gelsenkirchen.
- 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.
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2012): Hydrologisches Handbuch, Gewässerkundliche Hauptwerte, Teil 3. - Freistaat Sachsen 11/12.
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2007): Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG in Sachsen - Messstellen zur überblicksweisen und operativen Überwachung an Oberflächengewässern. - Abteilung 3, Referat 33, Stand: März 2007.
- 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: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtslageplan

Anlage 2: Tausalzverbrauchsmengen [g/m² Fahrbahn] der SM Mühlau auf B-Straßen,
Winterdienstperioden 2010/2011 – 2015/2016
(Quelle: LISt GmbH, 11.05.2017)

Anlage 3:

- Anlage 3.1: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] im und berechneter Zufluss
(Tagesmittel) [l/s] zum RRB 5
(Ausleitung aus RRB 1 + separate Einleitung EW 1)
01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 3.2: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RRB 2
01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 3.3: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RRB 3
01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 3.4: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RRB 4
01.11.2010 - 31.10.2016

Anlage 4:

- Anlage 4.1: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RR 1
01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 4.2: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RR 2
01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 4.3: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] und berechneter Abfluss
(Tagesmittel) [l/s] aus dem RR 4
01.11.2010 - 31.10.2016

Projekt: B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1
Bau-km 0+000 bis Bau-km 6+075
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Zschopau, ihrer Zuflüsse und des Gablenzbaches durch Einleitung gefasster Straßenabwässer**

Anlage 5:

- Anlage 5.1: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] im Gablenzbach (Einleitstelle) bei MQ nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 1), 01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 5.2: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] in der Nauendorfer Delle (Einleitstelle RRB 3) bei MQ nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 4 - 6), 01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 5.3: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] im Eubaer Bach (Mündung) bei MQ nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 2 - 6), 01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 5.4: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] im Auenbach (Einleitstelle) bei MQ nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 6 - 8), 01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 5.5: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] im Auenbach (Mündung) bei MQ nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 6 - 8), 01.11.2010 - 31.10.2016
- Anlage 5.6: Berechnete Chloridkonzentration [mg/l] in der Zschopau am Pegel Lichtenwalde 1 bei MQ (Tagesmittel) nach Überleitung von Straßenabwässern von der B 107, Südverbund Chemnitz - A 4, VKE 323.1 (EWA 2 - 8), 01.11.2010 - 31.10.2016

Anlagen