

⊗ Soennecken

Herst.-Nr. 1516

Best.-Nr. 121 0562 00



4 003630 003263

Soennecken eG
Soennecken-Platz
51491 Overath
soennecken.de

AUFTRAGGEBER:

**LANDESAMT
FÜR STRABENBAU UND VERKEHR
ZENTRALE**



PROJEKT:

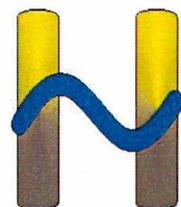
**A 14, AK MAGDEBURG – AD NOSSEN
ERSATZNEUBAU BW 22 (MULDEBRÜCKE)**

Gutachten

**ÜBER DIE VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG
DER VEREINIGTEN MULDE DURCH EINLEITUNG
VON STRABENABWÄSSERN VON DER
A 14, ERSATZNEUBAU BW 22 (MULDEBRÜCKE)**

BEARBEITUNG:

**Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer**



- GUTACHTEN -

VORHABEN: ERSTELLUNG EINES GUTACHTENS ÜBER DIE
VORAUSSICHTLICHE TAUSALZBELASTUNG DER
VEREINIGTEN MULDE DURCH EINLEITUNG VON
STRABENABWÄSSERN VON DER A 14, ERSATZNEUBAU
BW 22 (MULDEBRÜCKE)

AUFTRAGGEBER: LANDESAMT FÜR STRABENBAU UND VERKEHR
ZENTRALE
BAUTZNER STR. 19A
01099 DRESDEN

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

DRESDEN, 29. OKTOBER 2013



**UTA LENZ
VERFASSER**



Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	5
2	Rechtliche Grundlagen	5
3	Chloridgehalte in Fahrbahnabflüssen	9
4	Vorgehensweise/Methodik.....	12
4.1	Vorbemerkungen	12
4.2	Oberflächenwassermodell SWMM	12
4.2.1	Modelleingangsdaten	14
4.2.1.1	Tausalz.....	14
4.2.1.2	Meteorologische Daten.....	17
4.2.1.3	Entwässerungstechnik.....	20
5	Vorbelastungen der Vereinigten Mulde.....	22
6	Hydrologische Daten	24
7	Ergebnisse der Modellrechnungen	26
7.1	Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen für das Straßenabwasser	26
7.2	Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen für die Vereinigte Mulde	28
8	Zusammenfassung	29
9	Literatur	31



Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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 der AM Döbeln auf der A 14 WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013	15
Tab. 5: Übersicht der angeschlossenen Flächen mit Entwässerung über die ASB 1 und 2	20
Tab. 6: Statusinformationen zu ausgewählten Gütepegeln an der Vereinigten Mulde	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Tausalzverbrauch der AM Döbeln WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013	15
Abb. 2: Tagessumme Niederschlag [mm], Tagesmittel Lufttemperatur [°C] Stationen Wurzen (ab 01.01.2009) und Salbitz (bis 31.12.2008) sowie Tausalzausbringungsmengen A 14 (01.10.05 – 30.04.2013)	19
Abb. 3: Schematischer Modellaufbau SWMM 5	21
Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] an ausgewählten Messstellen in der Vereinigten Mulde 2005 – 2013	22
Abb. 5: Gemessene Durchflüsse (Tagesmittelwerte) in der Vereinigten Mulde [m ³ /s] am Pegel Golzern 1	25



Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Abkürzungsverzeichnis

AM	Autobahnmeisterei
DWD	Deutscher Wetterdienst
EU	Europäische Union
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
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, Ausgabe 2005
RP	Regierungspräsidium (alte Bezeichnung, jetzt Landesdirektion)
SächsABl.	Sächsisches Amtsblatt
SächsGVBl.	Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt
SächsWRRLVO	Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung
SMWA	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
WD	Winterdienstperiode
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

1 Veranlassung

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Zentrale plant den Ersatzneubau des Bauwerkes 22 (Muldebrücke) an der A 14 über die Vereinigte Mulde. Die Entwässerungsplanungen sehen vor, das anfallende Straßenabwasser der Verkehrsflächen sowie der begleitenden unversiegelten Flächen über 2 Absetzbecken in die Vereinigte Mulde abzuleiten.

Das Gewässer ist Bestandteil des FFH-Gebietes „Vereinigte Mulde und Muldeauen“ (EU-Melde-Nr. 4340-302) und stellt zudem aufgrund seiner Einzugsgebietsgröße einen eigenständigen Wasserkörper nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie dar. Es sollte demzufolge bis spätestens 2015 einen guten ökologischen und chemischen Zustand besitzen. Des Weiteren gilt entsprechend § 27 WHG ein Verschlechterungsverbot für den Fluss.

Da eine Beeinträchtigung der Vereinigten Mulde bzw. des FFH-Gebietes durch die Einleitung von tausalzbelastetem Niederschlagswasser von der A 14 nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, ist durch ein Gutachten zu prüfen, ob durch den Ersatzneubau des Bauwerkes 22 und die geplante Entwässerungslösung eine Beeinträchtigung der Gewässergüte zu besorgen ist. Im Vordergrund der Untersuchungen steht der Parameter Chlorid.

2 Rechtliche Grundlagen

Im Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts (Wasserhaushaltsgesetz vom 31.07.2009, (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 4 Abs. 76 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) 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

- 1. eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird und*

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

2. *ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden."*

Der § 27 des WHG geht konform mit den Forderungen der Wasserrahmenrichtlinie (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 vom 22.12.2000, S. 1) im Artikel 4 mit der Formulierung der Umweltziele:

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

a) bei Oberflächengewässern:

- i) 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;*
- ii) 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;*
- iii) 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:

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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

- 1. 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) 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

- a) die Emissionsbegrenzung auf der Grundlage der besten verfügbaren Technologien oder*
- b) die einschlägigen Emissionsgrenzwerte oder*
- c) 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.“

Im Wasserhaushaltsgesetz finden sich keine Umweltqualitätsnormen zur Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustandes.

In der Wasserrahmenrichtlinie sind hingegen Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustandes im Anhang V und eine Liste prioritärer Stoffe mit zugehörigen Umweltqualitätsnormen im Anhang X definiert.

Der Parameter Chlorid ist in der Liste prioritärer Stoffe nicht aufgeführt. Im Rahmen der Einstufung des ökologischen Zustandes wird aber der Salzgehalt bestimmt, d. h. die spezifische elektrische Leitfähigkeit, ein Summenparameter.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Die Forderungen der EU-Richtlinie sind in der Sächsischen Wasserrahmenrichtlinienverordnung (SächsWRRLVO vom 7. Dezember 2004, SächsGVBl. S. 610; 30. Dezember, rechtsbereinigt mit Stand vom 1. August 2008) in Landesrecht umgesetzt. Umweltqualitätsnormen sind hier in den Anlagen 4 und 5 definiert. Chlorid gilt entsprechend Anlage 3 als chemische Qualitätskomponente zur unterstützenden Beurteilung bzw. Einstufung des ökologischen Zustandes der Oberflächenwasserkörper (siehe Salzgehalt in WRRL). Es existiert auch hier keine Umweltqualitätsnorm.

Die Vereinigte Mulde stellt nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie einen eigenständigen Wasserkörper dar und sollte dementsprechend spätestens bis zum 22. Dezember 2015 einen guten chemischen und ökologischen Zustand besitzen bzw. erreichen (siehe Artikel 4, Abs. 1 WRRL).

Die WRRL verlangt, „eine Verschlechterung des Zustands der Wasserkörper zu verhindern“.

Im Erlass des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr vom 24.01.2011 ist ein Orientierungswert für Fließgewässer von 200 mg Cl/I (arithmetischer Jahresmittelwert) für den Übergang von einem mäßigen in einen guten Zustand benannt (siehe auch LAWA-AO, Rahmenkonzeption Monitoring vom 07.03.2007). Dieser sollte dementsprechend nicht überschritten werden.

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

- Eine Verschlechterung des ökologischen und chemischen Zustands ist zu vermeiden.
- Ein arithmetischer Jahresmittelwert der Gesamtchloridbelastung von 200 mg Cl/I sollte im Gewässer nicht überschritten werden.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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: Niederschedl	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: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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	990	8.437	DAUSCHECK & BISCHOFBERGER (1986)
	19.02.79		1.641	
BAB Oberhausen	3/87		max. 180	CHRISTIANSEN et al. (1989)
	3/87		max. 380	

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 Tausalanzwendungscharakteristik 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: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

4 Vorgehensweise/Methodik

4.1 Vorbemerkungen

Grundlage der Nachweisführung bilden zunächst Berechnungen zur Chloridkonzentration in den abfließenden Straßenabwässern von der A 14. Anhand einer Langzeitsimulation für den Untersuchungszeitraum vom 01.10.2005 – 30.04.2013 werden die Konzentrationen im Straßenabwasser als Tagesmittelwert rückwirkend bestimmt. Diese Vorgehensweise legt die (fiktive) Annahme zugrunde, dass das Bauwerk bereits fertiggestellt ist und die tausalzhaltigen Straßenabwässer der Vereinigten Mulde zugeführt werden. Auf dieser Basis sollen Aussagen abgeleitet werden über die zukünftige Belastung des Gewässers.

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) (2005) entwickelte das Modell SWMM (**S**torm **W**ater **M**anagement **M**odel) 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.

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:

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

- 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 5.0.022 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 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.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

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 °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 Taumittleinsatz auf dem Planungsabschnitt der A 14 sind die Verbrauchsmengen der Autobahnmeisterei Döbeln, die das Brückenbauwerk betreut.

Die Meisterei nutzte bis zur Winterdienstperiode 2006/2007 20 - 30 %-ige Magnesiumchloridlösung, um NaCl-Trockensalz zu befeuchten. Seit der WD-Periode 2007/2008 wird hingegen NaCl-Sole zur Befeuchtung des Trockensalzes verwendet.

Die Verbrauchsmengen des Winterdienstes der Autobahnmeisterei Döbeln sind in der nachfolgenden Tabelle 4 und in Abb. 1 in g/m^2 zusammengestellt.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
 hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Winterdienstzeitraum	A 14			von	bis	Anzahl Streutage
	NaCl (fest)	Sole (fest)	Salz gesamt			
	[g/m ²]	[g/m ²]	[g/m ²]			
2005/2006	2425	177	2602	13.11.05	24.03.06	125
2006/2007	758	60	818	01.11.06	23.03.07	49
2007/2008	665	52	717	05.11.07	26.03.08	81
2008/2009	1834	124	1958	30.10.08	26.03.09	120
2009/2010	2752	202	2954	13.10.09	17.03.10	113
2010/2011	3344	198	3542	22.11.10	26.03.11	92
2011/2012	1122	71	1193	14.11.11	09.04.12	82
2012/2013	3952	96	4048	27.10.12	06.04.13	112

Tab. 4: Tausalzverbrauch der AM Döbeln auf der A 14 WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013
 (Quelle: LIST GmbH, Rochlitz 14.10.13)

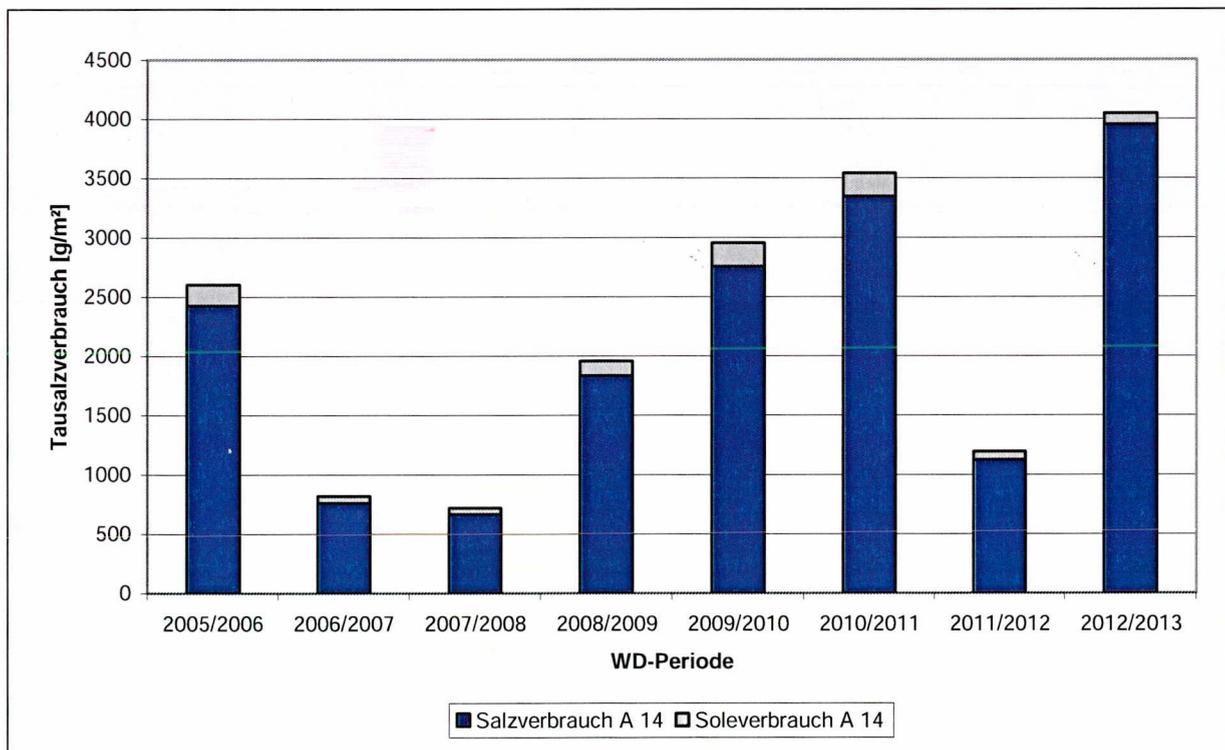


Abb. 1: Tausalzverbrauch der AM Döbeln WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013
 (Quelle: LIST GmbH, Rochlitz 14.10.13)

Der Chloridgehalt in den ausgebrachten Tausalzen bzw. die Chloridausbringungsmengen je m² befestigter Fahrbahnfläche für die Winterdienstzeiträume 2005/2006 – 2012/2013 ist in der Anlage 1 berechnet worden. Der Chloridgehalt der Tausalze beträgt rd. 61 % und die ausgebrachten Chloridmengen haben eine Spannweite während des Untersuchungszeitraumes von 435 — 2.456 g Cl/m².

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Um Berechnungen zur voraussichtlichen Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde in tagesgenauer Auflösung durchführen zu können, mussten die in Anlage 1 bzw. Tabelle 4 dokumentierten Werte auf die betroffenen Winterdienstzeiträume aufgeteilt werden, da bei der Meisterei bzw. der LISt GmbH nur die Gesamtverbrauchsmengen während einer Winterdienstperiode dokumentiert werden. Für die Auslösung eines potenziellen Winterdiensteinsatzes bedurfte es dabei eines Niederschlagsaufkommens von $> 0,1$ mm/Tag und einer Tagesmitteltemperatur ≤ 5 °C. In Abhängigkeit des Niederschlagsaufkommens an den Winterdiensteinsatztagen (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.

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 Entwässerungseinrichtungen 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

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

von 30 – 35 % an. Unter der Annahme, dass der größte Teil der Tausalze gelöst vorliegt, kann der Chlorideintrag in den unmittelbaren Fahrbahn begleitenden Bereich ebenfalls mit 30 – 35 % quantifiziert werden. Eigene Untersuchungen im Auftrag des ehemaligen Autobahnamtes Sachsen (jetzt LASuV, Zentrale) belegen, dass der Tausalzanteil, der über die Entwässerungseinrichtungen während der Winterdienstperiode in die Vorfluter transportiert wird, mit < 60 % angesetzt 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 Meteorologische Daten

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 agrarmeteorologischen Stationen Wurzen und Salbitz des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie bezogen, die sich in etwa 15 km (Wurzen) bzw. 28 km (Salbitz) Entfernung von der Baumaßnahme befinden. Da die Station Wurzen in unmittelbarer Nachbarschaft erst seit dem 01.01.2009 betrieben wird, mussten für den vorangegangenen Zeitraum die Messwertaufzeichnungen der nächstgelegenen Station Salbitz verwendet werden. Sie befindet sich auf einem Höhenniveau von 126 m ü. NN, d. h. die Witterungsbedingungen sind vergleichbar mit den Verhältnissen im Bereich der Baumaßnahme.

In Abb. 2 sind die meteorologischen Daten (Tagesniederschlagssumme, Temperatur) grafisch aufbereitet und zudem sind die Tausalzverbrauchsmengen auf der A 14 entsprechend der im vorangegangenen Kapitel aufgeführten Regel auf die einzelnen Winterdienstesatztage aufgeteilt.

Extreme winterliche Witterungsbedingungen waren insbesondere während der Winterdienstperiode 2012/2013 mit insgesamt 112 Streutagen zu beobachten als auch während der Winterdienstperiode 2010/2011 mit 92 Streutagen.

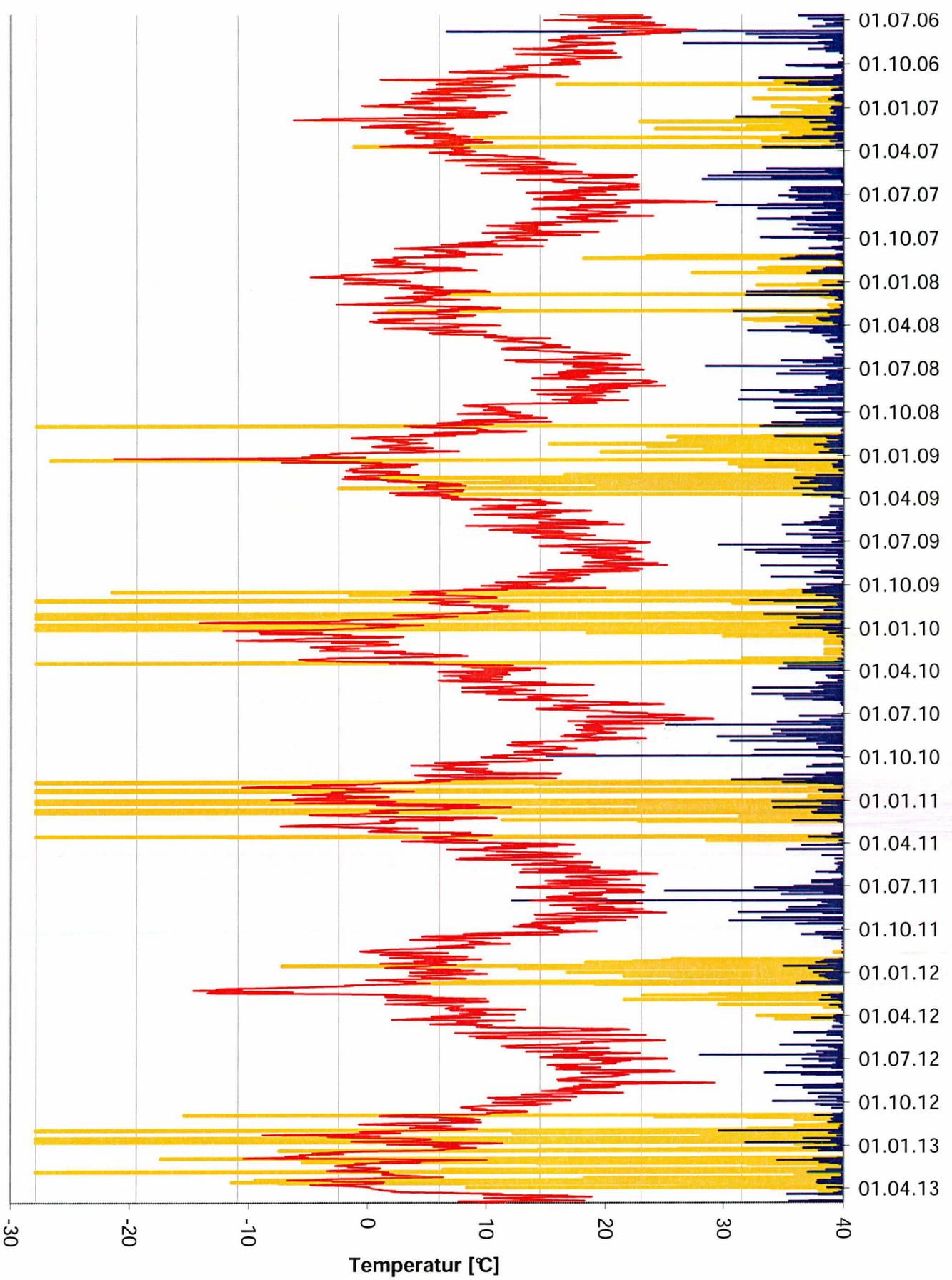
In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die maximale Streumenge je Streugang 40 g Salz/m² beträgt und aus technischen Gründen nur auf eine minimale Ausbringungsmenge von 10 g Salz/m² reduziert werden kann. Die Verteilung der

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

ausgebrachten Tausalzmengen je Winterdienstperiode entsprechend Temperatur und Niederschlag stellt deshalb nur eine Annäherung an die realen Verhältnisse dar. Aus diesem Grund können auch Ausbringungsmengen $< 10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ bzw. $> 40 \text{ g}/\text{m}^2$ und Streugang berechnet werden, die in der Realität nicht auftreten. 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 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). Des Weiteren wurde im Rahmen der Modellrechnungen postuliert, dass die maximale Ausbringungsmenge je Streutag $160 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{Tag}$ beträgt ($4 \cdot 40 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{Tag}$), auch wenn entsprechend der prozentualen Verteilung der Tausalzmengen nach dem Niederschlagsdargebot größere Mengen ermittelt wurden. Der berechnete „Überschuss“ wurde dann an den Folgetagen berücksichtigt.

Temperatur A 14 (a/T nach 21) Temperatur im Inneren Niederschlagskammer (aussen) Temperatur I : Außenwandoberfläche (a1)



Datum

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14, Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

4.2.1.3 Entwässerungstechnik

Die Entwässerungsplanungen für das Bauwerk 22 (Muldebrücke) sehen vor, das anfallende Straßenoberflächenwasser zu fassen und über 2 Absetzbecken in die Vereinigte Mulde abzugeben. Im Ist-Zustand wird das anfallende Oberflächenwasser des Streckenabschnittes hingegen unbehandelt z. T. in das unmittelbare Gelände, aber auch über Rohrleitungen direkt in die Vereinigte Mulde bzw. einen Zufluss zur Vereinigten Mulde abgeführt.

Zukünftig werden über die Absetzbecken folgende Flächen entwässert (Tab. 5). Die Angaben wurden der Entwässerungsplanung mit Stand September 2013 entnommen.

	ASB 1	ASB 2
	[m ²]	[m ²]
Fahrbahflächen A 14	17321	8880
unbefestigte Verkehrsflächen	12986	8348

Tab. 5: Übersicht der angeschlossenen Flächen mit Entwässerung über die ASB 1 und 2

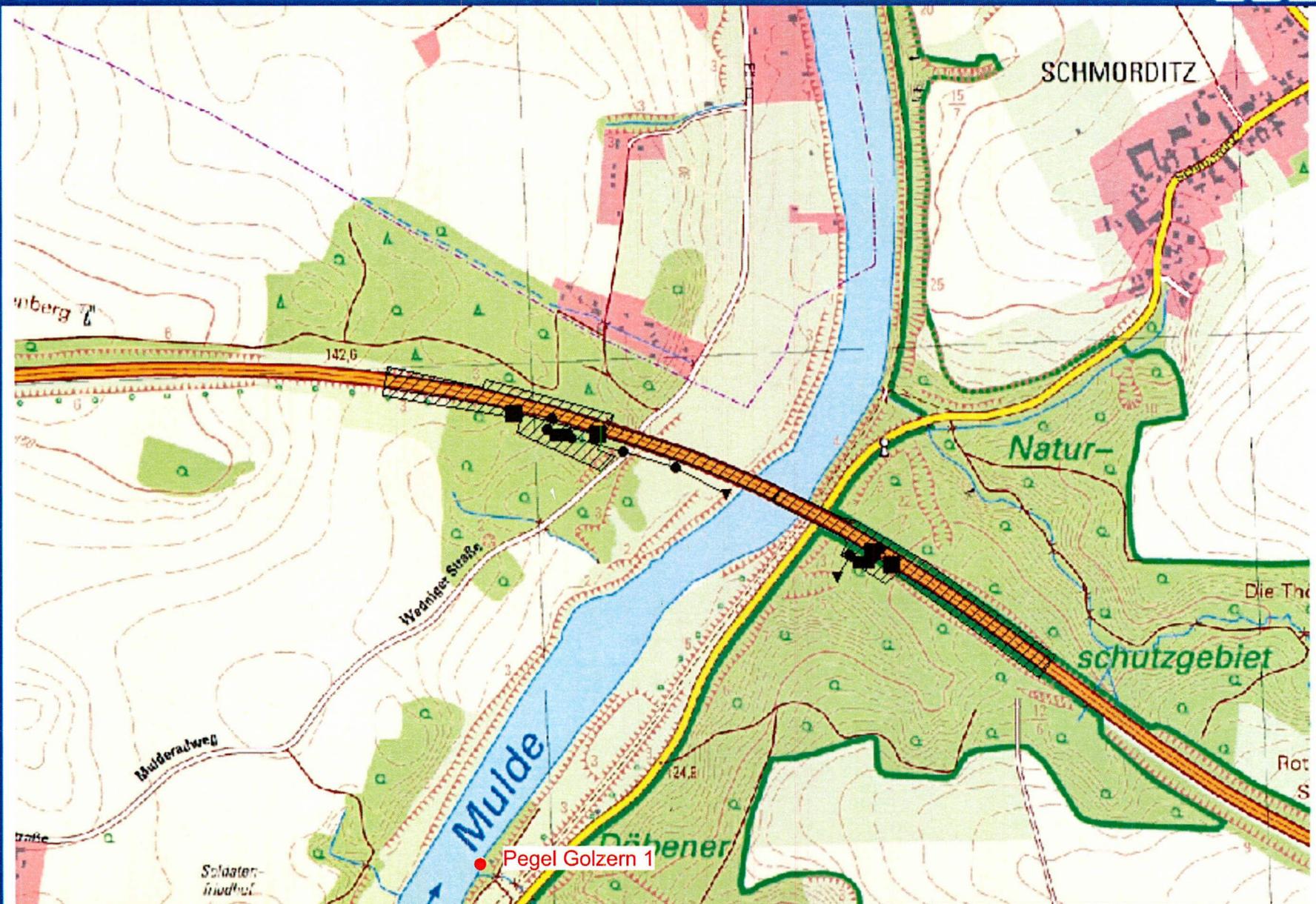
Der schematische Aufbau des Oberflächenwassermodells SWMM unter Einbeziehung der in Tabelle 5 zusammengestellten Teilflächen ist in Abb. 3 veranschaulicht.

Auf eine detaillierte Abbildung sämtlicher Einläufe, Schächte und Rohrleitungen wurde hingegen verzichtet, um den Bearbeitungs- und insbesondere den Rechenaufwand zu minimieren. Im vorliegenden Fall ist dieses Vorgehen gerechtfertigt, da die Berechnung der Chloridkonzentrationen im Zufluss zur Vereinigten Mulde, d. h. an den beiden Einleitstellen, im Vordergrund der Untersuchungen steht. Die Konzentrationen entlang des Fließweges der Straßenabwässer in den sonstigen Entwässerungseinrichtungen besitzt hingegen keine bzw. nur eine untergeordnete Bedeutung.

Im Ergebnis der Berechnungen mit dem Oberflächenwassermodell werden die Abflüsse an den beiden Einleitstellen als Tagesmittelwert mit den entsprechenden Chloridkonzentrationen bestimmt.

Study Area Map

-
-
-
-
-
-
-
-
-



BAHREN

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

5 Vorbelastungen der Vereinigten Mulde

Die Vereinigte Mulde wird an zahlreichen Messstellen im Rahmen des operativen Monitorings nach Wasserrahmenrichtlinie hydrochemisch beprobt. Unmittelbar oberhalb der Baumaßnahme befindet sich der Gütepegel Golzern und unterhalb des Bauwerkes sind die Gütepegel Trebsen und Wurzen vorhanden (Tab. 6).

Nummer	Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert
OBF47200	Golzern	4554000	5679650
OBF47250	Trebsen	4553180	5683960
OBF47300	Wurzen	4550258	5692255

Tab. 6: Statusinformationen zu ausgewählten Gütepegeln an der Vereinigten Mulde

In der folgenden Abbildung 4 sind die Chloridmesswerte der o. g. Messstellen von 2005 – 2013 grafisch dargestellt.

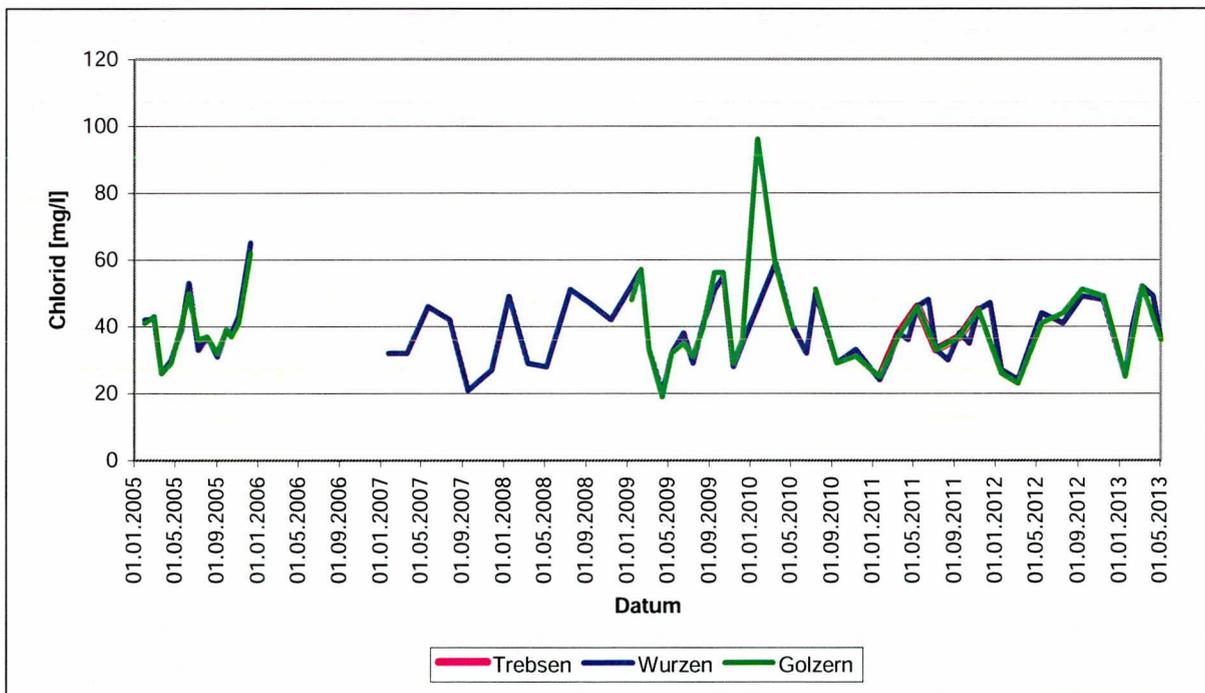


Abb. 4: Gemessene Chloridkonzentrationen [mg/l] an ausgewählten Messstellen in der Vereinigten Mulde 2005 – 2013 (Quelle: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm>, Stand 18.10.13 und LfULG 23.10.2013)

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Im Untersuchungszeitraum (31.01.2005 – 02.05.2013) weist die Vereinigte Mulde eine Spitzenbelastung von 96 mg Cl/l an der Messstelle in Golzern auf (21.01.10). Im Mittel liegt die Vorbelastung des Gewässers aber deutlich darunter. Im Allgemeinen kann von einer durchschnittlichen Chloridkonzentration von rd. 40 mg Cl/l am Pegel Golzern bzw. unmittelbar oberhalb der geplanten Einleitungen von der A 14, BW 22 ausgegangen werden. Konzentrationen oberhalb der mittleren Chloridbelastung des Gewässers treten nicht nur in den Wintermonaten als Folge des Zustroms tausalzhaltiger Fahrbahnabwässer auf, sondern auch in den Sommermonaten.

Im weiteren Gewässerverlauf bis zur Messstelle in Wurzen sind vergleichbare Chloridkonzentrationen dokumentiert. Es treten Konzentrationsunterschiede von nur max. 3 mg Cl/l auf.

Für die Modellrechnungen wurden im Allgemeinen die Untersuchungsergebnisse der Messstelle in Golzern verwendet, da für diesen Gütepegel eine ausreichend lange Datenreihe vorliegt. Für die fehlenden Untersuchungsjahre musste hingegen auf die Daten der Messstelle in Wurzen zurückgegriffen werden. Zudem wurde im Jahr 2006 keine der benachbarten Gütepegel beprobt. Hier wurde hilfsweise die mittlere Chloridbelastung von 41 mg Cl/l während des Untersuchungszeitraumes vom 01.10.2005 – 30.04.2013 angesetzt.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

6 Hydrologische Daten

Für die Modellrechnungen werden zudem hydrologische Daten benötigt. An der Vereinigten Mulde existiert in unmittelbarer Nachbarschaft der Baumaßnahme der Pegel Golzern, an dem die Durchflüsse des Gewässers seit dem 01.11.1910 datenverarbeitungs-mäßig erfasst sind. Die Messstelle befindet sich etwa 700 m oberhalb des Brückenbauwerkes (siehe Abb. 3).

Vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie wurden Tagesmittelwerte der Durchflüsse am Pegel Golzern 1 vom 01.10.2005 – 30.04.2013 zur Verfügung gestellt. Die Daten sind in der folgenden Abbildung 5 grafisch aufbereitet. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass es sich bei den Angaben für das Jahr 2013 noch um ungeprüfte Rohdaten handelt. Die Messwerte wurden für die Modellrechnungen in Tagesschrittweiten verwendet, allerdings wurde entsprechend der Vorgaben des SMWA vom 24.01.2011 mit nur 1/3 des Durchflusses gerechnet, da bei der Einleitung in größere Vorfluter von keiner vollständigen Vermischung mit dem Gesamtabfluss im Bereich der Einleitstelle ausgegangen werden kann.

Für Mittelwasserverhältnisse weist das Hydrologische Handbuch (Haupttabelle der oberen Durchflussextremwerte, Teil 5, 11/2012, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) folgende Abflüsse am Pegel Golzern 1 aus:

(Jahresreihe 1911/2010)

Jahr	62,2 m ³ /s
Winter	76,7 m ³ /s
Sommer	47,8 m ³ /s

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)

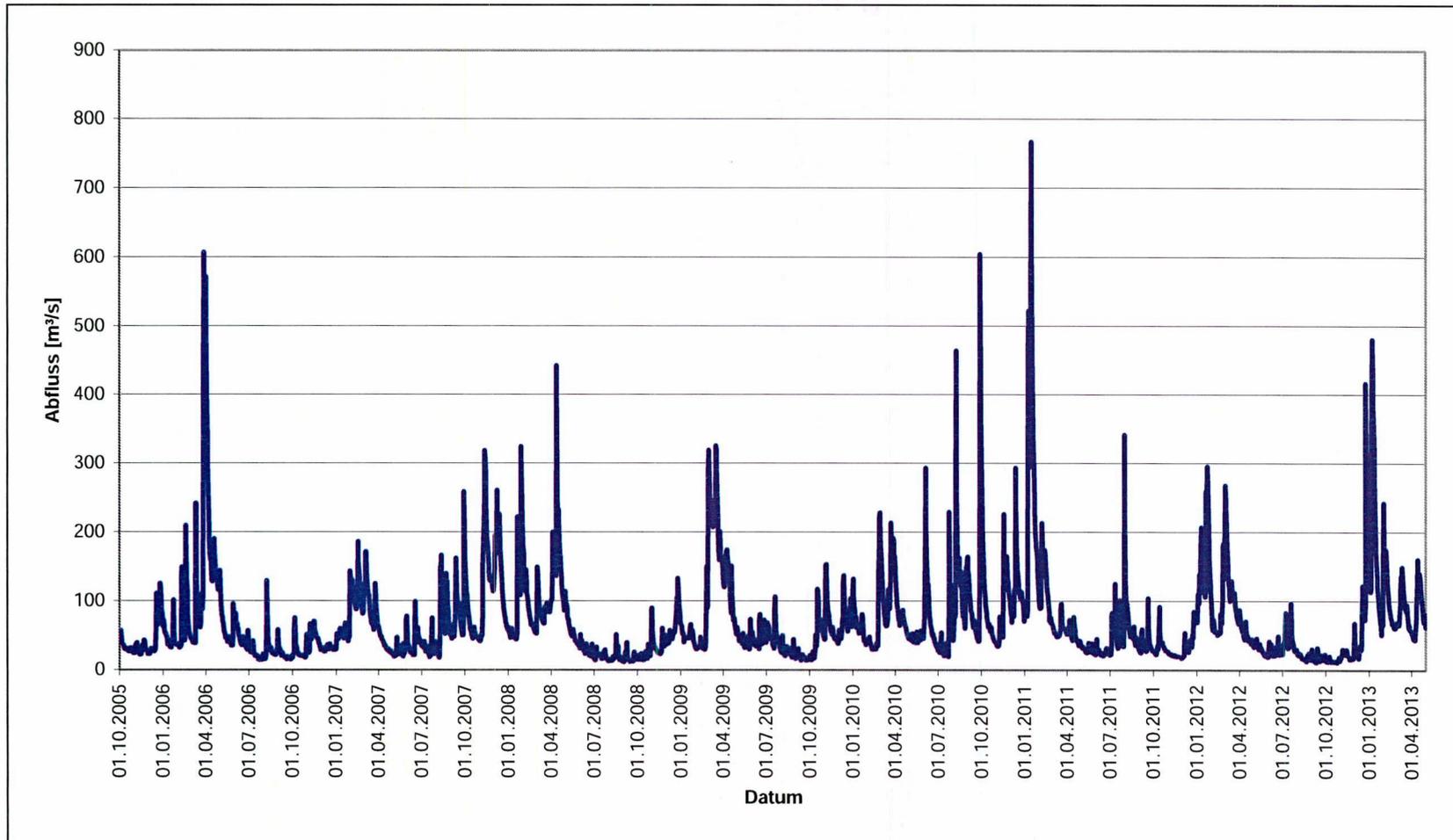


Abb. 5: Gemessene Durchflüsse (Tagesmittelwerte) in der Vereinigten Mulde [m³/s] am Pegel Golzern 1 (Quelle: LfULG 14.10.2013)

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

7 Ergebnisse der Modellrechnungen

7.1 Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen für das Straßenabwasser

Die Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM sind in den Anlagen 2.1 und 2.2 dokumentiert.

An der Einleitstelle des ASB 1 berechnet sich eine maximale Chloridkonzentration von 10.793 mg Cl/l im Straßenabwasser während des Winterdienstzeitraumes 2010/2011 (siehe Anlage 2.1). Die berechnete Maximalkonzentration ist jedoch an einen sehr geringen Abfluss geknüpft, der im Tagesmittel nur 1,05 l/s beträgt. Das Ergebnis wird auch durch eigene Messungen am Zufluss eines Rückhaltebeckens an der A 4 bestätigt, wonach insbesondere bei kleinen Niederschlagsereignissen erhöhte Chloridkonzentrationen im Straßenabwasser auftreten, während bei höherem Niederschlagsaufkommen im Allgemeinen eine größere Verdünnung zu beobachten ist (BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE GERT HAMMER 2006). Die Konzentrationsspitzen werden dadurch verursacht, dass bei geringen Niederschlägen (oder überfrierender Nässe) aus technischen Gründen eine Mindestmenge von 10 g/m² ausgebracht werden muss.

Im Mittel beträgt die Chloridkonzentration im Straßenabwasser während der untersuchten Winterdienstperioden von 2005/2006 – 2012/2013 hingegen 2.372 mg Cl/l (d. h. wenn Chloridkonzentrationen ≥ 1 mg/l im Straßenabwasser auftreten). Die berechnete Dimension der Chloridbelastung im Abwasser der Verkehrsanlage 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 von 5,0 l/s (Tagesmittelwert) treten während des Winterdienstzeitraumes 2012/2013 auf. Ursächlich dafür verantwortlich ist das Niederschlagsereignis vom 29.11.12 mit 24,6 mm Tagesniederschlag. Die zugehörige Chloridkonzentration im Straßenabfluss beträgt bei diesem Ereignis 5.259 mg Cl/l.

Auffällig sind die relativ hohen Chloridgehalte im Ablauf des Absetzbeckens. Sie werden dadurch verursacht, dass in dem Behandlungsbecken nur ein relativ geringes Dauerstauvolumina von 402 m³ vorhanden ist. Konzentrationsspitzen werden dadurch nur mäßig gepuffert.

An der Einleitstelle des ASB 2 sind vergleichbare Verhältnisse zu beobachten wie an der Einleitstelle des ASB 1 (Anlage 2.2). Es berechnet sich eine Maximalkonzentration von

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

9.384 mg Cl/l während des Winterdienstzeitraumes 2010/2011 im Straßenabwasser. Die hohe Chloridbelastung ist ebenfalls an einen sehr geringen Abfluss geknüpft von 0,54 l/s. Im Mittel berechnet sich hingegen eine Konzentration von 2.262 mg Cl/l (d. h. wenn Chloridkonzentrationen ≥ 1 mg/l im Straßenabwasser auftreten). Am 30.11.12 flossen max. Straßenabflüsse von 2,6 l/s während der untersuchten Winterdienstperioden der Einleitstelle 2 zu. Ursächlich dafür verantwortlich ist ebenfalls das Niederschlagsereignis vom 29.11.12 mit 24,6 mm Tagesniederschlag. Während dieses Ereignisses beträgt die mittlere Chloridkonzentration im Straßenabwasser 5.158 mg Cl/l.

Aus den Darstellungen in der Anlage 2 wird zudem deutlich, dass die Chloridkonzentration in den Becken im Laufe einer Winterdienstperiode langsam ansteigt und zumeist am Ende des Winterdienstzeitraumes ihr Maximum erreicht. In der folgenden taumittelfreien Zeit sinkt die Konzentration wieder allmählich in Abhängigkeit des Niederschlagsaufkommens. Infolge der geringen Dauerstauvolumina geht die Chloridkonzentration sogar auf den Nullwert zurück. Die ausgebrachten Tausalze während einer WD-Periode werden somit wieder vollständig ausgetragen.

Die etwas geringeren Chlorid-Konzentrationen im Zufluss der Einleitstelle 2 im Vergleich zu den Berechnungsergebnissen für die Einleitstelle 1 sind vor allem der Tatsache geschuldet, dass das Verhältnis von versiegelter zu unversiegelter Fläche etwas günstiger ist, d. h. über das ASB 2 entwässert ein größerer Anteil nicht versiegelter Fläche, der in den Wintermonaten nicht mit Tausalzen behandelt wird (siehe Tab. 5).

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

7.2 Ergebnisse der Konzentrationsberechnungen für die Vereinigte Mulde

Im folgenden Bearbeitungsschritt wurden die Straßenabwässer an den Einleitstellen 1 und 2 mit den berechneten Chloridkonzentrationen und entsprechenden Abflüssen als Tagesmittelwert der Vereinigten Mulde unter Berücksichtigung der gemessenen Vorbelastung am Gütepegel „Golzern“ bzw. „Wurzen“ zugeführt (siehe Kap. 5). In diesem Zusammenhang wurde die gemessene Chloridvorbelastung des Gewässers solange als konstant angenommen bis ein neuer Messwert zur Verfügung stand. In der Anlage 3 besitzt demzufolge die Darstellung der Chloridkonzentration in der Vereinigten Mulde oberhalb der Einleitung der tausalzhaltigen Straßenabwässer von der A 14 Ersatzneubau BW 22 einen stufenförmigen Verlauf.

Die Berechnungen der Auswirkungen der geplanten Einleitungen auf die Chloridkonzentrationserhöhung im Gewässer wurden ab dem 01.10.05 bis zum 30.04.13 geführt.

Im Ergebnis der Modellrechnungen ermittelt sich eine Maximalkonzentration im Gewässer von 97 mg Cl/l (am 15.03.2010, Anlage 3.1). Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Vorbelastung 96 mg Cl/l, sodass es infolge der Einleitungen zu einer Konzentrationserhöhung von 1 mg Cl/l kommt.

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes berechnet sich hingegen eine maximale Konzentrationserhöhung von 2 mg Cl/l. Sie ist am 30.11.12 ermittelt worden. Ausgehend von einer Vorbelastung von 49 mg Cl/l steigt die Chloridkonzentration in der Vereinigten Mulde auf 51 mg Cl/l unterhalb der Einleitungen. Im langjährigen Mittel bzw. vom 01.10.2005 – 30.04.2013 steigt die Chloridkonzentration in der Vereinigten Mulde hingegen kaum nachweisbar um 0,02 mg Cl/l infolge der Einleitungen von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke). In diesem Zusammenhang ist nochmals zu betonen, dass bei den Mischungsrechnungen nur 1/3 der gemessenen Abflüsse am Pegel Golzern 1 zum Ansatz kamen, um der unvollständigen Vermischung im unmittelbaren Nahbereich der Einleitstelle Rechnung zu tragen.

Parallel wurde auch ermittelt, welche max. Konzentrationserhöhung in der Vereinigten Mulde zu erwarten ist, wenn nicht 1/3 der gemessenen Abflüsse während des Untersuchungszeitraumes angesetzt werden, sondern konstant 1/3 MQ (= 20,73 m³/s, siehe Kap. 6) entsprechend der Vorgaben des SMWA vom 24.01.2011. Bei diesem Szenario berechnet sich eine max. Konzentrationserhöhung von 6 mg Cl/l (Anlage 3.2). Den

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Berechnungsergebnissen unter Verwendung der gemessenen Abflüsse (Tagesmittelwerte) sollte jedoch der Vorzug gegeben werden, da sie die Auswirkungen der geplanten Einleitungen wesentlich genauer wiedergeben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Ersatzneubau zu einem kaum nachweisbaren Konzentrationsanstieg im Gewässer führt. Ein Schwellenwert von 200 mg Cl/l, der den Übergang vom guten zu einem mäßigen Gewässerzustand markiert, wird zudem bei Weitem nicht erreicht.

8 Zusammenfassung

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Zentrale plant den Ersatzneubau des Bauwerkes 22 an der A 14 (Muldebrücke). Die Entwässerungsplanungen sehen vor, das anfallende Straßenabwasser der Verkehrsflächen sowie der begleitenden unversiegelten Flächen über 2 Absetzbecken in die Vereinigte Mulde abzuleiten.

Das Gewässer ist Bestandteil des FFH-Gebietes „Vereinigte Mulde und Muldeauen“ (EU-Melde-Nr. 4340-302) und stellt zudem aufgrund seiner Einzugsgebietsgröße einen eigenständigen Wasserkörper nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie dar. Es sollte demzufolge bis spätestens 2015 einen guten ökologischen und chemischen Zustand besitzen. Des Weiteren gilt entsprechend § 27 WHG ein Verschlechterungsverbot für den Fluss.

Da eine Beeinträchtigung der Vereinigten Mulde bzw. des FFH-Gebietes durch die Einleitung von tausalbelastetem Niederschlagswasser von der A 14 bzw. dem Ersatzbauwerk 22 nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, war durch ein Gutachten zu prüfen, ob durch die geplante Entwässerungslösung eine Beeinträchtigung der Gewässergüte zu besorgen ist. Im Vordergrund der Untersuchungen stand der Parameter Chlorid.

Um den Tausalabfluss im Straßenabwasser zu quantifizieren, wurde das urbane Niederschlags-Abflussmodell SWMM 5 (EPA 2005) 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 Taumittleinsatzes der Autobahnmeisterei Döbeln für die

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

zurückliegenden Winterdienstperioden von 2005/2006 – 2012/2013 geführt. Die meteorologischen Eingangsdaten stammten in diesem Zusammenhang von den agrarmeteorologischen Stationen Wurzen und Salbitz des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Die entwässerungstechnischen Angaben wurden den aktuellen Planungsunterlagen mit Stand September 2013 entnommen.

Im Ergebnis der Modellrechnungen mit dem Programm SWMM 5 wurden Spitzenkonzentrationen im Straßenabwasser von 10.793 bzw. 9.384 mg Cl/l an den Einleitstellen 1 und 2 ermittelt, die jedoch an einen geringen Zufluss von 1,05 bzw. 0,54 l/s (Tagesmittelwert) geknüpft sind. Max. Abflüsse traten am 30.11.12 infolge einer Tagesniederschlagssumme von 24,6 mm am Vortag auf. Der mittlere Zufluss an den beiden Einleitstellen betrug aufgrund dieses Ereignisses 5,0 bzw. 2,6 l/s und die entsprechenden Cl-Konzentrationen im Straßenabwasser 5.259 bzw. 5.158 mg Cl/l.

Im anschließenden Bearbeitungsschritt wurden die tausalzhaltigen Straßenabwässer der Vereinigten Mulde zugeführt und in diesem Zusammenhang die gemessene Vorbelastung des Gewässers an den Gütepegeln „Golzen“ und „Wurzen“ berücksichtigt als auch 1/3 des Abflusses am Pegel Golzen 1.

Während des Untersuchungszeitraumes vom 01.10.2005 bis zum 30.04.2013 berechnet sich eine maximale Konzentrationserhöhung von 2 mg Cl/l. Die Vorbelastung der Vereinigten Mulde steigt von 49 mg Cl/l auf 51 mg Cl/l unterhalb der Einleitungen von der A 14 Ersatzneubau Muldebrücke. Im langjährigen Mittel erhöht sich die Chloridkonzentration im Gewässer hingegen kaum nachweisbar um etwa 0,02 mg Cl/l infolge der Einleitungen.

Eine Maximalkonzentration von 97 mg Cl/l wurde während der Winterdienstperiode 2009/2010 berechnet. Die Vorbelastung von 96 mg Cl/l steigt um 1 mg Cl/l.

Festzuhalten bleibt somit, dass eine Chloridkonzentration von 200 mg Cl/l im Tagesmittel in der Vereinigten Mulde nicht überschritten wird. Das Entwicklungsziel eines guten chemischen und ökologischen Zustandes ist durch die geplante Baumaßnahme somit nicht beeinträchtigt.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

9 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.
- 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. Wassergütemwirtschaft u. Gesundheitsingenieurwesen, Inst. f. Bauingenieurwesen TU München, Nr. 30.

Projekt: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

- 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) (2005): SWMM – Storm Water Management Model. – Version 5.
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (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.
- 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.
- 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: A 14, AK Magdeburg – AD Nossen Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)
hier: **Gutachten über die voraussichtliche Tausalzbelastung der Vereinigten Mulde durch Einleitung von Straßenabwässern von der A 14 Ersatzneubau BW 22 (Muldebrücke)**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Verbrauchsmengen des Winterdienstes auf der A 14 im Zuständigkeitsbereich der AM Döbeln
WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013

Anlage 2:

Anlage 2.1: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen [mg/l] (Tagesmittelwerte) an der Einleitstelle des ASB 1
WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013

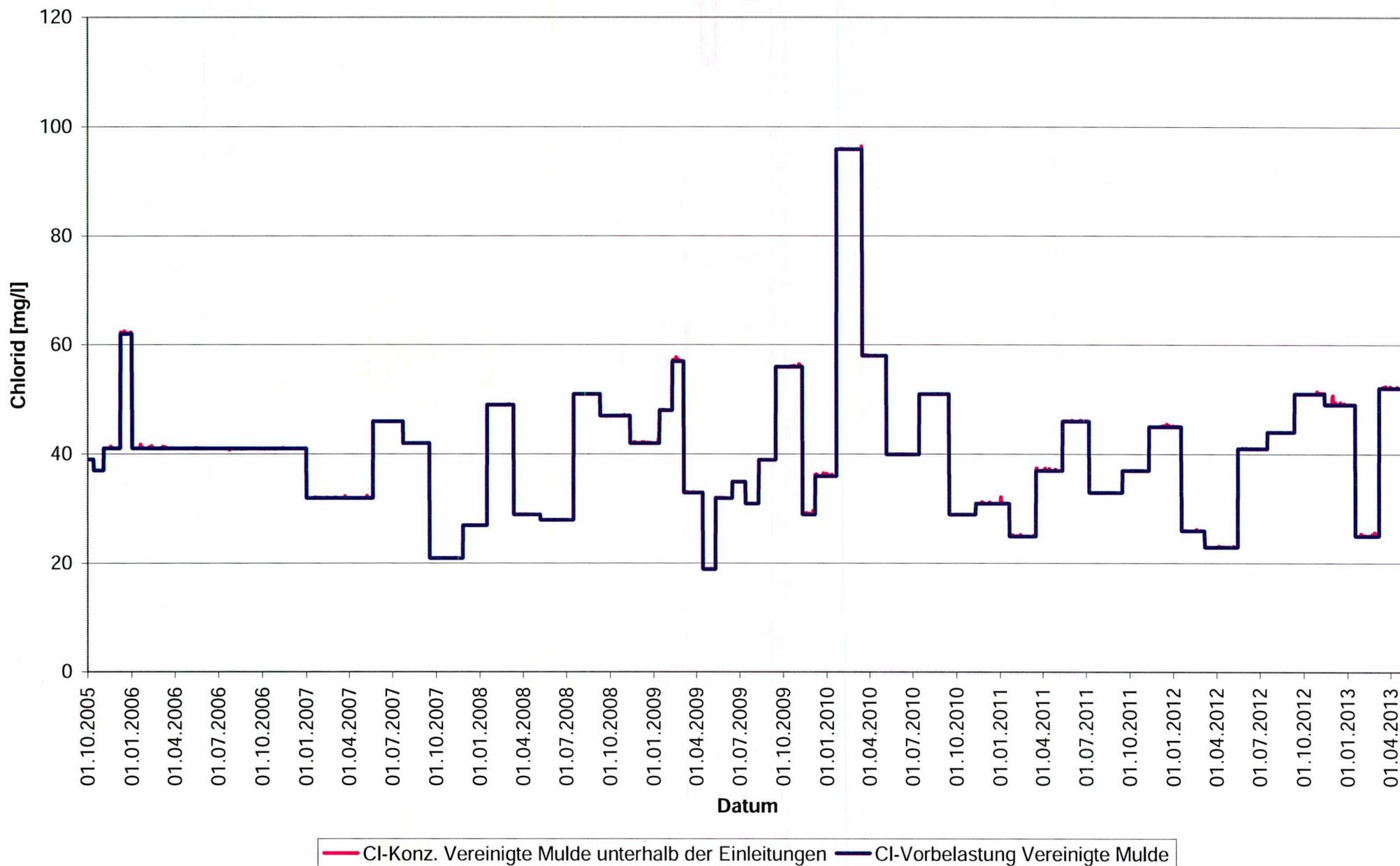
Anlage 2.2: Berechnete Abflüsse [l/s] und Chloridkonzentrationen [mg/l] (Tagesmittelwerte) an der Einleitstelle des ABS 2
WD-Perioden 2005/2006 – 2012/2013

Anlage 3:

Anlage 3.1: Ermittelte Cl-Konzentrationen [mg/l] (Tagesmittelwerte) in der Vereinigten Mulde ober- und unterhalb der Einleitungen tausalzbelasteter Straßenabwässer von der A 14 (Ersatzneubau BW 22, Muldebrücke), 01.10.2005 – 30.04.2013

Anlage 3.2: Ermittelte Cl-Konzentrationen [mg/l] (Tagesmittelwerte) in der Vereinigten Mulde bei MQ ober- und unterhalb der Einleitungen tausalzbelasteter Straßenabwässer von der A 14 (Ersatzneubau BW 22, Muldebrücke), 01.10.2005 – 30.04.2013

Anlagen



Anlage 3.1: Ermittelte Cl-Konzentrationen [mg/l] (Tagesmittelwerte) in der Vereinigten Mulde ober- und unterhalb der Einleitungen tausalzbelasteter Straßenabwässer von der A 14 (Ersatzneubau BW 22, Muldebrücke), 01.10.2005 - 30.04.2013