



# **Frachtemission Mischwasser Sachsen-Anhalt**

Sonderuntersuchungen im Ablauf zweier  
Mischwasserentlastungsanlagen im  
Entwässerungssystem von Halberstadt

Untersuchungszeitraum 2010 bis 2014

## Impressum

Frachtemission Mischwasser Sachsen-Anhalt -  
Sonderuntersuchungen im Ablauf zweier Mischwasserentlastungs-  
anlagen im Entwässerungssystem von Halberstadt

Herausgeber:	Landesamt für Umweltschutz Tel.: +49 345-5704-401 <a href="mailto:poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de">poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de</a> Internet: <a href="http://www.lau.sachsen-anhalt.de">www.lau.sachsen-anhalt.de</a>
Redaktion:	Friederike Fuß Fachgebiet 21 Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung
Redaktionsschluss:	Halle (Saale), August 2015
ISSN-Nummer:	0941 - 7281
Titelfotos:	Kläranlage Halberstadt und Regenüberlauf (Quelle: Abwassergesellschaft Halberstadt GmbH)

## Inhalt

<b>0</b>	<b>Erläuterungen zum Untersuchungsprogramm .....</b>	<b>4</b>
0.1	Entwässerungssystem Halberstadt .....	4
0.2	Mischwasserentlastungsbauwerke.....	7
0.3	Sonderuntersuchungsprogramm FeMiSA .....	8
0.4	Eigenüberwachung der Kläranlage Halberstadt.....	12
<b>1</b>	<b>Teil 1 - Auswertungen der Messergebnisse für den Untersuchungszeitraum</b>	
	<b>01.01.2010 bis 31.12.2014 .....</b>	<b>13</b>
1.1.	Entlastungsmenge und – dauer.....	15
1.2.	Entlastungsfrachten .....	16
1.3.	Entlastungskonzentrationen .....	24
<b>2</b>	<b>Teil 2 - Ermittlung des Schmutzfrachtpotentials befestigter Flächen</b>	
	<b>für die Parameter CSB, Stickstoff und Phosphor .....</b>	<b>32</b>
2.1	Ergebnisse der Eigenüberwachung der Kläranlage Halberstadt .....	33
2.2	Bilanzierung des Entwässerungssystems Halberstadt.....	37
2.3	Ergebnisse der Schmutzfrachtsimulation .....	39
2.4	Zusammenfassung .....	43
2.5	Empfehlung von Schmutzfrachtpotentialen und Ausblick .....	46
	Anlage I Ermittlung des 85. Perzentilwertes für den Parameter CSB .....	48
	Anlage II Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 1 (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt) .....	49
	Anlage III Stoffliche Bilanz für den Parameter CSB (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt) ....	50
	Anlage III Stoffliche Bilanz für den Parameter $TN_b$ (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt) .....	51
	Anlage III Stoffliche Bilanz für den Parameter $P_{ges}$ (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt) .....	52
	Anlage IV Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 2 (Standardparametersatz ATV - A 128) .....	53
	Anlage V Stoffliche Bilanz für den Parameter CSB (Standardparametersatz ATV - A 128) .....	54
	Anlage V Stoffliche Bilanz für den Parameter $TN_b$ (Standardparametersatz A 128) .....	55
	Anlage V Stoffliche Bilanz für den Parameter $P_{ges}$ (Standardparametersatz ATV - A 128) .....	56

## 0 Erläuterungen zum Untersuchungsprogramm

Im Jahr 2009 wurde das Sonderuntersuchungsprogramm „FeMiSA - Frachtemission Mischwasser Sachsen-Anhalt“ an zwei Mischwasserentlastungsbauwerken im Einzugsgebiet der Kläranlage Halberstadt aufgelegt, mit dem Ziel über einen Zeitraum von 5 Jahren (2010 - 2014) die Menge und Qualität des entlasteten Mischwassers messtechnisch zu erfassen.

Auf der Basis dieser Messergebnisse, sowie Messergebnissen, die im Rahmen der Eigenüberwachung ermittelt wurden, konnte eine hydraulische und stoffliche Bilanz in Form von Jahresmittelwerten für das Entwässerungssystem Halberstadt erstellt werden.

### 0.1 Entwässerungssystem Halberstadt

Halberstadt befindet sich im Einzugsgebiet der Holtemme (Abb.1), welche südwestlich von Wernigerode entspringt und bei Nienhagen in die Bode mündet. Die am rechten Ufer der Holtemme gelegene Kläranlage (KA) „Am Bullerberg“ besitzt eine Ausbaupkapazität von 60.000 EW mit einer möglichen Erweiterung auf 80.000 EW und ist mit Reinigungsstufen zur weitergehenden Stickstoff- und Phosphoreliminierung ausgestattet.

Das Einzugsgebiet der Kläranlage Halberstadt erstreckt sich auf das Stadtgebiet von Halberstadt und auf folgende umliegende Ortschaften:

- Aspenstedt
- Athenstedt
- Schachdorf Ströbeck
- Mahndorf
- Veltensmühle
- Sargstedt
- Emersleben
- Groß Quenstedt
- Klein Quenstedt

Während die äußeren Stadtbezirke und die o.g. Ortschaften im Trennsystem entwässert werden, wird das Abwasser der Innenstadt im Mischsystem abgeleitet (Abb. 2). Das Mischsystem wird im Norden von der Holtemme und in den anderen Richtungen von den benachbarten Trennsystemen begrenzt. Die Trennsysteme leiten über insgesamt fünf Mischwasserhauptsammler in das Mischsystem ein.

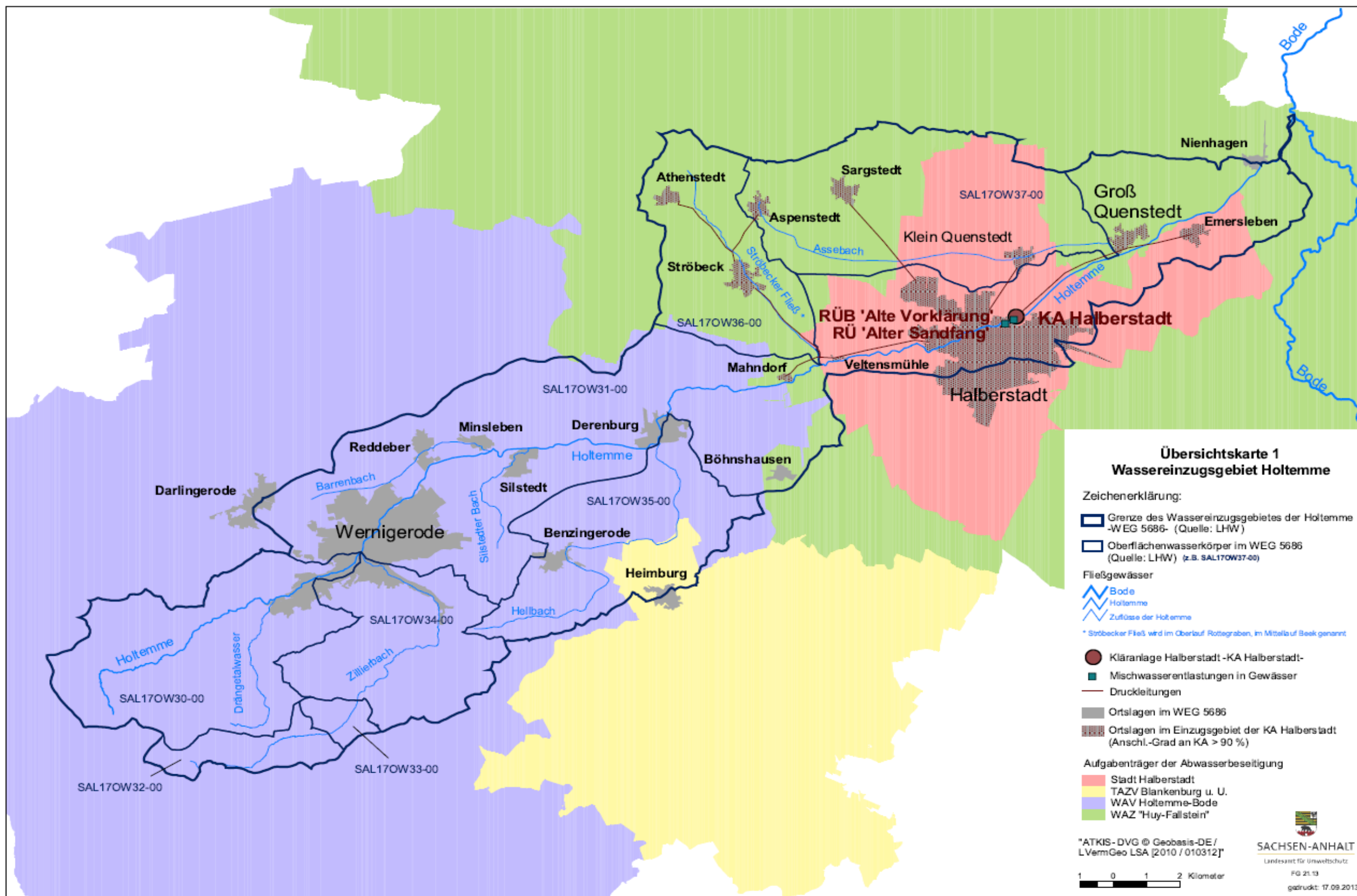


Abbildung 1

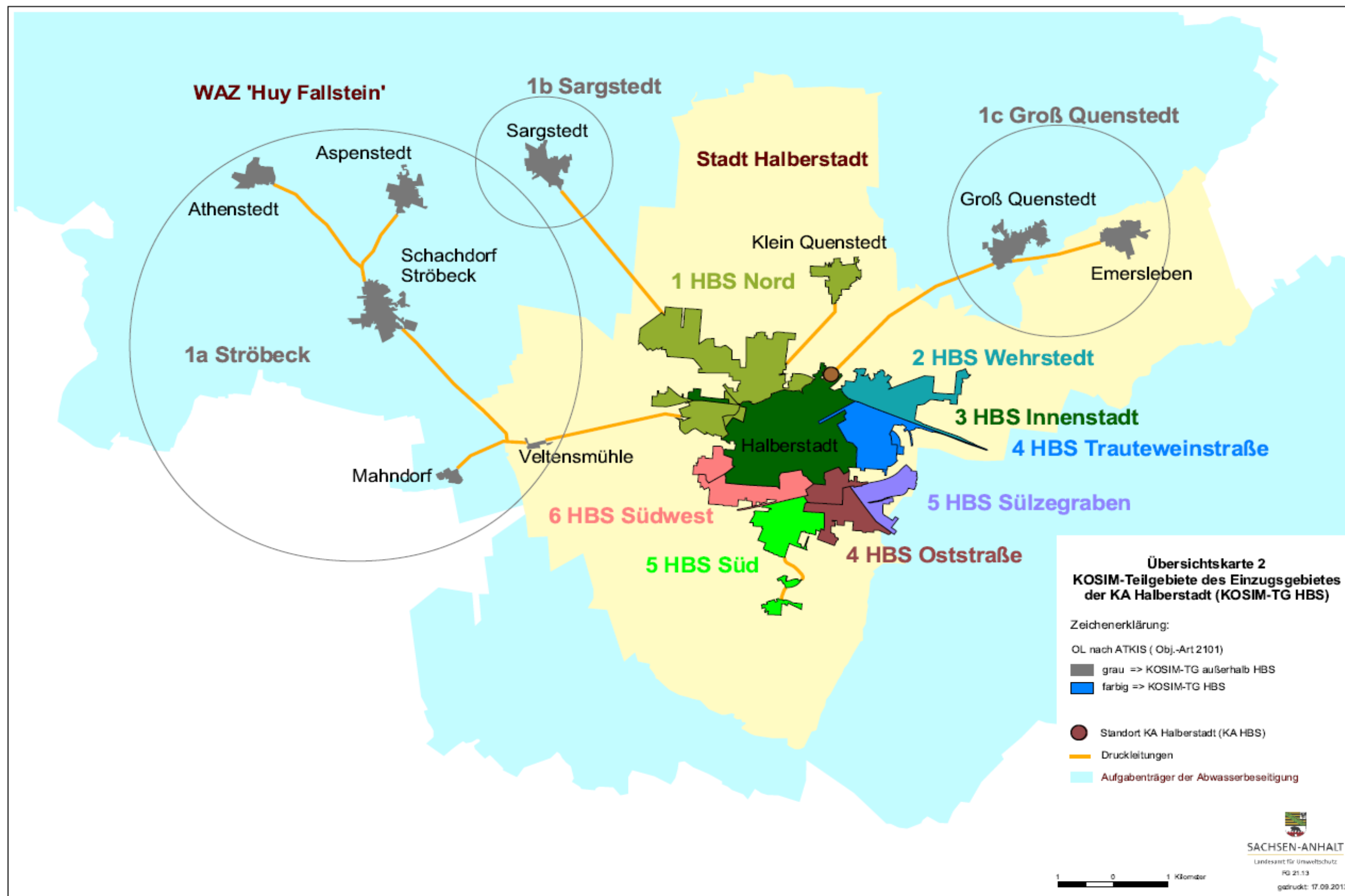


Abbildung 2



## 0.2 Mischwasserentlastungsbauwerke

Im gesamten Kanalnetz von Halberstadt sind an zwei Stellen Mischwasserentlastungsbauwerke angeordnet, aus denen bei extremen Starkregenereignissen Mischwasser in die Holtemme eingeleitet wird. Der Regenüberlauf „Alter Sandfang“ befindet sich unmittelbar vor der Kläranlage Halberstadt und das Regenüberlaufbecken „Alte Vorklärung“ direkt auf dem Kläranlagengelände (Abb. 3).

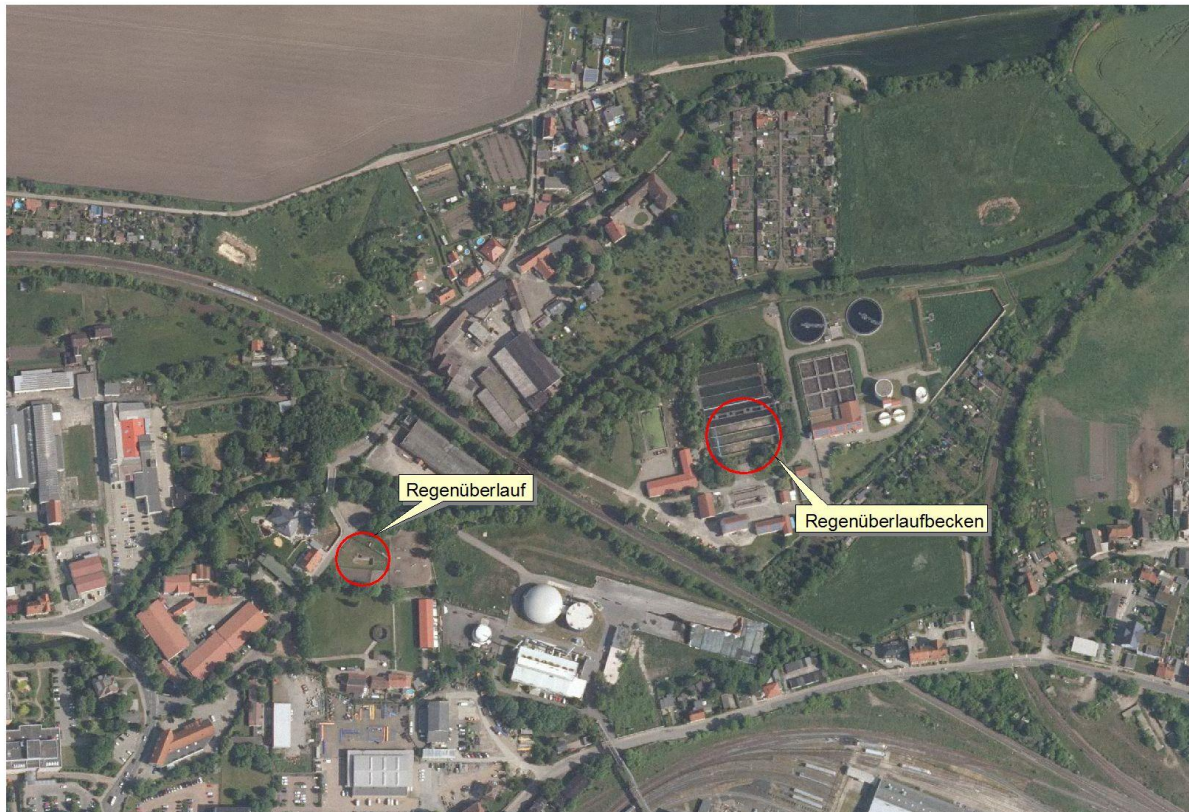


Abbildung 3

### Regenüberlauf „Alter Sandfang“

Dem Regenüberlauf „Alter Sandfang“ fließt nahezu das gesamte Abwasser des Entwässerungssystems Halberstadt zu. Abzüglich des Abwassers aus dem Stadtteil Wehrstedt und den Ortschaften Groß Quenstedt und Emersleben, die über eine Druckrohrleitung direkt zur Kläranlage entwässern. Der weitere Abfluss zur Kläranlage ist laut Bestandsunterlagen auf  $3.000 \text{ m}^3/\text{h} = 833 \text{ l/s}$  begrenzt. Bei entsprechender hydraulischer Belastung findet zunächst eine Drosselung des ankommenden Abwassers statt. Bei großen Mischwassermengen kommt es zum Rückstau im Kanalnetz in der Höhe des am Regenüberlauf befindlichen Messwehres und zum Abschlag von unbehandelten Mischwasserabflüssen in die Holtemme.

### Regenüberlaufbecken „Alte Vorklärung“

Das Regenüberlaufbecken „Alte Vorklärung“ ist ein Fangbecken, welches aus insgesamt drei miteinander verbundenen Einzelbecken besteht ( $3 \times 765 \text{ m}^3 = 2.295 \text{ m}^3$ ). Ein Abschlag in die Holtemme findet erst bei vollständiger Füllung des Beckens bzw. bei Überschreitung des Speichervolumens statt.

### **0.3 Sonderuntersuchungsprogramm FeMiSA**

Das Entwässerungssystem von Halberstadt hat sich für das Sonderuntersuchungsprogramm angeboten, da es im gesamten System nur zwei Entlastungsstellen gibt. Dadurch war es möglich, mit vergleichsweise geringem Aufwand sämtliche durch Mischwasserentlastungen bedingte Emissionen aus dem Entwässerungssystem Halberstadt messtechnisch zu erfassen. Auf Grund der örtlichen Lage der beiden Entlastungsbauwerke in unmittelbarer Nähe zur Kläranlage, konnte durch das Betriebspersonal eine rechtzeitige Probenentnahme gewährleistet werden.

Die in Halberstadt anzutreffenden örtlichen Verhältnisse, wie Topographie, Jahresniederschlagshöhe und der einwohnerspezifische Abwasseranfall sind auch für andere Gebiete in Sachsen-Anhalt typisch. Deshalb ist die Nutzung der Ergebnisse der Sonderuntersuchungen andernorts möglich.

Im nachfolgenden vereinfachten technologischen Schema (Abb.4) sind die für die Sonderuntersuchungen relevanten Messstellen eingezeichnet. Die Durchflussmessungen und Analysen des Zulaufs und des Ablaufs der Kläranlage werden im Rahmen der Eigenüberwachung durchgeführt (blau). Die Analysen der Mischwasserabschläge sind Gegenstand des Sonderuntersuchungsprogramms (rot).



# Holtemme

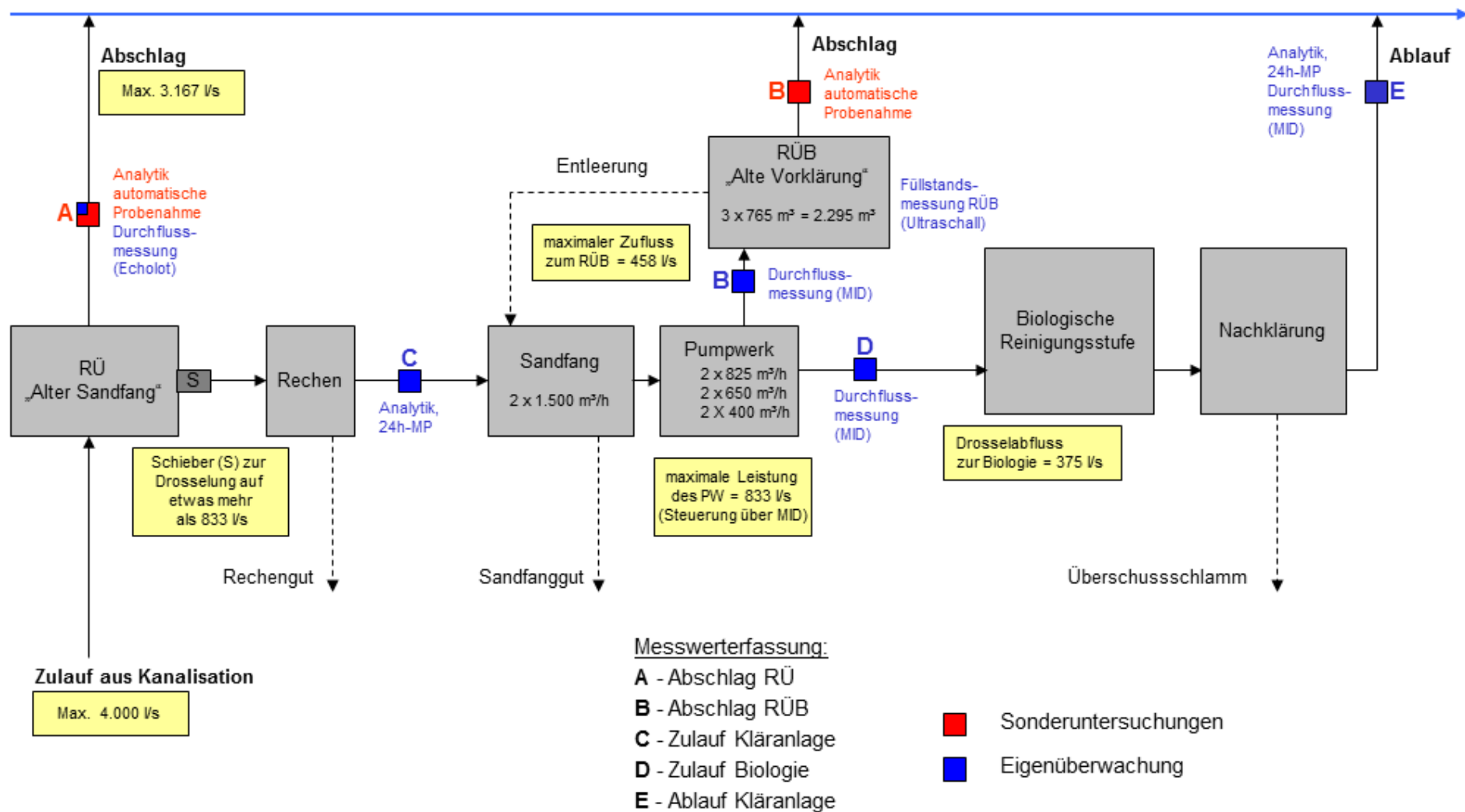
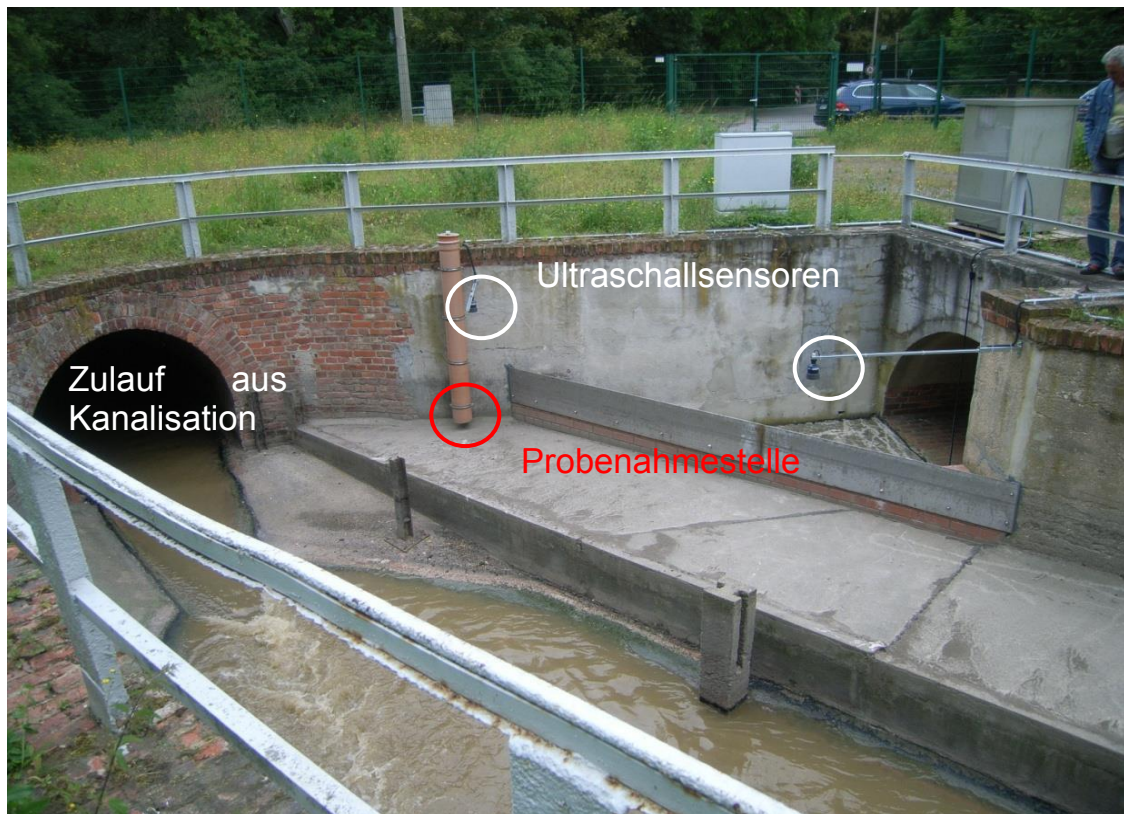


Abbildung 4

### Messstelle Regenüberlauf „Alter Sandfang“

Die Durchflussmengen am Regenüberlauf werden mit zwei Ultraschallsensoren gemessen. Die Sensoren befinden sich senkrecht über der Wehrschwelle und senden kontinuierlich einen Ultraschallimpuls zum überlaufenden Abwasser aus. Aus der Zeit zwischen senden und empfangen wird rechnerisch der aktuelle Durchfluss ermittelt und in Form von Stunden- und Minutenwerten gespeichert.

Sobald der Wasserstand die Höhe der Wehrschwelle übersteigt, beginnt durch einen Impuls des Ultraschallsensors die Probenahme ereignisabhängig und zeitproportional (Abb. 5). Das automatische Probeentnahmegerät entnimmt alle 5 Minuten eine Probe mit einem Volumen von 150 ml aus dem Mischwasserfluss. Eine Probeflasche mit einem Füllvolumen von einem Liter ist nach einer halben Stunde gefüllt. Daher erfolgte die Auswertung der Entlastungsereignisse hinsichtlich Konzentration und Menge in 30 Minuten Schritten. Durch Multiplikation der halbstündigen Entlastungskonzentrationen mit halbstündigen Entlastungsmengen konnten zunächst je Entlastungsereignis halbstündige Frachten ermittelt werden. Die Summe aller halbstündigen Frachten einer Entlastung ergibt dann die Gesamtfracht dieser Entlastung.



**Abbildung 5 (Quelle: Abwassergesellschaft Halberstadt GmbH)**

### Messstelle Regenüberlaufbecken „Alte Vorklärung“

Am Regenüberlaufbecken findet keine direkte Messung des Entlastungsabflusses statt. Der Zulauf zum Becken wird mittels magnetisch-induktiver Durchflussmessung (MID) am Pumpwerk gemessen. Zusätzlich ist an jedem Becken eine Wasserstandsmessung installiert (Abb. 6). Solange die maximal mögliche Einstauhöhe von 2 m im Becken erreicht ist oder überschritten wird, wurde der mit dem MID gemessene Durchfluss als Entlastungsabfluss gewertet.

Die Probeentnahme erfolgt auch hier ereignisabhängig und zeitproportional. Zur Ansteuerung des Probeentnahmegerätes wurde vor der Wehrschwelle des Beckenüberlaufs eine Drucksonde installiert. Das Probeentnahmeregime entspricht dem am Regenüberlauf und ermöglicht hier ebenfalls eine automatische Probeentnahme von bis zu 12 Stunden.

Nach einem Entlastungsereignis werden alle Proben von einem Mitarbeiter der KA Halberstadt entnommen und im Labor des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) analysiert.



**Abbildung 6 (Quelle: Abwassergesellschaft Halberstadt GmbH)**



#### **0.4 Eigenüberwachung der Kläranlage Halberstadt**

Wie im technologischen Schema (Abb. 4) ersichtlich, werden die durch die Kläranlage Halberstadt geförderten Abwassermengen an drei Stellen mittels MID gemessen:

- vor dem Regenüberlaufbecken
- vor der biologischen Reinigungsstufe
- im Ablauf der Kläranlage

Die Probeentnahme erfolgt im Zulauf zwischen Rechen und Sandfang (Abb.7) sowie im Ablauf der Kläranlage in Form von 24-h-Mischproben. Die Durchfluss- und Analysenergebnisse werden in elektronischen Betriebstagebüchern gespeichert.



**Abbildung 7 (Quelle: Abwassergesellschaft Halberstadt GmbH)**

## 1 Teil 1 - Auswertungen der Messergebnisse für den Untersuchungszeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014

In nachfolgender Tabelle 1 sind die über einen Zeitraum von 5 Jahren gemessenen Emissionen der beiden Mischwasserentlastungsanlagen des Entwässerungssystems der Kläranlage Halberstadt zusammengefasst. Bei einer mittleren jährlichen Entlastungshäufigkeit von 25 werden im Mittel etwa 71.000 m<sup>3</sup> Mischwasser je Jahr in die Holtemme eingeleitet. Dies ergibt bei einem mittleren jährlichen Niederschlagsabfluss zur Kläranlage in Höhe von etwa 500.000 m<sup>3</sup>/a eine Entlastungsrate des Entwässerungssystems von nur etwa 14 %.

In die Ermittlung der mittleren Entlastungsfrachten und mittleren fracht-gewogenen Entlastungskonzentrationen sind sämtliche Entlastungsereignisse eingegangen. Soweit Analysenwerte nicht zur Verfügung standen (etwa 7 %), wurden diese durch Mittelwerte ersetzt, die aus den vorhandenen Messwerten berechnet wurden.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen die Entlastungsmenge und -dauer sämtlicher Entlastungsereignisse während der 5-jährigen Messungen. Die Abbildungen 10 bis 25 zeigen die Schwankungsbreite der mit den Entlastungen eingeleiteten Entlastungsfrachten für die untersuchten Parameter.

Die Abbildungen 26 bis 41 zeigen, wie sich die Entlastungskonzentrationen der untersuchten Parameter im Verlauf der Entlastungen ändern.

Betrachtet wurden die Parameter CSB, TN<sub>b</sub>, TIN, P<sub>ges</sub>, AFS sowie die Schwermetalle Zink, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Chrom und Quecksilber.

In Kapitel 2 werden mit Hilfe einer hydraulischen und stofflichen Bilanz des Entwässerungssystems Schmutzfrachtpotentiale der angeschlossenen befestigten Fläche ermittelt. Diese werden den Ergebnissen gegenübergestellt, die in Auswertung der Messergebnisse der Untersuchungsjahre 2010 bis 2012 bereits abgeleitet wurden /1/.



**Tabelle 1**

SU Halberstadt (FeMiSA) 2010 - 2014					
Parameter		Einheit	RÜ "Alter Sandfang"	RÜB "Alte Vorklärung"	Entwässerungs- system Halberstadt
Entlastungsdauer		min/Entlastung	119	152	
		h/a	24	32	
Entlastungsmenge		m³/Entlastung	3.145	2.622	
		m³/Jahr	37.739	33.568	71.307
mittlere Fracht- gewogene Ent- lastungs- konzentration	CSB	mg/l	211,8	143,1	
	TN <sub>b</sub>		11,4	14,0	
	TIN		4,9	8,2	
	P <sub>ges</sub>		2,5	2,3	
	AFS		476,4	115,9	
	Zink	µg/l	327,3	198,4	
	Blei		26,9	9,5	
	Cadmium		0,25	0,13	
	Kupfer		34,8	32,0	
	Nickel		4,07	2,04	
	Chrom		3,93	1,80	
	Quecksilber		0,12	0,05	
mittlere Entlastungs- frachten	CSB	kg/a	7.994	4.803	12.797
	TN <sub>b</sub>		432	469	901
	TIN		186	274	460
	P <sub>ges</sub>		93	76	169
	AFS		17.977	3.892	21.869
	Zink		12.353	6.659	19,0
	Blei		1.014	318	1,33
	Cadmium		9,4	4,3	0,014
	Kupfer		1.315	1.075	2,4
	Nickel		153	68	0,22
	Chrom		148	60	0,21
	Quecksilber		4,7	1,6	0,006

## 1.1 Entlastungsmenge und –dauer

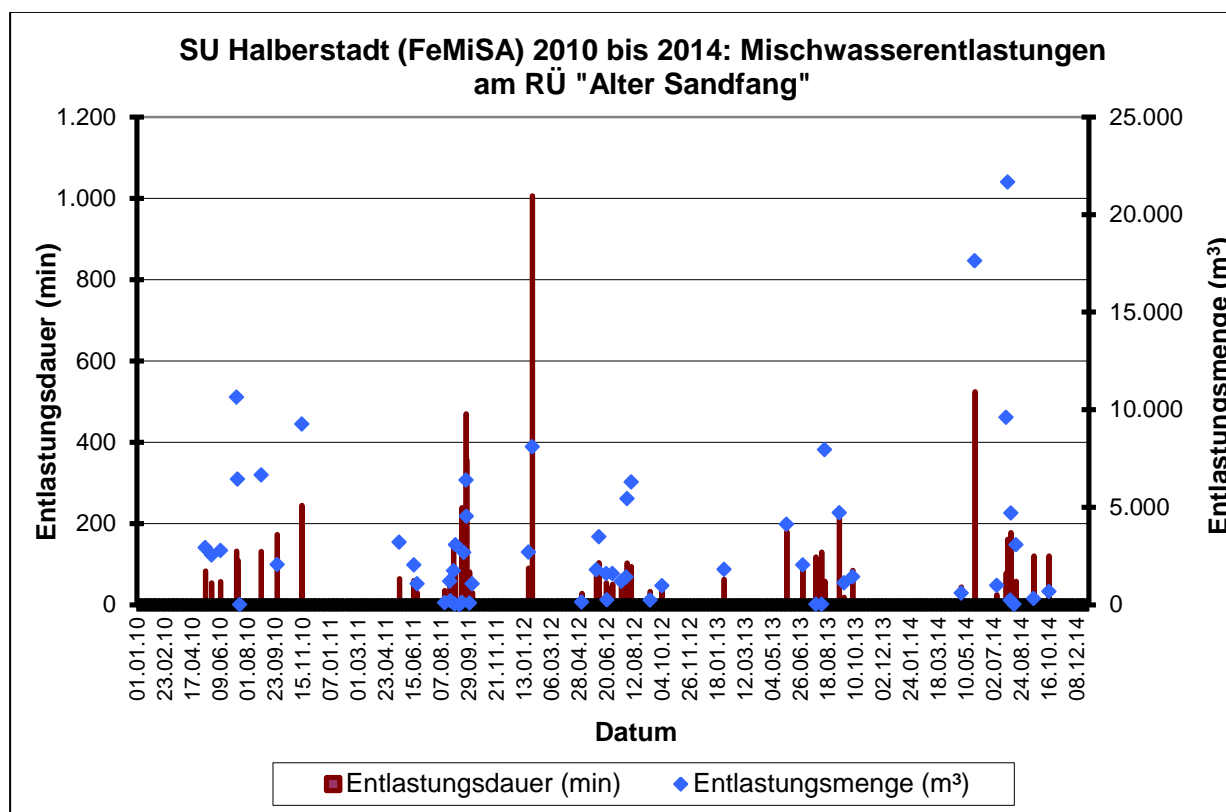


Abbildung 8

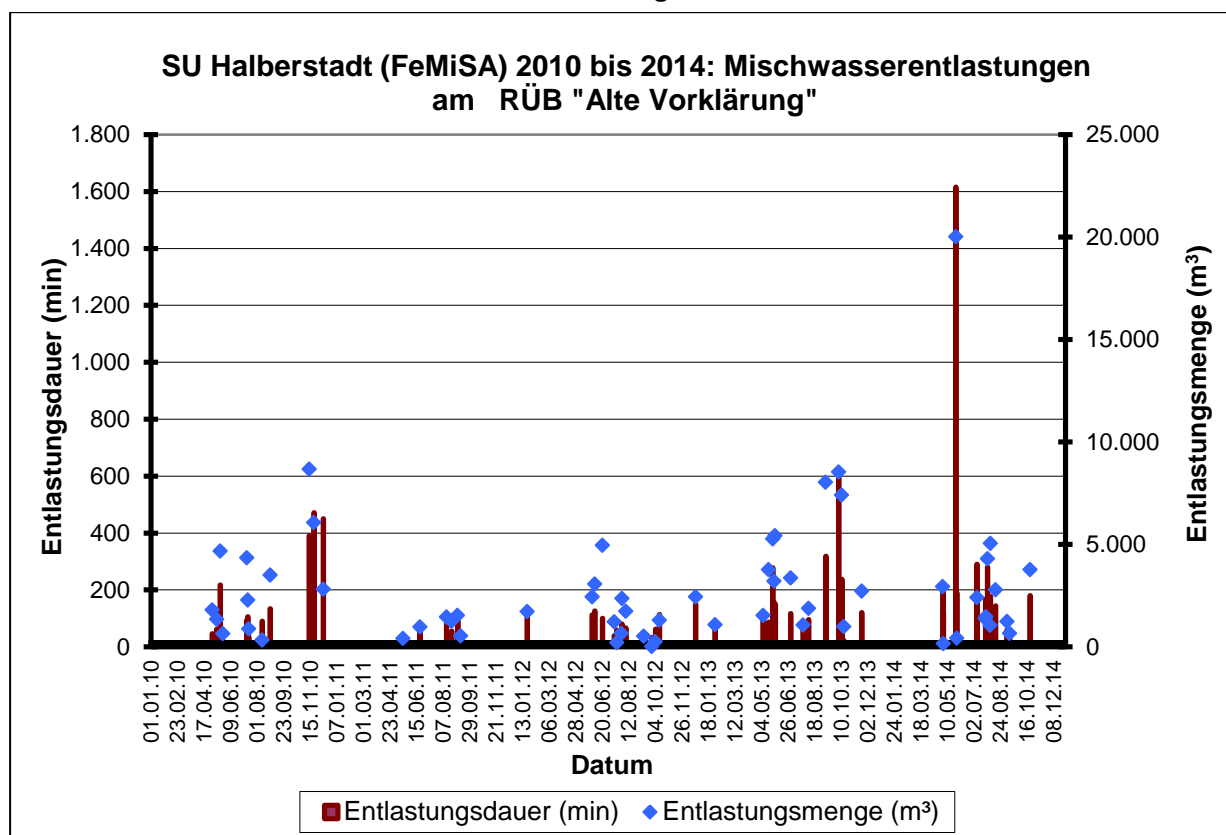


Abbildung 9

## 1.2 Entlastungsfrachten

### Parameter CSB

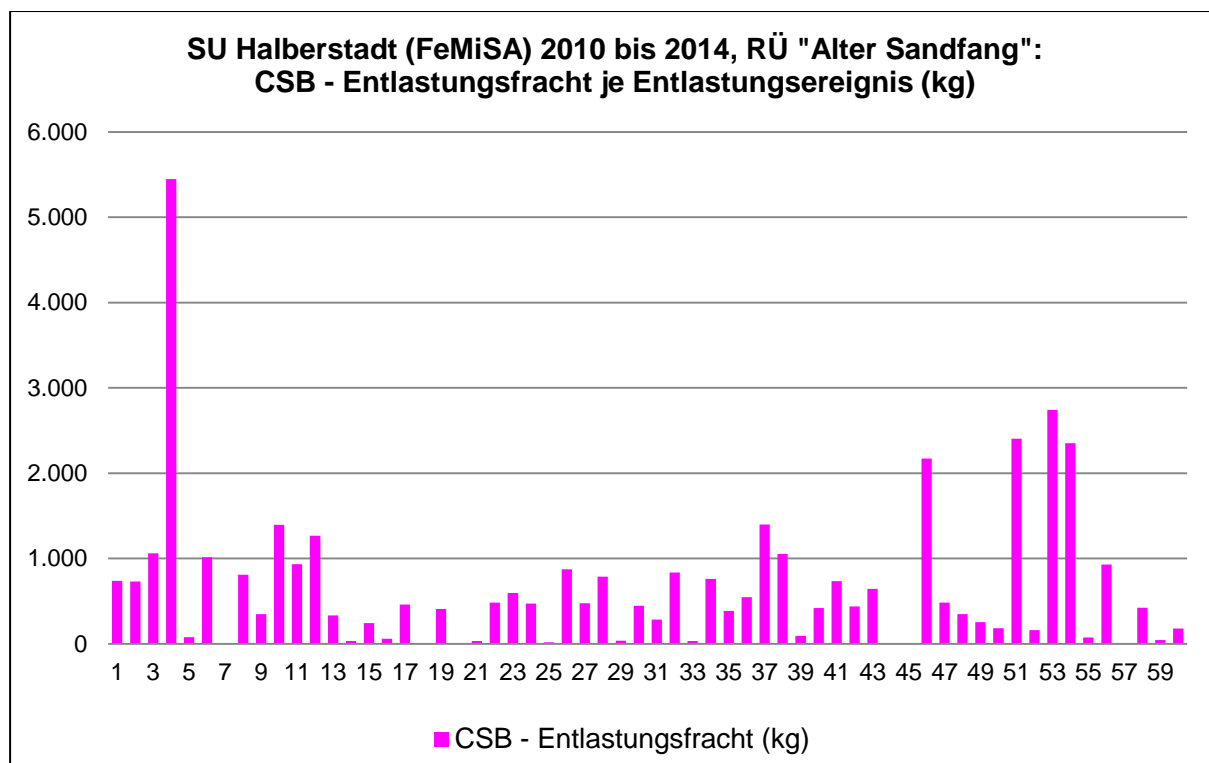


Abbildung 10

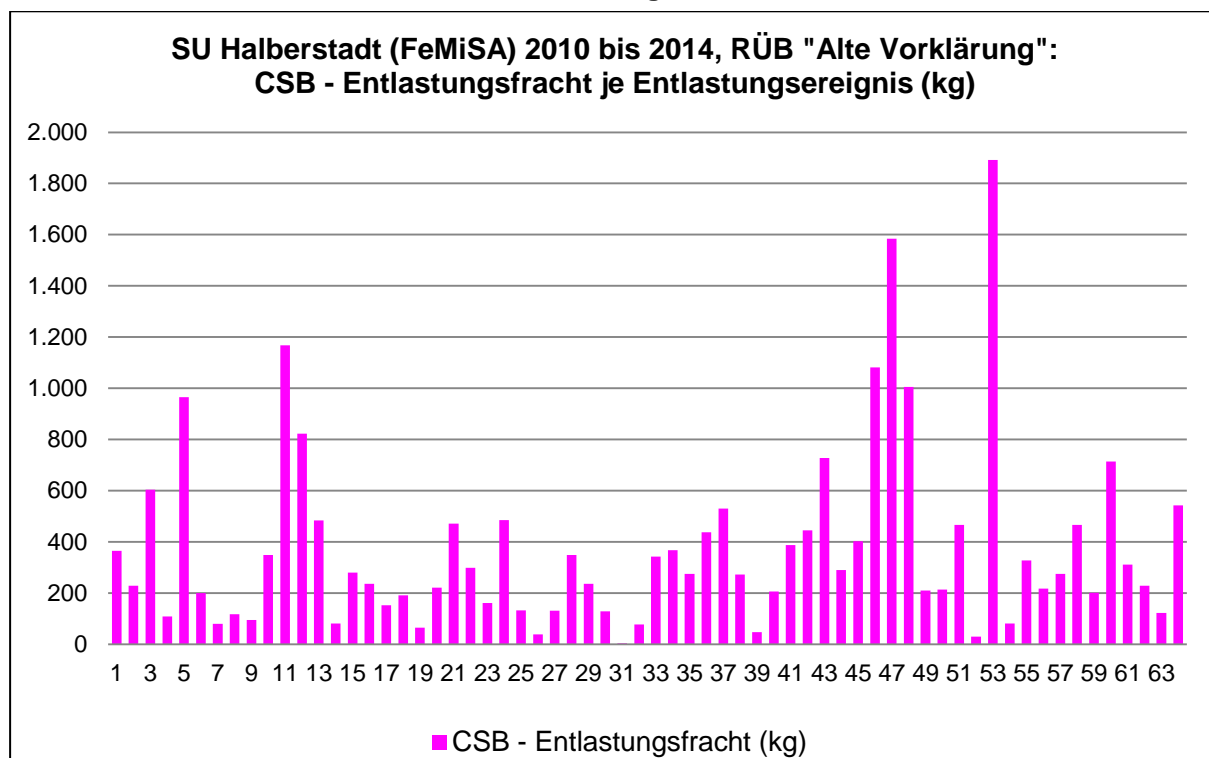


Abbildung 11

**Parameter  $P_{ges}$**

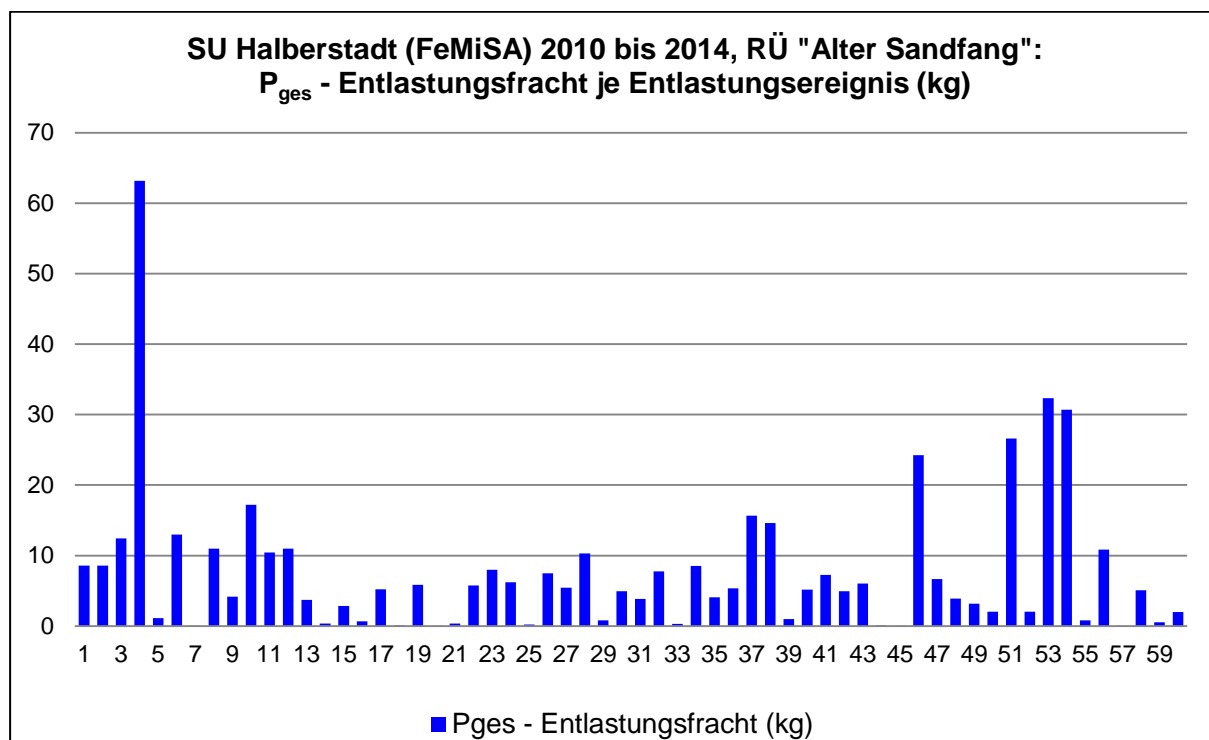


Abbildung 12

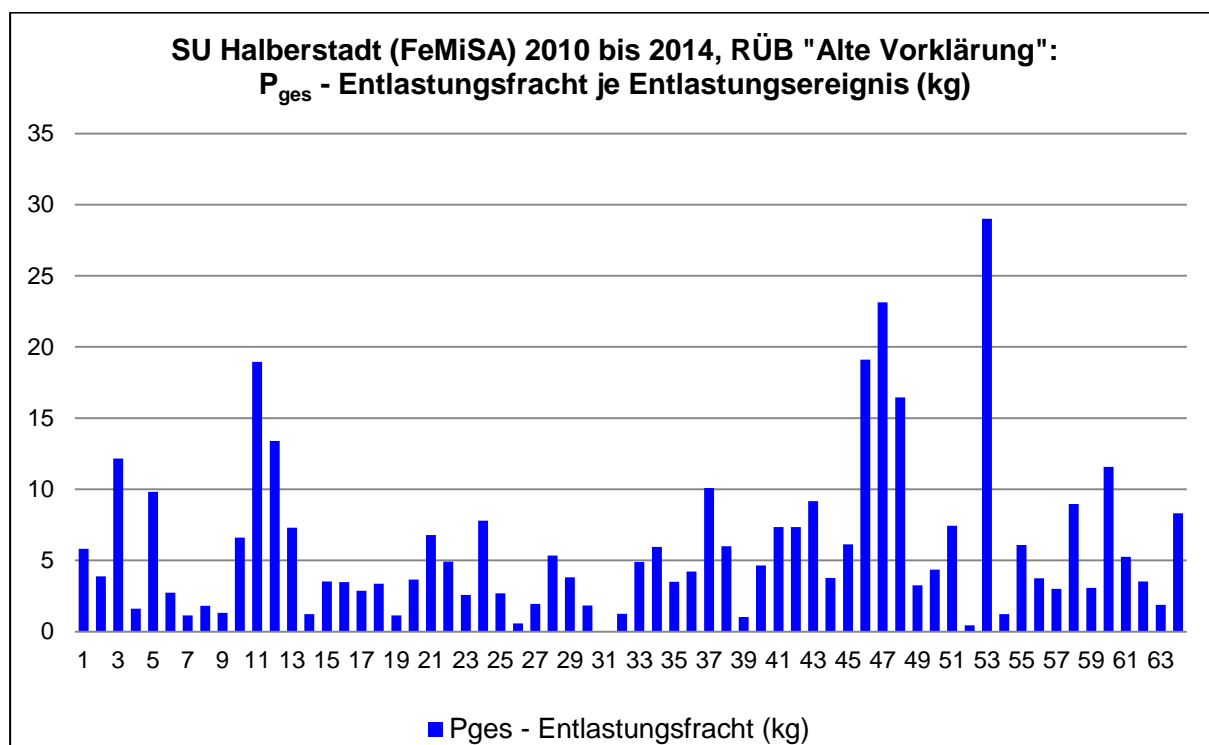


Abbildung 13

## Parameter $TN_b$ und TIN

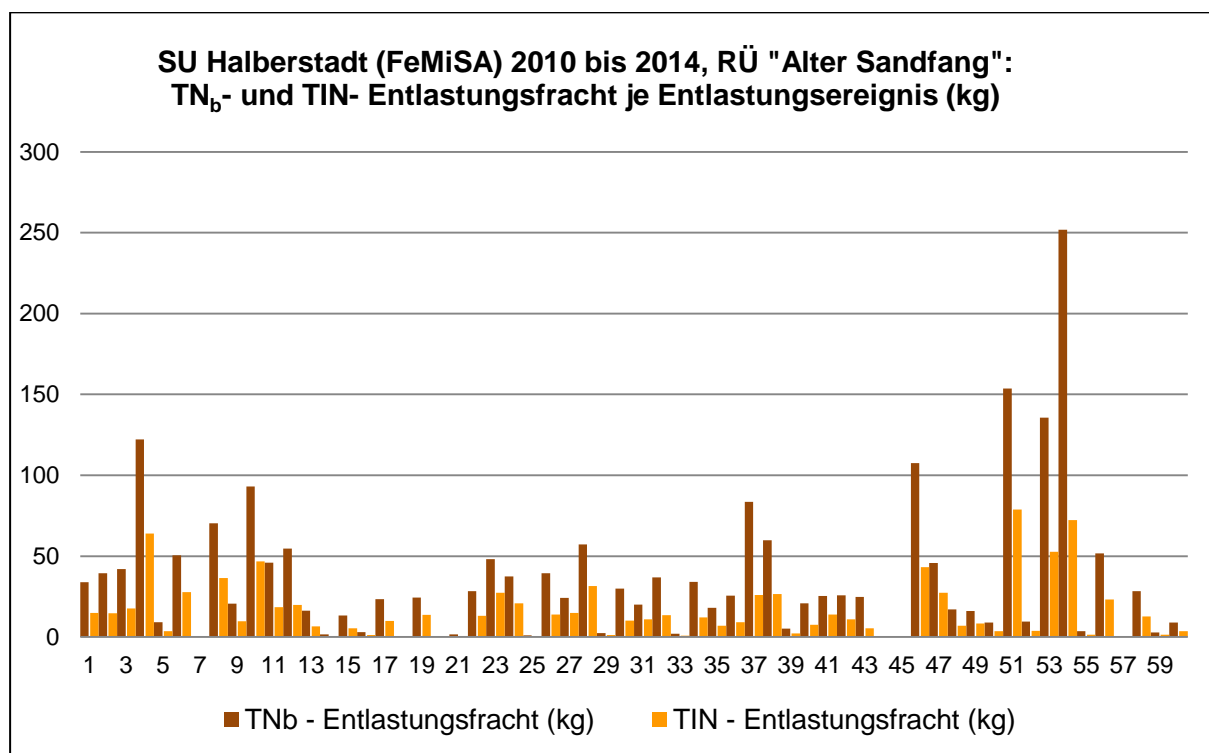


Abbildung 14

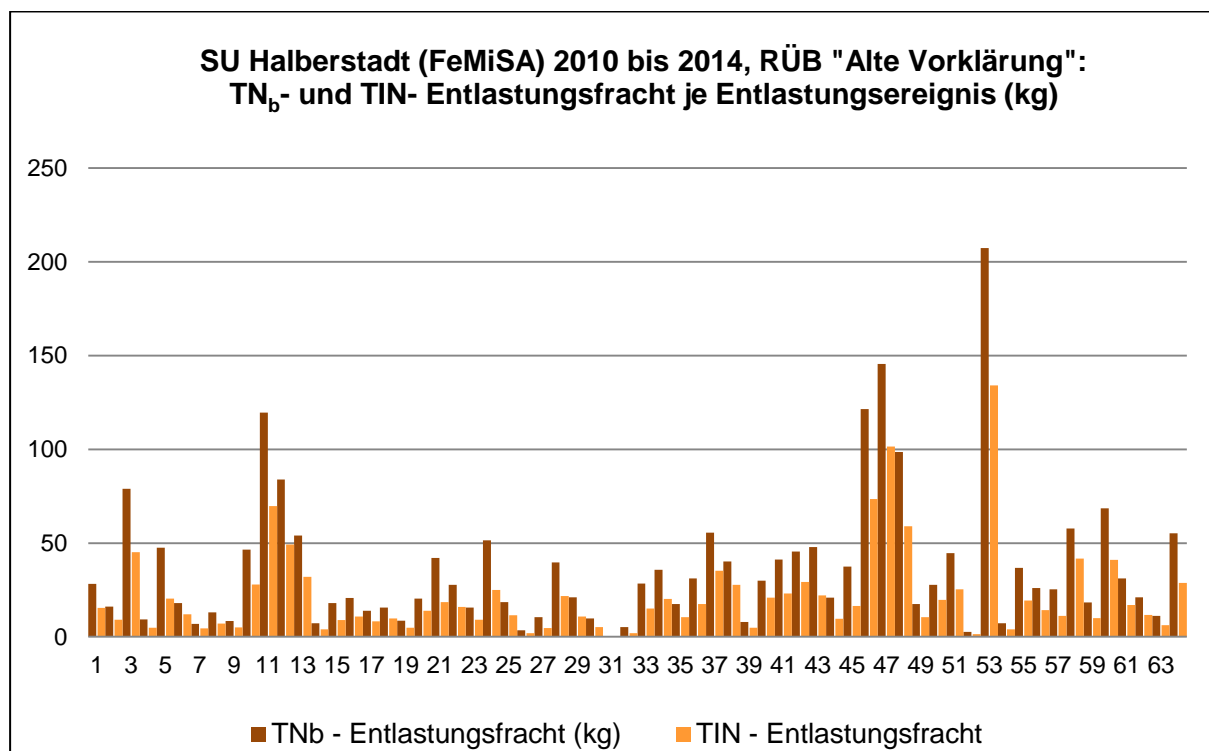


Abbildung 15



## Parameter AFS

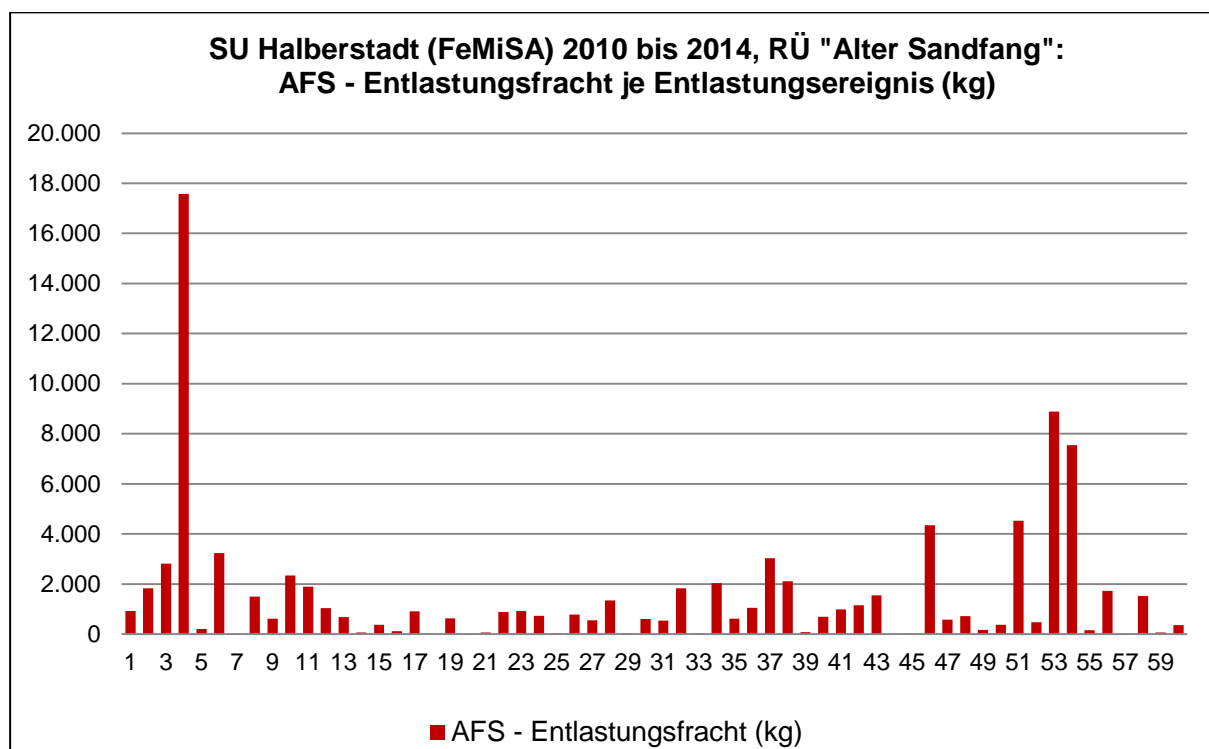


Abbildung 16

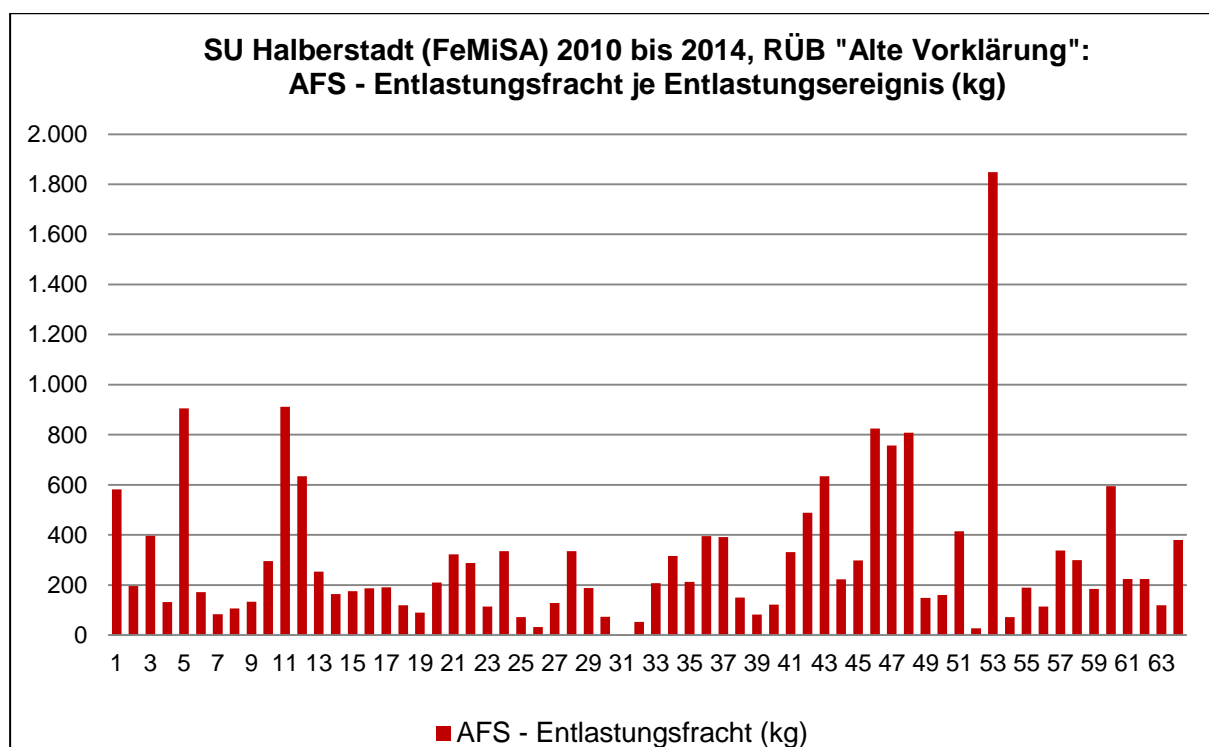


Abbildung 17

## Parameter Zink

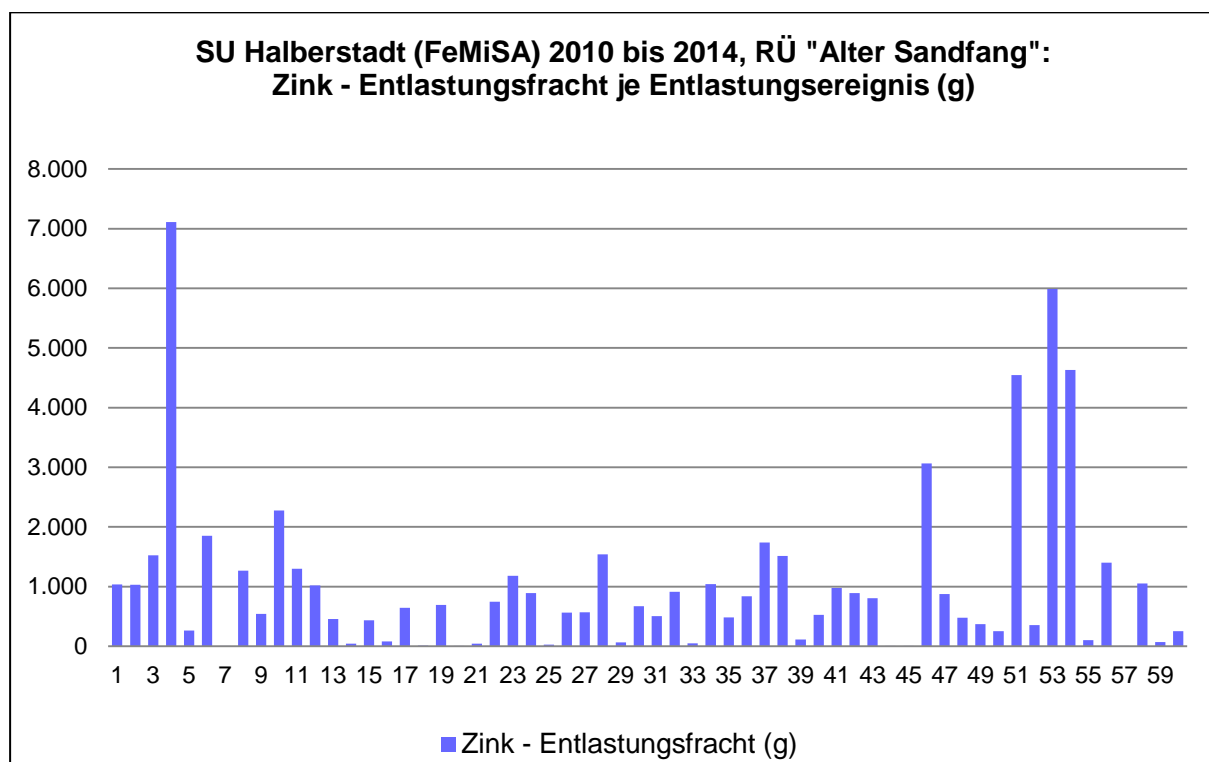


Abbildung 18

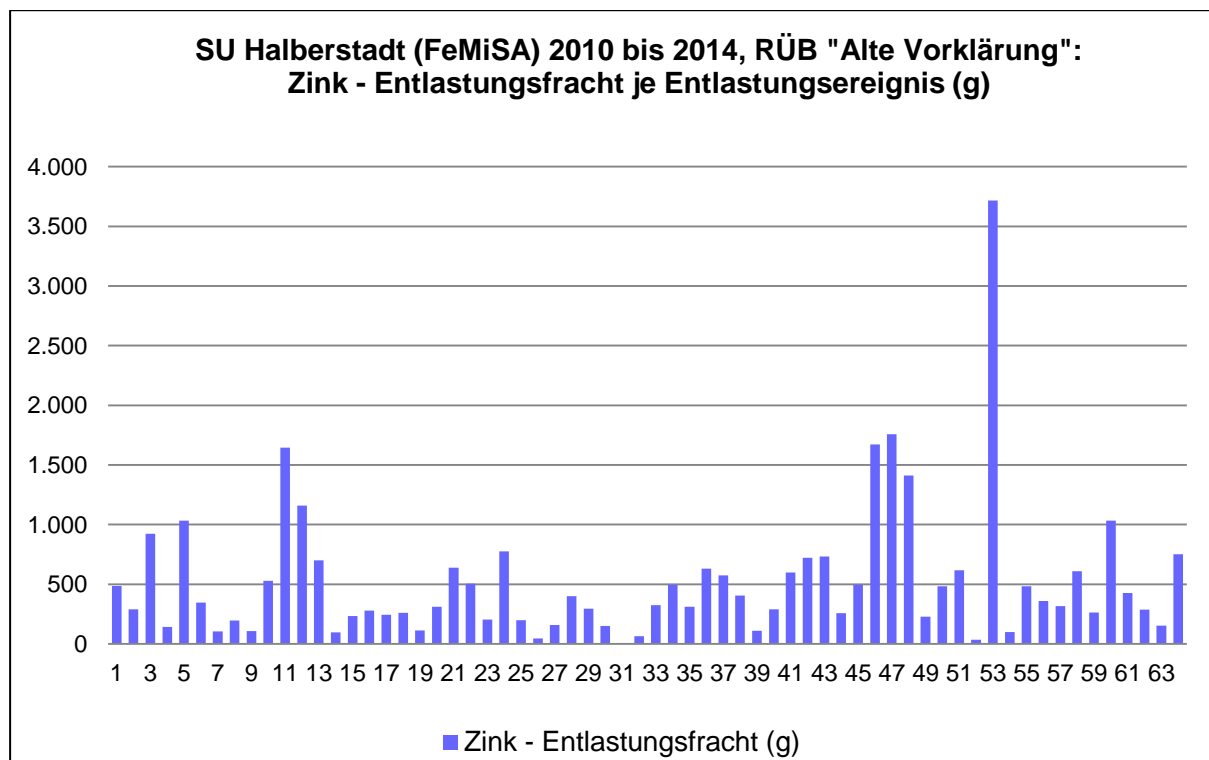


Abbildung 19

## Parameter Blei und Kupfer

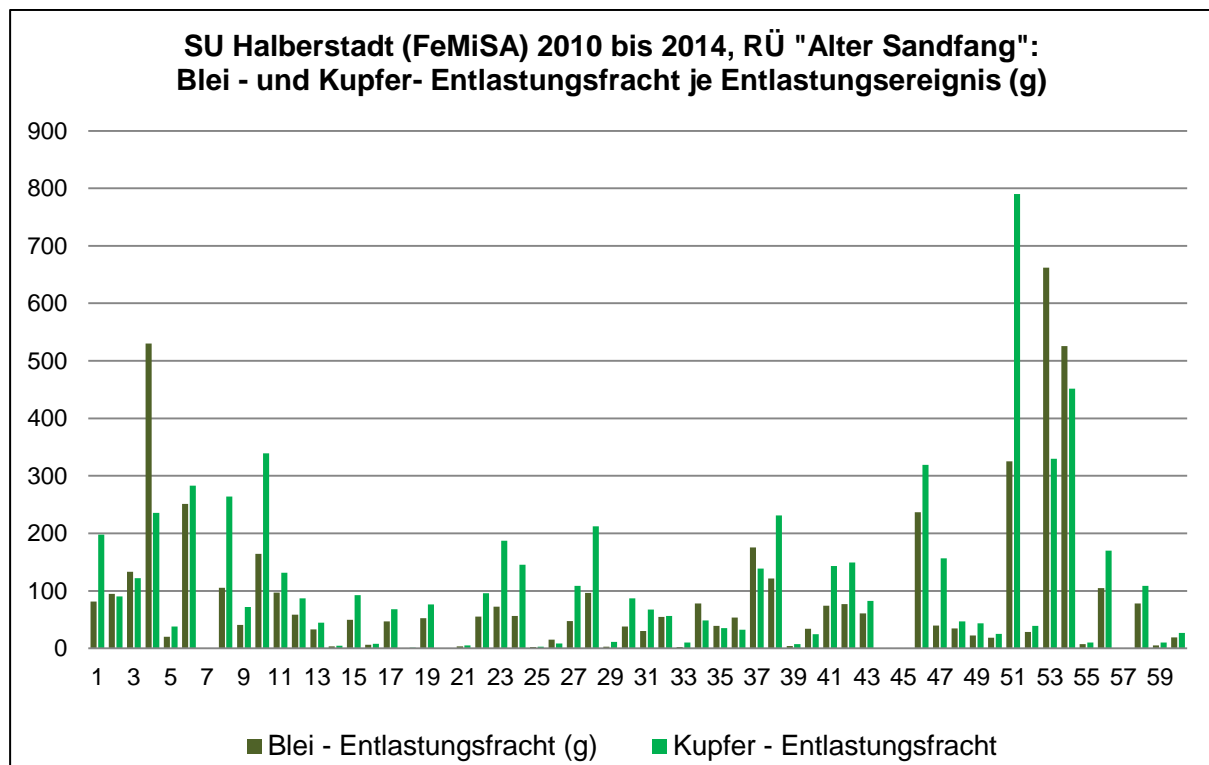


Abbildung 20

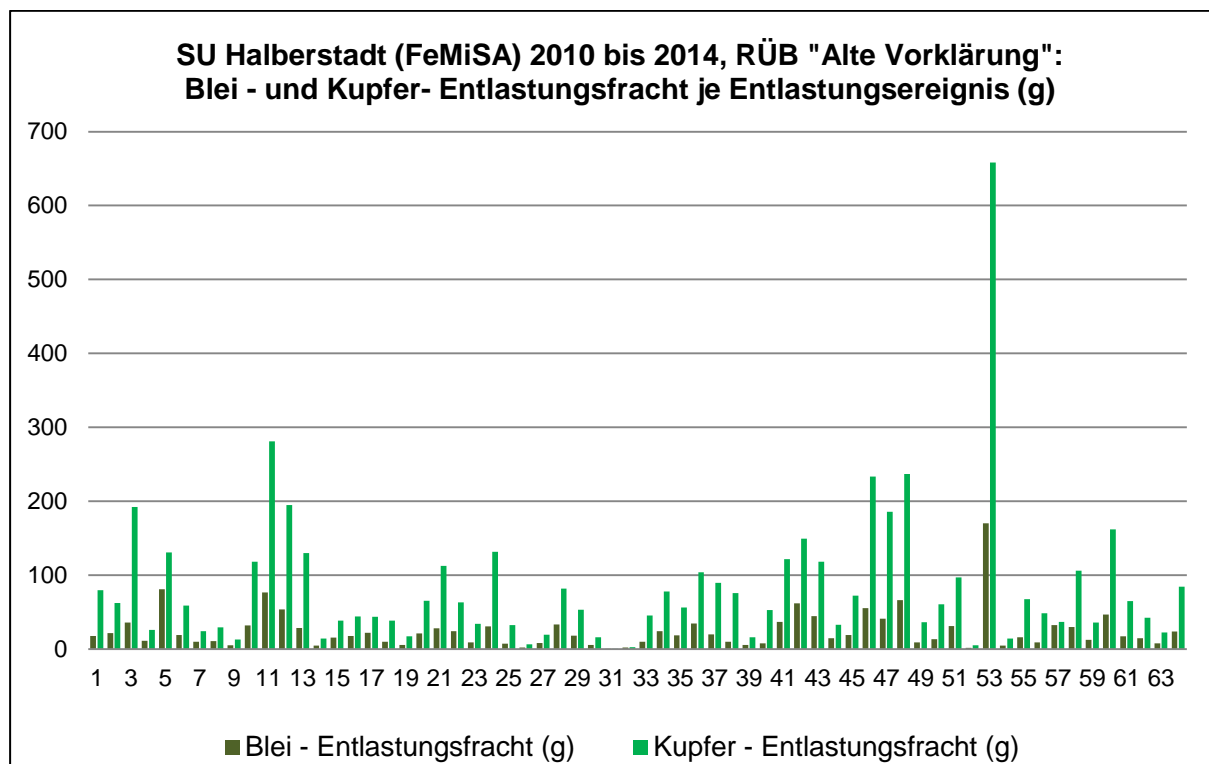


Abbildung 21

## Parameter Nickel und Chrom

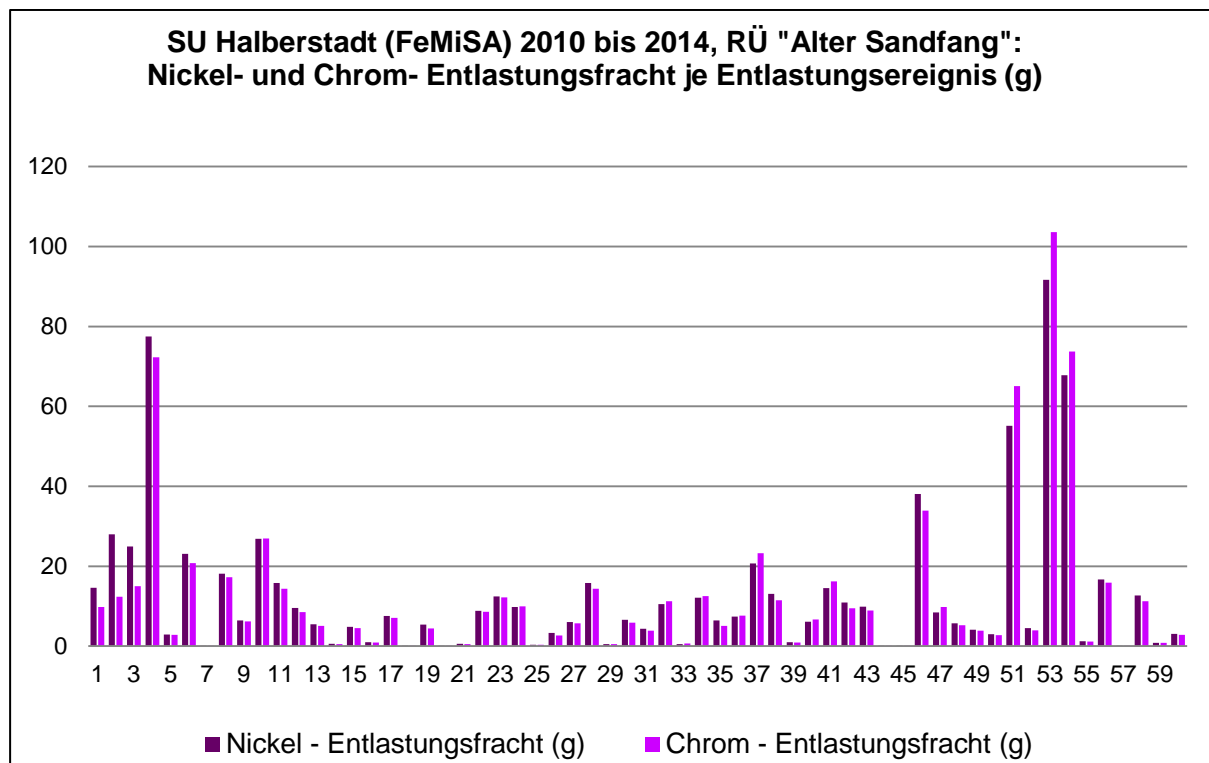


Abbildung 22

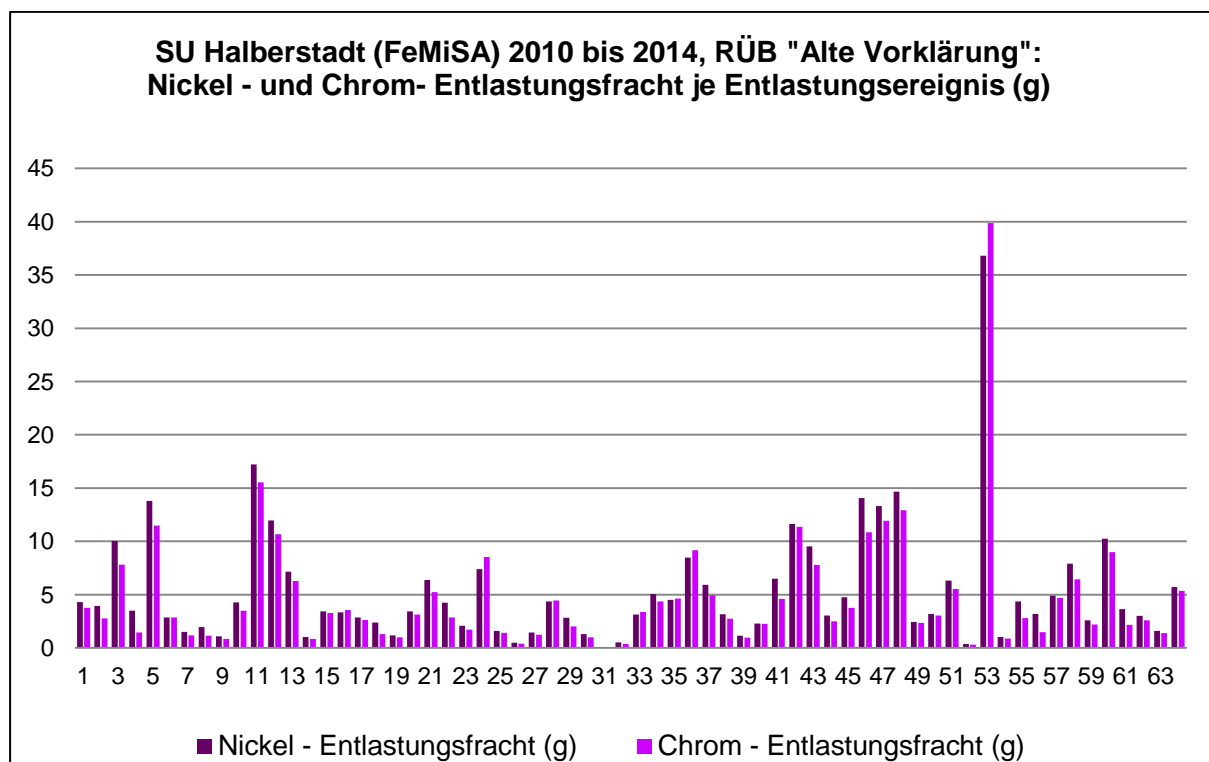


Abbildung 23

# Parameter Cadmium und Quecksilber

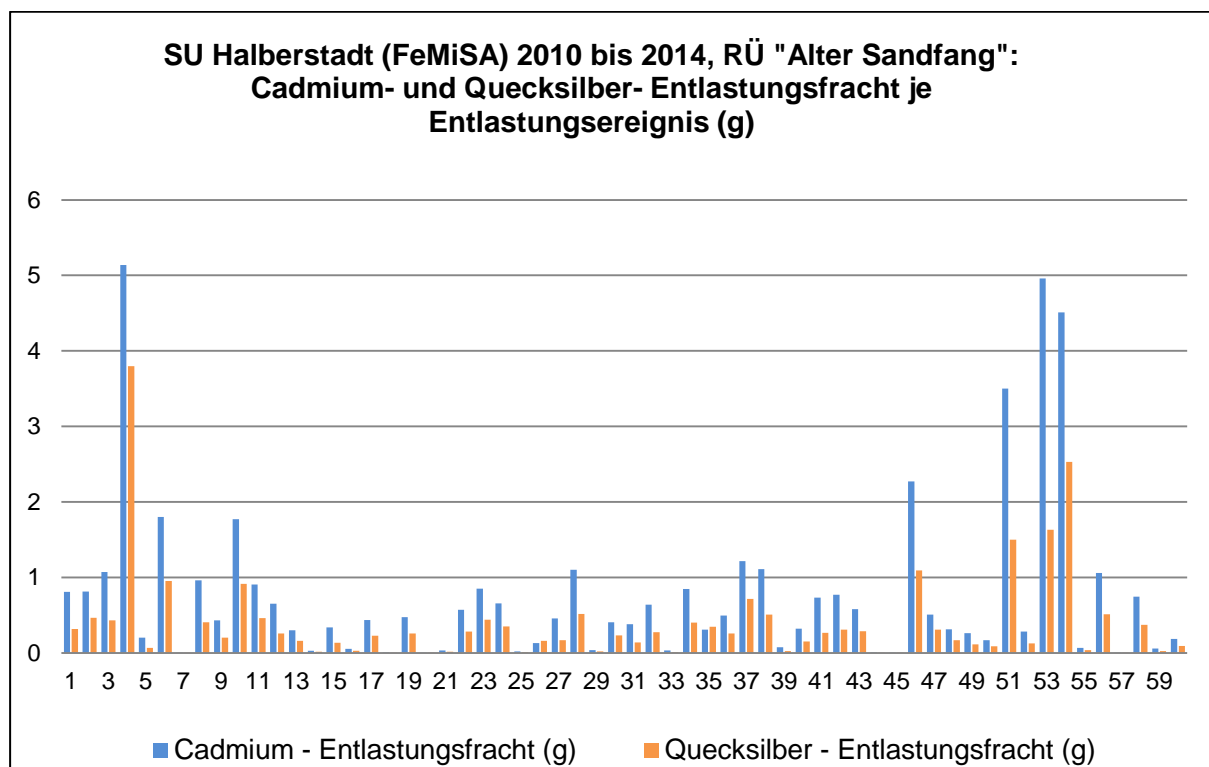


Abbildung 24

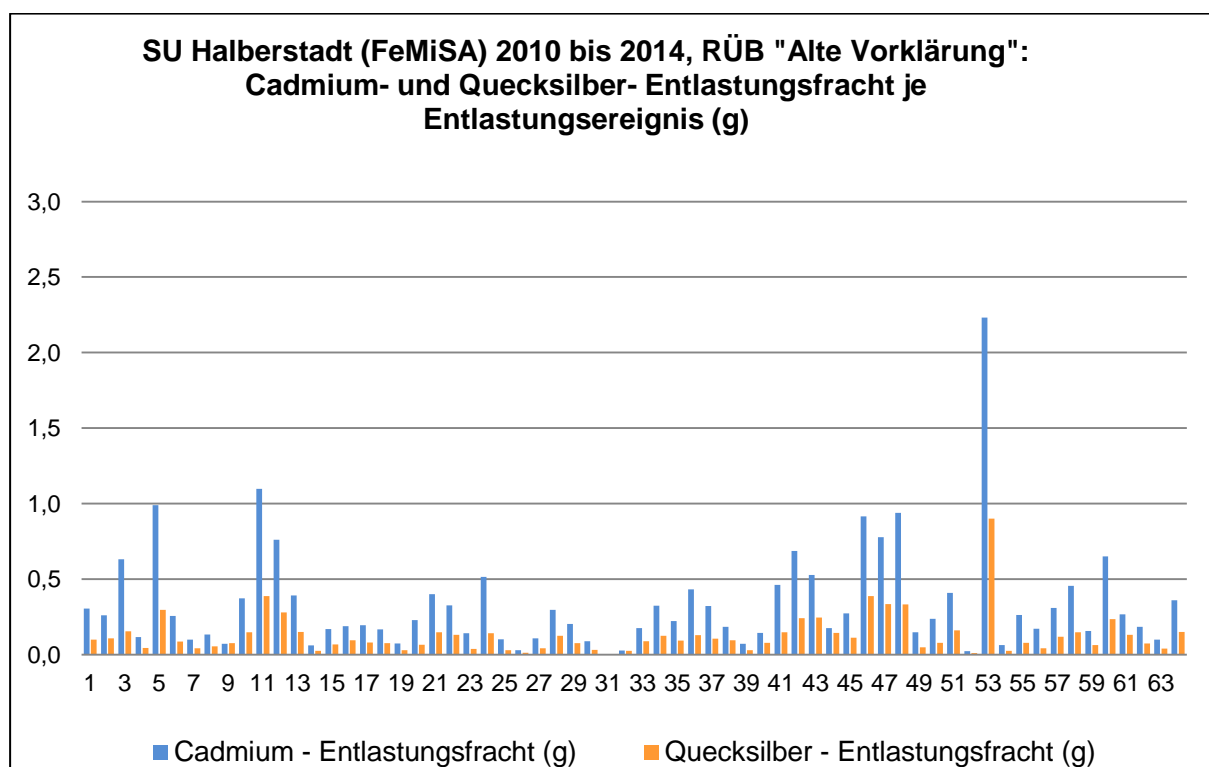


Abbildung 25



### 1.3 Entlastungskonzentrationen

#### Parameter CSB

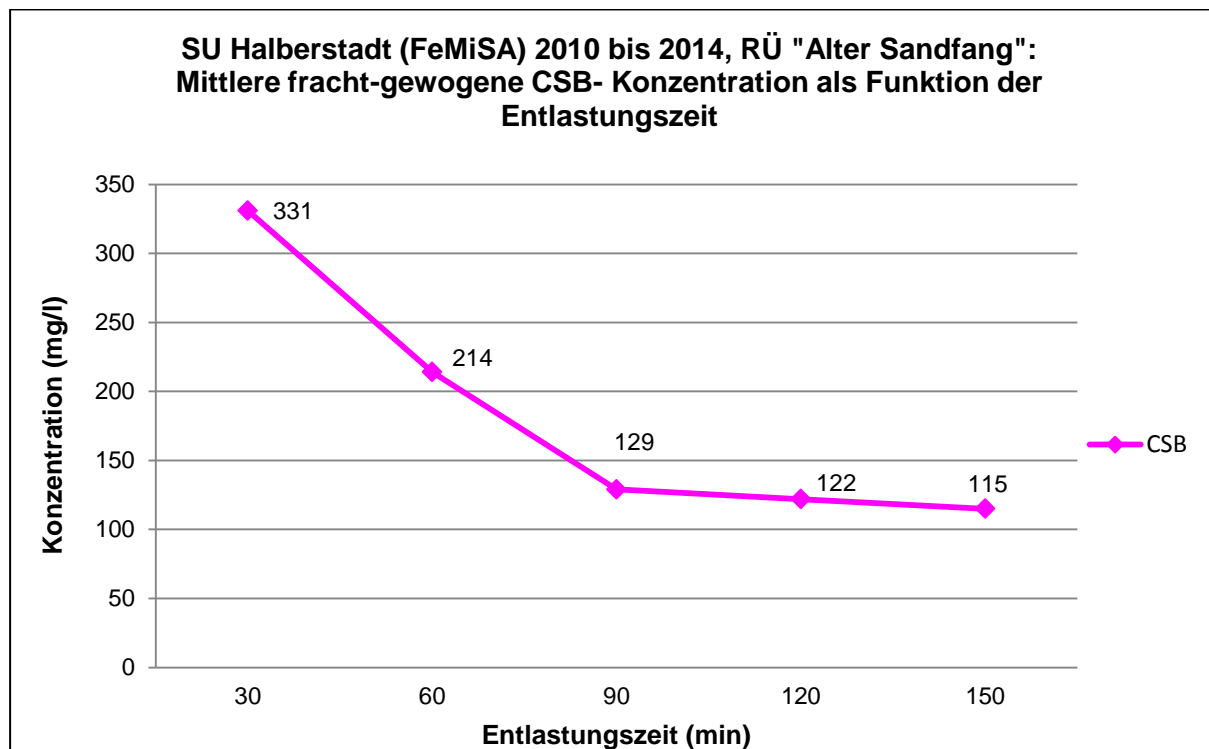


Abbildung 26

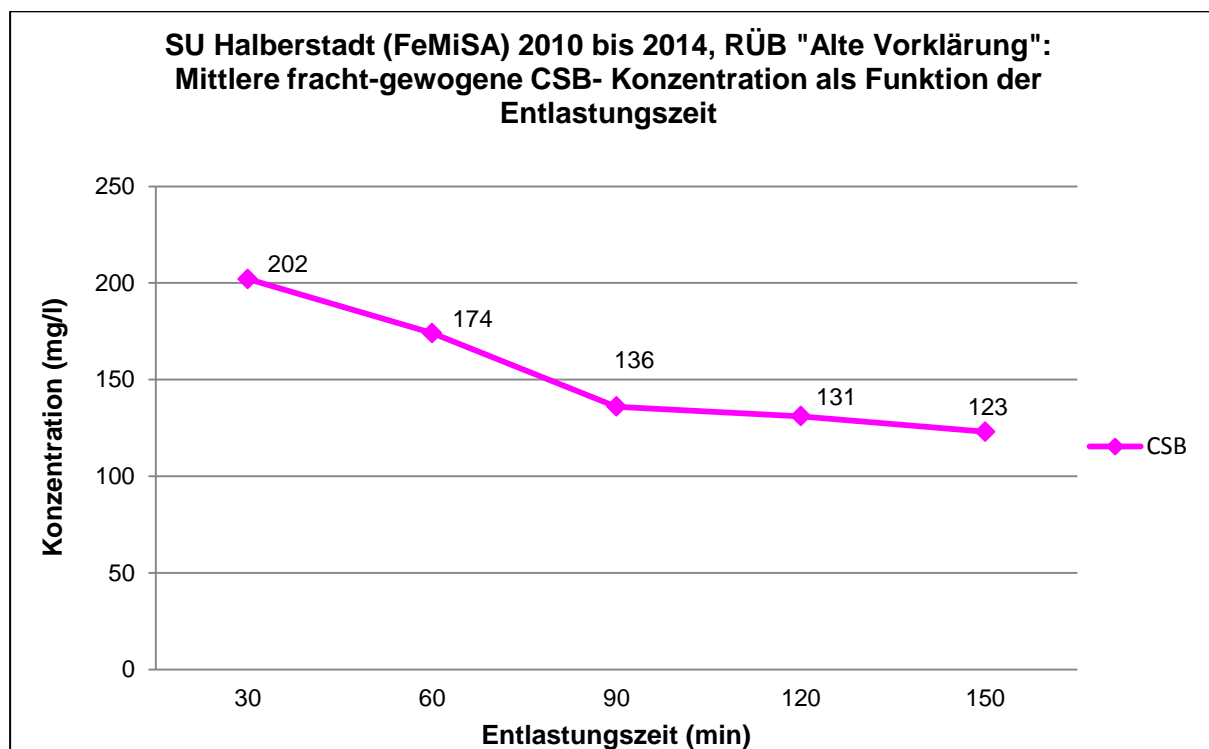


Abbildung 27

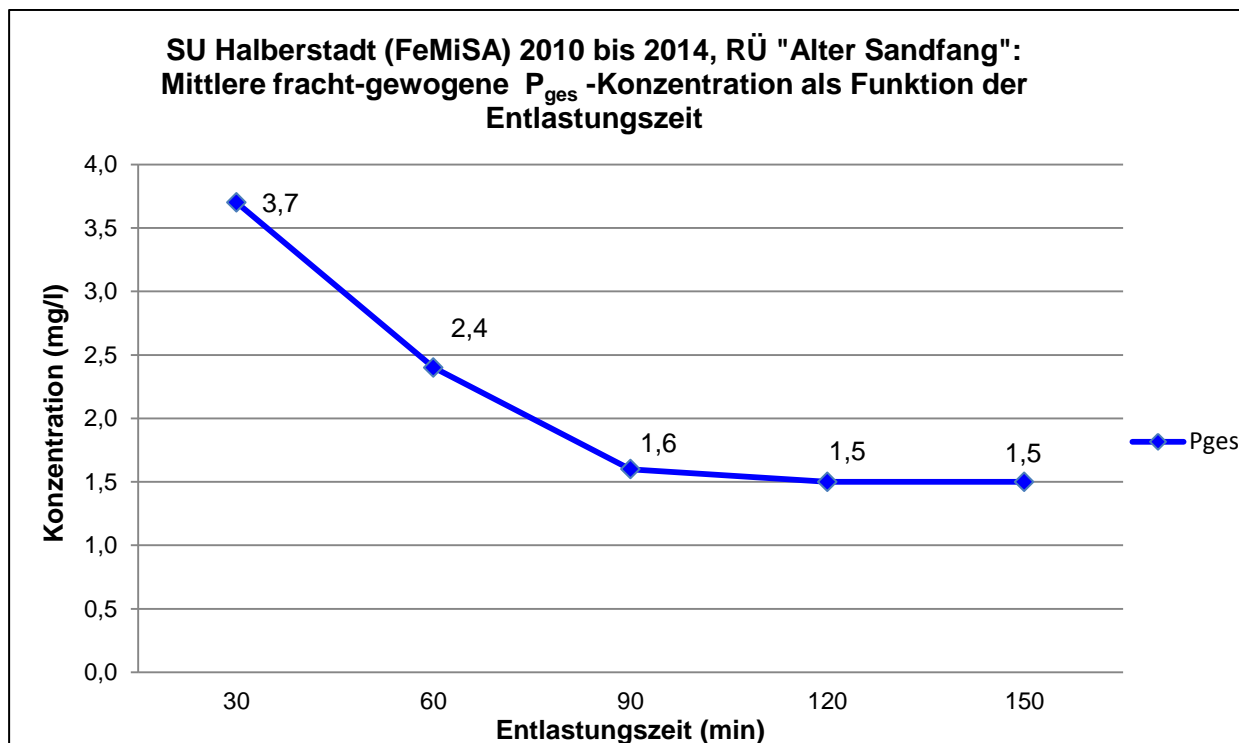
**Parameter  $P_{ges}$** 

Abbildung 28

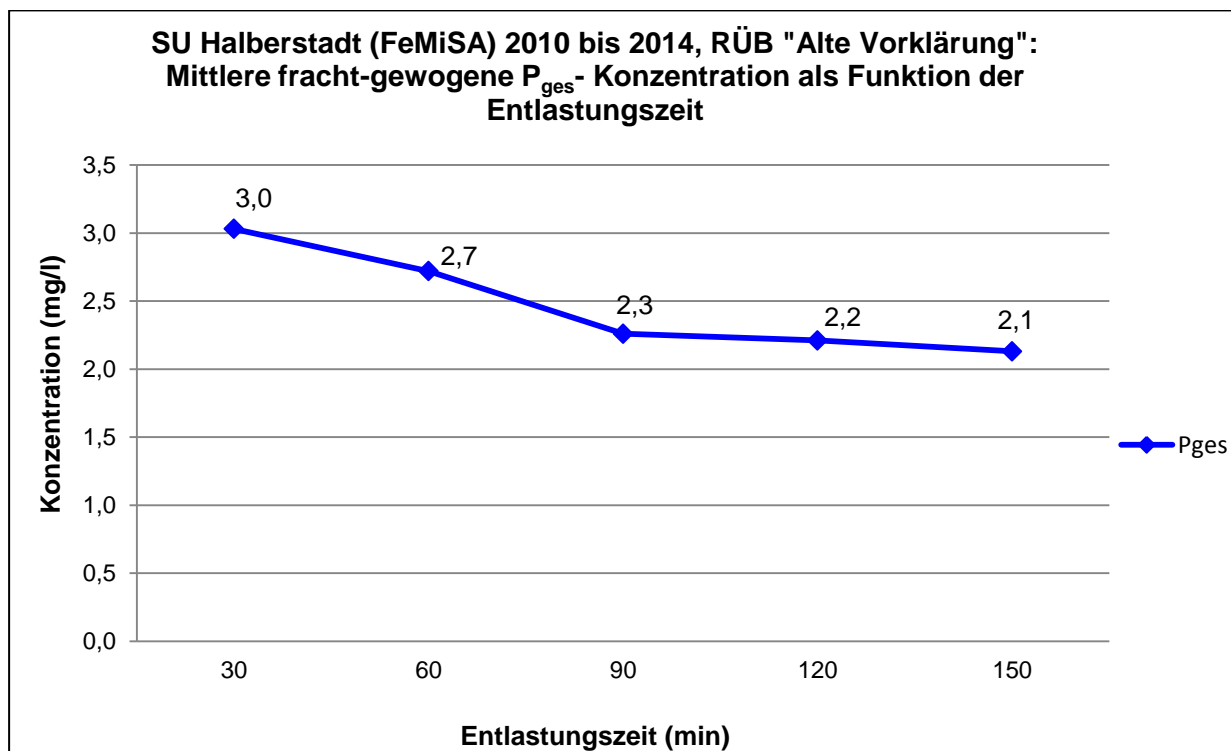


Abbildung 29

## Parameter $TN_b$ und TIN

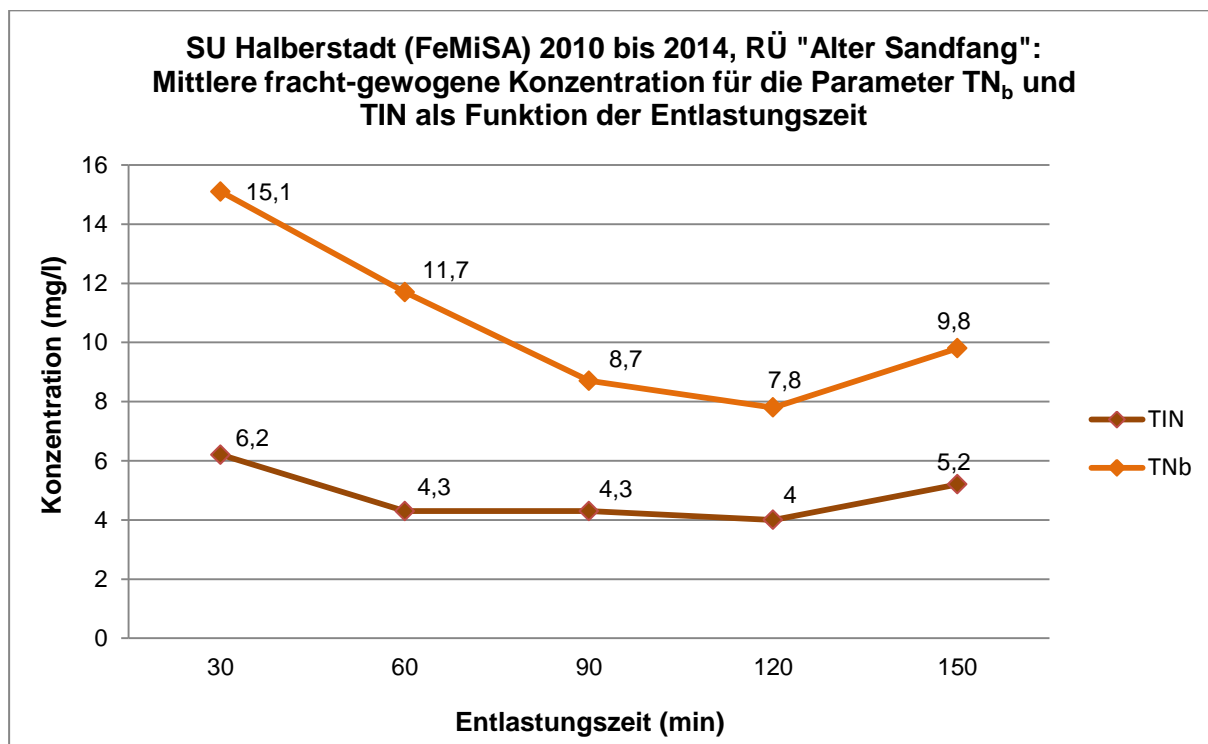


Abbildung 30

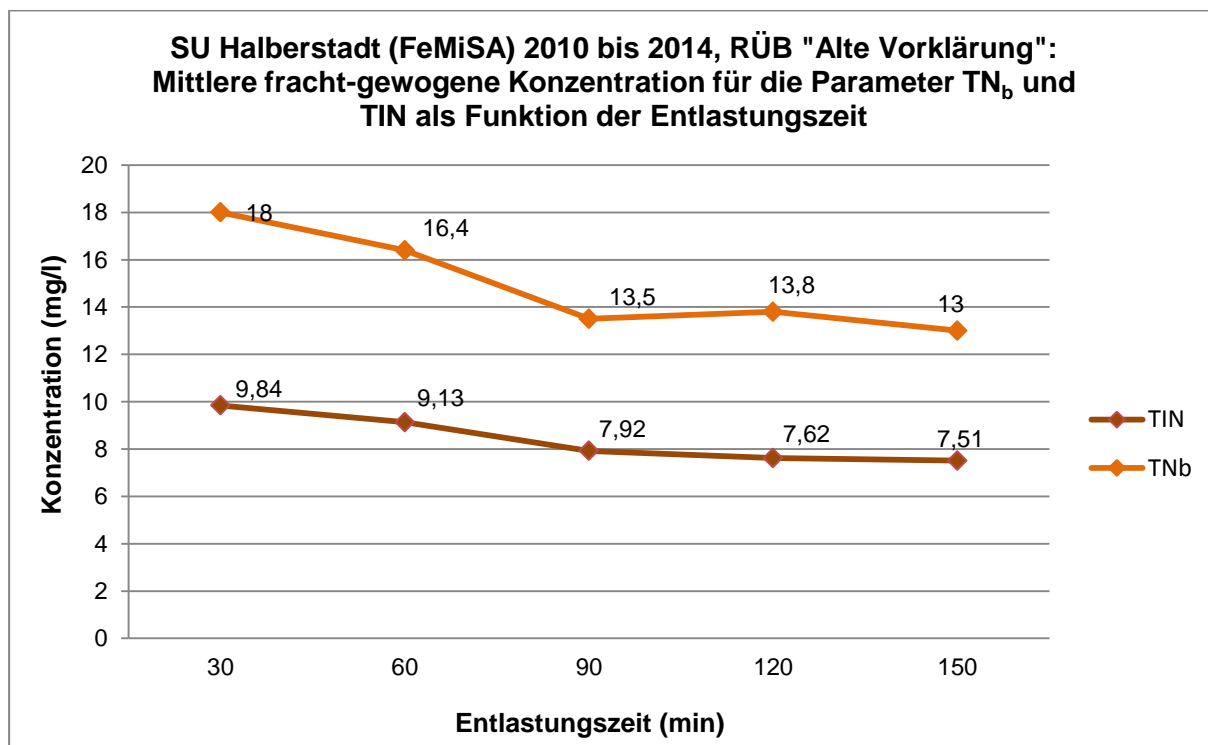


Abbildung 31

## Parameter AFS

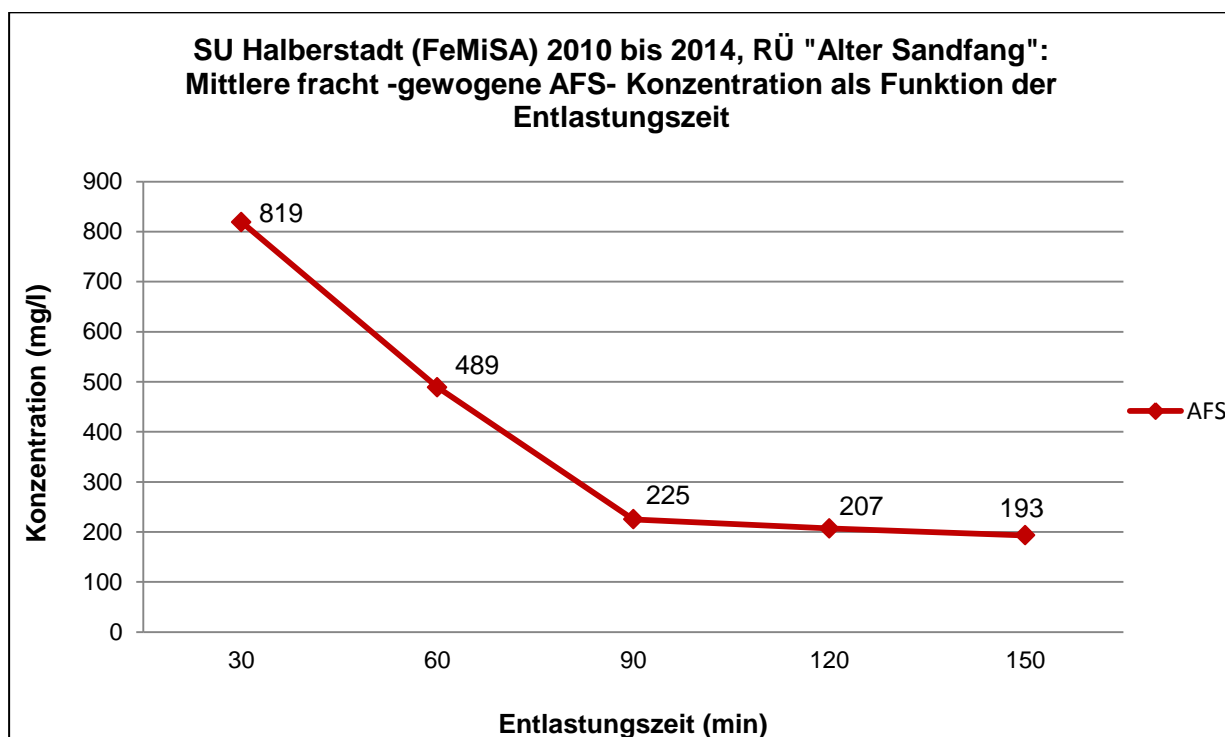


Abbildung 32

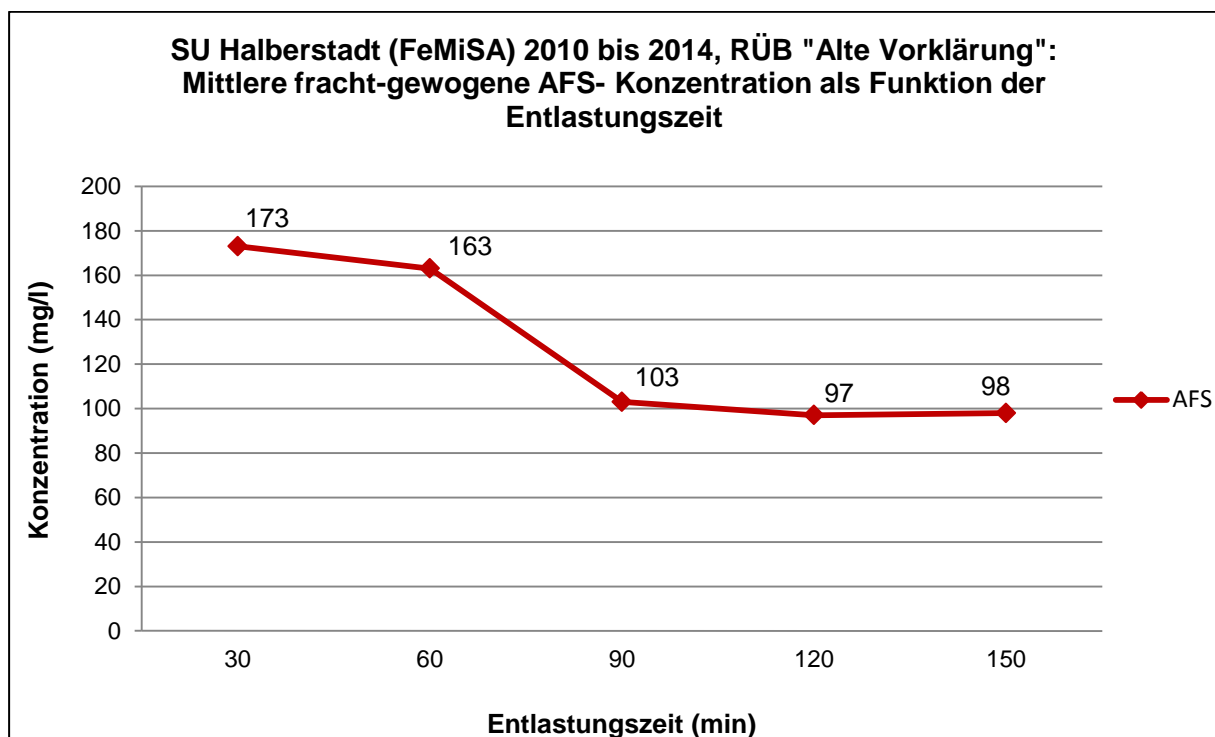


Abbildung 33

## Parameter Zink

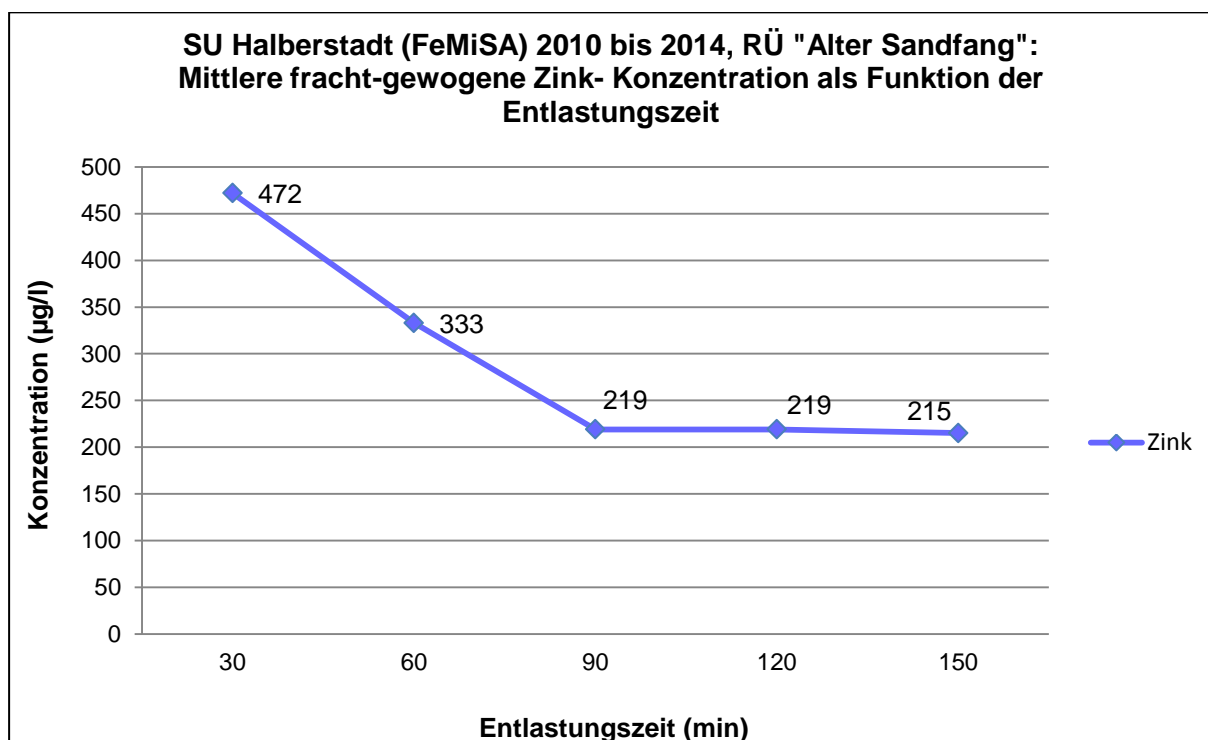


Abbildung 34

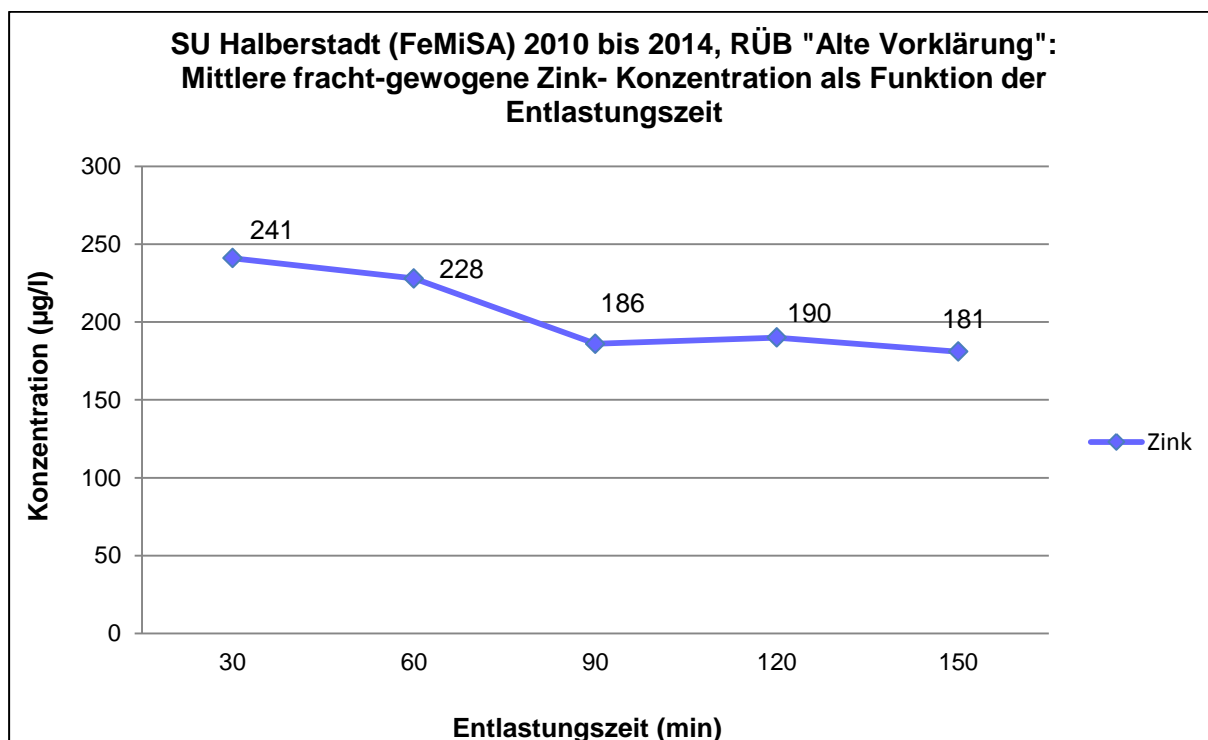


Abbildung 35



## Parameter Blei und Kupfer

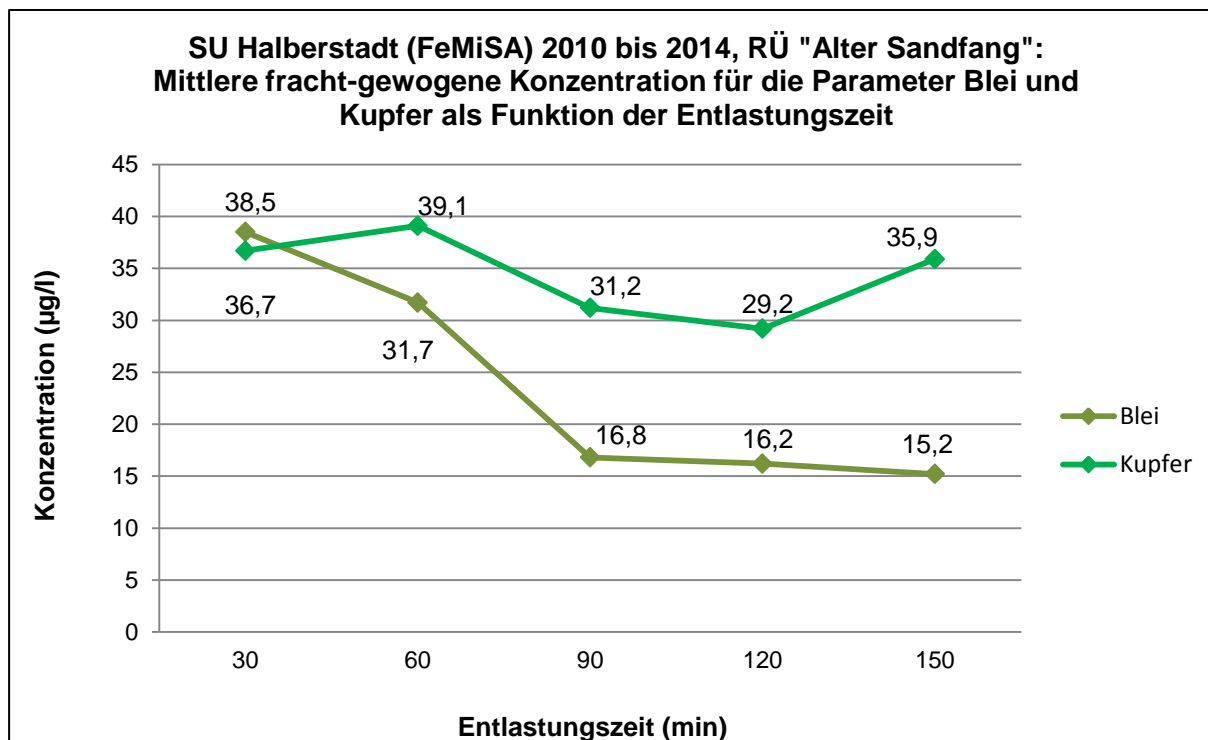


Abbildung 36

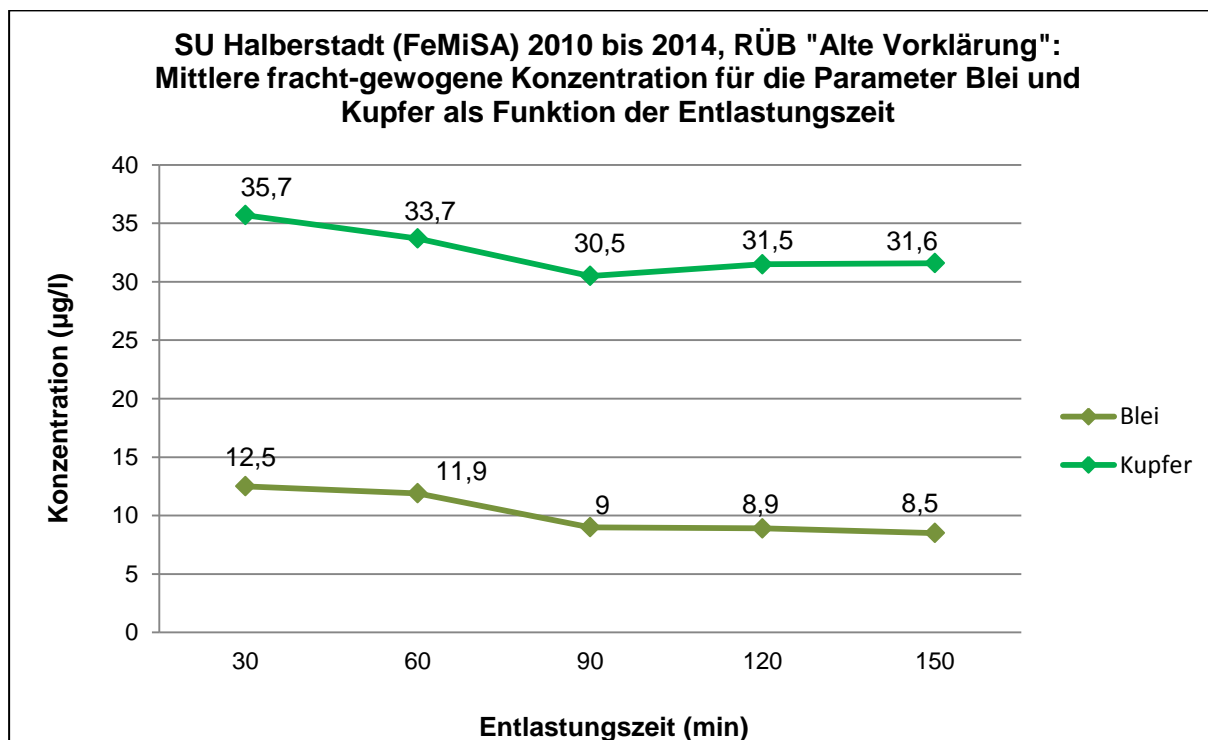


Abbildung 37

## Parameter Nickel und Chrom

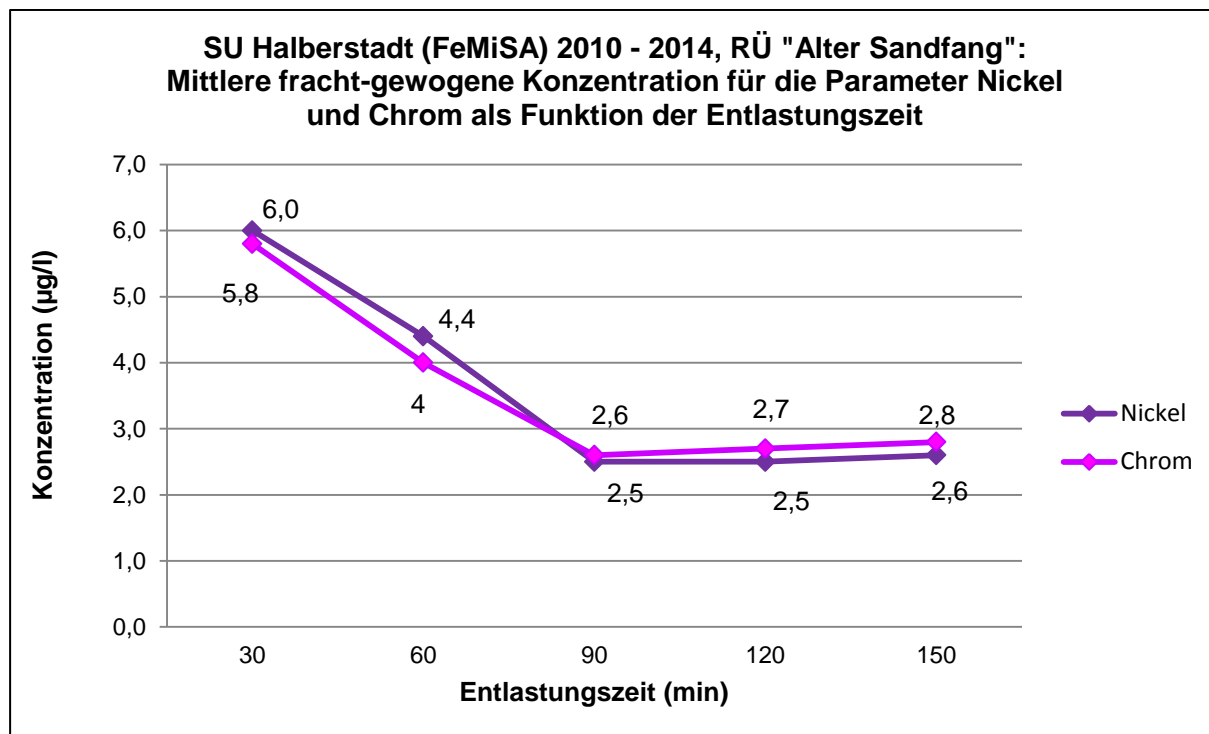


Abbildung 38

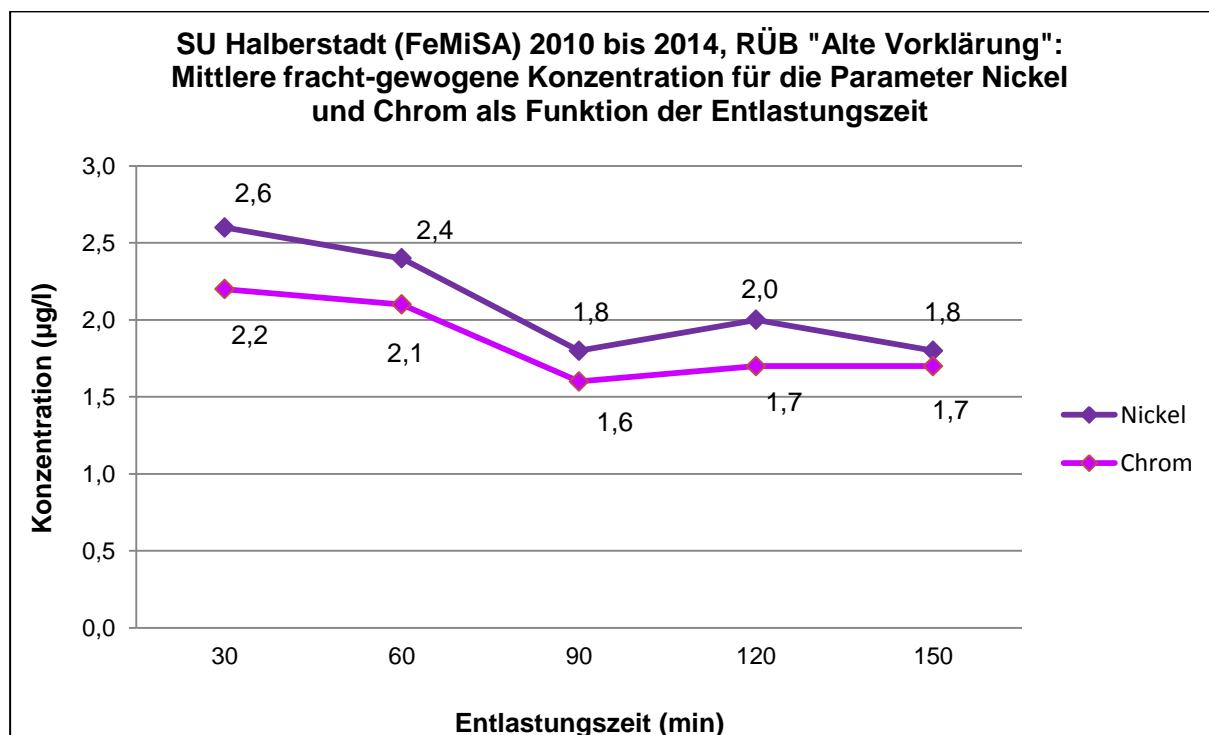


Abbildung 39

# Parameter Cadmium und Quecksilber

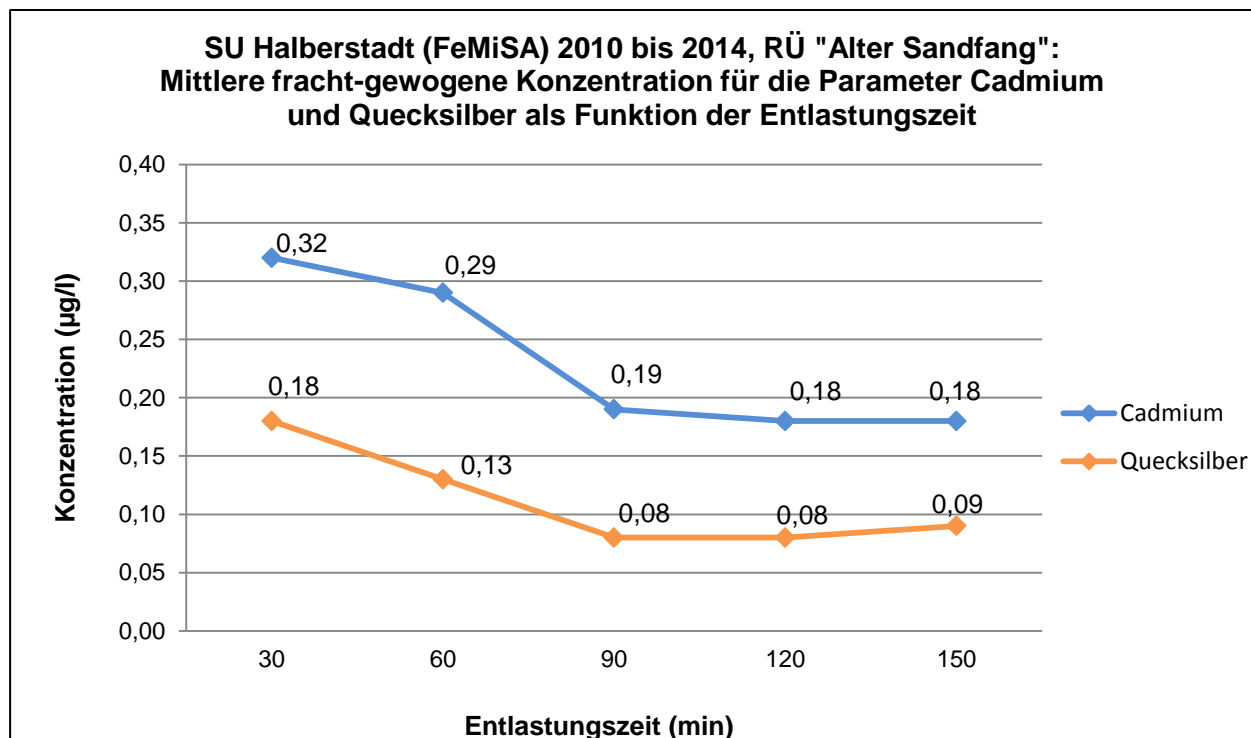


Abbildung 40

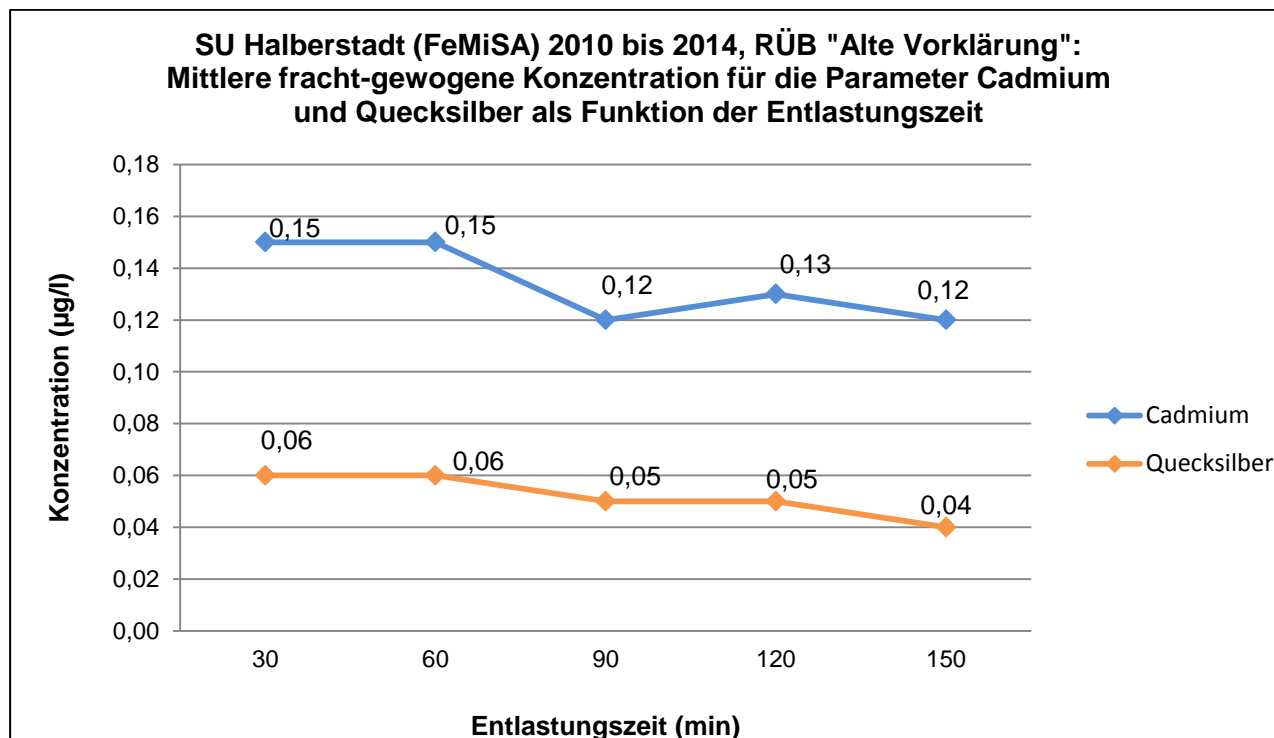


Abbildung 41

## 2 Teil 2 - Ermittlung des Schmutzfrachtpotentials befestigter Flächen für die Parameter CSB, Stickstoff und Phosphor

Im Rahmen eines fünfjährigen Sonderuntersuchungsprogramms (2010 – 2014) wurden sämtliche Entlastungen an den beiden Mischwasserentlastungsbauwerken im Einzugsgebiet der Kläranlage Halberstadt messtechnisch erfasst und beprobt. Zusammen mit den Ergebnissen der Eigenüberwachung der Kläranlage und mit Hilfe der Langzeitsimulation mit KOSIM war es möglich, das Entwässerungssystem hydraulisch und stofflich zu bilanzieren. Auf der Grundlage dieser Bilanzierung werden Schmutzfrachtpotentiale befestigter Flächen ( $SFP_{bf}$ ) für die Parameter CSB,  $TN_b$  und  $P_{ges}$  abgeleitet, die als Eingangsgrößen für KOSIM-Berechnungen geeignet sind. Diese werden den Schmutzfrachtpotentialen gegenübergestellt, die in Auswertung der Untersuchungsjahre 2010 – 2012 bereits abgeleitet wurden und denen, die im Ergebnis einer Literaturrecherche gefunden wurden /1, 3/.

Die wesentlichen Ergebnisse des Sonderuntersuchungsprogramms (2010 - 2014) sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Eine ausführliche Darstellung sämtlicher Messergebnisse beinhaltet Kapitel 1.

**Tabelle 2**

Ergebnisse des Sonderuntersuchungsprogramms FeMiSA Halberstadt (Auswertung 2010 - 2014)			
Parameter	Messergebnisse		Einheit
	Regenüberlauf (RÜ)	Regenüberlaufbecken (RÜB)	
mittlere Entlastungshäufigkeit	12	13	1/a
mittlere Entlastungsmenge	37.739	33.568	m³/a
mittlere Entlastungsfracht für:			
CSB	7.994	4.803	kg/a
TN <sub>b</sub>	432	469	
P <sub>ges</sub>	93	76	
mittlere Entlastungskonzentration (Fracht gewogen) für:			
CSB	211,8	143,1	mg/l
TN <sub>b</sub>	11,4	14,0	
P <sub>ges</sub>	2,5	2,3	

## 2.1 Ergebnisse der Eigenüberwachung der Kläranlage Halberstadt

Nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Eigenüberwachung zum Abwasserabfluss für den Untersuchungszeitraum 2010 - 2014 zusammen.

**Tabelle 3**

<b>Auswertung der Eigenüberwachungsdaten der Kläranlage Halberstadt (Auswertung 2010 - 2014)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Kurzzeichen</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Einheit</b>
mittlere Jahresabwassermenge	JAM	2.955.917	m <sup>3</sup> /a
mittlerer Tagesabfluss	$Q_{d,aM}$	8.094	m <sup>3</sup> /d
Fremdwasseranteil i. v. H. der JSM	FWA	21,5	%
Fremdwasserzuschlag	FWZ	27,4	
gesamter Abfluss bei Trockenwetter (793 TW-Tage)	/	5.628.206	m <sup>3</sup>
mittlerer Tagesabfluss bei Trockenwetter (Wetterschlüssel)	$Q_{t,d,aM (W)}$	7.097	m <sup>3</sup> /d
mittlerer Tagesabfluss bei Trockenwetter (Dichtemittel)	$Q_{t,d,aM (D)}$	7.025	
mittlere Jahresschmutzwassermenge (Dichtemittel)	$Q_{KA,Z,TW}$	2.565.530	m <sup>3</sup> /a
mittlerer Schmutzwasserabfluss (Dichtemittel)	$Q_{S,d,aM}$	5.515	m <sup>3</sup> /d

Für die Bilanz wurde der mittlere Tagesabfluss bei Trockenwetter (Dichtemittel) verwendet. Das Dichtemittel entspricht dem Abfluss zur Kläranlage, welcher mit der größten Häufigkeit auftritt (Abb. 42).

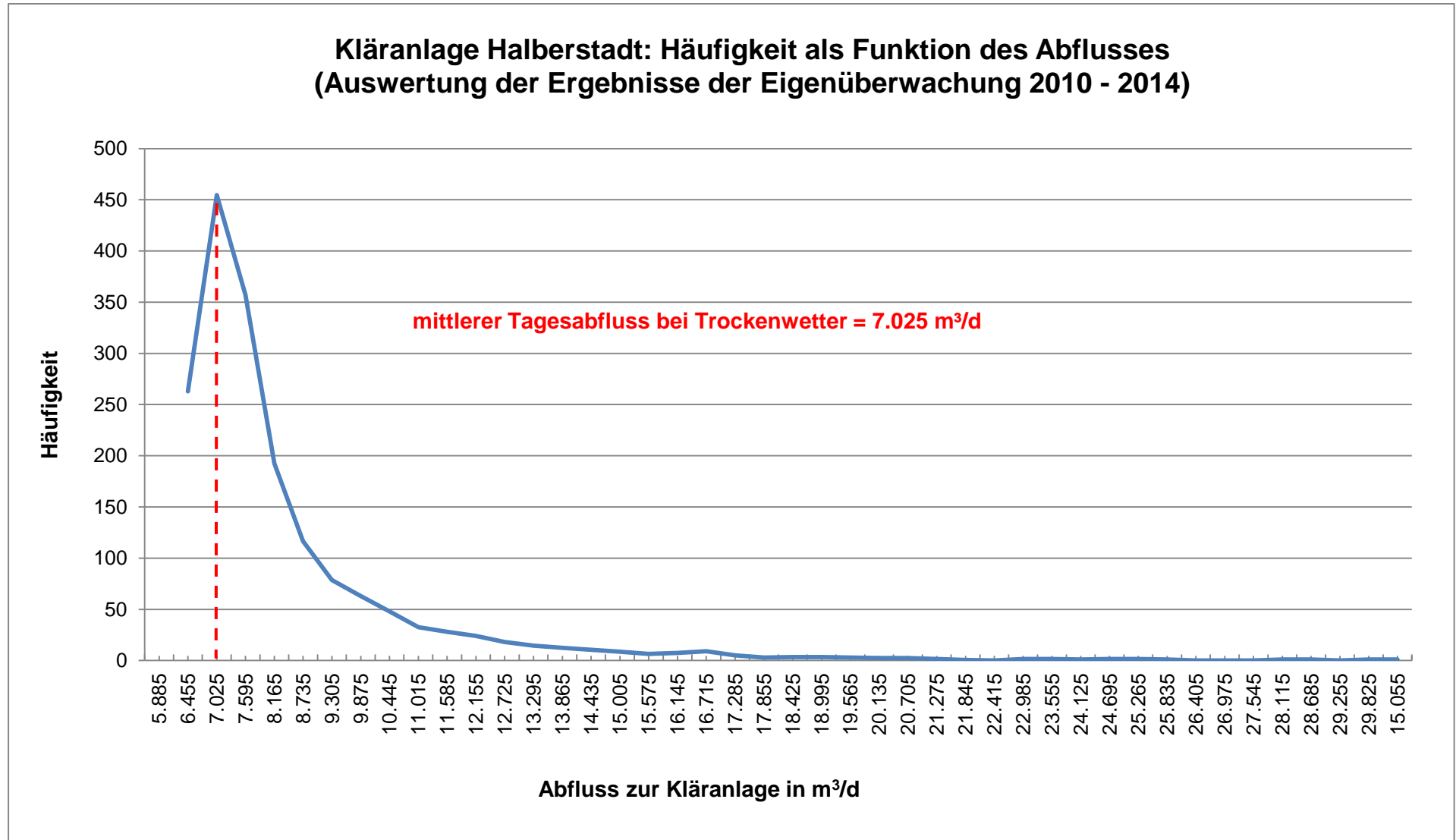


Abbildung 42

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die stoffliche Belastung der Kläranlage Halberstadt für den Untersuchungszeitraum 2010 - 2014. Die mittleren Konzentrationen im Trockenwetterabfluss sind aus der mittleren Tagesfracht bei Trockenwetter und dem mittleren Tagesabfluss bei Trockenwetter (Dichtemittel) berechnet.

**Tabelle 4**

Auswertung der Eigenüberwachungsdaten der Kläranlage Halberstadt (Auswertung 2010 – 2014)		
Parameter	Ergebnis	Einheit
mittlere Konzentrationen im Trockenwetterabfluss		
CSB	645	mg/l
BSB <sub>5</sub>	323	
TN <sub>b</sub>	82	
P <sub>ges</sub>	10	
mittlere Tagesfrachten im Trockenwetterabfluss		
CSB	4.533	kg/d
BSB <sub>5</sub>	2.268	
TN <sub>b</sub>	577	
P <sub>ges</sub>	70	
mittlere jährliche Fracht im Trockenwetterabfluss zur Kläranlage		
CSB	1.655.415	kg/a
BSB <sub>5</sub>	828.274	
TN <sub>b</sub>	210.538	
P <sub>ges</sub>	25.637	

Der Anschlusswert der Kläranlage ist als 85. Perzentilwert der CSB-Zulauf fracht bei Trockenwetter ermittelt und beträgt 45.000 E (Anlage I).

Tabelle 5 beinhaltet alle wesentlichen Eingangsgrößen, die aus den Eigenüberwachungsergebnissen der Kläranlage Halberstadt abgeleitet und im KOSIM- Modell-Projekt übernommen wurden.

**Tabelle 5**

Zusammenfassung der Ergebnisse der Eigenüberwachung / Eingangsgrößen für das KOSIM-Modell-Projekt Halberstadt (Auswertung 2010 – 2014)			
Parameter	Kurzzeichen	Ergebnis	Einheit
Fremdwasserzuschlag	FWZ (in KOSIM $Q_{F,Prz}$ )	27,4	%
Anschlusswert Kläranlage	$EW_{ang}$	45.000	E
einwohnerspezifische Zulaufkraft (mittlere Tagesfracht bei TW / Anschlusswert) für:			
CSB		100,7	g/(E*d)
$TN_b$		12,8	
$P_{ges}$		1,56	
einwohnerspezifischer Wasserverbrauch (entspricht $Q_{S,d,aM}$ ) für:			
Stadtgebiet (39.456 E)	wd	126	l/(E*d)
Umlandgemeinde (5.544 E)	wd	100	

Die einwohnerspezifische Zulaufkraft (in KOSIM als Trockenwetterverschmutzung einzugeben) ist als Quotient aus der mittleren Tagesfracht bei Trockenwetter und einem Anschlusswert von 45.000 E ermittelt worden. Der einwohnerspezifische Wasserverbrauch ist anhand von Durchflussmessergebnissen an Pumpwerken und vom Zulauf zur Kläranlage differenziert für das Stadtgebiet und die Umlandgemeinden ermittelt worden.

Eine Änderung im KOSIM-Modell-Projekt wurde am Regenüberlauf „Alter Sandfang“ vorgenommen. Die Auswertung der Entlastungsereignisse (2010 – 2012) hatte gezeigt, dass sich zu Beginn von Starkregenereignissen der Rechen auf der Kläranlage teilweise zusetzt und zeitweise als zusätzliches Drosselorgan wirkt. Die gemessenen Entlastungsabflüsse konnten seinerzeit mit der KOSIM- Simulation erst bei einem Drosselabfluss in Höhe von 625 l/s erreicht werden. Da dieses technische Problem auf der Kläranlage Halberstadt zwischenzeitlich behoben wurde, ist im aktuellen KOSIM-Projekt der Bemessungswert von 833 l/s als Drosselabfluss für den RÜ „Alter Sandfang“ eingesetzt.



## 2.2 Bilanzierung des Entwässerungssystems Halberstadt

Unter Zugrundelegung der Messergebnisse des Sonderuntersuchungsprogramms an den beiden Mischwasserentlastungsbauwerken und den Ergebnissen der Eigenüberwachung, wurde das Entwässerungssystem Kanalnetz - Kläranlage Halberstadt hydraulisch und stofflich bilanziert.

Grundlage der Bilanzen sind die gemessenen mittleren Jahresabflüsse bzw. Jahresfrachten in den Entlastungskanälen der Mischwasserbauwerke und im Zulauf / Ablauf der Kläranlage (Abb. 43).

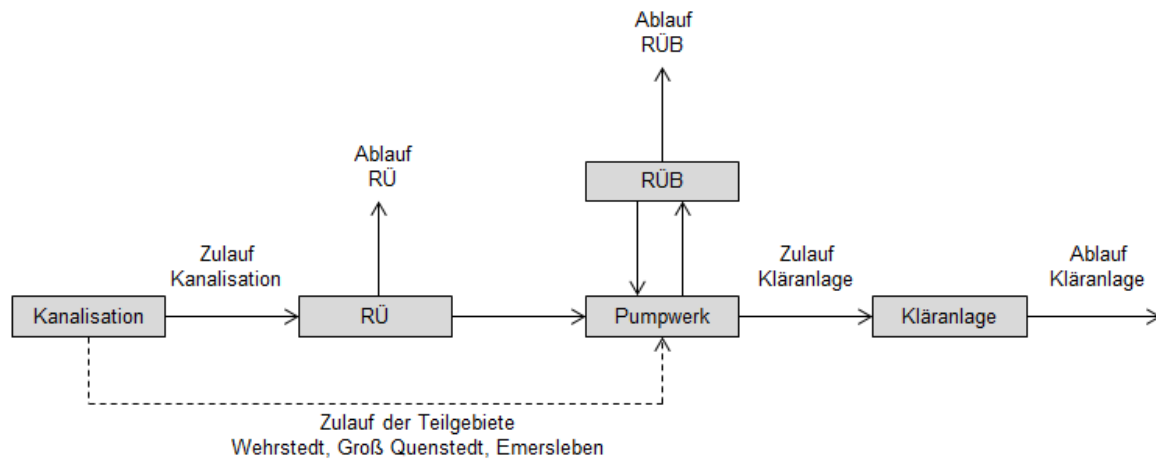


Abbildung 43

### Hydraulische Bilanz

Das Entwässerungssystem wurde bereits bei der Auswertung der Untersuchungsjahre 2010 - 2012 bilanziert /1/. Daher wurden lediglich die Messwerte der Untersuchungsjahre 2013 und 2014 in die Bilanz eingepflegt. Die an das Mischsystem angeschlossene befestigte Fläche wurde unter Zugrundelegung des Standardparametersatzes Sachsen-Anhalt solange variiert, bis hinsichtlich der Zielgrößen

- Gesamtabfluss ( $Q_{KN}$ ) und
- niederschlagsbedingter Fremdwasserabfluss ( $Q_{KN,FW(TS)}$ )

eine ausreichende Übereinstimmung zwischen den bilanzierten Werten und den mit KOSIM simulierten Werten vorlag (Tab. 6, Anlage II).

Für die Langzeitsimulation wurde anders als bei der Auswertung 2010 - 2012 nicht die dreijährige Regenreihe Sargstedt, sondern eine zehnjährige Modellregenreihe des Deutschen Wetterdienstes verwendet (NIKOSA 2012). Die mittlere Jahresniederschlagshöhe hat sich dadurch von 581,1 mm/a auf 548 mm/a verringert.

**Tabelle 6**

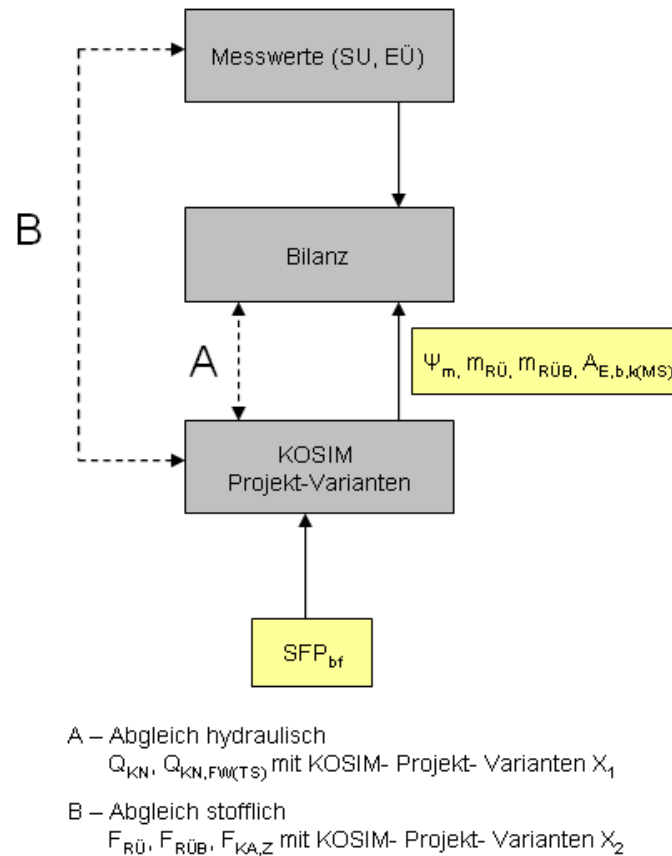
<b>Abgleich der Ergebnisse der hydraulischen Bilanz (Anlage II) mit den Ergebnissen der KOSIM-Projekt-Variante 1.1 (Auswertung 2010 – 2014)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Kurz- zeichen</b>	<b>Ergebnis</b>	
		<b>Bilanz (Anlage II)</b>	<b>KOSIM (Variante 1.1)</b>
		<b>m<sup>3</sup>/a</b>	
Gesamtabfluss aus der Kanalisation	$Q_{KN}$	3.027.224	3.033.412
niederschlagsbedingter Fremdwasserabfluss aus der Kanalisation (SW-Kanal des TS)	$Q_{KN,FW(TS)}$	46.160	51.356

### **Stoffliche Bilanz**

Die stoffliche Bilanz für die Verschmutzungsparameter CSB,  $TN_b$  und  $P_{ges}$  wurde auf Grundlage der hydraulischen Bilanz erstellt (Anlage III). Zugrunde gelegt wurden die Frachten, die im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogramms (Mischwasserbauwerke) und der Eigenüberwachung (Zulauf / Ab-  
lauf Kläranlage) im Zeitraum 2010 – 2014 ermittelt wurden.

## 2.3 Ergebnisse der Schmutzfrachtsimulation

In Abb. 44 ist die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ableitung der Schmutzfrachtpotentiale befestigter Flächen dargestellt.



**Abbildung 44**

Nach dem hydraulischen Abgleich (A) von Bilanz und Simulationsergebnis in der KOSIM- Projekt-Variante 1.1 ist ein stofflicher Abgleich (B) hinsichtlich der Zielgrößen

- Entlastungsfracht Regenüberlauf ( $F_{RÜ}$ )
- Entlastungsfracht Regenüberlaufbecken ( $F_{RÜB}$ )
- Fracht im Zulauf der Kläranlage ( $F_{KA,Z}$ )

vorgenommen worden.

### Verwendung von Literaturwerten für die Schmutzfrachtpotentiale

Analog der Auswertung der Untersuchungsjahre 2010 – 2012 wurden für den ersten Berechnungsschritt in der KOSIM-Projekt-Variante 1.1 Schmutzfrachtpotentiale ( $SFP_{bf}$ ) in folgender Höhe verwendet:

$$CSB = 500 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$$

$$TN_b = 20 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$$

$$P_{ges} = 5 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$$

Gemäß Erlass des MLU vom 23.05.2013 /2/ ist mit einem vorgegebenen Schmutzfrachtpotential von 500 kg CSB pro Hektar befestigter Fläche und Jahr die zulässige Entlastungsfracht von maximal 250 kg CSB  $/ (ha_{A,bef} \cdot a)$  in Gewässer nachzuweisen. Die Werte für  $TN_b$  und  $P_{ges}$  sind abgeleitet aus den in NRW geltenden Referenzkonzentrationen für  $N_{ges}$  und  $P_{ges}$  im Niederschlagswasserabfluss (Essener Tagung 2005) und einer mittleren effektiven Jahresniederschlagshöhe von 500 mm.

Das Ergebnis zeigt deutlich, dass diese  $SFP_{bf}$  nicht ausreichen, um mit KOSIM-Simulationen die tatsächlich gemessenen bzw. ermittelten Frachten zu beschreiben (Tab. 7).

**Tabelle 7**

<b>Vergleich der Bilanzierungs- bzw. Messergebnisse (Anlage III) mit den Simulationsergebnissen der KOSIM-Projekt-Variante 1.1 (Auswertung 2010 – 2014)</b>							
<b>Parameter</b>	<b><math>SFP_{bf}</math></b>	<b>Entlastungsfracht RÜ</b>		<b>Entlastungsfracht RÜB</b>		<b>Entlastungsfracht Summe</b>	
		<b>Bilanz (Anlage III)</b>	<b>Simulation (Variante 1.1)</b>	<b>Bilanz (Anlage III)</b>	<b>Simulation (Variante 1.1)</b>	<b>Bilanz (Anlage III)</b>	<b>Simulation (Variante 1.1)</b>
	<b>kg/(<math>ha_{A,bef} \cdot a</math>)</b>	<b>kg/a</b>					
CSB	500	7.994	4.953	4.803	5.266	12.797	10.219
$TN_b$	20	432	265	469	345	901	610
$P_{ges}$	5	93	54	76	62	169	116

Im zweiten Berechnungsschritt wurden in der KOSIM-Projekt-Variante 1.2 Werte für das Schmutzfrachtpotential verwendet, die mit Hilfe der stofflichen Bilanz als Quotient aus Niederschlagswasserfracht (Mischsystem) und der an das Mischsystem angeschlossenen befestigten Flächen zurückgerechnet wurden (Anlage III, Tab. 8 Spalte 3).

$$SFP_{bf} = F_{KN,NW(MS)} / A_{E,b,k(MS)}$$

$$SFP_{bf} = 625 \text{ kg CSB} / (ha_{A,bef} \cdot a)$$

Jedoch zeigte das Simulationsergebnis auch hier keine ausreichende Übereinstimmung mit den aus Messwerten ermittelten Frachten. Daher wurden in einem dritten Berechnungsschritt die Schmutzfrachtpotentiale verändert (Spalte 4), sodass eine ausreichende Übereinstimmung zwischen bilanzierten und simulierten Frachten erreicht wurde (Tab. 9).

**Tabelle 8**

<b>Schmutzfrachtpotentiale für die Parameter CSB, TN<sub>b</sub> und P<sub>ges</sub> - Variante 1 (Auswertung 2010 – 2014)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> Literatur</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> Bilanzierung (Anlage III)</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> KOSIM (Variante 1.2)</b>
	kg/(ha <sub>A,bef</sub> ·a)		
1	2	3	4
CSB	500	625	640
TN <sub>b</sub>	20	24	30
P <sub>ges</sub>	5	10	9,2

**Tabelle 9**

<b>Abgleich der Bilanzierungs- bzw. Messergebnisse (Anlage III) mit den Simulationsergebnissen der KOSIM-Projekt-Variante 1.2 (Auswertung 2010 – 2014)</b>					
<b>Parameter</b>		<b>Trocken- wetter- fracht Zulauf KA</b>	<b>Niederschlags- wasserfracht Zulauf KA</b>	<b>Entlastungs- fracht (RÜ + RÜB)</b>	<b>Gesamtfracht Zulauf der KA</b>
		kg/a			
CSB	Bilanz (Anlage III)	1.655.415	76.447	12.797	1.731.862
	Simulation (Variante 1.2)	1.659.829	80.000	12.442	1.737.386
TN <sub>b</sub>	Bilanz (Anlage III)	210.538	2.999	901	213.537
	Simulation (Variante 1.2)	213.649	3.750	773	217.087
P <sub>ges</sub>	Bilanz (Anlage III)	25.637	1.272	169	26.909
	Simulation (Variante 1.2)	25.710	1.150	182	26.913

#### **Variation zum Einfluss der Abflusskonzentration (Standardparameter)**

Um die in Variante 1 mit dem Standardparametersatz LSA ( $\Psi_e = 0,85$ ) abgeleitete angeschlossene befestigte Fläche im Mischsystem in Höhe von 125 ha zu verifizieren, wurde eine zusätzliche KOSIM-Simulation unter Zugrundelegung des Standardparametersatzes ATV- A 128 ( $\Psi_e = 1$ ) durchgeführt.

Aufgrund des im Vergleich zu Variante 1 höheren mittleren Abflussbeiwertes, verringert sich in der hydraulischen Bilanz die am Mischsystem angeschlossene befestigte Fläche von 125 ha auf 110 ha (Anlage IV). Diese Fläche wurde iterativ, analog der Vorgehensweise in Variante 1 ermittelt. Danach wurde der stoffliche Abgleich unter Verwendung von Schmutzfrachtpotentialen aus Literatur und denen, die mithilfe der Bilanz (Anlage V) abgeleitet wurden (Tab. 10 Spalte 3), vorgenommen. Jedoch konnte auch mit diesen Werten nicht die tatsächliche gemessene Schmutzfracht abgebildet werden. Deshalb war auch hier eine iterative Erhöhung der Schmutzfrachtpotentiale für alle drei Parameter erforderlich (Tab. 10 Spalte 4).

Da der tatsächliche Endabflussbeiwert zwischen 0,85 und 1 liegen dürfte, nimmt die tatsächlich angeschlossene befestigte Fläche einen Wert in Höhe von 110 bis 125 ha ein. Demzufolge bewegen sich die Werte für die Schmutzfrachtpotentiale in einem Bereich zwischen den Varianten 1.2 und 2.2.

Tabelle 10

<b>Schmutzfrachtpotentiale für die Parameter CSB, TN<sub>b</sub> und P<sub>ges</sub> - Variante 2 (Auswertung 2010 – 2014)</b>			
<b>Parameter</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> Literatur</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> Bilanzierung (Anlage V)</b>	<b>SFP<sub>bf</sub> KOSIM (Variante 2.2)</b>
	<b>kg/(ha<sub>A,bef</sub>*a)</b>		
1	2	3	4
CSB	500	686	670
TN <sub>b</sub>	20	26	32
P <sub>ges</sub>	5	11	9,2

Tabelle 11 zeigt die Übereinstimmung der Bilanzierung (Anlage V) mit den Simulationsergebnissen der Variante 2.2.

Tabelle 11

<b>Abgleich der Bilanzierungs- bzw. Messergebnisse (Anlage V) mit den Simulationsergebnissen der KOSIM-Projekt-Variante 2.2 (Auswertung 2010 – 2014)</b>					
<b>Parameter</b>		<b>Trockenwetter- fracht Zulauf KA</b>	<b>Niederschlags- wasserfracht Zulauf KA</b>	<b>Entlastungs- fracht (RÜ + RÜB)</b>	<b>Gesamtfracht Zulauf der KA</b>
		<b>kg/a</b>			
CSB	Bilanz (Anlage V)	1.655.415	76.447	12.797	1.731.862
	Simulation (Variante 2.2)	1.659.829	73.700	12.737	1.730.948
TN <sub>b</sub>	Bilanz (Anlage V)	210.538	2.999	901	213.537
	Simulation (Variante 2.2)	213.649	3.520	809	216.837
P <sub>ges</sub>	Bilanz (Anlage V)	25.637	1.272	169	26.909
	Simulation (Variante 2.2)	25.710	1.012	179	26.773



## 2.4 Zusammenfassung

In den folgenden Abbildungen 45 - 47 sind die Schmutzfrachtpotentiale dargestellt, die in der Zwischenauswertung der Untersuchungsjahre 2010 – 2012 sowie der Endauswertung 2010 – 2014 im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogramms abgeleitet wurden.

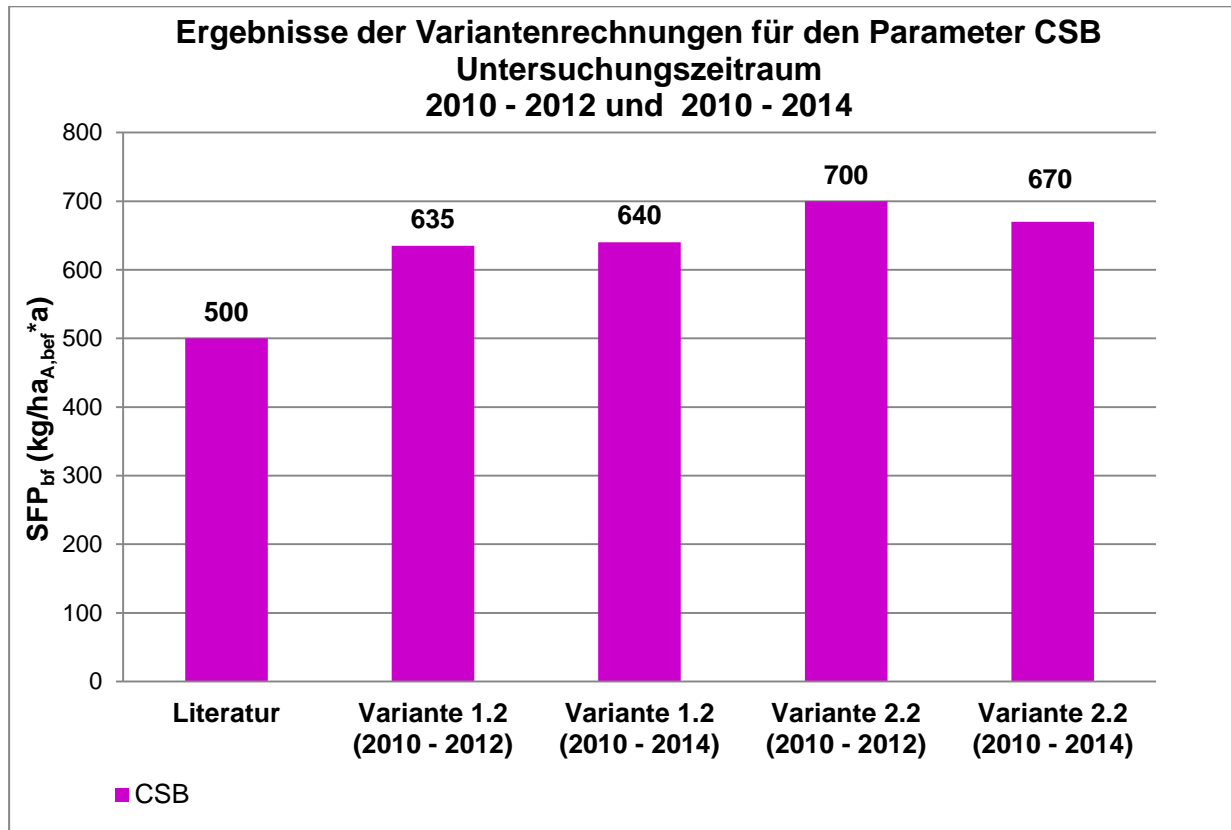


Abbildung 45

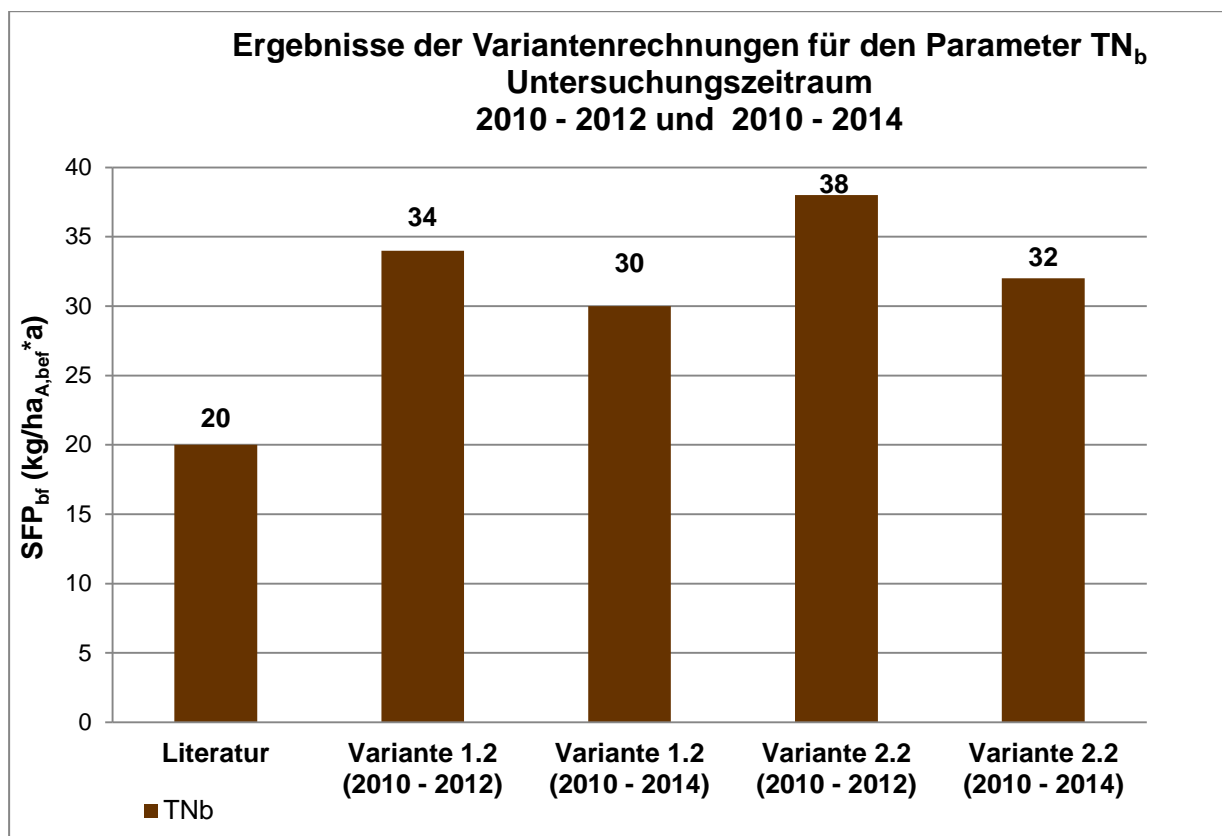


Abbildung 46

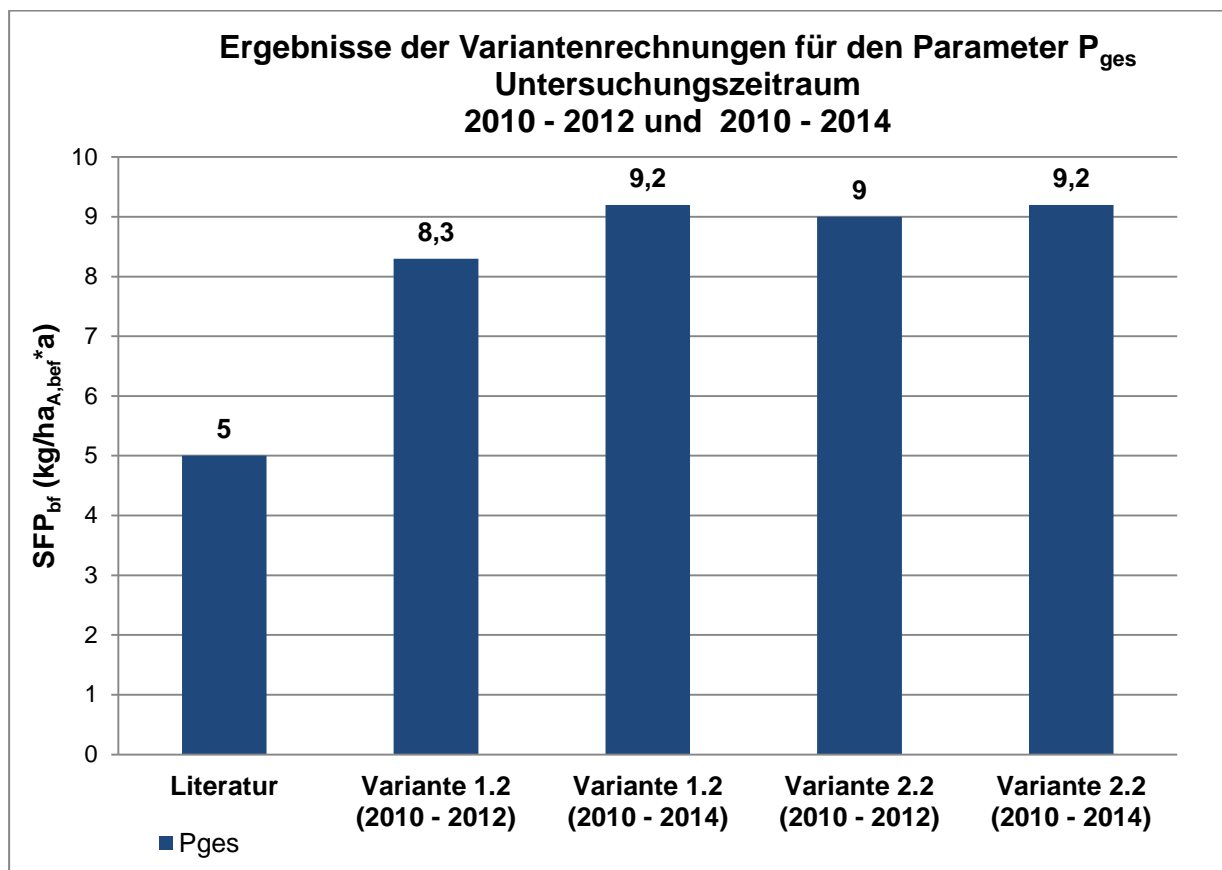


Abbildung 47

Die Schmutzfrachtpotentiale, die mit der KOSIM-Projekt-Variante 1.2 unter Verwendung des Standardparametersatzes für Sachsen-Anhalt abgeleitet wurden, sind geeignet, die Messergebnisse der fünfjährigen Sonderuntersuchung in Halberstadt widerzuspiegeln. Um bei einem höheren mittleren Abflussbeiwert (Standardparametersatz ATV - A 128, Variante 2.2) die gemessenen Frachten bei ansonsten gleichen Verhältnissen zu erreichen, mussten mit Ausnahme von  $P_{ges}$  etwas höhere Schmutzfrachtpotentiale angesetzt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die bisher abgeleiteten Schmutzfrachtpotentiale /1/ in ihrer Größenordnung bestätigen.

## 2.5 Empfehlung von Schmutzfrachtpotentialen und Ausblick

In Auswertung der Messergebnisse des Zeitraumes 2010 – 2014 bzw. im Ergebnis der Variantenrechnungen 1.2 und 2.2. kann geschlussfolgert werden, dass in Simulationsrechnungen mit KOSIM folgende Schmutzfrachtpotentiale verwendet werden sollten.

### Standardparametersatz Sachsen-Anhalt

- CSB: 640 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)
- TN<sub>b</sub>: 30 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)
- P<sub>ges</sub>: 9,2 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)

### Standardparametersatz ATV – A 128

- CSB: 670 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)
- TN<sub>b</sub>: 32 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)
- P<sub>ges</sub>: 9,2 kg/(ha<sub>A,bef</sub>\*a)

Inwieweit die gegenüber den Literaturwerten höheren Schmutzfrachtpotentiale auf den Flächenabtrag oder auf die Remobilisierung von Kanalablagerungen zurückzuführen sind, kann nicht abschließend eingeschätzt werden. Hierzu bedarf es weiterer Untersuchungsergebnisse.

Sollte sich herausstellen, dass die Kanalablagerungen eine wesentliche Ursache für die höheren Schmutzfrachtpotentiale sind, sollten SFP<sub>bf</sub> in Abhängigkeit vom Geländeprofil bzw. der Relevanz von Kanalablagerungen gewählt werden. Da bei der Langzeitsimulation mit KOSIM Kanalablagerungen bisher nicht berücksichtigt werden können, sollte deren Wirkung in den einzugebenden Schmutzfrachtpotentialen enthalten sein.

Diese Schmutzfrachtpotentiale stellen allerdings nur dann eine verlässliche Eingangsgröße in Langzeitsimulationen dar, wenn das KOSIM-Projekt mit Daten aus der Eigenüberwachung der Kläranlage hinsichtlich Trockenwetterabfluss und – fracht verifiziert ist. Denn dann kann davon ausgegangen werden, dass auch die Fracht, welche mit dem Niederschlagswasserabfluss transportiert wird, realitätsnah abgebildet wird. Um Frachten aus Ablagerungen in Regenwasserkanälen zuverlässiger quantifizieren zu können bzw. daraus Schmutzfrachtpotentiale abzuleiten, sollen Messergebnisse dienen, die derzeit im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogramms „FeReSA – Frachtemission Regenwasser Sachsen-Anhalt“ aus einem urbanen Regenwasserkanal in Wernigerode erhoben werden.

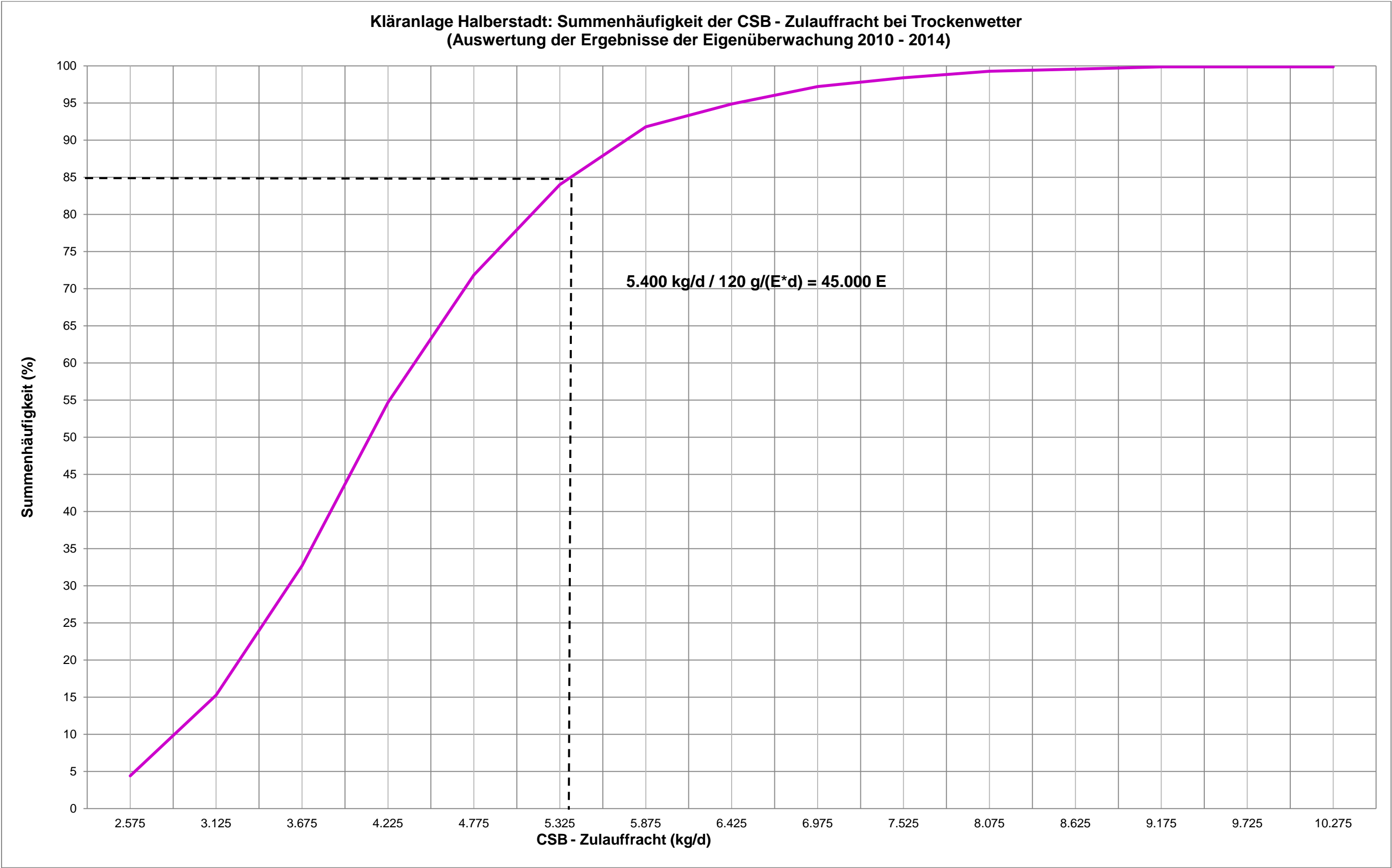
## Quellen

- /1/ LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2013):  
Ermittlung des Schmutzfrachtpotentials befestigter Flächen für die Parameter Stickstoff und Phosphor als Grundlage für die Langzeitsimulation von Entlastungsfrachten aus Mischwasserkanalisationen (F. Fuß, Masterarbeit Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2013)
  
- /2/ MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN- ANHALT (RdErl. vom 23.05.2013):  
Gewässerbenutzungen durch das Einleiten von Niederschlagswasser aus einem Regenwasser- oder Mischwasserkanal
  
- /3/ LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2014):  
Schmutzfrachtnachweis für Mischwasserkanalisationen (Fachinformation Nr. 1/2014)

## Anlagen

- Anlage I Ermittlung des 85. Perzentilwertes für den Parameter CSB
  
- Anlage II Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 1  
(Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)
  
- Anlage III Stoffliche Bilanz für die Parameter CSB,  $TN_b$  und  $P_{ges}$   
(Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)
  
- Anlage IV Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 2  
(Standardparametersatz ATV- A 128)
  
- Anlage V Stoffliche Bilanz für die Parameter CSB,  $TN_b$  und  $P_{ges}$   
(Standardparametersatz ATV- A 128)

Anlage I      Ermittlung des 85. Perzentilwertes für den Parameter CSB



Anlage II     Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 1 (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)

Hydraulische Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt (iterativ)												
Jahresmittelwerte [m³/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Abflusskomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterabfluss	Q <sub>EZG,TW</sub>	2.569.927	Q <sub>KN,TW</sub>	2.569.927	Q <sub>RÜ,TW</sub>	1.528	Q <sub>RÜB,TW</sub>	2.869	Q <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>6)</sup>	2.565.530	Q <sub>KA,A,TW</sub> <sup>6)</sup>	2.565.530
Schmutzwasserabfluss	Q <sub>EZG,SW</sub>	2.017.393	Q <sub>KN,SW</sub>	2.017.393	Q <sub>RÜ,SW</sub>	1.199	Q <sub>RÜB,SW</sub>	2.252	Q <sub>KA,Z,SW</sub> <sup>5)</sup>	2.013.941	Q <sub>KA,A,SW</sub> <sup>5)</sup>	2.013.941
Fremdwasser (MS+TS) <sup>1)</sup>	Q <sub>EZG,FW</sub>	552.534	Q <sub>KN,FW</sub>	552.534	Q <sub>RÜ,FW</sub>	328	Q <sub>RÜB,FW</sub>	617	Q <sub>KA,Z,FW</sub> <sup>5)</sup>	551.589	Q <sub>KA,A,FW</sub> <sup>5)</sup>	551.589
Fremdwasser (TS)	Q <sub>EZG,FW(TS)</sub>	46.160	Q <sub>KN,FW(TS)</sub>	46.160	Q <sub>RÜ,FW(TS)</sub>	1.765	Q <sub>RÜB,FW(TS)</sub>	3.315	Q <sub>KA,Z,FW(TS)</sub> <sup>2)</sup>	41.080	Q <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	41.080
Niederschlagswasser (MS)	Q <sub>EZG,NW</sub>	411.137	Q <sub>KN,NW</sub>		Q <sub>RÜ,NW</sub>		Q <sub>RÜB,NW</sub>		Q <sub>KA,Z,NW</sub> <sup>5)</sup>		Q <sub>KA,A,NW</sub> <sup>5)</sup>	
am MS angeschl. bef. Fläche in ha <sup>3)</sup>	A <sub>E,b,k(MS)</sub>	125										
Gesamtabfluss	Q <sub>EZG</sub>	3.027.224	Q <sub>KN</sub>	3.027.224	Q <sub>RÜ</sub> <sup>4)</sup>	37.739	Q <sub>RÜB</sub> <sup>4)</sup>	33.568	JAM <sup>5)</sup>	2.955.917	JAM <sup>5)</sup>	2.955.917
Schmutzwasserabfluss (MS)	Q <sub>EZG,SW(MS)</sub>	829.731	Q <sub>KN,SW(MS)</sub>	829.731	Q <sub>RÜ,SW(MS)</sub>	493	Q <sub>RÜB,SW(MS)</sub>	926	Q <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	828.312	Q <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	828.312
Schmutzwasserabfluss (TS)	Q <sub>EZG,SW(TS)</sub>	1.187.661	Q <sub>KN,SW(TS)</sub>	1.187.661	Q <sub>RÜ,SW(TS)</sub>	706	Q <sub>RÜB,SW(TS)</sub>	1.326	Q <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	1.185.629	Q <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	1.185.629

- 1) Der gemessene FWA im Zeitraum 2010 bis 2014 beträgt 21,5 % bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge
- 2) Als Differenz aus Gesamtabfluss und Summe aus Trockenwetterabfluss und Niederschlagswasserabfluss (MS)
- 3) iterativ ermittelt
- 4) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 5) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt
- 6) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Dichtemittel)

Ansätze:

Fremdwasseranteil (FWA) in %:	21,5 (Messwertauswertung EÜ, Mittelwert 2010 – 2014, Nachtminima)
Abwasserlast EZG in E:	45.000 (85. Perzentilwert der bei Trockenwetter ermittelten Zulauffrachten zur KA)
Abwasserlast MS in E:	18.508 (Einzugsgebietsdaten)
Anteil der Abwasserlast MS in %:	41 (Anteil der gesamten Abwasserlast aus Einzugsgebietsdaten)
befestigte Fläche am MS (A <sub>E,b,k(MS)</sub> ) in ha:	125 (Fläche in KOSIM-Variante 1.1 variiert bis Q <sub>KN</sub> und Q <sub>KN,FW(TS)</sub> in Bilanz mit Simulationsergebnis übereinstimmen)
mittlere Jahresniederschlagshöhe h <sub>Na</sub> in mm/a:	548 (NIKOSA 2012, Region 4)
mittlerer Abflussbeiwert Ψ <sub>m</sub> :	0,6002 (Standardparametersatz für Sachsen-Anhalt)
Zuschlag für das niederschlagsbedingte FW im SW am MWB in %:	250% (Maximalabfluss entspricht 250 % des Schmutzwasserabflusses im KOSIM-Projekt)
Mischungsverhältnis (NW/TW) am RÜ:	23,7 (KOSIM-Simulationsergebnis)
Mischungsverhältnis (NW/TW) am RÜB:	10,7 (KOSIM-Simulationsergebnis)

Anlage III                      Stoffliche Bilanz für den Parameter CSB (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter CSB												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	F <sub>EZG,TW</sub>	1.657.834	F <sub>KN,TW</sub>	1.657.834	F <sub>Rü,TW</sub>	1.066	F <sub>Rüb,TW</sub>	1.353	F <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>2)</sup>	1.655.415	F <sub>KA,A,TW</sub> <sup>2)</sup>	71.835
Schmutzwasserfracht	F <sub>EZG,SW</sub>	1.657.834	F <sub>KN,SW</sub>	1.657.834	F <sub>Rü,SW</sub>	1.066	F <sub>Rüb,SW</sub>	1.353	F <sub>KA,Z,SW</sub>	1.655.415	F <sub>KA,A,SW</sub>	71.835
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	F <sub>EZG,FW</sub>	0	F <sub>KN,FW</sub>	0	F <sub>Rü,FW</sub>	0	F <sub>Rüb,FW</sub>	0	F <sub>KA,Z,FW</sub>	0	F <sub>KA,A,FW</sub>	0
Fremdwasserfracht (TS)	F <sub>EZG,FW(TS)</sub>	8.755	F <sub>KN,FW(TS)</sub>	8.755	F <sub>Rü,FW(TS)</sub>	338	F <sub>Rüb,FW(TS)</sub>	373	F <sub>KA,Z,FW(TS)</sub>	8.044	F <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	981
Niederschlagswasserfracht (MS)	F <sub>EZG,NW (MS)</sub> <sup>4)</sup> <sub>bf</sub>	62.500	F <sub>KN,NW (MS)</sub>	78.070	F <sub>Rü,NW (MS)</sub>	6.590	F <sub>Rüb,NW (MS)</sub>	3.078	F <sub>KA,Z,NW (MS)</sub>	68.403	F <sub>KA,A,NW (MS)</sub>	8.341
Fracht - Remobilisierung (TS)			F <sub>KN,Re(TS)</sub> <sup>5)</sup>	1.746								
Fracht - Remobilisierung (MS)			F <sub>KN,Re(MS)</sub> <sup>5)</sup>	15.570								
Niederschlagswasserfracht (MS+TS)	F <sub>EZG,NW(MS+TS)</sub>	86.825	F <sub>KN,NW(MS+TS)</sub>	86.825	F <sub>Rü,NW(MS+TS)</sub>	6.928	F <sub>Rüb,NW(MS+TS)</sub>	3.450	F <sub>KA,Z,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	76.447	F <sub>KA,A,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	9.322
Gesamtfracht	F <sub>EZG</sub>	1.744.659	F <sub>KN</sub>	1.744.659	F <sub>Rü</sub> <sup>1)</sup>	7.994	F <sub>Rüb</sub> <sup>1)</sup>	4.803	F <sub>KA,Z</sub> <sup>2)</sup>	1.731.862	F <sub>KA,A</sub> <sup>2)</sup>	81.157
Anteil Schmutzwasser (MS)	F <sub>EZG,SW(MS)</sub>	681.849	F <sub>KN,SW(MS)</sub>	681.849	F <sub>Rü,SW(MS)</sub>	439	F <sub>Rüb,SW(MS)</sub>	556	F <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	680.854	F <sub>KA,A,SW(MS)</sub>	29.545
Anteil Schmutzwasser (TS)	F <sub>EZG,SW(TS)</sub>	975.985	F <sub>KN,SW(TS)</sub>	975.985	F <sub>Rü,SW(TS)</sub>	628	F <sub>Rüb,SW(TS)</sub>	796	F <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	974.561	F <sub>KA,A,SW(TS)</sub>	42.290

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit  $SFP_{bf} = 500 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 625 und 500  $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$  nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:	0,0405
hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:	0,0855
Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:	3,2951 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:	0,1052
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB :	0,1080
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:	0,0487
befestigte Fläche am MS ( $A_{E,b,k(MS)}$ ) in ha:	125
Schmutzfrachtpotential CSB in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	500 Standard-Parametersatz Sachsen-Anhalt ( $500 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a) \cdot 125 \text{ ha} = 62.500 \text{ kg/a}$ )
Schmutzfrachtpotential CSB in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	625 gemäß stofflicher Bilanz ( $78.070 \text{ kg/a} / 125 \text{ ha} = 625 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ )

Anlage III    Stoffliche Bilanz für den Parameter TN<sub>b</sub> (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter TN <sub>b</sub>												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	F <sub>EZG,TW</sub>	211.153	F <sub>KN,TW</sub>	211.153	F <sub>RÜ,TW</sub>	187	F <sub>Rüb,TW</sub>	428	F <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>2)</sup>	210.538	F <sub>KA,A,TW</sub> <sup>2)</sup>	17.164
Schmutzwasserfracht	F <sub>EZG,SW</sub>	211.153	F <sub>KN,SW</sub>	211.153	F <sub>RÜ,SW</sub>	187	F <sub>RübSW</sub>	428	F <sub>KA,Z,SW</sub>	210.538	F <sub>KA,A,SW</sub>	17.164
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	F <sub>EZG,FW</sub>	0	F <sub>KN,FW</sub>	0	F <sub>RÜ,FW</sub>	0	F <sub>Rüb,FW</sub>	0	F <sub>KA,Z,FW</sub>	0	F <sub>KA,A,FW</sub>	0
Fremdwasserfracht (TS)	F <sub>EZG,FW(TS)</sub>	332	F <sub>KN,FW(TS)</sub>	332	F <sub>RÜ,FW(TS)</sub>	12	F <sub>Rüb,FW(TS)</sub>	4	F <sub>KA,Z,FW(TS)</sub>	316	F <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	196
Niederschlagswasserfracht (MS)	F <sub>EZG,NW (MS)</sub> <sup>4)</sup>	2.500	F <sub>KN,NW (MS)</sub>	2.953	F <sub>RÜ,NW (MS)</sub>	233	F <sub>Rüb,NW (MS)</sub>	36	F <sub>KA,Z,NW (MS)</sub>	2.683	F <sub>KA,A,NW (MS)</sub>	1.663
Fracht - Remobilisierung (TS)			F <sub>KN,Re(TS)</sub> <sup>5)</sup>	51								
Fracht - Remobilisierung (MS)			F <sub>KN,Re(MS)</sub> <sup>5)</sup>	453								
Niederschlagswasserfracht(MS+TS)	F <sub>EZG,NW(MS+TS)</sub>	3.285	F <sub>KN,NW(MS+TS)</sub>	3.285	F <sub>RÜ,NW(MS+TS)</sub>	245	F <sub>Rüb,NW(MS+TS)</sub>	41	F <sub>KA,Z,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	2.999	F <sub>KA,A,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	1.859
Gesamtfracht	F <sub>EZG</sub>	214.438	F <sub>KN</sub>	214.438	F <sub>RÜ</sub> <sup>1)</sup>	432	F <sub>Rüb</sub> <sup>1)</sup>	469	F <sub>KA,Z</sub> <sup>2)</sup>	213.537	F <sub>KA,A</sub> <sup>2)</sup>	19.023
Anteil Schmutzwasser (MS)	F <sub>EZG,SW(MS)</sub>	86.845	F <sub>KN,SW(MS)</sub>	86.845	F <sub>RÜ,SW(MS)</sub>	77	F <sub>Rüb,SW(MS)</sub>	176	F <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	86.592	F <sub>KA,A,SW(MS)</sub>	7.059
Anteil Schmutzwasser (TS)	F <sub>EZG,SW(TS)</sub>	124.308	F <sub>KN,SW(TS)</sub>	124.308	F <sub>RÜ,SW(TS)</sub>	110	F <sub>Rüb,SW(TS)</sub>	252	F <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	123.946	F <sub>KA,A,SW(TS)</sub>	10.105

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit  $SFP_{bf} = 20 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 24 und 20  $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$  nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:	0,0405
hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:	0,0855
Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:	10,6825 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:	0,1052
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB:	0,1080
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:	0,0487
befestigte Fläche am MS ( $A_{E,b,k(MS)}$ ) in ha:	125
Schmutzfrachtpotential TN <sub>b</sub> in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	20 Literatúrauswertung ( $20 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a) \cdot 125 \text{ ha} = 2.500 \text{ kg/a}$ )
Schmutzfrachtpotential TN <sub>b</sub> in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	24 gemäß stofflicher Bilanz ( $2.953 \text{ kg/a} / 125 \text{ ha} = 24 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ )



Anlage III    Stoffliche Bilanz für den Parameter P<sub>ges</sub> (Standardparametersatz Sachsen-Anhalt)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter P <sub>ges</sub>												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	F <sub>EZG,TW</sub>	25.668	F <sub>KN,TW</sub>	25.668	F <sub>Rü,TW</sub>	12	F <sub>Rüb,TW</sub>	20	F <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>2)</sup>	25.637	F <sub>KA,A,TW</sub> <sup>2)</sup>	2.045
Schmutzwasserfracht	F <sub>EZG,SW</sub>	25.668	F <sub>KN,SW</sub>	25.668	F <sub>Rü,SW</sub>	12	F <sub>RübSW</sub>	20	F <sub>KA,Z,SW</sub>	25.637	F <sub>KA,A,SW</sub>	2.045
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	F <sub>EZG,FW</sub>	0	F <sub>KN,FW</sub>	0	F <sub>Rü,FW</sub>	0	F <sub>Rüb,FW</sub>	0	F <sub>KA,Z,FW</sub>	0	F <sub>KA,A,FW</sub>	0
Fremdwasserfracht (TS)	F <sub>EZG,FW(TS)</sub>	144	F <sub>KN,FW(TS)</sub>	144	F <sub>Rü,FW(TS)</sub>	4	F <sub>Rüb,FW(TS)</sub>	6	F <sub>KA,Z,FW(TS)</sub>	134	F <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	46
Niederschlagswasserfracht (MS)	F <sub>EZG,NW (MS)</sub> <sup>4)</sup>	625	F <sub>KN,NW (MS)</sub>	1.266	F <sub>Rü,NW (MS)</sub>	77	F <sub>Rüb,NW (MS)</sub>	50	F <sub>KA,Z,NW (MS)</sub>	1.138	F <sub>KA,A,NW (MS)</sub>	392
Fracht - Remobilisierung (TS)			F <sub>KN,Re(TS)</sub> <sup>5)</sup>	73								
Fracht - Remobilisierung (MS)			F <sub>KN,Re(MS)</sub> <sup>5)</sup>	641								
Niederschlagswasserfracht(MS+TS)	F <sub>EZG,NW(MS+TS)</sub>	1.410	F <sub>KN,NW(MS+TS)</sub>	1.410	F <sub>Rü,NW(MS+TS)</sub>	81	F <sub>Rüb,NW(MS+TS)</sub>	56	F <sub>KA,Z,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	1.272	F <sub>KA,A,NW(MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	438
Gesamtfracht	F <sub>EZG</sub>	27.078	F <sub>KN</sub>	27.078	F <sub>Rü</sub> <sup>1)</sup>	93	F <sub>Rüb</sub> <sup>1)</sup>	76	F <sub>KA,Z</sub> <sup>2)</sup>	26.909	F <sub>KA,A</sub> <sup>2)</sup>	2.483
Anteil Schmutzwasser (MS)	F <sub>EZG,SW(MS)</sub>	10.557	F <sub>KN,SW(MS)</sub>	10.557	F <sub>Rü,SW(MS)</sub>	5	F <sub>Rüb,SW(MS)</sub>	8	F <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	10.544	F <sub>KA,A,SW(MS)</sub>	841
Anteil Schmutzwasser (TS)	F <sub>EZG,SW(TS)</sub>	15.111	F <sub>KN,SW(TS)</sub>	15.111	F <sub>Rü,SW(TS)</sub>	7	F <sub>Rüb,SW(TS)</sub>	12	F <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	15.093	F <sub>KA,A,SW(TS)</sub>	1.204

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit SFPbf = 5 kg/(haA,bef\*a)
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 10 und 5 kg/(haA,bef\*a) nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

Hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:	0,0405
Hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:	0,0855
Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:	3,0669 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:	0,1052
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB:	0,1080
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:	0,0487
befestigte Fläche am MS (A <sub>E,b,k(MS)</sub> ) in ha:	125
Schmutzfrachtpotential P <sub>ges</sub> in kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a):	5 Literatúrauswertung (5 kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a) * 125 ha = 625 kg/a)
Schmutzfrachtpotential P <sub>ges</sub> in kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a):	10 gemäß stofflicher Bilanz (1.266 kg/a / 125 ha = 10 kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a))

Anlage IV    Hydraulische Bilanz für die KOSIM-Projekt-Variante 2 (Standardparametersatz ATV - A 128)

Hydraulische Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt (iterativ)												
Jahresmittelwerte [m³/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Abflusskomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterabfluss	Q <sub>EZG,TW</sub>	2.569.909	Q <sub>KN,TW</sub>	2.569.909	Q <sub>RÜ,TW</sub>	1.510	Q <sub>RÜB,TW</sub>	2.869	Q <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>6)</sup>	2.565.530	Q <sub>KA,A,TW</sub> <sup>6)</sup>	2.565.530
Schmutzwasserabfluss	Q <sub>EZG,SW</sub>	2.017.378	Q <sub>KN,SW</sub>	2.017.378	Q <sub>RÜ,SW</sub>	1.185	Q <sub>RÜB,SW</sub>	2.252	Q <sub>KA,Z,SW</sub> <sup>5)</sup>	2.013.941	Q <sub>KA,A,SW</sub> <sup>5)</sup>	2.013.941
Fremdwasser (MS+TS) <sup>1)</sup>	Q <sub>EZG,FW</sub>	552.530	Q <sub>KN,FW</sub>	552.530	Q <sub>RÜ,FW</sub>	325	Q <sub>RÜB,FW</sub>	617	Q <sub>KA,Z,FW</sub> <sup>5)</sup>	551.589	Q <sub>KA,A,FW</sub> <sup>5)</sup>	551.589
Fremdwasser (TS)	Q <sub>EZG,FW(TS)</sub>	59.347	Q <sub>KN,FW(TS)</sub>	59.347	Q <sub>RÜ,FW(TS)</sub>	1.744	Q <sub>RÜB,FW(TS)</sub>	3.315	Q <sub>KA,Z,FW(TS)</sub> <sup>2)</sup>	54.288	Q <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	54.288
Niederschlagswasser (MS)	Q <sub>EZG,NW</sub>	397.969	Q <sub>KN,NW</sub>		Q <sub>RÜ,NW</sub>		Q <sub>RÜB,NW</sub>		Q <sub>KA,Z,NW</sub> <sup>5)</sup>		Q <sub>KA,A,NW</sub> <sup>5)</sup>	
am MS angeschl. bef. Fläche in ha <sup>3)</sup>	A <sub>E,b,k(MS)</sub>	110										
Gesamtabfluss	Q <sub>EZG</sub>	3.027.224	Q <sub>KN</sub>	3.027.224	Q <sub>RÜ</sub> <sup>4)</sup>	37.739	Q <sub>RÜB</sub> <sup>4)</sup>	33.568	JAM <sup>5)</sup>	2.955.917	JAM <sup>5)</sup>	2.955.917
Schmutzwasserabfluss (MS)	Q <sub>EZG,SW(MS)</sub>	829.725	Q <sub>KN,SW(MS)</sub>	829.725	Q <sub>RÜ,SW(MS)</sub>	487	Q <sub>RÜB,SW(MS)</sub>	926	Q <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	828.312	Q <sub>KA,Z,SW(MS)</sub>	828.312
Schmutzwasserabfluss (TS)	Q <sub>EZG,SW(TS)</sub>	1.187.653	Q <sub>KN,SW(TS)</sub>	1.187.653	Q <sub>RÜ,SW(TS)</sub>	698	Q <sub>RÜB,SW(TS)</sub>	1.326	Q <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	1.185.629	Q <sub>KA,Z,SW(TS)</sub>	1.185.629

- 1) Der gemessene FWA im Zeitraum 2010 bis 2014 beträgt 21,5 % bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge
- 2) Als Differenz aus Gesamtabfluss und Summe aus Trockenwetterabfluss und Niederschlagswasserabfluss (MS)
- 3) iterativ ermittelt
- 4) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 5) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt
- 6) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Dichtemittel)

Ansätze:

Fremdwasseranteil (FWA) in %:	21,5 (Messwertauswertung EÜ, Mittelwert 2010 – 2014, Nachtminima)
Abwasserlast EZG in E:	45.000 (85. Perzentilwert der bei Trockenwetter ermittelten Zulauffrachten zur KA)
Abwasserlast MS in E:	18.508 (Einzugsgebietsdaten)
Anteil der Abwasserlast MS in %:	41 (Anteil der gesamten Abwasserlast aus Einzugsgebietsdaten)
befestigte Fläche am MS (A <sub>E,b,k(MS)</sub> ) in ha:	110 (Fläche in KOSIM-Variante 2.1 variiert bis Q <sub>KN</sub> und Q <sub>KN,FW(TS)</sub> in Bilanz mit Simulationsergebnis übereinstimmen)
mittlere Jahresniederschlagshöhe h <sub>Na</sub> in mm/a:	548 (NIKOSA 2012, Region 4)
mittlerer Abflussbeiwert Ψ <sub>m</sub> :	0,6602 (Standardparametersatz ATV - A 128)
Zuschlag für das niederschlagsbedingte FW im SW am MWB in %:	250% (Maximalabfluss entspricht 250 % des Schmutzwasserabflusses im KOSIM-Projekt)
Mischungsverhältnis (NW/TW) am RÜ:	24 (KOSIM-Simulationsergebnis)
Mischungsverhältnis (NW/TW) am RÜB:	10,7 (KOSIM-Simulationsergebnis)

Anlage V                      Stoffliche Bilanz für den Parameter CSB (Standardparametersatz ATV - A 128)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter CSB												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	F <sub>EZG,TW</sub>	1.657.821	F <sub>KN,TW</sub>	1.657.821	F <sub>Rü,TW</sub>	1.054	F <sub>Rüb,TW</sub>	1.353	F <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>2)</sup>	1.655.415	F <sub>KA,A,TW</sub> <sup>2)</sup>	71.835
Schmutzwasserfracht	F <sub>EZG,SW</sub>	1.657.821	F <sub>KN,SW</sub>	1.657.821	F <sub>Rü,SW</sub>	1.054	F <sub>RübSW</sub>	1.353	F <sub>KA,Z,SW</sub>	1.655.415	F <sub>KA,A,SW</sub>	71.835
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	F <sub>EZG,FW</sub>	0	F <sub>KN,FW</sub>	0	F <sub>Rü,FW</sub>	0	F <sub>Rüb,FW</sub>	0	F <sub>KA,Z,FW</sub>	0	F <sub>KA,A,FW</sub>	0
Fremdwasserfracht (TS)	F <sub>EZG,FW(TS)</sub>	11.338	F <sub>KN,FW(TS)</sub>	11.338	F <sub>Rü,FW(TS)</sub>	334	F <sub>Rüb,FW(TS)</sub>	373	F <sub>KA,Z,FW(TS)</sub>	10.631	F <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	1.296
Niederschlagswasserfracht (MS)	F <sub>EZG,NW (MS)</sub> <sup>4)</sup> <sub>bf</sub>	55.000	F <sub>KN,NW (MS)</sub>	75.500	F <sub>Rü,NW (MS)</sub>	6.606	F <sub>Rüb,NW (MS)</sub>	3.078	F <sub>KA,Z,NW (MS)</sub>	65.816	F <sub>KA,A,NW (MS)</sub>	8.026
Fracht - Remobilisierung (TS)			F <sub>KN,Re(TS)</sub> <sup>5)</sup>	3.078								
Fracht - Remobilisierung (MS)			F <sub>KN,Re(MS)</sub> <sup>5)</sup>	20.500								
Niederschlagswasserfracht(MS+TS)	F <sub>EZG,NW (MS+TS)</sub>	86.838	F <sub>KN,NW (MS+TS)</sub>	86.838	F <sub>Rü,NW (MS+TS)</sub>	6.940	F <sub>Rüb,NW (MS+TS)</sub>	3.450	F <sub>KA,Z,NW (MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	76.447	F <sub>KA,A,NW (MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	9.322
Gesamtfracht	F <sub>EZG</sub>	1.744.659	F <sub>KN</sub>	1.744.659	F <sub>Rü</sub> <sup>1)</sup>	7.994	F <sub>Rüb</sub> <sup>1)</sup>	4.803	F <sub>KA,Z</sub> <sup>2)</sup>	1.731.862	F <sub>KA,A</sub> <sup>2)</sup>	81.157
Anteil Schmutzwasser (MS)	F <sub>EZG,SW (MS)</sub>	681.843	F <sub>KN,SW (MS)</sub>	681.843	F <sub>Rü,SW (MS)</sub>	433	F <sub>Rüb,SW (MS)</sub>	556	F <sub>KA,Z,SW (MS)</sub>	680.854	F <sub>KA,A,SW (MS)</sub>	29.545
Anteil Schmutzwasser (TS)	F <sub>EZG,SW (TS)</sub>	975.978	F <sub>KN,SW (TS)</sub>	975.978	F <sub>Rü,SW (TS)</sub>	620	F <sub>Rüb,SW (TS)</sub>	796	F <sub>KA,Z,SW (TS)</sub>	974.561	F <sub>KA,A,SW (TS)</sub>	42.290

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit  $SFP_{bf} = 500 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 686 und 500  $\text{kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$  nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:0,0400

hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:0,0855

Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:3,2951 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)

Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:0,1391

Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB :0,1080

Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:0,0481

befestigte Fläche am MS ( $A_{E,b,k(MS)}$ ) in ha:110

Schmutzfrachtpotential CSB in  $\text{kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$ :500 Standard-Parametersatz Sachsen-Anhalt ( $500 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a) \cdot 110 \text{ ha} = 55.000 \text{ kg/a}$ )

Schmutzfrachtpotential CSB in  $\text{kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$ :686 gemäß stofflicher Bilanz ( $75.500 \text{ kg/a} / 110 \text{ ha} = 686 \text{ kg}/(ha_{A,bef} \cdot a)$ )

Anlage V      Stoffliche Bilanz für den Parameter TN<sub>b</sub> (Standardparametersatz A 128)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter TN <sub>b</sub>												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	F <sub>EZG,TW</sub>	211.151	F <sub>KN,TW</sub>	211.151	F <sub>RÜ,TW</sub>	185	F <sub>Rüb,TW</sub>	428	F <sub>KA,Z,TW</sub> <sup>2)</sup>	210.538	F <sub>KA,A,TW</sub> <sup>2)</sup>	17.164
Schmutzwasserfracht	F <sub>EZG,SW</sub>	211.151	F <sub>KN,SW</sub>	211.151	F <sub>Rü,SW</sub>	185	F <sub>RübSW</sub>	428	F <sub>KA,Z,SW</sub>	210.538	F <sub>KA,A,SW</sub>	17.164
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	F <sub>EZG,FW</sub>	0	F <sub>KN,FW</sub>	0	F <sub>Rü,FW</sub>	0	F <sub>Rüb,FW</sub>	0	F <sub>KA,Z,FW</sub>	0	F <sub>KA,A,FW</sub>	0
Fremdwasserfracht (TS)	F <sub>EZG,FW(TS)</sub>	433	F <sub>KN,FW(TS)</sub>	433	F <sub>Rü,FW(TS)</sub>	12	F <sub>Rüb,FW(TS)</sub>	4	F <sub>KA,Z,FW(TS)</sub>	417	F <sub>KA,A,FW(TS)</sub>	259
Niederschlagswasserfracht (MS)	F <sub>EZG,NW (MS)bf</sub> <sup>4)</sup>	2.200	F <sub>KN,NW (MS)</sub>	2.854	F <sub>Rü,NW (MS)</sub>	235	F <sub>Rüb,NW (MS)</sub>	36	F <sub>KA,Z,NW (MS)</sub>	2.582	F <sub>KA,A,NW (MS)</sub>	1.600
Fracht - Remobilisierung (TS)			F <sub>KN,Re(TS)</sub> <sup>5)</sup>	99								
Fracht - Remobilisierung (MS)			F <sub>KN,Re(MS)</sub> <sup>5)</sup>	654								
Niederschlagswasserfracht(MS+TS)	F <sub>EZG,NW (MS+TS)</sub>	3.287	F <sub>KN,NW (MS+TS)</sub>	3.287	F <sub>Rü,NW (MS+TS)</sub>	247	F <sub>Rüb,NW (MS+TS)</sub>	41	F <sub>KA,Z,NW (MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	2.999	F <sub>KA,A,NW (MS+TS)</sub> <sup>2)</sup>	1.859
Gesamtfracht	F <sub>EZG</sub>	214.438	F <sub>KN</sub>	214.438	F <sub>Rü</sub> <sup>1)</sup>	432	F <sub>Rüb</sub> <sup>1)</sup>	469	F <sub>KA,Z</sub> <sup>2)</sup>	213.537	F <sub>KA,A</sub> <sup>2)</sup>	19.023
Anteil Schmutzwasser (MS)	F <sub>EZG,SW (MS)</sub>	86.844	F <sub>KN,SW (MS)</sub>	86.844	F <sub>Rü,SW (MS)</sub>	76	F <sub>Rüb,SW (MS)</sub>	176	F <sub>KA,Z,SW (MS)</sub>	86.592	F <sub>KA,A,SW (MS)</sub>	7.059
Anteil Schmutzwasser (TS)	F <sub>EZG,SW (TS)</sub>	124.307	F <sub>KN,SW (TS)</sub>	124.307	F <sub>Rü,SW (TS)</sub>	109	F <sub>Rüb,SW (TS)</sub>	252	F <sub>KA,Z,SW (TS)</sub>	123.946	F <sub>KA,A,SW (TS)</sub>	10.105

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit  $SFP_{bf} = 20 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot \text{a})$
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 26 und  $20 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot \text{a})$  nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:	0,0400
hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:	0,0855
Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:	10,6825 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:	0,1391
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB:	0,1080
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:	0,0481
befestigte Fläche am MS ( $A_{E,b,k(MS)}$ ) in ha:	110
Schmutzfrachtpotential TN <sub>b</sub> in kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a):	20 Literatúrauswertung ( $20 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot \text{a}) \cdot 110 \text{ ha} = 2.200 \text{ kg/a}$ )
Schmutzfrachtpotential TN <sub>b</sub> in kg/(ha <sub>A,bef</sub> *a):	26 gemäß stofflicher Bilanz ( $2.854 \text{ kg/a} / 110 \text{ ha} = 26 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot \text{a})$ )

Anlage V      Stoffliche Bilanz für den Parameter  $P_{ges}$  (Standardparametersatz ATV - A 128)

Stoffliche Bilanz des Entwässerungssystems Halberstadt für den Parameter $P_{ges}$												
Jahresmittelwerte für Frachten [kg/a] auf der Grundlage von Messergebnissen im Rahmen der Eigenüberwachung im Zu- und Ablauf der Kläranlage sowie im Rahmen eines Sonderuntersuchungsprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB) im Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2014												
Frachtkomponente	EZG		Kanalisation		RÜ		RÜB		KA Zulauf		KA Ablauf	
Trockenwetterfracht	$F_{EZG,TW}$	25.668	$F_{KN,TW}$	25.668	$F_{Rü,TW}$	11	$F_{Rüb,TW}$	20	$F_{KA,Z,TW}^{2)}$	25.637	$F_{KA,A,TW}^{2)}$	2.045
Schmutzwasserfracht	$F_{EZG,SW}$	25.668	$F_{KN,SW}$	25.668	$F_{Rü,SW}$	11	$F_{Rüb,SW}$	20	$F_{KA,Z,SW}$	25.637	$F_{KA,A,SW}$	2.045
Fremdwasserfracht (MS+TS) <sup>3)</sup>	$F_{EZG,FW}$	0	$F_{KN,FW}$	0	$F_{Rü,FW}$	0	$F_{Rüb,FW}$	0	$F_{KA,Z,FW}$	0	$F_{KA,A,FW}$	0
Fremdwasserfracht (TS)	$F_{EZG,FW(TS)}$	187	$F_{KN,FW(TS)}$	187	$F_{Rü,FW(TS)}$	4	$F_{Rüb,FW(TS)}$	6	$F_{KA,Z,FW(TS)}$	177	$F_{KA,A,FW(TS)}$	61
Niederschlagswasserfracht (MS)	$F_{EZG,NW (MS)bf}^{4)}$	550	$F_{KN,NW (MS)}$	1.223	$F_{Rü,NW (MS)}$	78	$F_{Rüb,NW (MS)}$	50	$F_{KA,Z,NW (MS)}$	1.095	$F_{KA,A,NW (MS)}$	377
Fracht - Remobilisierung (TS)			$F_{KN,Re(TS)}^{5)}$	103								
Fracht - Remobilisierung (MS)			$F_{KN,Re(MS)}^{5)}$	673								
Niederschlagswasserfracht(MS+TS)	$F_{EZG,NW(MS+TS)}$	1.410	$F_{KN,NW(MS+TS)}$	1.410	$F_{Rü,NW(MS+TS)}$	82	$F_{Rüb,NW(MS+TS)}$	56	$F_{KA,Z,NW(MS+TS)}^{2)}$	1.272	$F_{KA,A,NW(MS+TS)}^{2)}$	438
Gesamtfracht	$F_{EZG}$	27.078	$F_{KN}$	27.078	$F_{Rü}^{1)}$	93	$F_{Rüb}^{1)}$	76	$F_{KA,Z}^{2)}$	26.909	$F_{KA,A}^{2)}$	2.483
Anteil Schmutzwasser (MS)	$F_{EZG,SW(MS)}$	10.557	$F_{KN,SW(MS)}$	10.557	$F_{Rü,SW(MS)}$	5	$F_{Rüb,SW(MS)}$	8	$F_{KA,Z,SW(MS)}$	10.544	$F_{KA,A,SW(MS)}$	841
Anteil Schmutzwasser (TS)	$F_{EZG,SW(TS)}$	15.111	$F_{KN,SW(TS)}$	15.111	$F_{Rü,SW(TS)}$	7	$F_{Rüb,SW(TS)}$	12	$F_{KA,Z,SW(TS)}$	15.093	$F_{KA,A,SW(TS)}$	1.204

- 1) Ergebnis aus Messwerten des Sondermessprogramms im Ablauf der Mischwasserentlastungsbauwerke (RÜ,RÜB)
- 2) Ergebnis aus Messwerten der Eigenüberwachung der KA Halberstadt (Auswertung mit Tagesfrachten; Tagesabfluss, 24h-Mischprobe)
- 3) Die Fracht im Fremdwasser (MS + TS) wird mit Null angenommen.
- 4) berechnet mit  $SFP_{bf} = 5 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$
- 5) ausgehend davon, dass die Differenz zwischen 11 und 5  $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$  nicht aus der Verschmutzung des Niederschlagswassers resultiert

Ansätze:

Hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜ:	0,0400
Hydraulisches Verhältnis TW-Abfluss zu Gesamtabfluss RÜB:	0,0855
Verhältnis der TW-Konzentration zur NW-Konzentration im Zufluss KA:	3,0669 (aus Jahresmittelwerten bzw. Tagesfrachten berechnet)
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss KA:	0,1391
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜB:	0,1080
Anteil FW(TS) an NW-Gesamtabfluss RÜ:	0,0481
befestigte Fläche am MS ( $A_{E,b,k(MS)}$ ) in ha:	110
Schmutzfrachtpotential $P_{ges}$ in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	5 Literatúrauswertung ( $5 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a) \cdot 110 \text{ ha} = 550 \text{ kg/a}$ )
Schmutzfrachtpotential $P_{ges}$ in $\text{kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ :	11 gemäß stofflicher Bilanz ( $1.223 \text{ kg/a} / 110 \text{ ha} = 11 \text{ kg}/(\text{ha}_{A,bef} \cdot a)$ )