

Monitoring Fließgewässer Pleiße

1.8.2018 – 21.12.2018

Bestell-Nr.: 13000653

Jahresbericht 2018

Auswertung der Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 1 und 2

Auftraggeber: LMBV mbH
Betrieb Mitteldeutschland
Walter-Köhn-Str. 2
04356 Leipzig

Auftragnehmer: SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft
Lauchhammer mbH
Bockwitzer Straße 85
01979 Lauchhammer

Erstellt von: Dr. S. Wilczek (Analytisches Labor der SGL)
Kittlitz, den 28.03.2019
geändert: 19.06.2019

Anlagen

Anlage 1: Übersichtskarte – Messstellen Fließgewässermonitoring Pleiße

Anlage 2: Tabellarische Übersicht der Messergebnisse

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Zielstellung	3
2.	Ausgeführte Leistungen / Untersuchungsumfang, Messstellen	4
3.	Methoden	6
3.1	Feldarbeit	7
3.2	Probenbehandlung	7
3.3	Laborarbeit	8
4.	Ergebnisse und Auswertung der Wasseruntersuchungen	9
4.1	Besonderheiten des Wasserregimes der Pleiße	9
4.2	pH-Werte, Leitfähigkeiten und Konzentrationen der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2	10
4.2.1	pH-Werte	10
4.2.2	Eisen(ges.)-Konzentrationen	12
4.2.3	Eisen(gel.)-Konzentrationen und Eisen(II)-Konzentrationen	14
4.2.4	Mangan(ges.)-Konzentrationen	16
4.2.5	Sulfat-Konzentrationen und Leitfähigkeiten	17
4.3	Abflüsse und Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1 und 2	19
4.3.1	Abflüsse	19
4.3.2	Eisen(ges.)-Frachten	21
4.3.3	Eisen(gel.)-Frachten und Eisen(II)-Frachten	22
4.3.5	Sulfat-Frachten	25
4.3.6	Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag bei Abflussklasse 1 und 2	26
4.4	Mittlere jährliche Eisen(ges.)- u. Sulfat-Fracht nahe der Pleiße-Mündung (PL18) ..	28
4.5	Entwicklung der Eisen - und Sulfat-Frachten von 2008 bis 2018 (Trendanalyse) ..	29
4.5.1	Eisen(ges.)-Frachten 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2	29
4.5.2	Sulfat-Frachten 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2	30
4.6	Konzentrationen und Frachten der bergbautypischen Parameter in der Wyhra	32
4.7	Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in <i>Faule Pfütze</i> , <i>Gösel</i> und <i>Floßgraben</i>	33
5.	Zusammenfassung	35
6.	Handlungsempfehlungen	38
	Literatur	38

1. Veranlassung und Zielstellung

Die Pleiße ist ein Fließgewässer, das durch den aktiven Bergbau und den Sanierungsbergbau erheblich beeinträchtigt wird. Der zu betrachtende Gewässerbereich umfasst eine Länge von ca. 30 km zwischen Regis-Breitungen und der Stadt Leipzig und führt in größeren Abschnitten über Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz II (Kippe Kahnsdorf) bzw. grenzt an sie. Vor allem bei geringen Abflüssen zeigt sich in diesem Bereich eine deutliche Trübung des Wassers mit gelbbrauner bis ockerfarbener Färbung, die einen Hinweis auf den Eintrag von Eisen darstellt. Die Färbung und Trübung tritt insbesondere zwischen der Mündung der Wyhra und der Stadt Leipzig auf.

Im Projekt „Untersuchung der Auswirkungen des Grundwasser-Wiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration der eisenbelasteten Grundwässer aus den Kippen des ehemaligen Tagebaues Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra“ (2007 – 2013) wurden die Charakterisierung des Eintrages, der Umwandlung und des Transportes von bergbautypischen Stoffen im Fließgewässer, besonders Eisen, sowie die Erarbeitung nachhaltiger Sanierungskonzepte für die Fließgewässer und die angrenzenden Kippengebiete erstrebt.

Mit der 19. Sitzung des vorhabenbegleitenden Arbeitskreises am 27.02.2014 und der 22. Sitzung am 29.08.2017 wurde die Fortführung der Untersuchungen im Projekt „Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße“ beschlossen.

Bestandteil der Untersuchungen ist das Monitoring im Fließgewässer Pleiße, das bereits seit Oktober 2007 durchgeführt wurde. Aufgrund der Brisanz des Themas zum Eintrag bergbaubeeinflusster Grundwässer in das Fließgewässer Pleiße, ist das Fließgewässermonitoring ab 2014 in optimierter Form zur Nachweisführung, Ableitung von möglichen Sanierungsstrategien sowie zur Erfolgskontrolle realisierter Sanierungsmaßnahmen fortzuführen.

2017 wurden im Februar 3 Messkampagnen bei hohen Durchflüssen in der Pleiße durchgeführt, die nicht in einem Jahresbericht reflektiert worden. Die Messergebnisse 2017 werden im vorliegenden Bericht 2018 bei Bedarf mit aufgenommen und dargestellt.

2018 lag der Schwerpunkt der Untersuchungen auf

- der Quantifizierung der bergbautypischen Wasserinhaltsstoffe bei verschiedenen Abflussklassen mit dem Ziel der Bilanzierung der Eisen-Fracht und Sulfat-Fracht über das Gesamtjahr.

Die Untersuchungen zu Sediment und Sedimentation wurden 2015 abgeschlossen und sind in den Jahresberichten 2014 und 2015 von SGL mbH Lauchhammer (Berichte 5 und 6, siehe Literaturliste) reflektiert.

Die Abflussklassen (Bezug: Pegel Böhlen), bei denen die Wasseruntersuchungen in der Pleiße durchgeführt werden sollten, wurden wie folgt von der Landesdirektion Sachsen (LDS) vorgegeben:

Klasse 1: 2 – 3 m³/s,

Klasse 2: 3 – 5 m³/s,

Klasse 3: 5 – 8 m³/s,

Klasse 4: 8 – 10 m³/s,

Klasse 5: > 10 m³/s.

Die hydrologischen Kennzahlen des Pegel Böhlens aus verschiedenen Quellen sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Hydrologische Kennzahlen Pegel Böhlen Pleiße

Hydrologische Kennzahlen	1959 -2010 (Hydrologisches Handbuch) [m ³ /s]	1995 - 2006 (in SGL-Berichten bis 2010 verwendet, siehe Literatur) [m ³ /s]	2010 - 2012 (Mittelwert der 3 Jahre, Daten LDS) [m ³ /s]
NQ	0,922	2,00	3,37
MNQ	3,03	4,31	*
MQ	6,76	6,11	9,34
MHQ	38,2	11,2	*
HQ	142	41,5	47,6

* kein Wert

2. Ausgeführte Leistungen / Untersuchungsumfang, Messstellen

Im Rahmen des Monitorings wurden vom Auftraggeber 9 Messstellen zur Wasseranalytik vorgegeben (Tab. 2). 7 Messstellen davon befinden sich in der Pleiße, in einem ca. 30 km langen Abschnitt, eine in der Wyhra (PL 5) und eine im Zulauf aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A)). Messstelle PL 1, die erste Messstelle im Längsverlauf der Pleiße, liegt in Regis-Breitungen (Fkm 31,7) und PL 18, die letzte Messstelle im Längsverlauf, liegt kurz vor der

Mündung der Pleiße in die Weiße Elster (Fkm 0,20). Zur Durchflussmessung wurden ebenfalls 9 Messstellen vom Auftraggeber vorgegeben (Tab. 2). Zusätzlich zu den 5 Messstellen in der Pleiße (PL 1, PL 3, PL 6, PL 10A, PL 18) wurden Durchflussmessungen in den Mündungen der Zuflüsse von Wyhra (PL 5), Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben durchgeführt. Für die Stofffrachtermittlungen von Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben wurde auf die Beschaffenheitsdaten der LfULG zurückgegriffen

(<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml?jseid=27CB51AE4EA6A654E388E03CEA1E45D2>).

Die Messstellen wurden 2018 nur bei zwei verschiedenen Abflussklassen (Abflussklasse 1 und 2) untersucht, da sich aufgrund der sehr geringen Niederschläge im Leistungszeitraum nur diese beiden niedrigen Abflussklassen einstellten. Die Lage der Messstellen ist in nachfolgender Tab. 2 sowie in Anlage 1 ersichtlich. Anlage 1 enthält zudem alle seit 2007 relevanten Fließgewässermessstellen. In Abhängigkeit des Eintretens der Abflussklassen wurden im Jahr 2018 insgesamt 5 Messkampagnen durchgeführt (Tab. 3). Bei Abflussklasse 1 wurden drei und bei Abflussklasse 2 nur zwei Wasseruntersuchungen realisiert. Die Probenahmen und die chemischen Untersuchungen an den vom Auftraggeber vorgegebenen Messstellen erfolgten durch das Analytische Labor der SGL mbH.

Der Schwerpunkt der Auswertung (vorliegender Bericht) wurde auf die bergbaurelevanten Parameter - Eisen, Sulfat und Mangan und die pH-Werte und Leitfähigkeiten gelegt. Entsprechend der Aufgabenstellung (Leistungsverzeichnis des Vertrages) wurden die Daten aufbereitet und ausgewertet. Dies beinhaltet:

- Statistische Auswertung der Messdaten (Bildung von Mittelwerten) und die Darstellung der Konzentrationen und Frachten in der Längsentwicklung im Fließgewässer Pleiße bei Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2
- Frachtbilanzierungen von Eisen in ausgewählten Fließabschnitten der Pleiße bei Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2
- Ermittlung der mittleren jährlichen Eisen- und Sulfat-Frachten in der Pleiße anhand der Tagesabflusswerte (Pegel Böhlen)
- Darstellung der Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten von 2008 – 2018 bei Abflussklasse 2 in der Pleiße (Trendanalyse)
- Konzentrationen und Frachten der bergbautypischen Parameter in der Wyhra
- Konzentrationen und Frachten von Eisen und Sulfat in der Faulen Pfütze, Gösel und Floßgraben

Tab. 2: Lage der Messstellen (Fluss-km, GPS-Daten) und durchzuführende Untersuchungen

Messstelle	Kürzel	Messstellenname	Fluss-km	RW	HW	PN aus Fließgewässer und Untersuchung Chemie				Durchfluss
						in Flussmitte	an 3 Stellen über die gesamte Tiefe	an 3 Stellen unter Wasseroberfläche	Vor-Ort-Messung	Durchflussmessung (zeitgleich mit Probenahme)
Probenahmestellen						alles jeweils dreimal je Abflussklasse 1- 5				
Pleiße 1	PL1	Regis-Breitungen	31,7	45 30 830	56 61 573	+			+	+
Pleiße 3	PL3	uh. FGB Lobstädt	25,6	45 31 439	56 66 249					+
Pleiße 4	PL4	Pleiße vor Mdg. Wyhra	23,85	45 31 237	56 67 917	+			+	
Pleiße 5	PL5	Wyhra vor Mdg. in die Pleiße	Wyhra	45 31 237	56 68 029	+			+	+
Pleiße 6	PL6	Fußgängerbrücke (FGB) Neukieritzsch	21,65	45 29 277	56 68 862		+		+	+
Pleiße 9	PL9	oh. Trachenauer Wehr	17,65	45 28 675	56 71 745			+	+	
Pleiße 10 A	PL10 A	uh. Trachenauer Wehr	17,47	45 28 704	56 71 888	+			+	+
Pleiße 16	PL16	oh. AGRA-Wehr, Mönchereistraße	5,5	45 26 772	56 82 650	+			+	
Pleiße 18	PL18	oh. Connewitzer Wehr	0,2	45 25 056	56 86 810			+	+	+
Pleiße 6A	PL6A	Zulauf GWRA MIBRAG		45 28 746	56 69 179			+	+	
Faule Pfütze		Zulauf			PN an geeigneter Stelle, nahe der Pleiße					+
Gösel		Zulauf			PN an geeigneter Stelle, nahe der Pleiße					+
Floßgraben		Zulauf			PN an geeigneter Stelle, nahe der Pleiße					+
Anzahl Proben bzw. Messungen je Abflussklasse :						5	1	3	9	9

PL 4+5 ist ein berechneter Wert aus Konzentrationen und Abflüssen von PL 4 und PL 5 im prozentualen Verhältnis

Tab. 3: Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

Abflussklasse	Datum	Abfluss (Pegel Böhlen 12:00 Uhr) [m ³ /s]
1	02.08.2018	1,98
1	04.09.2018	2,79
1	18.09.2018	1,98
2	05.12.2018	3,83
2	12.12.2018	3,50

3. Methoden

Das Labor der SGL ist nach DIN ISO/IEC 17025-2005 akkreditiert, nach OFD/BAM-Richtlinie erweitert akkreditiert, nach DIN 9002 zertifiziert. Die Vorschriften für Arbeitssicherheit, Gesetzlichkeiten und spezielle betriebliche Forderungen werden darüber hinaus durch die Unternehmenszertifizierung nach DIN EN 9001/14001 geregelt.

3.1 Feldarbeit

Die Vor-Ort-Parameter Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, Redoxspannung wurden mit WTW-Geräten gemessen. Die Trübung wurde Vor-Ort mit dem Turbidimeter von HACH bestimmt. Die Bestimmung der Sichttiefe erfolgte mit der Secchi-Scheibe. Für die Wasserprobenahme wurde ein Teleskopschöpfer und ein 10-L-Wasserschöpfer der Firma Hydrobios eingesetzt, der nach den Anforderungen des LMBV-Merkblattes „Montanhydrologisches Monitoring in der Phase des Abschlussbetriebsplanes“ funktioniert. Die Probenkonservierung und Probenfiltration erfolgte vor Ort.

Die Messung des Abflusses erfolgte für alle relevanten Messstellen (siehe Tab. 2) in 1- bis 2- m-Lamellen und in jeweils mindestens drei Tiefen. Die Fließgeschwindigkeit wurde mit einem akustischen Katamaranmesssystem bei größeren Querschnitten oder mit induktiven Strömungsmesssystemen bei kleineren Querschnitten gemessen.

Abfüllen und Präparieren der Wasserproben

- Abfüllen der Probenahmeflaschen bzw. Füllen der Filtriereinrichtung aus dem Schöpfer über einen Wasserhahn und eine Schlauchleitung
- Messung der Vor-Ort Parameter parallel zur Abfüllung der Proben in einem Messbecher.

3.2 Probenbehandlung

Die Flaschen wurden unmittelbar nach der Probenahme in Kühlboxen gegeben, die Aufbewahrung und der Transport erfolgten unter Kühlung der Proben (ca. 4°C). Für jede Probenahme wurde ein Probenahmeprotokoll ausgefüllt, in dem alle für die Untersuchung relevanten Daten dokumentiert wurden. Die Probenbehandlung zur Bestimmung der Eisen(II)- und Eisen(gel.)-Konzentrationen erfolgte Vor-Ort. Die Übergabe der Proben an das Labor erfolgte am Tag der Probenahme. Tab. 4 zeigt die Probenbehandlung zur Bestimmung der Eisenparameter.

Tab. 4: Probenbehandlung zur Bestimmung der Eisenparameter.

Parameter	Behältnis	Menge	Filtration	Konservierung	Bestimmung
Eisen gesamt	PE-Flasche	250 ml	unfiltriert	Mit HNO ₃ (65 %ige) 1 ml auf 100 ml	DIN EN ISO 11885 (mit ICP)
Eisen gelöst ges.	PE-Flasche	100 ml	filtriert (0,45 µm)	Mit HNO ₃ (65 %ige) 1 ml auf 100 ml	DIN EN ISO 11885 (mit ICP)
Eisen 2+ gelöst	Glas-Flasche mit Schliffstopfen	100 ml	filtriert (0,45 µm)	Mit H ₂ SO ₄ (1:3 verdünnt) 1 ml auf 100 ml	DIN 38406-E1 - Zugabe von o-Phenanthrolin vor Ort (Best. am Photometer)

3.3 Laborarbeit

Nach der Probenregistrierung im Labor-Informationen-Management-System (LIMS) und der Vergabe der Laborprobennummern wurden die Proben zur Analyse freigegeben. Für die Analytik wurden die vom Auftraggeber vorgeschriebenen Normen und die im Labor gültigen Standardarbeitsanweisungen angewendet. Das Untersuchungsprogramm für die Wasserproben ist in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Untersuchungsprogramm (Methoden) für die Wasserproben

Parameter	Methode (DIN/ISO)	Untere Bestimmungsgrenze	Einheit
Lufttemperatur (V)	DIN 38404 C 4		°C
Wassertemperatur (V)	DIN 38404 C 4	0,1	°C
pH-Wert (V)	DIN 38404 C 5	1,0	
elektrische Leitfähigkeit(V)	DIN EN 27888 C 8	0,1	µS/cm
Sauerstoffgehalt (V)	DIN EN 25814 G 22	0,1	mg/L
Sauerstoffsättigung (V)	DIN EN 25814 G 22	0	%
Redoxspannung UH (V)	DIN 38404 C 6		mV
Trübung (V)	DIN EN ISO 7027 C2	0,1	FNU
Sichttiefe (V)	DIN 38404 C2	0,1	m
pH-Wert	DIN 38404 C 5	1,0	
elektrische Leitfähigkeit 25 °C	DIN EN 27888 C 8	0,1	µS/cm
Eisen 2+	DIN 38406 E1	0,01	mg/L
Eisen gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Eisen gesamt	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Mangan gesamt	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L

Kalium gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Natrium gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Aluminium gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Calcium gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Magnesium gelöst	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1	5,0	mg/L
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/L
Ammoniumstickstoff	DIN EN ISO 11732 E23	0,05	mg/L
Nitratstickstoff	DIN EN ISO 10304-1	0,03	mg/L
Nitritstickstoff	DIN EN ISO 26777	0,001	mg/L
Kjeldahl-Stickstoff	Berechnung H12		mg/L
Gesamt-Stickstoff	DIN EN 12260 H34	1,0	mg/L
Säurekapazität 4,3	DIN 38409 H 7-1-2	0,01	mmol/L
Säurekapazität 8,2	DIN 38409 H 7-1-1	0,01	mmol/L
Basekapazität 8,2	DIN 38409 H 7-2-2	0,01	mmol/L
Basekapazität 4,3	DIN 38409 H 7-2-1	0,01	mmol/L
TIC	DIN EN 1484 H 3	0,3	mg/L
Gesamt-Trockenrückstand	DIN 38409 H 1-1	1,0	mg/L
Abfiltrierbare Stoffe	DIN 38409 H 2	0,4	mg/L
Ionenbilanzfehler	aquaC		%

4. Ergebnisse und Auswertung der Wasseruntersuchungen

Das Hauptaugenmerk der Auswertung liegt auf den Konzentrationen und Frachten der bergbautypischen Parameter Eisen(ges.), Eisen(gel.), Eisen(II), Mangan(ges.) und Sulfat sowie dem pH-Wert und der Leitfähigkeit bei Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2 in der Pleiße. Die kompletten Ergebnisse der einzelnen Messkampagnen sind in Anlage 2 zusammengestellt.

4.1 Besonderheiten des Wasserregimes der Pleiße

Innerhalb der untersuchten Fließstrecke der Pleiße gibt es verschiedene Zuflüsse und Einleitungen in die Pleiße.

- oh. PL 6 (bei PL 5) Zufluss der Wyhra (2018: $0,301 \text{ m}^3/\text{s}$ – $0,532 \text{ m}^3/\text{s}$)
- oh. PL 6 – PL 9 Infiltration von bergbaubelastetem Grundwasser (hohe Eisenkonzentrationen) aus der Kippe Kahnsdorf (Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II) (2009: 930 kg Fe/d aus der Kippe Kahnsdorf; Berechnungen des IBGW)
- uh. PL 6 (PL 6A) Einleitung von Sumpfungswasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (2018: $0,602$ – $0,684 \text{ m}^3/\text{s}$)
- oh. PL 10A Einleitung vom Hainer See (keine Einleitung, ab 7.6.2018 Wehr geschlossen)
- uh. PL 10A Einleitung vom Kraftwerk Lippendorf
(oh. PL 11) Zufluss Faule Pfütze (2018: $0,084$ – $0,151 \text{ m}^3/\text{s}$)
- uh. PL 10A Zufluss Gösel (2018: $0,049$ – $0,084 \text{ m}^3/\text{s}$)
(oh. PL 12)
- oh. PL 18 Zufluss Mühlpleiße
Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung vom Markkleeberger See)
(2018: $0,18$ – $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$)
Zufluss Floßgraben (2018: $0,295$ – $0,582 \text{ m}^3/\text{s}$)

4.2 pH-Werte, Leitfähigkeiten und Konzentrationen der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2

4.2.1 pH-Werte

Die pH-Werte im untersuchten Fließabschnitt der Pleiße liegen bei beiden Abflussklassen im neutralen bis leicht basischen Bereich (pH 7,49 - 8,25). 2008 bis 2012 (pH 6,89 – 8,25) und 2014 bis 2016 (pH 7,31 – 8,18) wurden ähnliche pH-Werte gemessen.

Die pH-Werte waren in der Längsentwicklung der Pleiße bei beiden Abflussklassen ähnlich (Abb. 1). An den Messstellen PL 1 (Regis-Breitingen) und PL 4 (Pleiße vor Mündung Wyhra) wurden die höchsten pH-Werte (8,00 – 8,47) gemessen. Die Messstelle PL 1 charakterisiert als Referenzmessstelle den pH-Wert am Systemeingang und im kippenunbeeinflussten

Gebiet. Auch die Messstelle PL 4 liegt im weitestgehend kippenunbeeinflussten Gebiet. Durch die unterhalb von PL 4 erfolgende Einleitung der Wyhra (pH 7,49 – 8,25) sinken die pH-Werte bei PL 4+5 (berechneter Wert) leicht. An der Messstelle PL 6 wurde eine deutliche Absenkung des pH-Werts gemessen (AK 1: um ca. 0,45 pH-Einheiten; AK 2: um ca. 0,30 pH-Einheiten), so dass pH-Werte zwischen 7,45 – 7,77 bestimmt wurden. Auf diesem Abschnitt fließt die Pleiße direkt über die Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II. In diesem Fließabschnitt infiltriert stark bergbaulich beeinflusstes Grundwasser in die Pleiße. Die niedrigen pH-Werte des Grundwassers und die Umwandlung des im Grundwasser gelösten Eisens in Eisenhydroxid führen zu einem Abfall des pH-Wertes in der Pleiße. Der Abschnitt der Pleiße von PL 6 (Fußgängerbrücke (FGB) Neukieritzsch) bis PL 9 (oberhalb Trachenauer Wehr) fließt entlang des Kippengebiets. Die pH-Werte zwischen PL 6 und PL 10A blieben etwas niedriger gegenüber dem kippenunbeeinflussten Gebiet und nehmen unterhalb von PL 10A bis PL 18 wieder zu. Sie erreichen dann Werte zwischen 7,87 – 7,89. Das wurde auch bereits bei den Untersuchungen von 2010 – 2014 festgestellt, die fast alle bei Abflussklasse 2 stattfanden. Bei Abflussklasse 2 kommt es zusätzlich zwischen PL 16 und PL 18 zu einem weiteren kleinen pH-Wert-Abfall durch den Zufluss vom Floßgraben, der etwas niedrigere pH-Werte als die Pleiße aufweist (2018: pH-Werte zwischen 7,50 und 7,60). Die Ergebnisse der Abflussklasse 1 weisen dieses Verhalten unerklärlicherweise nicht auf. Bei den niedrigsten Abflüssen in der Pleiße (Abflussklasse 1) war erwartungsgemäß auch die Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser und damit die Auswirkungen auf den pH-Wert-Verlauf am höchsten, das zeigen auch die höheren Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 gegenüber Abflussklasse 2 (siehe Kap. 4.2.2.).

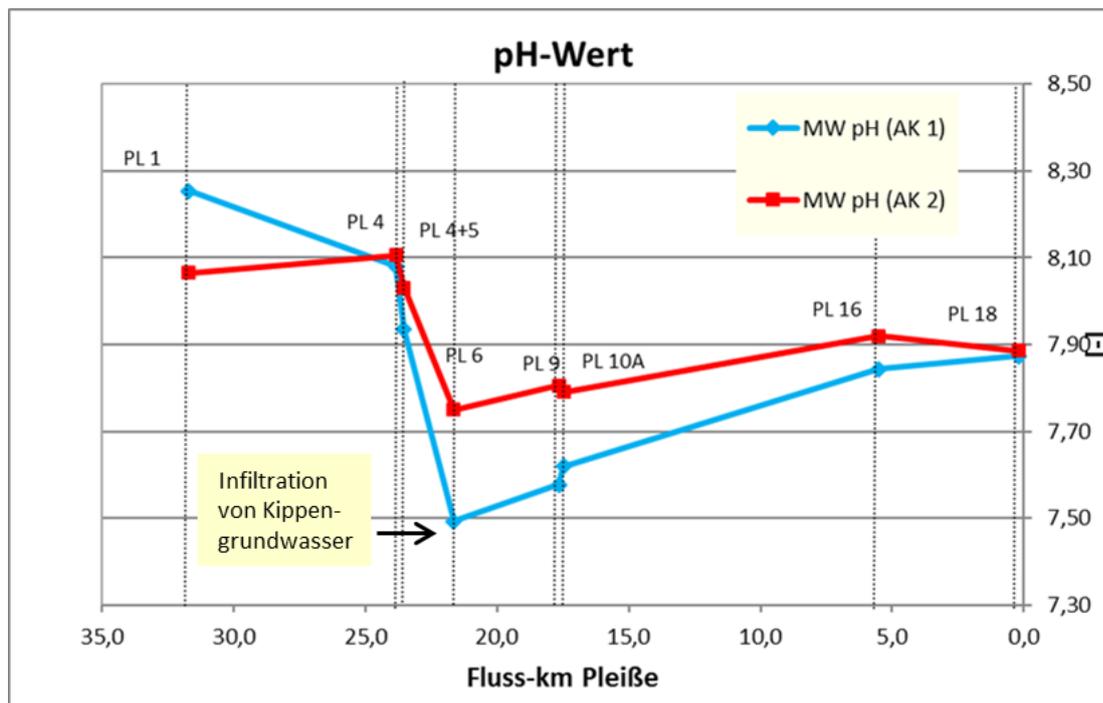


Abb. 1: pH-Mittelwerte bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.2.2 Eisen(ges.)-Konzentrationen

Im Längsverlauf der Pleiße wurden die signifikant niedrigsten Eisen(ges.)-Konzentrationen bei PL 1 (Regis-Breitungen) und PL 4 (Pleiße vor Mündung Wyhra) im kippenunbeeinflussten Gebiet gemessen. Hier wurden Werte von $< 0,7$ mg/L bestimmt (Abb. 2). Bei PL 6 (FGB Neukieritzsch) kommt es bei beiden Abflussklassen durch oberhalb infiltrierendes eisenhaltiges Kippengrundwasser zu einem Anstieg der Eisen(ges.)-Konzentrationen um 2,0 – 6,1 mg/L. Die höchsten Eisen(ges.)-Konzentrationen bei PL 6 wurden erwartungsgemäß bei den niedrigsten Abflüssen (Abflussklasse 1) bestimmt (4,2 – 6,7 mg/L). Etwas niedriger lagen die Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 2 (2,5 – 3,6 mg/L). Bei niedrigen Abflüssen in der Pleiße infiltriert wahrscheinlich eine größere Menge eisenhaltiges Grundwasser in die Pleiße und zusätzlich ist der Verdünnungseffekt geringer als bei höheren Abflüssen. Bei PL 6A gelangt durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG gering-eisenhaltiges Sumpfungswasser aus dem Tagebau *Vereinigtes Schleenhain* in die Pleiße. Die Eisen(ges.)-Konzentrationen dieser Einleitung lagen zwischen 0,77 – 1,84 mg/L, so dass sie geringer waren, als die der oberhalb liegenden Messstelle PL 6 und es nicht zu einer Erhöhung der Eisen(ges.)-Konzentrationen in der Pleiße kam. Bei Abflussklasse 1 sanken die Eisen(ges.)-Konzentrationen im Fließabschnitt unterhalb PL 6 bis PL 9 (oh. Trachenauer Wehr) deutlich und weiter bis zur PL 18 um insgesamt 4,35 mg/L, was durch die Sedimentation von Eisen

bedingt ist. Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, lagen die Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 dann bei relativ niedrigen mittleren Werten von 1,20 mg/L. Bei Abflussklasse 2 blieben die Eisen(ges.)-Konzentrationen im Fließabschnitt von PL 6 bis PL 10A bei ähnlichen Werten. Es ist davon auszugehen, dass die Sedimentation von Eisen in der Pleiße bei den etwas höheren Abflüssen von Abflussklasse 2 geringer ist als bei den niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 1. Es kann außerdem teilweise schon zur Resuspension von Eisen bei den etwas höheren Abflüssen, besonders bei starken Ablagerungen im Bereich der Wehre, gekommen sein. Bei Abflussklasse 2 sanken zwischen PL 10A und PL 18 die Eisen(ges.)-Konzentrationen nur um 1,20 mg/L, so dass am Ende der Fließstrecke eine mittlere Eisen(ges.)-Konzentration von 1,89 mg/L bei Abflussklasse 2 bestimmt wurde, die damit etwas höher liegt als bei Abflussklasse 1. Ein Vergleich der Mittelwerte der Eisen(ges.)-Konzentrationen bei der Messstelle PL 18 in den verschiedenen Untersuchungsjahren ist in Tab. 6 dargestellt.

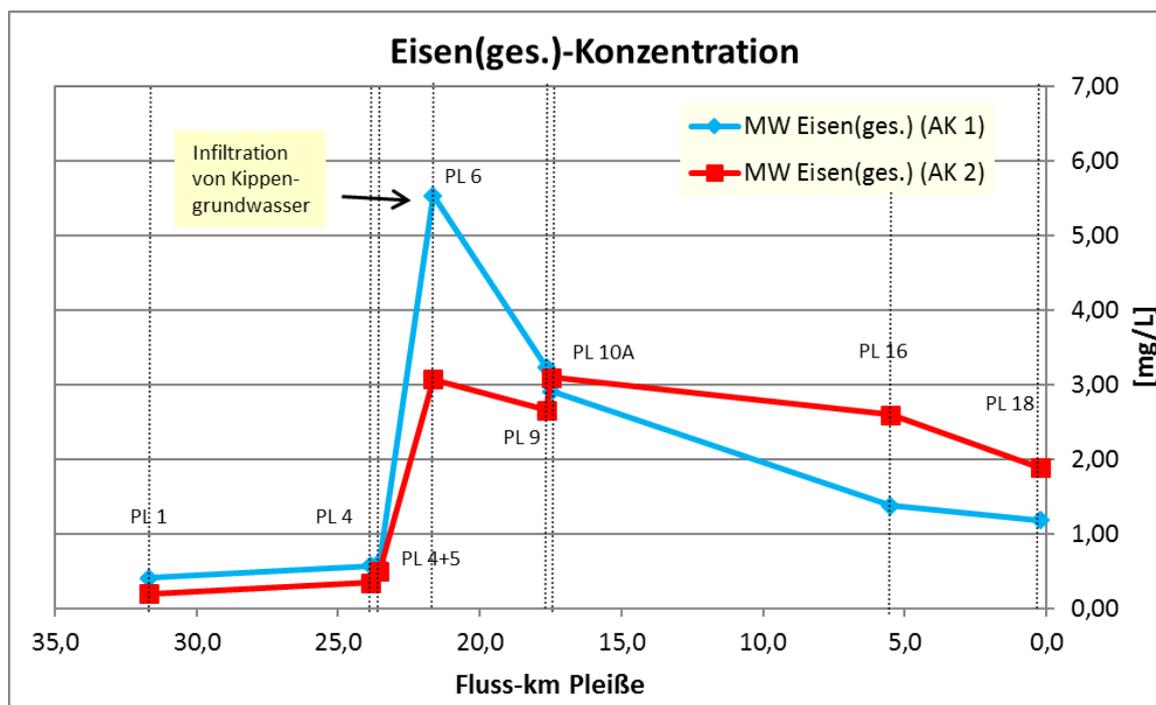


Abb. 2: Mittelwerte der Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

Tab. 6: Mittelwerte der Eisen(ges.)-Konzentrationen (mg/L) an der Messstelle PL 18 2008 – 2018

Jahr	Abflussklasse 1 ($< 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 2 ($3,0 - 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 3 ($5,0 - 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 4 ($8,0 - 10,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 5 ($>10,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)
2018	1,18	1,88	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2017	keine Werte	keine Werte	keine Werte	1,36	1,57
2016	1,75	1,60	1,37	1,45	2,84
2015	1,11	1,48	1,98	2,59	keine Werte
2014	keine Werte	1,72	1,86	1,37	keine Werte
2010 – 2012	keine Werte	1,72	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2008 – 2009	2,15	2,06	keine Werte	2,10	keine Werte

4.2.3 Eisen(gel.)-Konzentrationen und Eisen(II)-Konzentrationen

Die Eisen(gel.)- und die Eisen(II)-Konzentrationen lagen, bedingt durch die relativ schnelle Umsetzung von gelöstem zu partikulärem Eisen im Fließgewässer, deutlich niedriger als die Eisen(ges.)-Konzentrationen und waren im Längsverlauf der Pleiße sehr ähnlich (meistens $< 1,0 \text{ mg/L}$) (Abb. 3 und Abb. 4). Sie nahmen bei PL 6, in dem Bereich, wo gelöstes Eisen durch das Kippengrundwasser in die Pleiße infiltriert, bei beiden Abflussklassen deutlich zu, somit wurden an dieser Messstelle die höchsten gelösten Eisen-Konzentrationen im untersuchten Fließabschnitt gemessen. Die Werte waren bei Abflussklasse 2 doppelt so hoch ($1,20 \text{ mg/L}$) wie bei Abflussklasse 1 ($0,60 \text{ mg/L}$). Die niedrigeren gelösten Eisen-Konzentrationen bei Abflussklasse 1, die so nicht zu erwarten waren (siehe deutlich höhere Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1), sind wahrscheinlich auf die höheren Wassertemperaturen bei den Untersuchungen von Abflussklasse 1 ($16 - 25 \text{ °C}$) gegenüber Abflussklasse 2 ($9 - 14 \text{ °C}$) zurückzuführen, diese führen im Fließgewässer zur schnelleren Umsetzung von gelöstem zu partikulärem Eisen. In den Jahren 2014 und 2015 wurden bei PL 6 bei Abflussklasse 1 die höchsten gelösten Eisen-Konzentrationen bestimmt.

Zwischen PL 6 und PL 9 kam es bei beiden Abflussklassen zu einer deutlichen Abnahme der gelösten Eisenkonzentrationen. Das gelöste Eisen war bei PL 9 nahezu vollständig zu partikulärem Eisen umgewandelt. Bei beiden Abflussklassen wurden ab PL 9 nur noch geringe gelöste Eisen-Konzentrationen ($< 0,35 \text{ mg/L}$) gemessen. Zu einer geringen Zunahme der gelösten Eisenkonzentrationen kam es zwischen PL 10A und PL 16. Die Faule Pfütze, die unterhalb von PL 10A in die Pleiße einleitet, hat im Untersuchungszeitraum mit $0,20 -$

0,40 mg/L (Daten LDS) etwas höheren Eisen(gel.)-Konzentrationen als die Pleiße bei Messstelle PL 10A und hat somit zur Erhöhung der Werte beigetragen.

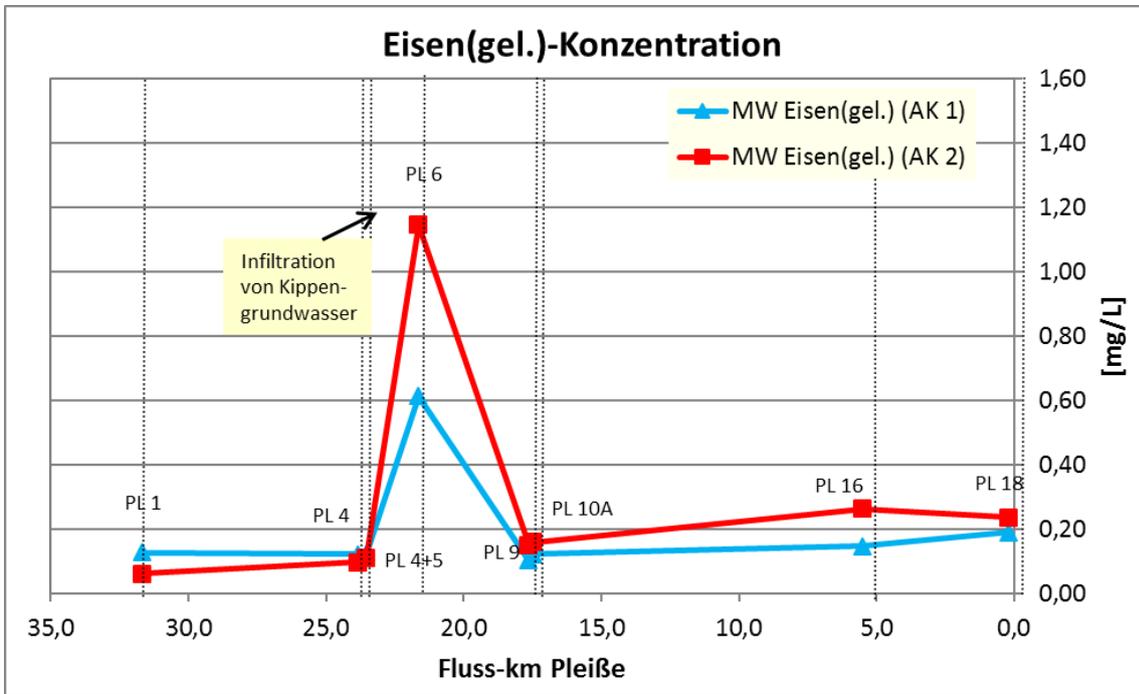


Abb. 3: Mittelwerte der Eisen(gel.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

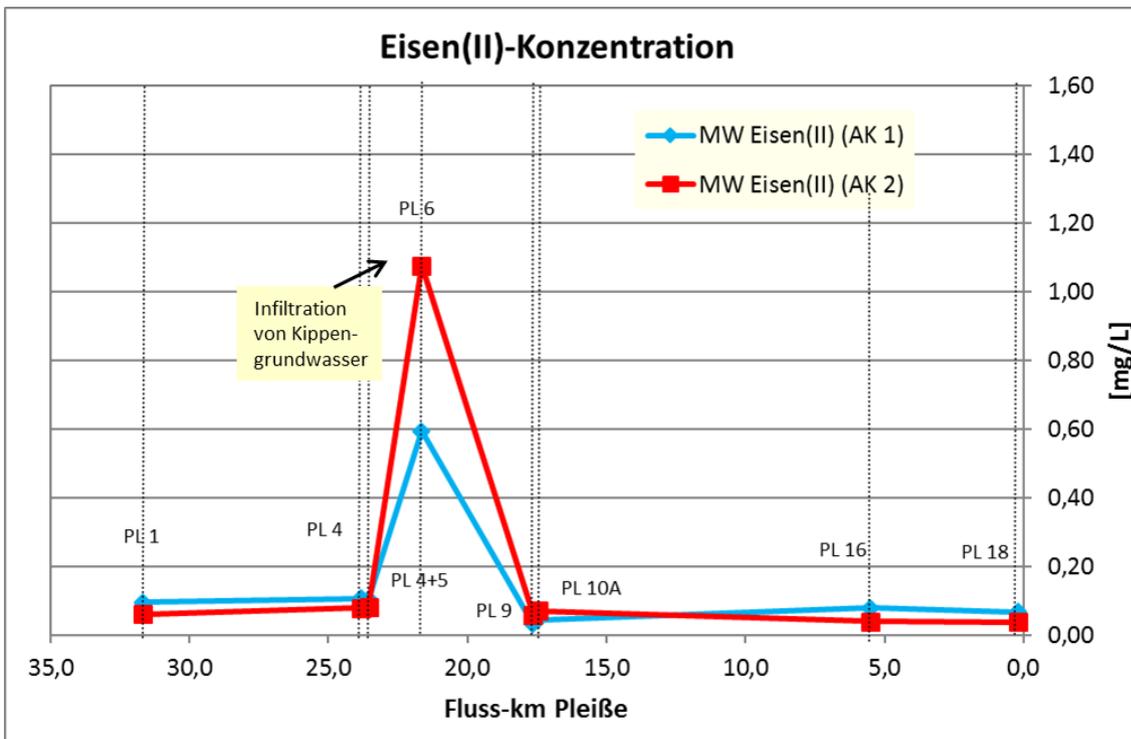


Abb. 4: Mittelwerte der Eisen(II)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.2.4 Mangan(ges.)-Konzentrationen

Es wurden generell niedrige Mangan(ges.)-Konzentrationen in der Pleiße gemessen ($< 0,61 \text{ mg/L}$) (Abb. 5). Im Längsverlauf der Pleiße wurden die signifikant niedrigsten Mangan(ges.)-Konzentrationen bei PL 1 (Regis-Breitungen) ($< 0,12 \text{ mg/L}$) im kippenunbeeinflussten Gebiet und die höchsten bei PL 9 (oh. Trachenauer Wehr) ($> 0,35 \text{ mg/L}$), unterhalb der Einleitung aus der GWRA der MIBRAG bestimmt. Bei PL 6 wurde bei beiden Abflussklassen ebenfalls ein leichter Anstieg der Mangan(ges.)-Konzentrationen gemessen, der durch das in diesem Bereich infiltrierende Kippengrundwasser in die Pleiße bedingt ist. Bei PL 9 kam es bei beiden Abflussklassen durch die oberhalb liegende Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, die sich seit 03/2010 bei PL 6A befindet, zu einer Erhöhung der Mangan(ges.)-Konzentrationen. Bei PL 6A wurde eine mittlere Mangan(ges.)-Konzentration von $1,10 \text{ mg/L}$ bestimmt (bei durchschnittlichen Abflüssen von $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$), die damit deutlich höher liegt als bei PL 6. Unterhalb von PL 10A bis zur PL 18 kommt es zu einer Verringerung der Mangan(ges.)-Konzentrationen, bedingt durch die Sedimentation von Mangan. Bei Abflussklasse 2 wurde, wie bei den Eisen(ges.)-Konzentrationen im Fließabschnitt von PL 10A bis PL 18, aufgrund des höheren Abflusses, eine geringere Abnahme der Mangan(ges.)-Konzentrationen bestimmt als bei Abflussklasse 1. Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurden geringe mittlere Mangan(ges.)-Konzentrationen von $0,16 \text{ mg/L}$ (Abflussklasse 1) und $0,24 \text{ mg/L}$ (Abflussklasse 2) ermittelt.

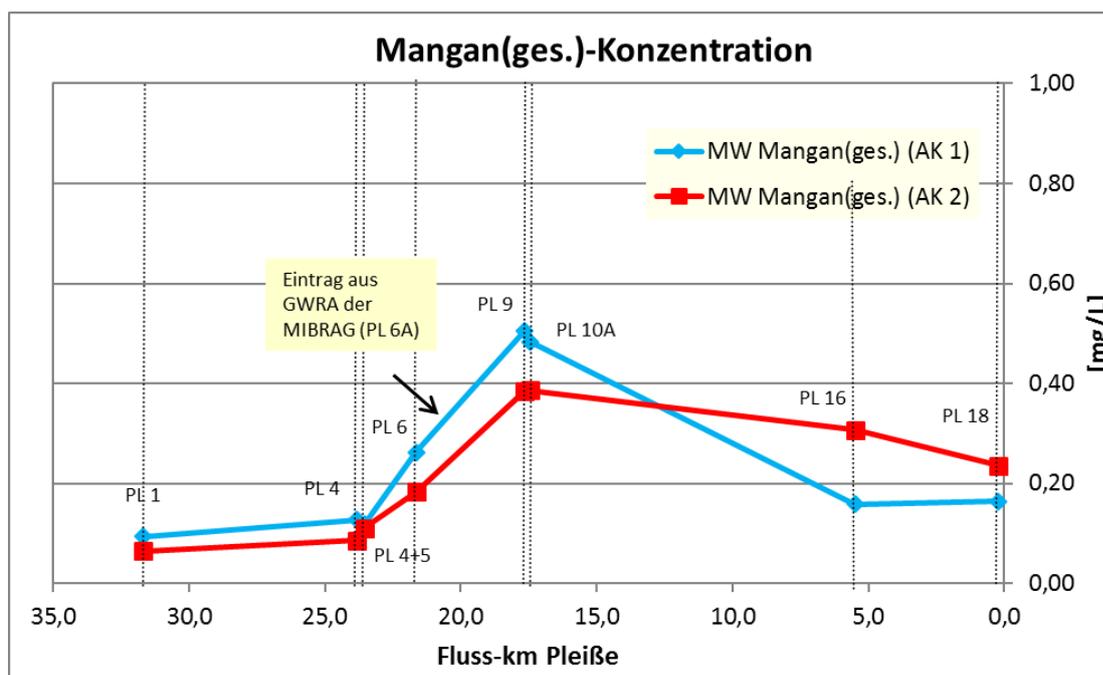


Abb. 5: Mittelwerte der Mangan(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.2.5 Sulfat-Konzentrationen und Leitfähigkeiten

Generell wurden hohe Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße gemessen. Erwartungsgemäß waren die Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 höher als bei Abflussklasse 2 (Verdünnungseffekt) (Abb. 6). Im Gegensatz zum Eisen, bleibt Sulfat im Wasser gelöst und reichert sich somit im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, so dass die niedrigsten Sulfat-Konzentrationen bei PL 1 (Regis-Breitungen) und die höchsten am Ende der Fließstrecke bei PL 18 (oh. Connewitzer Wehr) bestimmt wurden. Bei PL 1 wurden Sulfat-Konzentrationen von 126 – 150 mg/L gemessen. Bei PL 6 (FGB Neukieritzsch) stiegen die Sulfat-Konzentrationen bei beiden Abflussklassen leicht, um 10 – 14 mg/L, bedingt durch das infiltrierende Kippengrundwasser, an. Bei PL 9 wurde dagegen ein besonders deutlicher Anstieg der Sulfat-Konzentrationen bei beiden Abflussklassen gemessen, aufgrund der Einleitung von aufbereitetem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG (Messstelle PL 6A). Im Untersuchungszeitraum wurden im Mittel 0,64 m³/s aufbereitetes Wasser mit hohen mittleren Sulfat-Konzentrationen von 1017 mg/L eingeleitet, so dass bei PL 9 die Sulfat-Konzentrationen um 168 (Abflussklasse 2) – 262 mg/L (Abflussklasse 1) angestiegen sind.

Bei PL 9 stiegen neben den Sulfat-Konzentrationen auch die **Leitfähigkeiten** deutlich an (265 – 409 µS/cm) (Abb. 7). Die mittleren Leitfähigkeiten der Einleitung aus der GWRA der MIBRAG betragen 2070 µS/cm. Zwischen PL 10A und PL 16 kam es zu einem weiteren leichten Anstieg der Sulfat-Konzentrationen und der Leitfähigkeiten durch die Einleitung der Faulen Pfütze und der Gösel. Die Faule Pfütze wies im Untersuchungszeitraum hohe mittlere Sulfat-Konzentrationen (620 mg/L) und hohe mittlere Leitfähigkeiten (2.375 µS/cm) bei einem allerdings geringen mittleren Abfluss von 0,12 m³/s (Abflussklasse 1) bzw. 0,065 m³/s (Abflussklasse 2) auf. Bei PL 18 wurde ein weiterer Anstieg der Sulfat-Konzentrationen und Leitfähigkeiten gemessen, durch den oberhalb dieser Messstelle zufließenden Floßgraben. In den Floßgraben wird Abwasser aus der Kläranlage Markkleeberg und der Überlauf des Cospudener Sees eingeleitet. Während des Untersuchungszeitraums wurden im Floßgraben mittlere Sulfat-Konzentrationen von 565 mg/L und mittlere Leitfähigkeiten von 1.560 µS/cm bei einem mittleren Abfluss von 0,40 m³/s (Abflussklasse 1) bzw. 0,58 m³/s (Abflussklasse 2) bestimmt (Daten LfULG). Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurden hohe mittlere Sulfat-Konzentrationen von 516 mg/L (Abflussklasse 1) bzw. 433 mg/L (Abflussklasse 2) in der Pleiße bestimmt. Die Leitfähigkeiten bei PL 18 lagen bei 1509 µS/cm (Abflussklasse 1) und 1378 µS/cm (Abflussklasse 2). Damit sind 2018 die Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 höher als 2016 und etwas niedriger als 2015 (Tab. 7). Die Sulfat-Konzentrationen von 2018 bei Abflussklasse 2 lagen im Bereich von 2016 und 2014 und

niedriger als 2015. Bei den Wasseruntersuchungen von 2008 und 2009 wurden bei beiden Abflussklassen deutlich niedrigere Sulfat-Konzentrationen gemessen, was auf die in dieser Zeit deutlich geringeren Einleitmengen von Sumpfungswasser aus dem Tagebaus Schleenhain zurückzuführen ist.

Tab. 7: Mittelwerte der Sulfat-Konzentrationen (mg/L) an der Messstelle PL 18 2008 – 2018

Jahr	Abflussklasse 1 ($< 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 2 ($3,0 - 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 3 ($5,0 - 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 4 ($8,0 - 10,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 5 ($>10,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Pegel Böhlen)
2018	516	433	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2017	keine Werte	keine Werte	keine Werte	350	256
2016	465	433	329	298	296
2015	545	490	364	316	keine Werte
2014	keine Werte	450	350	250	keine Werte
2010 – 2012	keine Werte	350 - 450	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2008 – 2009	368	310	keine Werte	250	keine Werte

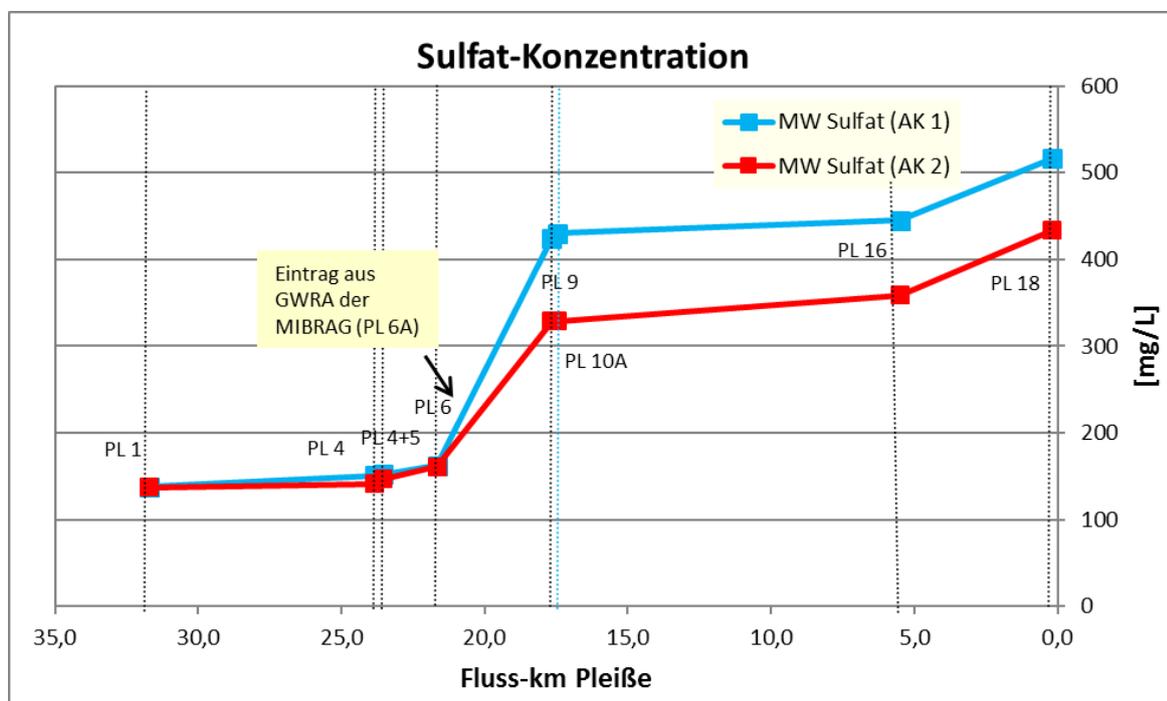


Abb. 6: Mittelwerte der Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

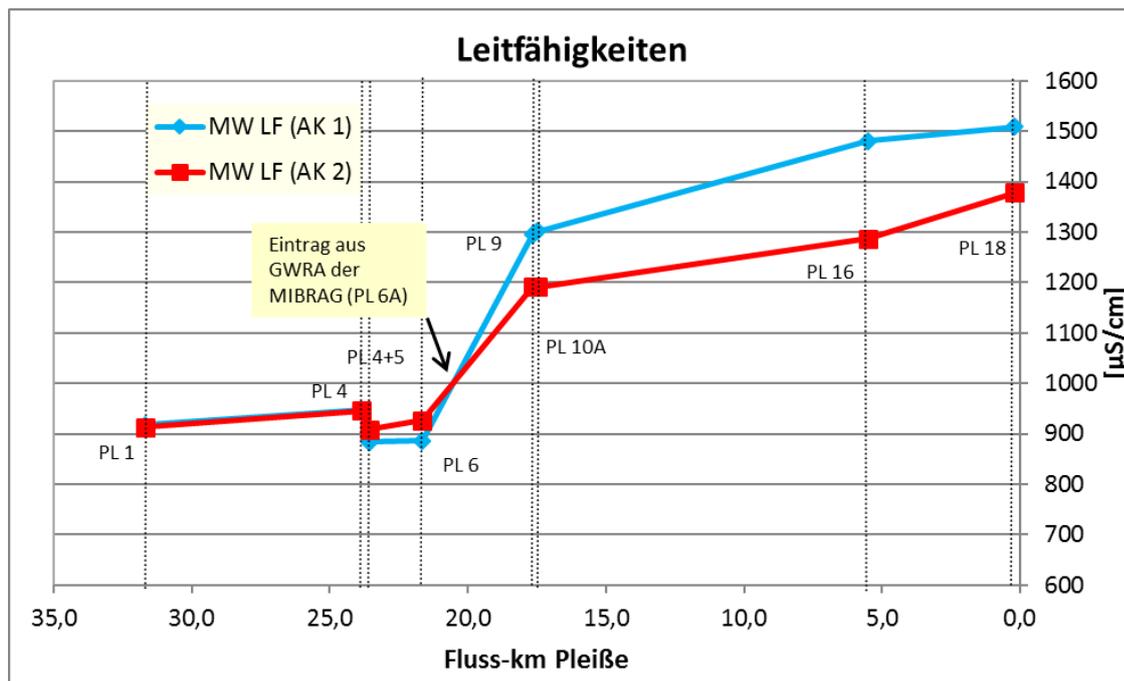


Abb. 7: Mittelwerte der Leitfähigkeiten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.3 Abflüsse und Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1 und 2

4.3.1 Abflüsse

Im Rahmen der Wasserprobenahme wurden an folgenden Stellen Abflussmessungen durch das Analytische Labor der SGL mbH durchgeführt:

PL 1 Pleiße Regis Breitingen

PL 3 Pleiße uh. FGB Lobstädt

Wyhra (PL 5) unmittelbar vor Zufluss in die Pleiße

PL 6 Pleiße Höhe FGB Neukieritzsch

PL 10A Pleiße uh. Trachenauer Wehr, oh. Einleitungen Kraftwerk Lippendorf und Hainer See

Faule Pfütze uh. PL 10A (oh. PL 12, siehe Anlage 1)

Gösel uh. PL 10A (oh. PL 12, siehe Anlage 1)

Floßgraben oh. PL 18

PL 18 Pleiße oh. Connewitzer Wehr

Die Abflussmengen der Zuflüsse in die Pleiße sind in Tab. 8 aufgeführt und die der Messstellen in der Pleiße in Abb. 8 dargestellt.

Tab. 8: Mittelwerte der Zuflüsse in die Pleiße bei Abflussklasse 1 und 2 2018

Messstelle	Einleitung in die Pleiße	Name	Abfluss AK 1 [m ³ /s]	Abfluss AK 2 [m ³ /s]
PL 5	oh. PL 6	Wyhra	0,44	0,42
PL 6A	uh. PL 6	Einleitung GWRA der MIBRAG	0,63*	0,68*
Einleitung Hainer See	uh. PL 10A	Einleitung Hainer See	keine Einleitung**	keine Einleitung**
Zufluss Faule Pfütze	oh. PL 11	Zufluss Faule Pfütze	0,12	0,07
Zufluss Gösel	oh. PL 12	Zufluss Gösel	0,05	0,08
Zufluss Kleine Pleiße	oh. PL 18	Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung Markkleeberger See)	0,28**	0,18**
Zufluss Floßgraben	oh. PL 18	Zufluss Floßgraben (geprägt durch Ableitung Cospudner See)	0,41	0,58

* Daten LfULG

**Daten LMBV

Der Großteil der Zuflüsse in die Pleiße werden gesteuert und sind unabhängig von den Abflussklassen.

Im Längsverlauf der Pleiße wurden erwartungsgemäß bei PL 1 (Regis-Breitungen) die niedrigsten Abflüsse und bei PL 18 (oh. Connewitzer Wehr) die höchsten Abflüsse gemessen (Abb. 8). Bei beiden Abflussklassen stiegen die Abflussmengen durch die verschiedenen Zuflüsse in Fließrichtung der Pleiße an. Der deutliche Anstieg der Abflüsse zwischen PL 3 und PL 6 ist durch den Zulauf der Wyhra (PL 5), die oberhalb von PL 6 in die Pleiße fließt, bedingt. Im Untersuchungszeitraum wurden Abflüsse von 0,44 (AK1) und 0,42 m³/s (AK 2) für die Wyhra gemessen. Von PL 6 zu PL 9 kam es ebenfalls zu einem deutlichen Anstieg der Abflussmenge durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A), die mit mittleren Abflüssen von 0,64 m³/s bei PL 6A (unterhalb von PL 6) in die Pleiße einleitet. Zwischen PL 10A und PL 18 kam es zu einem weiteren deutlichen Anstieg der Abflussmenge um 1,60 m³/s (AK 1) bzw. 1,00 m³/s (AK 2) durch die Zuflüsse der Faulen Pfütze, der Gösel, der Kleinen Pleiße (Ableitung vom Markkleeberger See) und des Floßgrabens (siehe Tab. 8). Die höchsten Abflüsse wurden deshalb bei PL 18 (oh. Connewitzer Wehr), am Ende der Fließstrecke, gemessen. Bei PL 18 wurden mittlere Abflussmengen von 3,61 m³/s (Abflussklasse 1) und 4,00 m³/s (Abflussklasse 2) bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unterschiede der Abflussmengen von Abflussklasse 1 und Abflussklasse 2 im Jahr 2018 relativ gering waren.

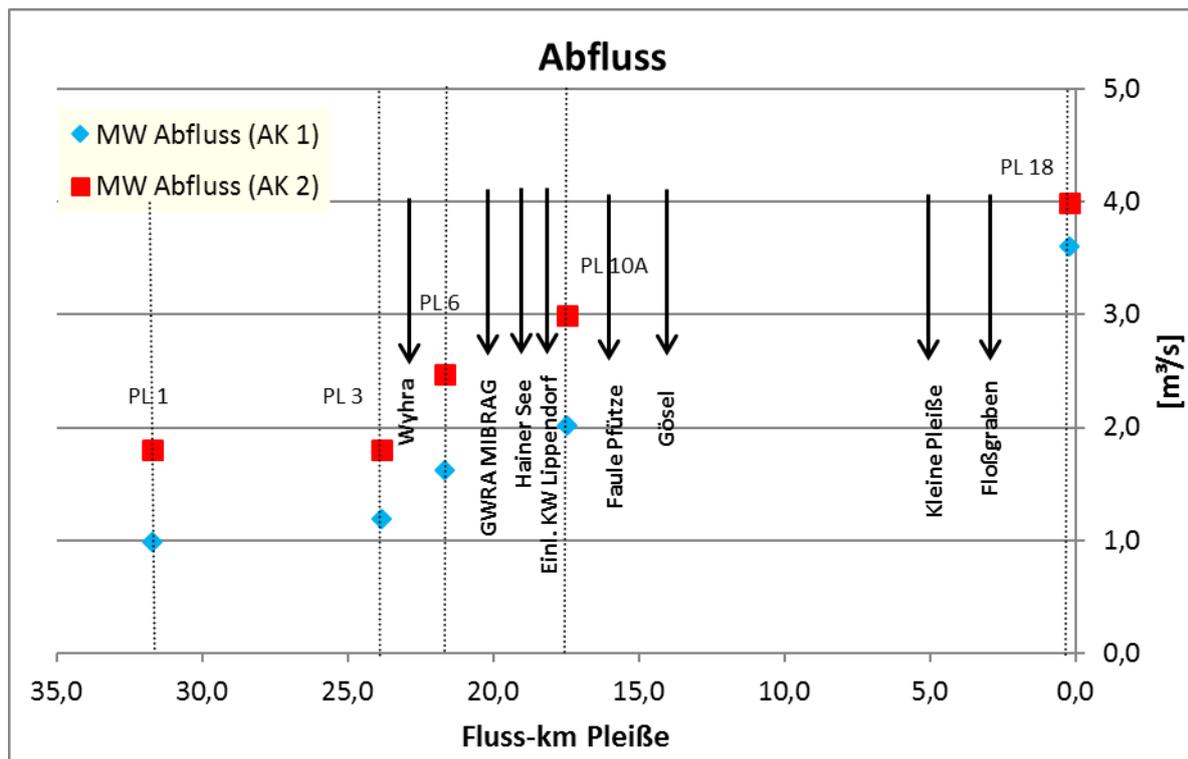


Abb. 8: Abflüsse bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

Für die Berechnung der Frachten wurden die Konzentrationen mit den Abflüssen der konkreten Messkampagnen multipliziert und anschließend abflussklassen-charakteristische Mittelwerte gebildet.

Für die Frachtberechnung der Messstellen ohne Abflussmessung wurden folgende Abflüsse zugrunde gelegt:

PL 4	entspricht PL 3
PL 4+5	entspricht PL 3 + PL 5
PL 9	entspricht PL 6 + PL 6A
PL 16	entspricht PL 10 A + Faule Pfütze + Gösel

4.3.2 Eisen(ges.)-Frachten

Im Längsverlauf der Pleiße wurden die niedrigsten Eisen(ges.)-Frachten bei PL 1 im kippenunbeeinflussten Gebiet gemessen (0,45 g/s (AK 1) und 0,36 g/s (AK 2)) (Abb. 9). Auch an den Messstellen PL 4 und PL 4+5 noch wurden niedrige Eisen(ges.)-Frachten bestimmt. Bei PL 6 stiegen die Eisen(ges.)-Frachten bei beiden Abflussklassen deutlich an, bedingt durch die Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße in diesem

Fließabschnitt. Bei beiden Abflussklassen wurden bei PL 6 ähnlich hohe Eisen(ges.)-Frachten von 8,6 g/s (AK1) bzw. 7,4 g/s (AK2) gemessen, diese waren auch ähnlich hoch wie in den Jahren 2014 bis 2016. Bei Abflussklasse 2 kam zu einem weiteren aber leichten Anstieg der Eisen(ges.)-Frachten an der Messstelle PL 9 durch die oberhalb erfolgende Einleitung von eisenhaltigem Wasser aus der GWRA der MIBRAG und bei PL 10A. Unterhalb von PL 10A nahmen bei beiden Abflussklassen die Eisen-Frachten ab. Die Frachtverluste von Eisen auf der Fließstrecke sind bei den geringen Abflüssen von Abflussklasse 1 und 2 auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen (siehe [1]), wobei bei Abflussklasse 1 die Frachtverluste in diesem Fließabschnitt deutlich höher waren als bei Abflussklasse 2. Am Ende der Fließstrecke (PL 18) wurden mittlere Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 von 4,4 g/s und bei Abflussklasse 2 von 7,5 g/s ermittelt, die wahrscheinlich annähernd in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurden.

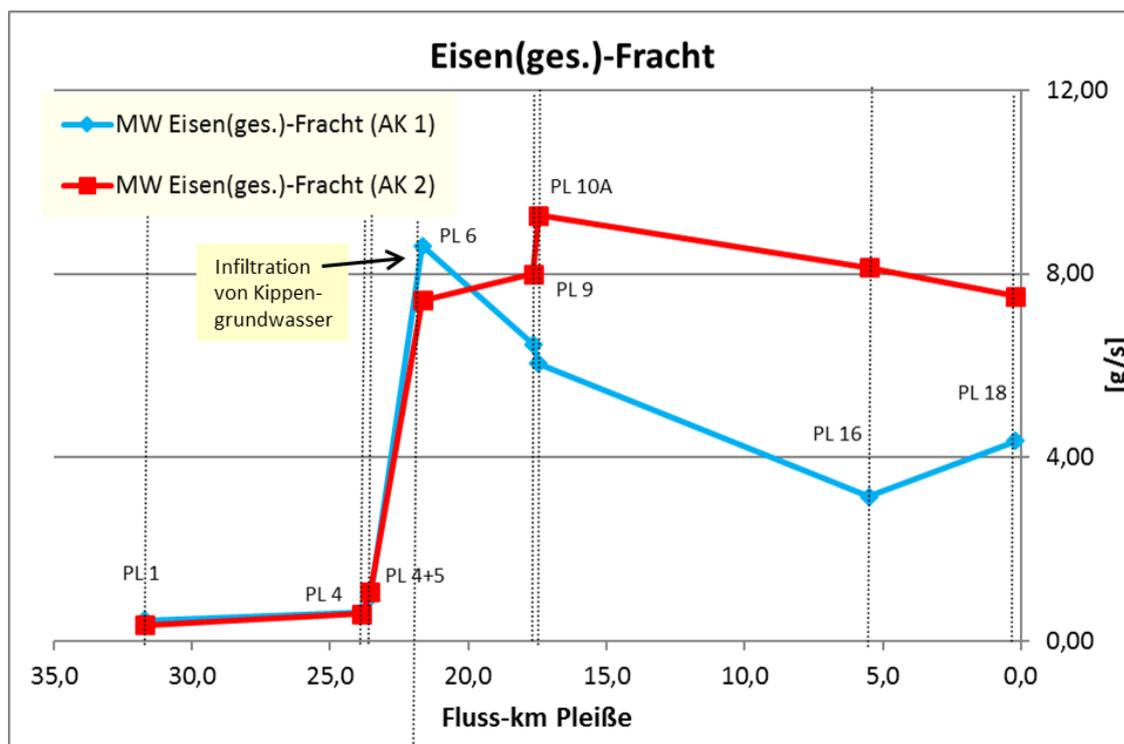


Abb. 9: Mittelwerte der Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.3.3 Eisen(gel.)-Frachten und Eisen(II)-Frachten

Die Eisen(gel.)- und Eisen(II)-Frachten in der Pleiße waren ähnlich niedrig und deutlich geringer als die Eisen(ges.)-Frachten (Abb. 10 und Abb. 11). Die höchste Eisen(gel.)-Fracht lag bei einem niedrigen Wert von 3,1 g/s. Im Längsverlauf der Pleiße wurden bei PL 1 und

PL 4 die geringsten und bei PL 6 die höchsten gelösten Eisen-Frachten bestimmt. Der deutliche Anstieg der Eisen(gel.)- und Eisen(II)-Frachten bei PL 6 (FGB Neukieritzsch) ist durch die Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser aus dem Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II bedingt. Bei PL 6 lagen die Eisen(gel.)-Frachten bei Abflussklasse 2 mit einem mittleren Wert von 2,76 g/s signifikant höher als bei Abflussklasse 1 mit einem Wert von 0,96 g/s. Unterhalb von PL 6 bis zur PL 10A nahmen die gelösten Eisen-Frachten bei beiden Abflussklassen deutlich ab, da das gelöste Eisen größtenteils zu partikulärem Eisen umgewandelt wurde und sedimentiert ist. In den Fließabschnitten zwischen PL 10A und PL 16 bzw. PL 16 und PL 18 stiegen die gelösten Eisen-Frachten dann nochmal leicht an, bedingt durch die Einleitung der Faulen Pfütze (uh. PL 10A) und der Kleinen Pleiße (oh. PL 18). Am Ende der Fließstrecke waren die gelösten Eisen-Frachten mit Werten von 0,69 g/s (Abflussklasse 1) und 0,94 g/s (Abflussklasse 2) relativ niedrig. Die Eisen(II)-Frachten waren mit Werten $< 0,24$ g/s noch geringer.

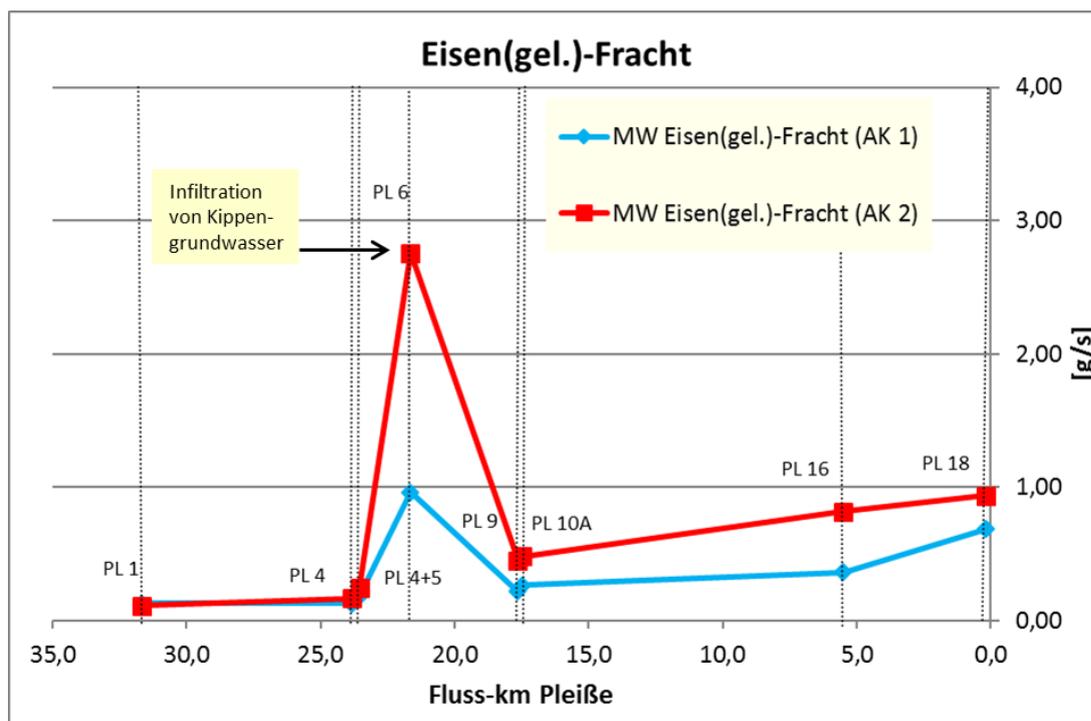


Abb. 10: Mittelwerte der Eisen(gel.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

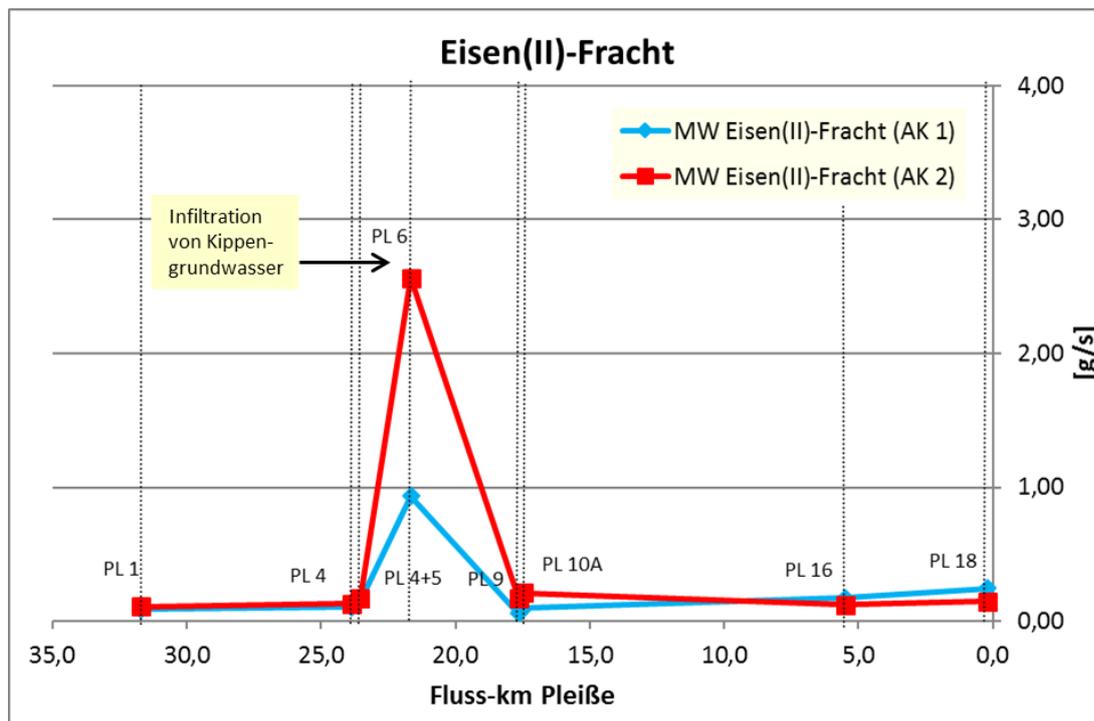


Abb. 11: Mittelwerte der Eisen(II)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.3.4 Mangan(ges.)-Frachten

Generell wurden geringe Mangan(ges.)-Frachten in der Pleiße gemessen (Abb. 12). Im Längsverlauf der Pleiße wurden die niedrigsten Mangan(ges.)-Frachten bei PL 1 und PL 4 bestimmt. Bei PL 6, im kippenbeeinflussten Gebiet, nahmen die Frachten bei beiden Abflussklassen leicht zu (um 0,21 – 0,23 g/s). Bei PL 9 kam es zum höchsten Anstieg der Mangan(ges.)-Frachten durch die oberhalb (bei PL 6A) erfolgende Einleitung von bergbaubelastetem Wasser aus der GWRA der MIBRAG. Durch die GWRA der MIBRAG wurden Mangan-Frachten von 0,67 – 0,79 g/s in die Pleiße eingeleitet. Bei Abflussklasse 1 sanken die Frachten zwischen PL 10 A bis PL 16 und nahmen bei PL 18 wieder leicht zu, durch den oberhalb von PL 18 zufließenden Floßgraben und wahrscheinlich auch durch den Zufluss der Kleine Pleiße. Bei Abflussklasse 2 wurde im Fließabschnitt zwischen PL 10A bis PL 18 nur eine geringe Abnahme der Mangan(ges.)-Frachten bestimmt. Am Ende der Fließstrecke lagen die Mangan(ges.)-Frachten zwischen 0,60 g/s (Abflussklasse 1) und 0,95 g/s (Abflussklasse 2).

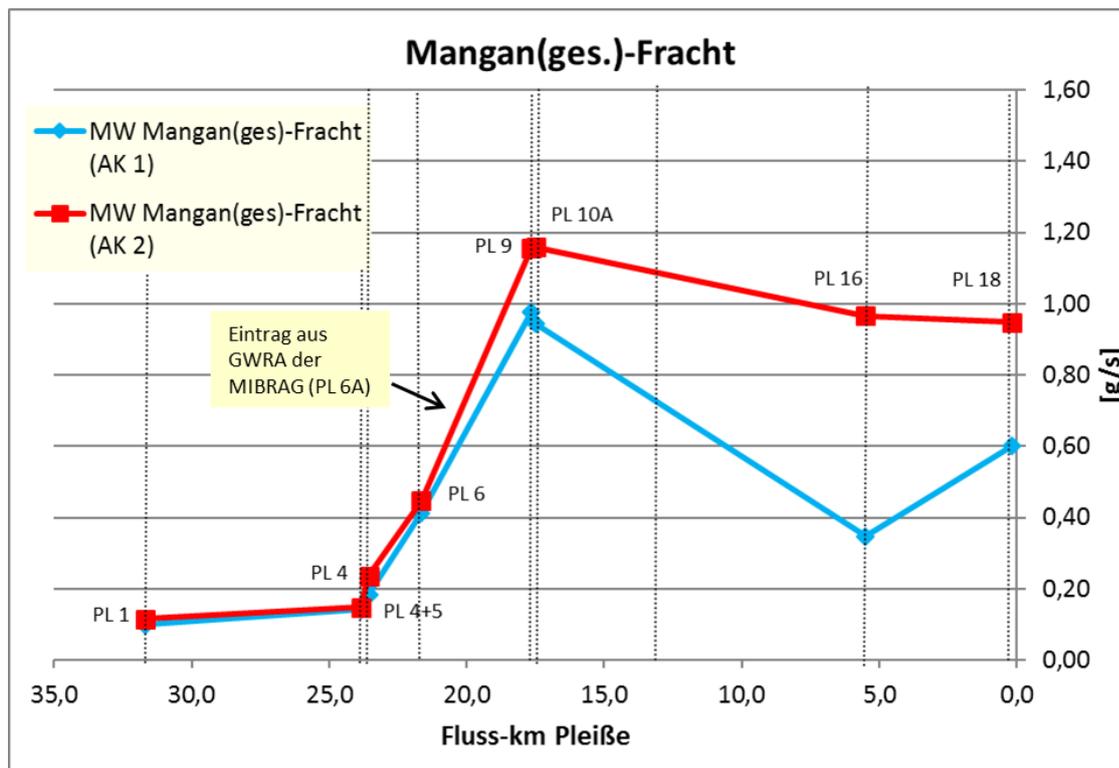


Abb. 12: Mittelwerte der Mangan(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.3.5 Sulfat-Frachten

In der Pleiße wurden hohe Sulfat-Frachten bestimmt (Abb. 13). Die Sulfat-Frachten waren bei Abflussklasse 2 etwas höher als bei Abflussklasse 1. Am Ende der Fließstrecke wurden allerdings bei beiden Abflussklassen ähnlich hohe Frachten gemessen. Bedingt durch die Zunahme sowohl der Sulfat-Konzentrationen (Abb. 6) als auch der Abflussmenge (Abb. 8) im Längsverlauf der Pleiße nahmen auch die Sulfat-Frachten im Längsverlauf deutlich zu. Die niedrigsten Sulfat-Frachten wurden bei PL 1 gemessen (134 g/s (Abflussklasse 1); 245 g/s (Abflussklasse 2)). Bei PL 6 kommt es durch die Infiltration von Kippengrundwasser nur zu einem geringen Anstieg der Sulfat-Frachten um 32 g/s (Abflussklasse 1) bzw. 80 g/s (Abflussklasse 2). Bei PL 9 zeigt sich dagegen ein deutlicher Anstieg der Sulfat-Frachten um 565 bis 588 g/s durch die oberhalb von PL 9 erfolgende Einleitung aus der GWRA der MIBRAG. Für die Einleitung der GWRA der MIBRAG wurden Sulfat-Frachten von 588 bis 655 g/s bestimmt (der Abfluss der GWRA liegt nur als Monatsmittelwert vor; Daten LDS). Eine weitere, allerdings geringere, Zunahme der Sulfat-Frachten wurde bei PL 16 (um 108 – 140 g/s) durch den oberhalb erfolgenden Zufluss der Faulen Pfütze (60 g/s) und der Gösel (10 g/s) (beide Daten nur von Abflussklasse 1) gefunden. Bei PL 18 stiegen die Sulfat-Frachten stark um 608 g/s (Abflussklasse 2) bis 907 g/s (Abflussklasse 1) an. Dieser Anstieg

wurde durch den oberhalb erfolgenden Zufluss des Floßgrabens (um 262 g/s) (Daten nur von Abflussklasse 1) und die Einleitung der Kleinen Pleiße und der Mühlpleiße verursacht. Am Ende der Fließstrecke der Pleiße wurden dann hohe Sulfat-Frachten von 1730 g/s (bei Abflussklasse 2) und 1850 g/s (bei Abflussklasse 1) berechnet. 2018 waren bei Abflussklasse 1 damit die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke ähnlich hoch wie 2016 und 2015. Im Gegensatz dazu wurden bei Abflussklasse 2 im Jahr 2018 etwas geringere Sulfat-Frachten als 2016 und 2015 gemessen, was auf die niedrigeren Abflüsse von 2018 zurückzuführen ist.

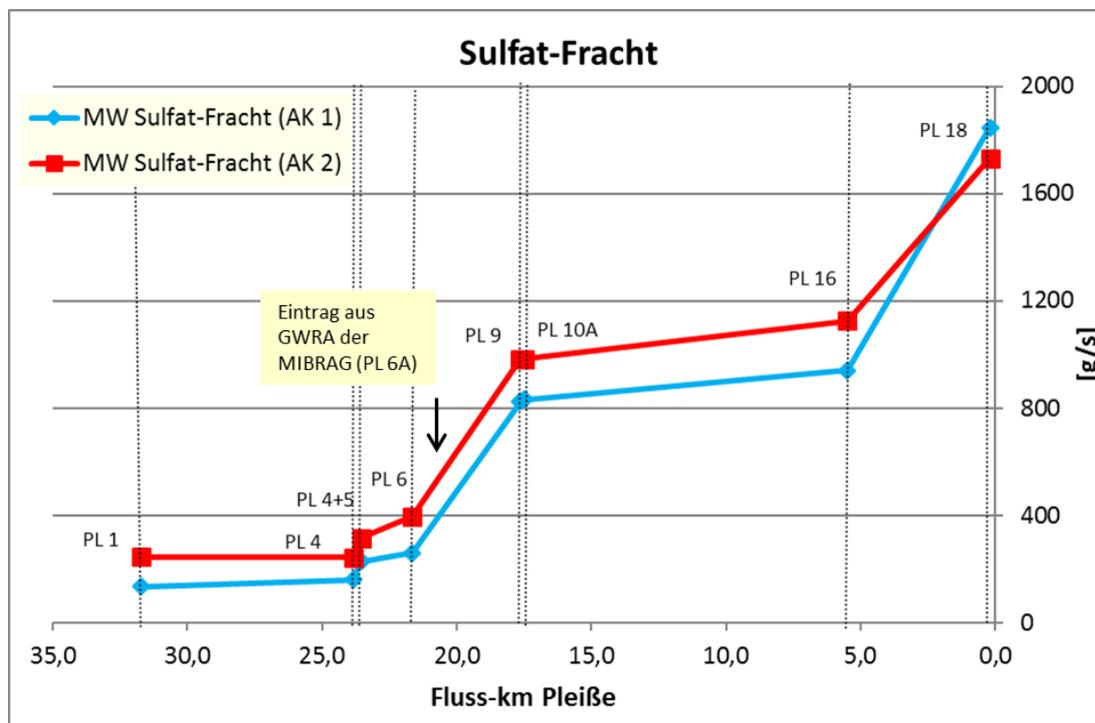


Abb. 13: Mittelwerte der Sulfat-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.3.6 Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag bei Abflussklasse 1 und 2

In Abb. 14 wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten in kg pro Tag bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße dargestellt. Deutlich zu erkennen ist bei PL 6 der Eintrag von Eisen durch die Infiltration von eisenbelastetem Grundwasser aus dem Kippengebiet Witznitz, der bei beiden

Abflussklassen zu einem starken Anstieg der Eisen(ges.)-Fracht führte. Im unteren Fließabschnitt (unterhalb von PL 6) kam es bei Abflussklasse 1 zu einem deutlichen Verlust von Eisen durch Sedimentation, im Gegensatz zur Abflussklasse 2, bei der die Eisen-Fracht in diesem Abschnitt nahezu konstant blieb. In Abb. 15 wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten (in kg pro Tag) bei PL 4+5 und PL 18 sowie der Eintrag und der Verlust von Eisen (Sedimentation) für bestimmte Fließabschnitte der Pleiße dargestellt. Der Eintrag von Eisen aus dem Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II (bei PL 6) ist bei beiden Abflussklassen ähnlich hoch. Oberhalb und unterhalb des Trachenauer Wehrs (zwischen PL 6 und PL 10A) kam es bei Abflussklasse 1 zur Sedimentation von Eisen, bei Abflussklasse 2 dagegen zu einem geringen Eintrag von Eisen, wahrscheinlich bedingt durch die Resuspension von Eisenpartikeln. Im Fließabschnitt oberhalb des AGRA-Wehrs (zwischen PL 10A und PL 16) wurde bei beiden Abflussklassen ein Verlust von Eisen durch Sedimentation gemessen. Im letzten Fließabschnitt bis zum Connewitzer Wehr (zwischen PL 16 und PL 18) kam es bei Abflussklasse 1 zu einer leichten Zunahme und bei Abflussklasse 2 zu einem geringen Verlust der Eisen(ges.)-Fracht. Die mittlere Eisen(ges.)-Fracht bei PL 18, die Richtung Leipzig und damit in die Weiße Elster fließt, war bei Abflussklasse 2 deutlich höher als bei Abflussklasse 1.

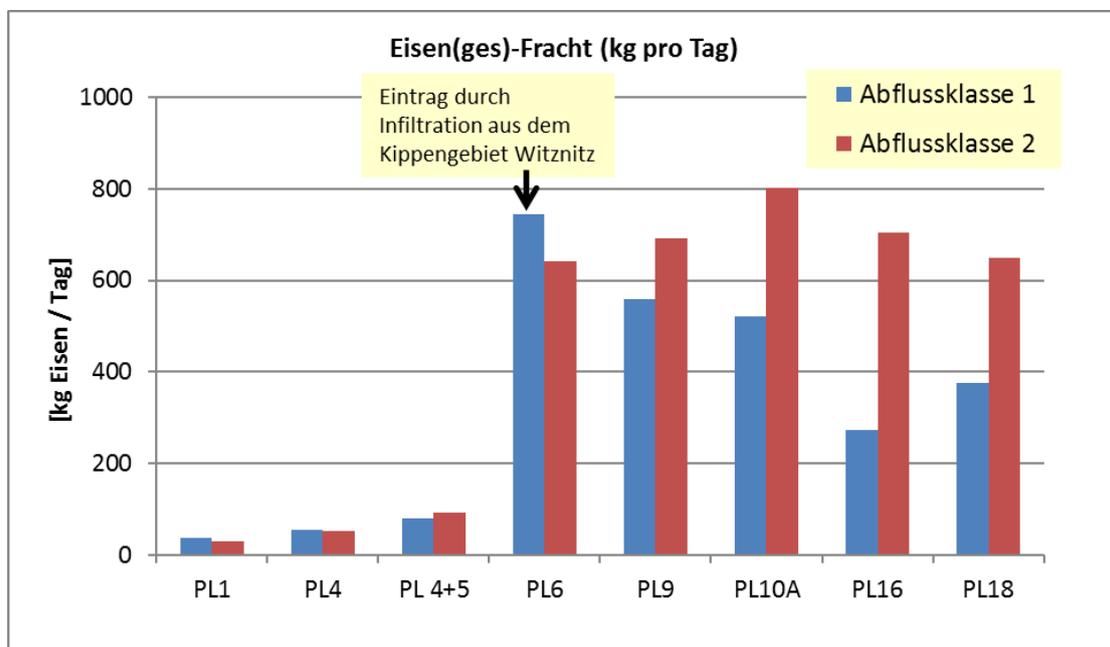


Abb. 14: Mittlere Eisen(ges.)-Frachten in (kg/Tag) bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

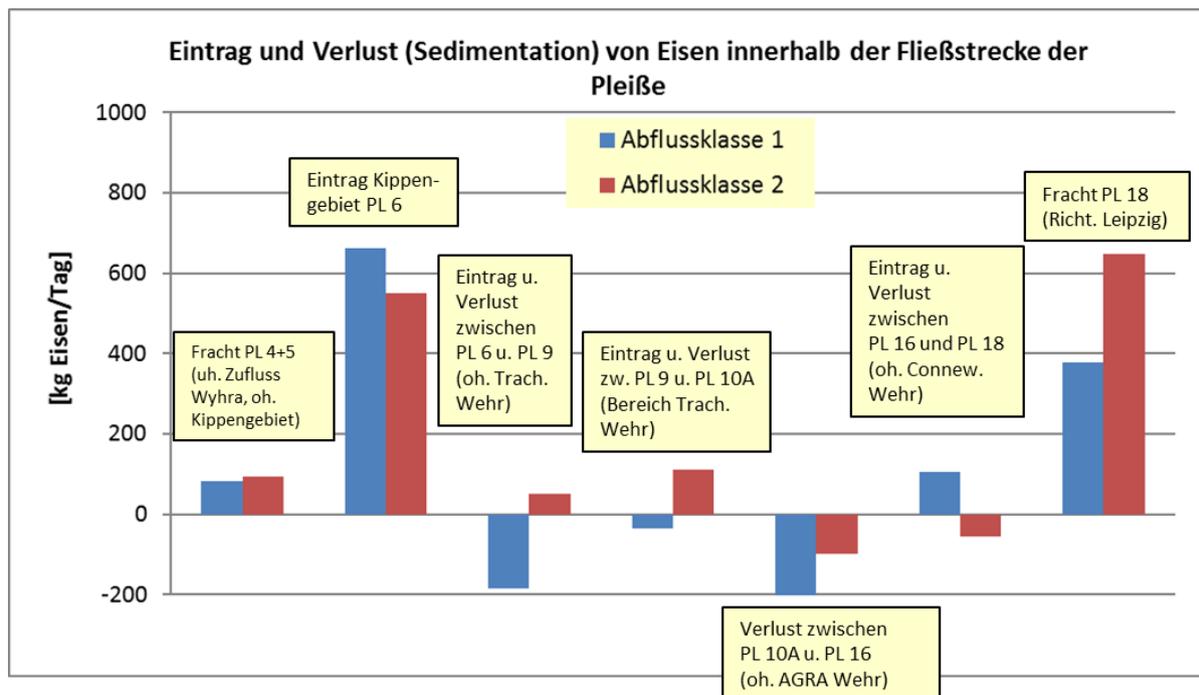


Abb. 15: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei Abflussklasse 1 und 2 in der Pleiße 2018

4.4 Mittlere jährliche Eisen(ges.)- u. Sulfat-Fracht nahe der Pleiße-Mündung (PL18)

Für die Berechnung der mittleren jährlichen Eisen(ges.)- und Sulfat-Fracht wurden die mittleren Tagesabflüsse der Pleiße 2018 am Pegel Böhlen (Daten LDS) den fünf Abflussklassen zugeordnet. Mittels der berechneten mittleren Frachten für Abflussklasse 1 und 2 von 2018 und für Abflussklasse 3 bis 5 von 2016 wurden die Stoffmassen je Klasse ermittelt und daraus die Jahressumme gebildet. Die so berechnete Jahressumme ist allerdings nur ein Näherungswert, da für 2018 keine Frachten für die Abflussklassen 3 bis 5 bestimmt wurden.

Tab. 9: Ermittlung der jährlichen Eisen-Fracht an PL 18 im Jahr 2018 (*für Abflussklasse 3 – 5 wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2016 eingesetzt, deshalb sind diese rot gekennzeichnet)

		mittlere Klassenfracht Eisen(ges.) [kg/d]	Eisen(ges.) [kg/Klasse]
Abflussklasse 1	168 Tage	377	63.286
Abflussklasse 2	113 Tage	649	73.322
Abflussklasse 3	72 Tage	868*	62.519*
Abflussklasse 4	6 Tage	1.278*	7.667*
Abflussklasse 5	6 Tage	3.567*	21.405*
		mittlere Jahressumme	228.199 kg/a

Für das Jahr 2018 wurde bei PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 228,2 t/Jahr berechnet, das entspricht 625 kg/Tag bzw. 7,24 g/s. Die Eisen(ges.)-Fracht, die 2018 von der Pleiße in die Weiße Elster transportiert wurde, liegt wahrscheinlich in dieser Größenordnung. In den Jahren 2016 und 2015 wurden bei PL 18 mit 328,5 t/Jahr und 315 t/Jahr deutlich höhere mittlere jährliche Eisen(ges.)-Frachten berechnet, was hauptsächlich auf die häufiger auftretenden höheren Abflüsse in diesen Jahren zurückzuführen ist.

Die berechnete mittlere Sulfat-Fracht 2018 bei PL 18 beträgt 62.847 t/Jahr, das entspricht 172,2 t/Tag bzw. 1.993 g/s. 2016 und 2015 wurden bei PL 18 mit 75.400 t/Jahr und 73.360 t/Jahr auch höhere mittlere jährliche Sulfat-Frachten berechnet, was ebenfalls auf die höheren Abflüsse in der Pleiße in diesen Jahren zurückzuführen ist.

4.5 Entwicklung der Eisen - und Sulfat-Frachten von 2008 bis 2018 (Trendanalyse)

4.5.1 Eisen(ges.)-Frachten 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2

Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 2 in den Jahren 2008 bis 2018 wurden in Abb. 16 dargestellt. Die Darstellung und Auswertung beschränken sich an dieser Stelle auf die für das Pleiße-Abflussgeschehen normalerweise dominierende Abflussklasse 2 mit Abflüssen von 3 – 5 m³/s. 2018 herrschten allerdings extreme Niedrigwasserverhältnisse in der Pleiße, so dass an 168 Tagen im Jahr die Abflussklasse 1 bestimmt wurde, die Abflussklasse 2 dagegen nur an 113 Tagen im Jahr erreicht wurde.

Im Längsverlauf der Pleiße kam es in den Jahren 2008 und 2009 bei PL 2 (Lage siehe Anlage 1) zu einer signifikanten Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten durch die oberhalb erfolgende Einleitung von gehobenem bergbaubelasteten Grundwasser durch die MIBRAG. In allen Jahren gab es einen signifikanten Anstieg der Eisen(ges.)-Frachten bei PL 6 durch die

Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser aus dem umliegenden Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II. Das führte zu Eisen(ges.)-Frachten von 10 – 20 g/s bei PL 6, Im Jahr 2018 wurden niedrigere mittlere Eisen-Frachten bei PL 6 von 7,5 g/s bestimmt. 2010 bis 2012 wurden die höchsten Eisen(ges.)-Frachten bei PL 6 gemessen. Seit 2010 erfolgt die Einleitung von bergbaubelastetem, aber eisenabgereinigtem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG oberhalb von PL 7 (siehe Anlage 1), an der Stelle PL 6A. Die Eisen(ges.)-Frachten stiegen durch die Einleitung von dem eisenabgereinigtem Wasser bei PL 7 in allen Jahren nur leicht an. Unterhalb von PL 7 bis PL 18 kam es durch die Sedimentation von Eisen im Laufe der Fließstrecke zur Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten. 2018 wurde allerdings nur eine geringe Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten in dem Fließabschnitt zwischen PL 10A und PL 18 bestimmt. Am Ende der Fließstrecke der Pleiße, bei PL 18, waren die Eisen(ges.)-Frachten dann in allen Jahren (2008 bis 2018) mit Werten zwischen 6,6 – 8,9 g/s ähnlich hoch.

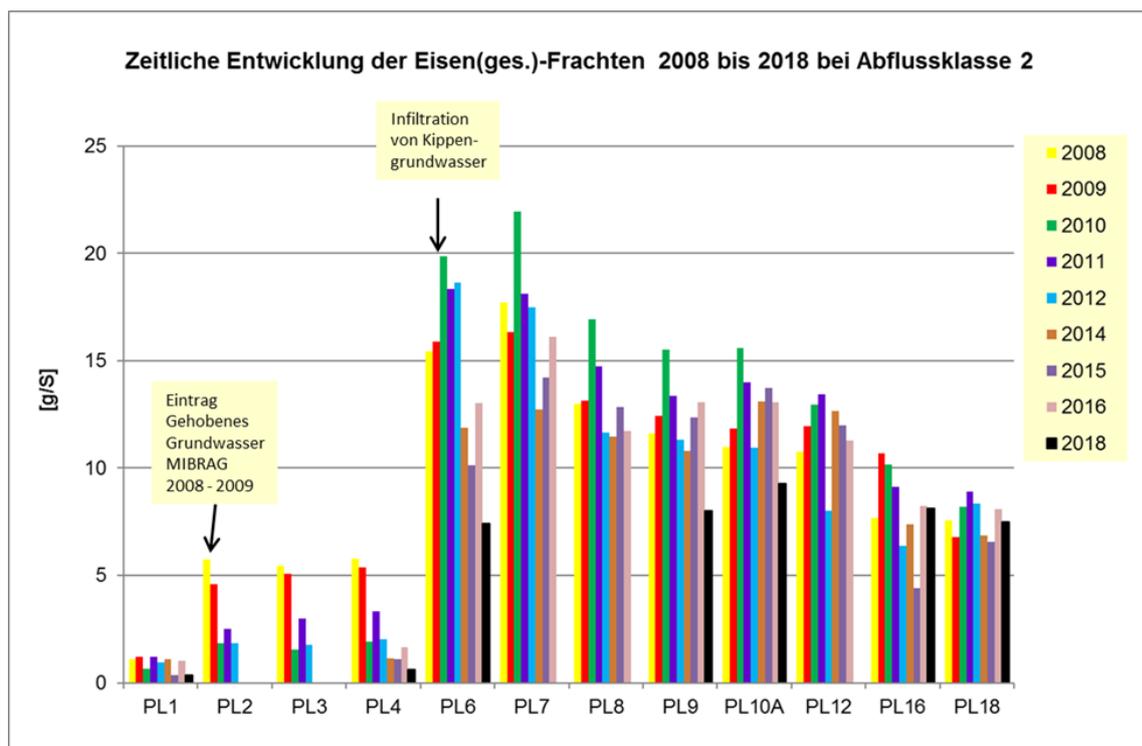


Abb. 16: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen)

4.5.2 Sulfat-Frachten 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2

Die mittleren Sulfat-Frachten nahmen in allen Jahren im Laufe der Fließstrecke zu, da Sulfat im Wasser gelöst bleibt und sich durch verschiedene Zuflüsse mit Sulfat reichem Wasser in der Pleiße immer mehr anreicherte. In den Jahren 2008 und 2009 wurde gehobenes

bergbaubelastetes Grundwasser durch die MIBRAG zwischen PL 1 und PL 2 in die Pleiße eingeleitet (ca. $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$), daher kam es bei PL 2 zu einer Erhöhung der Sulfat-Frachten. Ab 2010 erfolgte die Einleitung von bergbaubelastetem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG oberhalb von PL 7, an der Messstelle PL 6A. Es kam zu einem deutlichen Anstieg der Sulfat-Frachten bei PL 7 ab 2010, da deutlich höhere Mengen (MW: $0,73 \text{ m}^3/\text{s}$) mit hohen Sulfat-Konzentrationen (MW: 914 mg/L) aus der GWRA der MIBRAG eingeleitet wurden als in den Jahren 2008 und 2009. Im Längsverlauf der Pleiße stiegen die Sulfat-Frachten auch bei PL 12 durch die oberhalb erfolgenden Zuflüsse der Faulen Pfütze und der Gösel und bei PL 18 durch die Zuflüsse des Floßgrabens und der Kleinen Pleiße deutlich an. Am Ende der Fließstrecke waren in den Jahren 2010 bis 2018 die Sulfat-Frachten, hauptsächlich bedingt durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, deutlich höher ($1.710 - 2.235 \text{ g/s}$) als in den Jahren 2008 und 2009 ($1.280 - 1.380 \text{ g/s}$) (Abb. 17). Die höchsten Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke wurden in den Jahren 2012, 2015 und 2016 ($2.109 - 2.235 \text{ g/s}$) ermittelt. 2018 wurden bei Abflussklasse 2 verglichen mit den Jahren 2010 bis 2016 etwas niedrigere Sulfat-Frachten bestimmt, wahrscheinlich bedingt durch die relativ geringen Abflüsse innerhalb der Abflussklasse 2. 2018 waren die Sulfat-Frachten ähnlich hoch wie 2014.

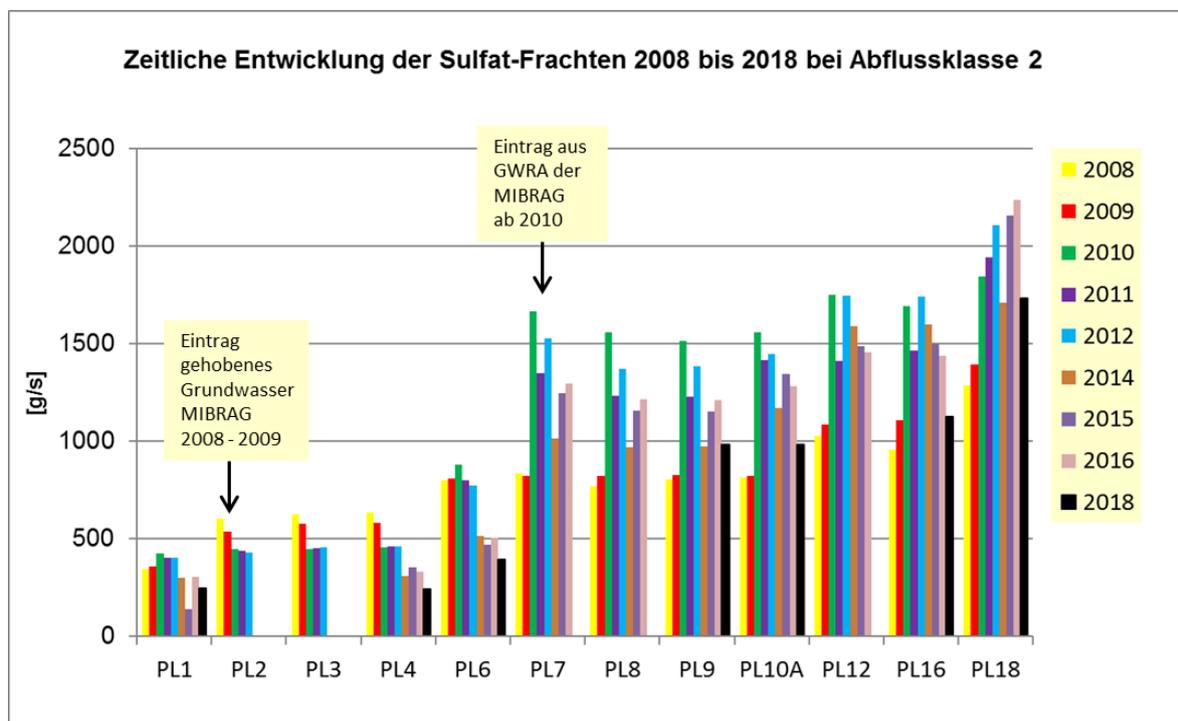


Abb. 17: Zeitliche Entwicklung der mittleren Sulfat-Frachten von 2008 bis 2018 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen)

4.6 Konzentrationen und Frachten der bergbautypischen Parameter in der Wyhra

Die Wyhra, mit der Messstellenbezeichnung PL 5, wurde bei allen Wasseruntersuchungen 2018 untersucht. Die Wyhra fließt zwischen den Messstellen PL 4 (Pleiße vor Mündung Wyhra) und PL 6 (FGB Neukieritzsch) in die Pleiße. Für die Berechnung der Konzentrationen der Stelle PL 4+5 wurden die Konzentrationen der Stellen PL 4 und PL 5 und die dazu gehörigen Abflüsse im prozentualen Verhältnis verwendet. In der Wyhra wurden Abflüsse zwischen 0,30 bis 0,53 m³/s im Untersuchungszeitraum gemessen.

Durch den Zufluss der Wyhra in die Pleiße wurden die Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße nur unbedeutend erhöht (Tab. 10). Es wurden etwas niedrigere pH-Werte nach der Mündung der Wyhra als oberhalb der Mündung bei PL 4 gemessen. Dagegen wurde durch den Wyhrazufluss eine deutliche Erhöhung (um ca. 30 %) der Sulfat-Frachten in der Pleiße gefunden (Tab. 11). Somit stellen die Sulfat-Frachten der Wyhra eine zusätzliche Belastung für die Pleiße dar. Die Eisen(ges.)- und Mangan(ges.)-Frachten erhöhten sich ebenfalls (um ca. 30 – 44 %). Die Eisen-Belastung der Pleiße durch infiltrierendes Grundwasser war jedoch deutlich höher als die Belastung durch den Zufluss der Wyhra, wie man an den deutlich höheren Eisen-Konzentrationen und -Frachten bei PL 6 gegenüber PL 4+5 erkennen kann.

Tab. 10: Mittelwerte der Konzentrationen der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1 und 2 2018

Messstellename	Mst-Nr.	pH-Wert	Fe ²⁺	Fe(gel.)	Fe(ges.)	Mn(ges.)	Sulfat
Abflussklasse 1							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	8,08	0,11	0,12	0,57	0,13	151
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	7,65	0,10	0,13	0,69	0,11	160
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	7,93	0,10	0,12	0,60	0,12	152
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,49	0,59	0,61	5,53	0,26	162
Abflussklasse 2							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	8,11	0,08	0,10	0,35	0,09	141
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	7,71	0,09	0,18	1,15	0,22	172
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	8,03	0,08	0,11	0,50	0,11	147
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,75	1,08	1,15	3,07	0,18	161

Tab. 11: Mittelwerte der Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1 und 2 2018

Messstellenname	Mst-Nr.	Abfluss	Fe ²⁺	Fe(gel.)	Fe(ges.)	Mn(ges.)	Sulfat
Abflussklasse 1							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	1,19	0,11	0,13	0,64	0,14	161
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	0,44	0,04	0,05	0,29	0,05	67
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	1,63	0,15	0,18	0,94	0,18	228
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	1,63	0,94	0,96	8,60	0,41	259
Abflussklasse 2							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	1,81	0,13	0,17	0,60	0,15	243
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	0,42	0,04	0,07	0,48	0,09	72
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	2,22	0,17	0,24	1,07	0,24	315
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	2,47	2,56	2,76	7,43	0,45	395

4.7 Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in *Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben*

In den nachfolgenden Tabellen sind die Mittelwerte der Leitfähigkeiten, Konzentrationen und Frachten in Fauler Pfütze (Tab. 12), Gösel (Tab. 13) und Floßgraben (Tab. 14) aufgeführt. Die Faule Pfütze und die Gösel fließen unterhalb von PL 10A (oberhalb von PL 12; siehe Anlage 1) und der Floßgraben oberhalb von PL 18 in die Pleiße (siehe Kap. 4.2.1, Abb. 8). Für die Ermittlung der Frachten wurden die in Tab. 8 angegebenen mittleren Abflüsse verwendet. Durch die Zuflüsse der Gösel, Faulen Pfütze und des Floßgrabens erhöhten sich die Leitfähigkeiten und die Sulfat-Konzentrationen und -Frachten in der Pleiße. Besonders deutlich war die Zunahme der Sulfat-Frachten durch den Zufluss des Floßgrabens, der auch die höchsten Abflüsse von den drei Fließten aufwies (siehe Abb. 6, 7 und 13). Durch den Zufluss der Gösel nahm die Sulfat-Fracht in der Pleiße dagegen nur leicht zu. Es kam nur zu einer sehr geringen Zunahme der Eisen- und Mangan-Frachten durch diese drei Zuflüsse, wobei beachtet werden muss, dass die Eisen(ges.)-Konzentrationen von Gösel und Floßgraben nicht bekannt sind und nicht als Messwerte mit einbezogen werden können (Daten liegen bei der LfULG nicht vor).

Tab. 12: Mittelwerte der Leitfähigkeiten, Konzentrationen und Frachten in der Faulen Pfütze bei Abflussklasse 1 in der Pleiße 2018

Parameter	Abflussklasse 1*	Abflussklasse 1**
Leitfähigkeiten [$\mu\text{S/cm}$]	2375	3110
Eisen(gel.)-Konzentrationen [mg/L]	0,30	0,10
Eisen(gel.)-Frachten [g/s]	0,036	0,007
Eisen(ges.)-Konzentrationen [mg/L]	0,60	0,30
Eisen(ges.)-Frachten [g/s]	0,072	0,021
Sulfat-Konzentrationen [mg/L]	620	870
Sulfat-Frachten [g/s]	74,4	60,9

* Konzentrationen und Leitfähigkeiten wurden nur 1-mal alle 2 Monate gemessen (Daten LfULG) und konnten deshalb nicht exakt den einzelnen Abflusswerten zugeordnet werden. **Konzentrationen stammen von der letzten Beprobung 2018, die am 7.11.18 stattgefunden hat. Zu dieser Zeit waren die Abflüsse in der Abflussklasse 1.

Tab. 13: Mittelwerte der Leitfähigkeiten und der Konzentrationen und Frachten in der Gösel bei Abflussklasse 1 in der Pleiße 2018

Parameter	Abflussklasse 1*	Abflussklasse 2*
Leitfähigkeiten [$\mu\text{S/cm}$]	1830	1320
Eisen(gel.)-Konzentrationen [mg/L]	0,03	0,04
Eisen(gel.)-Frachten [g/s]	0,002	0,003
Sulfat-Konzentrationen [mg/L]	210	190
Sulfat-Frachten [g/s]	10,5	15,2

* Konzentrationen und Leitfähigkeiten wurden nur 1-mal alle zwei Monate gemessen (Daten LfULG) und konnten deshalb nicht exakt den einzelnen Abflusswerten zugeordnet werden.

Tab. 14: Mittelwerte der pH-Werte, Leitfähigkeiten und der Konzentrationen und Frachten im Floßgraben bei Abflussklasse 1 in der Pleiße 2018

Parameter	Abflussklasse 1*	Abflussklasse 1**
Leitfähigkeiten [$\mu\text{S/cm}$]	1560	1750
pH-Wert	7,55	7,50
Mangan(ges.)-Konzentrationen [mg/L]	0,120	0,039
Mangan(ges.)-Frachten [g/s]	0,049	0,023
Eisen(gel.)-Konzentrationen [mg/L]	0,10	0,03
Eisen(gel.)-Frachten [g/s]	0,041	0,017
Sulfat-Konzentrationen [mg/L]	565	790
Sulfat-Frachten [g/s]	232	458

* Konzentrationen und Leitfähigkeiten wurden nur 1-mal alle 2 Monate gemessen (Daten LfULG) und konnten deshalb nicht exakt den einzelnen Abflusswerten zugeordnet werden. ** Konzentrationen stammen von der letzten Beprobung 2018, die am 7.11.18 stattgefunden hat. Zu dieser Zeit waren die Abflüsse in der Abflussklasse 1.

5. Zusammenfassung

Das Fließgewässermonitoring in der Pleiße begann 2007 mit den Voruntersuchungen. In den Jahren 2008 bis 2012 wurden die Wasseruntersuchungen nur bei niedrigen Abflüssen in der Pleiße durchgeführt (3,1 – 5,4 m³/s, entspricht Abflussklasse 2), da bei niedrigen Abflüssen eine höhere Belastung der Pleiße durch bergbaubeeinflusstes Grundwasser gemessen wurde. Aufgrund der Brisanz des Themas zum Eintrag bergbaubeeinflusster Grundwässer in das Fließgewässer Pleiße wurde beschlossen, das Fließgewässermonitoring ab 2014 in optimierter Form fortzuführen. Zielstellung der Wasseruntersuchungen 2014 bis 2018 waren die Beprobungen bei 5 verschiedenen Abflussklassen, um eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen. Die Abflussklassen wurden auf Grundlage der Abflussganglinie der Pleiße (Bezug: Pegel Böhlen) durch die LDS festgelegt:

- AK 1: 2,0 - 3,0 m³/s,
- AK 2: 3,0 – 5,0 m³/s,
- AK 3: 5,0 – 8,0 m³/s,
- AK 4: 8 – 10 m³/s,
- AK 5: > 10,0 m³/s.

In den einzelnen Jahren konnten aufgrund der Abflusssituation in der Pleiße nicht alle Untersuchungen bei den vorgegebenen Abflussklassen realisiert werden. 2014 und 2015 wurden insgesamt drei Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 2 bis 4 (siehe [4]),

2015 insgesamt 10 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 bis 4 (siehe [6]), 2016 insgesamt 12 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 bis 5 (siehe [7]) und 2017 insgesamt 3 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 4 und 5 durchgeführt.

Gegenstand des vorliegenden Berichts sind fünf Wasseruntersuchungen von 2018, drei davon bei Abflussklasse 1 und zwei bei Abflussklasse 2. Durch die geringen Niederschläge 2018 konnten nur Wasseruntersuchungen bei den niedrigen Abflussklassen realisiert werden. Die hohen Abflüsse stellten sich im Leistungszeitraum nicht ein. Bei jeder der fünf Wasseruntersuchungen 2018 wurden 7 Messstellen in der Pleiße analysiert. Diese Messstellen liegen innerhalb eines 30 km langen unteren Abschnitts der Pleiße von Regis-Breitungen bis kurz vor der Mündung der Pleiße in die Weiße Elster. Die Wyhra, die die wassermengenmäßig größte Einleitung in die Pleiße darstellt, wurde mit einer Messstelle im Bereich der Einleitung in die Pleiße (PL 5) ebenfalls bei jeder Messkampagne untersucht. Weiterhin wurde die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A), die zwischen PL 6 und PL 9 in die Pleiße fließt, analysiert. Zusätzlich wurden Durchflussmessungen an 5 Messstellen in der Pleiße und an den Zuflüssen der Wyhra, Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben durchgeführt. Der Schwerpunkt der Auswertung lag auf der Darstellung und dem Vergleich der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter, pH-Wert, Leitfähigkeit, Eisen und Sulfat im Längsverlauf der Pleiße und dem Vergleich dieser Parameter bei den beiden Abflussklassen 1 und 2.

Die Messstelle PL 1 in Regis-Breitungen, die sich im relativ bergbauunbelasteten Gebiet befindet, stellt mit den niedrigsten Eisen- und Sulfat-Konzentrationen und -Frachten einen Referenzzustand im untersuchten Fließabschnitt der Pleiße dar. Unterhalb von PL 4 kommt es durch den Zufluss der Wyhra zu einer leichten Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße. Im Bereich von PL 6 bis PL 9 führt die Pleiße durch das Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II und es kommt in diesem Bereich (insbesondere oh. von PL 6) zur Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße. Bei beiden Abflussklassen kam es deshalb in diesem Fließabschnitt zu einer deutlichen Erhöhung sowohl der Eisen(gel.)- als auch der Eisen(ges.)-Konzentrationen und -Frachten und zu einer pH-Wert Absenkung. Es wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 5,5 mg/L bei Abflussklasse 1 und 3,1 mg/L bei Abflussklasse 2 gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten wurden mit 8,6 g/s bei Abflussklasse 1 und 9,3 g/s bei Abflussklasse 2 bestimmt. Die Eisen(gel.)-Frachten lagen bei 1,8 g/s bei Abflussklasse 1 bzw. 2,8 g/s bei Abflussklasse 2 und erreichten bei PL 9 durch die Umwandlung in partikuläres Eisen schnell niedrige Werte von < 1 g/s. Die ermittelten Eisenkonzentrationen in der Pleiße zeigen, dass das Eisen größtenteils als partikuläres Eisen

vorliegt. Das heißt, dass das über das Grundwasser der Pleiße zutretende gelöste Eisen bereits weitestgehend oxidiert und hydratisiert ist bzw. relativ schnell auf der Fließstrecke umgesetzt wird, wobei diese Umwandlung temperaturabhängig ist. Durch den Zufluss von eisenabgereinigtem Wasser aus der GWRA der MIBRAG kam es nur zu einer geringen Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten um bis zu 0,9 g/s. Am Ende der Fließstrecke wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 1,2 – 1,9 mg/L gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten lagen bei 4,4 g/s bei Abflussklasse 1 und 7,5 g/s bei Abflussklasse 2. Bei Abflussklasse 1 kam es unterhalb von PL 10A zu einer stärkeren Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten als bei Abflussklasse 2. Die Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten im unteren Fließabschnitt ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen hauptsächlich im Bereich zwischen Trachenauer Wehr und AGRA-Wehr.

Vergleicht man die Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 2 in den verschiedenen Jahren wurden am Ende der Fließstrecke (bei PL 18) im Jahr 2018 mit 7,5 g/s ähnlich hohe Eisen(ges.)-Frachten ermittelt wie in den Jahren 2008 bis 2016 (6,6 bis 8,9 g/s). Für das Jahr 2018 wurde für PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 228,2 t/Jahr (7,24 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. 2016 und 2015 lagen die mittleren Eisen(ges.)-Frachten mit 328 t/Jahr und 315 t/Jahr deutlich höher, was auf die deutlich höheren Abflüsse in diesen Jahren zurückzuführen ist.

Im Gegensatz zum Eisen reichert sich Sulfat im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, so dass am Ende der Fließstrecke die höchsten Sulfat-Konzentrationen gemessen wurden. Durch die im Fließverlauf ansteigenden Abflüsse sind auch die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke am höchsten. Die Sulfat-Konzentrationen waren bei PL 18 bei Abflussklasse 1 (516 mg/L) etwas höher als bei Abflussklasse 2 (433 mg/L). Die höchsten Sulfat-Frachten wurden ebenfalls bei Abflussklasse 1 (1.846 g/s) und etwas niedrigere bei Abflussklasse 2 (1.732 g/s) bestimmt. Die Sulfat-Frachten erhöhten sich durch den Zufluss der Wyhra oberhalb von PL 6. Den höchsten Eintrag von Sulfat gab es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von 0,64 m³/s mit mittleren Sulfat-Konzentration von 1017 mg/L), die sich zwischen PL 6 und PL9 befindet. Bei PL 9 stieg deshalb die mittlere Sulfat-Konzentration um 168 mg/L (Abflussklasse 2) bis zu 262 mg/L (Abflussklasse 1) und die Sulfat-Fracht um 588 bis 655 g/s an, die Leitfähigkeiten stiegen ebenfalls stark an. Zu weiteren Einträgen von Sulfat im unterhalb liegenden Fließabschnitt kam es bei PL 16 durch die oberhalb erfolgenden Zuflüsse der Faulen Pfütze und der Gösel und bei PL 18 durch den oberhalb erfolgenden Zufluss des Floßgrabens.

Für das Jahr 2018 wurde für PL 18 eine hohe mittlere Sulfat-Fracht von 62.847 t/Jahr (1.993 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. Vergleicht man die Sulfat-Frachten 2018 bei Abflussklasse 2 am Ende der Fließstrecke mit den Jahren 2010 bis 2016 (1.710 – 2.235 g/s) wurden 2018 ähnlich hohe Sulfat-Frachten ermittelt. In den Jahren 2008 und 2009 lagen die Sulfat-Frachten deutlich niedriger (1.280 – 1.380 g/s), da deutlich geringere Mengen gehobenes Grundwasser aus dem Tagebau *Vereinigtes Schleenhain* in die Pleiße eingeleitet wurde. Besonders hohe Sulfat-Frachten wurden bei den hohen Abflussklassen in den Jahren 2016 (bei Abflussklasse 4 und 5) und 2014 (bei Abflussklasse 4) bestimmt, die allerdings nur an wenigen Tagen im Jahr gemessen wurden. Diese hohen Abflüsse haben sich im Leistungszeitraum 2018 nicht eingestellt.

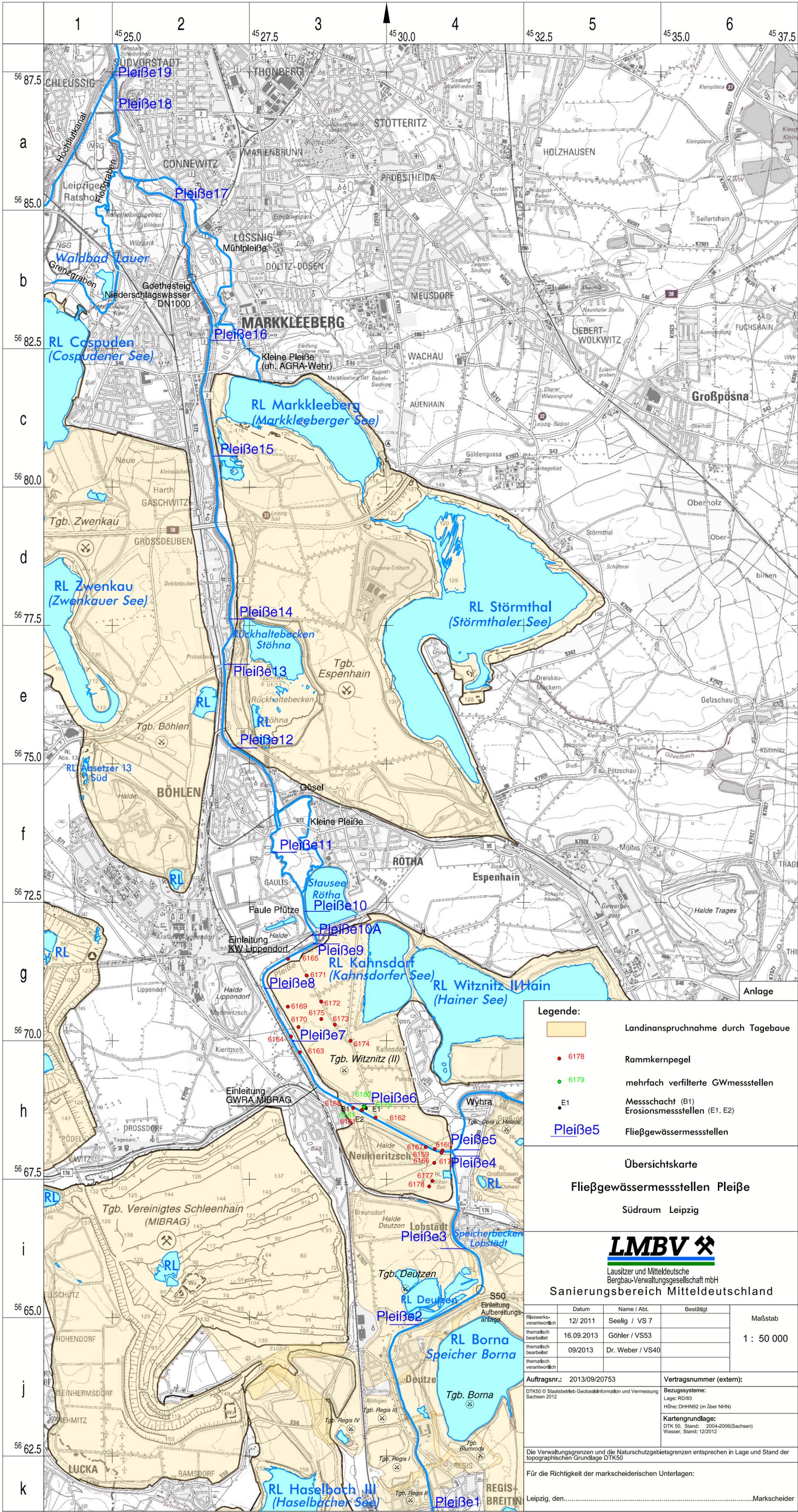
6. Handlungsempfehlungen

- 1) Aufgrund der Ergebnisse des hier vorliegenden Berichts, besonders der erhöhten Eisen-Konzentrationen und -Frachten im kippenbeeinflussten Fließabschnitt (PL 6 – PL 10A) und den hohen Sulfat-Konzentrationen (516 mg/L bei Abflussklasse 1) und -Frachten (1.846 g/s bei Abflussklasse 1) am Ende der Fließstrecke in der Pleiße (bei PL 18), wird empfohlen, die abflussbezogenen Untersuchungen in der Pleiße im Jahr 2019 und darüber hinaus fortzuführen. Wegen der statistischen Auswertbarkeit der Daten sollten mindestens drei Wasseruntersuchungen bei jeder der fünf Abflussklassen durchgeführt werden.
- 2) Für eine bessere Beurteilung der Einflüsse der Zuflüsse in die Pleiße, die nur im zwei monatigen Rhythmus gemessen werden (Daten LfULG), wird empfohlen, über die Ermittlung von Leitfähigkeit, pH-Wert, Eisen(gel.), Eisen(ges.)-, Mangan(ges.)- und Sulfat-Konzentration der Zuflüsse *Faule Pfütze*, *Gösel* und *Floßgraben* in fachlicher Abstimmung mit der Behörde nochmals zu befinden.

Literatur

- [1] Endbericht Sedimentuntersuchungen, Monitoring Fließgewässer Pleiße Kippengebiet Witznitz 2008 / 2009 vom 22.12.2009, SGL mbH Lauchhammer
- [2] Endbericht Wasseruntersuchungen, Monitoring Fließgewässer Pleiße Kippengebiet Witznitz 2008 / 2009 vom 24.03.2010, SGL mbH Lauchhammer
- [3] Endbericht Wasseruntersuchungen, Monitoring Fließgewässer Pleiße Kippengebiet Witznitz 2010 - 2012, SGL mbH Lauchhammer

- [4] Jahresbericht Wasseruntersuchungen, Fließgewässermonitoring Pleiße 2014 vom 27.02.2015, SGL mbH Lauchhammer
- [5] Jahresbericht Sedimentuntersuchungen, Fließgewässermonitoring Pleiße 2014 vom 25.03.2015, SGL mbH Lauchhammer
- [6] Jahresbericht Wasser- und Sedimentuntersuchungen, Fließgewässermonitoring Pleiße 2015 vom 13.06.2016, SGL mbH Lauchhammer
- [7] Jahresbericht Monitoring Fließgewässer Pleiße 2016 vom 24.05.2017, SGL mbH Lauchhammer



- Legende:**
- Landinanspruchnahme durch Tagebaue
 - 6178 Rammkernpegel
 - 6179 mehrfach verifizierte GWmesstellen
 - E1 Messschacht (B1)
 - E2 Erosionsmessstellen (E1, E2)
 - Pleiße5 Fließgewässermessstellen

Übersichtskarte
Fließgewässermessstellen Pleiße
Südraum Leipzig



Sanierungsbereich Mitteldeutschland

	Datum	Name / Abl.	Bestätigt
Risikoverantwortlich	12/ 2011	Seelig / VS 7	
thematisch bearbeitet	16.09.2013	Göhler / VS53	
thematisch bearbeitet	09/2013	Dr. Weber / VS40	
thematisch verantwortlich			

Auftragsnr.: 2013/09/20753 <small>DTK50 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012</small>	Vertragsnummer (extern): Bezugssysteme: Lage: RD/83 Höhe: DHHN92 (m über NNH)
---	--

Die Verwaltungsgrenzen und die Naturschutzgebietsgrenzen entsprechen in Lage und Stand der topographischen Grundlage DTK50

Für die Richtigkeit der markscheiderischen Unterlagen:
 Leipzig, den.....Marscheider



45 22.5 Diese Karte ist gesetzlich geschützt. Vervielfältigung nur mit Erlaubnis des Herausgebers. Als Vervielfältigung gelten z.B. Nachdruck, Fotokopie, Microverfilmung, Digitalisieren, Scannen sowie Speicherung auf Datenträger.

Vorgabetabelle für die Erfassung der Analysenergebnisse **Fließgewässer** (Untersuchung nach MHM)

Probenkennzeichnung					Vorortparameter										
Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probenahme	Labor-Nummer	Bemerkung	Durchfluss	Trübung visuell	Trübung FNU	Sichttiefe	Wasser-temp.	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Sauerstoffgehalt	Sauerstoffsättigung	Redoxspannung	Gewässerbreite Fließ
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	Bemerkung	Q	Trueb	Trueb_FNU	ST	TWV	pHV	LFV	O2	O2-Saett	UH	Breite
					[m³/s]	[-]	[FNU]	[m]	[°C]	[-]	[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[mV]	[m]
Pleiße	PL1	02.08.2018	PL18-00001-1	AK 1	0,869	klar	11	0,33	23,9	8,24	944	6,93	82,8	370	10,60
Pleiße	PL3	02.08.2018		AK 1 - nur Abfluss	1,260										6,30
Pleiße	PL4	02.08.2018	PL18-00001-2	AK 1		klar	6	0,28	23,3	8,06	1038	7,13	84,3	393	
Wyhra	PL5	02.08.2018	PL18-00001-3	AK 1	0,498	klar	11	0,25	23,7	7,60	663	5,73	67,8	410	6,60
Pleiße	PL6	02.08.2018	PL18-00001-4	AK 1	1,400	deutlich	50	0,20	23,8	7,45	887	7,18	85,7	314	13,00
GWRA MIBRAG	PL6A	02.08.2018	PL18-00001-5	AK 1		klar	3		19,4	8,14	1992	9,36	102,6	394	
Pleiße	PL9	02.08.2018	PL18-00001-6	AK 1		deutlich	32	0,35	23,4	7,58	1292	6,42	75,7	408	
Pleiße	PL10A	02.08.2018	PL18-00001-7	AK 1	1,480	schwach	26	0,35	23,5	7,60	1319	7,02	82,9	405	16,30
Pleiße	PL16	02.08.2018	PL18-00001-8	AK 1		schwach	16	0,42	24,5	7,89	1473	7,68	92,7	436	
Pleiße	PL18	02.08.2018	PL18-00001-9	AK 1	3,810	schwach	13	0,45	24,6	7,84	1541	7,16	86,1	436	27,00
Faule Pfütze		02.08.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,112										1,70
Gösel		02.08.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,049										3,50
Floßgraben		02.08.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,442										10,00
Pleiße	PL1	04.09.2018	PL18-00002-1	AK 1	1,380	schwach	27	0,45	16,5	8,05	854	8,39	87,7	412	10,70
Pleiße	PL3	04.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	1,450										6,80
Pleiße	PL4	04.09.2018	PL18-00002-2	AK 1		schwach	22	0,35	16,4	8,00	850	8,65	89,7	406	
Wyhra	PL5	04.09.2018	PL18-00002-3	AK 1	0,532	schwach	14	0,47	16,4	7,53	735	7,27	75,5	378	4,90
Pleiße	PL6	04.09.2018	PL18-00002-4	AK 1	2,180	deutlich	37	0,32	16,4	7,50	839	8,49	88,1	192	13,10
GWRA MIBRAG	PL6A	04.09.2018	PL18-00002-5	AK 1		klar	3		15,9	8,06	2080	9,85	100,5	425	
Pleiße	PL9	04.09.2018	PL18-00002-6	AK 1		schwach	21	0,44	16,5	7,53	1173	7,87	81,9	328	
Pleiße	PL10A	04.09.2018	PL18-00002-7	AK 1	2,880	schwach	22	0,42	16,7	7,58	1172	7,47	88,4	293	16,10
Pleiße	PL16	04.09.2018	PL18-00002-8	AK 1		schwach	12	1,03	17,9	7,77	1351	8,41	89,9	401	
Pleiße	PL18	04.09.2018	PL18-00002-9	AK 1	4,140	schwach	14	0,91	18,0	7,77	1413	8,11	86,9	410	27,00
Faule Pfütze		04.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,084										1,20
Gösel		04.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,050										3,90
Floßgraben		04.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,485										10,00
Pleiße	PL1	18.09.2018	PL18-00003-1	AK 1	0,725	schwach	8	0,45	16,5	8,47	967	9,10	91,2	400	9,80
Pleiße	PL3	18.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,854										5,25
Pleiße	PL4	18.09.2018	PL18-00003-2	AK 1		klar	13	0,35	15,6	8,18	969	9,00	89,0	395	
Wyhra	PL5	18.09.2018	PL18-00003-3	AK 1	0,301	klar	10	0,47	14,7	7,81	915	9,45	93,2	398	5,30
Pleiße	PL6	18.09.2018	PL18-00003-4	AK 1	0,995	deutlich	59	0,31	15,4	7,53	975	8,95	90,7	200	12,00
GWRA MIBRAG	PL6A	18.09.2018	PL18-00003-5	AK 1		klar	3		15,4	8,12	2070	9,96	101,9	422	
Pleiße	PL9	18.09.2018	PL18-00003-6	AK 1		schwach	24	0,50	16,3	7,62	1439	7,93	81,8	341	
Pleiße	PL10A	18.09.2018	PL18-00003-7	AK 1	1,690	schwach	24	0,55	16,8	7,68	1446	8,51	87,7	349	15,00
Pleiße	PL16	18.09.2018	PL18-00003-8	AK 1		klar	13	1,20	17,2	7,87	1633	8,53	90,2	375	
Pleiße	PL18	18.09.2018	PL18-00003-9	AK 1	2,870	klar	12	1,20	18,2	8,01	1590	8,97	96,0	409	26,30
Faule Pfütze		18.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,151										1,30
Gösel		18.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,052										3,00
Floßgraben		18.09.2018		AK 1 - nur Abfluss	0,295										8,30
Pleiße	PL1	05.12.2018	PL18-00004-1	AK 2	1,980	schwach	13	0,65	11,3	7,86	888	11,75	91,9	401	9,60
Pleiße	PL4	05.12.2018	PL18-00004-2	AK 2		schwach	13	0,55	10,9	8,06	927	12,45	94,9	390	
Wyhra	PL5	05.12.2018	PL18-00004-3	AK 2	0,388	schwach	19	0,53	12,8	7,65	775	11,76	87,9	426	6,10
Pleiße	PL6	05.12.2018	PL18-00004-4	AK 2	2,750	schwach	20	0,60	13,7	7,73	914	12,47	95,2	290	13,00
GWRA MIBRAG	PL6A	05.12.2018	PL18-00004-5	AK 2		klar	5		13,6	8,09	2070	11,36	98,0	398	

Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probenahme	Labor-Nummer	Bemerkung	Durchfluss	Trübung visuell	Trübung FNU	Sichttiefe	Wassertemp.	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Sauerstoffgehalt	Sauerstoffsättigung	Redoxspannung	Gewässerbreite Fließ
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	Bemerkung	Q	Trueb	Trueb_FNU	ST	TWV	pHV	LFV	O2	O2-Saett	UH	Breite
					[m³/s]	[-]	[FNU]	[m]	[°C]	[-]	[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[mV]	[m]
Pleißer	PL9	05.12.2018	PL18-00004-6	AK 2		schwach	18	0,60	13,0	7,80	1177	11,80	94,1	345	
Pleißer	PL10A	05.12.2018	PL18-00004-7	AK 2	2,890	schwach	14	0,50	13,1	7,76	1180	11,93	96,9	411	15,50
Pleißer	PL16	05.12.2018	PL18-00004-8	AK 2		schwach	14	0,70	13,1	7,86	1312	11,90	95,8	445	
Pleißer	PL18	05.12.2018	PL18-00004-9	AK 2	3,750	schwach	18	0,70	13,9	7,83	1390	11,49	92,4	465	27,10
Pleißer	PL3	05.12.2018	PL18-00004-10	AK 2 - nur Abfluss	1,960										6,00
Faule Pfütze		05.12.2018	PL18-00004-11	AK 2 - nur Abfluss	0,073										3,15
Gösel		05.12.2018	PL18-00004-12	AK 2 - nur Abfluss	0,075										3,80
Floßgraben		05.12.2018	PL18-00004-13	AK 2 - nur Abfluss	0,582										10,00
Pleißer	PL1	12.12.2018	PL18-00004-1	AK 2	1,620	klar	7	0,57	9,9	8,12	971	11,75	91,0	365	9,80
Pleißer	PL4	12.12.2018	PL18-00004-2	AK 2		klar	8	0,40	9,5	8,15	997	12,35	95,4	358	
Wyhra	PL5	12.12.2018	PL18-00004-3	AK 2	0,445	schwach	16	0,48	9,7	7,77	767	11,74	89,6	311	5,85
Pleißer	PL6	12.12.2018	PL18-00004-4	AK 2	2,190	schwach	16	0,60	10,6	7,77	961	12,24	94,2	177	13,00
GWRA MIBRAG	PL6A	12.12.2018	PL18-00004-5	AK 2		klar	5		9,3	8,19	2080	11,43	98,1	277	
Pleißer	PL9	12.12.2018	PL18-00004-6	AK 2		schwach	24	0,60	10,0	7,81	1221	11,85	93,6	284	
Pleißer	PL10A	12.12.2018	PL18-00004-7	AK 2	2,890	schwach	23	0,49	10,4	7,82	1219	11,99	94,4	270	15,50
Pleißer	PL16	12.12.2018	PL18-00004-8	AK 2		schwach	21	0,62	10,8	7,98	1288	12,23	96,4	291	
Pleißer	PL18	12.12.2018	PL18-00004-9	AK 2	3,750	schwach	17	0,65	11,0	7,94	1395	11,93	93,5	319	27,10
Pleißer	PL3	12.12.2018	PL18-00004-10	AK 2 - nur Abfluss	1,520										9,00
Faule Pfütze		12.12.2018	PL18-00004-11	AK 2 - nur Abfluss	0,056										2,25
Gösel		12.12.2018	PL18-00004-12	AK 2 - nur Abfluss	0,084										3,70
Floßgraben		12.12.2018	PL18-00004-13	AK 2 - nur Abfluss	0,571										10,00

Vorgabetabelle für die Erfassung der Analysenergebnisse

Probenkennzeichnung				Labor											
Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probennahme	Labor-Nummer	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Säurekapazität = Alkalinität (pH 4,3)	Basekapazität = Acidität (pH 8,2)	abfiltrierbare Stoffe	Trockenrückstand, gesamt	Aluminium, gelöst	Eisen, gesamt	Eisen, gelöst	Eisen(II)	Mangan gesamt	Calcium
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	pH	LF	KS43	KB82	aStoff	GTR	AlGel	FeGes	FeGel	Fe2	MnGes	Ca
				[-]	[µS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Pleisse	PL1	02.08.2018	PL18-00001-1	8,31	945	4,14	<0,01	13,0	620	<0,01	0,27	0,174	0,174	0,09	102
Pleisse	PL3	02.08.2018													
Pleisse	PL4	02.08.2018	PL18-00001-2	8,13	1037	4,17	0,08	12,0	700	<0,01	0,58	0,113	0,113	0,14	115
Wyhra	PL5	02.08.2018	PL18-00001-3	7,69	653	2,14	0,10	6,8	440	<0,01	0,42	0,102	0,099	0,04	71
Pleisse	PL6	02.08.2018	PL18-00001-4	7,53	862	3,09	0,16	14,0	530	<0,01	5,73	0,213	0,166	0,27	91
GWRA MIBRAG	PL6A	02.08.2018	PL18-00001-5	8,14	1989	3,37	0,08	8,4	1750	<0,01	0,69	0,042	0,017	0,94	408
Pleisse	PL9	02.08.2018	PL18-00001-6	7,65	1294	3,05	0,12	9,6	1020	<0,01	3,84	0,080	0,047	0,51	207
Pleisse	PL10A	02.08.2018	PL18-00001-7	7,69	1308	3,14	0,13	5,2	1020	<0,01	2,88	0,075	0,022	0,49	211
Pleisse	PL16	02.08.2018	PL18-00001-8	7,97	1478	3,21	0,14	6,4	1070	<0,01	1,37	0,103	0,058	0,16	211
Pleisse	PL18	02.08.2018	PL18-00001-9	7,93	1545	2,88	0,15	6,8	1220	<0,01	0,95	0,169	0,083	0,21	247
Faule Pfütze		02.08.2018													
Gösel		02.08.2018													
Floßgraben		02.08.2018													
Pleisse	PL1	04.09.2018	PL18-00002-1	8,11	850	3,68	0,04	27,0	600	0,010	0,67	0,134	0,042	0,12	90
Pleisse	PL3	04.09.2018													
Pleisse	PL4	04.09.2018	PL18-00002-2	8,06	843	3,49	0,04	26,0	590	<0,01	0,67	0,100	0,060	0,14	90
Wyhra	PL5	04.09.2018	PL18-00002-3	7,64	730	2,16	0,09	4,0	530	<0,01	0,78	0,124	0,086	0,14	81
Pleisse	PL6	04.09.2018	PL18-00002-4	7,61	832	3,04	0,14	15,0	590	0,0	4,16	0,538	0,537	0,22	89
GWRA MIBRAG	PL6A	04.09.2018	PL18-00002-5	8,12	2070	3,64	0,05	4,4	1880	0,0	0,73	0,058	<0,01	1,11	404
Pleisse	PL9	04.09.2018	PL18-00002-6	7,62	1166	3,09	0,14	7,2	900	<0,01	3,19	0,119	0,027	0,40	167
Pleisse	PL10A	04.09.2018	PL18-00002-7	7,68	1164	3,16	0,12	6,0	910	<0,01	3,35	0,164	0,061	0,41	166
Pleisse	PL16	04.09.2018	PL18-00002-8	7,85	1344	3,04	0,12	4,0	1020	<0,01	1,75	0,238	0,077	0,16	165
Pleisse	PL18	04.09.2018	PL18-00002-9	7,86	1405	2,87	0,09	2,8	1040	<0,01	1,60	0,201	0,059	0,15	194
Faule Pfütze		04.09.2018													
Gösel		04.09.2018													
Floßgraben		04.09.2018													
Pleisse	PL1	18.09.2018	PL18-00003-1	8,38	959	4,03	<0,01	10,0	650	0,012	0,27	0,075	0,069	0,08	105
Pleisse	PL3	18.09.2018													
Pleisse	PL4	18.09.2018	PL18-00003-2	8,16	961	4,20	0,07	9,6	630	0,012	0,48	0,154	0,146	0,11	106
Wyhra	PL5	18.09.2018	PL18-00003-3	7,82	907	2,75	0,11	2,8	630	0,014	0,87	0,156	0,116	0,14	117
Pleisse	PL6	18.09.2018	PL18-00003-4	7,51	964	3,48	0,20	9,6	660	0,010	6,71	1,090	1,080	0,30	112
GWRA MIBRAG	PL6A	18.09.2018	PL18-00003-5	8,06	2040	4,16	0,11	8,8	1790	0,016	0,84	0,065	0,015	1,10	417
Pleisse	PL9	18.09.2018	PL18-00003-6	7,66	1426	3,54	0,21	6,4	1120	0,010	2,68	0,111	0,018	0,61	247
Pleisse	PL10A	18.09.2018	PL18-00003-7	7,69	1433	3,42	0,16	7,2	1130	<0,01	2,50	0,128	0,048	0,56	254
Pleisse	PL16	18.09.2018	PL18-00003-8	7,87	1619	3,68	0,15	3,2	1200	<0,01	1,02	0,104	0,101	0,16	230
Pleisse	PL18	18.09.2018	PL18-00003-9	8,02	1577	3,19	0,10	7,6	1190	0,011	1,00	0,205	0,060	0,13	247
Faule Pfütze		18.09.2018													
Gösel		18.09.2018													
Floßgraben		18.09.2018													
Pleisse	PL1	05.12.2018	PL18-00004-1	8,01	876	3,41	0,04	9,2	580	0,016	0,22	0,061	0,059	0,06	88
Pleisse	PL4	05.12.2018	PL18-00004-2	8,08	904	3,48	0,03	20,0	630	0,012	0,35	0,096	0,058	0,08	91
Wyhra	PL5	05.12.2018	PL18-00004-3	7,69	762	2,11	0,07	19,0	560	0,022	1,16	0,186	0,109	0,24	92
Pleisse	PL6	05.12.2018	PL18-00004-4	7,72	903	3,16	0,09	13,0	620	0,029	2,51	0,875	0,732	0,16	92
GWRA MIBRAG	PL6A	05.12.2018	PL18-00004-5	8,13	2070	3,72	0,07	7,6	1860	0,020	1,17	0,076	<0,01	1,18	404

Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probenahme	Labor-Nummer	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Säurekapazität = Alkalinität (pH 4,3)	Basekapazität = Acidität (pH 8,2)	abfiltrierbare Stoffe	Trockenrückstand, gesamt	Aluminium, gelöst	Eisen, gesamt	Eisen, gelöst	Eisen(II)	Mangan gesamt	Calcium
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	pH	LF	KS43	KB82	aStoff	GTR	AlGel	FeGes	FeGel	Fe2	MnGes	Ca
				[-]	[µS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Pleißer	PL9	05.12.2018	PL18-00004-6	7,81	1173	3,20	0,18	10,0	910	0,012	2,15	0,160	0,075	0,35	153
Pleißer	PL10A	05.12.2018	PL18-00004-7	7,82	1174	3,25	0,16	12,0	910	0,011	2,91	0,174	0,084	0,36	150
Pleißer	PL16	05.12.2018	PL18-00004-8	7,90	1296	3,38	0,08	10,0	960	0,024	2,67	0,346	0,050	0,29	159
Pleißer	PL18	05.12.2018	PL18-00004-9	7,86	1373	3,05	0,14	2,8	1230	0,013	1,97	0,288	0,054	0,22	181
Pleißer	PL3	05.12.2018	PL18-00004-10												
Faule Pfütze		05.12.2018	PL18-00004-11												
Gösel		05.12.2018	PL18-00004-12												
Floßgraben		05.12.2018	PL18-00004-13												
Pleißer	PL1	12.12.2018	PL18-00004-1	8,01	950	3,61	0,17	2,8	580	0,013	0,18	0,063	0,063	0,07	106
Pleißer	PL4	12.12.2018	PL18-00004-2	8,06	987	3,67	0,16	8,0	630	0,012	0,34	0,099	0,099	0,10	103
Wyhra	PL5	12.12.2018	PL18-00004-3	7,71	758	2,19	0,20	11,0	500	0,011	1,14	0,174	0,076	0,20	98
Pleißer	PL6	12.12.2018	PL18-00004-4	7,65	950	3,24	0,21	5,6	600	0,024	3,63	1,420	1,420	0,21	105
GWRA MIBRAG	PL6A	12.12.2018	PL18-00004-5	8,15	2070	3,87	0,19	8,0	1740	0,015	1,45	0,069	<0,01	1,20	424
Pleißer	PL9	12.12.2018	PL18-00004-6	7,73	1209	3,32	0,23	5,6	840	0,013	3,17	0,142	0,043	0,42	182
Pleißer	PL10A	12.12.2018	PL18-00004-7	7,75	1208	3,22	0,24	6,0	840	0,019	3,28	0,148	0,058	0,41	182
Pleißer	PL16	12.12.2018	PL18-00004-8	7,89	1278	3,15	0,22	3,2	890	0,011	2,53	0,181	0,029	0,33	186
Pleißer	PL18	12.12.2018	PL18-00004-9	7,87	1383	2,92	0,16	4,4	1010	0,014	1,80	0,187	0,021	0,25	207
Pleißer	PL3	12.12.2018	PL18-00004-10												
Faule Pfütze		12.12.2018	PL18-00004-11												
Gösel		12.12.2018	PL18-00004-12												
Floßgraben		12.12.2018	PL18-00004-13												

Vorgabetabelle für die Erfassung der Analysenergebnisse

Probenkennzeichnung														
Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probennahme	Labor-Nummer	Magnesium	Kalium	Natrium	Gesamt - Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Ammonium-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Kjeldahl Stickstoff	Sulfat	Chlorid	gesamter anorganischer Kohlenstoff
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	Mg	K	Na	Nges	NO3-N	NH4-N	NO2-N	N Kjeldahl	SO4	Cl	TIC
				[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Pleiße	PL1	02.08.2018	PL18-00001-1	27,0	9,74	44,4	2,5	1,66	0,036	0,015	0,825	136	86,9	46,90
Pleiße	PL3	02.08.2018												
Pleiße	PL4	02.08.2018	PL18-00001-2	29,6	10,10	45,6	2,7	1,80	0,038	0,022	0,878	179	89,3	47,80
Wyhra	PL5	02.08.2018	PL18-00001-3	14,5	6,72	31,1	2,4	1,21	0,055	0,048	1,140	118	54,4	26,20
Pleiße	PL6	02.08.2018	PL18-00001-4	23,2	8,97	40,3	2,6	1,54	<0,03	0,026	1,030	151	75,7	38,40
GWRA MIBRAG	PL6A	02.08.2018	PL18-00001-5	54,8	4,96	37,1	<1	0,08	0,680	0,003	0,680	924	66,4	38,70
Pleiße	PL9	02.08.2018	PL18-00001-6	35,1	7,47	39,2	1,9	1,14	0,220	0,039	0,721	427	70,4	38,20
Pleiße	PL10A	02.08.2018	PL18-00001-7	35,6	7,68	39,5	1,8	1,13	0,160	0,044	0,626	438	67,5	37,20
Pleiße	PL16	02.08.2018	PL18-00001-8	34,1	10,00	70,5	2,9	2,18	<0,03	0,036	0,684	470	94,7	38,10
Pleiße	PL18	02.08.2018	PL18-00001-9	42,5	8,74	59,8	2,2	1,51	0,041	0,017	0,673	570	81,1	33,00
Faule Pfütze		02.08.2018												
Gösel		02.08.2018												
Floßgraben		02.08.2018												
Pleiße	PL1	04.09.2018	PL18-00002-1	25,9	8,11	40,1	4,2	3,53	0,070	0,031	0,639	127	74,0	42,10
Pleiße	PL3	04.09.2018												
Pleiße	PL4	04.09.2018	PL18-00002-2	25,2	8,31	39,6	3,9	3,30	0,080	0,027	0,583	127	73,6	41,30
Wyhra	PL5	04.09.2018	PL18-00002-3	15,9	7,74	36,5	3,1	2,34	<0,03	0,024	0,696	147	63,9	25,60
Pleiße	PL6	04.09.2018	PL18-00002-4	23,3	8,24	38,6	3,7	3,15	0,080	0,029	0,531	148	71,4	37,40
GWRA MIBRAG	PL6A	04.09.2018	PL18-00002-5	56,8	5,37	44,6	<1	0,08	0,880	0,002	0,888	944	73,6	42,50
Pleiße	PL9	04.09.2018	PL18-00002-6	31,5	7,81	39,8	2,9	2,34	0,220	0,034	0,546	345	70,8	38,40
Pleiße	PL10A	04.09.2018	PL18-00002-7	31,3	7,81	39,4	2,9	2,34	0,200	0,036	0,534	344	70,6	37,90
Pleiße	PL16	04.09.2018	PL18-00002-8	31,7	10,50	77,8	3,1	2,62	0,060	0,034	0,476	367	111,0	36,10
Pleiße	PL18	04.09.2018	PL18-00002-9	35,0	10,80	72,0	2,7	2,21	0,090	0,028	0,462	440	98,6	34,40
Faule Pfütze		04.09.2018												
Gösel		04.09.2018												
Floßgraben		04.09.2018												
Pleiße	PL1	18.09.2018	PL18-00003-1	30,4	10,70	50,3	4,0	3,16	<0,03	0,018	0,822	150	88,3	44,70
Pleiße	PL3	18.09.2018												
Pleiße	PL4	18.09.2018	PL18-00003-2	30,8	10,30	49,3	3,9	3,25	<0,03	0,013	0,637	147	85,2	47,90
Wyhra	PL5	18.09.2018	PL18-00003-3	23,1	8,75	40,7	3,7	3,17	<0,03	0,016	0,514	216	65,8	31,80
Pleiße	PL6	18.09.2018	PL18-00003-4	30,0	9,95	47,1	3,8	3,25	<0,03	0,014	0,536	188	79,8	42,50
GWRA MIBRAG	PL6A	18.09.2018	PL18-00003-5	61,3	5,63	44,9	1,1	0,13	0,750	0,003	0,963	922	69,2	46,70
Pleiße	PL9	18.09.2018	PL18-00003-6	43,8	8,36	43,6	2,3	1,81	0,200	0,024	0,466	501	71,3	40,90
Pleiße	PL10A	18.09.2018	PL18-00003-7	45,0	8,51	44,5	2,2	1,72	0,160	0,028	0,452	507	71,0	39,90
Pleiße	PL16	18.09.2018	PL18-00003-8	45,4	11,20	103,0	2,8	2,51	<0,03	0,011	0,279	497	119,0	42,00
Pleiße	PL18	18.09.2018	PL18-00003-9	45,9	10,50	82,5	2,3	2,00	<0,03	0,006	0,294	539	99,8	35,30
Faule Pfütze		18.09.2018												
Gösel		18.09.2018												
Floßgraben		18.09.2018												
Pleiße	PL1	05.12.2018	PL18-00004-1	24,7	8,31	47,6	5,6	4,75	0,340	0,139	0,711	126	85,0	37,70
Pleiße	PL4	05.12.2018	PL18-00004-2	25,9	8,87	48,9	6,0	4,93	0,270	0,131	0,939	131	87,0	39,20
Wyhra	PL5	05.12.2018	PL18-00004-3	18,1	6,68	31,5	3,9	3,66	0,060	0,031	0,209	171	58,0	24,80
Pleiße	PL6	05.12.2018	PL18-00004-4	24,9	8,14	44,8	5,4	4,76	0,240	0,116	0,524	152	83,0	36,90
GWRA MIBRAG	PL6A	05.12.2018	PL18-00004-5	56,6	4,94	36,2	<1	0,30	0,750	0,002	0,750	979	63,8	42,00

Name des Gewässers	Messstellenbezeichnung	Datum der Probenahme	Labor-Nummer	Magnesium	Kalium	Natrium	Gesamt - Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Ammonium-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Kjeldahl Stickstoff	Sulfat	Chlorid	gesamter anorganischer Kohlenstoff
Ort	Messstelle	Datum	Labornr	Mg	K	Na	Nges	NO3-N	NH4-N	NO2-N	N Kjeldahl	SO4	Cl	TIC
				[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Pleißer	PL9	05.12.2018	PL18-00004-6	31,5	7,58	43,6	4,5	3,96	0,300	0,092	0,448	315	80,2	38,40
Pleißer	PL10A	05.12.2018	PL18-00004-7	31,1	7,69	43,0	4,6	3,96	0,300	0,092	0,548	315	80,0	38,60
Pleißer	PL16	05.12.2018	PL18-00004-8	31,9	8,83	61,1	4,4	3,95	0,180	0,084	0,366	351	96,9	38,30
Pleißer	PL18	05.12.2018	PL18-00004-9	35,8	8,77	58,8	3,9	3,50	0,130	0,069	0,331	424	91,9	34,90
Pleißer	PL3	05.12.2018	PL18-00004-10											
Faule Pfütze		05.12.2018	PL18-00004-11											
Gösel		05.12.2018	PL18-00004-12											
Floßgraben		05.12.2018	PL18-00004-13											
Pleißer	PL1	12.12.2018	PL18-00004-1	26,7	9,67	51,1	4,9	4,03	0,370	0,084	0,786	148	83,8	41,60
Pleißer	PL4	12.12.2018	PL18-00004-2	25,9	11,40	61,0	4,6	3,78	0,360	0,091	0,729	151	95,3	40,50
Wyhra	PL5	12.12.2018	PL18-00004-3	19,2	6,81	31,1	4,0	3,54	0,100	0,025	0,435	173	52,4	24,80
Pleißer	PL6	12.12.2018	PL18-00004-4	25,4	10,50	54,6	4,6	3,91	0,340	0,080	0,610	170	85,1	36,40
GWRA MIBRAG	PL6A	12.12.2018	PL18-00004-5	59,3	5,29	40,2	<1	0,04	0,730	0,001	0,771	936	64,5	41,60
Pleißer	PL9	12.12.2018	PL18-00004-6	35,1	8,42	47,4	3,7	3,23	0,350	0,060	0,410	342	74,2	37,80
Pleißer	PL10A	12.12.2018	PL18-00004-7	35,0	8,23	46,1	3,8	3,28	0,330	0,059	0,461	342	73,1	37,70
Pleißer	PL16	12.12.2018	PL18-00004-8	35,6	8,78	57,6	3,9	3,40	0,170	0,050	0,450	366	81,6	36,30
Pleißer	PL18	12.12.2018	PL18-00004-9	40,1	8,90	61,6	3,2	2,92	0,130	0,040	0,240	442	83,2	33,30
Pleißer	PL3	12.12.2018	PL18-00004-10											
Faule Pfütze		12.12.2018	PL18-00004-11											
Gösel		12.12.2018	PL18-00004-12											
Floßgraben		12.12.2018	PL18-00004-13											