



Länderübergreifendes Regionalforum der Regionalen Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald und des Regionalen Planungsverbandes Oberlausitz Niederschlesien am 2.9.2013 in Cottbus



**zur aktuellen Situation der bergbaubedingten Sulfatführung und Eisenhydroxidbelastung
in der Spree sowie der Schwarzen Elster**



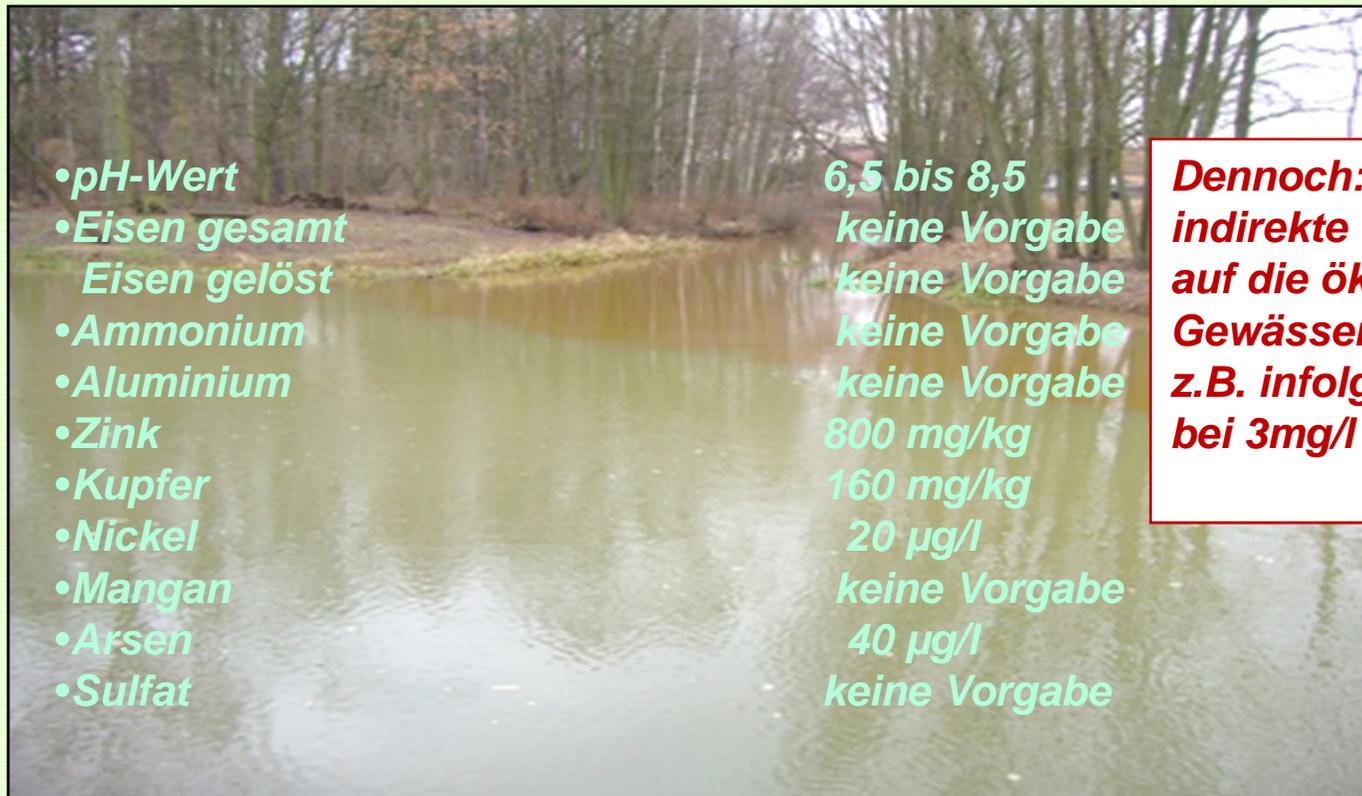
Historische Situation der Eisenbelastung von Fließgewässern in der Lausitz vor dem Braunkohlebergbau

- **Niedermoore und die mit tertiären Kohlen durchsetzten pleistozänen Grundwasserleiter waren im gesättigten Zustand anoxisch und enthielten deshalb reduziertes Eisen(II) in der Lösungsphase und vermutlich auch Pyrit**
- **Durch Belüftung in der Grundwasserwechselzone wurde das Eisen(II) oxidiert und in ausreichend gepufferten (kalkhaltigen) Bodenschichten als Raseneisenerz abgelagert**
- **In kalkfreien Böden kann das Eisen(II) durchaus auch ausgewaschen worden sein und im Einzelfall zu eisenhaltigen Fließen geführt haben**
- **Der Abbau von Raseneisenerz wurde mit Unterbrechungen bis in das 19. (teilweise in das 20.) Jahrhundert betrieben,**
- **Die Verhüttung von Raseneisenerz verlangte nach großen Mengen Brennholz**
- **Aufgrund des Mangels an Wäldern wurden in der späteren Entwicklung Niedermoortorfe und die oberflächennah ausstreichende Braunkohle als Brennstoffe verwendet**

Die historische Entwässerung der Niedermoortorfe im 19. Jahrhundert führte bereits zu vor dem Braunkohlenbergbau zu Verockerungen in den der Lausitzer Gewässern

Quelle: IDUS, Beeinflussung von Fließgewässerorganismen durch Eisen 2012

Umweltqualitätsnormen Orientierungswerte für Belastungen nach WRRL



•pH-Wert	6,5 bis 8,5
•Eisen gesamt	keine Vorgabe
Eisen gelöst	keine Vorgabe
•Ammonium	keine Vorgabe
•Aluminium	keine Vorgabe
•Zink	800 mg/kg
•Kupfer	160 mg/kg
•Nickel	20 µg/l
•Mangan	keine Vorgabe
•Arsen	40 µg/l
•Sulfat	keine Vorgabe

Dennoch:
indirekte Wirkungen
auf die ökologische
Gewässerqualität möglich
z.B. infolge Verockerung
bei 3mg/l



Gliederung des Vortrages

Teil 1 Eisenhydroxidbelastung in der Spree sowie der Schwarzen Elster

1. *Eigenschaften und Schadwirkungen von Eisen*
2. *Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern*
3. *Ursachen für verstärkte Gehalte*
4. *Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung*
5. *FAZIT*

Teil 2 Sulfatbelastung in der Spree sowie der Schwarzen Elster

1. *Eigenschaften und Schadwirkungen von Sulfat*
2. *Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern*
3. *Ursachen für verstärkte Gehalte*
4. *Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung*
5. *FAZIT*



1.1. Eigenschaften und Schädwirkungen von Eisen und Eisenoxiden

- *Typische Folgen von hohen Eisenkonzentrationen in Gewässern sind zurückgehende Häufigkeiten und Artenvielfalt u.a. von Phytobenthos, Makrozoobenthos und Fischen*
- *Belastung des Sauerstoffhaushalts durch Oxidation von Eisen(II) zu Eisen(III):
 $4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O}$*
- *Reduzierung der Pufferkapazität bis hin zur Versauerung durch Hydratisierung gelöster Eisen(III)-Ionen: $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+$*
- *Beeinträchtigungen des Lebensraumes von benthischen Tieren, Verschlammung, weniger O_2*
- *Beeinträchtigung von Pflanzen durch Beeinträchtigung des Lichtklimas*
- *Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme von Tieren, Raubfische etc*
- *Sekundäre Beeinträchtigung durch verstärktes Wachstum von eisenoxidierenden Bakterien*
- *Beeinträchtigung des von Mikroorganismen gebildeten Biofilms (u.a. Bakterien, Ciliaten, Algen)*
- *Direkte toxische Wirkung (MEPBC 2008)- Zellschäden durch Bildung von freien Radikalen durch Fe^{2+} - (II)-Ion auf.*
- *Wirkung auf Fische <0,1 mg/l unbedenklich, 0,1 –0,3 mg/l für Fischbrut störend, 0,3 – 0,5 mg/l sehr störend bis schädlich >1 mg/l ungeeignet und gefährlich*

Quelle: IDUS, *Beeinflussung von Fließgewässerorganismen durch Eisen* 2012

1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern



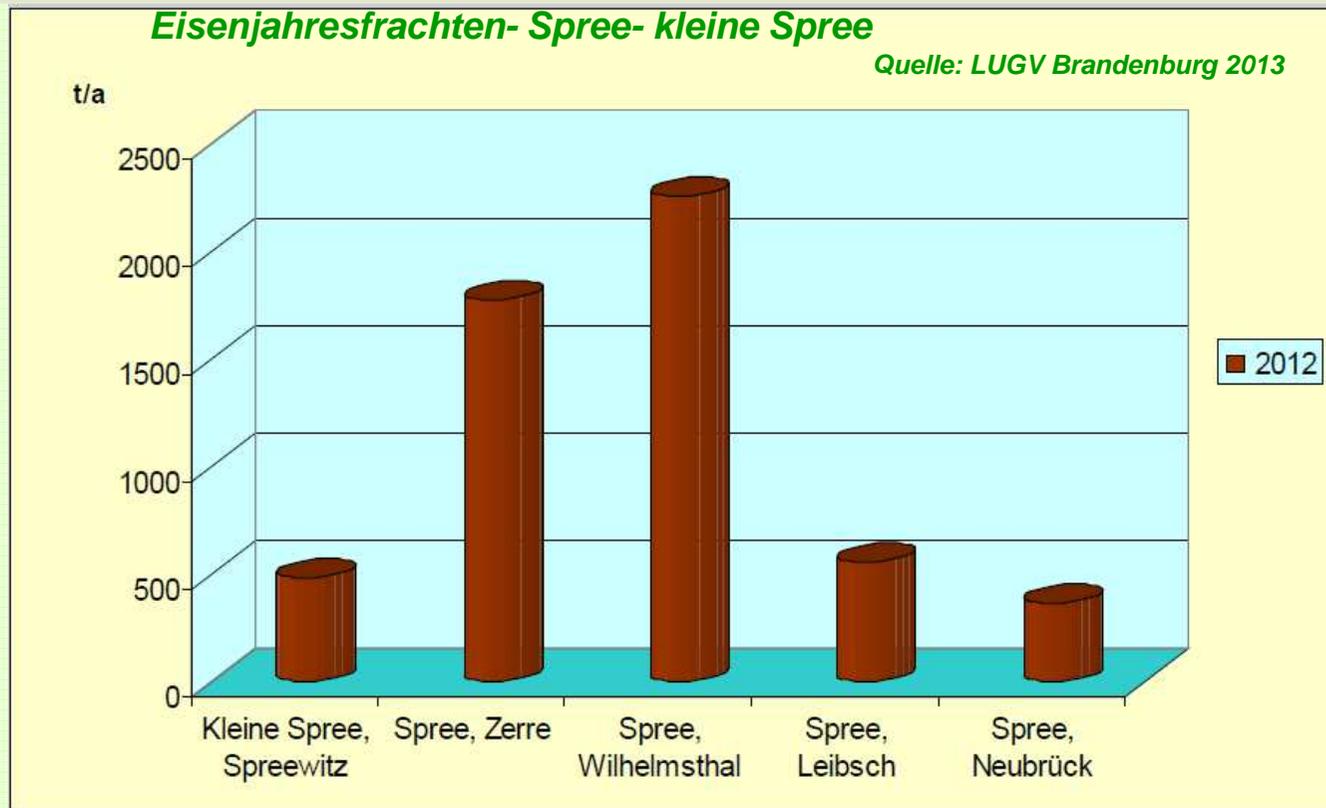
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

Vergleich der Eisenjahresfrachten [t/a] ausgewählter Messstellen

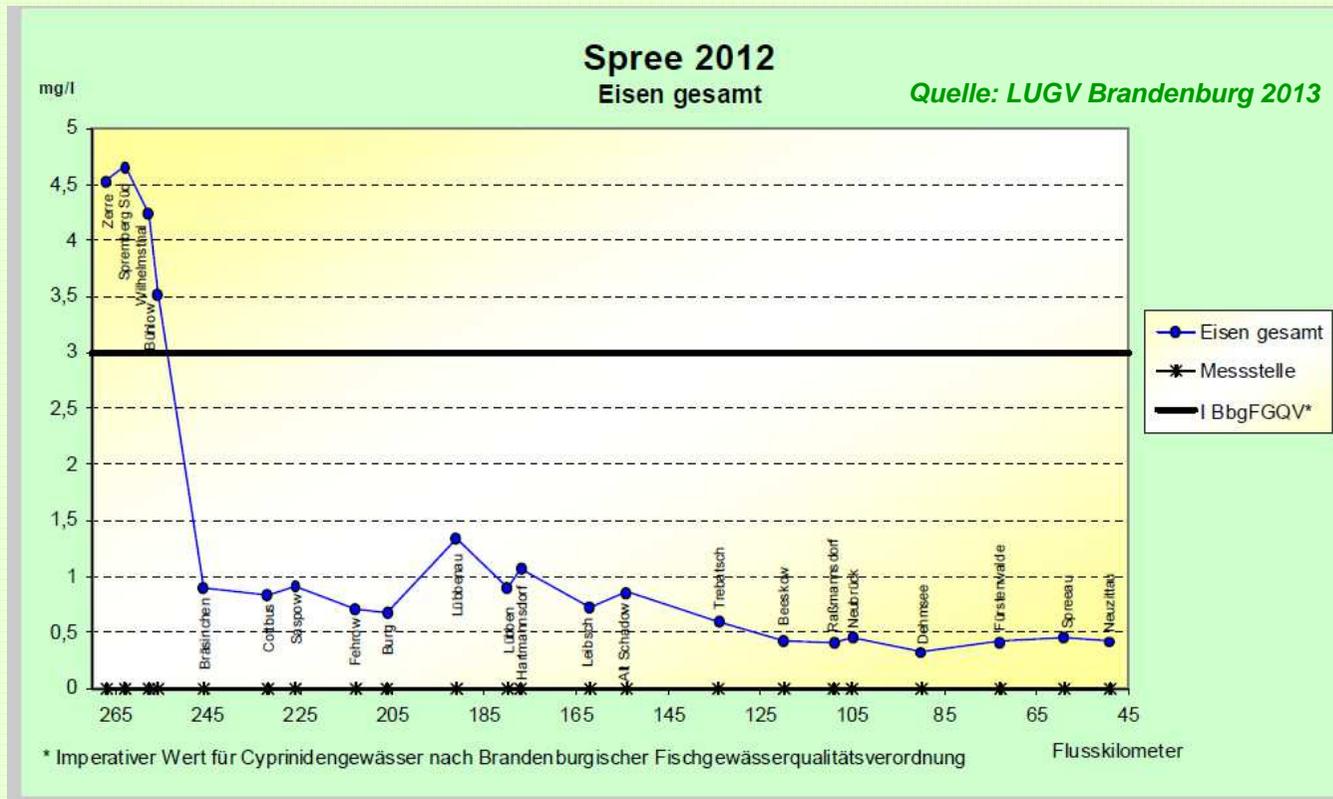
Jahr	Kleine Spree, Spreewitz	Spree, Zerre	Spree, Wilhelmsthal	Spree, Leibsch	Spree, Neubrück
2012	483	1781	2259	559	363
mittl. Konz./Q	11,8/1,73	4,63/12,0	4,24/18,2	0,729/16,2	0,454/21,5

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

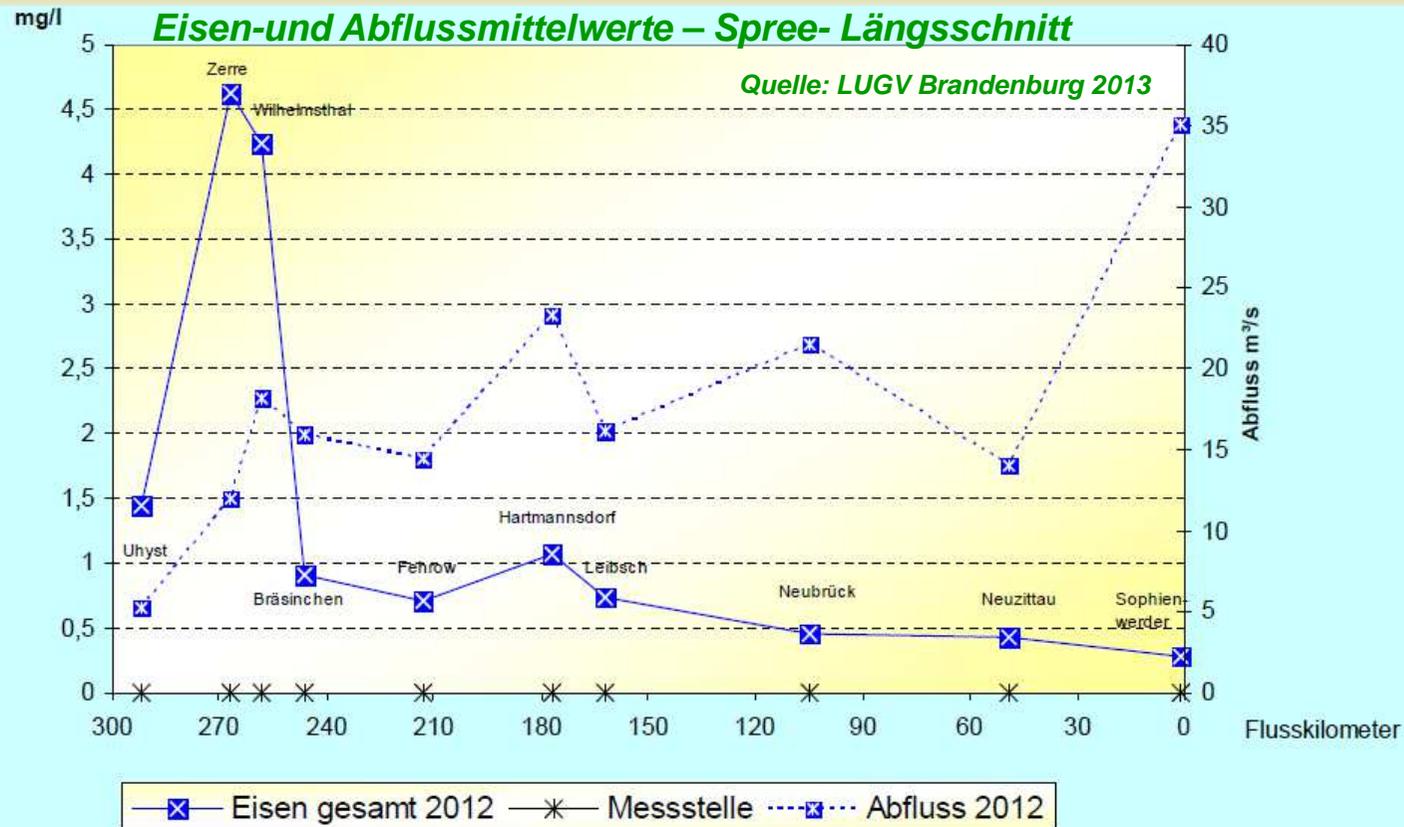
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern



1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern



1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern



1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

Spree Eisen gesamt (mg/l)

Min, Max und Mittel 2007-2012

Jahr		Zerre	Spremberg Süd	Wilhelmsthal	Bühlow	Bränsinchen	Cottbus	Saspow	Fehrow	Burg	Lübbenau	Lübben	Hatmannsdorf	Leibsch	Alt Schadow	Trebatsch	Beeskow	Raßmannsdorf	Neubrück	uh. Dehmsee	uh. Fürstenwalde	Spreew	Neuzittau
2007	MIN	1,45	1,41	1,43	1,36	0,329	0,200	0,156	0,148	0,050	0,465	0,348	0,375	0,386	0,430	0,150	0,180	0,240	0,160	0,160	0,170	0,120	0,130
	MAX	4,96	4,88	5,52	3,48	0,862	3,68	1,48	1,20	0,657	0,986	1,17	1,32	2,34	1,10	1,20	1,10	0,860	1,10	1,10	1,70	0,630	1,20
	MITTEL	2,51	2,24	2,23	1,96	0,666	0,802	0,530	0,425	0,389	0,755	0,643	0,819	1,09	0,707	0,613	0,448	0,445	0,525	0,428	0,501	0,335	0,4358
2008	MIN	0,500	0,690	0,400	1,40	0,220	0,170	0,200	0,190	0,200	0,340	0,130	0,210	0,330	0,200	0,120	0,120	0,160	0,140	0,110	0,170	0,090	0,090
	MAX	5,50	3,40	2,80	2,20	2,60	0,490	0,720	0,630	0,600	0,84	0,82	1,20	1,60	1,50	1,50	0,450	0,680	0,610	0,400	0,480	0,670	1,00
	MITTEL	3,07	2,52	1,92	1,95	0,546	0,336	0,355	0,334	0,308	0,575	0,427	0,629	0,698	0,690	0,504	0,277	0,323	0,309	0,229	0,298	0,349	0,4177
2009	MIN	0,340	2,10	0,990	0,250	0,140	n.a.	0,120	0,090	0,090	0,140	0,110	0,150	0,120	0,100	0,080	0,050	0,170	0,050	0,140	0,150	0,005	0,120
	MAX	6,00	4,00	4,70	4,40	1,20	n.a.	1,30	1,30	2,10	1,70	2,20	3,30	1,70	1,30	1,30	0,720	0,690	0,760	0,690	0,690	2,00	1,50
	MITTEL	2,828	2,937	2,752	2,273	0,501	n.a.	0,462	0,413	0,551	0,731	0,603	0,759	0,757	0,566	0,425	0,402	0,378	0,39	0,329	0,308	0,393	0,3931
2010	MIN	2,30	2,20	2,30	2,00	0,340	0,180	0,220	0,110	0,230	0,660	0,120	0,260	0,240	0,160	0,150	0,360	0,270	0,400	0,110	0,050	0,140	0,110
	MAX	3,70	3,90	3,90	3,10	2,00	2,20	5,90	1,90	1,70	3,50	2,70	2,50	2,20	1,20	1,30	1,00	1,00	1,00	3,00	1,10	1,00	1,30
	MITTEL	2,91	2,94	2,93	2,68	1,00	0,981	1,74	0,963	0,873	1,59	1,04	1,23	1,22	0,865	0,751	0,581	0,603	0,625	0,655	0,605	0,537	0,5105
2011	MIN	2,30	2,20	2,30	1,9	0,370	0,040	0,260	0,250	0,200	0,760	0,330	0,300	0,290	0,480	0,230	0,240	0,210	0,190	0,120	0,170	0,210	0,150
	MAX	6,20	6,40	5,00	3,90	1,80	2,10	1,70	2,10	2,20	4,50	2,60	2,20	3,00	1,60	1,60	1,10	1,10	1,00	0,790	1,00	1,70	1,30
	MITTEL	4,18	4,24	3,70	3,10	0,855	0,752	0,797	0,748	0,694	2,15	1,13	0,899	1,08	0,895	0,693	0,589	0,530	0,532	0,336	0,533	0,653	0,6015
2012	MIN	2,60	2,70	2,70	1,60	0,170	0,210	0,200	0,100	0,130	0,530	0,250	0,270	0,130	0,520	0,270	0,190	0,220	0,140	0,130	0,180	0,140	0,140
	MAX	6,20	6,70	6,40	6,60	1,90	1,80	1,80	1,50	1,60	6,50	1,90	2,00	2,40	1,40	1,20	0,670	0,720	1,00	0,620	0,770	0,840	1,00
	MITTEL	4,53	4,66	4,24	3,53	0,903	0,838	0,915	0,713	0,679	1,34	0,904	1,07	0,729	0,861	0,605	0,429	0,414	0,423	0,329	0,418	0,461	0,4357

n.a. = nicht analysiert

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

Min, Max und Mittel 2007-2012

Vetschauer Mühlenfließ Eisen gesamt (mg/l)

Jahr		oh. Vetschau	uh. Vetschau
2007	MIN	0,593	0,233
	MAX	5,24	1,40
	MITTEL	1,75	0,736
2008	MIN	0,530	0,480
	MAX	12,0	9,30
	MITTEL	4,72	3,60
2009	MIN	1,30	1,30
	MAX	17,0	13,0
	MITTEL	7,15	5,39
2010	MIN	1,70	1,00
	MAX	19,0	14,0
	MITTEL	6,74	4,16
2011	MIN	1,90	1,30
	MAX	19,0	23,0
	MITTEL	7,30	6,43
2012	MIN	2,10	1,50
	MAX	19,0	18,0
	MITTEL	6,99	5,53

Wudritz (Ottergraben) Eisen gesamt (mg/l)

Jahr		Wilmersdorf-Stöbritz	Ragow
2007	MIN	2,13	0,227
	MAX	15,4	1,26
	MITTEL	9,37	0,727
2008	MIN	1,60	0,560
	MAX	21,0	1,40
	MITTEL	8,78	0,932
2009	MIN	0,680	0,230
	MAX	16,0	1,70
	MITTEL	7,59	1,037
2010	MIN	3,50	0,350
	MAX	13,0	3,80
	MITTEL	8,26	1,50
2011	MIN	4,90	0,740
	MAX	66,0	18,0
	MITTEL	27,2	5,34
2012	MIN	25,0	2,30
	MAX	117,0	31,0
	MITTEL	50,8	10,7

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

Ergebnisse des Eisenmonitorings 2012 in Brandenburg

Die mittleren Konzentrationen in der Spree in Zerre lag bei 4,6 mg/l, die der Kleinen Spree in Spreewitz bei 11,6 mg/l. Es ist eine deutliche Zunahme bei der Spree und den meisten Zuflüssen zu verzeichnen.

Das Eisenmonitoring wird 2013 fortgesetzt

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

Quelle: AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree - Schwarze Elster“ Aufgabenkomplex Wasserbeschaffenheit 27.6.2013, Foto IDUS 2012

1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern



**Ergebnisse des Eisenmonitorings mit Stand
1.Quartal 2013 in Sachsen**

Quelle: LfULG Sachsen 2013

Foto: LUGV Brandenburg 2013

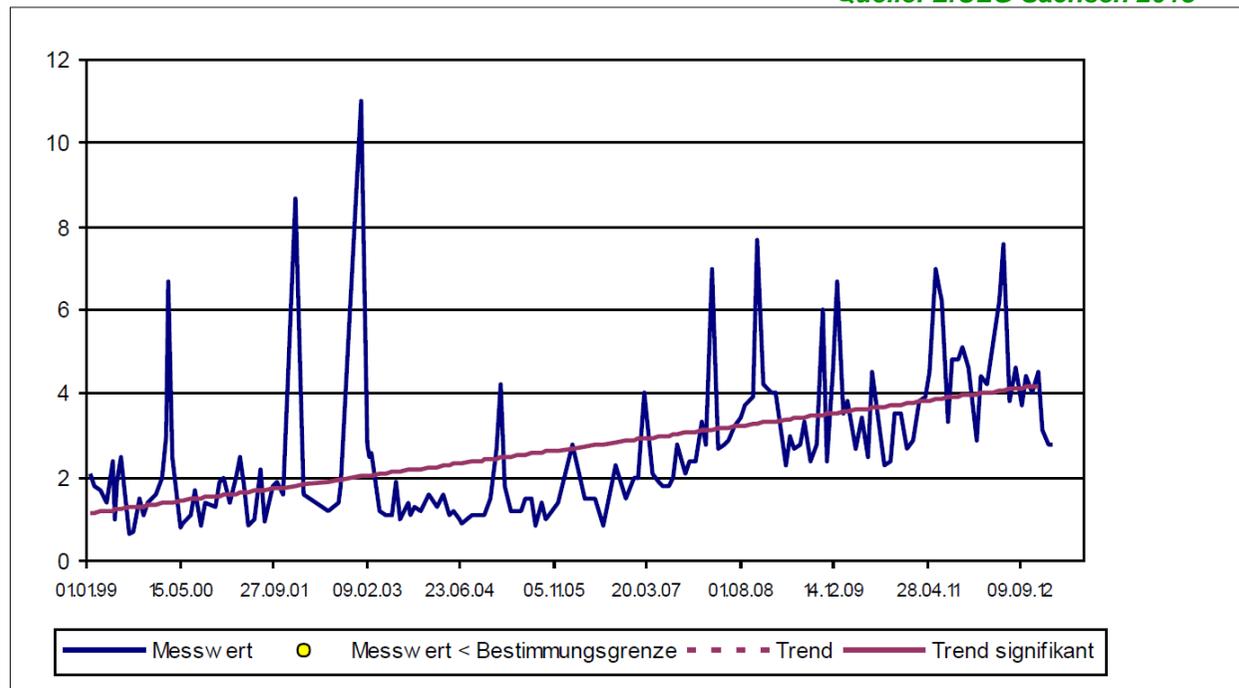
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Spree - Zerre - OBF21400

Darstellungsparameter: Eisen-ges. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



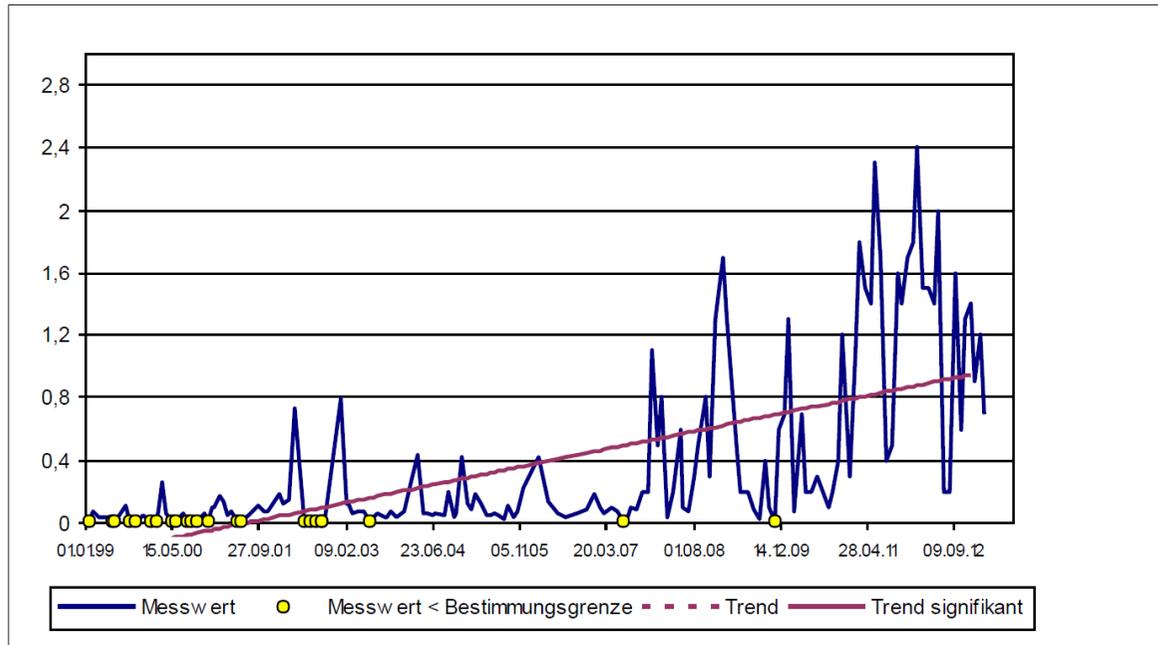
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern nach Mann-Kendall

Messstelle: Spree - Zerre - OBF21400

Darstellungsparameter: Eisen-gel. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



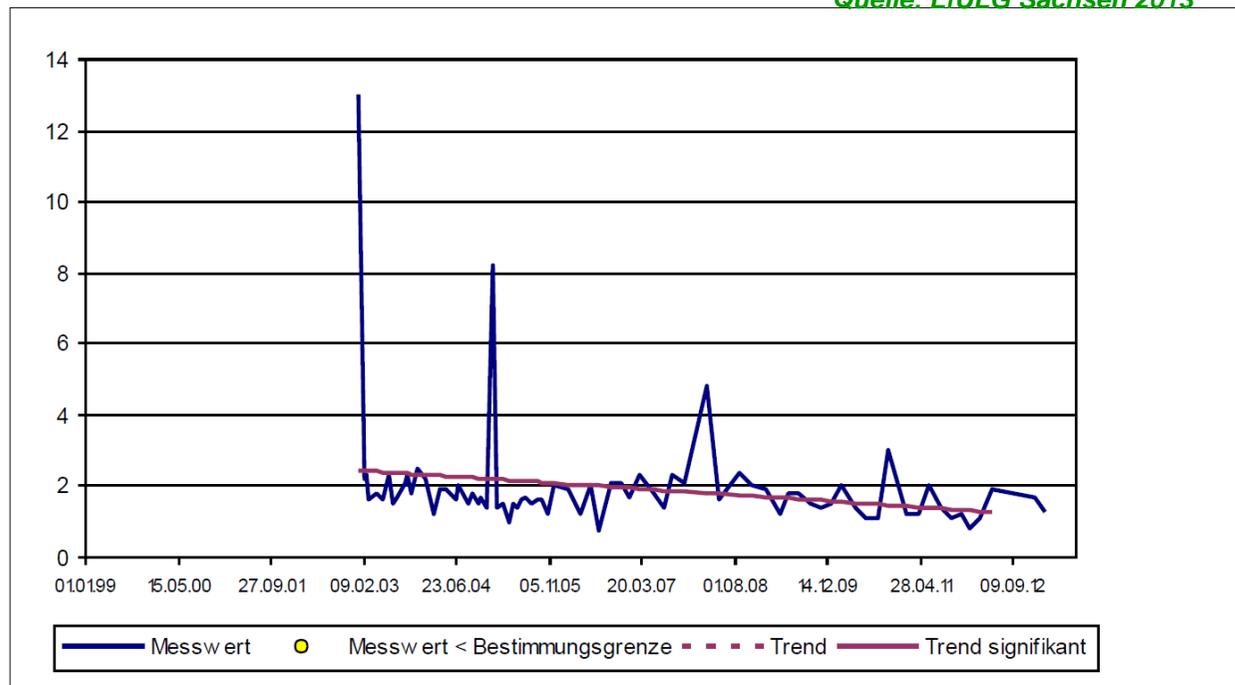
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends *(nach Mann- Kendall)*

Messstelle: Spree - Lieske - OBF21000

Darstellungsparameter: Eisen-ges. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



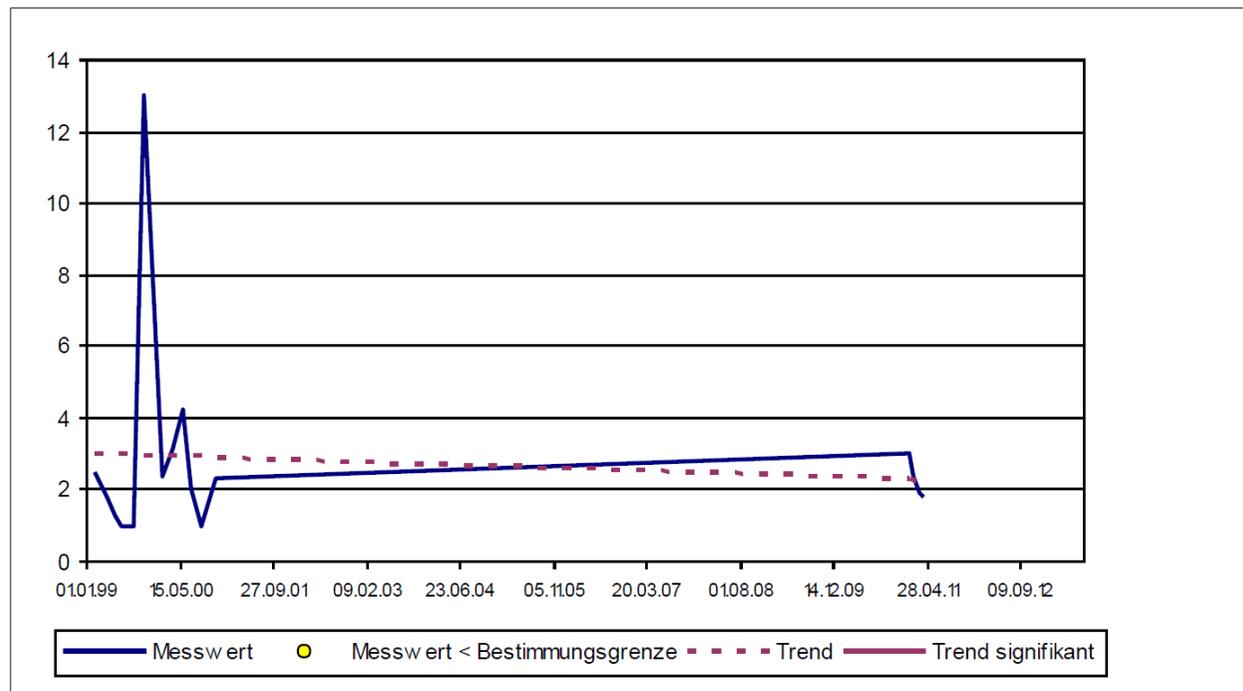
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Kleine Spree - Lippitsch - OBF21900

Darstellungsparameter: Eisen-ges. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



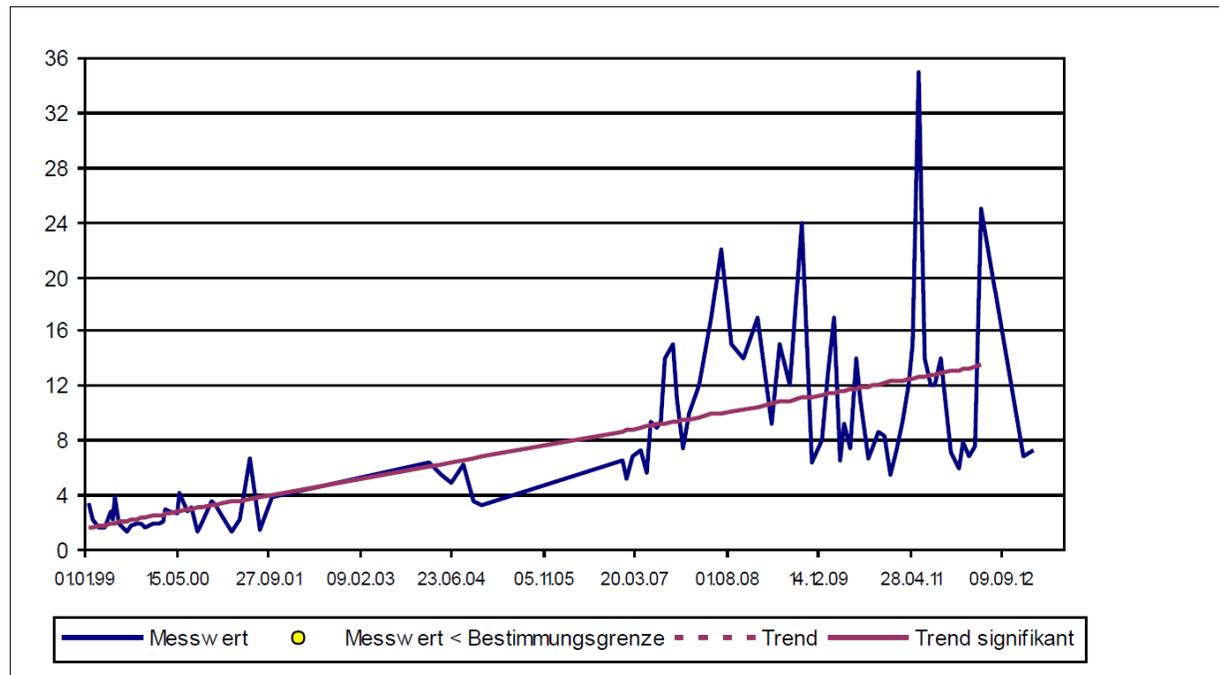
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Kleine Spree - Spreewitz - OBF22100

Darstellungsparameter: Eisen-ges. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



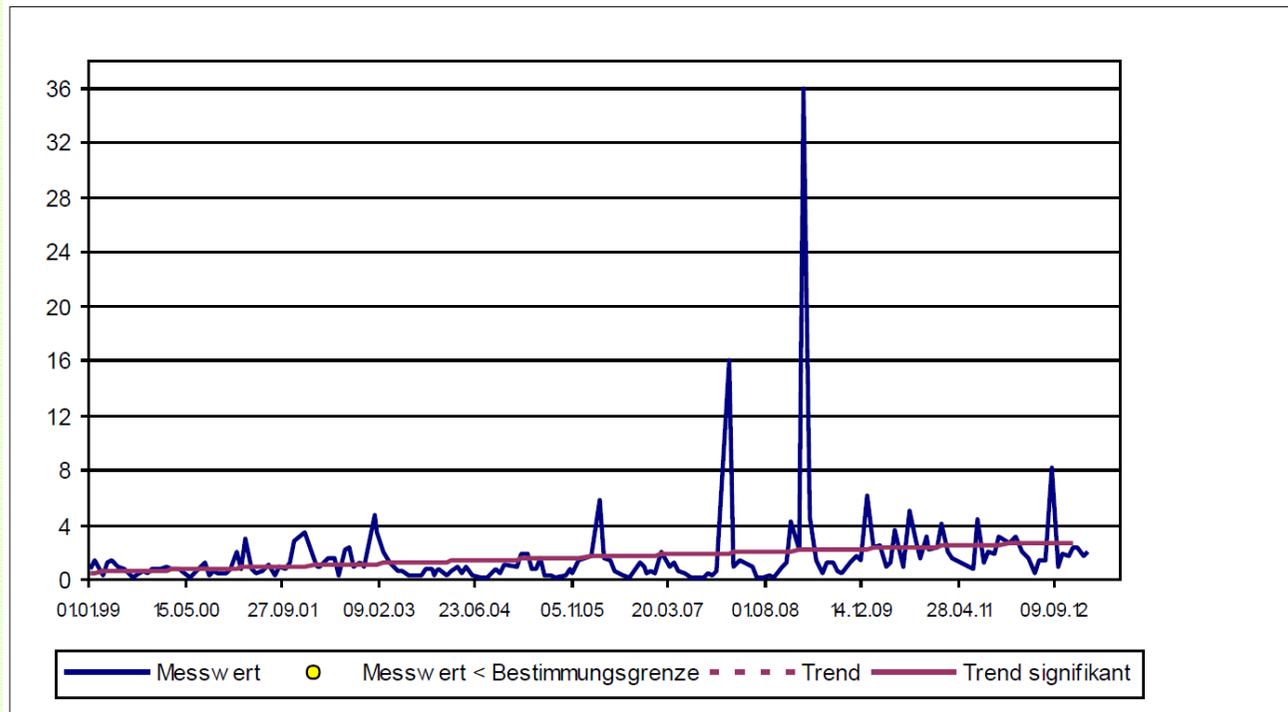
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Schwarze Elster - Einlauf Senftenberger See - OBF26800

Darstellungsparameter: Eisen-ges. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



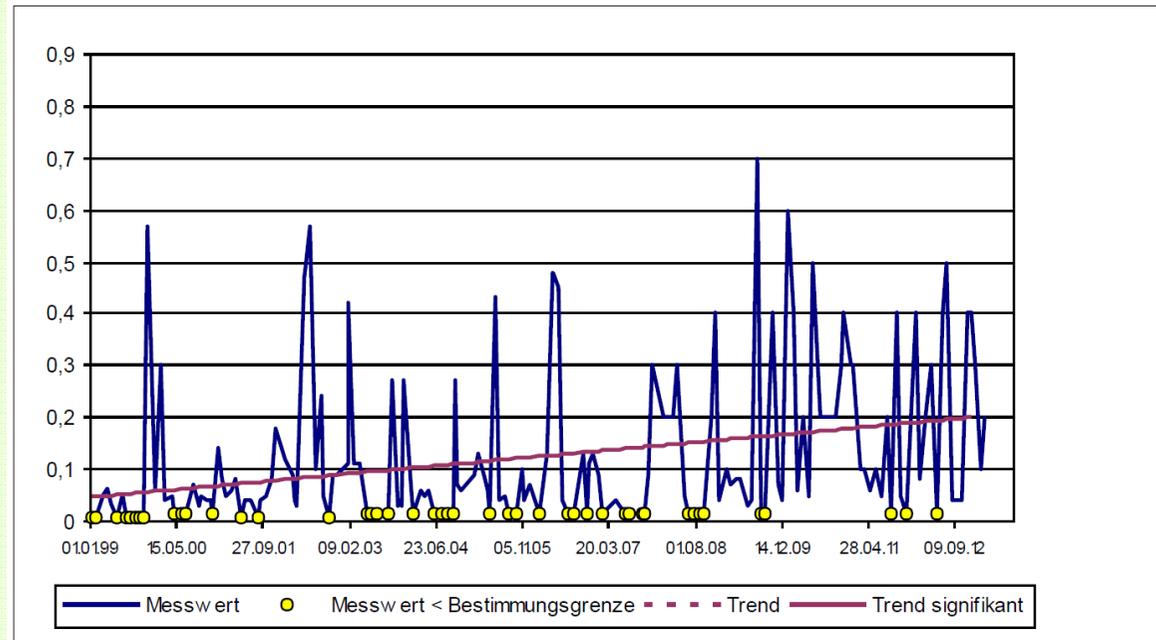
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern- Trends (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Schwarze Elster - Einlauf Senftenberger See - OBF26800

Darstellungsparameter: Eisen-gel. mg/l

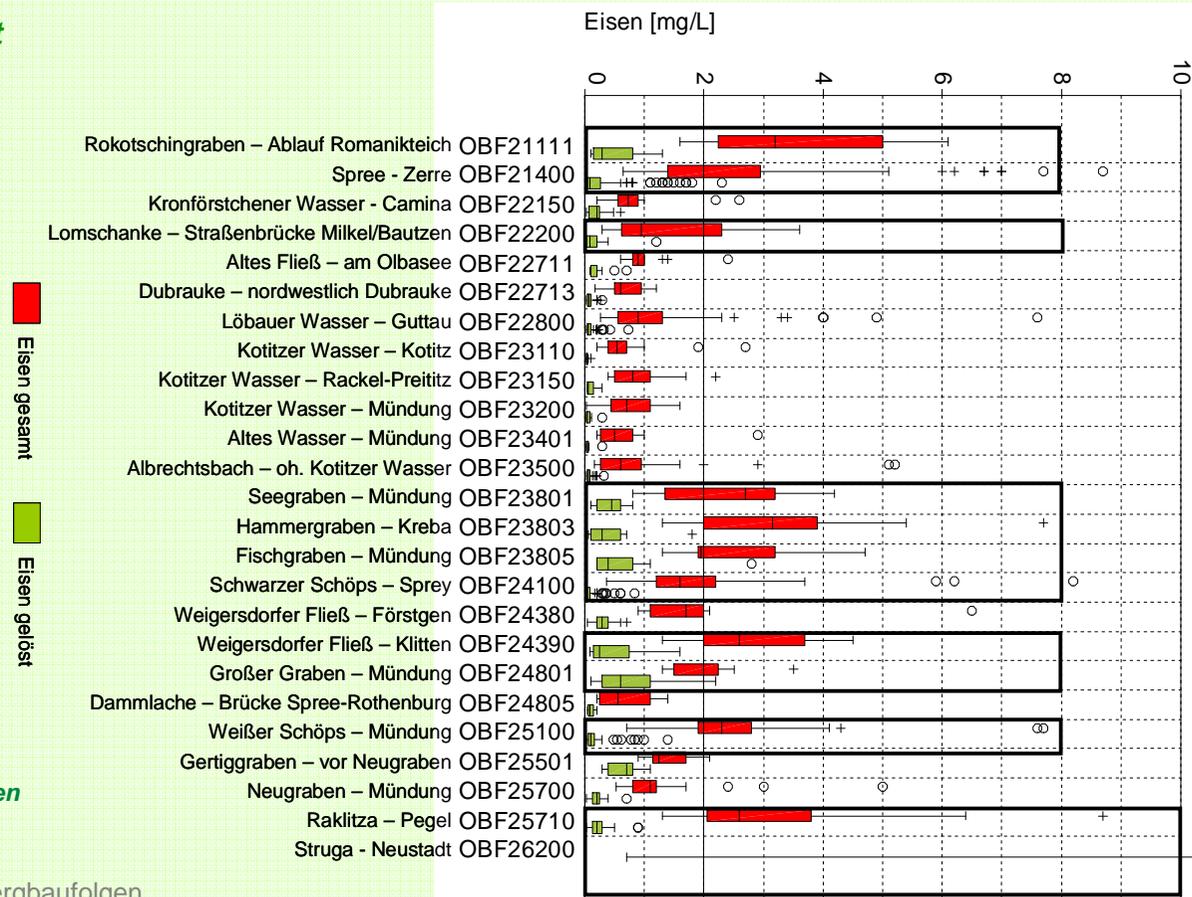
Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

**Konzentration von Eisen-gesamt
und Eisen-gelöst an den
Messstellen im Einzugsgebiet
der Spree**



Quelle:
Beeinflussung von Fließgewässerorganismen
durch Eisen, IDUS, 2012

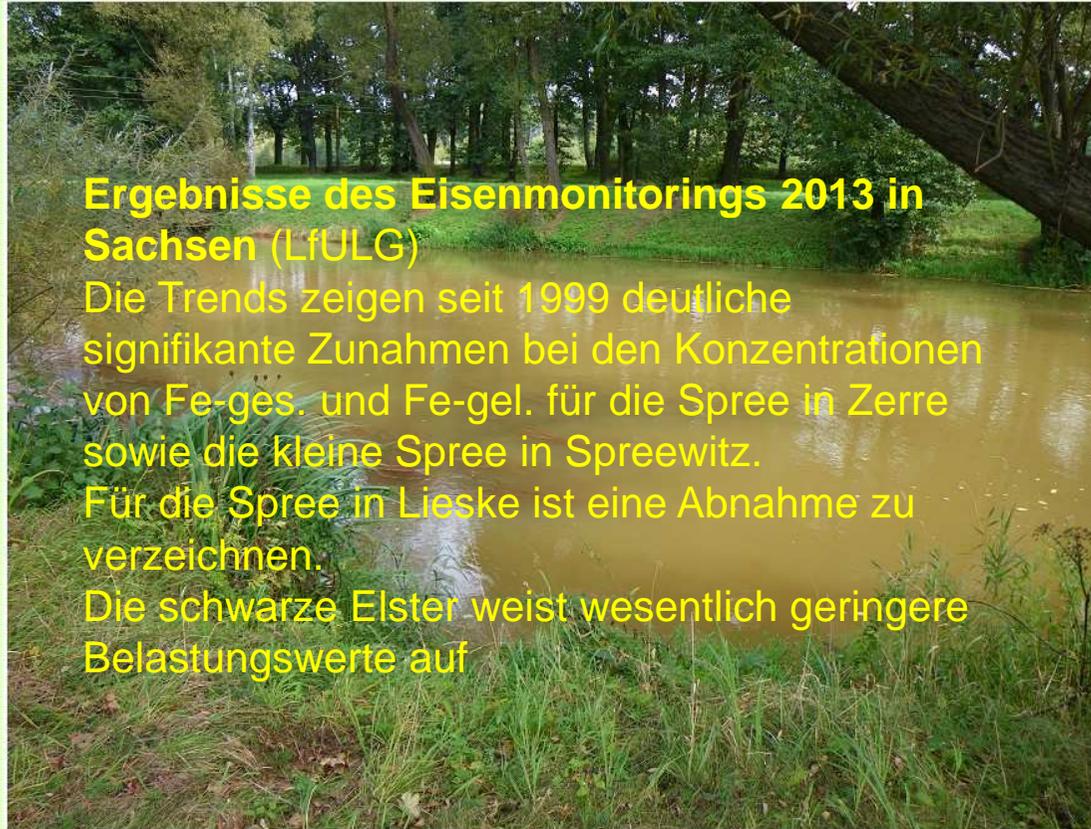
1.2. Aktuelle Eisensituation in Oberflächengewässern

Ergebnisse des Eisenmonitorings 2013 in Sachsen (LfULG)

Die Trends zeigen seit 1999 deutliche signifikante Zunahmen bei den Konzentrationen von Fe-ges. und Fe-gel. für die Spree in Zerre sowie die kleine Spree in Spreewitz.

Für die Spree in Lieske ist eine Abnahme zu verzeichnen.

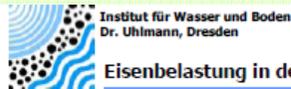
Die schwarze Elster weist wesentlich geringere Belastungswerte auf



1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte in Oberflächengewässern

1. **Hauptursache** der jetzigen Eisen bzw. Eisenoxidprobleme ist die jahrzehntelange bergbaubedingte Grundwasserabsenkung und der seit circa fünf Jahren **verstärkte GW- Anstieg(Grundhochwasser 2010)** und die damit verbundenen diffusen Einträge.
2. Der für die Ockerfärbung verantwortliche Eisenanteil stammt zu großen Teilen sowohl Tagebaukippen sowie aus dem Tagebauumfeld(trockengelegtes Raseneisenerz, Erosion landwirtschaftlicher Flächen).
3. Durch Grubenwassereinleitungen von Vattenfall mit Eisengehalten von meist unter 1 mg/l erfolgt eher **eine Verdünnung der Eisenkonzentrationen**.
4. Einleitungen aus Bergbaufolgeseen kommen gegenwärtig aus den Restseen Burghammer und Bärwalde, haben aber von der Größenordnung her gesehen einen **deutlich untergeordneten Einfluss**.
5. Eine schnelle Lösung nur durch gemeinsames Handeln von LMBV, Kommunen, Behörden, Wasser- und Bodenverbänden sowie Landwirtschaftsbetrieben (größte Flächennutzer) möglich, siehe **Kurzfristige Maßnahmen der LMBV (Folie 32) sowie Vortrag der LMBV(Herr Kaiser)**

1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte ein Oberflächengewässern



Spremberg, 08. Januar 2013



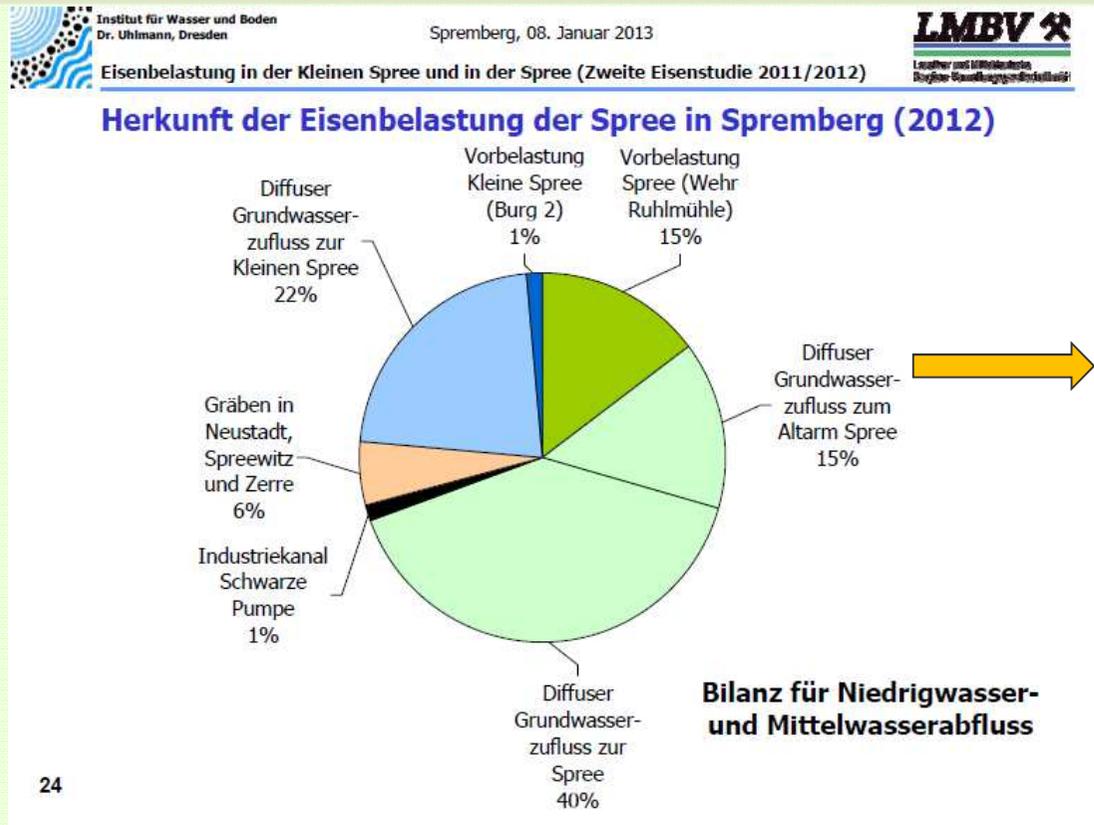
Eisenbelastung in der Kleinen Spree und in der Spree (Zweite Eisenstudie 2011/2012)

Aktuelle Situation der Eisenbelastung

- Die Eisenbelastung der **Kleinen Spree** hat sich weiter erhöht
in Spreewitz: bei Niedrigwasser **bis 30 mg/L**
überwiegend als **Eisen(II)-gelöst**
- Die Eisenbelastung auf dem Grundwasserpfad ist in der **Spree** angekommen !
in Spremberg: bei Niedrig- und Mittelwasser **4 bis 7 mg/L**
überwiegend **Eisen(III)-suspendiert**
- Die Eisenbelastung hat durch den meteorologisch bedingten, beschleunigten **Grundwasserwiederanstieg** in den letzten zwei Jahren stark zugenommen !
- Der **Höhepunkt der diffusen Eiseneinträge** wird mit dem Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs in der Spreewitzer Rinne erwartet

z.B. 2010 Grundhochwasser
von ~ 2,00 m

1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte ein Oberflächengewässern



77% der Belastung kommen aus diffusem Grundwasserzufluss

1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte ein Oberflächengewässern

Wasserrechtliche Grenzwerte für Sumpfungwassereinleitung aus Grubenwasserreinigungsanlagen in die öffentliche Vorflut

Herkunft	Einleitung	Zweck der Einleitung	Menge	geforderte
			lt. Wasserrecht [m ³ /min]	Wasserqualität laut Wasserrecht
GWBA Kringelsdorf	Schwarzer Schöps	Reinigung und Abschlag des Sumpfungswassers aus dem Tagebau Reichwalde	120	pH = 6,5...8,5 Fe-ges. ≤ 5 / -gel. ≤ 2 mg/L abfiltrierbare Stoffe ≤ 20 mg/L
GWBA Tzschelln (Kippenriegel und Kippendränagen)	Spree	Reinigung und Abschlag des gesümpften Kippenwassers aus dem Tagebau Nochten	30...50	pH = 6,5...8,5 Fe-ges. ≤ 3 / -gel. ≤ 2 mg/L abfiltrierbare Stoffe ≤ 20 mg/L
GWBA Schwarze Pumpe	Spree	Reinigung und Abschlag des Sumpfungswassers aus den Tagebauen Nochten und Welzow-Süd	180	pH = 6,5...8,5 Fe-ges. ≤ 3 / -gel. ≤ 1 mg/L abfiltrierbare Stoffe ≤ 20 mg/L

Quelle:
Beeinflussung von Fließgewässerorganismen durch Eisen, IDUS, 2012

Strenge Einleitungsziele halten den Einfluss der GWR auf die Eisenkonzentration der Oberflächengewässer gering bzw. senken diese .

1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte ein Oberflächengewässern

Grubenwasserbehandlungs- und Grubenwasserreinigungsanlagen des Braunkohlebergbau

Anlage	Betreiber	Tagebau	Einleitung	Kapazität
GWBA Kringelsdorf	VEM	Tagebau Reichwalde	Weißer Schöps	180 m ³ /min
GWBA Tzschelln	VEM	Tagebau Nochten	Spree	60 m ³ /min
GWBA Schwarze Pumpe	VEM	Tagebau Nochten Tagebau Welzow-Süd	Spree	240 m ³ /min

Die großen Einleitungskapazitäten der GWR mit geringen Eisenkonzentrationen wirken gegen biologisch schädliche Wirkungen des Eisens

Quelle:
*Beeinflussung von Fließgewässerorganismen
durch Eisen, IDUS, 2012*

1.3. Ursachen für steigende Eisenoxidgehalte in Oberflächengewässern

 Institut für Wasser und Boden
Dr. Uhlmann, Dresden

Spremberg, 08. Januar 2013

 **LMBV**
Landesamt für Umweltschutz
und Bergbau

Eisenbelastung in der Kleinen Spree und in der Spree (Zweite Eisenstudie 2011/2012)

Quellen und Potentiale der Eisenbelastung

- Ursache der hohen Eisenbelastung sind **alle drei Quellen**
- **Geschätzte Potentiale:**
 - Außenhalde Burghammer ~ 5%
 - Innenkippe Burghammer ~ 20%
 - pleistozäner Grundwasserleiter ~ 75%
- **Pleistozäne Grundwasserleiter** hat höchsten Anteil an der Eisenbelastung (geschätztes Grundwasservolumen: 600 bis 800 Mio. m³)
- **Spreewitzer Rinne** ist **großflächig** (mind. 30 km²) und bis in **große Tiefen** (50 ... 80 m) von der Eisenbelastung betroffen
- Aktuelle **Volumenströme** des eisenbelasteten diffusen Grundwasserzuflusses:
 - Kleine Spree: 0,2 ... 0,3 m³/s (gemessen)
 - Altarm Spree: 0,1 ... 0,2 m³/s (gemessen)
 - Spree: 0,3 ... 0,7 m³/s (Bilanzierung)
- Der diffuse Eiseneintrag in die Fließgewässer wird voraussichtlich noch **50 bis 100 Jahre** (bei leicht rückläufigen Frachten) anhalten

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung



Institut für Wasser und Boden
Dr. Uhlmann, Dresden

Spremberg, 08. Januar 2013



Eisenbelastung in der Kleinen Spree und in der Spree (Zweite Eisenstudie 2011/2012)

Lösung des Problems

Was können wir erwarten ?

1. Das Problem der diffusen Stoffeinträge ist in dieser Dimension weltweit einmalig und hat kein historisches Vorbild:
→ keine fertigen Lösungen
2. Lösungen technisch und finanziell sehr aufwändig:
→ Sicherung der langfristigen Finanzierbarkeit
3. Lösung nur schrittweise möglich:
→ Zeitbedarf für Planung, Genehmigung, Bau und Wirkungsentfaltung
4. Leitbild für die Spree und Kleine Spree:
→ stoffliche Teilentlastung
zur Gewährleistung der natürlichen Selbstreinigung

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung



Institut für Wasser und Boden
Dr. Uhlmann, Dresden

Spremberg, 08. Januar 2013



Landesamt für Wasserbau und
Gewässerentwicklung

Eisenbelastung in der Kleinen Spree und in der Spree (Zweite Eisenstudie 2011/2012)

Lösungsansatz

Grundbausteine

1. Flussnahe Wasserfassungen als:
 - parallele Randgräben
 - Tiefdränagen
 - Brunnenriegel
2. Unterirdische Wasserbehandlung als heterotrophe Sulfatreduktion
3. Wasserableitung
4. Wasserbehandlung
 - zentral in einer GWRA
 - lokal als naturräumliche Wasserbehandlung (Absetzbecken mit/ohne chemische Vorbehandlung)
5. Schlammmentsorgung
6. Option: Dichtwände

30

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung

Institut für Wasser und Boden
Dr. Uhlmann, Dresden

Spremberg, 08. Januar 2013

LMBV
Landesamt für Wasser und Boden
Sachsen

Eisenbelastung in der Kleinen Spree und in der Spree (Zweite Eisenstudie 2011/2012)

Systematisierung der Maßnahmen

Quellen		Transportpfad	Schutzgüter
1	Grundwasserleiter	Grundwasserleiter	Kleine Spree Spree TS Spremberg
2	Innenkippe		
3	Außenhalde		

- (A) Behandlung der Quellen
- (B) Verhinderung/Minderung des Austrages aus den Quellen
- (C) Unterbindung der Ausbreitung auf dem Transportpfad
- (D) Verhinderung/Minderung des Eintrages in die Schutzgüter
- (E) Behandlung der Schutzgüter

26

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung

1.) Schaffung wissenschaftlicher und organisatorischer Voraussetzungen

- **Erarbeitung einer Studie durch das Ingenieurbüro - Institut für Wasser und Boden, Dr. Uhlmann - die weiterführenden Untersuchungen zu den hydrochemischen und ökologischen Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem, sauren Grundwasser in die Kleine Spree und die Spree (Projektphase 2) am 30. September 2012 auf Grundlage der einleitende Studie von 2010**
- **Erarbeitung eines Standpunktes des AK Wasserbeschaffenheit der AG Flussgebietsbewirtschaftung Spree/Schwarze Elster zu den im Auftrag der LMBV mbH ermittelten Maßnahmeempfehlungen zur Minimierung hydrochemischer und ökologischer Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem sauren Grundwasser in die Kleine Spree und die Spree**
- **Erarbeitung einer Strategie mit kurz-mittel und langfristigen Maßnahmen zur Minimierung hydrochemischer und ökologischer Auswirkungen der Exfiltration von eisenhaltigem sauren Grundwasser in die Kleine Spree und die Spree durch die LMBV**
- **Am 9. August 2013 Antragskonferenz der LMBV zur Wassergüteentwicklung Spree Südraum**

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung

Planung Kurzfristiger Maßnahmen unter Federführung der LMBV :

- Teilstrombehandlung aus der Kleinen Spree in der GWRA Burgneudorf
- Überleitung eisenhaltigen Grundwassers zur GWRA Schwarze Pumpe
- Pilotvorhaben: Mikrobiell induzierte Eisenretention im Grundwasseranstrom zu Fließgewässern (Untergrundreaktor Ruhlmühle)

Kurzfristige Maßnahmen der Vattenfall GmbH:

Grubenwasserbehandlungsanlage bei Welzow soll 2014 in Betrieb gehen

Den Grundstein für eine neue, moderne Grubenwasserbehandlungsanlage auf der Innenkippe des Tagebaus Welzow-Süd hat Vattenfall mit Gästen und beteiligten Bauunternehmen am Donnerstag, 29. August, gelegt. Die Anlage entsteht bis Herbst 2014 auf rekultiviertem Gelände in der Nachbarschaft des Weinbergs Wolkenberg. Sie wird jährlich 15 Millionen Kubikmeter Grubenwasser aus dem Tagebau Welzow-Süd behandeln und damit die Grubenwasserbehandlungsanlage in Schwarze Pumpe entlasten.

Eisenwasserreinigung in Schwarze Pumpe

Des Weiteren hat Vattenfall der LMBV angeboten haben, bis zu 15.000 m³/Tag eisenbelastetes Wasser täglich in Schwarze Pumpe zu behandeln, die LMBV prüft hier gegenwärtig

1.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung

Standpunkte des AK Wasserbeschaffenheit der AG Flussgebietsbewirtschaftung Spree/Schwarze Elster

- **Bau einer Dichtwand an der Nordtangente der Speicher Burghammer und Lohsa II, kombiniert mit mit flankierenden flussnahen Maßnahmen**
Dies sind hydraulische Abfangmaßnahmen mit Gräben, Drainagen oder Brunnen, welche entsprechend der vorliegenden Studie besonders im Unterlauf der Kleinen Spree, sowie in der Spree oberhalb des Zuflusses der Kleinen Spree bevorzugt zu platzieren sind.
- **Die Ertüchtigung der GWRA Burgneudorf zur Behandlung und Reinigung des gefassten Grundwassers wird befürwortet.**
- **Auch die Überleitung von Wasser aus dem Bereich der ehemaligen GWRA Burgneudorf über vorhandene Leitungen von VEM zur Aufbereitung in der GWRA Schwarze Pumpe bedarf einer erneuten Prüfung und Bewertung.**
- **Der... Verfahrenstest zur Behandlung schwefelsaurer, eisenhaltiger bergbaubeeinflusster Grundwässer im Anstrom zum Fließgewässer Spree durch indizierte Eisenfällung im zuströmenden Grundwasserstrom im Bereich Ruhlmühle ist mit hoher Intensität weiter zu verfolgen.**
- **Brunnenriegel (Vorschlag BB) sollten favorisiert werden, da sich die Schadstofffrachten bereits auf dem Weg zum Vorfluter befinden**



1.5. FAZIT

Hauptursache der jetzigen Eisen bzw. Eisenoxidprobleme ist die jahrzehntelange bergbaubedingte Grundwasserabsenkung und der seit circa fünf Jahren verstärkte GW- Anstieg(Grundhochwasser 2010) und die damit verbundenen diffusen Einträge

Der aktive Bergbau hat so gut wie keinen Anteil, da das Sumpfungswasser weitgehend abgereinigt wird und strenge Ausleitkriterien existieren

Die Tagebaurestseen haben gegenüber dem Grundwasserpfad nur einen geringen Einfluss auf die Eisenkonzentrationen der Fließgewässer kleine Spree, Spree und Schwarze Elster und strenge Ausleitkriterien

Es gibt eine Vielzahl an Maßnahmen, welche an der Quelle, dem Eisentransportpfad oder dem Schutzgut Wasser ansetzen (können)- allerdings sind Lösungen technisch und finanziell sehr aufwendig.

Fakt ist, dass die anfallenden Eisenmengen bei einem Volumen von 600-800 Mio m³ großen pleistozänen Grundwasserleiter über technische Verfahren lediglich teilweise bzw. über große Zeiträume abgereichert werden können.

Leitbild für die Spree und kleine Spree kann daher nur stoffliche Teilentlastung bei gleichzeitiger natürlicher Selbstreinigung sein(IWB, Dr. Uhlmann 2012)

2.1. *Eigenschaften und Wirkungen von Sulfat*



Quelle: Prof. Grünwald



2.1. Eigenschaften und Wirkungen von Sulfat

- **Sulfatbelastete Wässer sind weltweit Begleiter bei der Gewinnung von Energierohstoffen und Erzen. Ursache dafür ist die Verwitterung der Eisen-Schwefel-Mineralen Pyrit und Markasit.**
- **Direkte biologisch negative Wirkungen (Toxizität) wurden bisher für Sulfat nicht nachgewiesen- wohl aber kann es eine sauerstoffzehrende Wirkung geben**
- **Sulfat kann betonagressiv werden**
- **Der deutsche Grenzwert für Sulfat, festgelegt in der Trinkwasserverordnung (TWVO), wurde vor einigen Jahren an das EU-Niveau von 250 mg/l angepasst**
- **Anders als beim Thema Eisen trägt der aktive Bergbau (5 Tagebaue von VEM) bis zu 75 Prozent der Sulfatfracht in die Spree ein.**
- **Für Sulfatkonzentrationen von kleiner 1g/l gibt es bisher keine ausgereifte technische Lösung bzw. noch keine Lösungen, um das Sulfat in den Grubenwasserbehandlungsanlagen zurückzuhalten.**
- **Nach Europäischer WRRL (2000) gibt es keine Vorgaben für Sulfatgehalte in Gewässerkörpern sowie kein vorgeschriebenes Monitoring**

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern



2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Sulfatsituation Spree 2005- 2012 in mg/l

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

Jahr	Uhyst	Bär- walde	Zerre	Sprbg- Wilh	uh. TSS	Fehrow	Leibsch	Neu- brück	Neu- zittau	Sophien- werder
2005	96	105	246	362	322	322	254	190	176	159
2006	87	85	320	334	316	304	260	179	168	146
2007	76	77	388	382	368	352	265	203	198	154
2008	72	72	344	378	351	336	265	205	185	159
2009	81	80	340	322	309	299	256	213	196	160
2010	78	78	248	283	258	258	236	196	187	163
2011	81	82	314	350	303	310	274	210	190	156
2012	79	79	341	326	295	314	286	219	196	178

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

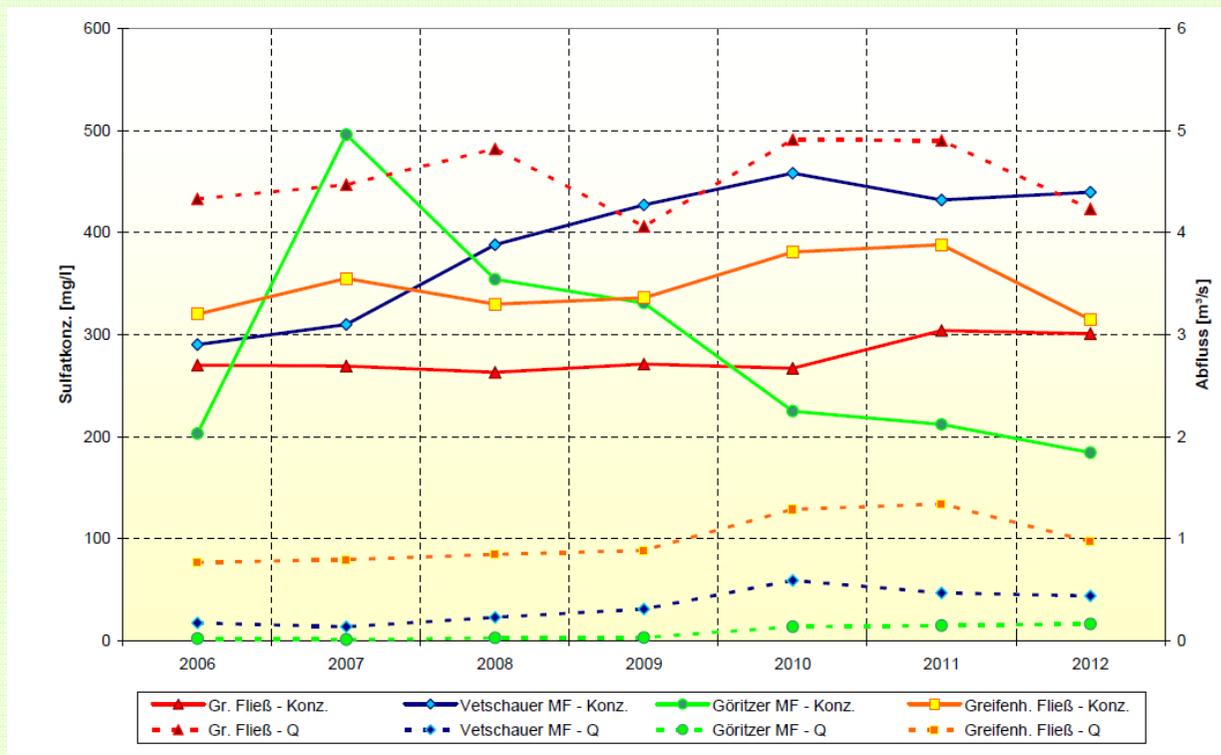
Mittlere Sulfatkonzentrationen der Spreezuflüsse I, 2005-2012 in mg/l *Quelle: LUGV Brandenburg 2013*

Jahr	Schw. Schöps, Sprey	Kl. Spree, Spreewitz	Gr. Fließ, Fehrow	Greifenh. Fließ, Naundorf	Vetsch. Mfl., uh. Vetschau	Göritzer Mfl., b. Raddusch
2005	212	147	286	n.e.	n.e.	n.e.
2006	244	138	270	320	290	203
2007	264	156	269	355	310	496
2008	258	166	263	330	388	354
2009	208	191	271	336	427	331
2010	164	288	267	381	458	225
2011	197	363	304	388	432	212
2012	169	355	301	315	440	184

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Sulfat in ausgewählten Spreezuflüssen 2006 -2012

Quelle: LUGV Brandenburg 2013



2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Sulfatjahresfrachten ausgewählter Messstellen in t/a

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

Jahr	Kleine Spree, Spreewitz	Spree, Zerre	Spree, Wilhelmsthal	Spree, Leibsch	Spree, Neubrück
2005	940	43 882	90089	61639	64552
2006	1 496	57 141	93949	57024	57856
2007	1 342	53 464	91962	76404	80627
2008	2 410	57 027	91112	97840	98831
2009	2 861	66 513	103369	98042	120274
2010	15 083	138 704	160 166	166 749	191 471
2011	21 729 (1,9 m ³ /s)	162 635 (18,3 m ³ /s)	178 904 (18,5 m ³ /s)	161 462 (22,7 m ³ /s)	163 018 (28,1 m ³ /s)
2012	26 829 (1,82 m ³ /s)	134 441 (13,1 m ³ /s)	164 221 (18,2 m ³ /s)	138 710 (16,3 m ³ /s)	152 630 (22,3 m ³ /s)

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

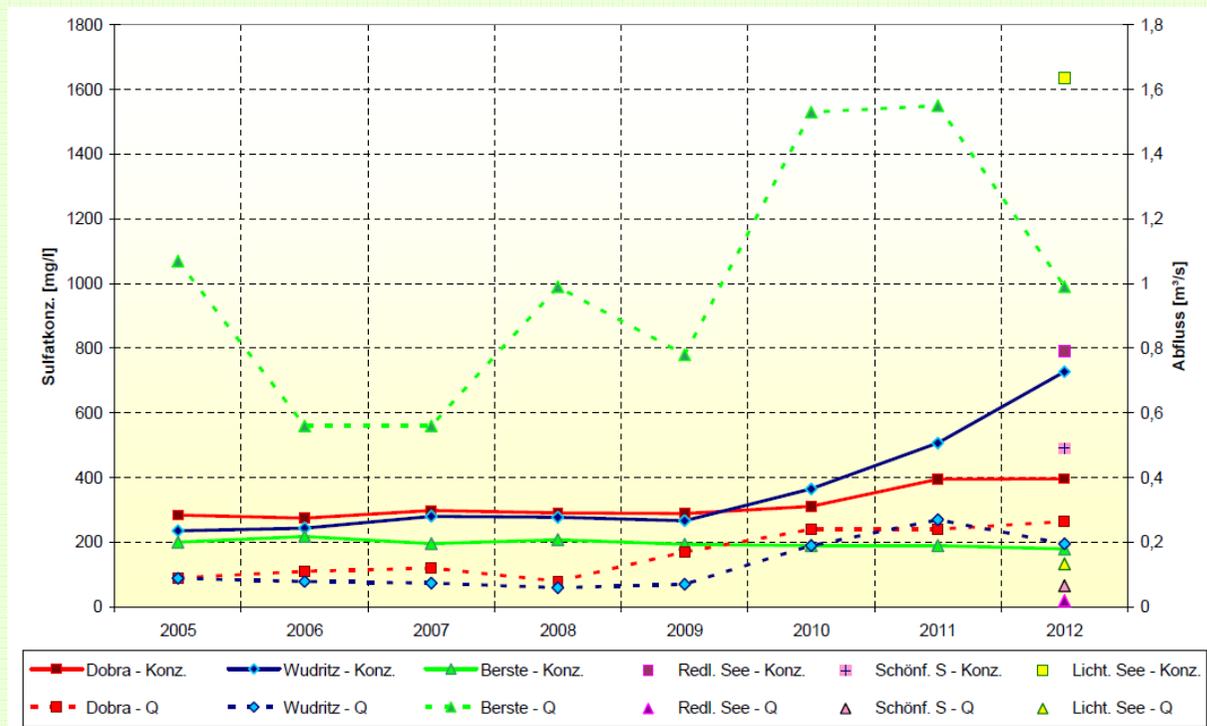
**Mittlere Sulfatkonzentrationen der Spreezuflüsse II
2005-2012 in mg/l**

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

Jahr	Dobra, Boblitz	Wudritz, Ragow	Berste, Lübben	OSK, Wernsdorf	Dahme, Schmöckw.	Teltowkanal v.Griebnitzs
2005	284	236	200	175	142	145
2006	275	244	218	168	130	142
2007	299	280	196	195	134	138
2008	291	277	208	190	128	151
2009	289	267	194	198	133	143
2010	311	365	190	196	148	144
2011	395	507	190	195	156	149
2012	397	728	179	205	169	165

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Sulfatsituation in ausgewählten Spreezuflüssen 2005-2012



Quelle: LUGV Brandenburg 2013

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Vergleich der Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen 2005- 2012 in mg/l

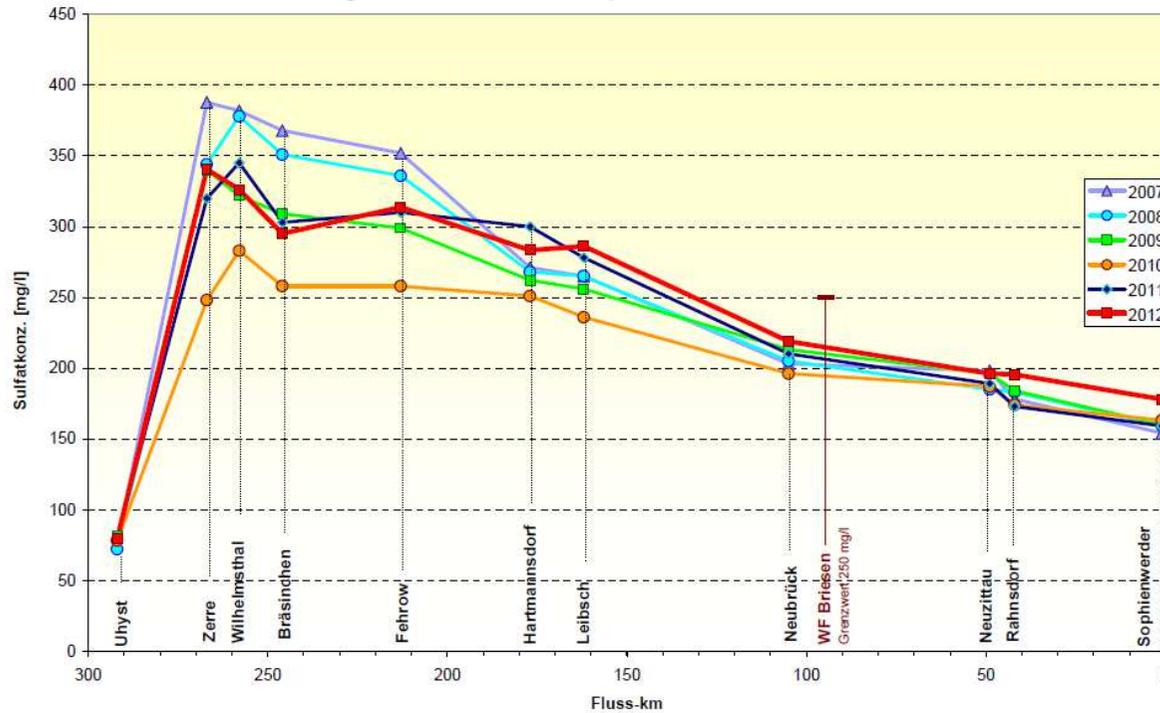
Jahr	Kleine Spree, Spreewitz	Spree, Zerre	Spree, Wilhelmsthal	Spree, Leibsch	Spree, Neubrück
2005	147	246	362	254	190
2006	138	320	334	260	179
2007	156	388	382	265	203
2008	166	344	378	265	205
2009	191	340	322	256	213
2010	288	248	283	236	196
2011	363	314	350	274	210
2012	355	341	326	286	219

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

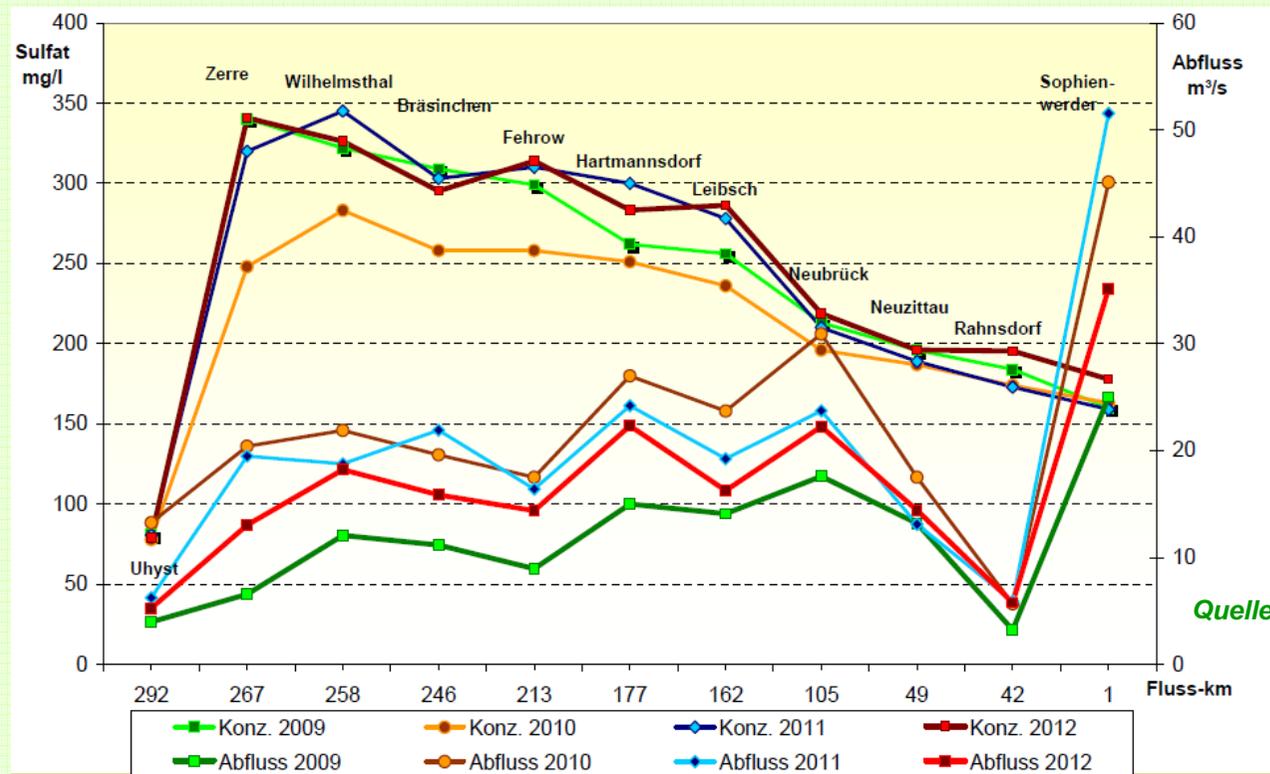
Sulfatmittelwerte im Längsschnitt der Spree 2007-2012

Quelle: LUGV Brandenburg 2013



2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

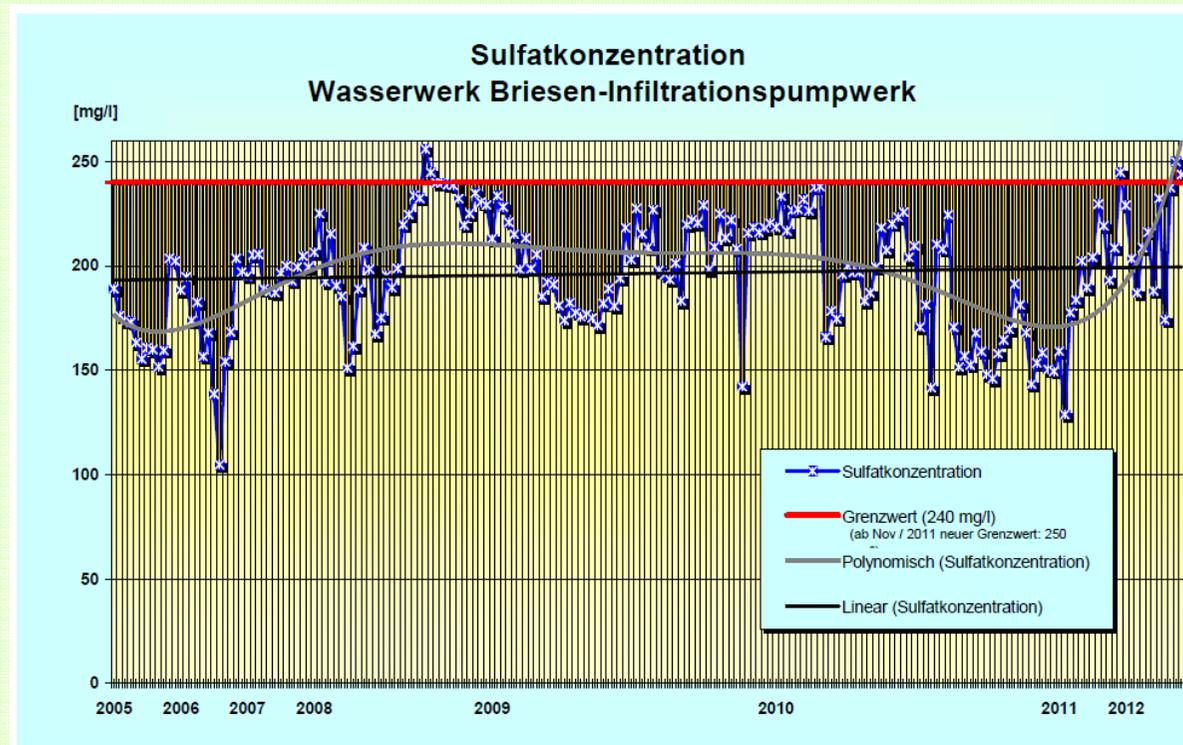
Sulfat- und Abflussmittelwerte im Längsschnitt der Spree 2009-2012



Quelle: LUGV Brandenburg 2013

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Quelle: LUGV Brandenburg 2013



2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Zusammenfassung Sulfatmonitoring 2012 in Brandenburg:

Starker Sulfatfrachtenanstieg bis Zerre

- Hoher Sulfateintrag durch kleine Spree
- Hoher diffuser Eintrag in die Spree in SN
- Allgemeiner Anstieg der Sulfatkonzentrationen im Betrachtungsgebiet aber Abnahme der Sulfatfrachten (geringerer Durchfluss)
- Hohe Sulfateinträge in BB
- Rückhalt von Sulfat im Spreewald aber erstmals Anstieg Sulfat u. h. Spreewald
- Höchste Sulfatkonzentrationen im Raum Berlin seit Auswertungsbeginn (Einfluss: Raum Berlin ?)

Quelle: LUGV Brandenburg 2013

2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern



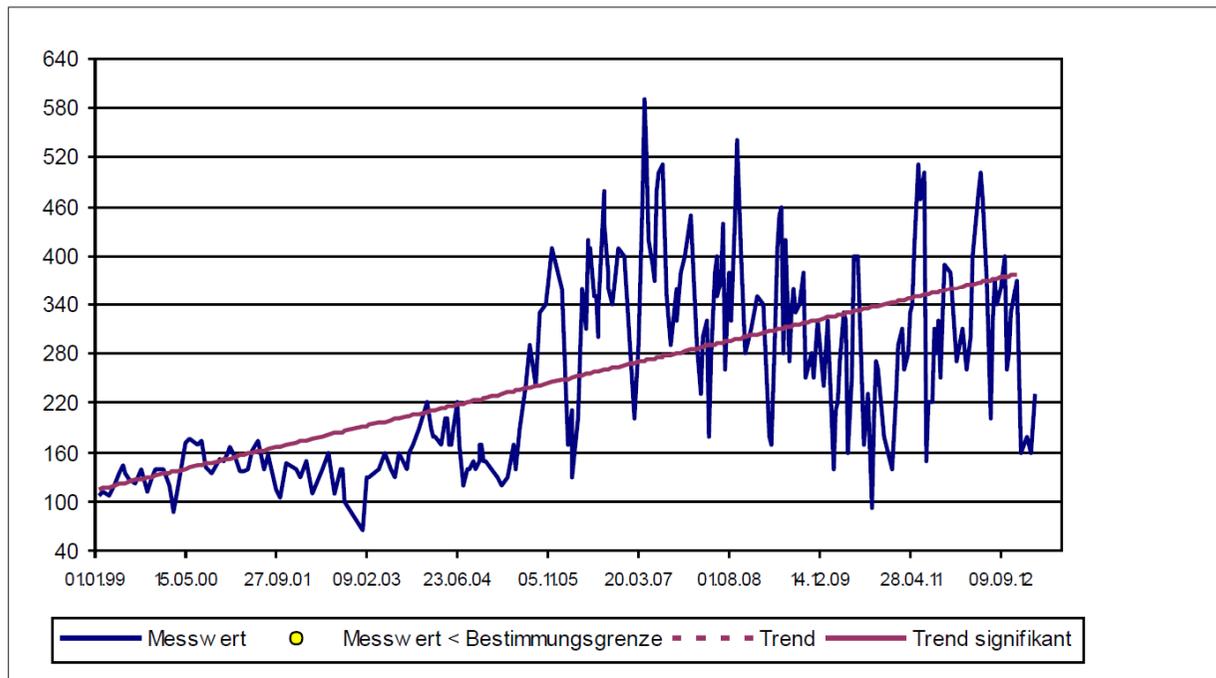
2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Spree - Zerre - OBF21400

Darstellungsparameter: Sulfat-gel. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



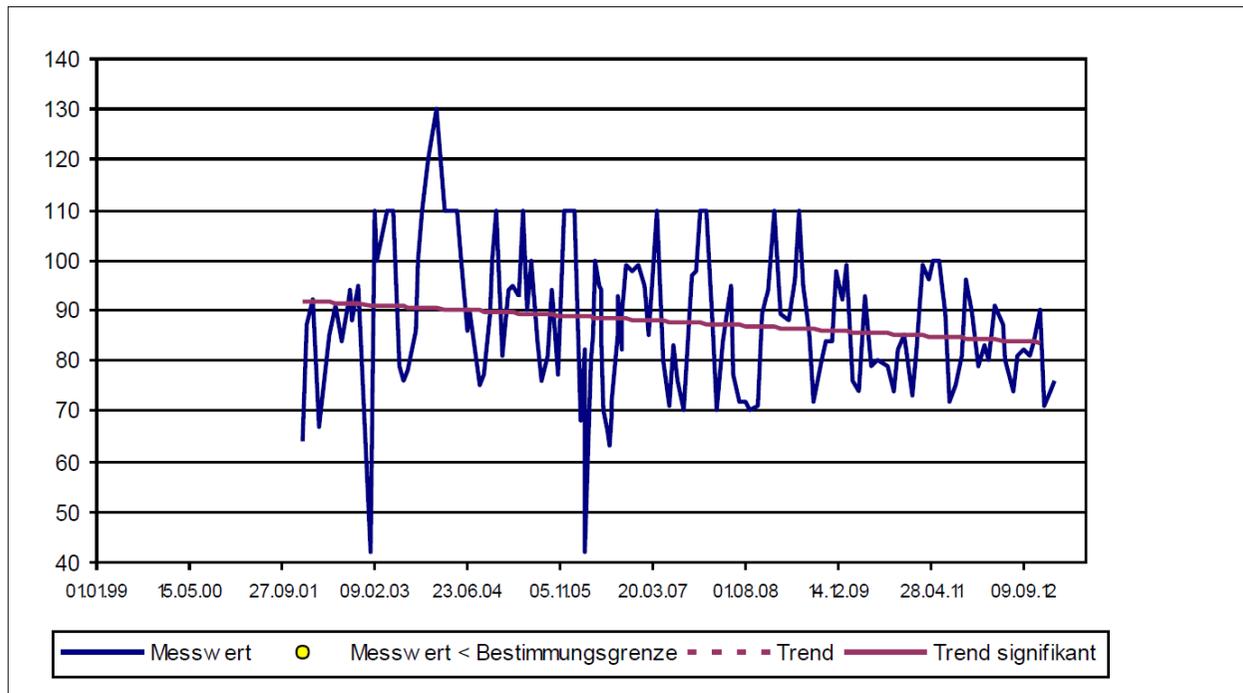
2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Spree - Lieske - OBF21000

Darstellungsparameter: Sulfat-gel. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



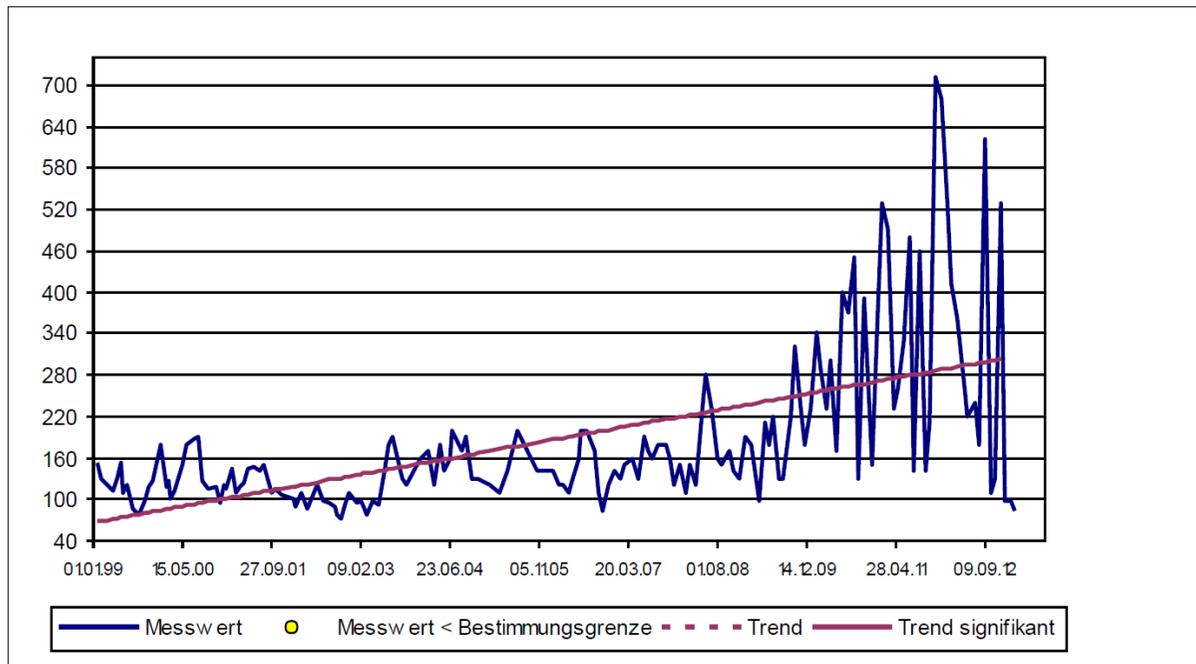
2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Kleine Spree - Spreewitz - OBF22100

Darstellungsparameter: Sulfat-gel. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013



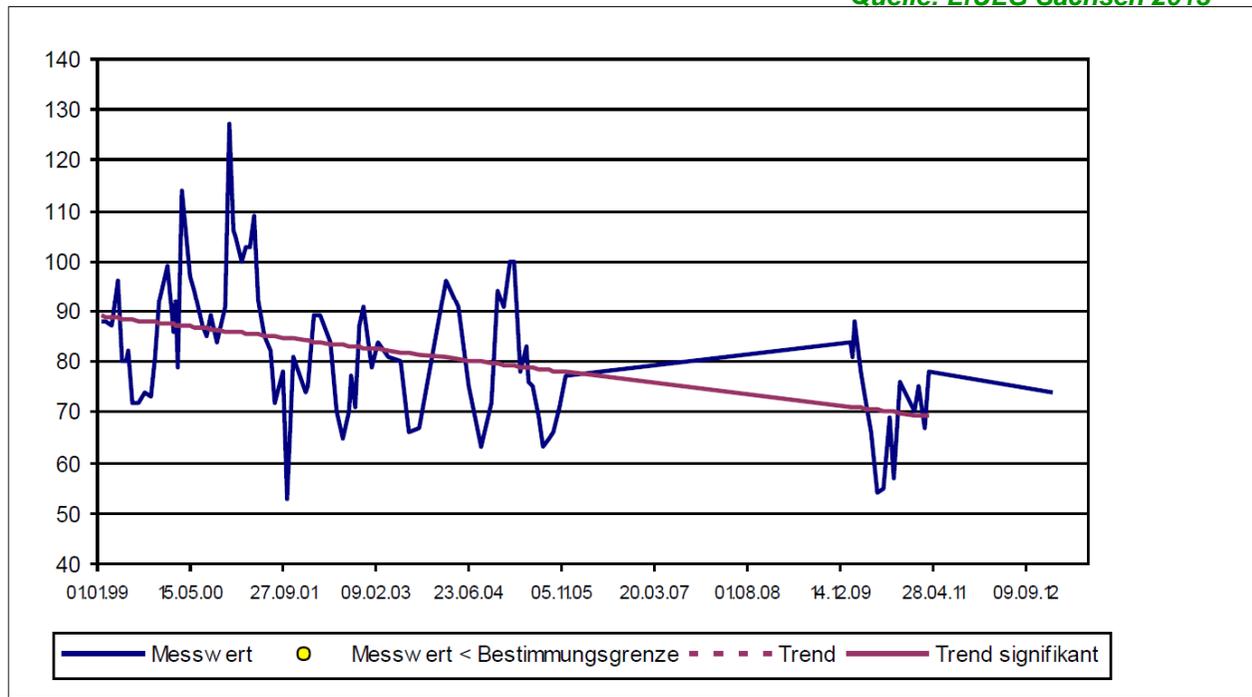
2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Kleine Spree - Lippitsch - OBF21900

Darstellungsparameter: Sulfat-gel. mg/l

Datum:

Quelle: LfULG Sachsen 2013

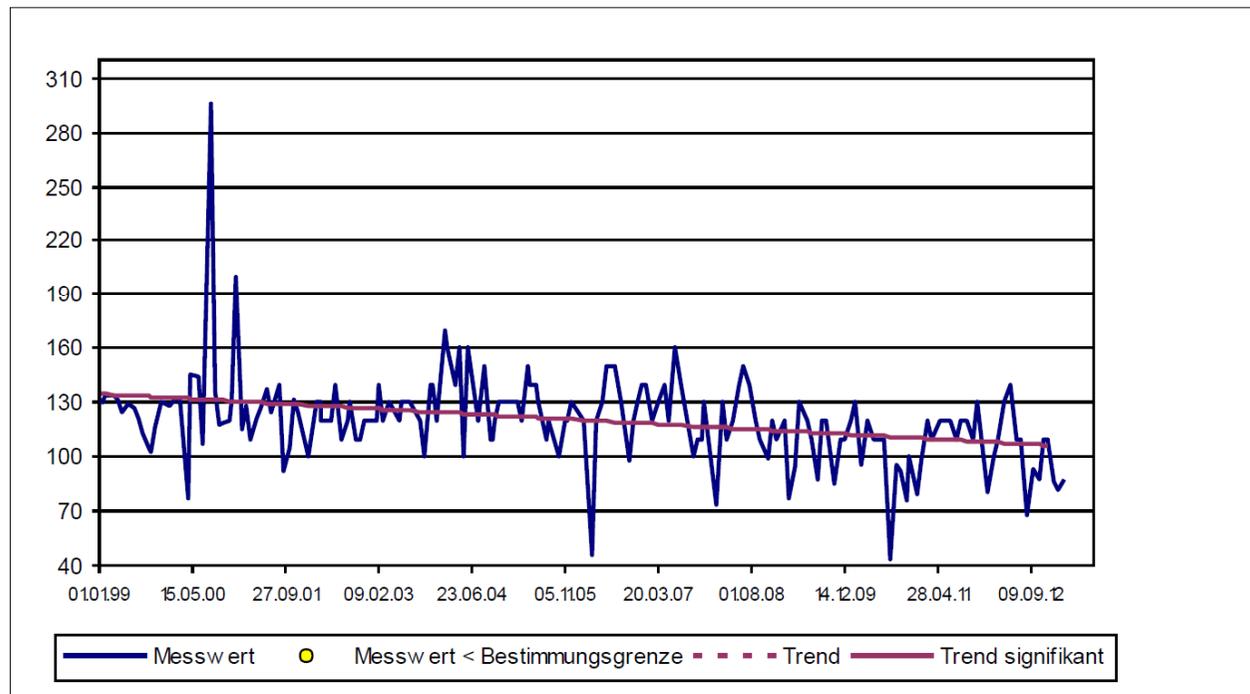


2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern (nach Mann- Kendall)

Messstelle: Schwarze Elster - Einlauf Senftenberger See - OBF26800

Darstellungparameter: Sulfat-gel. mg/l

Datum:



2.2. Aktuelle Sulfatsituation in Oberflächengewässern

Zusammenfassung Sulfatmonitoring 2012 in Sachsen:

- *Stark Ansteigende Trends bei kleiner Spree(Spreewitz) und Spree(Zerre)*
- *Spree(Lieske); Kleine Spree(Lippitsch) sowie Schwarze Elster (Einlauf Senftenberger See) weisen fallende Trends bei der Sulfatkonzentration auf*

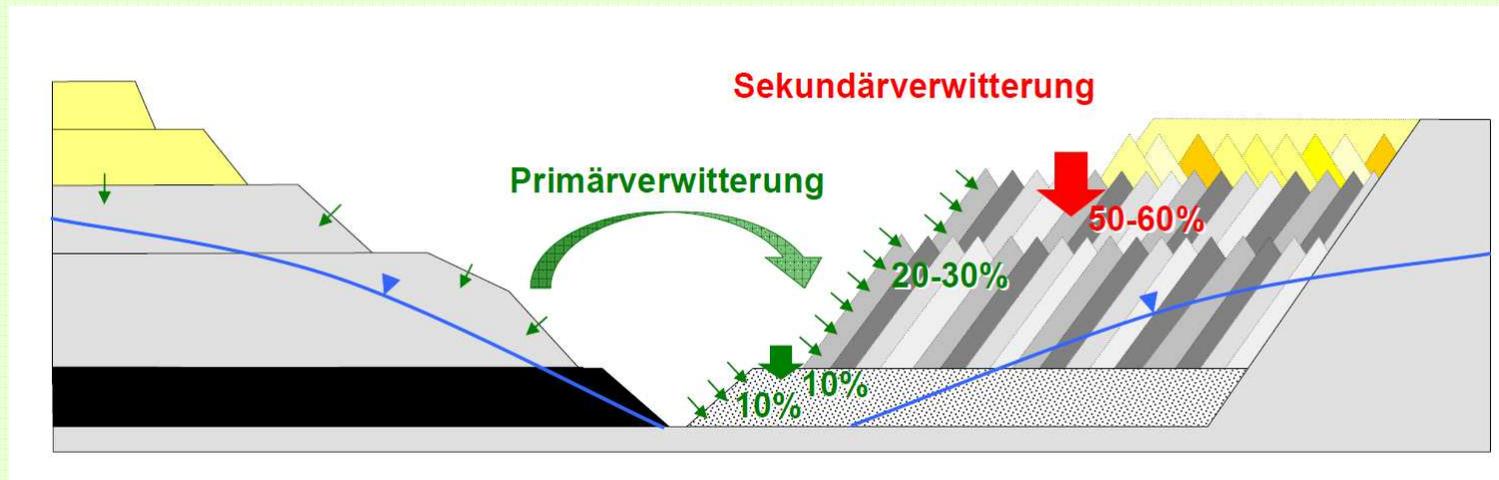


Quelle: LfULG Sachsen 2013

Foto: LUGV Brandenburg 2013

2.3. Ursachen für steigende Sulfatgehalte ein Oberflächengewässern

- *Steigende Sulfatfrachten können durch Einleitung größerer Mengen an (behandeltem) Sumpfungswasser in die Oberflächenwässer entstehen(da sich Sulfat nur sehr aufwendig aus den Bergbauwässern entfernen lässt)*
- *Steigende Konzentrationen können aber aus zunehmender Sekundärverwitterung in den Kippen herrühren.*
- *Durch den beschleunigten Grundwasserwiederanstieg kann auch die Exfiltration von Sulfat und der Transport von sulfathaltigem saurem Grundwasser in die kleine Spree und Spree zunehmen.*





2.4. Maßnahmen und Strategien zur Situationsverbesserung

Maßnahmen im aktiven Bergbau

- **Schneller Abbau**
- **Dichtwandtagebaue mit stark begrenztem Versauerungspotential (Welzow, Nochten etc.)**
- **Arbeitsebenen im Tagebau so anlegen, dass pyritartige Schichten nicht unmittelbar mit Luftsauerstoff in Berührung kommen (Verringerung des Luftzutritts)**
- **pyritartigen Abraum sofort verkippen und mit pyritarmem Material abdecken (Verringerung von Luftzufuhr und Wasserzutritt)**
- **Verkipfung von pyritartigem Abraum nur in der späteren gesättigten Grundwasserzone (Luftabschluss, geringere Durchströmung)**
- **Zugabe von Kalk (und von Kraftwerksasche) zur Pufferung der entstehenden Säure**
- **Grundwassermanagement (geringe Durchströmung)**
- **Sulfatrückhalt in Tagebautrestseen**

Begleitende Maßnahmen

- **Weiterbehandlung der Sulfatthemen im der AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree - Schwarze Elster“ Aufgabenkomplex Wasserbeschaffenheit**
- **Strategiepapier zur Beherrschung bergbaubedingter Stoffbelastungen in den Fließgewässern Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße“**
- **Weiterbehandlung der Sulfatthemen im der AG „Flussgebietsbewirtschaftung Spree - Schwarze Elster“ Aufgabenkomplex Wassermenge - Sulfatsteuerung z.B. in WBALMO**



2.5.FAZIT bezüglich Sulfat

- **Das vom Bergbau über Grund- und Oberflächenwasser ausgetragene Sulfat spielt vor Allem dann dann eine Rolle**, wenn dieses Wasser die **Rohwasserbasis für die Produktion von Trinkwasser** darstellt.
- **Im Spreegebiet betrifft dies konkret das Wasserwerk Briesen, welches die Stadt Frankfurt (Oder) und umliegende Orte mit Trinkwasser versorgt, und das Wasserwerk Friedrichshagen, das größte Wasserwerk im Ostteil von Berlin.**
- **Im Übrigen ist Sulfat nach Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) weder ein Wasserschadstoff noch ist es in den Fließgewässern zu überwachen.**
- **Weltweit gibt es noch keine großtechnisch nachgewiesenen Verfahren zur Sulfatabtrennung.**
- **Vattenfall ist einerseits Garant für eine ökologische(z.B. in Bezug auf Eisen) und nutzerorientierte Wasserführung der Spree (Grubenwasseranteil im Sommer bei 50 bis 70 %) und andererseits größter Sulfateinleiter (75 % des Sulfates entstammen den fünf Tagebauen).**
- **Seit 2005 haben die Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Berlin sowie LMBV und Vattenfall ein Sulfatsteuermodell für die Spree von Bautzen bis Berlin aufgebaut.**
- **Überschreitungen der Sulfatgrenzwerte im Trinkwasser von Berlin und Frankfurt/Oder sind noch nie aufgetreten. Die Konzentrationen liegen bei ca. 150 bis 160 mg/l.**
- **Das Sulfatprognosemodell arbeitet zuverlässig und weist bis 2020 ein Verharren auf derzeitigem Niveau aus und danach ein kontinuierliches Absinken.**
- **Weitere Forschung erforderlich**