

Monitoring Fließgewässer Pleiße

Bestell-Nr.: 13000835

Jahresbericht 2019

Auswertung der Wasseruntersuchungen
bei den Abflussklassen 1, 2 und 4

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 mbH)
Kittlitz, den 21.09.2020

Anlagen

Anlage 1: Übersichtskarte – Messstellen Fließgewässermonitoring Pleiße

Anlage 2: Tabellarische Übersicht der Messergebnisse

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Zielstellung	3
2.	Ausgeführte Leistungen / Untersuchungsumfang, Messstellen	5
3.	Methoden	8
3.1	Feldarbeit.....	8
3.2	Probenbehandlung.....	8
3.3	Laborarbeit.....	9
4.	Ergebnisse und Auswertung der Wasseruntersuchungen.....	11
4.1	Besonderheiten des Wasserregimes der Pleiße.....	11
4.2	pH-Werte, Leitfähigkeiten und Konzentrationen der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklassen 1, 2 und 4	12
4.2.1	pH-Werte.....	12
4.2.2	Eisen(ges.)-Konzentrationen	13
4.2.3	Eisen(gel.)- und Eisen(II)-Konzentrationen.....	16
4.2.4	Mangan(ges.)-Konzentrationen	18
4.2.5	Sulfat-Konzentrationen und Leitfähigkeiten	19
4.3	Abflüsse und Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4	22
4.3.1	Abflüsse	22
4.3.2	Eisen(ges.)-Frachten.....	25
4.3.3	Eisen(gel.)- und Eisen(II)-Frachten.....	26
4.3.4	Mangan(ges.)-Frachten.....	28
4.3.5	Sulfat-Frachten	29
4.3.6	Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag	31
4.4	Mittlere jährliche Eisen(ges.)- u. Sulfat-Fracht nahe der Pleiße-Mündung (PL18) ..	33
4.5	Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten von 2008 bis 2019 (Trendanalyse) ...	35
4.5.1	Eisen(ges.)-Frachten 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2	35
4.5.2	Sulfat-Frachten 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2	36
4.6	Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in der Wyhra	37
4.7	Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in Faule Pfütze und Gösel 2019 und im Floßgraben 2018	39
5.	Zusammenfassung	42
6.	Handlungsempfehlungen	46
	Literatur	47

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.

2019 lag der Schwerpunkt der Untersuchungen auf

- der Quantifizierung der bergbautypischen Wasserinhaltsstoffe bei verschiedenen Abflussklassen mit dem Ziel der Bilanzierung der Eisen-Fracht und der 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 (Berichte 5 und 6, siehe Literaturliste) reflektiert.

Die Abflussklassen (Bezug: Pegel Böhlen), bei denen die Wasseruntersuchungen in der Pleiße durchgeführt werden, 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 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 und Gösel wurde auf die Beschaffenheitsdaten der LfULG (Datenportal iDA Sachsen) zurückgegriffen

(<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml;jsessionid=27CB51AE4EA6A654E388E03CEA1E45D2>). Analytik-Daten für den Floßgraben standen für 2019 vom LfULG nicht zu Verfügung, da keine Untersuchungen erfolgten.

Die Messstellen wurden 2019 nur bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 untersucht. Aufgrund der im Jahr 2019, wie bereits auch 2018, sehr geringen Niederschläge konnten die meisten Untersuchungen nur bei den beiden niedrigen Abflussklassen 1 und 2 durchgeführt werden. Nur eine Untersuchung fand bei der höheren Abflussklasse 4 statt, die sich kurzzeitig im Februar 2019 eingestellt hatte.

Die Lage der Messstellen ist in nachfolgender Tab. 2 sowie in Anlage 1 ersichtlich. Anlage 1 enthält zudem alle seit 2007 relevanten Fließgewässermessstellen in der Pleiße und zusätzlich die Messstelle in der Wyhra (PL 5). In Abhängigkeit des Eintretens der Abflussklassen wurden im Jahr 2019 insgesamt 6 Messkampagnen durchgeführt (Tab. 3). Bei Abflussklasse 1 wurden drei, bei Abflussklasse 2 zwei und bei Abflussklasse 4 nur eine Wasseruntersuchung 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 sowie 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, Abflussklasse 2 und Abflussklasse 4
- Frachtbilanzierungen von Eisen in ausgewählten Fließabschnitten der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4
- Ermittlung der mittleren jährlichen Eisen- und Sulfat-Frachten in der Pleiße bei PL 18 anhand der Tagesabflusswerte (Pegel Böhlen)
- Darstellung der Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten von 2008 – 2019 bei Abflussklasse 2 in der Pleiße (Trendanalyse)
- Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat sowie den pH-Werten in der Wyhra
- Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat sowie pH-Werte und Leitfähigkeiten in der Faulen Pfütze und Gösel

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	PL10A	uh. Trachenauer Wehr oh. Einl. Hainer See; oh. Einl. KW Lippendorf	17,47	45 28 704	56 71 888	+			+	
Pleiße 10 A	PL10A	uh. Trachenauer Wehr, uh. Einl. Hainer See, uh. Einl. KW Lippendorf	17,42	45 28 670	56 71 927					+
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 :						15	3	9	27	27

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, 2 und 4 in der Pleiße 2019

Abflussklasse	Datum	Abfluss (Pegel Böhlen 12:00 Uhr) [m ³ /s]
1	26.06.2019	2,32
1	10.07.2019	1,98
1	08.08.2019	1,98
2	06.02.2019	4,28
2	21.02.2019	4,16
4	14.02.2019	8,61

3. Methoden

Das Labor der SGL ist nach DIN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Vorschriften für Arbeitssicherheit, Gesetzlichkeiten und spezielle betriebliche Forderungen werden darüber hinaus durch die Unternehmenszertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2015, DIN EN ISO 14001:2015 und DIN EN ISO 45001:2018 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) 1ml 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) 1ml 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-Informations-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
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 visuell	DIN EN ISO 7027 C2		
Trübung (V)	DIN EN ISO 7027 C2	0,1	FNU
Sichttiefe (V)	DIN 38404 C2	0,1	m
Wassertemperatur	DIN 38404 C 4	0,1	°C
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 den Abflussklassen 1, 2 und 4 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 (2019: 0,288 – 1,27 m³/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 Leipzig)

uh. PL 6 (PL 6A) Einleitung von Sumpfungswasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (2019: 0,613 – 0,793 m³/s)

oh. PL 10A Ableitung in den Stausee Rötha (0 – 0,510 m³/s)
Einleitung vom Hainer See (am 6.2.2019: 0,260 m³/s,
ab 14.2.2019 keine Einleitung, Wehr geschlossen)

uh. PL 10A Einleitung vom Kraftwerk Lippendorf
(oh. PL 11) Zufluss Faule Pfütze (2019: 0,069 – 0,136 m³/s)

uh. PL 10A Zufluss Gösel (2019: 0,040 – 0,131 m³/s)
(oh. PL 12)

oh. PL 12 Einleitung vom Stausee Rötha in die Pleiße (0 – 0,510 m³/s)

oh. PL 18 Zufluss Mühlpleiße
Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung vom Markkleeberger See)
(2019: 0,08 – 0,24 m³/s)
Zufluss Floßgraben (2019: 0,346 – 1,030 m³/s)

4.2 pH-Werte, Leitfähigkeiten und Konzentrationen der wichtigsten bergbau-typischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklassen 1, 2 und 4

4.2.1 pH-Werte

Die pH-Werte im untersuchten Fließabschnitt der Pleiße lagen bei allen Abflussklassen im neutralen bis leicht basischen Bereich (pH-Werte: 7,35 – 8,27). 2008 bis 2012 (pH-Werte: 6,89 – 8,25) und 2014 bis 2018 (pH-Werte: 7,31 – 8,25) wurden ähnliche pH-Werte gemessen.

Die Längsentwicklung der pH-Werte in der Pleiße bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 sind in Abb. 1 dargestellt. Bei Abflussklasse 4 waren die Schwankungen des pH-Wertes deutlich geringer (7,91 – 8,07) als bei den beiden niedrigen Abflussklassen 1 und 2. An den Messstellen PL 1 (Regis-Breitungen) und PL 4 (Pleiße vor Mündung Wyhra) wurden bei allen Abflussklassen die höchsten pH-Werte gemessen (meistens \geq pH 8,00). Die Messstelle PL 1 charakterisiert als Referenzmessstelle den pH-Wert am Systemeingang und im kippenunbeeinflussten Gebiet. Auch die Messstelle PL 4 liegt weitgehend im kippenunbeeinflussten Gebiet. Durch die unterhalb von PL 4 erfolgende Einleitung der Wyhra (pH 7,50 – 8,94) sanken 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. 0,48 pH-Einheiten; AK 2: um ca. 0,20 pH-Einheiten), sodass pH-Werte zwischen 7,35 – 7,74 bestimmt wurden. Auf diesem Abschnitt fließt die Pleiße direkt über die Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II. In diesem Fließteilstück 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.

Bei Abflussklasse 4 kam es in diesem Bereich, bedingt durch den stärkeren Verdünnungseffekt, nur zu einer leichten pH-Wert-Absenkung von 0,09 pH-Einheiten. 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 (kurz unterhalb des Trachenauer Wehrs) blieben etwas niedriger gegenüber dem kippenunbeeinflussten Gebiet und nahmen unterhalb von PL 10A bis PL 18 wieder leicht zu. Sie erreichten dann Werte zwischen 7,75 – 7,94. Das wurde auch bereits bei den Untersuchungen von 2010 – 2014 festgestellt, die fast alle bei Abflussklasse 2 stattfanden. Bei sämtlichen Abflussklassen kam es zusätzlich zwischen PL 16 und PL 18 zu einem weiteren geringen pH-Wert-Abfall durch den Zufluss des Floßgrabens, der wahrscheinlich etwas niedrigere pH-Werte als die Pleiße aufwies (2018: pH-Werte zwischen 7,50 und 7,60, von 2019

liegen keine Werte vor). Bei den niedrigsten Abflüssen in der Pleiße (AK 1) war erwartungsgemäß auch die Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser oberhalb von PL 6 und damit die Auswirkungen auf den pH-Wert-Verlauf (pH-Wert-Absenkung) am höchsten. Das zeigen auch die höheren Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 gegenüber der Abflussklasse 2 und besonders im Vergleich zur Abflussklasse 4 (siehe Kap. 4.2.2.).

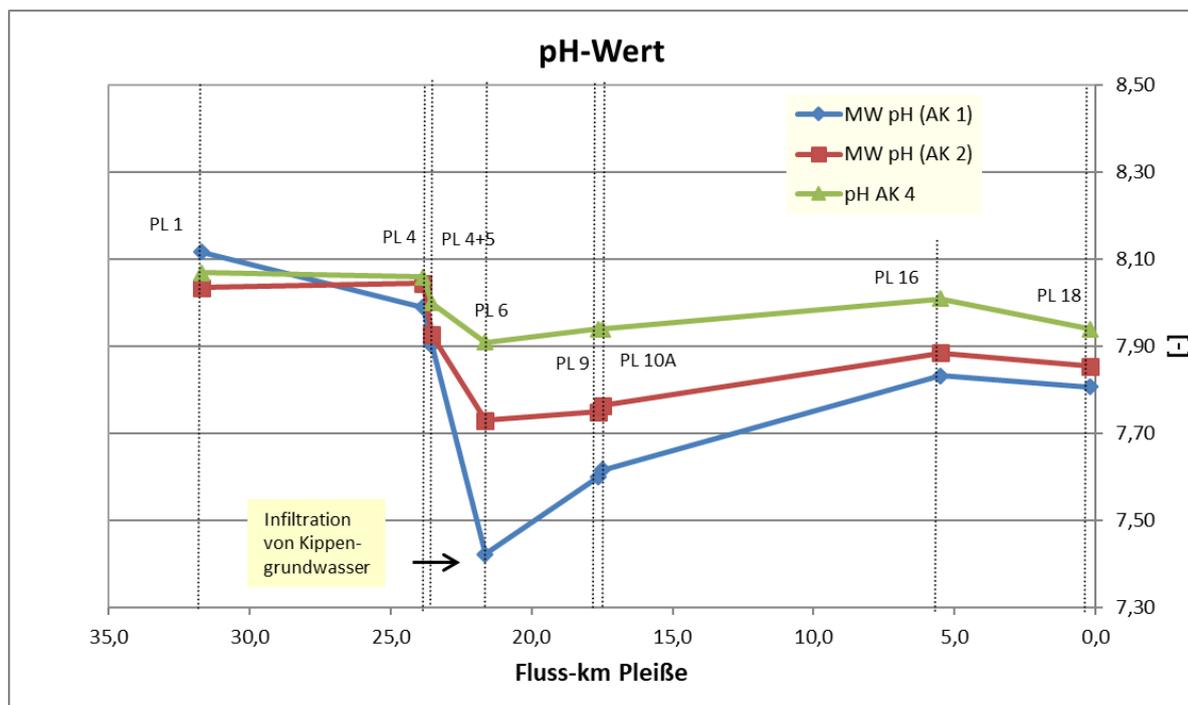


Abb. 1: pH-Werte bei den Abflussklassen 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

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 Eisen(ges.)-Werte von $< 0,55$ mg/L bestimmt (Abb. 2). Bei PL 6 (FGB Neukieritzsch) kam es durch oberhalb infiltrierendes eisenhaltiges Kippen-grundwasser zu einem Anstieg der Eisen(ges.)-Konzentrationen um 6,24 mg/L bei Abflussklasse 1, um 2,05 mg/L bei Abflussklasse 2 und um 0,60 mg/L bei Abflussklasse 4. Die höchsten Eisen(ges.)-Konzentrationen bei PL 6 wurden erwartungsgemäß bei den niedrigsten Abflüssen (AK 1) bestimmt (6,28 – 6,90 mg/L). Bei Abflussklasse 2 wurden signifikant niedrigere Eisen(ges.)-Konzentrationen an der Messstelle PL 6 gegenüber Abflussklasse 1 gemessen (2,67 – 2,88 mg/L) gemessen. Bei Abflussklasse 4 (1,26 mg/L) waren die Eisen(ges.)-Konzentrationen wiederum signifikant niedriger als bei Abflussklasse 2. Es ist davon auszugehen, dass bei niedrigen Abflüssen in der Pleiße eine größere Menge

eisenhaltiges Grundwasser in die Pleiße infiltriert und darüber hinaus eine geringere Verdünnung stattfindet.

Mit der Messstelle PL 6A wurde die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG untersucht, durch die normalerweise gering-eisenhaltiges Sumpfungswasser aus dem Tagebau *Vereinigtes Schleenhain* in die Pleiße gelangt. Die Eisen(ges.)-Konzentrationen dieser Einleitung lagen in den Untersuchungsmonaten zwischen 0,77 – 2,14 mg/L und waren damit eindeutig geringer, als die der oberhalb liegenden Messstelle PL 6, deshalb kam es nicht zu einer Erhöhung der Eisen(ges.)-Konzentrationen in der Pleiße. Nur am 17.6.2019 wurde an der Messstelle PL 6A eine deutlich höhere Eisen(ges.)-Konzentration von 4,65 mg/L gemessen (Daten LDS), an diesem Tag erfolgte allerdings keine Wasseruntersuchung im Pleißemonitoring.

Bei Abflussklasse 1 sanken die Eisen(ges.)-Konzentrationen im Fließabschnitt unterhalb PL 6 bis PL 9 (oh. Trachenauer Wehr) deutlich und dann weiterhin bis zur PL 18 (um insgesamt 5,66 mg/L), was durch die Sedimentation von Eisen bedingt war. Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, lagen die Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 dann bei relativ niedrigen mittleren Werten von 0,91 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 war als bei den niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 1. Bei höheren Abflüssen kann es außerdem zur Resuspension von Eisenpartikeln gekommen sein. Besonders im Bereich der Wehre (PL 9 und PL 16) kann sich bei niedrigen Abflüssen Eisenhydroxidschlamm ablagern, der bei hohen Abflüssen resuspendiert wird [5, 6]. Bei Abflussklasse 2 sanken zwischen PL 10A und PL 18 die Eisen(ges.)-Konzentrationen nur um 1,27 mg/L, sodass am Ende der Fließstrecke eine mittlere Eisen(ges.)-Konzentration von 1,51 mg/L bestimmt wurde, die damit etwas höher lag als bei Abflussklasse 1. Bei den hohen Abflüssen von Abflussklasse 4 blieben die Eisen(ges.)-Konzentrationen von PL 6 bis PL 18 annähernd gleich. Bei PL 18 betrug die Eisen(ges.)-Konzentration 1,28 mg/L. Bei allen Abflussklassen wurde somit am Ende des Fließbereichs eine Eisen(ges.)-Konzentration von < 1,80 mg/L bestimmt, welches der Orientierungswert für Eisen(ges.) in der Oberflächengewässerverordnung ist.

Ein Vergleich der Mittelwerte der Eisen(ges.)-Konzentrationen am Ende des untersuchten Fließabschnitts, bei PL 18, in den verschiedenen Untersuchungsjahren ist in Tab. 6 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Eisen(ges.)-Konzentrationen im Jahr 2019 gegenüber den anderen Untersuchungsjahren ähnlich bzw. sogar etwas niedriger lagen.

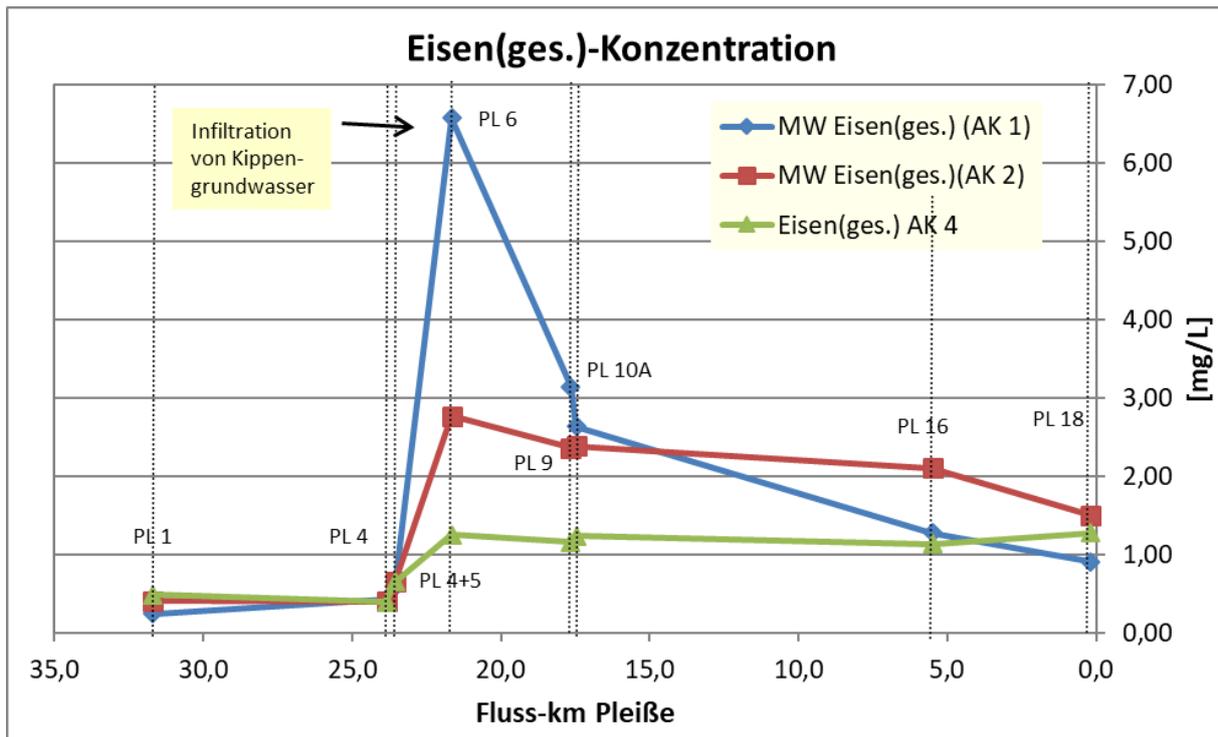


Abb. 2: Eisen(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

Tab. 6: Mittelwerte der Eisen(ges.)-Konzentrationen (mg/L) an der Messstelle PL 18 2008 – 2019

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)
2019	0,91	1,51	keine Werte	1,28	keine Werte
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.)- und Eisen(II)-Konzentrationen

Die Eisen(gel.)- und die Eisen(II)-Konzentrationen lagen, aufgrund der relativ schnellen Umsetzung von gelöstem zu partikulärem Eisen im Fließgewässer, deutlich niedriger als die Eisen(ges.)-Konzentrationen und waren im Längsverlauf der Pleiße sehr ähnlich (meistens < 0,30 mg/L) (Abb. 3 und Abb. 4). Nur bei PL 6, in dem Bereich, wo gelöstes Eisen durch das Kippengrundwasser in die Pleiße infiltriert, wurden bei den Abflussklassen 1 und 2 deutlich höhere gelöste Eisenkonzentrationen gemessen und damit die höchsten Werte im untersuchten Fließabschnitt. Bei PL 6 waren die gelösten Eisenkonzentrationen bei Abflussklasse 2 doppelt so hoch (1,18 mg/L) wie bei Abflussklasse 1 (0,64 mg/L) und ca. viermal so hoch wie bei Abflussklasse 4 (0,27 mg/L).

Die niedrigen gelösten Eisen-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 gegenüber Abflussklasse 2, die so nicht zu erwarten waren (siehe deutlich höhere Eisen(ges.)-Konzentrationen bei AK 1), sind wahrscheinlich auf die höheren Wassertemperaturen bei den Untersuchungen von Abflussklasse 1 (15 – 23 °C) gegenüber Abflussklasse 2 (8 – 9 °C) zurückzuführen. Die höheren Temperaturen führen im Fließgewässer zur schnelleren Umsetzung von gelöstem zu partikulärem Eisen. Im Jahr 2018 wurden ebenfalls die höchsten gelösten Eisenkonzentrationen bei Abflussklasse 2 und nicht bei Abflussklasse 1 ermittelt. Auch da fanden die Untersuchungen von Abflussklasse 1 bei höheren Wassertemperaturen als die von Abflussklasse 2 statt. Dagegen wurden in den Jahren 2014 und 2015 bei PL 6 ähnlich hohe gelöste Eisen-Konzentrationen bei den Abflussklassen 1 und 2 bestimmt, als auch die Untersuchungen bei ähnlichen Wassertemperaturen durchgeführt wurden.

In der Längsentwicklung in der Pleiße kam es 2019, wie auch in den vorherigen Untersuchungsjahren, zwischen PL 6 und PL 9 bei allen drei Abflussklassen zu einer deutlichen Abnahme der gelösten Eisenkonzentrationen. Bei PL 9 war das gelöste Eisen nahezu vollständig zu partikulärem Eisen umgewandelt, sodass ab PL 9 bei allen Abflussklassen nur noch geringe gelöste Eisen-Konzentrationen von < 0,20 mg/L gemessen wurden.

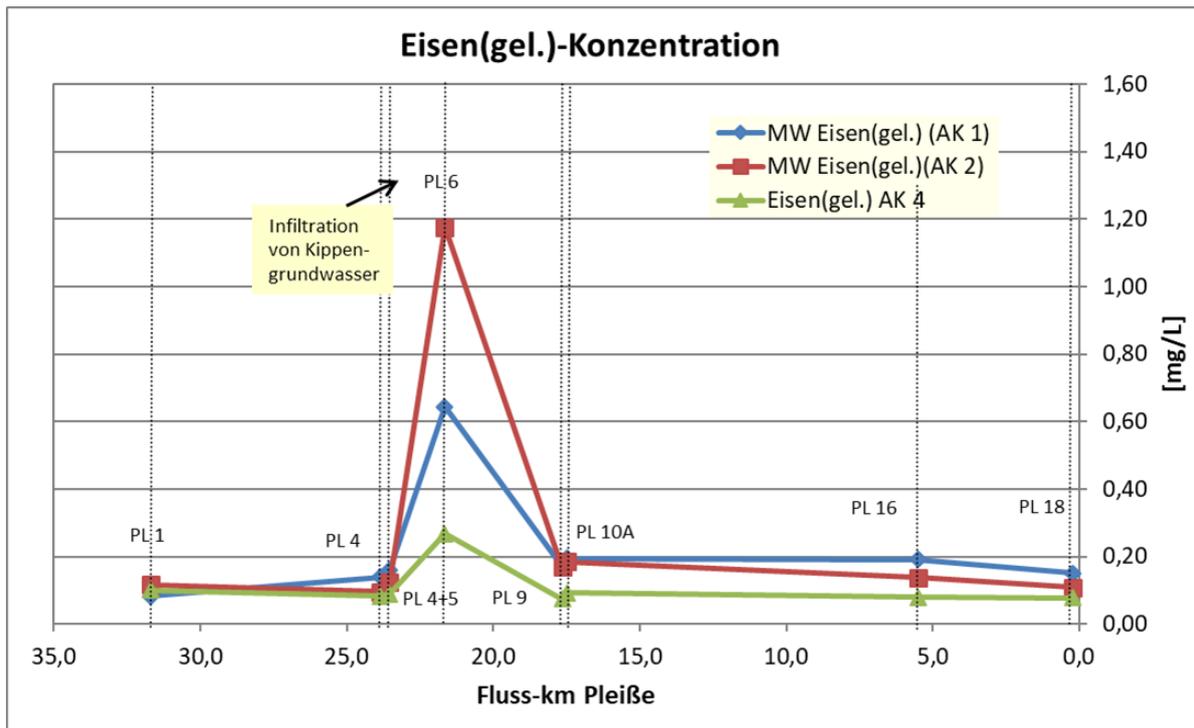


Abb. 3: Eisen(gel.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

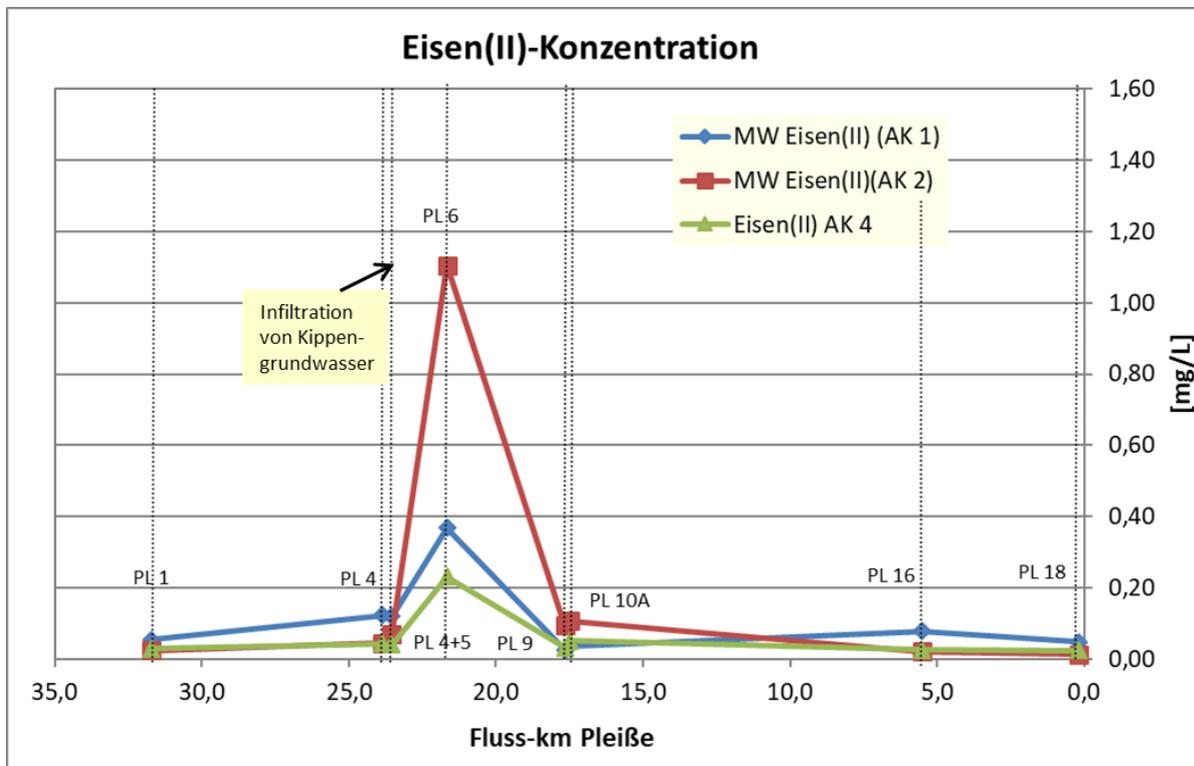


Abb. 4: Eisen(II)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

4.2.4 Mangan(ges.)-Konzentrationen

Die Mangan(ges.)-Konzentrationen in der Pleiße waren mit Werten von $< 0,68$ mg/L generell gering (Abb. 5). Im Längsverlauf der Pleiße wurden die signifikant niedrigsten Mangan(ges.)-Konzentrationen bei PL 1 (Regis-Breitungen) ($\leq 0,12$ mg/L) im kippenunbeeinflussten Gebiet und die höchsten bei PL 9 ($0,27 - 0,67$ mg/L) unterhalb der Einleitung der GWRA der MIBRAG ermittelt. Bei PL 6 wurde bei allen Abflussklassen ebenfalls ein leichter Anstieg der Konzentrationen bestimmt, der durch das in diesem Bereich infiltrierende Kippengrundwasser in die Pleiße auftrat.

Bei PL 9 kam es bei allen Abflussklassen durch die oberhalb liegende Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, die mit PL 6A beprobt wird, zu einer signifikanten Erhöhung der Mangan(ges.)-Konzentrationen. An dieser Messstelle wurde bei Abflussklasse 1 der höchste ($0,67$ mg/L) Wert in der Pleiße bestimmt. Bei Abflussklasse 4 lag die Mangan(ges.)-Konzentration, infolge der Verdünnung, deutlich niedriger ($0,27$ mg/L). Bei der Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, wurde eine mittlere Mangan(ges.)-Konzentration von $1,21$ mg/L gemessen (bei durchschnittlichen Abflüssen von $0,70$ m³/s), die damit deutlich höhere Werte hatte als die der oberhalb liegenden Messstelle in der Pleiße (PL 6).

Unterhalb von PL 10A bis zur PL 18 kam es bei Abflussklasse 1 zu einer Verringerung der Mangan(ges.)-Konzentrationen um $0,40$ mg/L, wahrscheinlich infolge der Sedimentation von partikulärem Mangan. Bei den Abflussklassen 2 und 4 wurde in diesem Fließabschnitt aufgrund der höheren Abflüsse, wie bei den Eisen(ges.)-Werten, nur eine geringe Abnahme der Konzentrationen ermittelt (um $0,03 - 0,08$ mg/L). Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurden bei allen Abflussklassen niedrige mittlere Mangan(ges.)-Konzentrationen von $0,24$ mg/L – $0,31$ mg/L gefunden.

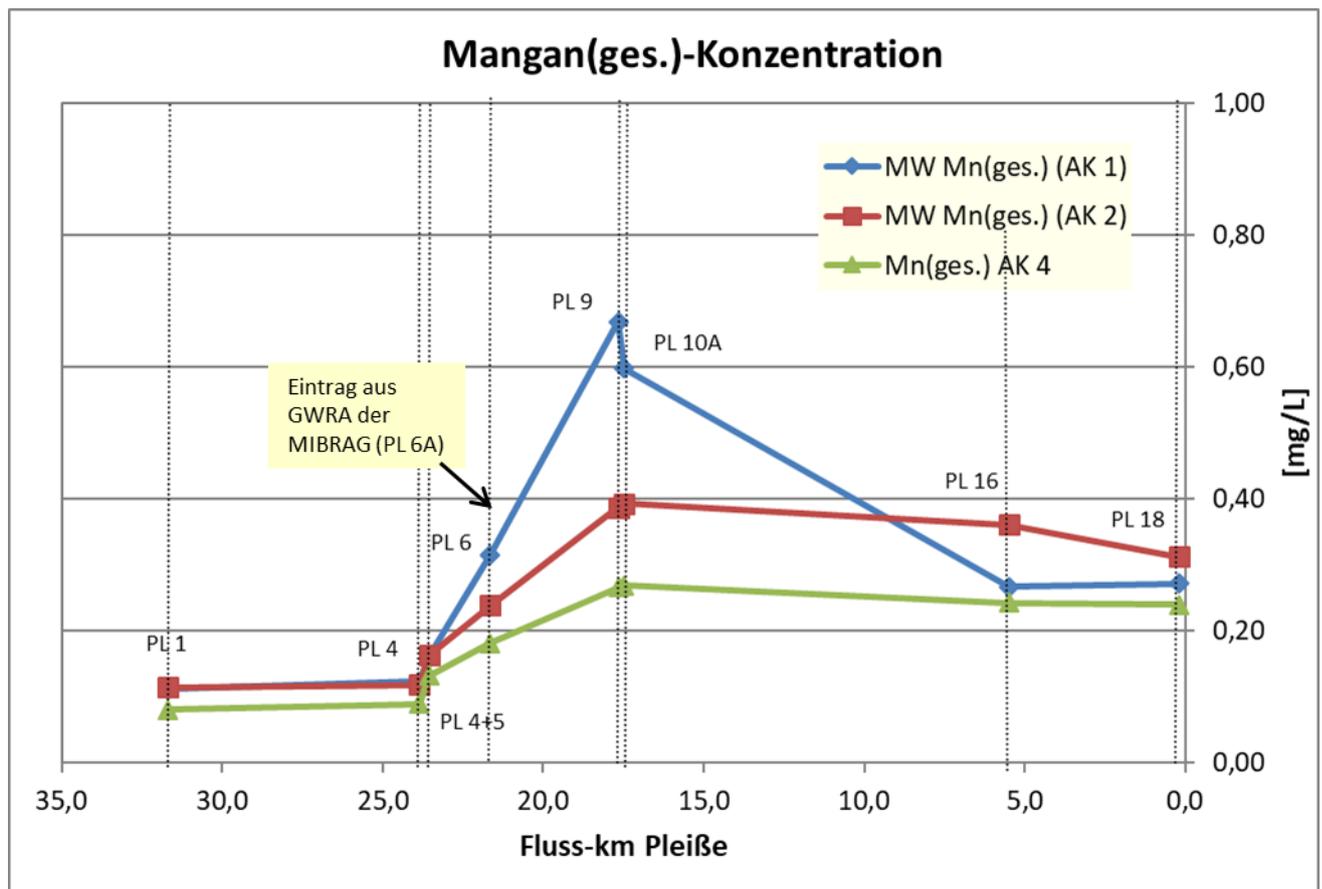


Abb. 5: Mangan(ges.)-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

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 und diese höher als bei Abflussklasse 4 (Verdünnungseffekt) (Abb. 6). Im Gegensatz zum Eisen, bleibt Sulfat im Wasser gelöst und reichert sich somit im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, sodass 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 121 – 162 mg/L gemessen. Bei PL 6 (FGB Neukieritzsch) stiegen die Sulfat-Konzentrationen bei allen Abflussklassen nur wenig an, um 6 – 13 mg/L. Damit zeigt sich, dass das infiltrierende Kippengrundwasser nur einen geringen Einfluss auf die Sulfat-Konzentration in der Pleiße hatte. Bei PL 9 wurde dagegen ein besonders deutlicher Anstieg der Sulfat-Konzentrationen bei allen Abflussklassen gemessen, aufgrund der oberhalb erfolgenden Einleitung von aufbereitetem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG (Messstelle PL 6A). Im Untersuchungszeitraum wurden im Mittel

0,70 m³/s aufbereitetes Wasser mit hohen mittleren Sulfat-Konzentrationen von 915 mg/L in die Pleiße eingeleitet, sodass bei PL 9 die Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 um 310 mg/L, bei Abflussklasse 2 um 119 mg/L und bei Abflussklasse 4 um 63 mg/L angestiegen sind.

Bei PL 9 erhöhten sich durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG neben den Sulfat-Konzentrationen auch die Leitfähigkeiten deutlich (118 µS/cm (AK 4) – 463 µS/cm (AK1)) (Abb. 7). Die mittleren Leitfähigkeiten der Einleitung aus der GWRA der MIBRAG betragen 2.012 µS/cm. Bei den Abflussklassen 2 und 4 kam es zwischen PL 10A und PL 16 zu einem weiteren leichten Anstieg der Sulfat-Konzentrationen und der Leitfähigkeiten durch die Einleitung der Faulen Pfütze und teilweise auch durch die Einleitung der Gösel in die Pleiße. Die Faule Pfütze wies im Untersuchungszeitraum hohe mittlere Sulfat-Konzentrationen (920 mg/L; Daten vom LfULG) und hohe mittlere Leitfähigkeiten (3.270 µS/cm; Daten vom LfULG) auf, bei einem vergleichsweise sehr geringen mittleren Abfluss (0,088 m³/s - 0,129 m³/s).

Bei PL 18 wurde bei allen Abflussklassen ein weiterer Anstieg der Sulfat-Konzentrationen und Leitfähigkeiten gemessen, wahrscheinlich ursächlich durch den oberhalb dieser Messstelle zufließenden Floßgraben. In den Floßgraben wird Abwasser aus der Kläranlage Markkleeberg und der Überlauf des Cospudener Sees eingeleitet. 2018 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 (AK 1) bzw. 0,58 m³/s (AK 2) bestimmt. Der Floßgraben wies 2019 Abflusswerte zwischen 0,45 m³/s (bei AK 1) bis 1,02 m³/s (bei AK 4) auf, es standen leider keine Analytik-Daten zur Verfügung. Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurden hohe mittlere Sulfat-Konzentrationen von 525 mg/L (AK 1), 401 mg/L (AK 2) bzw. 280 mg/L (AK 4) in der Pleiße ermittelt. Die Leitfähigkeiten bei PL 18 lagen ebenfalls bei hohen Werten von 1.052 µS/cm (bei AK 4) bis 1.497 µS/cm (bei AK 1).

Damit sind 2019 die Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 nahezu identisch mit den Sulfat-Konzentrationen von 2018, aber höher als 2016 und etwas niedriger als 2015 (Tab. 7). Die Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 2 von 2019 lagen im Bereich von 2018 und 2016 und etwas niedriger als 2015 und 2014. Die Sulfat-Werte von Abflussklasse 4 waren 2019 im Bereich von 2016, niedriger als 2017 und höher als 2014. Bei den Wasseruntersuchungen von 2008 und 2009 wurden bei allen Abflussklassen deutlich niedrigere Sulfat-Konzentrationen gemessen, was auf die in dieser Zeit deutlich geringeren Einleitmengen von sulfatreichem Sumpfungswasser aus dem Tagebau Schleenhain zurückzuführen ist.

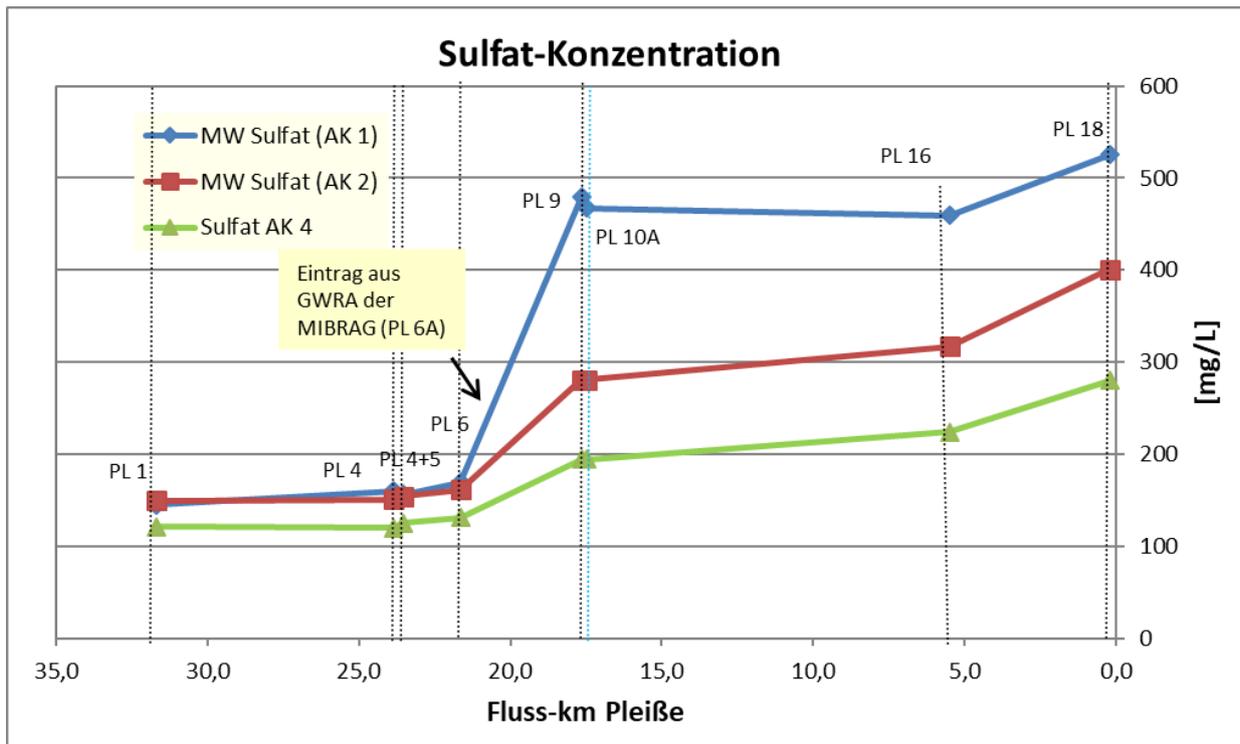


Abb. 6: Sulfat-Konzentrationen bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

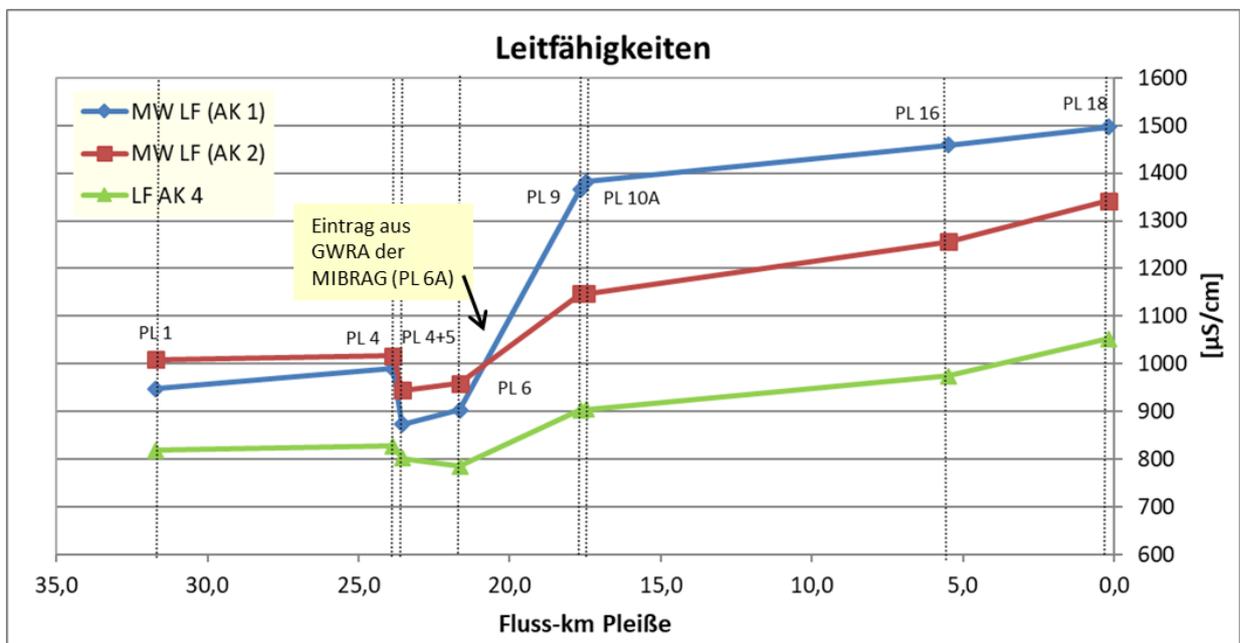


Abb. 7: Leitfähigkeiten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

Tab. 7: Mittelwerte der Sulfat-Konzentrationen (mg/L) an der Messstelle PL 18 2008 bis 2019

Jahr	Abflussklasse 1 (< 3,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 2 (3,0 – 5,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 3 (5,0 – 8,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 4 (8,0 – 10,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 5 (>10,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)
2019	525	401	keine Werte	280	keine Werte
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	313	keine Werte	252	121

4.3 Abflüsse und Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Längsentwicklung der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4

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, uh. Einleitungen Kraftwerk Lippendorf und Hainer See

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

Gösel uh. PL 10A, oh. PL 12

Floßgraben oh. PL 18

PL 18 Pleiße oh. Connewitzer Wehr

Die Abflussmengen der Zuflüsse in die Pleiße sind in Tab. 8 aufgeführt und die Abflussmengen der Messstellen in der Pleiße in Abb. 8 dargestellt. Der Großteil der Zuflüsse in die Pleiße wird gesteuert und ist damit unabhängig von den Abflussklassen in der Pleiße.

Tab. 8: Mittelwerte der Zuflüsse in die Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in 2019

Messstelle	Einleitung in die Pleiße	Name	Abfluss AK 1 [m ³ /s]	Abfluss AK 2 [m ³ /s]	Abfluss AK4 [m ³ /s]
PL 5	uh. PL 4	Wyhra	0,47	1,08	1,63
PL 6A	uh. PL 6	Einleitung GWRA der MIBRAG	0,73*	0,61*	0,61*
Einleitung Hainer See	uh. PL 10A	Einleitung Hainer See	keine Einleitung**	0,26**	keine Einleitung**
Zufluss Faule Pfütze	oh. PL 11	Zufluss Faule Pfütze	0,10	0,09	0,13
Zufluss Gösel	oh. PL 12	Zufluss Gösel	0,04	0,09	0,13
Zufluss Kleine Pleiße	oh. PL 18	Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung Markkleeberger See)	0,09**	0,22**	0,14**
Zufluss Floßgraben	oh. PL 18	Zufluss Floßgraben (geprägt durch Ableitung Cospudner See)	0,45	0,94	1,02

* Daten LDS

**Daten LMBV

Im Längsverlauf der Pleiße wurden erwartungsgemäß bei PL 1 (Regis-Breitungen) und PL 3 (Pleiße uh. FGB Lobstädt) die niedrigsten Abflüsse und bei PL 18 (oh. Connewitzer Wehr) die höchsten Abflüsse gemessen (Abb. 8). Bei allen drei Abflussklassen stiegen die Abflussmengen durch die verschiedenen Zuflüsse in Fließrichtung der Pleiße auffällig an. Der deutliche Anstieg der Abflüsse zwischen PL 3 und PL 6 ist durch den Zulauf der Wyhra (PL 5), die unterhalb von PL 4 in die Pleiße fließt, bedingt. Im Untersuchungszeitraum wurden Abflüsse von 0,47 (AK 1) bis 1,63 m³/s (AK 4) für die Wyhra gemessen, die damit die mengenmäßig größte Einleitung in die Pleiße darstellt. Im Fließbereich 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 zwischen 0,61 – 0,73 m³/s bei PL 6A (unterhalb von PL 6) in die Pleiße einleitete und damit nach der Wyhra und dem Floßgraben die drittgrößte Zuflussmenge in die Pleiße ausmachte. Im Abschnitt zwischen PL 10A und PL 18 kam es zu einem weiteren deutlichen Anstieg der Abflussmenge um 1,20 m³/s (AK 1) bis 2,90 m³/s (AK 4) 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 untersuchten Fließstrecke, ermittelt. Bei PL 18 wurden mittlere Abflussmengen von 2,97 m³/s (AK 1), 5,84 m³/s (AK 2) und 10,90 m³/s (AK 4) bestimmt.

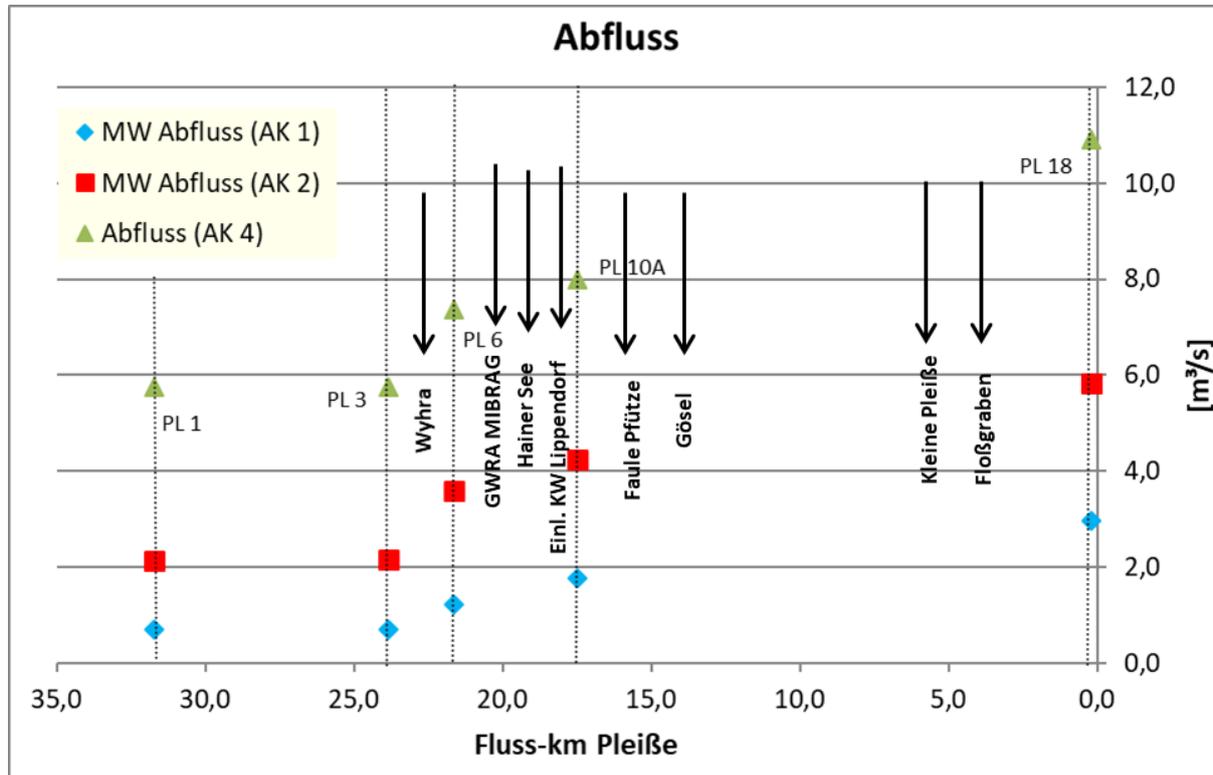


Abb. 8: Abflüsse bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019

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 (0,18 g/s (AK 1) bis 2,83 g/s (AK4)) (Abb. 9). Auch an den Messstellen PL 4 und PL 4+5 wurden noch relativ niedrige Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 bestimmt.

Bei PL 6 stiegen die Eisen(ges.)-Frachten bei allen drei Abflussklassen dann deutlich an, bedingt durch die Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße oberhalb dieser Messstelle. Bei PL 6 wurden bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 ähnlich hohe Eisen(ges.)-Frachten von 8,06 g/s (AK1), 9,95 g/s (AK2) bzw. 9,29 g/s (AK 3) ermittelt. Diese waren damit auch ähnlich hoch wie in den Jahren 2014 bis 2016. Bei Abflussklasse 1 sanken die Eisen(ges.)-Frachten ab PL 9 bis PL 18 auffällig. Die Frachtverluste von Eisen auf der Fließstrecke sind bei den geringen Abflüssen von Abflussklasse 1 auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen (siehe [1]). Bei den höheren Abflüssen von Abflussklassen 2 und 4 blieben die Eisen(ges.)-Frachten im weiteren Fließverlauf in einem ähnlich erhöhten Bereich wie bei PL 6, bedingt einerseits durch die verminderte Sedimentation und andererseits wahrscheinlich durch die bereits auftretende Resuspension von Eisenpartikeln. Bei Abflussklasse 4 kam es zwischen PL 16 und PL 18 sogar nochmal zu einem Anstieg der Frachten.

Am Ende der Fließstrecke bei PL 18 unterschieden sich die Eisen(ges.)-Frachten bei den drei verschiedenen Abflussklassen dann eindeutig. Es wurden mittlere Eisen(ges.)-Frachten von 2,7 g/s bei AK 1, von 8,8 g/s bei AK 2 und von 13,9 g/s bei AK 4 ermittelt, die wahrscheinlich annähernd in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass bei hohen Abflüssen die Eisenbelastung der Weißen Elster durch die Pleiße erheblich ist. Allerdings traten erhöhte Abflüsse $> 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (AK 4 und AK 5) in der Pleiße (Bezug: Pegel Böhlen) nur an 15 Tagen im Jahr 2019 auf.

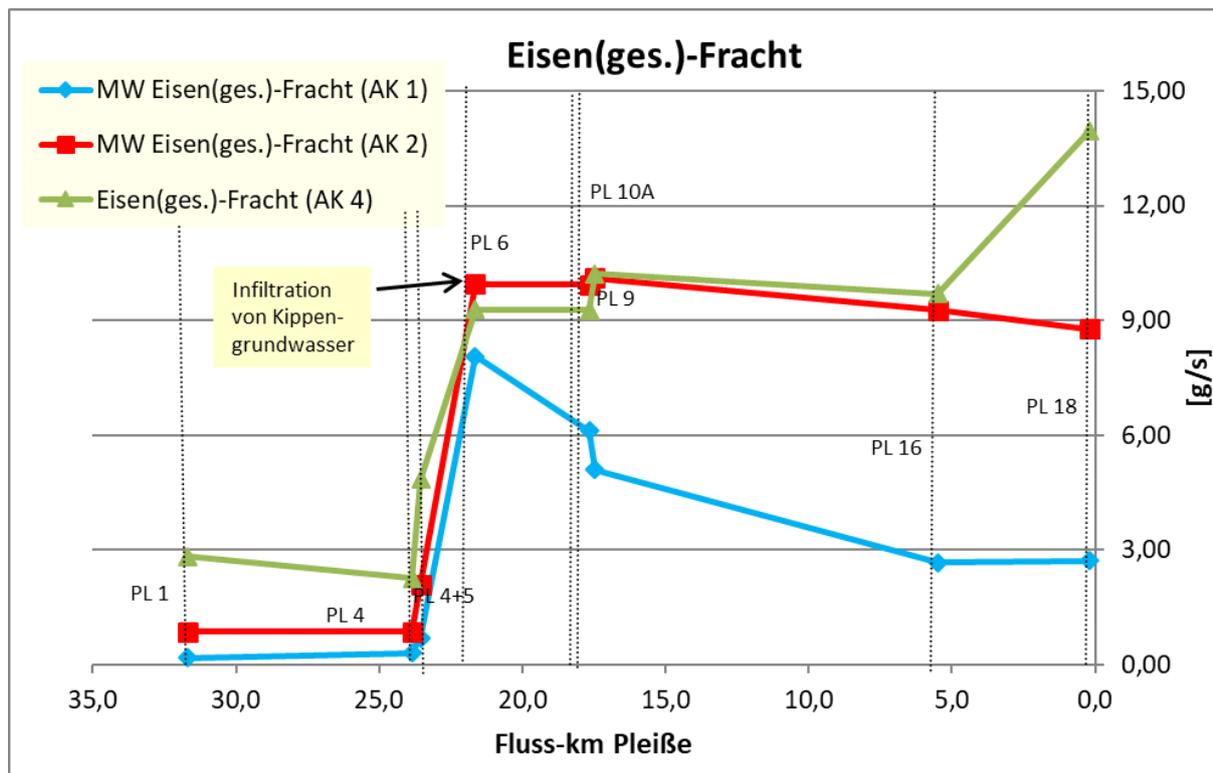


Abb. 9: Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

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

Die Eisen(gel.)- und Eisen(II)-Frachten in der Pleiße waren ähnlich gering (Abb. 10 und Abb. 11) und damit auffällig niedriger als die Eisen(ges.)-Frachten. Die höchste Eisen(gel.)-Fracht lag bei einem niedrigen Wert von 4,4 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 begründet. Bei PL 6 waren die Eisen(gel.)-Frachten bei Abflussklasse 2 mit einem mittleren Wert von 4,21 g/s signifikant höher als bei Abflussklasse 1 mit einem Wert von 0,78 g/s und als bei Abflussklasse 4 mit einem Wert von 1,98 g/s. Unterhalb von PL 6 bis zur PL 9 nahmen die gelösten Eisen-Frachten bei allen drei Abflussklassen deutlich ab, da das gelöste Eisen dann größtenteils zu partikulärem Eisen umgewandelt wurde und sedimentierte. Die Geschwindigkeit dieser Umwandlung ist, neben der Abhängigkeit vom pH-Wert, dem Oxidationszustand und der Matrix des Wassers (alle relativ konstant in der Pleiße), temperaturabhängig und läuft bei höheren Temperaturen schneller ab. Die Untersuchungen bei Abflussklasse 1 wurden alle drei

in den Sommermonaten Juni bis August bei hohen Wassertemperaturen von 15,0 – 24,0 °C durchgeführt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das gelöste Eisen schneller zu partikulärem Eisen(III)-hydroxid umgewandelt wurde. Im Gegensatz dazu fanden die Untersuchungen bei den Abflussklassen 2 und 4 im Februar bei wesentlich geringeren Temperaturen von 7,0 – 10,0 °C statt, sodass die Umwandlung des gelösten Eisens zu partikulärem Eisen vermutlich langsamer vollzogen wurde.

Bei Abflussklasse 4 stiegen im letzten Fließabschnitt zwischen PL 16 und PL 18 die gelösten Eisen-Frachten dann nochmal leicht an, wahrscheinlich bedingt durch die Einleitung der Kleinen Pleiße und des Floßgrabens oberhalb von PL 18. Am Ende der Fließstrecke lagen die Eisen(gel.)-Frachten mit Werten von 0,45 g/s (AK 1) bis 0,85 g/s (AK 4) alle unterhalb von 1,0 g/s. Die Eisen(II)-Frachten bei PL 18 waren erwartungsgemäß mit mittleren Werten von < 0,30 g/s noch geringer.

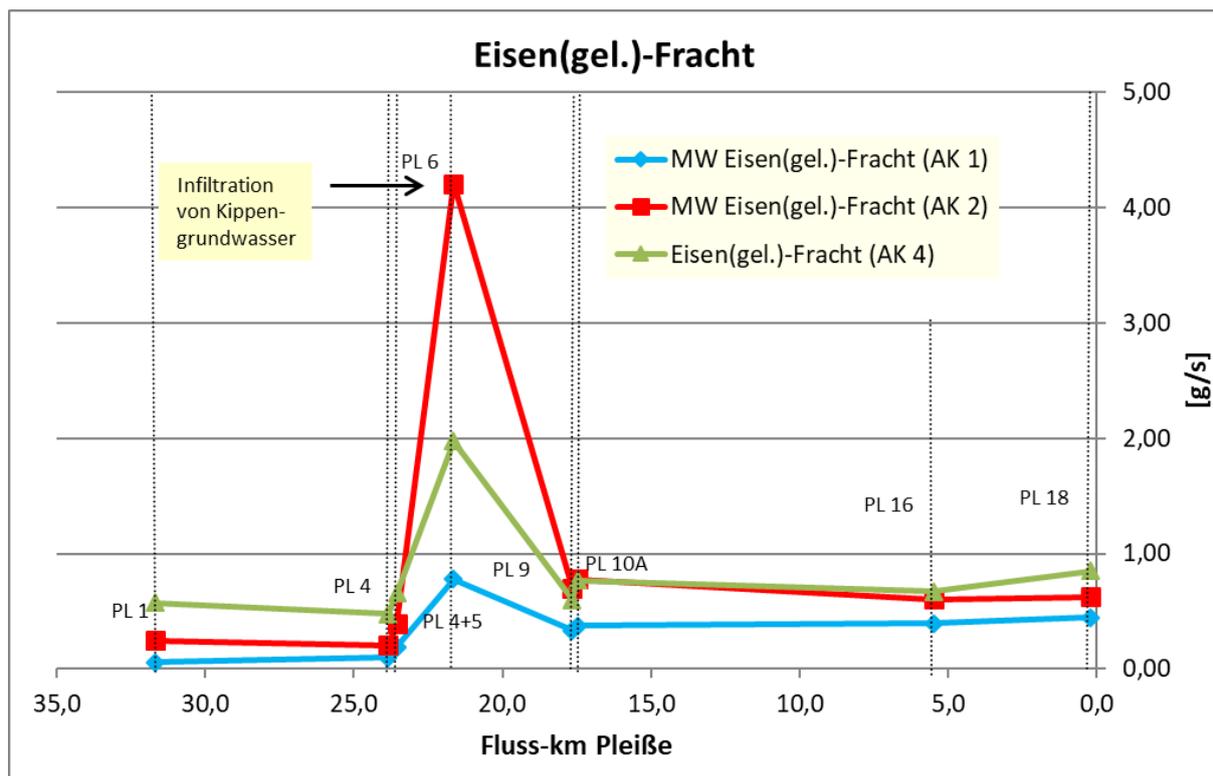


Abb. 10: Eisen(gel.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

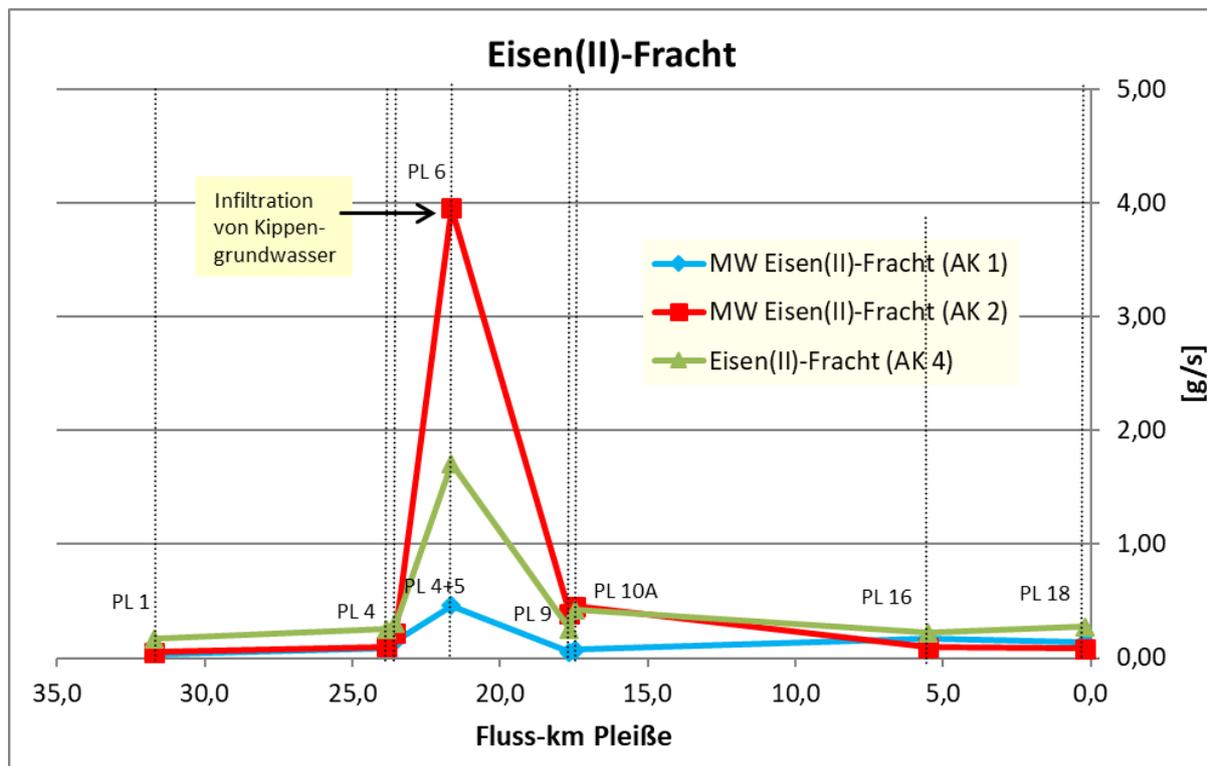


Abb. 11: Eisen(II)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

4.3.4 Mangan(ges.)-Frachten

In der Pleiße wurden generell deutlich geringere Mangan(ges.)- als Eisen(ges.)-Frachten gemessen. Im Längsverlauf der Pleiße wurden die niedrigsten Mangan(ges.)-Frachten bei PL 1 und PL 4 (Abb. 12) im bergbaulich weitestgehend unbeeinflussten Gebiet bestimmt. Bei PL 6, im kippenbeeinflussten Gebiet, nahmen die Frachten bei allen drei Abflussklassen leicht, um 0,20 – 0,37 g/s, zu. 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 0,72 – 0,92 g/s in die Pleiße eingeleitet.

Im Fließbereich zwischen PL 10A bis PL 16 sanken bei Abflussklasse 1, höchstwahrscheinlich infolge der Sedimentation von partikulärem Mangan, die Frachten. Wegen der mutmaßlich geringeren Sedimentation bei höheren Fließgeschwindigkeiten wurde bei den Abflussklassen 2 und 4 in diesem Fließabschnitt nur eine minimale Abnahme der Mangan(ges.)-Frachten ermittelt.

Zwischen PL 16 und PL 18 kam es bei allen Abflussklassen zu einer Zunahme der Mangan(ges.)-Frachten, die vermutlich durch den oberhalb von PL 18 zufließenden Floßgraben und durch den Zufluss der Kleinen Pleiße begründet ist. Am Ende der Fließstrecke

wurden Mangan(ges.)-Frachten von 0,81 g/s (AK 1) bis 2,62 g/s (AK 4) gemessen, die damit etwas höher als 2018 (0,60 g/s bei AK 1, 0,95 bei AK 2) lagen.

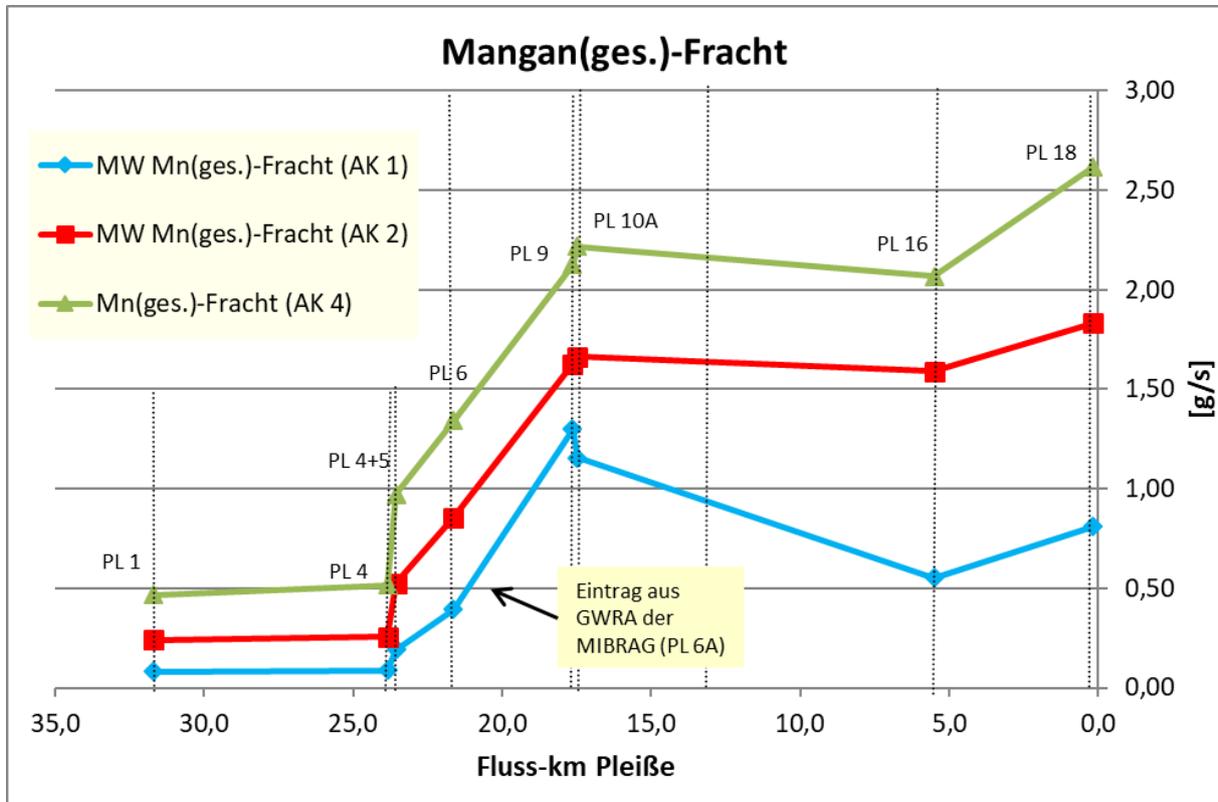


Abb. 12: Mangan(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

4.3.5 Sulfat-Frachten

In der Pleiße wurden hohe Sulfat-Frachten ermittelt (Abb. 13). Es wurden deutliche Unterschiede bei den drei verschiedenen Abflussklassen gefunden. Die Sulfat-Frachten waren bei Abflussklasse 4 am höchsten und bei Abflussklasse 1 am niedrigsten. 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 Laufe der Fließstrecke deutlich zu. Im Längsverlauf der Pleiße wurden die niedrigsten Sulfat-Frachten bei PL 1 gemessen (102 g/s (AK 1); 319 g/s (AK 2) und 695 g/s (AK 4)). Bei PL 6 kam es durch die Infiltration von Kippengrundwasser nur zu einem geringen Anstieg der Sulfat-Frachten um 26 g/s (AK 1), 82 g/s (AK 2) bzw. 45 g/s (AK 4). Bei PL 9 zeigte sich dagegen ein deutlicher Anstieg der Sulfat-Frachten um 584 g/s (AK 4) bis 729 g/s (AK 1), hauptsächlich durch die unterhalb von PL 6 erfolgende Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A). Für die Einleitung der GWRA

der MIBRAG wurden Sulfat-Frachten von 560 g/s (AK 2) bis 668 g/s (AK 1) bestimmt.¹ Eine weitere Zunahme der Sulfat-Frachten wurde bei PL 16 (um 45 – 306 g/s) vorrangig durch den oberhalb erfolgenden Zufluss der Faulen Pfütze (33 - 119 g/s) und der Gösel (5 - 35 g/s) bestimmt. Bei PL 18 stiegen die Sulfat-Frachten um 608 g/s (AK 1) bis 1.146 g/s (AK 4) stark an. Dieser Anstieg wurde vermutlich durch den oberhalb erfolgenden Zufluss des Floßgrabens (in 2018 um 262 g/s bis 458 g/s bei AK 1) und durch die Einleitung der Kleinen Pleiße sowie der Mühlpleiße verursacht. Am Ende der untersuchten Fließstrecke wurden dann hohe mittlere Sulfat-Frachten von 1.560 g/s (bei AK 1), 2.345 g/s (bei AK 2) und 3052 g/s (bei AK 4) in der Pleiße bestimmt.

Bei Abflussklasse 1 waren 2019 die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, etwas niedriger als in den Jahren 2018, 2016 und 2015 (Tab. 9). Bei Abflussklasse 2 wurden 2019 Sulfat-Frachten bei PL 18 bestimmt, die ähnlich hoch waren wie in den Jahren 2016, 2015 und 2012 und höher als 2018, 2014 und 2011 bis 2010. Die Sulfat-Frachten von Abflussklasse 4 lagen 2019 im Bereich von 2015 bis 2017 und waren merklich niedriger als 2014. 2008 und 2009 wurden bei allen Abflussklassen signifikant niedrigere Sulfat-Frachten im Vergleich mit den nachfolgenden Jahren gemessen, die in den auffallend niedrigeren Sulfat-Frachten des bergbaubelasteten Grundwassers, das durch die MIBRAG in die Pleiße eingeleitet wurde, begründet sind.

Tab. 9: Mittelwerte der Sulfat-Frachten (g/s) an der Messstelle PL 18 2008 bis 2019

Jahr	Abflussklasse 1 (< 3,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 2 (3,0 – 5,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 3 (5,0 – 8,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 4 (8,0 – 10,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)	Abflussklasse 5 (>10,0 m ³ /s, Pegel Böhlen)
2019	1.560	2.345	keine Werte	3.052	keine Werte
2018	1.847	1.732	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2017	keine Werte	keine Werte	keine Werte	3.323	3.789
2016	1.757	2.235	2.452	3.040	4.433
2015	2.111	2.159	2.430	3.083	keine Werte
2014	keine Werte	1.711	1.818	2.554	keine Werte
2010 – 2012	keine Werte	1.842 - 2109	keine Werte	keine Werte	keine Werte
2008 – 2009	883	1.284 - 1393	keine Werte	2.267	2.182

¹ Der Abfluss aus der GWRA liegt nur als Monatsmittelwert vor; Daten LDS.

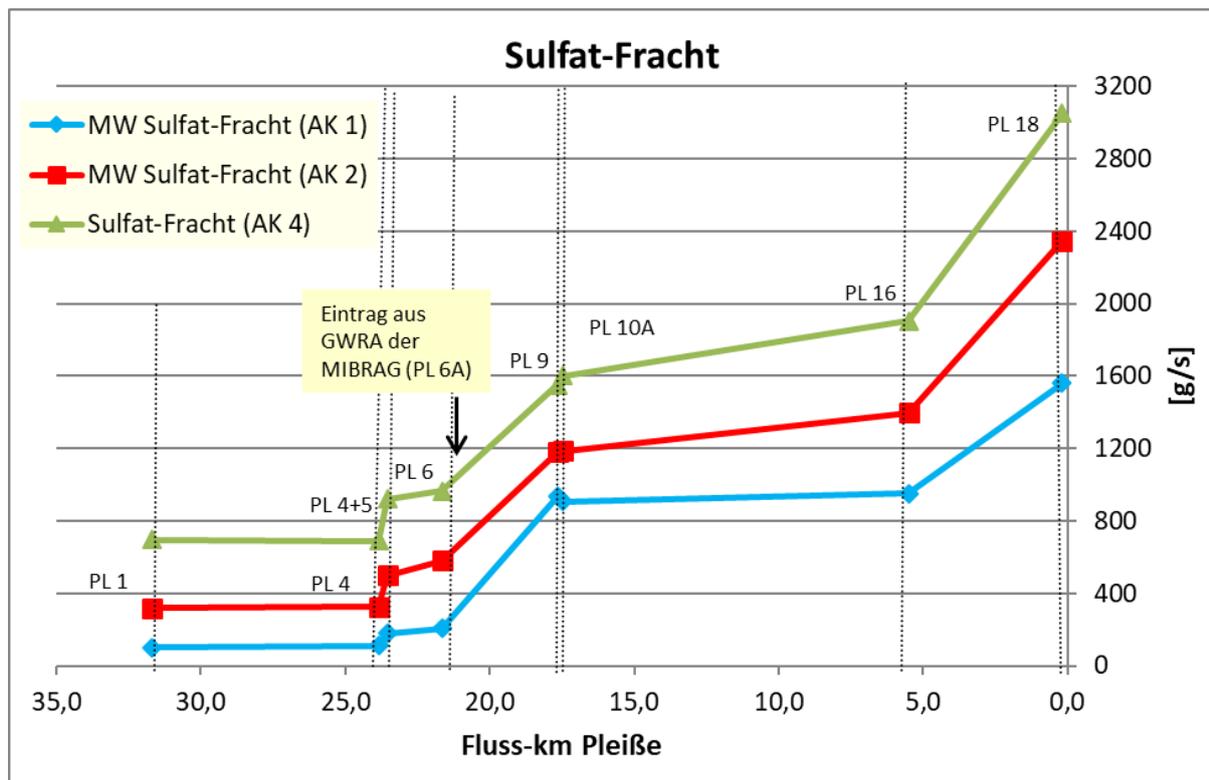


Abb. 13: Sulfat-Frachten bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019

4.3.6 Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag

In Abb. 14 wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten (in kg pro Tag) bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 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 allen drei Abflussklassen zu einem starken Anstieg der Eisen(ges.)-Frachten 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 und 4, bei denen die Eisen-Fracht in diesem Abschnitt nahezu konstant blieb. Bei Abflussklasse 4 stieg die Eisen(ges.)-Fracht im Bereich zwischen PL 16 und PL 18 sogar nochmal deutlich an, vermutlich bedingt durch die Resuspension von Eisenpartikeln.

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 dazwischen liegende Fließabschnitte der Pleiße dargestellt. Der Eintrag von Eisen aus dem Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II (kurz oberhalb von PL 6) ist bei Abflussklasse 1 und 2 ähnlich hoch und bei Abflussklasse 4 signifikant geringer. Oberhalb und unterhalb des Trachenauer Wehrs (zwischen PL 6 und PL 10A) kam es bei Abflussklasse 1 zur Sedimentation von Eisen, bei den Abflussklassen 2 und 4 dagegen zu einer geringen Erhöhung der Eisen-Fracht,

wahrscheinlich bedingt durch die Resuspension von Eisenpartikeln. Im Fließabschnitt oberhalb des AGRA-Wehrs (zwischen PL 10A und PL 16) wurde bei allen drei Abflussklassen ein Verlust von Eisen durch Sedimentation gemessen, wobei der Rückgang der Eisenfracht bei Abflussklasse 1 erheblich höher war als bei den Abflussklassen 2 und 4. Im letzten Fließabschnitt bis zum Connewitzer Wehr (zwischen PL 16 und PL 18) kam es bei Abflussklasse 1 zu einer leichten Zunahme, bei Abflussklasse 2 zu einem geringen Verlust der Eisen(ges.)-Fracht und bei Abflussklasse 4 zu einer auffälligen Erhöhung der Eisen(ges.)-Fracht, die wahrscheinlich teilweise ebenfalls durch die Resuspension von Eisenpartikeln verursacht wurde. Die mittlere Eisen(ges.)-Fracht bei PL 18, die Richtung Leipzig und damit in die Weiße Elster fließt, war bei Abflussklasse 4 deutlich höher als bei Abflussklasse 2 und bei der Abflussklasse 2 wiederum auffällig höher als bei Abflussklasse 1.

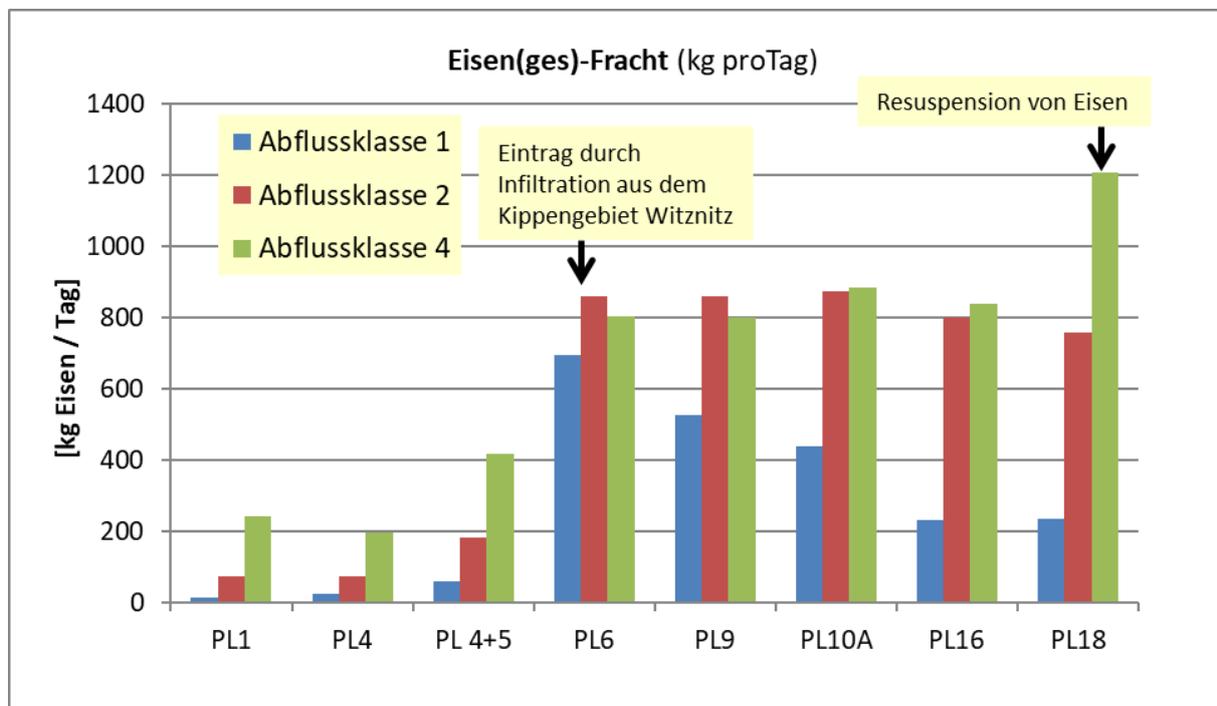


Abb. 14: Mittlere Eisen(ges.)-Frachten in (kg proTag) bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019

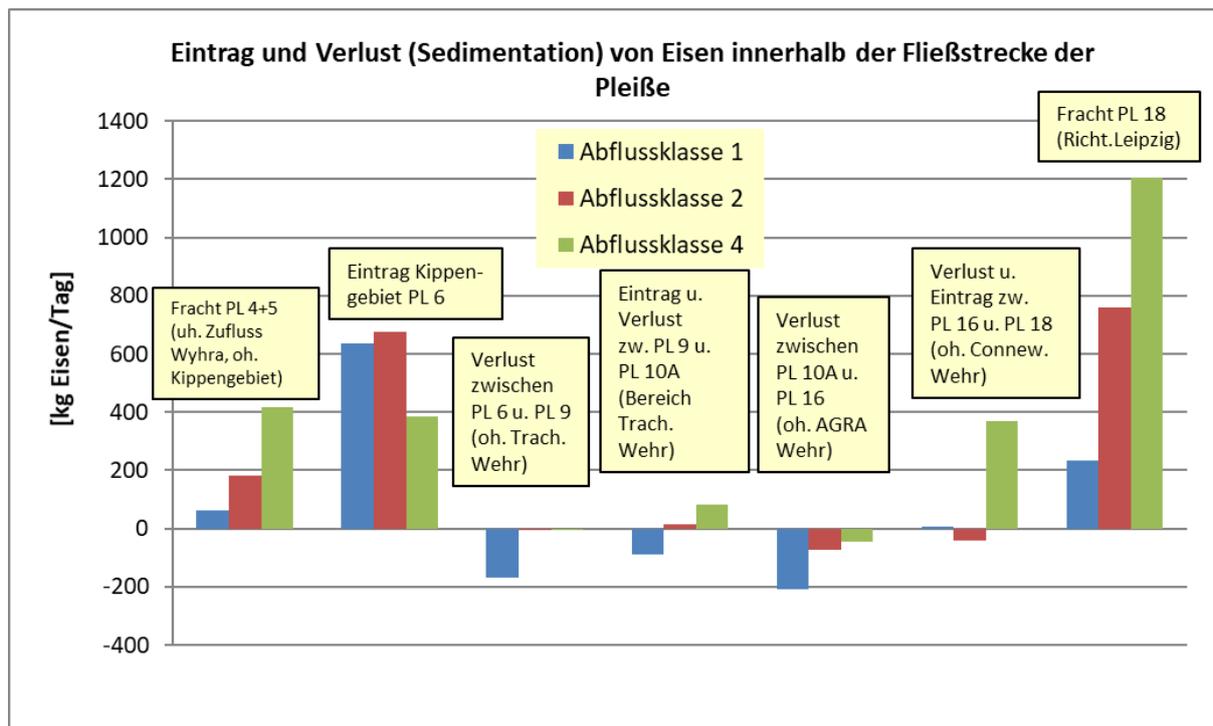


Abb. 15: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019

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

Für die Berechnung der mittleren jährlichen Eisen(ges.)- und Sulfat-Frachten bei den fünf verschiedenen Abflussklassen wurden die mittleren Tagesabflüsse der Pleiße 2019 am Pegel Böhlen (Daten LDS) den fünf Abflussklassen zugeordnet. Mittels der berechneten durchschnittlichen Frachten für die Abflussklassen 1, 2 und 4 von 2019 und für die Abflussklassen 3 und 5 von 2016 wurden die Stofffrachten je Klasse ermittelt und daraus die Jahressumme gebildet (Tab. 10; Tab. 11). Die so berechnete Jahressumme ist allerdings nur ein Näherungswert, da einerseits für die gesamte Abflussklasse nur ein Wert für die mittlere Fracht berechnet wurde und andererseits 2019 keine mittleren Frachten für die Abflussklassen 3 und 5 bestimmt wurden, da 2019 nur Untersuchungen bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 durchgeführt wurden. Die Abflussklassen 3 und 5 waren letztmalig 2016 Gegenstand der Untersuchung.

Tab. 10: Ermittlung der jährlichen Eisen-Fracht bei PL 18 im Jahr 2019 (* für Abflussklasse 3 und 5 wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2016 eingesetzt (rot gekennzeichnet))

		mittlere Klassenfracht Eisen(ges.) [kg/d]	Eisen(ges.)-Fracht [kg/Klasse]
Abflussklasse 1	163 Tage	235	38.306
Abflussklasse 2	152 Tage	759	115.306
Abflussklasse 3	31 Tage	868*	26.918*
Abflussklasse 4	9 Tage	1.205*	10.848*
Abflussklasse 5	10 Tage	3.567*	35.675*
		mittlere Jahressumme	227.052 kg/a

Für das Jahr 2019 wurde bei PL 18 eine mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht von **227,05 t/Jahr berechnet** (Tab.10, das entspricht 622 kg/Tag bzw. 7,20 g/s. Die Eisen(ges.)-Fracht, die 2019 von der Pleiße in die Weiße Elster transportiert wurde, liegt wahrscheinlich in dieser Größenordnung. 2018 war die mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht bei PL 18 mit einem Wert von 228,2 t/Jahr sehr ähnlich. In den Jahren 2016 und 2015 wurden bei PL 18 mit 328,5 t/Jahr und 315,0 t/Jahr deutlich höhere mittlere jährliche Eisen(ges.)-Frachten berechnet, was (neben einer höheren Eisen(ges.)-Konzentration bei AK 4 in 2015, siehe Tab. 6) hauptsächlich auf die häufiger auftretenden höheren Abflüsse in diesen Jahren zurückzuführen ist.

Tab. 11: Ermittlung der jährlichen Sulfat-Fracht bei PL 18 im Jahr 2019 (*für Abflussklasse 3 und 5 wurden die mittleren Sulfat-Frachten von 2016 eingesetzt, deshalb sind diese rot gekennzeichnet)

		mittlere Klassenfracht Sulfat [t/d]	Sulfat-Fracht [t/Klasse]
Abflussklasse 1	163 Tage	135	21.970
Abflussklasse 2	152 Tage	203	30.796
Abflussklasse 3	31 Tage	212*	6.567*
Abflussklasse 4	9 Tage	264*	2.373*
Abflussklasse 5	10 Tage	383*	3.830*
		mittlere Jahressumme	65.537 t/a

Die berechnete mittlere jährliche Sulfat-Fracht 2019 bei PL 18 beträgt 65.537 t/Jahr, das entspricht 179,6 t/Tag bzw. 2.078 g/s (Tab. 11). 2018 war die mittlere jährliche Sulfat-Fracht bei PL 18 mit einem Wert von **62.847 t/Jahr** ebenfalls sehr ähnlich. 2016 und 2015 wurden bei PL 18 mit 75.400 t/Jahr und 73.360 t/Jahr, wie bei den jährlichen Eisen(ges.)-Frachten, auch höhere mittlere jährliche Sulfat-Frachten berechnet, was ebenfalls weitestgehend auf die häufiger auftretenden höheren Abflüsse in der Pleiße in diesen Jahren zurückzuführen ist.

4.5 Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten von 2008 bis 2019 (Trendanalyse)

4.5.1 Eisen(ges.)-Frachten 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2

Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 2 in den Jahren 2008 bis 2019 wurden in Abb. 16 dargestellt. Die Darstellung und Auswertung beschränken sich an dieser Stelle auf die für das Pleiße-Abflussgeschehen normalerweise dominierenden Abflussklasse 2 mit Abflüssen von 3 – 5 m³/s. 2019 herrschten allerdings, wie auch schon 2018, extreme Niedrigwasserverhältnisse in der Pleiße vor, sodass die Abflussklasse 1, die sich 163 Tage im Jahr einstellte und die Abflussklasse 2, die an 152 Tagen erreicht wurde, ähnlich oft auftraten. Damit kamen 2019 die niedrigeren Abflüsse der Abflussklassen 1 und 2 in der Pleiße an 315 Tagen vor und waren damit noch häufiger als 2018, wo sie an 281 Tagen (AK 1 – 168 Tage, AK 2 – 113 Tage) verzeichnet wurden. Bei Abflussklasse 2 wurde 2019 jedoch eine dreimal so hohe Eisen(ges.)-Fracht im Vergleich zur Abflussklasse 1 ermittelt, was die Bedeutung von Abflussklasse 2 gegenüber Abflussklasse 1 hervorhebt.

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 (Abb. 16). Das führte bei PL 6 zu Eisen(ges.)-Frachten von 10 – 20 g/s. Im Jahr 2019 wurde eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht bei PL 6 von 10,0 g/s bestimmt, die damit zu den niedrigeren Werten gehört. Die höchsten Eisen(ges.)-Frachten bei PL 6 wurden 2010 bis 2012 gemessen. Seit 2010 erfolgt die Einleitung von bergbaubelastetem, aber eisenabgereinigtem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG unterhalb von PL 6 an der Stelle PL 6A. Die Eisen(ges.)-Frachten stiegen durch die Einleitung von dem eisenabgereinigten Wasser bei PL 7 bzw. PL 9² in allen Jahren nur leicht an. Bei den relativ niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 2 kam es durch die Sedimentation von Eisen

² ab 2018 wurden die Messtellen PL 7 und PL 8 aus dem Untersuchungsprogramm genommen

unterhalb von PL 7 bis zur PL 18 im Laufe der Fließstrecke zur Abnahme der Eisen(ges)-Frachten. 2019 und 2018 wurde allerdings nur eine geringe Abnahme der Eisen(ges)-Frachten in dem Fließabschnitt zwischen PL 10A und PL 18 bestimmt. Am Ende der untersuchten Fließstrecke der Pleiße, bei PL 18, wurde 2019 eine Eisen(ges)-Fracht von 8,8 g/s ermittelt. Damit waren an der Messstelle PL 18 die Eisen(ges)-Frachten bei Abflussklasse 2 in allen Jahren (2008 bis 2019) mit Werten zwischen 6,6 – 8,9 g/s ähnlich hoch.

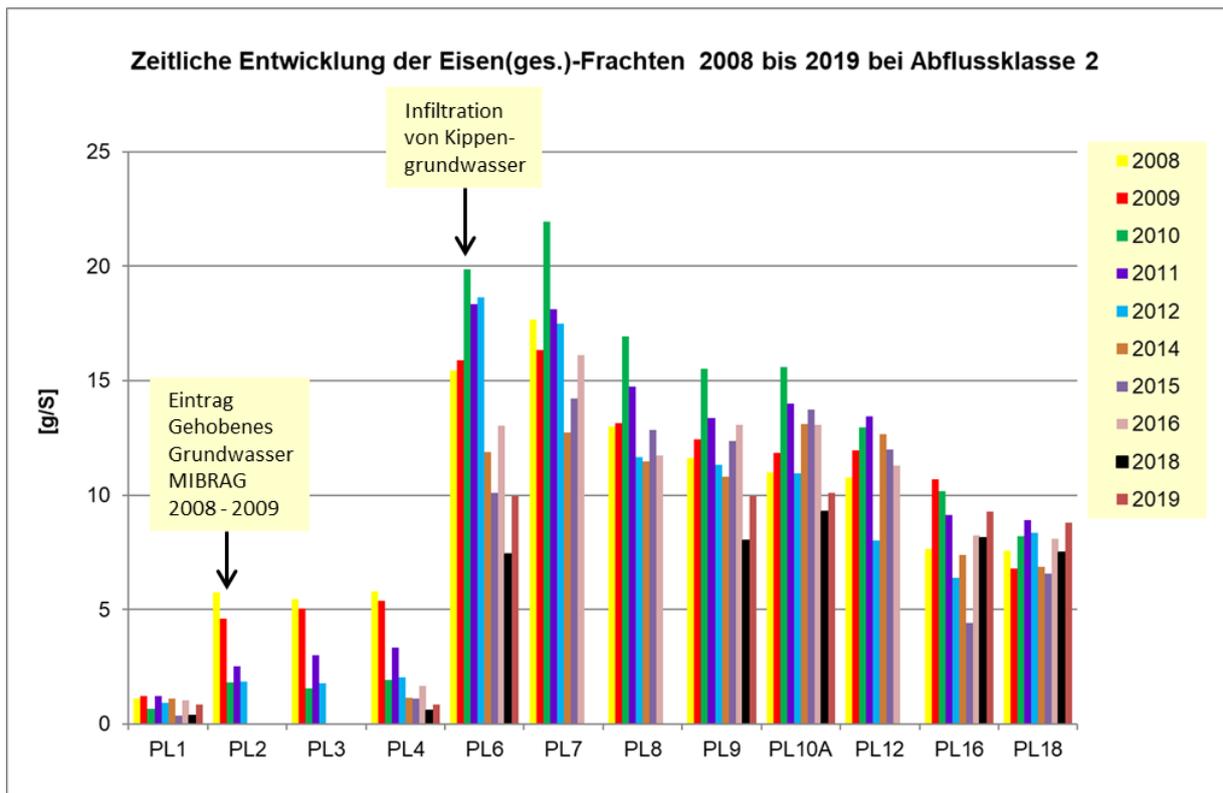


Abb. 16: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen)

4.5.2 Sulfat-Frachten 2008 bis 2019 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 die verschiedenen Zuflüsse mit sulfatreichem Wasser in der Pleiße immer mehr anreichert. In den Jahren 2008 und 2009 kam es durch das gehobene bergbaubelastete Grundwasser der Einleitung durch die MIBRAG zwischen PL 1 und PL 2 (ca. 0,23 m³/s, 4 – 79 mg/L Sulfat), 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 bzw. PL 9 ab 2010, da deutlich höhere Mengen (MW: 0,70 m³/s) mit hohen Sulfat-Konzentrationen (MW: 913 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 bzw. PL 16³ 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 2019 die Sulfat-Frachten, hauptsächlich bedingt durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, deutlich höher (1.710 – 2.345 g/s) als in den Jahren 2008 und 2009 (1.280 – 1.380 g/s) (Abb. 17). Die höchsten Sulfat-Frachten am Ende des untersuchten Fließabschnitts wurden in den Jahren 2012, 2015, 2016 und 2019 (2.109 – 2.345 g/s) ermittelt. 2019 wurde bei PL 18 mit 2.345 g/s die höchste Sulfat-Fracht bei Abflussklasse 2 bestimmt.

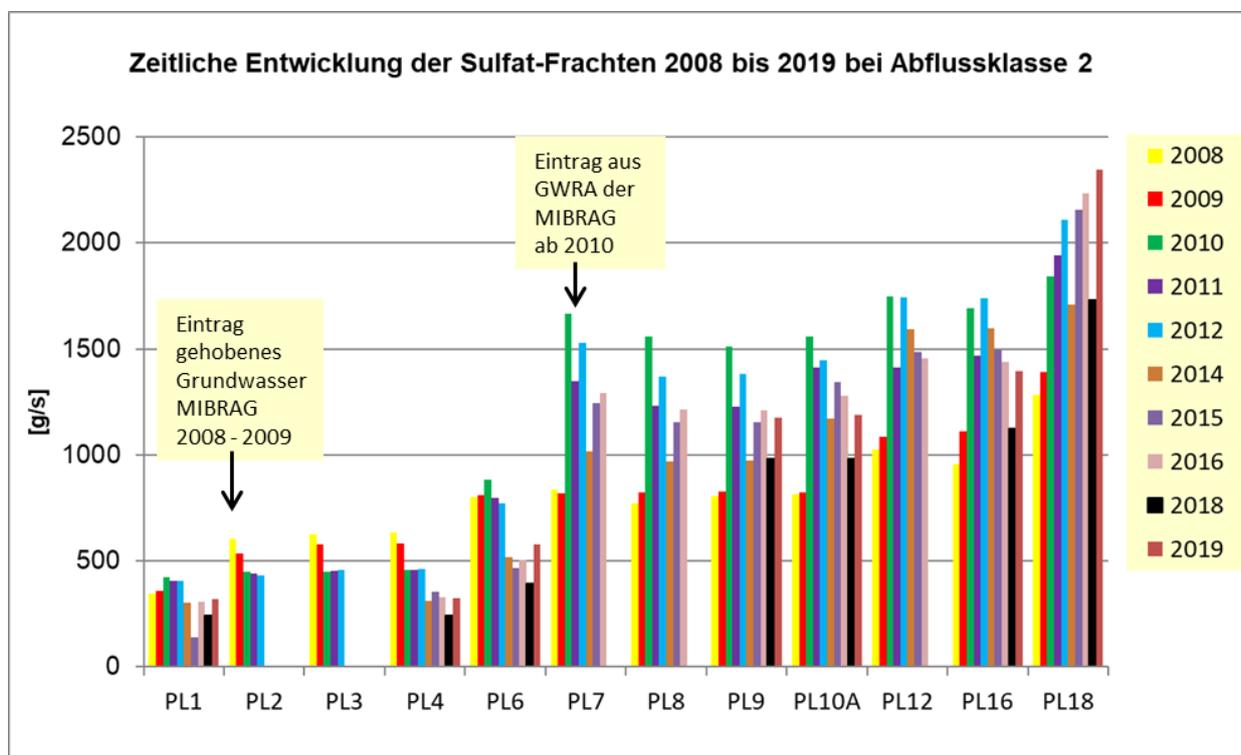


Abb. 17: Zeitliche Entwicklung der mittleren Sulfat-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen)

4.6 Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in der Wyhra

Die Wyhra, mit der Messstellenbezeichnung PL 5, wurde bei allen Wasseruntersuchungen 2019 untersucht. Die Wyhra fließt kurz unterhalb der Messstelle PL 4 (Pleiße vor Mündung Wyhra) 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

³ PL 12 wurde ab 2018 aus dem Untersuchungsprogramm genommen

Verhältnis verwendet. In der Wyhra wurden Abflüsse zwischen 0,29 m³/s (bei AK 1) bis 1,63 m³/s (bei AK 4) im Untersuchungszeitraum gemessen.

Durch den Zufluss der Wyhra in die Pleiße wurden die Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße nur unbedeutend erhöht (Tab. 12). 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 signifikante Erhöhung der Sulfat-Frachten in der Pleiße bestimmt (um 25 % bei AK 4 bis 39 % bei AK 1) (Tab. 13). Die Ergebnisse zeigen, dass die Sulfat-Frachten der Wyhra eine zusätzliche Belastung für die Pleiße darstellen. Die Eisen(ges.)-Frachten erhöhten sich durch den Zufluss der Wyhra ebenfalls (um 53 – 59% %), so wie auch die Mangan(ges.)-Frachten (um 46 – 57 %). Die Eisen-Belastung der Pleiße durch infiltrierendes Grundwasser oberhalb von PL 6 war jedoch merklich höher als die Belastung durch den Zufluss der Wyhra, wie an den deutlich höheren Eisen-Konzentrationen und -Frachten bei PL 6 gegenüber PL 4+5 sichtbar wird.

Tab. 12: Mittelwerte der Konzentrationen der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in 2019

Messstellenname	Mst-Nr.	pH-Wert	Fe(2+)	Fe(gel.)	Fe(ges.)	Mn(ges.)	Sulfat
Abflussklasse 1							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	7,99	0,12	0,14	0,44	0,12	160
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	7,78	0,12	0,20	0,86	0,21	148
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	7,90	0,12	0,16	0,59	0,16	156
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,42	0,37	0,64	6,58	0,32	169
Abflussklasse 2							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	8,05	0,05	0,10	0,40	0,12	151
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	7,69	0,12	0,18	1,15	0,25	161
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	7,93	0,07	0,12	0,65	0,16	154
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,73	1,11	1,18	2,78	0,24	162
Abflussklasse 4							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	8,06	0,04	0,08	0,39	0,09	120
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	7,79	0,03	0,11	1,58	0,28	142
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	8,00	0,04	0,09	0,66	0,13	125
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,91	0,23	0,27	1,26	0,18	131

Tab. 13: Mittelwerte der Frachten der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in 2019

Messstellenname	Mst-Nr.	Abfluss	Fe(2+)	Fe(gel.)	Fe(ges.)	Mn(ges.)	Sulfat
Abflussklasse 1							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	0,71	0,09	0,10	0,31	0,09	110
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	0,47	0,06	0,09	0,39	0,11	69
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	1,18	0,14	0,19	0,70	0,19	179
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	1,22	0,46	0,78	8,06	0,39	205
Abflussklasse 2							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	2,16	0,10	0,20	0,86	0,25	325
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	1,08	0,12	0,19	1,24	0,27	173
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	3,24	0,22	0,39	2,10	0,52	498
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	3,59	3,96	4,21	9,95	0,86	580
Abflussklasse 4							
Pleiße vor Mündung Wyhra	PL4	5,75	0,25	0,48	2,26	0,52	689
Wyhra vor Mündung in die Pleiße	PL5	1,63	0,05	0,18	2,58	0,45	231
Pleiße nach Mdg.Wyhra (rechnerisch)	PL4+5	7,38	0,30	0,65	4,84	0,97	921
Pleiße FGB Neukieritzsch	PL6	7,38	1,71	1,98	9,29	1,34	966

4.7 Konzentrationen und Frachten von Eisen, Mangan und Sulfat in Faule Pfütze und Gösel 2019 und im Floßgraben 2018

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. 4.3.1, Abb. 8). Für die Ermittlung der Frachten wurden die in Tab. 8 aufgeführten mittleren Abflüsse verwendet. Der Floßgraben wies 2018 und 2019 die höchsten Abflüsse von diesen drei Fließsen auf. In den nachfolgenden Tabellen sind die Mittelwerte der Leitfähigkeiten, Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter Eisen, Mangan und Sulfat in der Faulen Pfütze (Tab. 14) und Gösel (Tab. 15) von 2019 aufgeführt (Analytik-Daten vom LfULG). Im Floßgraben erfolgten 2019 keine Messungen der chemischen Wasserparameter (keine Daten vom LfULG), deshalb sind in Tab. 16 die Daten des Floßgrabens von 2018 (bei Abflussklasse 1) dargestellt. Dabei wird angenommen, dass die Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter des Floßgrabens von 2019 bei Abflussklasse 1 in einer ähnlichen Größenordnung wie 2018 lagen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich durch die Zuflüsse der Gösel, Faulen Pfütze und des Floßgrabens sowohl die Leitfähigkeiten als auch die Sulfat-Konzentrationen und -Frachten in der Pleiße merklich erhöhten. Die Zunahme der Sulfat-Frachten durch den Zufluss des

Floßgrabens war 2018 bei Abflussklasse 1 besonders deutlich (Tab. 15). Das ist auch für 2019 anzunehmen (siehe Abb. 6, 7 und 13). Die Einleitung der Faulen Pfütze führte ebenfalls zu einer signifikanten Erhöhung der Sulfat-Frachten in der Pleiße. Durch den Zufluss der Gösel nahmen die Sulfat-Frachten in der Pleiße dagegen nur leicht zu. Es wurde nur eine sehr geringe Zunahme der Eisen- und Mangan-Frachten in der Pleiße durch diese drei Zuflüsse ermittelt, wobei beachtet werden muss, dass von Gösel und Floßgraben die Eisen(ges.)-Konzentrationen und von der Gösel zusätzlich die Mangan(ges.)-Konzentrationen nicht vorliegen und damit die Messwerte auch nicht mit einbezogen werden konnten (keine Daten vom LfULG).

Tab. 14: Mittelwerte der Leitfähigkeiten und der Konzentrationen und Frachten in der Faulen Pfütze bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019

Parameter	Abflussklasse 1*	Abflussklasse 2*	Abflussklasse 4*
Leitfähigkeiten [µS/cm]	2.137	3.270	3.270
pH-Wert	8,17	8,20	8,20
Eisen(gel.)-Konzentrationen [mg/L]	0,20	0,10	0,10
Eisen(gel.)-Frachten [g/s]	0,021	0,009	0,013
Eisen(ges.)-Konzentrationen [mg/L]	0,60	0,50	0,50
Eisen(ges.)-Frachten [g/s]	0,073	0,044	0,065
Mangan(ges.)-Konzentrationen [mg/L]	0,052	0,033	0,033
Mangan(ges.)-Frachten [g/s]	0,005	0,003	0,004
Sulfat-Konzentrationen [mg/L]	523	920	920
Sulfat-Frachten [g/s]	33,2	81,1	119

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

Tab. 15: Mittelwerte der Leitfähigkeiten und der Konzentrationen und Frachten in der Gösel bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019

Parameter	Abflussklasse 1*	Abflussklasse 2 *	Abflussklasse 4*
Leitfähigkeiten [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1.125	1.470	1.470
pH-Wert	7,60	7,90	7,90
Eisen(gel.)-Konzentrationen [mg/L]	0,04	0,05	0,05
Eisen(gel.)-Frachten [g/s]	0,002	0,003	
Sulfat-Konzentrationen [mg/L]	145	270	270
Sulfat-Frachten [g/s]	5,32	22,9	35,4

* Konzentrationen und Leitfähigkeiten wurden nur 1-mal alle zwei Monate gemessen (Daten LfULG) und konnten deshalb nicht exakt den einzelnen Abflusswerten zugeordnet werden. Bei den Untersuchungen bei Abflussklasse 1 lagen nur Werte von Juni und August vor, die hier vorliegenden Untersuchungen fanden im Juni, Juli und August statt.

Tab. 16: 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 [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	1.560	1.750
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 (Mittelwert aus 6 Messungen in 2018). ** 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 2019 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. Ende 2014 und Anfang 2015 wurden insgesamt drei Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 2 bis 4 (siehe [4]), Mitte bis Ende 2015 insgesamt 10 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 bis 4 (siehe [6]), 2016 insgesamt 12 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 bis 5 (siehe [7]), 2017 insgesamt 3 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 4 und 5, 2018 insgesamt 5 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 und 2 (siehe [7]) und 2019 insgesamt 6 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 durchgeführt.

Gegenstand des vorliegenden Berichts sind die sechs Wasseruntersuchungen von 2019, drei davon bei Abflussklasse 1, zwei bei Abflussklasse 2 und eine bei Abflussklasse 4. Durch die geringen Niederschläge 2019 konnte nur eine Wasseruntersuchung bei einer höheren Abflussklasse (AK 4) realisiert werden. Die hohen Abflüsse > 5,0 m³/s stellten sich im Leistungszeitraum nur an wenigen Tagen ein. Bei jeder der sechs Wasseruntersuchungen 2019 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, welche 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 unterhalb von PL 6 in die Pleiße fließt, untersucht. Zusätzlich wurden Durchflussmessungen an 5 Messstellen in der Pleiße (PL 1, PL 3, PL 6, PL 10A, PL 18) 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, Mangan und Sulfat im Längsverlauf der Pleiße und dem Vergleich dieser Parameter bei den drei verschiedenen Abflussklassen 1, 2 und 4.

Die Messstelle PL 1 in Regis-Breitungen, die sich im relativ bergbauunbelasteten Gebiet befindet, stellt mit den niedrigsten Eisen- und Sulfat-Konzentrationen sowie -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, insbesondere kurz oberhalb von PL 6 (FGB Neukieritzsch), zur Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße. Bei allen drei Abflussklassen kam es deshalb bei PL 6 zu einer deutlichen Erhöhung sowohl der Eisen(gel.)- als auch der Eisen(ges.)-Konzentrationen und -Frachten und zu einer pH-Wert-Absenkung von 0,20 – 0,43 (bei den Abflussklassen 1 und 2). Bei PL 6 wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 1,3 mg/L (bei AK 4) bis 6,6 mg/L (bei AK 1) gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten wurden mit 8,1 g/s (bei AK 1) bis 9,9 g/s (AK 2) bestimmt und waren damit bei allen drei Abflussklassen sehr ähnlich. Die Eisen(gel.)-Frachten lagen bei 0,78 g/s (bei AK 1) bis 4,2 g/s (bei AK 4) und erreichten bei PL 9 durch die Umwandlung in partikuläres Eisen schnell niedrige Werte von < 1 g/s.

Die ermittelten niedrigen gelösten 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 und relativ schnell auf der Fließstrecke umgesetzt wird. Diese Umwandlung ist neben anderen Faktoren auch von der Temperatur abhängig und erfolgt bei höheren Temperaturen schneller.

Durch den Zufluss von eisenabgereinigtem Wasser aus der GWRA der MIBRAG kam es unterhalb von PL 6 nur zu einer geringen Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten um bis zu 1,0 g/s. Am Ende der untersuchten Fließstrecke, bei PL 18, wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 0,91 – 1,5 mg/L gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten bei PL 18 lagen bei 2,7 g/s (AK 1) bis 14,0 g/s (bei AK 4). Bei Abflussklasse 1 sanken unterhalb von PL 10A bis PL 18 die Eisen(ges.)-Frachten auffällig. Bei Abflussklasse 2 verringerten sich die

Eisen(ges.)-Frachten dagegen im unteren Fließabschnitt nur wenig. Die Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten im unteren Fließbereich ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen wahrscheinlich hauptsächlich im Bereich der Wehre (Trachenauer Wehr und AGRA-Wehr). Bei Abflussklasse 4 kam es auf der unteren Fließstrecke zu keiner Verringerung, sondern sogar zu einer Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten, die vermutlich teilweise in der Resuspension von Eisenpartikeln begründet ist.

Verglichen mit den Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 2 in den zurückliegenden Untersuchungsjahren, wurden am Ende der Fließstrecke (bei PL 18) im Jahr 2019 mit 8,8 g/s ähnlich hohe Eisen(ges.)-Frachten ermittelt wie in den Jahren 2008 bis 2018 (6,6 bis 8,9 g/s). Für das Jahr 2019 wurde bei PL 18 eine mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht von 227,1 t/Jahr (7,20 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. 2018 wurde mit 228,2 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht bestimmt. 2016 und 2015 lagen die mittleren Eisen(ges.)-Frachten mit 328 t/Jahr bzw. 315 t/Jahr deutlich höher.

Sulfat reichert sich im Laufe des untersuchten Fließabschnitts durch die Zuflüsse in die Pleiße immer mehr an, sodass am Ende des Untersuchungsbereichs die höchsten Sulfat-Konzentrationen gemessen wurden. Durch die im Fließverlauf ansteigenden Abflüsse sowie die ansteigenden Sulfat-Konzentrationen waren auch die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, am höchsten. Die Sulfat-Konzentrationen erzielten bei Abflussklasse 1 die größten (525 mg/L) und bei Abflussklasse 4 die geringsten Werte (280 mg/L). Die höchsten Sulfat-Frachten wurden im Gegensatz dazu bei Abflussklasse 4 (3.052 g/s), gefolgt von Abflussklasse 2 (2.345/s) und Abflussklasse 1 (1.560 g/s) bestimmt. Die Sulfat-Frachten erhöhten sich im Längsverlauf der Pleiße unter anderem durch den Zufluss der Wyhra unterhalb von PL 4. Einen deutlich größeren Eintrag von Sulfat gab es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von durchschnittlich 0,70 m³/s mit mittleren Sulfat-Konzentration von 915 mg/L), die sich unterhalb von PL 6 befindet. Bei PL 9 stieg deshalb die mittlere Sulfat-Konzentration um 63 mg/L (AK 4) bis 310 mg/L (AK 1) und die Sulfat-Fracht um 584 bis 729 g/s an. Die Leitfähigkeiten stiegen ebenfalls durch diese Einleitung stark an. Zu weiteren Einträgen von Sulfat im unterhalb liegenden Fließbereich kam es bei PL 16 durch die oberhalb erfolgenden Zuflüsse der Faulen Pfütze und der Gösel und bei PL 18 erfahrungsgemäß durch den oberhalb stattfindenden Zufluss des Floßgrabens (keine Analytik-Daten von 2019).

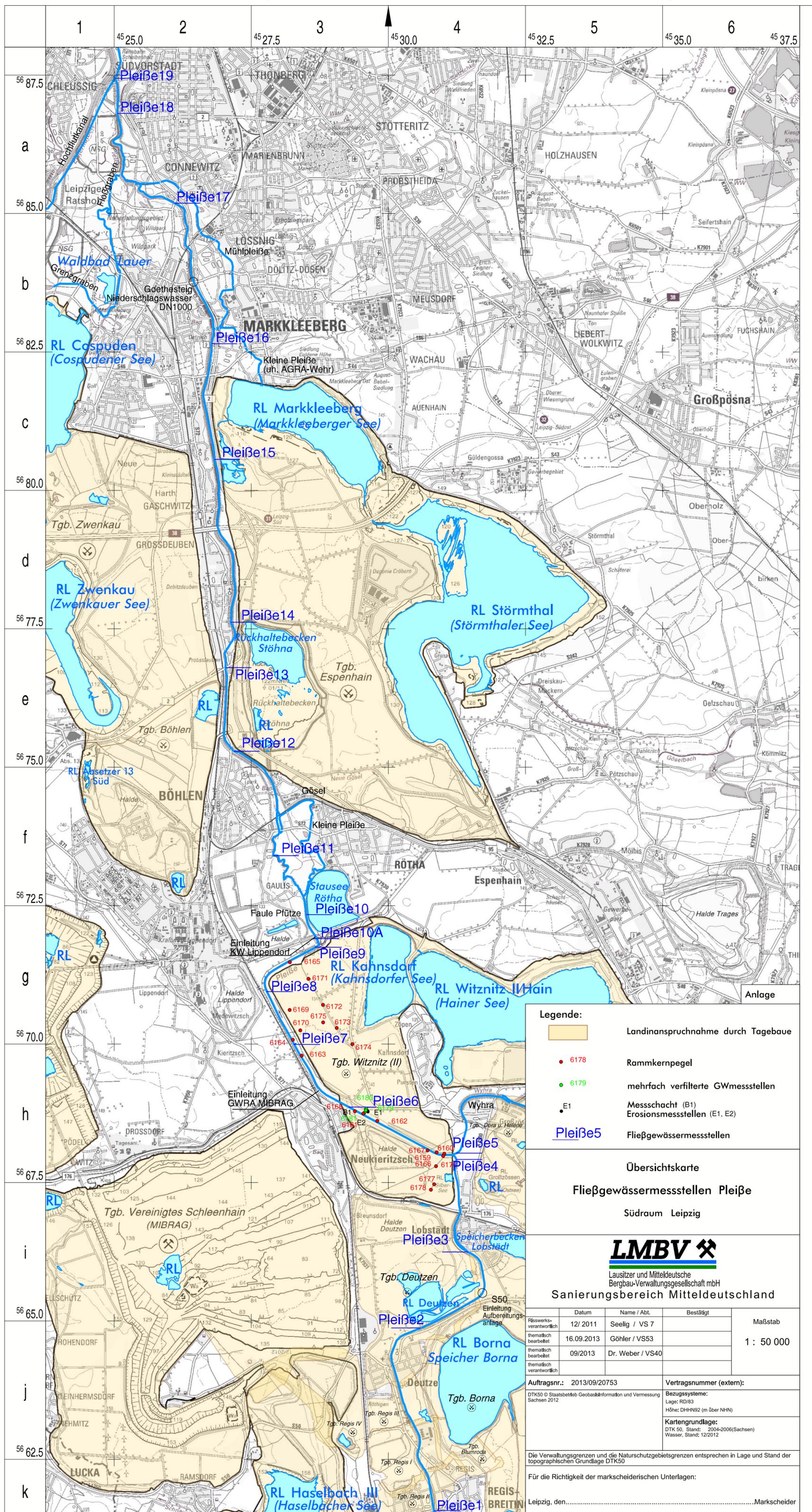
Für das Jahr 2019 wurde bei PL 18 eine hohe mittlere jährliche Sulfat-Fracht von 65.537 t/Jahr (2.078 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. 2018 wurde hauptsächlich aufgrund eines vergleichbaren Abflussgeschehens eine ähnliche mittlere jährliche Sulfat-Fracht festgestellt. 2016 und 2015 lagen die Werte höher. Vergleicht man die Sulfat-Frachten in den verschiedenen Untersuchungsjahren bei Abflussklasse 2, die Abflussklasse, die normalerweise den höchsten Anteil an der Jahresfracht hat, miteinander, wurde 2019 eine etwas höhere mittlere jährliche Sulfat-Fracht (2.345 g/s) als in den Jahren 2010 bis 2018 (1.710 – 2.235 g/s) am Ende der Fließstrecke ermittelt. In den Jahren 2008 und 2009 lagen die Sulfat-Frachten dagegen deutlich niedriger (1.280 – 1.380 g/s), da erheblich geringere Mengen gehobenes Grundwasser aus dem Tagebau der MIBRAG *Vereinigtes Schleenhain* in die Pleiße eingeleitet wurden.

6. Handlungsempfehlungen

- 1) Aufgrund der Ergebnisse des hier vorliegenden Berichts, besonders der erhöhten Eisen-Konzentrationen und -Frachten im kippenbeeinflussten Fließabschnitt (PL 6 bis PL 10A) und den hohen mittleren Sulfat-Konzentrationen (bis 525 mg/L (AK 1)) und -Frachten (bis 3.052 g/s (AK 4)) am Ende der untersuchten Fließstrecke in der Pleiße (bei PL 18), wird empfohlen, die abflussbezogenen Untersuchungen in der Pleiße im Jahr 2020 und darüber hinaus fortzuführen. Wegen der statistischen Auswertbarkeit der Daten sollten, wenn die Abflusssituation es zulässt, mindestens drei Wasseruntersuchungen bei jeder der fünf Abflussklassen durchgeführt werden.
- 2) Des Weiteren schlagen wir vor die Abflussmessung an der Messstelle PL 3 (Pleiße, uh. FGB Lobstädt) nicht mehr durchzuführen, da erstens die Abflussmengen von PL 3 und PL 1 (Pleiße, Regis-Breitungen) bei fast allen Untersuchungen sehr ähnlich waren und zweitens die Abflussmessung an PL 3, aufgrund der sehr steilen Uferböschung und des schmalen Fließquerschnitts, nur unter erschwerten Bedingungen geleistet werden kann.
- 3) Darüber hinaus wird empfohlen eine zusätzliche Abflussmessung an der Messstelle PL 12 (Pleiße, Pegel Böhlen) vorzunehmen. Der Pegel Böhlen stellt den Bezugspegel für die Untersuchungen bei verschiedenen Abflussklassen im Pleißemonitoring dar. Es wurde festgestellt, dass sich die W-Q-Beziehung am Pegel Böhlen seit 2019, bedingt durch eine starke Verkräutung in der Vegetationsperiode und durch andere Ablagerungen (Unrat) im Fließ, deutlich verändert hat und dadurch höchstwahrscheinlich nicht mehr stabil ist. Es wird deshalb (neben der Beseitigung des Unrats) eine taggenaue Abflussmessung am Pegel Böhlen vorgeschlagen, um die Wasseruntersuchungen in der Pleiße exakt einer Abflussklasse zuordnen zu können.
- 4) Zusätzlich wird empfohlen die Messstellen PL 6 (Pleiße, FGB Neukieritzsch) und PL 10A (Pleiße, uh. Trachenauer Wehr) zu entkräuten und den Unrat zu beseitigen sowie die in das Fließ hängenden Äste zu entfernen, da dadurch die Abflussmengen nicht mehr exakt gemessen werden können.

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 24.09.2015, 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
- [8] Jahresbericht Monitoring Fließgewässer Pleiße 2018 vom 19.06.2019, SGL mbH Lauchhammer



Legende:

- Landinanspruchnahme durch Tagebaue
- 6178 Rammkernpegel
- 6179 mehrfach verfiltrierte GWmesstellen
- E1 Messschacht (B1)
- E2 Erosionsmessstellen (E1, E2)
- Pleiße5 Fließgewässermesstellen

Übersichtskarte

Fließgewässermesstellen Pleiße

Südraum Leipzig

LMBV

Lausitzer und Mitteldeutsche
Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH

Sanierungsbereich Mitteldeutschland

	Datum	Name / Abl.	Bestätigt	
Risikoverantwortlich	12/ 2011	Seelig / VS 7		Maßstab 1 : 50 000
thematisch bearbeitet	16.09.2013	Göhler / VS53		
thematisch bearbeitet	09/2013	Dr. Weber / VS40		
thematisch verantwortlich				
Auftragsnr.: 2013/09/20753	Vertragsnummer (extern):			
DTK50 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012	Bezugssysteme: Lage: RD/83 Höhe: DHHN92 (m über NNH)			
	Kartengrundlage: DTK 50, Stand: 2004-2006(Sachsen) Wasser, Stand: 12/2012			
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										Labor		
Monitoring-bereich	Name des Gewässers	Mess-stellen-bezeich-nung	Datum der Probennahme	Probennehmer	pro-be-nehmende Firma	Labor	Datum der Übergabe	Labor-Nummer	Bemerkung	Durchfluss	Trübung visuell	Trübung FNU	Sicht-tiefe	Wasser-temperatur	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Sauerstoff-gehalt	Sauerstoff-sättigung	Redox-spannung	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Säure-kapazität=Alk alinität (pH 4,3)
Bereich	Ort	Messstelle	Datum	PNEHM	PN	Labor	Uebergabe	Labornr	Bemerkung	Q	Trueb	Trueb_FNU	ST	TW	pHV	LFV	O2	O2-Saett	UH	pH	LF	KS43
										[m³/s]	[-]	[FNU]	[m]	[°C]	[-]	[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[mV]	[-]	[µS/cm]	[mmol/l]
ALL	Pleiß	PL1	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-1	AK 2	1,95	schwach	13	0,70	8,8	8,03	1120	13,38	95,3	444	7,99	1106	3,24
ALL	Pleiß	PL4	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-2	AK 2		schwach	11	0,55	9,0	8,04	1120	13,76	97,1	439	8,00	1111	3,26
ALL	Wyhra	PL5	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-3	AK 2	0,89	schwach	18	0,45	9,1	7,66	844	12,92	91,6	331	7,63	832	2,04
ALL	Pleiß	PL6	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-4	AK 2	3,47	schwach	20	0,81	9,1	7,74	1048	13,76	97,9	202	7,71	1029	2,73
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-5	AK 2		klar	5		9,8	8,12	2040	11,57	99,5	447	8,13	2030	4,16
ALL	Pleiß	PL9	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-6	AK 2		schwach	22	0,80	9,8	7,72	1226	12,98	96,0	274	7,70	1214	2,96
ALL	Pleiß	PL10A	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-7	AK 2	4,24	schwach	22	0,80	10,0	7,72	1226	13,31	98,4	276	7,72	1214	2,95
ALL	Pleiß	PL16	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-8	AK 2		schwach	19	0,84	10,8	7,85	1328	13,44	100,4	440	7,83	1314	2,88
ALL	Pleiß	PL18	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	06.02.2019	PL19-00001-9	AK 2	6,40	schwach	15	0,96	10,7	7,84	1408	13,21	98,2	453	7,82	1390	2,57
ALL	Pleiß	PL3	06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00001-10	AK 2 - nur Abfluss	2,03												
ALL	Faule Pfütze		06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00001-11	AK 2	0,09												
ALL	Gösel		06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00001-12	AK 2	0,08												
ALL	Floßgraben		06.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00001-13	AK 2	0,84												
ALL	Pleiß	PL1	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-1	AK 4	Q-Liner defekt	schwach	14	0,73	9,4	8,07	818	12,92	97,3	445	8,02	815	2,41
ALL	Pleiß	PL4	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-2	AK 4		schwach	13	0,75	9,1	8,06	827	13,14	98,6	389	8,03	821	2,50
ALL	Wyhra	PL5	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-3	AK 4	Q-Liner defekt	deutl.	69	0,24	10,0	7,79	713	12,75	94,4	371	7,78	714	1,70
ALL	Pleiß	PL6	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-4	AK 4	Q-Liner defekt	deutl.	36	0,41	9,5	7,91	785	13,33	99,8	247	7,84	780	2,11
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-5	AK 4		klar	4		9,9	8,19	2020	11,50	99,7	424	8,17	2000	3,98
ALL	Pleiß	PL9	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-6	AK 4		schwach	27	0,53	10,0	7,94	903	12,99	98,9	323	7,93	900	2,30
ALL	Pleiß	PL10A	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-7	AK 4	Q-Liner defekt	schwach	27	0,55	10,1	7,94	904	13,16	100,2	319	7,91	900	2,31
ALL	Pleiß	PL16	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-8	AK 4		schwach	22	0,60	9,7	8,01	974	13,22	102,0	445	7,95	971	2,25
ALL	Pleiß	PL18	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	14.02.2019	PL19-00002-9	AK 4	10,90	schwach	20	0,75	9,8	7,94	1052	13,18	100,4	443	7,91	1047	2,25
ALL	Pleiß	PL3	14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00002-10	AK 4 - nur Abfluss	Q-Liner defekt												
ALL	Faule Pfütze		14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00002-11	AK 4	0,13												
ALL	Gösel		14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00002-12	AK 4	0,13												
ALL	Floßgraben		14.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00002-13	AK 4	1,02												
ALL	Pleiß	PL1	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-1	AK 2	2,32	klar	7	0,63	7,2	8,04	898	12,07	95,0	441	8,03	897	3,10
ALL	Pleiß	PL4	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-2	AK 2		klar	6	0,48	7,5	8,05	913	12,42	97,1	405	8,04	913	3,37
ALL	Wyhra	PL5	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-3	AK 2	1,27	schwach	21	0,36	7,5	7,72	750	12,29	94,5	286	7,73	748	1,91
ALL	Pleiß	PL6	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-4	AK 2	3,71	schwach	16	0,90	8,0	7,72	870	12,64	98,8	186	7,67	864	2,64
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-5	AK 2		klar	5		8,1	8,09	2030	11,19	100,6	415	8,12	2040	4,10
ALL	Pleiß	PL9	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-6	AK 2		schwach	17	0,75	8,2	7,78	1067	12,19	97,5	290	7,81	1066	2,79
ALL	Pleiß	PL10A	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-7	AK 2	4,22	schwach	18	0,86	9,0	7,81	1068	12,55	100,6	276	7,83	1065	2,72
ALL	Pleiß	PL16	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-8	AK 2		schwach	17	0,93	9,0	7,92	1185	12,62	101,6	435	7,93	1180	3,01
ALL	Pleiß	PL18	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL	21.02.2019	PL19-00003-9	AK 2	5,27	schwach	11	1,10	9,2	7,87	1276	12,37	99,3	423	7,88	1270	2,53
ALL	Pleiß	PL3	21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00003-10	AK 2 - nur Abfluss	2,29												
ALL	Faule Pfütze		21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00003-11	AK 2	0,09												
ALL	Gösel		21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00003-12	AK 2	0,09												
ALL	Floßgraben		21.02.2019	Klose / Leisner	SGL	SGL		PL19-00003-13	AK 2	1,03												
ALL	Pleiß	PL1	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-1	AK 1	0,79	klar	12	0,60	24,3	8,00	940	7,45	90,0	348	8,21	946	3,95
ALL	Pleiß	PL4	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-2	AK 1		klar	9	0,37	22,4	7,87	960	7,00	82,0	364	8,02	960	4,07
ALL	Wyhra	PL5	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-3	AK 1	0,65	klar	11	0,40	22,0	7,50	676	6,30	73,0	359	7,72	679	2,11
ALL	Pleiß	PL6	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-4	AK 1	1,46	deutl.	62	0,50	23,0	7,35	900	7,30	86,0	224	7,52	901	3,28
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-5	AK 1		schwach	20		19,0	7,94	1990	9,60	105,0	331	8,01	2001	3,60
ALL	Pleiß	PL9	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-6	AK 1		schwach	25	0,60	22,4	7,55	1400	7,10	83,0	339	7,68	1415	3,21
ALL	Pleiß	PL10A	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-7	AK 1	1,64	schwach	22	0,50	23,3	7,57	1414	7,70	91,0	335	7,72	1426	3,07
ALL	Pleiß	PL16	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-8	AK 1		schwach	11	1,00	24,2	7,83	1320	8,20	98,0	363	7,94	1333	3,04
ALL	Pleiß	PL18	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL	26.06.2019	PL19-00004-9	AK 1	3,13	klar	10	1,00	24,4	7,75	1480	7,00	84,0	378	7,87	1498	2,58
ALL	Pleiß	PL3	26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL		PL19-00004-10	AK 1 - nur Abfluss	0,75												
ALL	Faule Pfütze		26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL		PL19-00004-11	AK 1	0,10												
ALL	Gösel		26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL		PL19-00004-12	AK 1	0,04												
ALL	Floßgraben		26.06.2019	Fiedler / Leisner	SGL	SGL		PL19-00004-13	AK 1	0,67												
ALL	Pleiß	PL1	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-1	AK 1	0,57	klar	8	0,50	16,0	8,27	1010	10,00	103,0	403	8,29	1018	4,33
ALL	Pleiß	PL4	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-2	AK 1		klar	8	0,27	14,7	8,10	1110	9,20	92,0	409	8,12	1117	4,42
ALL	Wyhra	PL5	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-3	AK 1	0,29	klar	15	0,30	14,5	7,89	700	9,00	89,0	414	7,88	707	2,16
ALL	Pleiß	PL6	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-4	AK 1	0,94	deutl.	50	0,40	14,9	7,53	956	9,30	93,0	209	7,57	956	3,50
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-5	AK 1		klar	5		14,9	7,87	1985	10,30	103,0	334	7,92	2000	3,43
ALL	Pleiß	PL9	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-6	AK 1		schwach	27	0,40	15,2	7,65	1455	8,70	87,5	354	7,69	1469	3,39
ALL	Pleiß	PL10A	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-7	AK 1	1,48	schwach	24	0,50	16,1	7,66	1475	9,10	93,5	303	7,71	1485	3,05
ALL	Pleiß	PL16	10.07.2019	Fiedler / Klose	SGL	SGL	10.07.2019	PL19-00005-8	AK 1		klar	13	1,00	15,8	7,85	1655	8,85	90,0	354	7,90	1663	3,53
ALL	Pleiß	PL18																				

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

Probenkennzeichnung										Vorortparameter									Labor			
Monitoring-bereich	Name des Gewässers	Mess-stellen-bezeich-nung	Datum der Probennahme	Probennehmer	probe-nehmende Firma	Labor	Datum der Übergabe	Labor-Nummer	Bemerkung	Durchfluss	Trübung visuell	Trübung FNU	Sicht-tiefe	Wasser-temperatur	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Sauerstoff-gehalt	Sauerstoff-sättigung	Redox-spannung	pH-Wert	elektrische Leitfähigk.	Säure-kapazität=Alk alinität (pH 4,3)
Bereich	Ort	Messstelle	Datum	PNEHM	PN	Labor	Uebergabe	Labornr	Bemerkung	Q	Trueb	Trueb_FNU	ST	TW	pHV	LFV	O2	O2-Saett	UH	pH	LF	KS43
										[m ³ /s]	[-]	[FNU]	[m]	[°C]	[-]	[µS/cm]	[mg/l]	[%]	[mV]	[-]	[µS/cm]	[mmol/l]
ALL	Pleißer	PL10A	08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL	08.08.2019	PL19-00006-7	AK 1	1,65	deutl.	32	0,40	19,8	7,62	1257	7,38	82,1	417	7,63	1261	2,99
ALL	Pleißer	PL16	08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL	08.08.2019	PL19-00006-8	AK 1		schwach	29	0,60	20,1	7,82	1400	7,74	86,6	406	7,81	1409	3,08
ALL	Pleißer	PL18	08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL	08.08.2019	PL19-00006-9	AK 1	3,05	schwach	26	0,51	21,1	7,81	1441	7,12	81,2	442	7,81	1451	2,72
ALL	Pleißer	PL3	08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL		PL19-00006-10	AK 1 - nur Abfluss	0,76												
ALL	Faule Pfütze		08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL		PL19-00006-11	AK 1	0,14												
ALL	Gösel		08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL		PL19-00006-12	AK 1	0,05												
ALL	Floßgraben		08.08.2019	Schwarze / Klose	SGL	SGL		PL19-00006-13	AK 1	0,35												

Vorgabetabelle für die Erfassung der Analysenergebnisse

Probenkennzeichnung																								
Monitoring-bereich	Name des Gewässers	Mess-stellen-bezeich-nung	Datum der Probennahme	Base-kapazität = Acidität (pH 8,2) 3)	abfiltrierbare Stoffe	Trocken-rückstand, gesamt	Aluminium, gelöst	Eisen, gesamt	Eisen, gelöst	Eisen(II)	Mangan gesamt	Calcium	Magnesium	Kalium	Natrium	Gesamt - Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Ammonium-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Kjeldahl Stickstoff	Sulfat	Chlorid	gesamter anorganischer Kohlenstoff	spezieller Ionenbilanz-fehler
Bereich	Ort	Messstelle	Datum	KB82	aStoff	GTR	AlGel	FeGes	FeGel	Fe2	MnGes	Ca	Mg	K	Na	Nges	NO3-N	NH4-N	NO2-N	N Kjeldahl	SO4	Cl	TIC	IBF
				[mmol/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[%]
ALL	Pleißer	PL1	06.02.2019	0,06	12,0	700	<0,01	0,53	0,12	0,023	0,137	96	27,5	8,31	74,2	8,2	6,32	0,88	0,08	1,80	148	142	38,4	-0,64
ALL	Pleißer	PL4	06.02.2019	0,07	7,2	700	<0,01	0,46	0,10	0,046	0,139	96	27,2	8,27	73,9	8,2	6,38	0,83	0,07	1,75	151	142	37,9	-0,96
ALL	Wyhra	PL5	06.02.2019	0,09	14,0	630	<0,01	1,18	0,22	0,167	0,251	88	17,6	6,55	43,5	7,0	5,84	0,38	0,04	1,12	169	80	23,0	-0,45
ALL	Pleißer	PL6	06.02.2019	0,11	11,0	660	0,03	2,88	1,26	1,170	0,246	95	24,7	8,37	65,3	7,8	6,19	0,70	0,06	1,55	163	122	33,0	0,04
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	06.02.2019	0,09	9,6	1.700	<0,01	1,25	0,07	<0,01	1,130	384	53,3	5,27	34,6	<1	0,04	0,67	0,00	0,86	910	64	46,9	1,47
ALL	Pleißer	PL9	06.02.2019	0,13	12,0	810	<0,01	2,55	0,21	0,149	0,406	140	29,1	7,69	58,4	6,6	5,34	0,64	0,05	1,21	287	111	34,9	-0,44
ALL	Pleißer	PL10A	06.02.2019	0,13	12,0	870	<0,01	2,51	0,23	0,156	0,407	140	29,1	7,38	58,2	6,6	5,33	0,63	0,05	1,22	286	111	34,1	-0,16
ALL	Pleißer	PL16	06.02.2019	0,08	8,4	970	<0,01	2,07	0,12	0,017	0,396	154	29,9	8,37	76,9	6,4	5,22	0,48	0,05	1,13	341	113	33,1	1,68
ALL	Pleißer	PL18	06.02.2019	0,09	9,2	1.020	<0,01	1,51	0,10	0,014	0,327	177	35,3	8,51	66,6	5,4	4,62	0,36	0,04	0,74	415	108	29,6	1,85
ALL	Pleißer	PL3	06.02.2019																					
ALL	Faule Pfütze		06.02.2019																					
ALL	Gösel		06.02.2019																					
ALL	Floßgraben		06.02.2019																					
ALL	Pleißer	PL1	14.02.2019	0,10	9,2	540	0,02	0,49	0,10	0,029	0,081	82	22,6	5,29	40,3	9,8	8,49	0,31	0,07	1,24	121	84	28,8	-0,11
ALL	Pleißer	PL4	14.02.2019	0,09	8,8	500	0,03	0,39	0,08	0,044	0,090	82	22,5	5,47	42,7	9,5	8,45	0,31	0,07	0,99	120	87	28,2	0,58
ALL	Wyhra	PL5	14.02.2019	0,10	40,0	510	0,04	1,58	0,11	0,030	0,279	83	15,6	5,48	30,7	10,1	9,03	0,23	0,05	1,03	142	58	19,2	1,13
ALL	Pleißer	PL6	14.02.2019	0,09	20,0	520	0,03	1,26	0,27	0,232	0,182	82	19,7	5,30	37,2	9,7	8,65	0,28	0,06	0,99	131	76	24,4	0,22
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	14.02.2019	0,09	5,2	1.760	0,02	1,09	0,07	<0,01	1,180	403	54,8	5,06	35,2	<1	0,05	0,70	0,00	0,85	926	63	45,1	3,78
ALL	Pleißer	PL9	14.02.2019	0,05	11,0	610	0,02	1,16	0,08	0,032	0,266	111	23,2	5,49	39,5	9,3	8,05	0,31	0,05	1,20	194	76	26,1	2,67
ALL	Pleißer	PL10A	14.02.2019	0,08	14,0	620	0,02	1,24	0,09	0,051	0,269	109	22,8	5,35	38,8	9,3	8,06	0,31	0,05	1,19	194	76	26,3	1,64
ALL	Pleißer	PL16	14.02.2019	0,07	15,0	660	0,02	1,14	0,08	0,026	0,243	116	23,4	5,77	47,7	9,0	7,92	0,28	0,05	1,03	224	82	26,2	1,54
ALL	Pleißer	PL18	14.02.2019	0,08	13,0	730	0,02	1,28	0,08	0,025	0,240	131	26,5	5,62	47,1	8,2	7,26	0,26	0,05	0,89	280	80	24,0	1,87
ALL	Pleißer	PL3	14.02.2019																					
ALL	Faule Pfütze		14.02.2019																					
ALL	Gösel		14.02.2019																					
ALL	Floßgraben		14.02.2019																					
ALL	Pleißer	PL1	21.02.2019	0,08	2,0	550	0,01	0,30	0,12	0,025	0,093	107	27,1	6,80	43,8	8,4	7,28	0,29	0,07	1,05	151	78	36,7	4,64
ALL	Pleißer	PL4	21.02.2019	0,09	0,8	560	0,01	0,34	0,09	0,045	0,099	105	26,6	7,05	46,5	8,3	7,20	0,30	0,07	1,04	150	82	36,1	4,29
ALL	Wyhra	PL5	21.02.2019	0,10	5,6	450	0,04	1,12	0,14	0,078	0,248	92	16,7	6,41	39,0	7,0	6,30	0,12	0,04	0,66	153	64	21,8	4,82
ALL	Pleißer	PL6	21.02.2019	0,13	4,8	530	0,03	2,67	1,09	1,040	0,231	101	23,7	6,84	44,1	7,9	6,90	0,25	0,06	0,94	160	76	31,2	4,33
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	21.02.2019	0,10	7,6	1.740	0,02	1,37	0,07	<0,01	1,210	418	54,4	5,38	42,7	<1	0,07	0,66	0,00	0,80	916	67	46,2	6,35
ALL	Pleißer	PL9	21.02.2019	0,09	6,0	630	0,03	2,19	0,13	0,040	0,369	153	29,0	6,71	44,7	6,8	6,10	0,28	0,05	0,65	274	74	32,9	6,28
ALL	Pleißer	PL10A	21.02.2019	0,11	2,4	710	0,02	2,27	0,14	0,059	0,379	154	29,5	6,87	45,2	6,8	6,10	0,28	0,05	0,65	275	74	32,8	6,69
ALL	Pleißer	PL16	21.02.2019	0,10	2,8	760	0,02	2,14	0,15	0,026	0,326	157	30,3	7,97	70,9	7,1	6,31	0,23	0,05	0,74	293	94	34,1	7,26
ALL	Pleißer	PL18	21.02.2019	0,10	1,2	850	0,02	1,50	0,12	0,014	0,298	180	34,4	7,59	62,7	6,2	5,56	0,23	0,04	0,60	386	84	30,4	6,09
ALL	Pleißer	PL3	21.02.2019																					
ALL	Faule Pfütze		21.02.2019																					
ALL	Gösel		21.02.2019																					
ALL	Floßgraben		21.02.2019																					
ALL	Pleißer	PL1	26.06.2019	<0,01	14,0	620	0,01	0,28	0,10	0,042	0,121	101	30,2	12,20	51,7	2,3	1,73	<0,03	0,02	0,55	146	89	47,8	2,36
ALL	Pleißer	PL4	26.06.2019	0,10	8,8	760	<0,01	0,44	0,15	0,130	0,117	103	30,6	10,70	49,2	2,4	1,77	<0,03	0,02	0,61	148	88	49,5	1,68
ALL	Wyhra	PL5	26.06.2019	0,10	5,6	460	0,02	0,74	0,16	0,118	0,274	79	16,6	7,83	30,7	2,0	1,42	0,07	0,04	0,54	152	53	25,4	0,62
ALL	Pleißer	PL6	26.06.2019	0,19	14,0	650	0,02	6,55	0,42	0,145	0,338	97	27,5	9,12	42,4	3,2	1,71	0,04	0,02	1,47	174	78	42,1	-0,18
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	26.06.2019	0,06	12,0	1.770	0,03	2,14	0,12	<0,01	1,220	392	56,9	5,36	37,2	1,3	0,07	0,66	0,00	1,23	923	66	43,5	3,52
ALL	Pleißer	PL9	26.06.2019	0,14	10,0	1.090	0,02	2,69	0,16	0,012	0,629	212	39,0	7,31	38,0	1,6	0,93	0,22	0,03	0,64	498	72	40,9	-0,33
ALL	Pleißer	PL10A	26.06.2019	0,10	5,2	1.090	0,02	2,17	0,18	0,018	0,582	214	40,2	10,20	48,4	2,3	1,58	0,20	0,03	0,69	481	86	38,2	2,85
ALL	Pleißer	PL16	26.06.2019	0,09	7,2	1.030	0,02	0,97	0,17	0,058	0,231	183	35,7	9,07	50,3	1,9	1,21	<0,03	0,03	0,66	432	83	37,5	<0,01
ALL	Pleißer	PL18	26.06.2019	0,09	9,2	1.150	0,02	0,67	0,11	0,024	0,275	207	41,7	8,83	54,8	1,5	1,04	0,04	0,01	0,45	545	85	32,0	-0,24
ALL	Pleißer	PL3	26.06.2019																					
ALL	Faule Pfütze		26.06.2019																					
ALL	Gösel		26.06.2019																					
ALL	Floßgraben		26.06.2019																					
ALL	Pleißer	PL1	10.07.2019	<0,01	9,2	630	<0,01	0,20	0,08	0,066	0,109	112	32,9	10,60	55,0	2,8	1,63	<0,03	0,01	1,16	162	97	51,1	2,30
ALL	Pleißer	PL4	10.07.2019	0,06	8,8	670	<0,01	0,38	0,12	0,108	0,113	129	35,5	13,90	59,1	2,9	1,51	0,07	0,02	1,37	210	99	51,5	3,45
ALL	Wyhra	PL5	10.07.2019	0,06	11,0	450	0,02	0,89	0,24	0,069	0,171	83	17,5	7,67	36,3	3,5	1,25	<0,03	0,01	2,24	154	59	25,3	2,45
ALL	Pleißer	PL6	10.07.2019	0,17	11,0	620	<0,01	6,28	0,56	0,118	0,271	106	29,9	9,99	50,6	3,2	1,55	<0,03	0,01	1,64	182	88	44,0	2,17
ALL	GWRA MIBRAG	PL6A	10.07.2019	0,06	7,2	1.710	0,01	1,10	0,11	0,022	1,280	374	54,2	7,35	37,3	<1	0,05	0,72	0,00	0,84	932	64	40,2	1,30
ALL	Pleißer	PL9	10.07.2019	0,12	12,0	1.120	0,01	2,85	0,19	0,018	0,730	239	42,6	8,07	44,2	2,4	0,84	0,28	0,02	1,54	524	75	40,3	4,59
ALL	Pleißer	PL10A	10.07.2019	0,13	14,0	1.150	0,02	2,56																

Vorgabetabelle für die Erfassung der Analysenergebnisse

Probenkennzeichnung																								
Monitoring-bereich	Name des Gewässers	Mess-stellen-bezeichnung	Datum der Probennahme	Base-kapazität = Acidität (pH 8,2) 3	abfiltrierbare Stoffe	Trocken-rückstand, gesamt	Aluminium, gelöst	Eisen, gesamt	Eisen, gelöst	Eisen(II)	Mangan gesamt	Calcium	Magnesium	Kalium	Natrium	Gesamt - Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Ammonium-Stickstoff	Nitrit-Stickstoff	Kjeldahl Stickstoff	Sulfat	Chlorid	gesamter anorganischer Kohlenstoff	spezieller Ionenbilanzfehler
Bereich	Ort	Messstelle	Datum	KB82	aStoff	GTR	AlGel	FeGes	FeGel	Fe2	MnGes	Ca	Mg	K	Na	Nges	NO3-N	NH4-N	NO2-N	N Kjeldahl	SO4	Cl	TIC	IBF
				[mmol/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[%]
ALL	Pleißer	PL10A	08.08.2019	0,12	9,6	950	0,02	3,20	0,16	0,044	0,557	193	35,7	8,06	42,4	2,0	1,09	0,18	0,05	0,87	423	70	36,1	3,84
ALL	Pleißer	PL16	08.08.2019	0,07	8,8	1.040	0,02	1,81	0,20	0,158	0,297	185	34,8	9,82	78,7	3,2	1,65	<0,03	0,02	1,53	438	104	36,3	2,52
ALL	Pleißer	PL18	08.08.2019	0,09	11,0	1.100	0,02	1,32	0,18	0,076	0,289	196	38,1	9,75	76,5	2,2	1,31	0,03	0,01	0,88	494	98	32,4	2,72
ALL	Pleißer	PL3	08.08.2019																					
ALL	Faule Pfütze		08.08.2019																					
ALL	Gösel		08.08.2019																					
ALL	Floßgraben		08.08.2019																					