

Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße

**Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**

Sachstandsbericht Juni 2016

**Impressum**

Auftraggeber: Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH  
Walter-Köhn-Straße 2  
04356 Leipzig

Auftragnehmer: **Sweco GmbH**

Postfach 11 03 65  
06017 Halle (Saale)

An der Waisenhausmauer 5  
06108 Halle (Saale)

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Steffen Schlotfeldt  
Dipl. Geoökol. Anja Pleßke  
Dipl.-Ing. Gudrun Grünig

Bearbeitungszeitraum: Januar 2016 bis Juli 2016, Oktober 2016

*Hinweis: Die Grontmij GmbH wurde am 01.03.2016 in „Sweco GmbH“ umbenannt.*

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Zielstellung</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings</b>	<b>10</b>
2.1	Grundwasserzustrom zur Pleiße	10
2.1.1	Grundwassermonitoring – Montanhydrologisches Monitoring der LMBV (MHM) und Dritter	10
2.1.1.1	Entwicklung der Grundwasserdynamik	12
2.1.1.2	Entwicklung der Eisen- und Sulfatkonzentrationen im Zustrom der Pleiße	14
2.1.2	Monitoring Messplatz Kippe Witznitz	28
2.1.3	Zusammenfassung	31
2.2	Monitoring Pleiße	31
2.2.1	Entwicklung der pH-Werte, Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße	36
2.2.1.1	pH-Werte	37
2.2.1.2	Eisen-Konzentrationen	38
2.2.1.3	Sulfat-Konzentrationen	39
2.2.2	Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten in der Pleiße	45
2.2.2.1	Abflüsse	45
2.2.2.2	Eisen-Frachten	46
2.2.2.3	Sulfatfrachten	47
2.2.3	Monitoring der Landesdirektion Sachsen am Pegel Böhlen	47
2.2.4	Sedimentationsuntersuchungen in der Pleiße	50
2.2.4.1	Schlammstärken vom direkten Uferbereich bis 2,0 m Uferentfernung im	50
2.2.4.2	Schlammstärken im Rückstaubereich der 3 Wehre bei Abflussklasse 1 bis 3	51
2.2.4.3	Eisengehalte der Sedimente im Rückstaubereich der Wehre in den Abflussklassen 1 – 3	52
2.2.4.4	Abschätzung der Schlammengen, Schlammmassen und Eisenmassen im	52
2.2.4.5	Beurteilung der Sedimentproben aus dem Rückstaubereich des Trachenauer	54
2.2.5	Zusammenfassung	55
<b>3</b>	<b>Realisierte bzw. geplante Maßnahmen zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße</b>	<b>57</b>
3.1	Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen	57
3.2	Umverlegung der Pleiße im Bereich des Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen – Fortschreibung der Frachtbetrachtung	60
<b>4</b>	<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>68</b>
4.1	Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring	68
4.2	Maßnahme 2 – Grundwassermonitoring (Messplatz, MHM/Dritte)	72
4.3	Maßnahme 4 – Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)	76

	Seite	
4.4	Maßnahme 5.1 – Reduzierung des Sickerwasterzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen - Versuchsuntersuchungen	78
4.5	Maßnahme 5.2 – Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet	80
4.6	Maßnahme 5.5 – Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2	81

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Unterirdische Einzugsgebiete der Pleiße 2010, 2100	11
Abbildung 2-2:	Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2015	12
Abbildung 2-3:	Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2010/2014	13
Abbildung 2-4:	Auswahl der Messstellen aus der Datenbasis 2015 (siehe Anlage 6), mit Angabe des Jahres, seit wann Messwerte vorliegen	15
Abbildung 2-5:	Anzahl der jährlichen Probenahmen in der Datenbasis 2015 im Einzugsgebiet der Pleiße (in Datenbasis für die weitere Auswertung ausgewählt)	16
Abbildung 2-6:	Eisenkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2015	18
Abbildung 2-7:	Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2015	19
Abbildung 2-8:	Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	20
Abbildung 2-9:	Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen)	21
Abbildung 2-10:	Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	21
Abbildung 2-11:	Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen)	22
Abbildung 2-12:	Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2015	24
Abbildung 2-13:	Sulfatkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2015	25
Abbildung 2-14:	Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen	26
Abbildung 2-15:	Verhältnis der Sulfat- und Eisenkonzentrationen bzw. des pH-Wertes aller Grundwasserproben im EZG der Pleiße (jeweils letzter Messwert-Bilanzgebiete 4, 7, 50 hervorgehoben)	27
Abbildung 2-16:	Übersicht der Messstellen Messplatz Kippe Witznitz	29
Abbildung 2-17:	Lage der Messstellen Pleiße monitoring, relevante Zuflüsse in die Pleiße	32
Abbildung 2-18:	Mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen 2010-2015; Darstellung der Probenahmetermine und Zuordnung in die fünf Abflussklassen	36
Abbildung 2-19:	Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 1 ( $2 - 3 \text{ m}^3/\text{s}$ )	40

	Seite
Abbildung 2-20: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 2 (3 – 5 m <sup>3</sup> /s)	41
Abbildung 2-21: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 3 (5 – 8 m <sup>3</sup> /s)	42
Abbildung 2-22: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 4 (8 – 10 m <sup>3</sup> /s)	43
Abbildung 2-23: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 5 (>10 m <sup>3</sup> /s)	44
Abbildung 2-24: Abflüsse in der Pleiße bei vier verschiedenen Abflussklassen 2015 [4n]	45
Abbildung 2-25: Eisen(ges)-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2015 [4n] (Messungen AK4 am 1.12.2015 bzw. 8.12.2015)	46
Abbildung 2-26: Sulfat-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2015 [4n]	47
Abbildung 2-27: Darstellung der Probenahmetermine der Landesdirektion Sachsen und Zuordnung in die fünf Abflussklassen von 2010 bis 2015	48
Abbildung 2-28: Darstellung des pH-Wertes am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 von 2010 - 2015	48
Abbildung 2-29: Darstellung der Eisen-Konzentrationen am Pegel Böhlen in den Jahren 2010 – 2015	49
Abbildung 2-30: Darstellung der Sulfat-Konzentration am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 in den Jahren 2010 – 2015	49
Abbildung 2-31: Schlammstärken 2,00 m vom linken Uferbereich entfernt bei vier verschiedenen Abflussklassen in der Pleiße 2015 [4n]	51
Abbildung 2-32: Eisengehalte der Sedimente im Rückstaubereich der Wehre (800 m Länge) bei Abflussklasse 1 bis 3 für 2015 [4n]	52
Abbildung 3-1: Zeitlicher Verlauf der Sickerwassermengen – Lysimeter 12/1, 12/2 und 12/3 [9f]	59
Abbildung 3-2: Zeitlicher Verlauf der Sickerwassermengen – Lysimeter 14/2 und 14/4 [9f]	59
Abbildung 3-3: Prinzip der angedachten Umverlegung der Pleiße, Bewirtschaftungsschema gem. Aufgabenstellung für die Planungsleistungen [15c]	61
Abbildung 3-4: relevante Zuflüsse/Einleitungen bzw. Ausleitungen im Bereich der geplanten Pleißeumverlegung	63
Abbildung 3-5: Zeitlicher Verlauf der Ausleitmenge Hainer See in die Pleiße	64
Abbildung 3-6: Verhältnis von Abfluss PL9 zu Konzentration Fe(ges), 20 Messungen im Zeitraum 13.11.2014 bis 03.05.2016	64
Abbildung 3-7: Tagesmittelwerte Pegel Böhlen, Durchfluss 1992..03/2016 [Daten LDS]	65
Abbildung 3-8: Verhältnis des Abflusses an PL9 (~PL10A) zum Abfluss Pegel Böhlen	65
Abbildung 3-9: Ergebnisse der Betrachtung des Wirkungsgrades in Abhängigkeit von der Nutzung der Fischtreppe am Trachenauer Wehr (Zeitraum s. Abb. 3-7)	66
Abbildung 3-10: Verlauf des fiktiven Speichervolumens resultierend aus Zufluss und möglichen Abfluss	67
Abbildung 4-1: Abfluss Pegel Böhlen, zeitliche Einordnung der Sedimentuntersuchungen sowie der Abschätzung der Schlammengen vor den Wehren	70

Abbildung 4-2: Grundwassermessstellen im Bereich der Kippe Witznitz	Seite 74
Abbildung 4-3: zeitlicher Verlauf der gemessener Fe(gel)-Konzentrationen ausgewählter Rammpegel auf der Kippe Witznitz (RKB15 + RKB16: letzte Probenahme 2010)	73

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Arbeitsstand der im 21. VAK abgestimmten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet	8
Tabelle 2-1: Übersicht der Quellen zur Datenbasis 2015	14
Tabelle 2-2: Messstellen Messplatz Witznitz, Aufstellung der bisherigen Probenahmen	28
Tabelle 2-3: Bewertung der GW-Analysen der Mehrfachmessstellen und Rammpegeln, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3d]	30
Tabelle 2-4: Lage der Messstellen (Fluss-km und Koordinaten); blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015	33
Tabelle 2-5: Wasseruntersuchungen bei 4 verschiedenen Abflussklassen (gem. Jahresbericht 2015 [4n])	37
Tabelle 2-6: Übersicht der bergbautypischen Parameter der Kleine Pleiße in zeitlicher Abfolge	37
Tabelle 2-7: Schlammengen berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre in der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Schlammengen 2014	53
Tabelle 2-8: Schlammmassen berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Schlammmassen 2014	53
Tabelle 2-9: Eisenmassen berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre in der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Eisenmassen 2014	54
Tabelle 3-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter von 2009 bis 2016 ([9f] ergänzt)	58
Tabelle 3-2: Bauwerke/Objekte, die mit der Planung zu berücksichtigen sind [15c]	61
Tabelle 4-1: Bewirtschaftungsplan auf der Kippe Witznitz, Bestandteil der Vereinbarung zwischen LMBV und der Osterland Agrar GmbH	77

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtsplan (1:50.000)
Anlage 2	Auswertung Monitoring Grundwasserdynamik MHM der LMBV (1:50.000)
Anlage 3	Auswertung Monitoring Grundwassergüte – Auswahl der Messstellen (1:50.000)
Anlage 4	Auswertung Monitoring Grundwassergüte – Parameter Eisen (1:40.000)
Anlage 5	Auswertung Monitoring Grundwassergüte – Parameter Sulfat (1:40.000)
Anlage 6	Tabelle: Datenbasis zur Grundwasserbeschaffenheit im Pleiße-Einzugsgebiet - Berichtsjahr 2015 (nur digital)

## Quellenverzeichnis

Fortschreibung der Quellen gem. Endbericht Phasen 1 und 2 [1e]  
(vollständig, einschl. Protokolle VAK digital auf DVD beiliegend)

- [1e] Grontmij GmbH, „Pilotprojekt - Untersuchung der Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration der eisenbelasteten Grundwässer aus den Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra - Phase 1 und 2,“ 2014.
- [1f] LMBV – „Konzept für Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße (Phase 3 des Pilotprojektes zur Untersuchung der Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration der eisenbelasteten Grundwässer aus den Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra)“ 31.01.2014
- [1g] Grontmij GmbH, Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt, Jahresbericht 2014, 04.08.2015
- [1h] Grontmij GmbH, Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt, Zwischenbericht 2015, 06.11.2015
- [3d] Hubert Beyer Umwelt Consult, Ergebnisbericht Montanhydrologisches Monitoring Westsachsen/Thüringen, Monitoring Messplatz Kippe Witznitz, Beprobung August-September 2015, 30.06.2016

		Seite
[4h]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft Lauchhammer mbH; Endbericht-Sedimentation Monitoring Fließgewässer Pleiße Kippengebiet Witznitz 2008/2009: Auswertung von Tellerfallen- und Zylinderfallenmessungen und Sohlsedimentbeprobungen; 22.12.2009 (Überarbeitung Stand 12.04.2010)	
[4i]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Endbericht Wasseruntersuchungen Monitoring Fließgewässer Pleiße Kippengebiet Witznitz, Auswertung der Standarduntersuchungen 1 bis 26, sowie zusätzlicher Untersuchungen der Faulen Pfütze, Gösel und des Floßgrabens, des Einsatzes von Drucksensoren im Untersuchungsgebiet Kippe Witznitz und der Vergleichsmessungen zum Durchfluss am Pegel Böhlen 2008/2009; 24.3.2010	
[4j]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Monitoring Fließgewässer Pleiße, Kippengebiet Witznitz, Endbericht Wasseruntersuchungen Auswertung der Standard-Wasseruntersuchungen 1 – 6 in den Jahren 2010, 2011, 2012; 29.11.2012, 04.11.2013 (Änderung)	
[4k]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Monitoring Fließgewässer Pleiße, Kippengebiet Witznitz, Endbericht Sedimentation Auswertung der Sedimentationsmessungen mit Tellerfallen und Zylinderfallen in der Pleiße im Mai und Juni 2011; 29.11.2012, 04.11.2013 (Änderung)	
[4l]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 2014, Jahresbericht Wasseruntersuchungen, Auswertung der Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 2, 3, 4. 27.02.2015 (Entwurf); 24.09.2015	
[4m]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 2014, Jahresbericht Sedimentuntersuchungen, 25.03.2015 (Entwurf); 07.10.2015 Endfassung	
[4n]	SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 1.3.2015 – 31.12.2015, Jahresbericht 2015, Wasser- und Sedimentuntersuchungen, Auswertung der Untersuchungen bei Abflussklasse 1 bis 4, 13.06.2016 (Lesefassung)	
[6e]	Wasserbeschaffenheitsmodellierung der Pleiße unter dem Einfluss der Eisenexfiltration aus Bergbaukippen - Entwicklung und Anwendung des Eisenbausteins und Entwicklung eines reduzierten Fließgewässerbeschaffenheitsmodells für den Parameter Eisen; Endbericht, Bietergemeinschaft ECOSYSTEM SAXONIA GmbH, IBGW GmbH, 04.05.2011	
[6f]	Anlage von [6e] Wasserbeschaffenheitsmodellierung der Pleiße unter dem Einfluss der Eisenexfiltration aus Bergbaukippen Bearbeitungsteil: Grundwasserbürtige Eiseneinträge in die Pleiße zwischen Regis-Breitungen und Leipzig; IBGW GmbH in AG mit Ecosystem Saxonia GmbH Dresden; 25.02.2011	
[8f]	HTWK Leipzig; Untersuchungsbericht Numerische Modellierung und Simulation des Strömungs- und Sedimentationsverhaltens im Stausee Rötha einschl. In-situ-Messung zur Schaffung der Datengrundlage - Hauptuntersuchung - Numerische Simulation; 25.06.2012	
[9f]	GFI GmbH Dresden „Großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuchs Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße, Jahresbericht 2015, 25.05.2016	
[14a]	GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden, Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschließlich Untersuchungen zur Verwertung von Eisenhydroxidschlämmen; 30.09.2015	

	Seite
[15a] ARGE Gewässersanierung LMBV (Rahmengutachter LMBV); Bewertung der GW-Exfiltration Kippe Witznitz Minderung der Eisen und Sulfateinträge in die Pleiße, Anmerkungen zu Berichten der Maßnahmen zur Minderung von Eiseneinträgen durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße; 04.09.2015	
[15b] ARGE Gewässersanierung LMBV (Rahmengutachter LMBV); Methodik zur Ermittlung der Eisenfrachteinträge in den Kahnsdorfer See, 04.02.2016	
[15c] LMBV mbH, Aufgabenstellung für Planungsleistungen der Objektplanung Ingenieurbauwerke Leistungsphasen (LPH) 1-2 Fachplanung Tragwerksplanung LPH 1-2, Fachplanung Technische Ausrüstung LPH 1-2 Geotechnische Beratungsleistungen und Besondere Leistungen zum Vorhaben Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehemaligen Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen; 21.06.2016	
[16a] TU Bergakademie Freiberg, GEOMontan Freiberg, IBGW Leipzig, GFI Dresden; Sulfatprognose für die bergbaubeeinflussten Bereiche der Grundwasserkörper SAL GW 059 und SAL GW 051 im Südraum Leipzig – Abschlussbericht (Kurzfassung), 22.05.2015	
[16c] LMBV, LMBV-Rahmengutachter, GFI, DGFZ; LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Mitteldeutschland - Gestaltung von Gewässersystemen in den Bergbaufolgelandschaften Mitteldeutschlands; 29.02.2016	

## 1 Veranlassung und Zielstellung

Im Rahmen der Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt „Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße“ ist die Sweco GmbH mit der Erstellung eines Jahresberichtes beauftragt.

Dieser Bericht knüpft an den vorliegenden Jahresbericht 2014 [1g] und den Zwischenbericht 2015 [1h], welcher in Vorbereitung des 21. VA erstellt wurde, an.

Auch unter Berücksichtigung der Hinweise des 21. VAK stellt dieser Bericht nunmehr einen Sachstandsbericht vom Juni 2016 dar, um auch die laufenden Untersuchungen, die bis dahin bearbeitet und dokumentiert wurden, einzubinden.

Neben der Erfassung des Sachstandes werden die bis dato gesammelten Messergebnisse des Grundwasser- und Fließgewässermonitorings zusammengeführt und bewertet.

Die Auswertung bezieht sich dabei auf folgende Datengrundlagen der Grundwasserdynamik und -güte:

- Ergebnisse des Monitorings am Messplatz Kippe Witznitz (Mehrfachmessstellen, Rammpegel, Hangwasser);
- Montanhydrologisches Monitoring der LMBV (Dynamik und Güte) sowie Grundwassergütemonitoring Dritter (MIBRAG, Vattenfall, LDS) im Einzugsgebiet der Pleiße.

Das Fließgewässermonitoring der Pleiße beinhaltet Wasser- und Sedimentuntersuchungen.

Im Rahmen der Gesamtbetrachtung werden die vorliegenden Untersuchungen bewertet und im Gesamtkontext erläutert. Weiterhin sind Empfehlungen aus den Fachberichten aufzugreifen, zu überprüfen und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick zum Sachstand des abgestimmten Maßnahmenprogramms.

**Tabelle 1-1:** Arbeitsstand der im 21. VAK abgestimmten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet

	<b>Bearbeiter</b>	<b>Stand der Bearbeitung</b>
<b>Maßnahme 1 [4n]</b>		
Fließgewässermonitoring Pleiße	SGL	Jahresbericht 2015, 13.06.2016 (Lesefassung)
<b>Maßnahme 2 [3d]</b>		
Grundwassermonitoring – Messplatz Kippe Witznitz	Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH	Ergebnisbericht 08-09/2015, 19.01.2016 (Lesefassung)
MHM der LMBV und Dritter	Fortschreibung der Datenbasis durch Sweco	dokumentiert im vorliegenden Bericht
<b>Maßnahme 4</b>		
Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)	IBGW	in Beauftragung, Bearbeitung bis Ende III/2016

	<b>Bearbeiter</b>	<b>Stand der Bearbeitung</b>
<b>Maßnahme 5.1 [9e]</b>		
Reduzierung des Sickerwasterzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen (Versuchsflächen, Lysimeterflächen und Großversuch Luzerneanbau)	GFI	Jahresbericht 2015, 25.05.2016 (Version 12.07.2016)
<b>Maßnahme 5.2</b>		
Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet	N. N.	in Beauftragung, Bearbeitung bis September 2016
<b>Maßnahme 5.5</b>		
Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS	N. N.	VOF-Verfahren bis Ende 34. KW, Bearbeitung (Vorplanung) bis September 2017

Für die Maßnahmen 1 bis 5.1 wird eine Bewertung durchgeführt. Die Bearbeitung der Untersuchungen/Planungen der Maßnahmen 5.2 (Ableitung von Sanierungsstandorten) sowie 5.5 (Vorplanungsleistungen: Umverlegung der Pleiße zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen) hat zum Zeitpunkt der Erstellung des Sachstandsberichtes noch nicht begonnen. Insofern werden aus Sicht der Gesamtbetrachtung Hinweise abgeleitet.

Für die zuletzt genannte Maßnahme erfolgt die Aktualisierung der Frachtbetrachtung (aus [1h]) zur Vorabschätzung der Wirksamkeit der Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See unter Berücksichtigung der aktuellen Monitoringergebnisse [4n].

## **2 Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings**

Die LMBV betreibt im Untersuchungsraum ein umfangreiches Messnetz zur Überwachung der Grundwasserdynamik und -güte. Gemäß Aufgabenstellung wurden neben den Daten der LMBV auch Monitoringergebnisse Dritter abgefragt und ausgewertet.

Im aktuellen Jahresbericht konnten auch die Daten von Vattenfall berücksichtigt werden, was aufgrund der späten Übergabe im Vorjahr leider nicht möglich war.

### **2.1 Grundwasserzustrom zur Pleiße**

#### **2.1.1 Grundwassermonitoring – Montanhydrologisches Monitoring der LMBV (MHM) und Dritter**

Im Rahmen des Montanhydrologischen Monitorings (MHM) betreibt die LMBV ein umfangreiches Grundwassermessnetz, welches neben der Beobachtung der Grundwasserdynamik auch die Grundwassergüte umfasst.

Die Beschreibung der Entwicklung der Grundwasserdynamik erfolgt auf der Basis der durch die LMBV zur Verfügung gestellten Hydroisohypsenpläne des MHM. Die Jahresberichte zum MHM befinden sich derzeit in Bearbeitung, daher wird der aktuell bekannte Sachstand Grundwasserdynamik 2014 dargestellt und ausgewertet.

Im Frühjahr 2016 erfolgte wiederum eine Abfrage der Gütedaten zur Fortschreibung der im Jahresbericht 2014 [1g] erstellten Datenbasis.

Die Herleitung des Betrachtungsgebiets wurde bereits im letzten Bericht erläutert. Mit dem Schwerpunkt der Minderung der Eiseneinträge durch die Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße ist das unterirdische Einzugsgebiet (Grundwassereinzugsgebiet) der Pleiße relevant (siehe Abbildung 2-1).

Die Auswahl der Messstellen erfolgte in den Einzugsgebieten, die für die Jahre 2010 und 2100 festgestellt bzw. prognostiziert wurden. Eine Verifizierung der Einzugsgebiete ist mit Fortschreibung der Hydrogeologischen Modellierung (Maßnahme 4, siehe Tabelle 1-1, S.8) zu erwarten.

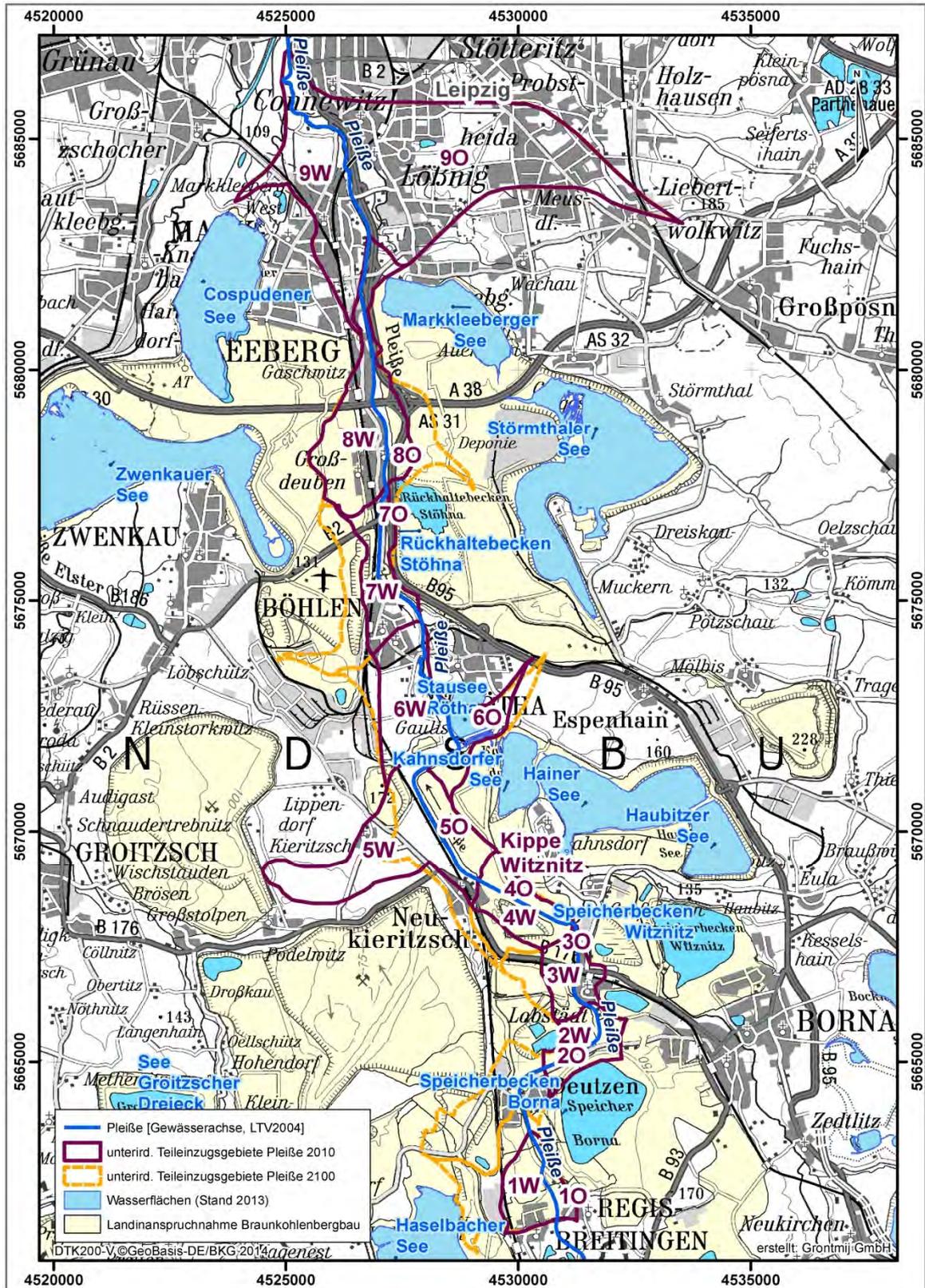
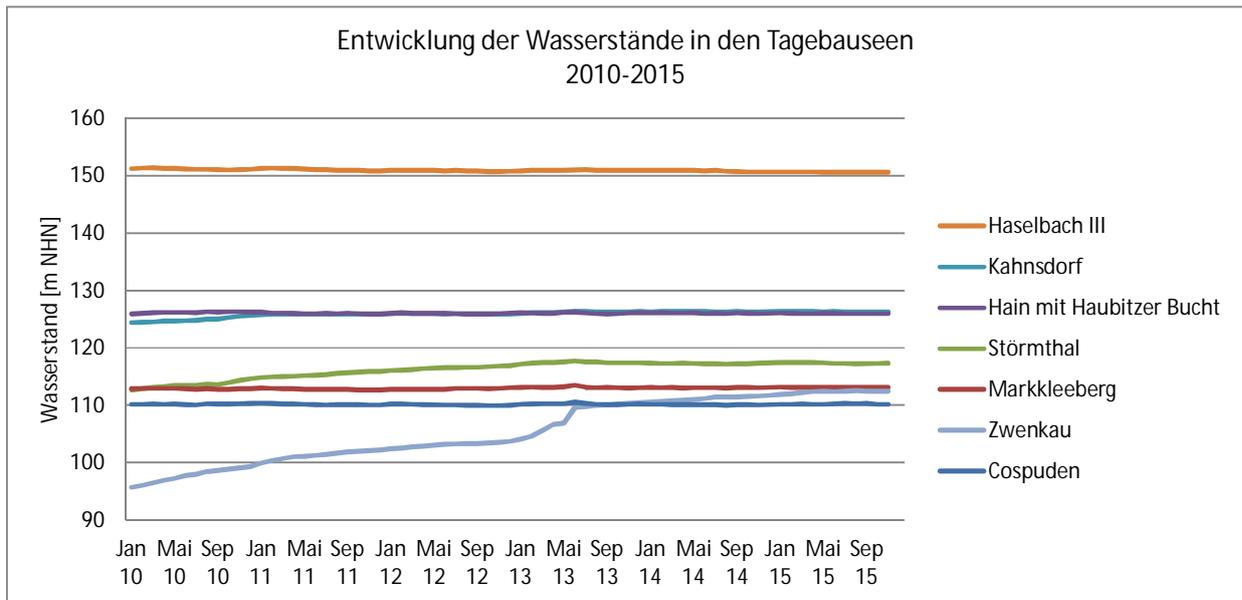


Abbildung 2-1: Unterirdische Einzugsgebiete der Pleiße 2010, 2100

### 2.1.1.1 Entwicklung der Grundwasserdynamik

Die Flutung der Tagebauseen im Südraum von Leipzig ist weitestgehend abgeschlossen (Abbildung 2-2). Wesentliche Anstiegsraten traten im Bezugszeitraum nur am Zwenkauer See auf 112,5 m NHN auf (+ 2,1 m). Die Herstellung des Zwenkauer Sees soll mit der Inbetriebnahme des Harthkanals als Regelauslass in den Cospudener See Ende 2022 abgeschlossen werden. Zwischenzeitlich erfolgt die Seewasserspiegelhaltung mittels einer temporären Wasserhaltung bis +112,5 m NHN [16c].



**Abbildung 2-2:** Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2015

Im Einzugsgebiet der Pleiße sind die Veränderungen der Grundwasserstände weit weniger stark ausgeprägt. Im Vergleich 2013/2014 waren im Einwirkungsbereich des aktiven Bergbaus relevante Grundwasserstandsveränderungen zu beobachten (Bilanzgebiet 5W). Die Grundwasserstände in den Bilanzgebiet 7W wurden durch den Grundwasserwiederanstieg im Territorium des ehemaligen Tagebaues Zwenkau beeinflusst.

Außerhalb des GW-Einzugsgebietes des Pleiße sind relevante Anstiege noch nordwestlich des Störmthaler Sees zu verzeichnen.

Der Vergleich der Grundwasserstände im Betrachtungsgebiet zwischen 2010 und 2014 ist in Abbildung 2-3 (S.13) dargestellt.

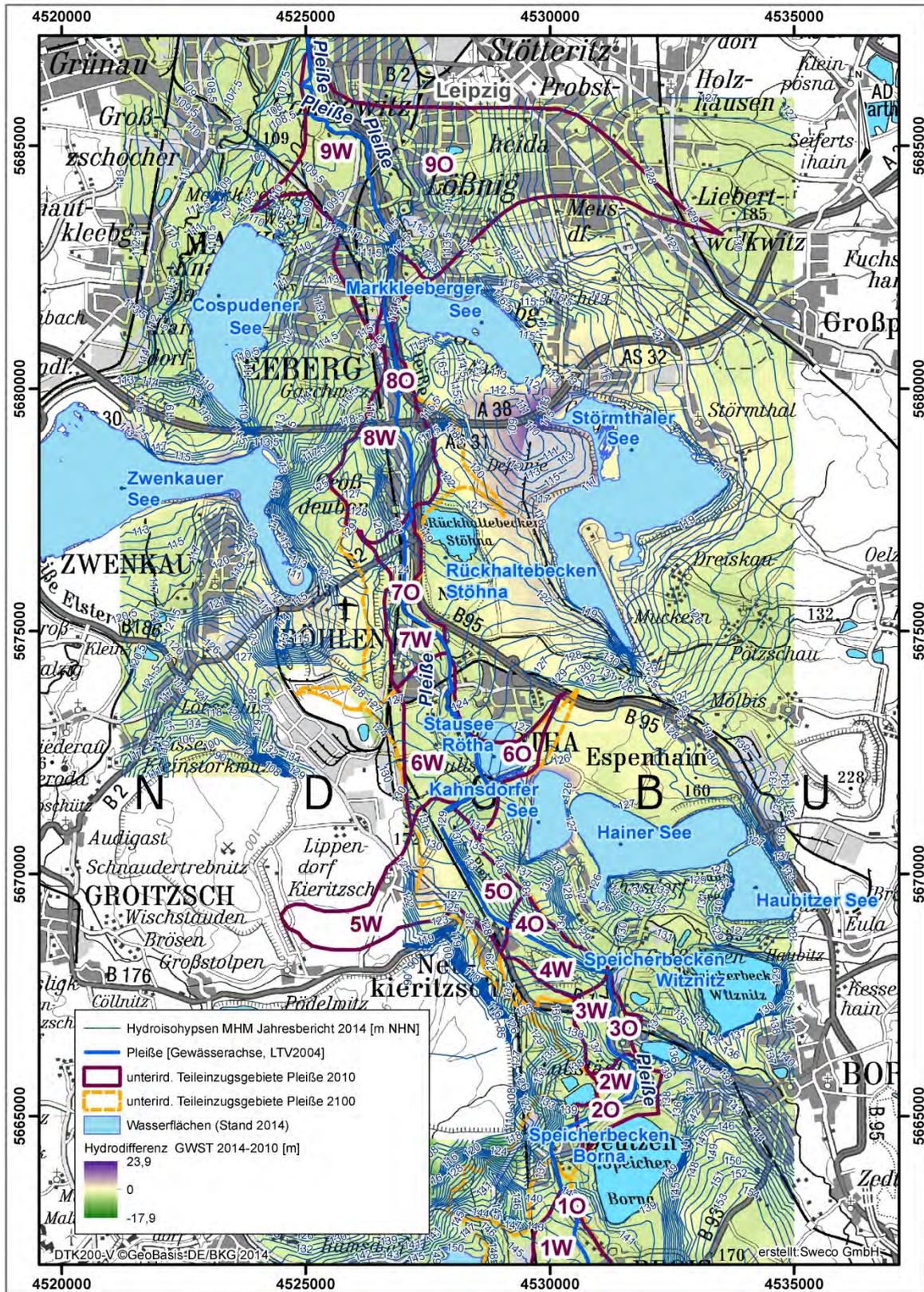


Abbildung 2-3: Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2010/2014

### 2.1.1.2 Entwicklung der Eisen- und Sulfatkonzentrationen im Zustrom der Pleiße

Die Daten aller im Untersuchungsgebiet vorliegenden Monitoringprogramme zur Grundwasserbeschaffenheit wurden in eine einheitliche Datenbasis überführt.

Die Datentabelle zur Grundwasserbeschaffenheit (Anlage 6) im vorgegebenen Untersuchungsgebiet enthält:

- Datenquelle (Nummerierung erläutert in Tabelle 2-1)
- Stand der Aktualisierung/ Aktualisiert am
- Stammdaten der Grundwassermessstellen
- Datum der Probenahme
- Vor-Ort-Parameter
- Laboranalytik

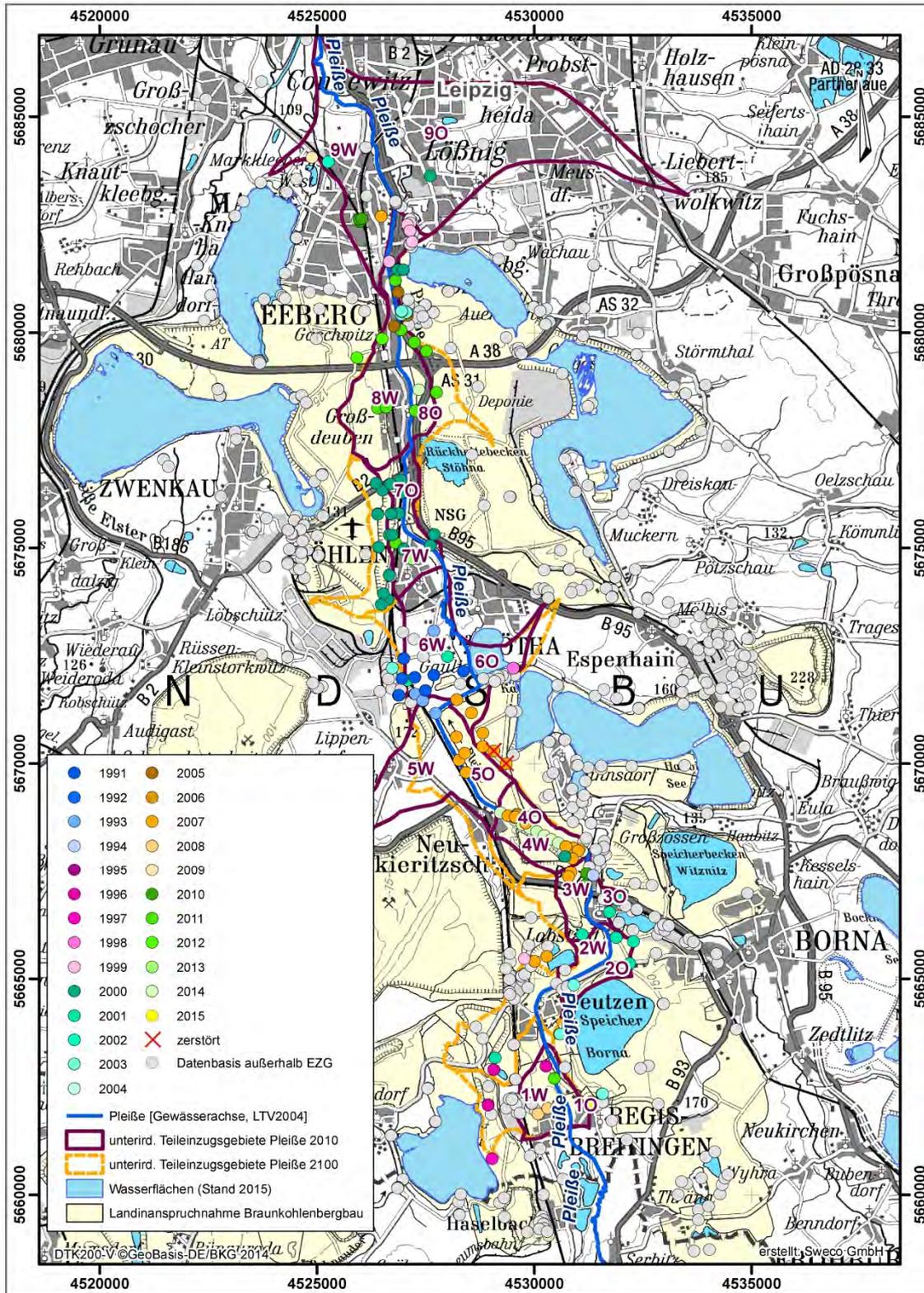
Der Aufbau der Datenbasis wurde im letzten Bericht [1g] detailliert beschrieben. Für diesen Sachstandsbericht konnten die Daten des Monitoringsprogramms von Vattenfall ebenfalls ergänzt werden.

Die Tabelle 2-1 zeigt die Datenquellen in der Übersicht einschl. der zeitlichen Verfügbarkeit. Die Daten des Monitorings am Messplatz der Kippe Witznitz sind ebenfalls in der Datenbasis integriert (siehe auch [3d] – Ergebnisbericht Beprobung 08/09 2015 Messplatz Kippe Witznitz).

**Tabelle 2-1:** Übersicht der Quellen zur Datenbasis 2015

Nr.	Monitoringprogramme in Verantwortung von	Messnetz	Kommentar	Messreihen verfügbar bis
1a	LMBV	Montanhydrologisches Monitoring - Tagebaufelder BOC, COS, ESP, REG, WIT, ZWE		Dez. 2015
1b	LMBV	Messplatz Kippe Witznitz	Messstellenbetreuung im Rahmen des MHM	Aug. 2015
2	MIBRAG	Montanhydrologisches Monitoring		Jul. 2015
3	Vattenfall	GW-Monitoring IAA Ostausfahrt Böhlen	Messstellenbetreuung durch Ingenieurbüro Dr. Armin Ussath	Okt. 2014
4	LDS	Messnetz Land Sachsen		Nov.2015
5	LTV	GW-Sondermessnetz Lobstädt, Borna	2014 + 2015 keine Untersuchung der Grundwassergüte	
6	LfULG	Messnetz Land Sachsen	in Daten LDS enthalten	
7	THLUG	Messnetz Land Thüringen	keine GWMST im EZG der Pleiße	

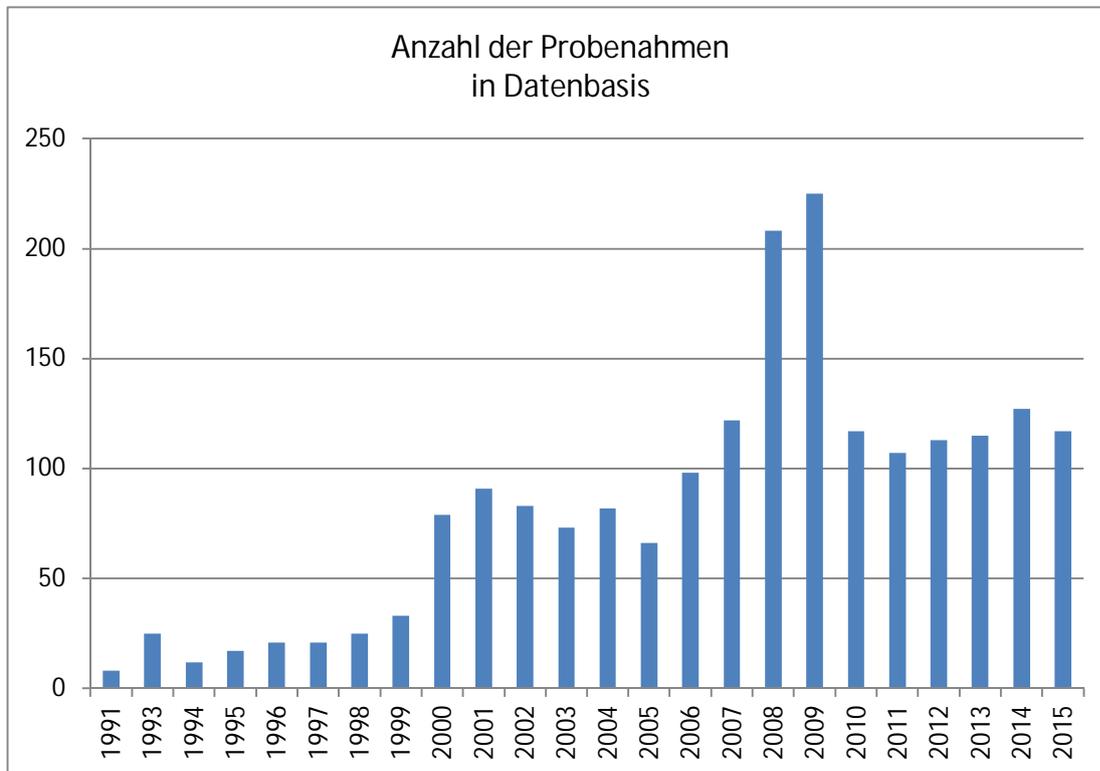
Die Lage der relevanten Messstellen mit Angabe der Messstellenummer (gem. Datenbasis, siehe Anhang) ist in der Anlage 3 ersichtlich. Weiterhin gibt die folgende Abbildung 2-4 einen Überblick über das Messnetz und den Zeitraum der zur Verfügung stehenden Messwerte.



**Abbildung 2-4:** Auswahl der Messstellen aus der Datenbasis 2015 (siehe Anlage 6), mit Angabe des Jahres, seit wann Messwerte vorliegen

Insgesamt wurden 1985 Probenahmen dem relevanten Einzugsgebiet Grundwasser zugeordnet.

Die zeitliche Verteilung ist im folgenden Diagramm dargestellt.



**Abbildung 2-5:** Anzahl der jährlichen Probenahmen in der Datenbasis 2015 im Einzugsgebiet der Pleiße (in Datenbasis für die weitere Auswertung ausgewählt)

### Parameter Eisen

Zunächst erfolgt die Auswertung für den Parameter Eisen. Mit der Aufbereitung der Datenbasis erfolgte die Auswahl und Zuordnung der Grundwassermessstellen durch die Kombination der Lage der GWMST im jeweiligen Bilanzgebiet, Grundwasserleiter sowie der Zustromrichtung. Um einen Überblick über das gesamte Spektrum der Messwerte bilanzgebietsbezogen zu erhalten, erfolgte eine weitere Zusammenfassung der Kategorie Grundwasserleiter, so dass lediglich hinsichtlich des Grundwasserleiters Kippe/außerhalb Kippe unterschieden wird.

Im Vergleich zum letzten Berichtszeitraum wurden die Pegel, die unmittelbar an der Pleiße errichtet wurden (im Rahmen des Pilotprojektes und der Vorplanung zum Sickerschlitz), jeweils in einer eigenen Auswerteeinheit zusammengefasst.

Beispiele:

- 4O\_PI\_K → Bilanzgebiet 4, östlicher Anstrom, Pegel an Pleiße, GWL Kippe
- 1O\_K\* → Bilanzgebiet 1, östlicher Anstrom, GWL Kippe, etwas außerhalb des EZG

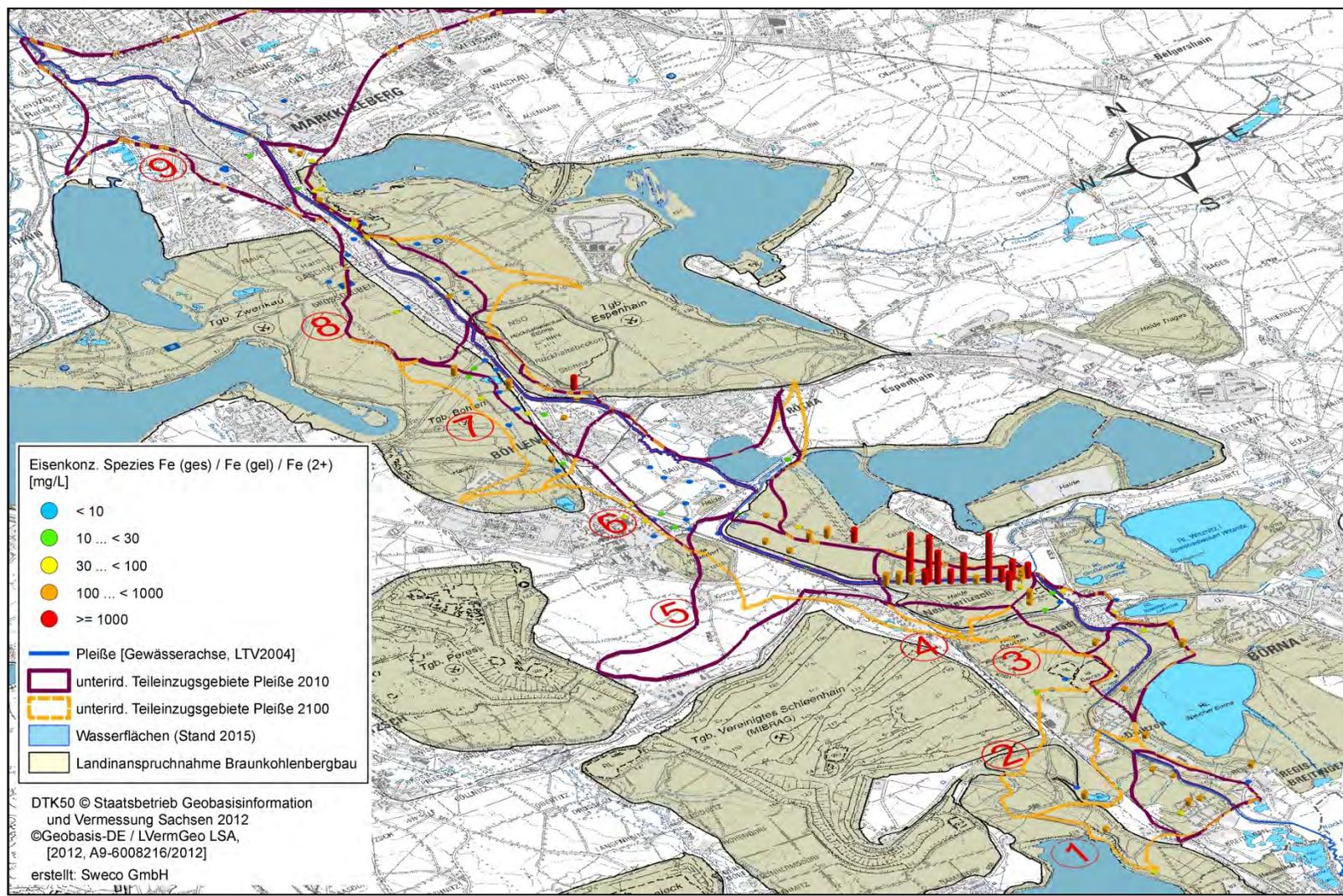
Die Datenbasis 2015 beinhaltet 1983 Beprobungen. Je nach Parameterverfügbarkeit der Konzentrationen an:

- $Fe_{ges}$  1.129 St.
- $Fe_{gel}$  647 St.
- $Fe^{2+}$  44 St.
- ohne Analysen Fe 163 St.

erfolgte die Auswertung.

Die Abbildung 2-6 (S. 18) zeigt die Statistik für den Parameter Eisen bilanzgebietsbezogen über alle Spezies. Auch hier ist das Haupteintragsbilanzgebiet 4 deutlich erkennbar. Hohe Eisenkonzentrationen wurden ebenfalls im Bilanzgebiet 7 gemessen (7O\_K, Mst. 306, 1.100 mg/l  $Fe_{gel}$ ), gleichbleibend hohes Niveau).





**Abbildung 2-7:** Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2015

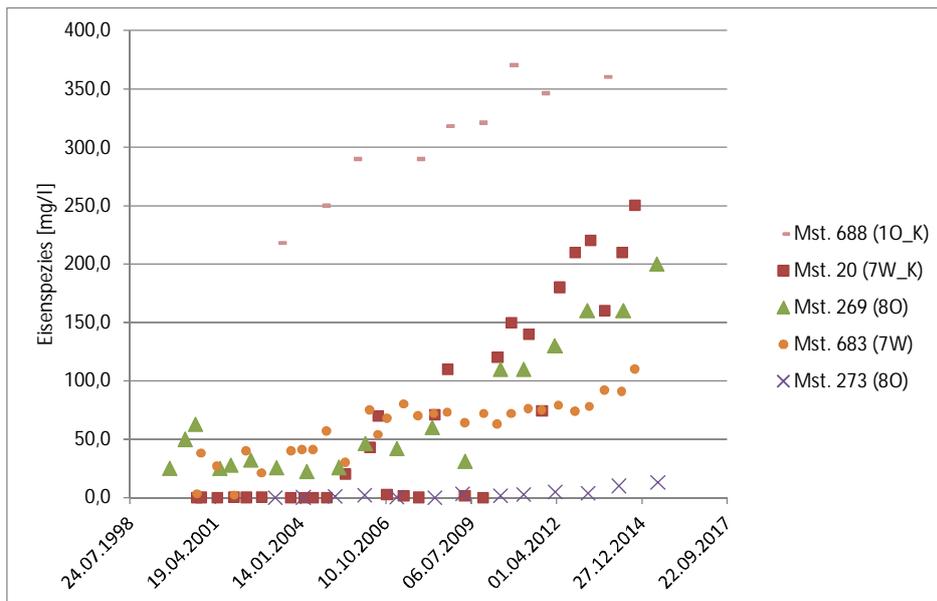
In der Anlage 4 sind die jeweils letzten Analysewerte im Lageplan dargestellt. Folgende Klasseneinteilung wurde in Abstimmung mit der LMBV verwendet.

Eisenkonz. Spezies Fe (ges) / Fe (gel) / Fe (2+)  
[mg/L]

-  < 10
-  10 ... < 30
-  30 ... < 100
-  100 ... < 1000
-  >= 1000

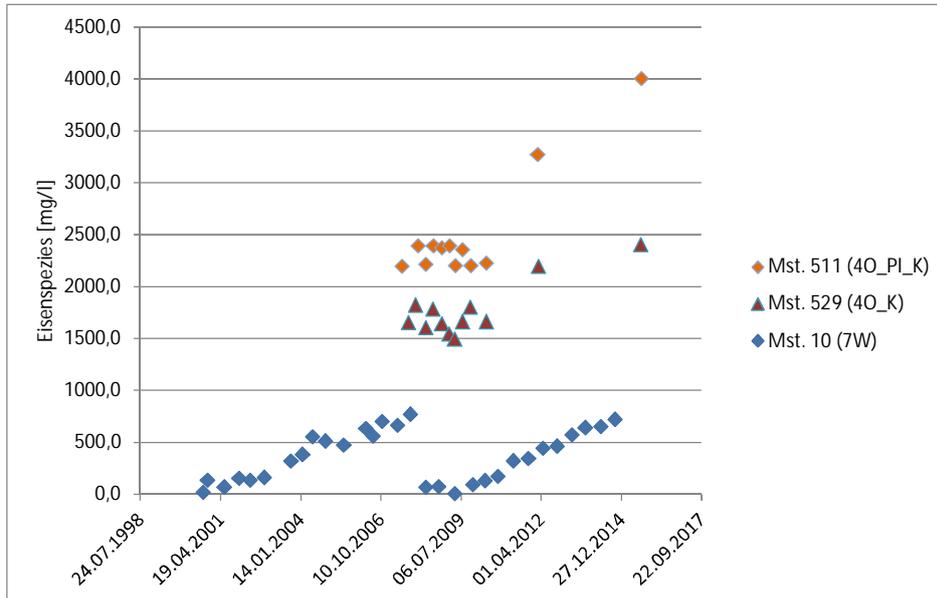
Weiterhin erfolgte die Auswertung der Zeitreihen um ggf. Tendenzen der Zunahme oder Abnahme der gemessenen Konzentrationen abzuleiten.

Die folgenden Diagramme zeigen für ausgewählte Messstellen (mit einer festgestellten Zunahme der Eisenkonzentration) den zeitlichen Verlauf.



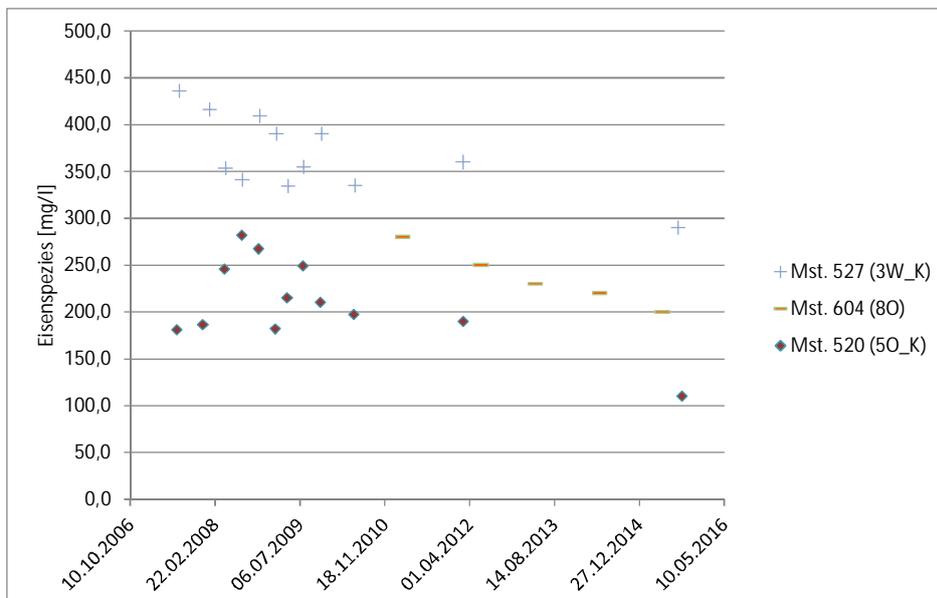
**Abbildung 2-8:** Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Der Verlauf an der Messstelle Nr. 10 zeigt bis zum Jahr 2008 eine kontinuierliche Zunahme der Eisenkonzentrationen. In den darauffolgenden Messungen wurde nur noch eine vergleichsweise geringe Eisenkonzentration gemessen. Bis zur letzten aktuelle Messungen ist wiederum ein kontinuierlicher Anstieg zu beobachten. (Ein großer Teil der Pegel im Bilanzgebiet 7W wird im Rahmen des Monitorings der IAA Ostausfahrt Böhlen kontinuierlich beobachtet).

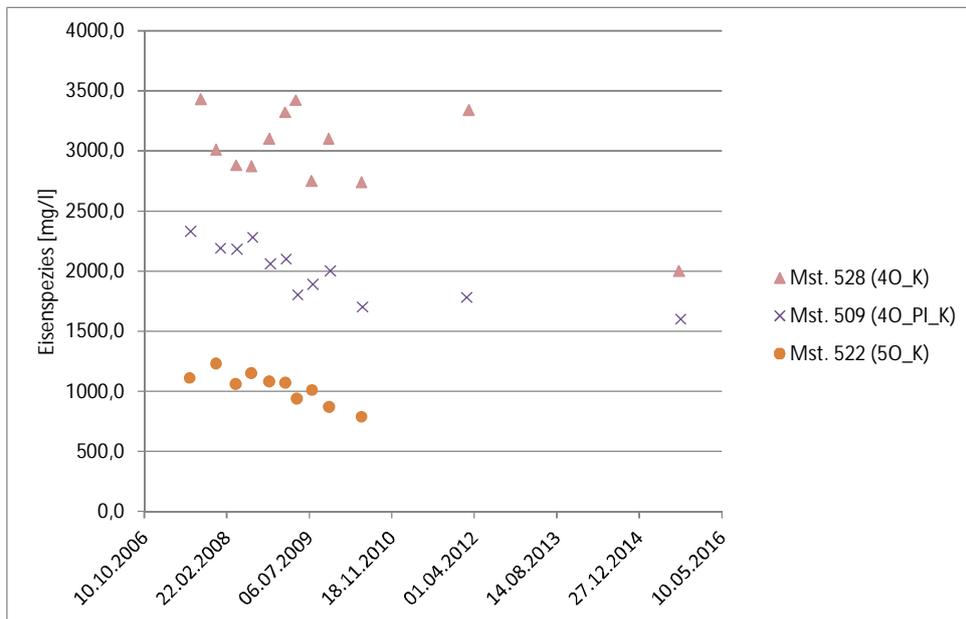


**Abbildung 2-9:** Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen)

Abnehmende Eisenkonzentrationen konnten an ausgewählten Messstellen auch festgestellt werden. Grundsätzlich ist eine einheitliche Tendenz nicht feststellbar. Zunahmen, Abnahmen der Konzentration betreffen oft auch die gleichen Bilanzgebiete.



**Abbildung 2-10:** Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen



**Abbildung 2-11:** Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen)

Die Messstelle 522 (Rammpegel 15 auf der Kippe Witznitz), wie auch der benachbarte Rammpegel 16, stehen für eine Grundwasserbeprobung nicht mehr zur Verfügung. Die letzten Probenahmen waren im Februar 2012 möglich.

## Parameter Sulfat

Einen Überblick über die Datenbasis 2015 (Leitparameter der Pyritoxidation Sulfat) zeigt das folgende Diagramm (Abbildung 2-12). Hier sind bilanzgebietsbezogenes Minimum, Maximum sowie der Median aller ermittelten Konzentrationen im GW-Zustrom der Pleiße dargestellt.

Den Schwerpunkt der Pyritoxidation bzw. des Sulfatzustromes aus dem Grundwasser in die Pleiße bildet bekanntermaßen das Bilanzgebiet 4. Die gemessenen Sulfatkonzentrationen im Bilanzgebiet 4 weisen eine hohe Bandbreite auf. Die höchsten Sulfatwerte wurden an den mehrfachverfilterten Messstellen des Kippenmessplatzes ermittelt.

Weiterhin wurden hohe Werte auch im Bilanzgebiet 7 gemessen.

Die Abbildung 2-13 (S. 25) zeigt die räumliche Verteilung der gemessenen Sulfatkonzentrationen unter Berücksichtigung der jeweils letzten Analyse.

In Abstimmung mit der LMBV erfolgte dazu im Vergleich zum letzten Bericht eine neue Klasseneinteilung der gemessenen Sulfatkonzentrationen:

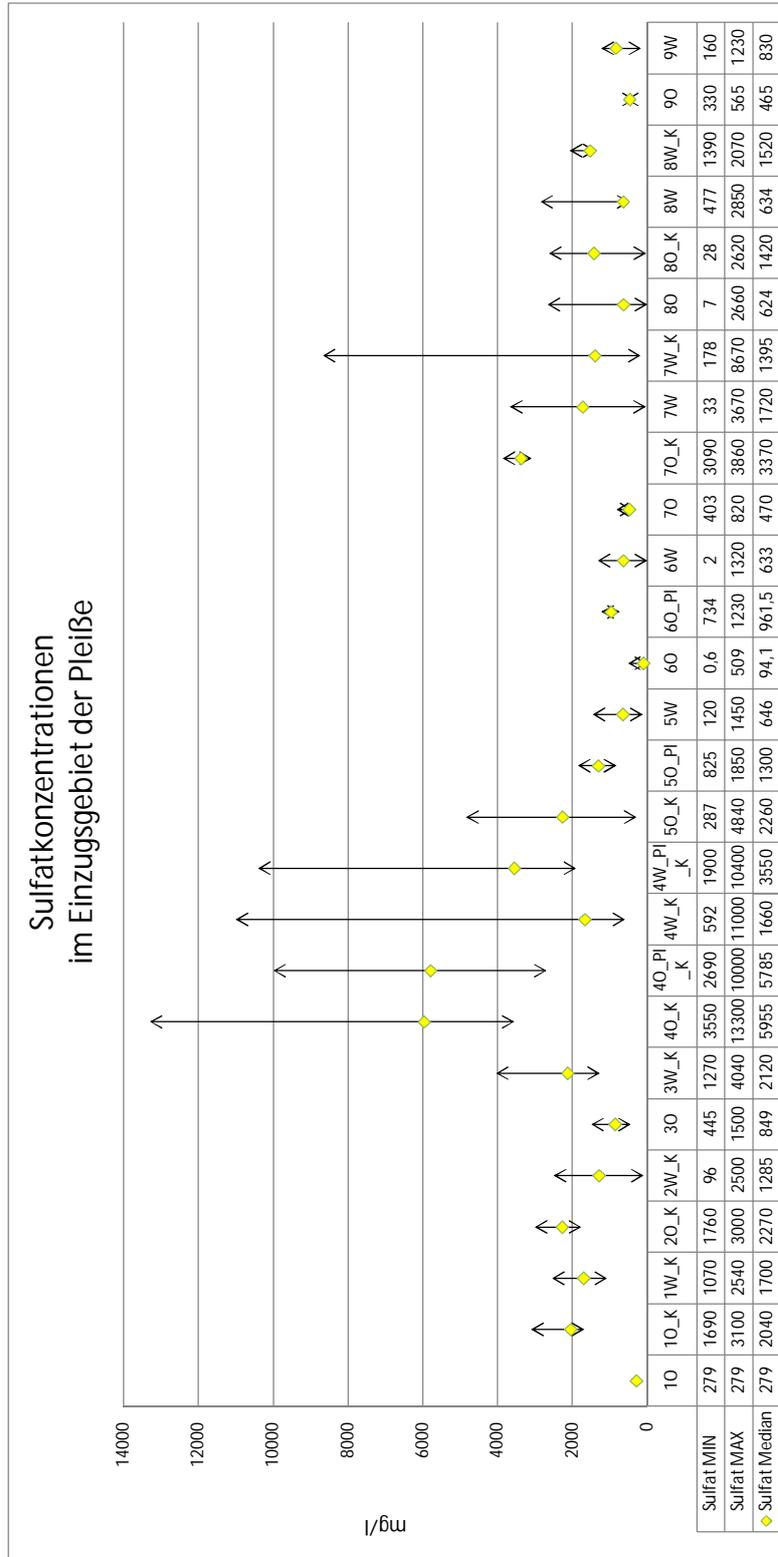


Die naturwissenschaftlich und technisch begründete fünfgliedrige Einteilung der Sulfatklassen erfolgte gem. [16a] mit folgenden Begründungen für die jeweilige obere Klassengrenze:

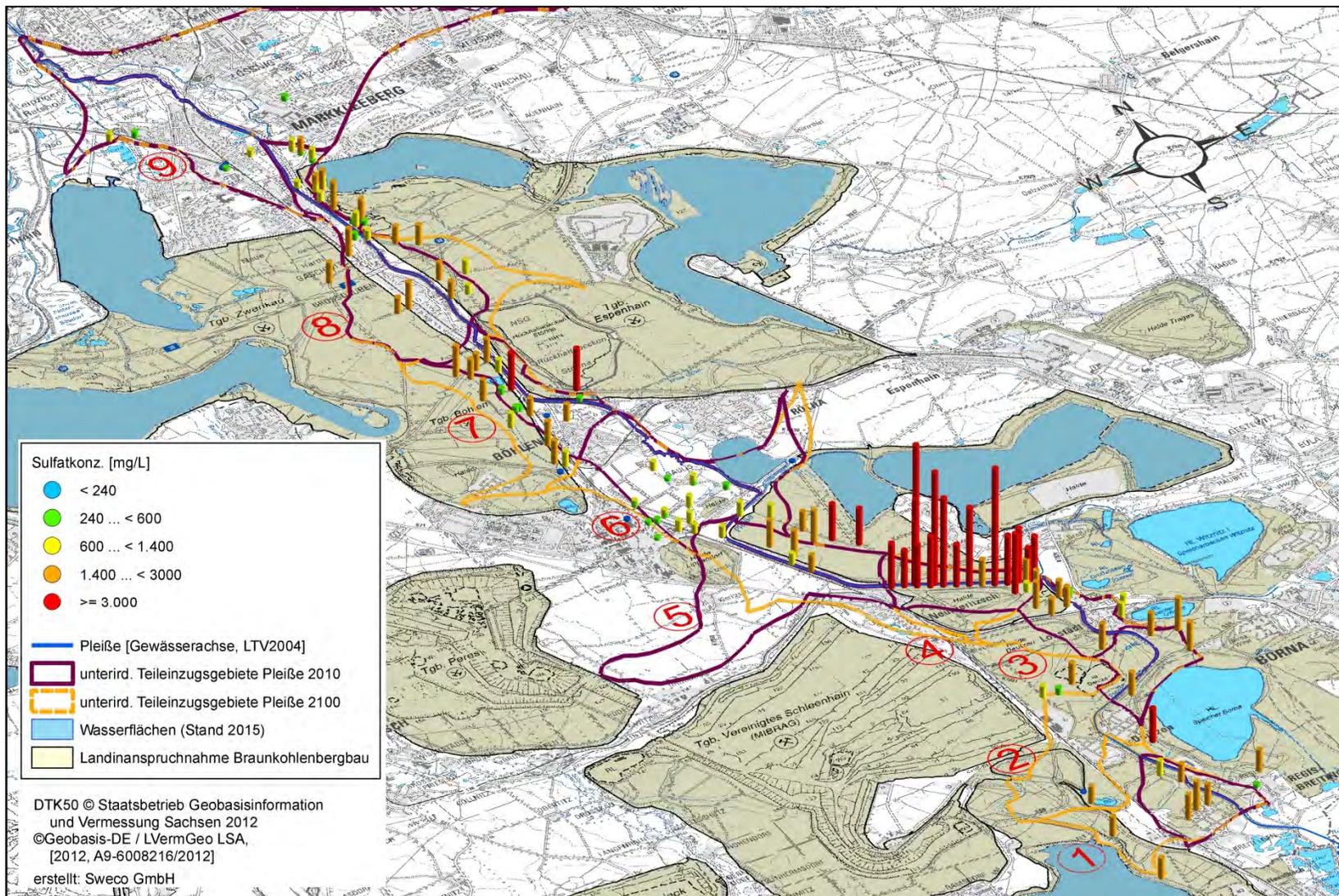
Klasse I:	Schwellenwert der Grundwasserverordnung (GrwV 09.11.2010) – 240 mg/l
Klasse II:	Grenzwert der Betonaggressivität (> 600 mg/l Angriffsgrad 2: stark angreifend)
Klasse III:	Gipssättigung in carbonatischen Grundwasserleitern – 1.400 mg/l
Klasse IV:	Grenzwert der Betonaggressivität (> 3.000 mg/l Angriffsgrad 3: sehr stark angreifend)

Insgesamt sind aus dem Verlauf der gemessenen Konzentrationen keine einheitlichen Tendenzen, bedingt durch die Heterogenität der Messstellenstandorte (Gewachsenes / Kippe / unterschiedliches Kippeninventar / Alter der Kippe etc.) und der unterschiedlichen Messstellendichte, abzuleiten. In der Anlage 5 sind die zuletzt gemessenen Sulfatkonzentrationen aufgezeigt und für die jeweilige Messstelle, insofern eine Tendenz im zeitlichen Verlauf erkennbar war, der Trend dargestellt.

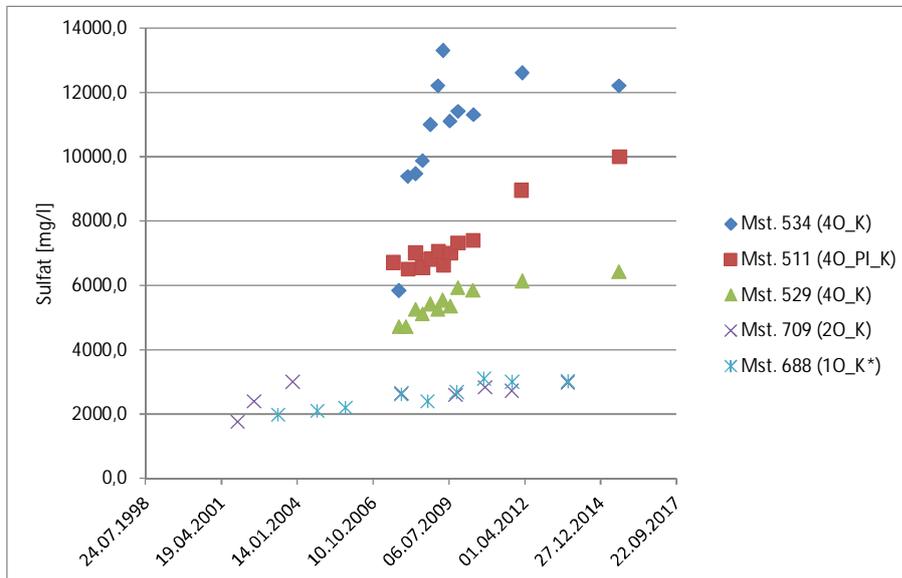
Relevante Zunahmen an Sulfatkonzentrationen wurden im Bilanzgebiet 40 an den Messstellen 534, 511 sowie 529 gemessen. Ein Anstieg der Konzentrationen, insgesamt jedoch auf einem geringeren Niveau, konnten z. B. auch an den Grundwassermessstellen 709 und 688 festgestellt werden (Bilanzgebiete 20\_K bzw. 10\_K). Der konkrete Verlauf ist im Diagramm Abbildung 2-14 (S.26.) dargestellt.



**Abbildung 2-12:** Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2015



**Abbildung 2-13:** Sulfatkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2015



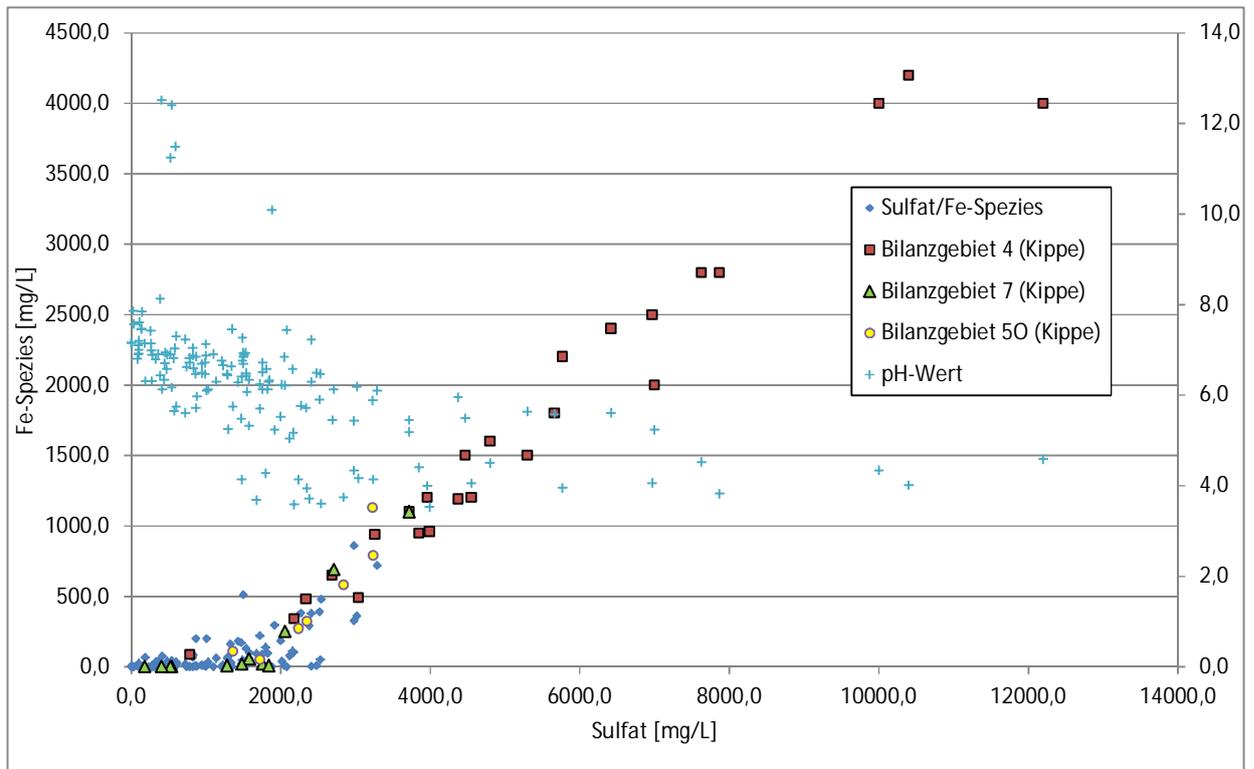
**Abbildung 2-14:** Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Das Diagramm (Abbildung 2-15, S.27) zeigt das Verhältnis zwischen den gemessenen Sulfat- und Eisenkonzentrationen für die jeweils letzte Analyse des Grundwassers an den Messstellen des Einzugsgebietes der Pleiße. Die Messwerte aus den Bilanzgebieten 4, 5O\_K sowie 7 wurden in der Signatur unterschiedlich symbolisiert, um die unterschiedlichen mineralisierten Grundwässer hervorzuheben.

Für einen Großteil der Messwerte sind relativ geringe Eisenkonzentrationen (im Vergleich zur Kippe Witznitz) bis zu einer Sulfatkonzentration von < 2000 mg/l charakteristisch. Aufgrund von Pufferreaktionen (Calcitpuffer, Sideritpuffer) steigen die Eisenkonzentrationen nicht deutlich an.

In Abhängigkeit vom Calcitgehalt des Grundwasserleiters wird das durch die Pyritoxidation mobilisierte Eisen zu einem großen Anteil als Eisenkarbonat (Siderit) gefällt. Die Erschöpfung des Calcitvorrates bedeutet bei anhaltender Pyritverwitterung und der damit verbundenen Schwefelsäurefreisetzung die Auflösung des zuvor entstandenen Siderits und damit die erneute Mobilisierung des Eisens. Die Eisenkonzentration steigt somit im Grundwasser weiter an. Die Aufzehrung des Kalkvorrates bedeutet weiterhin die Absenkung des pH-Wertes und damit eine weitere Versauerung des Grundwassers.

Aus dem Diagramm wird das eingeschränkte Puffervermögen des Kippeninventars im Bilanzgebiet 4 besonders deutlich. Gefolgt von den Arealen im Bilanzgebiet 5O (Kippe) sowie an wenigen Messstellen im Bilanzgebiet 7.



**Abbildung 2-15:** Verhältnis der Sulfat- und Eisenkonzentrationen bzw. des pH-Wertes aller Grundwasserproben im EZG der Pleiße (jeweils letzter Messwert-Bilanzgebiete 4, 7, 50 hervorgehoben)

### 2.1.2 Monitoring Messplatz Kippe Witznitz

Seit Oktober 2007 wurden mehrere Monitoring-Kampagnen im Bereich des Messplatzes Kippe Witznitz zur Erfassung der quantitativen und qualitativen Grundwasserverhältnisse durchgeführt.

Die letzte Kampagne erfolgte im Zeitraum 08/09 2015 und umfasste die Untersuchung des Grundwassers an den 3 Mehrfachmessstellen sowie 28 Rammpegeln.

Eine Aufstellung aller bisherigen Probenahmen ist in der Tabelle 2-2 zusammengefasst (Lage siehe Abbildung 2-16, S.29).

**Tabelle 2-2:** Messstellen Messplatz Witznitz, Aufstellung der bisherigen Probenahmen

Messstelle	Anzahl der Messstellen	Art der Proben	Beprobungsrythmus	Bemerkung
Bodensicker-messplatz	1	Bodensickerwasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich	keine weitere Pobenahme
		Bodenluft	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich	keine weitere Pobenahme
Erosions-messplatz	2	Sediment	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich	keine weitere Pobenahme
		Wasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich, sowie zwei Messungen (August 2010, März 2011)	keine weitere Pobenahme
Mehrfach-messstellen	3	Grundwasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 vierteljährlich sowie 2 zusätzliche Messungen (Mai 2010, Feb. 2012); Messung 08/09 2015	
Rammpegel	20	Grundwasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 vierteljährlich sowie 2 zusätzliche Messungen (Mai Messung 08/09 2015, Feb. 2012);	RKP 15, 16 mit Messung Feb. 2012 als zerstört gekennzeichnet; RKB 11 keine aktuelle Pobenahme da Wsp. zu gering; RKB 9 keine aktuelle Probenahme, da kein Nachlauf
Hangwasser	3	Sickerwasser	einmalig im Juli 2012	keine weitere Pobenahme
Hangwasser	4	Sickerwasser	einmalig im Oktober/November 2013	keine weitere Pobenahme
Rammpegel (Vorplanung Sickerschlitze)	10	Grundwasser	einmalig im Januar 2014; Wiederholungsbeprobung im Rahmen Kampagne 08/09 2015	

Die Ergebnisse den Grundwasseranalysen (Rammpegel, Mehrfachmessstellen) sind in der Datenbasis (siehe Anlage 6) integriert und wurden im Kapitel 2.1.1.2 in der Gesamtschau GW-Einzugsgebiet Pleiße betrachtet. Die detaillierte Auswertung wurde im Ergebnisbericht [3d] dokumentiert.

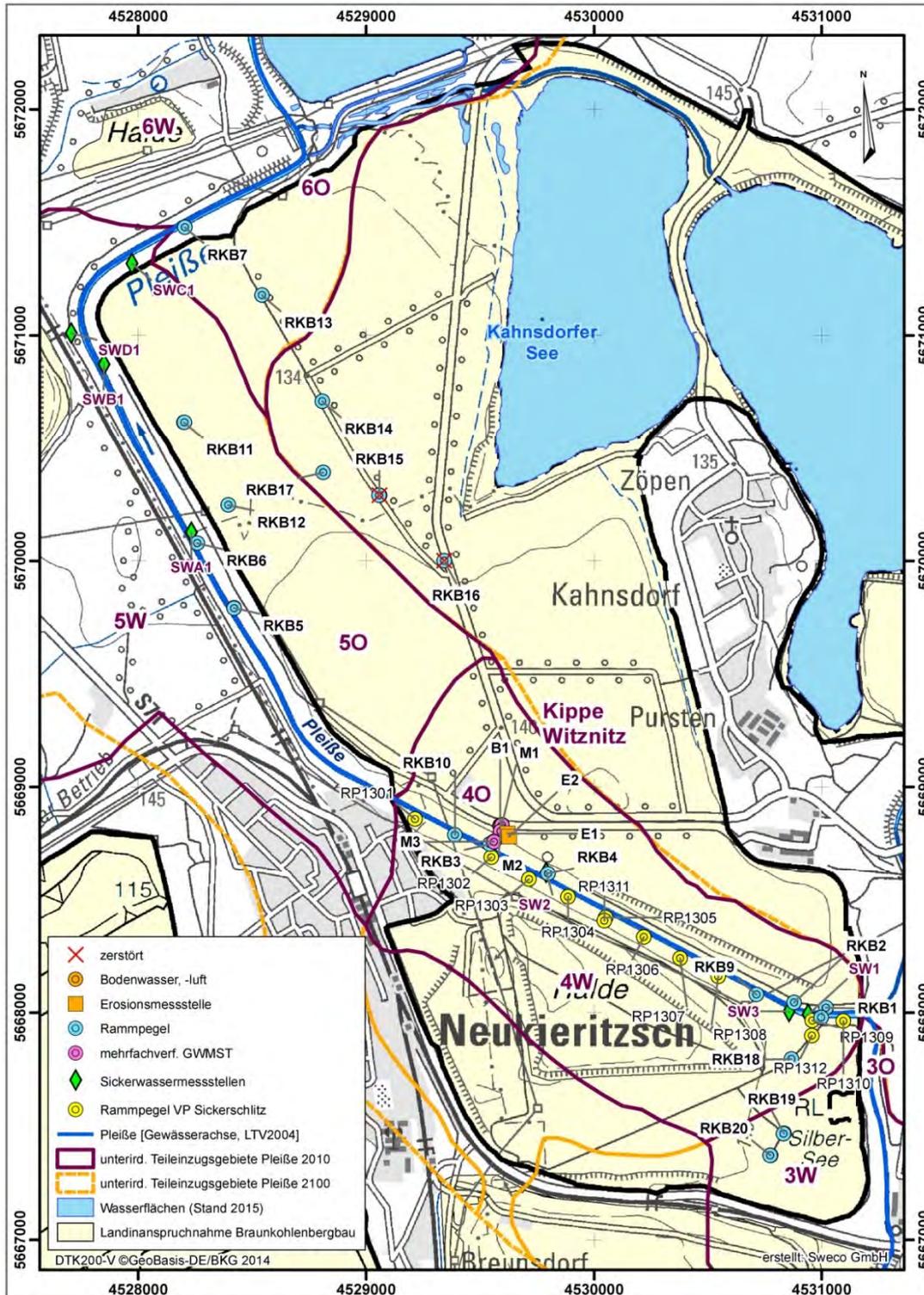


Abbildung 2-16: Übersicht der Messstellen Messplatz Kippe Witznitz

Die Tabelle 2-3 zeigt einen Vergleich mit den bisherigen Messungen (Schwankungsbereich/Konzentrationsniveau mit vorheriger Eliminierung von Ausreißern).

**Tabelle 2-3:** Bewertung der GW-Analysen der Mehrfachmessstellen und Rammpegeln, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3d]

Messstellenname		pH	Lf	Sulfat	Eisen	Nettoazid.
M1	M1-1			-	-	-
	M1-2			+   ↑	+   ↑	
	M1-3					↓
	M1-4			+   ↑	↑	
	M1-5		-   ↓	-   ↓	↓	-   ↓
M2	M2-1			+   ↑	+   ↑	
	M2-2					
	M2-3			+   ↑	+   ↑	-
	M2-4	+   ↑				-
M3	M3-1	-				
	M3-2		-   ↓	-   ↓		-
	M3-3	+	-   ↓			
	M3-4		↓		+   ↑	
Kippe	RKB12					
	RKB13		-   ↓	-	-   ↓	
	RKB14					-
	RKB17					
	RKB18				+	-
	RKB19					
	RKB20		-	+	-	
Pleiße	RKB1	↑				
	RKB8			+   ↑	+	
	RKB2				-	-
	RKB4		+   ↑	+   ↑	+   ↑	
	RKB5			-		
	RKB6	-				
	RKB7		↑	+   ↑		

leer Konzentration im Schwankungsbereich zurückliegender Jahre  
 + Überschreitung des bisherigen Messwertniveaus  
 - Unterschreitung des bisherigen Messwertniveaus  
 ↑ / ↓ Trends (wenn erkennbar)

Im Rahmen der Messkampagne wurden ebenfalls die Grundwasserstände an den Messstellen ermittelt und mit den bisherigen Messungen verglichen. Die Pegel entlang der Pleiße liegen erwartungsgemäß auf dem Niveau der bisherigen Messergebnisse, da in diesem Bereich der Grundwasserstand vom Pleißepegel bestimmt wird. Dagegen lagen die Wasserstände der Pegel auf der Kippe im unteren Drittel des bisherigen Messniveaus, in Einzelfällen darunter. Das Jahr 2015 war im Vergleich zum langjährigen Mittelwert ein trockenes Jahr mit negativer klimatischer Wasserbilanz [9e], daher sind die Grundwasserstände tiefer als bisher gemessen.

### 2.1.3 Zusammenfassung

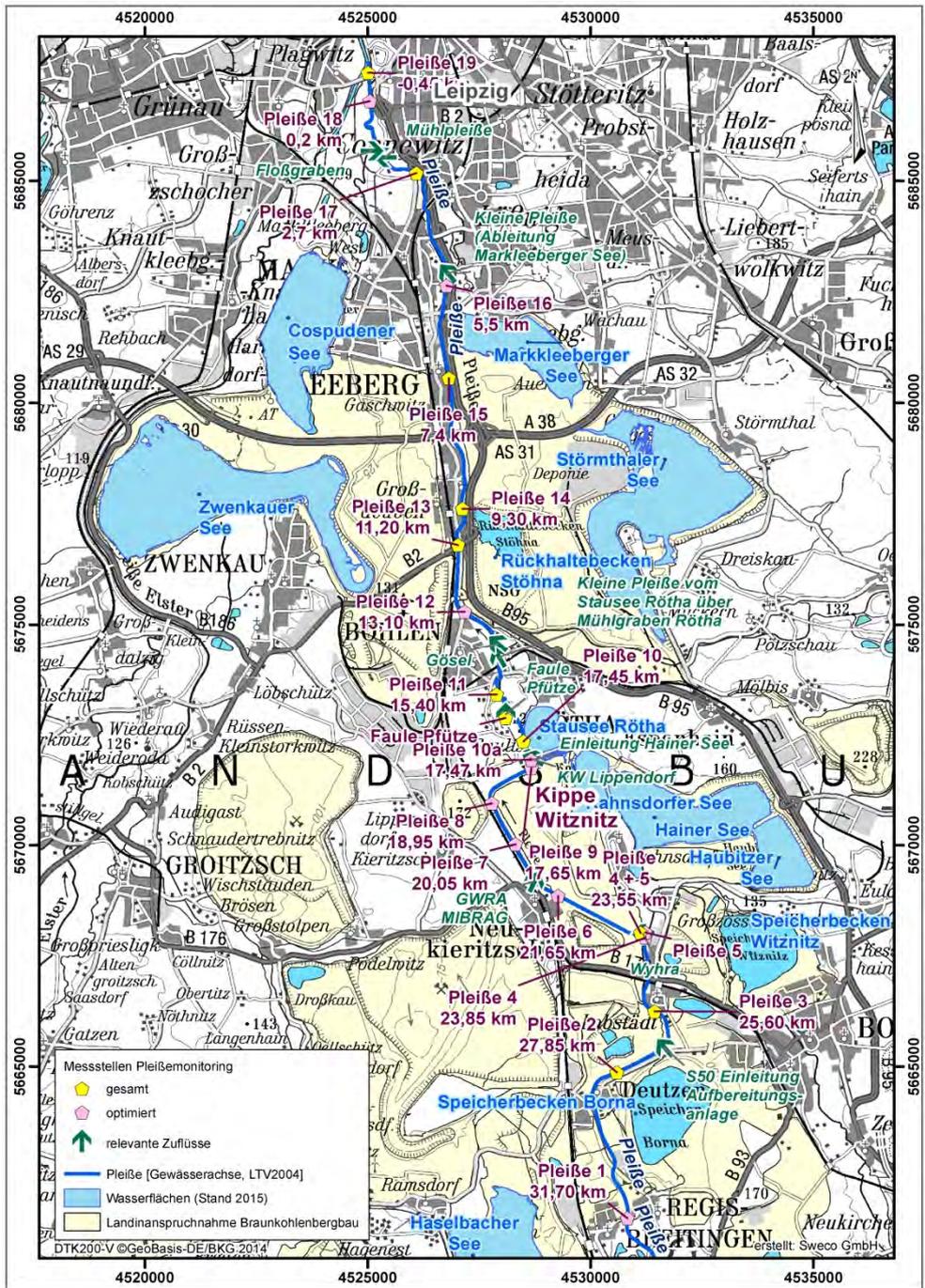
Die umfassende Datenbasis für Grundwassergütemessungen wurde mit der Erstellung des Sachstandsberichtes weiter ergänzt. Die Daten des Grundwassermonitorings von Vattenfall konnten im Gegensatz zum letzten Sachstandsbericht ebenfalls berücksichtigt werden. Diese sind für das Bilanzgebiet 7W relevant. 158 Messstellen konnten dem unterirdischen EZG zugeordnet werden (allein 123 GWMST der LMBV, 17 Vattenfall, 8 MIBRAG, 8 LTV, 2 LDS).

Insgesamt wird die Situation der Grundwassergüte des letzten Jahresberichtes bestätigt. Schwerpunktbereich der Eisen- und Sulfateinträge ist das Bilanzgebiet 4 (Kippe Witznitz W- und O-Anstrom) auf sehr hohem Niveau im Vergleich zu den anderen Bilanzgebieten. Gleichbleibend hohe Eisenkonzentrationen wurden ebenfalls an einer Messstelle im Bilanzgebiet 7O (Kippe Espenhain, Mst. 306, 1.100 mg/l Fe(gel) gemessen.

Für den Bereich der Kippe Witznitz (Bilanzgebiet 4 bzw. 5O) wurden die Analysen [3d] an den Messstellen (Mehrfachmessstellen, Rammpegel) des Messplatzes ausgewertet. Nahezu alle Analysen der an den 3 Mehrfachmessstellen genommenen Proben wiesen sehr hohe Konzentrationen an Eisen(gel) (bis 4000 mg/l) bzw. Sulfat (bis 12.200 mg/l) auf. Aufgrund der Heterogenität konnte kein einheitliches teufenbezogenes Muster abgeleitet werden. Ebenso zeigte sich bei der Betrachtung der zeitlichen Messwertentwicklung ein uneinheitliches Bild hinsichtlich der Teufenbereiche. Wie zuvor wiesen in den meisten Fällen auch die Rammpegel hohe Messwerte bei Eisen(gel) (im Mittel 1.074 mg/l) bzw. Sulfat (im Mittel 3.748 mg/l) aus. Gem. [3d] zeigt die Messwertentwicklung an einzelnen Messstellen Erhöhungen und in anderen die Verringerung der Konzentrationen von Eisen(gel) bzw. Sulfat. In Summe sind die Konzentrationen insbesondere bei Eisen(gel) vor allem im Bilanzgebiet 4 nach wie vor erheblich.

## 2.2 Monitoring Pleiße

Mit dem Fließgewässermonitoring Pleiße werden die Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration der eisenbelasteten Grundwässer aus der Kippe des ehemaligen Tagebaues Witznitz auf die Fließgewässer Pleiße und Wyhra untersucht.



**Abbildung 2-17:** Lage der Messstellen Pleißemonitoring, relevante Zuflüsse in die Pleiße

In Abbildung 2-17 ist die Lage der Messstellen dargestellt (siehe auch Übersichtslageplan Anlage 1 mit Darstellung der Bauwerke in der Pleiße sowie der Zuflüsse).

Insgesamt befinden sich 19 Messpunkte entlang der Pleiße (PL), davon liegt ein Messpunkt an der Wyhra (PL5). Messpunkt 1 befindet sich in Regis-Breitungen (Fluss-km 31+700) und Messpunkt 19 vor der Mündung der Pleiße im Elsterflutbett (Fluss-km 0+000). Die Messstelle PL10 wurde ab der 13.

Standarduntersuchung oberhalb des Kraftwerks Lippendorf verlegt, um Untersuchungen in der Pleiße ohne Einfluss dieser Einleitung durchführen zu können. Diese Stelle wurde als PL10 A bezeichnet.

Die Messstelle PL15 entfiel seit der 6. Standarduntersuchung. Durch Optimierung des Monitorings entfielen im Jahr 2014 außerdem die Messstellen PL2, PL11, PL13, PL14, PL17 und PL19.

Für das Monitoring 2015 verbleiben 12 Messpunkte (10 in der Pleiße, einer in der Wyhra sowie an der Einleitstelle aus der GWRA MIBRAG), die in einem ca. 30 km langen Abschnitt entlang der Pleiße liegen Tabelle 2-4.

Für die Bewertung des Einflusses der Wyhra auf die Pleiße wurden die Stoffkonzentrationen und dazugehörigen Abflüsse an den Stellen PL4 und PL5 prozentual ins Verhältnis gesetzt und eine Stelle PL4 +5 definiert.

Zwischen PL 6 und PL 7 gelangt durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG eisenhaltiges Sumpfungswasser aus dem Abbaufeld des Tagebaus Schleenhain in die Pleiße. Seit der letzten Monitoringkampagne (ab 24.09.2015) wird diese Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Messstelle PL 6A) im Monitoring der SGL mbH mit untersucht.

**Tabelle 2-4:** Lage der Messstellen (Fluss-km und Koordinaten); blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015

Messstelle	Messstellename	Fluss-km	RW <sup>1</sup>	HW <sup>1</sup>
Pleiße 1	Regis-Breitingen	31,70	4530830	5661573
Pleiße 2	oh. Einleitung S 50	27,85	4530598	5664876
Pleiße 3	uh. FGB Lobstädt	25,60	4531439	5666249
Pleiße 4	Pleiße vor Mdg. Wyhra	23,85	4531237	5667917
Pleiße 5	Wyhra vor Mdg. in die Pleiße	Wyhra	4531237	5668029
Pleiße 4 + 5 (berechnet)	Pleiße nach Mdg. Wyhra	23,55	4531127	5668019
Pleiße 6	Fußgängerbrücke (FGB) Neukieritzsch	21,65	4529277	5668862
Pleiße 6 A	GWRA MIBRAG	21,00	4528745	5669178
Pleiße 7	Rohrbrücke	20,05	4528322	5670016
Pleiße 8	Knick Richtung NO	18,95	4527785	5670948
Pleiße 9	oh. Trachenauer Wehr	17,65	4528675	5671745
Pleiße 10 A	uh. Trachenauer Wehr	17,47	4528670	5671927
Pleiße 10	uh. Trachenauer Wehr	17,45	4528501	5672338
Pleiße 11	uh. Mdg. Faule Pfütze	15,40	4527896	5673404
Pleiße 12	uh. Mdg. Gösel, Pegel Böhlen	13,10	4527180	5675290
Pleiße 13	Straßenbrücke B2	11,20	4527030	5676800
Pleiße 14	uh. Ablaufbecken Stöhna	9,30	4527125	5677620
Pleiße 15	uh. Deponie B2	7,40	4526820	5680560
Pleiße 16	oh. AGRA-Wehr, Mönchereistraße	5,50	4526772	5682650
Pleiße 17	uh. AGRA-Wehr, oh. Floßgraben	2,70	4526096	5685188
Pleiße 18	oh. Connewitzer Wehr	0,20	4525056	5686810
Pleiße 19	vor Mdg. in Elsterflussbett	-0,45	4525014	5687445

<sup>1</sup> Lagestatus 110, Gauß-Krüger-Koordinatensystem RD 83, Bessel

Innerhalb der untersuchten Fließstrecke der Pleiße existieren verschiedene **Zuflüsse / Einleitungen** in die Pleiße [4n]:

oberhalb PL 6: Zufluss der Wyhra (2015: 0,63 m<sup>3</sup>/s – 1,03 m<sup>3</sup>/s)

PL 6 – PL 7: Infiltration von bergbaubelastetem Grundwasser (hohe Eisenkonzentrationen) aus der Kippe Kahnsdorf (Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II)

oh. PL 7: Einleitung von Sumpfungswasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (2015: 0,72 – 0,85 m<sup>3</sup>/s)

oh. PL 10A: Einleitung vom Hainer See (2015: 0,022 – 0,159 m<sup>3</sup>/s)  
Einleitung vom Kraftwerk Lippendorf

oh. PL 11: Zufluss Faule Pfütze (2015: 0,06 – 0,11 m<sup>3</sup>/s)

oh. PL 12: Einleitung Gösel (2015: 0,07 – 0,27 m<sup>3</sup>/s)

oh. PL 18: Zufluss Mühlpleiße  
Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung vom Markleeberger See) (2009: 0,05m<sup>3</sup>/s)  
Zufluss Floßgraben (2015: 0,69 – 1,23 m<sup>3</sup>/s)

Relevante **Abflüsse** aus der Pleiße sind:

- Zulaufgraben zum Stausee Rötha (oberhalb P10)<sup>2</sup>
- Mühlpleiße (oberhalb PL17)
- Mühlgraben (oberhalb PL19).

---

<sup>2</sup> In den Untersuchungen zur Nutzung des Stausees Rötha als Sedimentbecken (u. a. [8f]) wurde eine Mindestabgabe an den Stausee von 0,15 m<sup>3</sup>/s definiert.

Das Monitoring an der Pleiße wird wie folgt realisiert:

Die durchgeführten Sedimentuntersuchungen [4h, 4k] belegen, dass bei Unterschreitung einer kritischen Fließgeschwindigkeit Eisen sedimentiert. Bei Überschreitung der kritischen Geschwindigkeit kommt es hingegen zur Aufschlammung und zum Weitertransport der Eisenpartikel.

Die Wasseruntersuchungen erfolgen daher bei fünf verschiedenen Abflussklassen. Die Abflussklassen wurden auf Grundlage der Abflussganglinie der Pleiße festgelegt. Ab 2014 wurde die Einteilung der Abflussklassen von der LDS vorgegeben, die gegenüber der statistischen Auswertung 2008/2009 nur geringfügig abweicht. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Wasseruntersuchungen 2008/2009 wurde die Auswertung in diesem Sachstandsbericht unter Berücksichtigung der Klassifizierung 2014 vorgenommen.

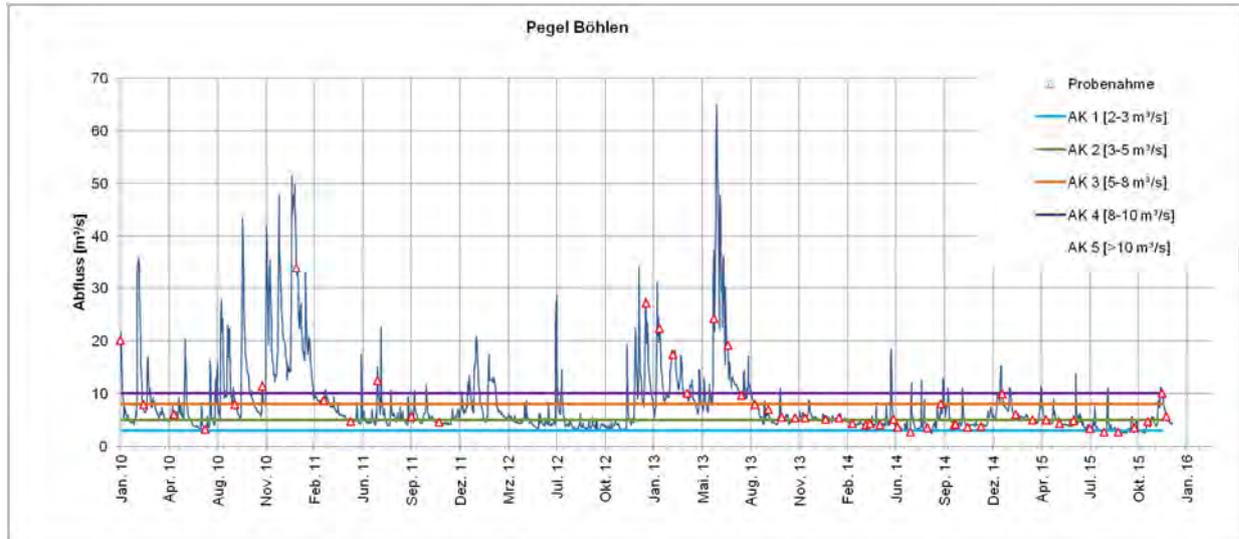
- Abflussklassen (Bezug Pegel Böhlen):
  - Klasse 1: 2 - 3 m<sup>3</sup>/s
  - Klasse 2: 3 - 5 m<sup>3</sup>/s
  - Klasse 3: 5 - 8 m<sup>3</sup>/s
  - Klasse 4: 8 - 10 m<sup>3</sup>/s
  - Klasse 5: > 10 m<sup>3</sup>/s

In die Auswertung wurden diejenigen Messstellen der Vorjahre einbezogen, welche auch im Rahmen der Messkampagne 2015 beprobt wurden.

Im Rahmen der aktuellen Monitoringkampagne wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 10 Wasseruntersuchungen (in 2015) mit dem Schwerpunkt auf die Darstellung der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter im Längsverlauf der Pleiße (Abflussklassen 1 bis 4, die Abflussklasse 5 stellte sich nicht stabil ein);
- Durchflussmessungen: an 7 Messstellen (PL1, PL3, PL5 (Wyhra), PL6, PL10A, PL12, PL18);
- im Rückstaubereich oberhalb der drei Wehre (Trachenauer Wehr, AGRA-Wehr, Connewitzer Wehr) wurden in der Abflussklasse 1 oder Abflussklasse 2 die Sedimentmächtigkeiten ermittelt (jeweils max. 10 Querprofile mit je 5 Messpunkten);
- Deklarationsanalysen nach DepV und LAGA jeweils einer Mischprobe aus dem Rückstaubereich der Wehre bei niedrigen Abflüssen (Abflussklasse 1 oder Abflussklasse 2).

Die Abbildung 2-18 zeigt den mittleren Tages-Abfluss [m<sup>3</sup>/s] am Pegel Böhlen und die Zuordnung der Messtermine in die fünf Abflussklassen. Im Beobachtungszeitraum 2015 wurden Abflüsse für die Klassen 1 bis 4 gemessen.



**Abbildung 2-18:** Mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen 2010-2015; Darstellung der Probenahmetermine und Zuordnung in die fünf Abflussklassen

Mit dem vorliegenden Bericht [4n] erfolgt die Auswertung für das Berichtsjahr 2015. Das Monitoring wird auch in 2016 weitergeführt. Aktuell liegen bereits Messwerte des I. Quartals 2016 vor.

Die 5 Messungen konnten im Bereich der Abflussklassen (AK2, AK3, AK4 sowie 2 x AK5) durchgeführt werden und erfassen damit auch die Güteparameter bei hohen Abflüssen in der Pleiße.

In der nachfolgenden Zusammenstellung werden diese Messungen bereits in der Gesamtschau berücksichtigt.

### 2.2.1 Entwicklung der pH-Werte, Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße

Die Untersuchungen der Jahre 2007/2009 wurden in [4i] ausgewertet. Der Endbericht [4i] umfasst die Standarduntersuchungen 1 bis 26. Es wurden 19 Messpunkte (18 in der der Pleiße und 1 Messpunkt in der Wyhra) berücksichtigt sowie zusätzliche Untersuchungen der Faulen Pfütze, der Gösel und des Floßgrabens bis Dezember 2015 ausgewertet.

Die Messkampagne 2011/2012 umfasste 6 Standarduntersuchungen an 13 Messstellen (nicht untersucht wurden PL11; PL13; PL14; PL15; PL17; PL19). Die im Bericht [4j] ausgewerteten 6 Wasser-Standarduntersuchungen fanden alle bei MNQ (3,3 – 5,2 m³/s Pegel Böhlen) in der Pleiße statt. Die Wyhra, die die wassermengenmäßig größte Einleitung in die Pleiße darstellt, wurde ebenfalls untersucht.

Die Bewertung erfolgte anhand aktualisierter hydrologischer Kennzahlen für den Pegel Böhlen basierend auf dem aktuellen Hydrologischen Handbuch des LfULG (Stand 08/2010) für den Pegel Böhlen.

Die Messkampagne 2015 wurde, wie in den Vorjahren, von der SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2-5 zusammengestellt und wurden mit den Daten der LDS verglichen. Die im Jahr 2015 aufgenommenen 4 Abflussklassen machen Trends besonders gut deutlich.

**Tabelle 2-5:** Wasseruntersuchungen bei 4 verschiedenen Abflussklassen (gem. Jahresbericht 2015 [4n])

Wasseruntersuchungen	Datum der Probenahme	Abfluss Pegel Böhlen [m <sup>3</sup> /s] (Daten LDS)	Abfluss Pegel Böhlen [m <sup>3</sup> /s] (Daten SGL 2015)
<b>Abflussklasse 1</b> (2 - 3 m <sup>3</sup> /s)	04.08.2015	2,75	2,99
	24.09.2015	2,66	2,51
	29.10.2015	2,45	2,51
<b>Abflussklasse 2</b> (3 – 5 m <sup>3</sup> /s)	11.03.2015	4,39	4,40
	01.10.2015	3,37	3,40
	22.10.2015	3,12	3,19
<b>Abflussklasse 3</b> (5 – 8 m <sup>3</sup> /s)	08.04.2015	5,78	6,15
	17.12.2015	6,10	6,02
<b>Abflussklasse 4</b> (8 – 10 m <sup>3</sup> /s)	13.01.2015	9,83	9,10
	01.12.2015	8,20	8,00
	08.12.2015	9,86	9,88

Der Schwerpunkt der Auswertung lag auf der Darstellung der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter Eisen(ges), Eisen(gel), Eisen(II) und Sulfat sowie dem pH-Wert (Feld) für die vier verschiedenen Abflussklassen (siehe Tabelle 2-6).

**Tabelle 2-6:** Übersicht der bergbautypischen Parameter der Pleiße in zeitlicher Abfolge

	pH-Wert (Feld)	Eisen gesamt	Eisen gelöst	Eisen2+	Sulfat	
2007-2014						
	7,65	3,33	0,55	0,38	274,55	Mittelwert
	6,89	0,27	0,02	0,01	88,90	Min
	8,25	11,20	6,40	6,40	470,00	Max
2015						
	7,80	2,67	0,40	0,37	343,21	Mittelwert
	7,33	0,21	0,03	0,01	125,00	Min
	8,36	9,85	4,85	4,84	908,00	Max
2016						
	7,90	2,40	0,31	0,23	294,45	Mittelwert
	7,70	0,40	0,03	0,02	122,00	Min
	8,20	6,81	2,57	1,97	873,00	Max

### 2.2.1.1 pH-Werte

Die pH-Werte 2015 reihten sich harmonisch in die Verläufe der letzten Jahre ein und befanden sich im neutralen bis leicht basischen Bereich zwischen pH 7,33 bis 8,36. Der Mittelwert 2015 lag mit pH = 7,8 leicht höher als im Zeitraum von 2007 bis 2014 mit pH = 7,65. Dieser Trend setzt sich im Jahr 2016 fort.

An den Messstellen PL1 (Regis-Breitungen) und PL4 (Pleiße vor Mdg. Wyhra) wurden die höchsten pH-Werte gemessen. Messstelle PL1 charakterisiert als Referenzmessstelle den pH-Wert am Systemeingang und im kippenunbeeinflussten Gebiet, in dem ebenfalls die Messstelle PL4 liegt.

Zwischen PL4 (Pleiße vor Mdg. Wyhra) und PL10A (uh. Trachenauer Wehr) wurde fast immer eine pH-Wert-Absenkung gemessen. Dieser Bereich ist durch das Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II beeinflusst. Bei niedrigen Abflüssen in der Pleiße ist der Verdünnungseffekt des gelösten Eisens, das aus der Kippe in die Pleiße infiltriert, geringer, so dass höhere gelöste Eisenkonzentrationen gefunden wurden (siehe auch Abschnitt *Eisen-Konzentrationen*). Gelöstes Eisen wird zu Eisenhydroxid ausgefällt, wobei es zu einer stärkeren pH-Wert-Absenkung kommt. Die Absenkung des pH-Werts in diesem Abschnitt ist demnach bei niedrigen Abflüssen (Abflussklasse 1-2) im Mittelwert am höchsten (Abbildung 2-19 und Abbildung 2-20).

Verglichen mit dem Messergebnissen aus dem Jahr 2009 war in den Folgejahren (2010 und 2014) auch in der Abflussklasse 3 (5-8 m<sup>3</sup>/s) ein deutliches Absinken des pH-Wertes zwischen PL4 und PL10A erkennbar (Abbildung 2-21). Bei den hohen Abflüssen größer 8,0 m<sup>3</sup>/s fand nur eine sehr geringe Absenkung des pH-Werts zwischen PL4 und PL10A statt (Abbildung 2-22 und Abbildung 2-23). Insgesamt ist der pH-Wert seit 2009 im Mittel bis 01.03.2016 leicht gestiegen (von pH= 7,64 auf pH = 7,89).

Von PL10A bis PL16 gab es einen kontinuierlichen Anstieg der pH-Werte über alle Abflussklassen, so dass die pH-Werte der Messstelle PL16 fast wieder die des Ausgangsniveaus von PL1 erreichten.

Zwischen PL16 und PL18 kam es noch einmal zu einem geringfügigen Anstieg des pH-Wertes, der sich ab Abflussklasse 3 angleichte. Es ist davon auszugehen, dass im kippenbeeinflussten Fließabschnitt bei hohen Abflüssen (Abflussklasse 4, > 8,0 m<sup>3</sup>/s am Pegel Böhlen) weniger eisenhaltiges Grundwasser in die Pleiße infiltrierte und zusätzlich der Verdünnungseffekt zunahm. Im Gegensatz dazu, war erwartungsgemäß bei niedrigen Abflüssen in der Pleiße die Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser am höchsten.

### 2.2.1.2 Eisen-Konzentrationen

Die Eisen(ges)-Konzentrationen waren im kippenunbeeinflussten Gebiet (PL1) am niedrigsten (2014 < 0,63 mg/L) und fallen im Jahr 2015 nochmals (2015: < 0,42 mg/L). Für das Jahr 2016 sind die Werte allerdings wieder leicht gestiegen.

Im Bereich der Kippe (PL4 bis PL6) kam es insbesondere in den Abflussklassen 1 bis 3 zu einem deutlichen Anstieg der Eisen(ges)- und Eisen(gel)-Konzentration infolge der Infiltration von Kippengrundwasser in die Pleiße. Die Eisen(ges)-Konzentrationen erreichten 2015 bei PL6 Werte zwischen 2,01 und 7,60 mg/L. Die höchsten mittleren Eisen(ges)-Konzentrationen bei PL6 traten bei den niedrigsten Abflüssen (Abbildung 2-19) auf.

Durch die Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (ab April 2010 in Betrieb) gelangte zwischen PL6 und PL7 eisenhaltiges Sumpfungswasser aus dem Abbaufeld des Tagebaus Schleenhain in die Pleiße. Seit dem 24.9.15 wird diese Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Messstelle PL 6A) im Monitoring der SGL mbH mit untersucht. Die Eisen(ges)-Konzentrationen waren immer < 1,21 mg/L (mit Ausnahme der Untersuchung vom 1.10.2015 bei Abflussklasse 2, da wurden 4,33 mg/L gemessen), so dass die Konzentrationen aus der Einleitung der GWRA damit geringer waren als die Eisen(ges)-Konzentrationen der oberhalb liegenden Messstelle PL6 und es nicht zu einer Erhöhung bei PL7 kam. Bei Abflussklasse 1 bis 3 sanken die Eisen(ges)-Konzentrationen unterhalb von PL7 bis PL18, auch 2015 bis PL18 auf Werte zwischen 1,11 mg/L und 2,18 mg/L kontinuierlich ab. Die Eisen(gel)-Konzentrationen sanken bis PL18 in allen Abflussklassen in den Jahren 2007-2016 auf unter 0,5 mg/L. Im Jahr 2015 betrug die maximale Eisen(gel)-Konzentration sogar nur noch 0,13 mg/L. Der Grund dafür ist, dass das gelöste Eisen über die Fließlänge fast vollständig in partikuläres Eisen umgewandelt wird.

Bei Abflussklasse 4 (8 – 10 m<sup>3</sup>/s am Pegel Böhlen) wurde ein anderer Längsverlauf der Eisen(ges)-Konzentrationen gemessen als bei den anderen Abflussklassen. Am 1.12.15 nahmen die Eisen(ges)-Konzentrationen an den Messstellen PL4, PL9 und PL16 stark zu. Wahrscheinlich war diese Zunahme durch die Resuspension von Eisenpartikeln bedingt, besonders im Bereich der Wehre (PL9 und PL16) kam es bei niedrigen Abflüssen zur Ablagerung von Eisenhydroxidschlamm, der bei hohen Abflüssen resuspendiert werden kann. Das konnte allerdings bei der Untersuchung am 8.12.15 (bei Abflussklasse 4) so nicht bestätigt werden.

Im Längsverlauf zeigten die Messwerte 2016 für die AK 5 einen kontinuierlichen Anstieg der Eisen(ges)-Konzentration bis PL 12 (max. Eisen(ges)-konz. = 5,07 mg/L). Dort wird die Gösel eingeleitet, wodurch das Wasser verdünnt wird und der Wert fällt.

### 2.2.1.3 Sulfat-Konzentrationen

Im Gegensatz zum Eisen bleibt Sulfat im Wasser gelöst und reichert sich somit im Laufe der Fließstrecke in der Pleiße immer mehr an, so dass die niedrigsten Sulfat-Konzentrationen bei PL1 (Regis-Breitungen) und die höchsten Sulfat-Konzentrationen am Ende der Fließstrecke bei PL18 gefunden wurden.

Erwartungsgemäß waren die Sulfat-Konzentrationen aufgrund des Verdünnungseffektes bei der Abflussklasse 1 am höchsten und bei der Abflussklasse 4 im Jahr 2015 am niedrigsten.

Es wurden 2015 hohe Sulfat-Konzentrationen zwischen 146 – 545 mg/L gemessen. Damit lagen die Werte im Bereich der Standardwasseruntersuchungen höher als in den Jahren 2008 – 2014.

In den Jahren 2008-2009 wurden die signifikant höchsten mittleren Sulfat-Konzentrationen bei den niedrigsten Abflüssen gemessen (Abbildung 2-19). Der stärkste Anstieg war zwischen PL1 und PL4 zu verzeichnen. Die Ursache war der Eintrag von gehobenem Grundwasser aus dem Tagebau Schleenhain. Im Längsverlauf der Pleiße stieg bei PL6 (FGB Neukieritzsch) die Sulfat-Konzentration an, bedingt durch infiltrierendes Kippengrundwasser.

Seit 2010 leitet die MIBRAG Wasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) in die Pleiße ein. Daher werden seitdem stärkere Anstiege der Sulfatkonzentration zwischen PL6 und PL7 (Messstelle 6A) (Abbildung 2-20 und Abbildung 2-21). Die höchsten Sulfat-Konzentrationen 2015 wurden mit 545 mg/L in der Abflussklasse 1 festgestellt. Im Untersuchungszeitraum 2014 wurden im Mittel 0,79 m<sup>3</sup>/s aufbereitetes Wasser mit mittleren Sulfat-Konzentrationen von 890 mg/L aus der GWRA der MIBRAG eingeleitet [4n].

Zwischen PL7 und PL10A sanken die Sulfat-Konzentrationen leicht ab (Abbildung 2-20 und Abbildung 2-21).

Bei PL10A kam es erneut zu einem leichten Anstieg der Sulfat-Konzentrationen, wahrscheinlich verursacht durch die Einleitung der Faulen Pfütze. Die Faule Pfütze wies 2009 im Untersuchungszeitraum hohe Sulfat-Konzentrationen (610 -1000 mg/L) bei einem mittleren Abfluss von 0,51 m<sup>3</sup>/s auf [4n].

Bei PL18 war ein weiterer leichter Anstieg der Sulfat-Konzentration zu finden. An dieser Stelle mündet der Floßgraben in die Pleiße, in den Abwasser aus der Kläranlage Markleeberg und der Überlauf des Cospudener Sees eingeleitet wird. Am Ende der Fließstrecke erreichten die Sulfat-Konzentrationen 2015 hohe Werte zwischen 489 mg/L (Abflussklasse 2) – 545 mg/L (Abflussklasse 1).

In den folgenden Diagrammen sind die Ergebnisse der Analysen in Fortschreibung der Systematik des letzten Berichtes [1g] übersichtlich dargestellt, wobei die Messungen im I. Quartal 2016 ebenfalls berücksichtigt wurden.

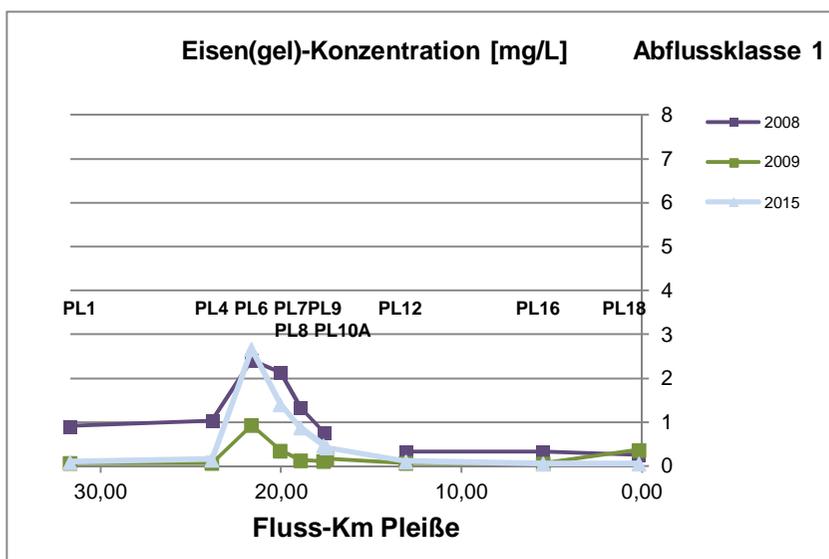
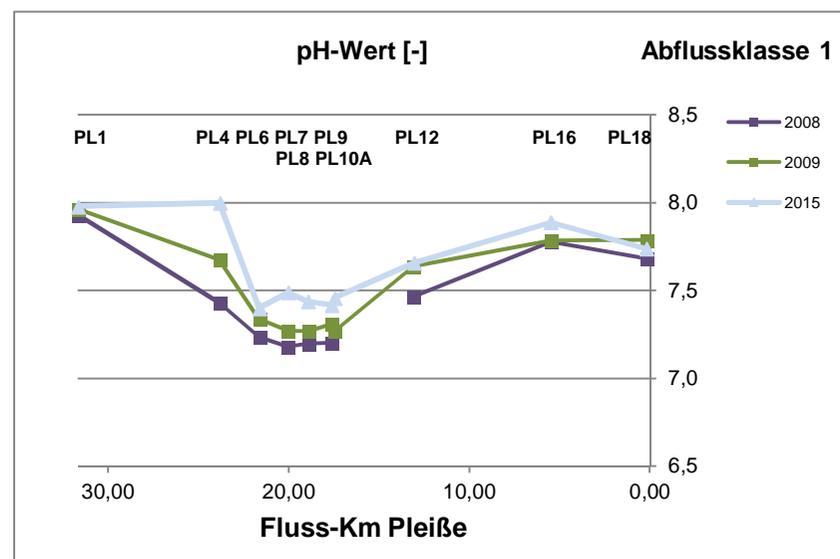
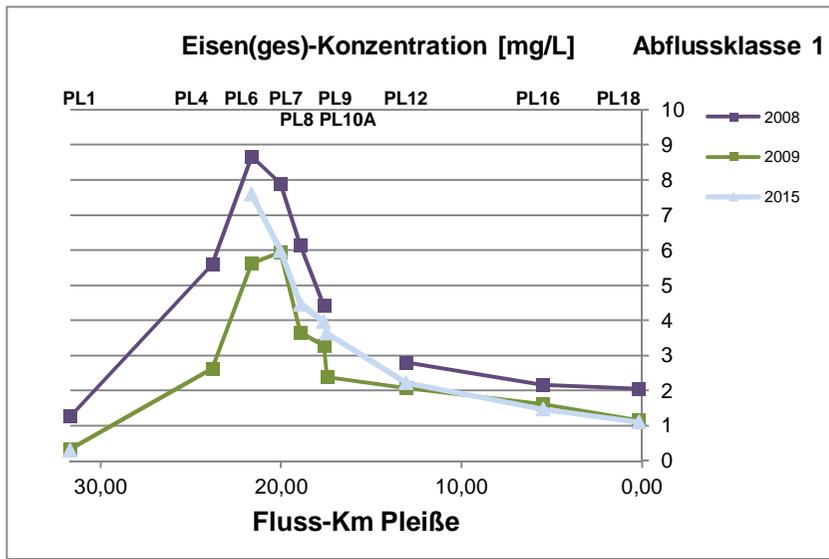
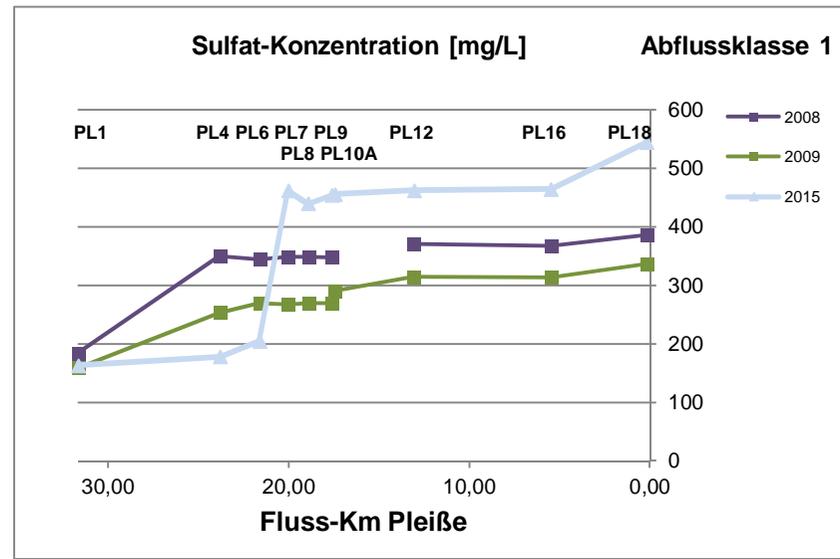


Abbildung 2-19: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesstellen bei Abflussklasse 1 (2 – 3 m³/s)

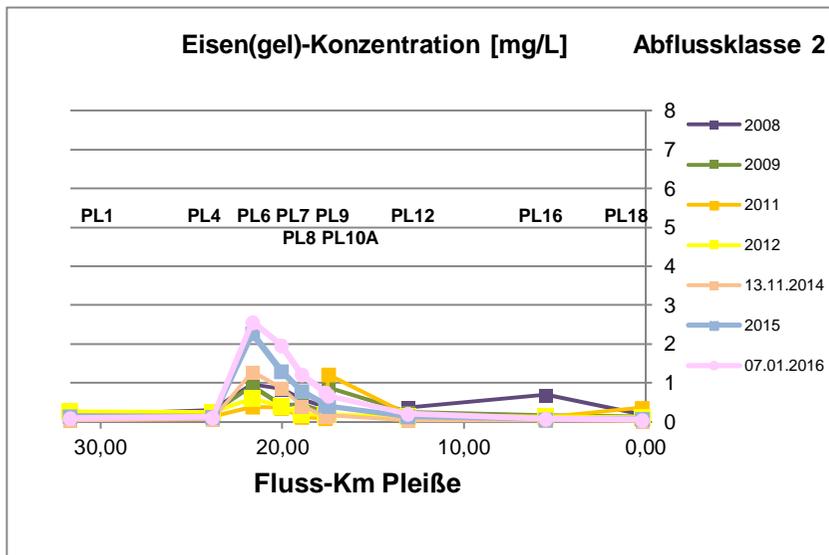
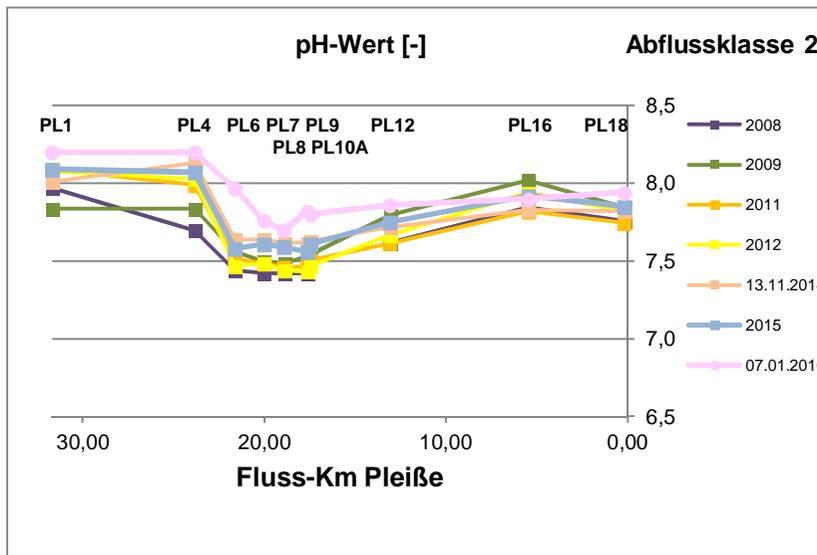
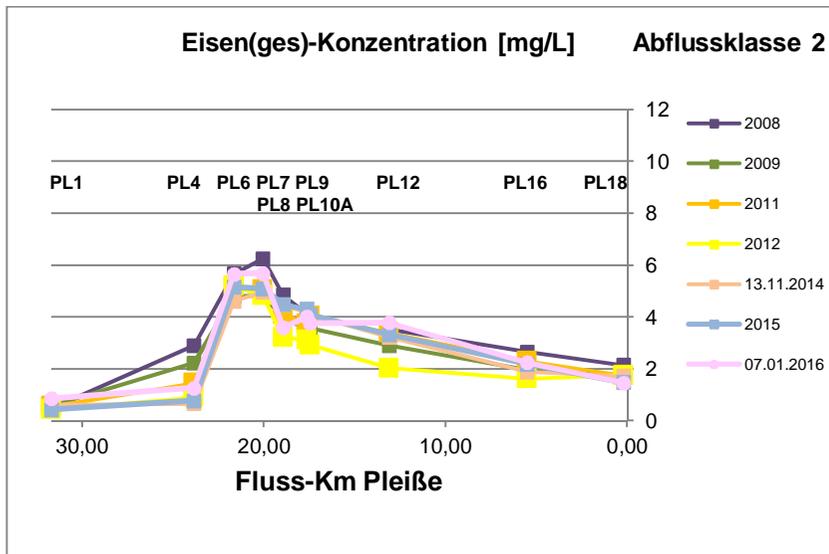
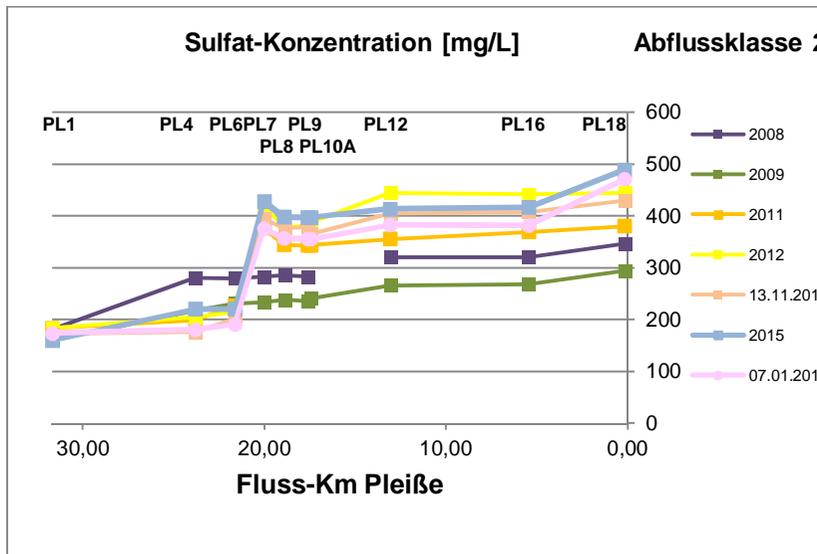


Abbildung 2-20: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 2 (3 – 5 m<sup>3</sup>/s)

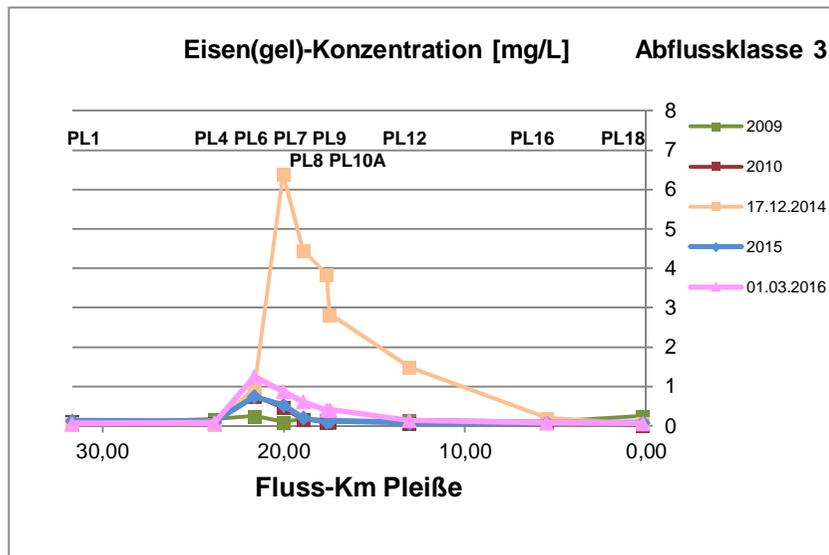
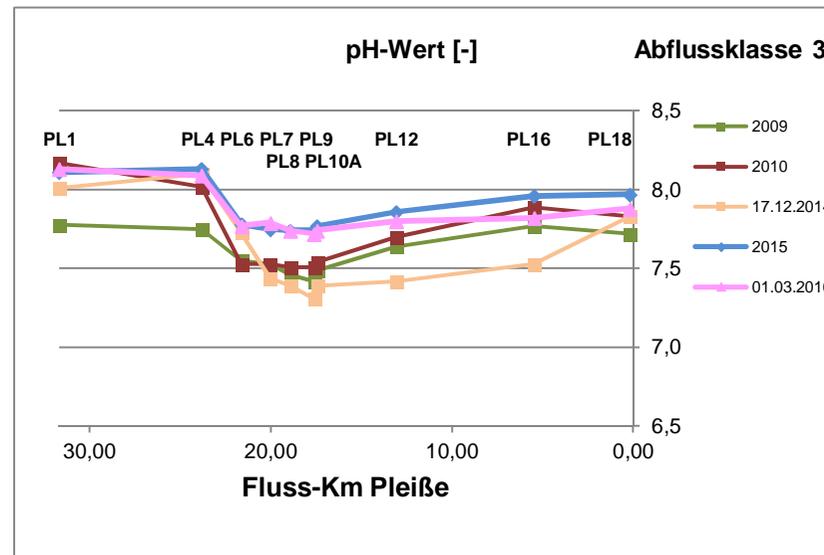
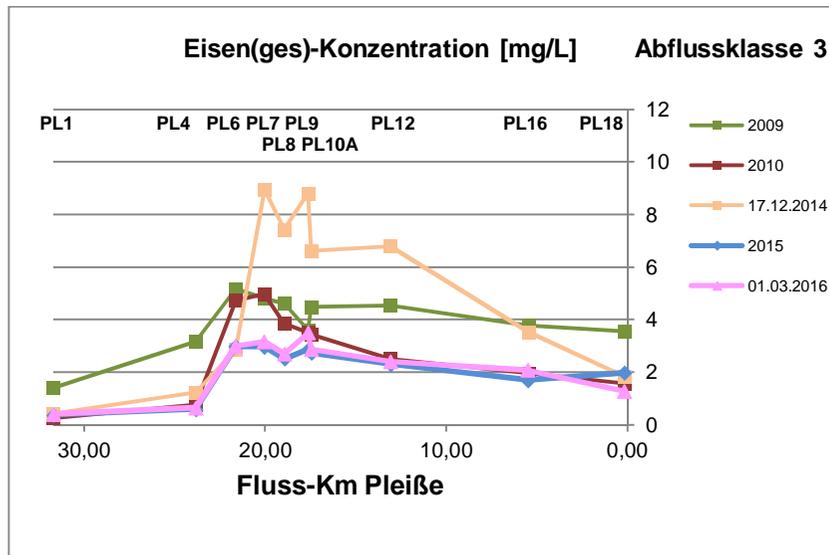
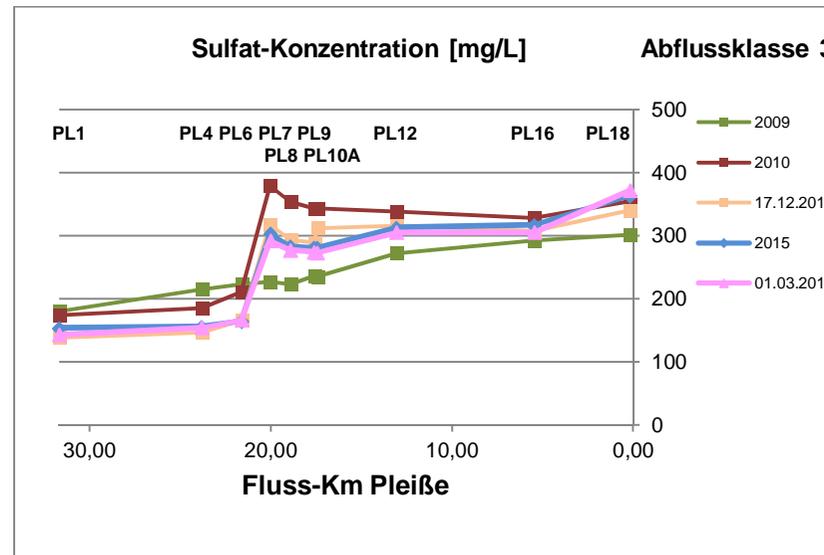


Abbildung 2-21: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 3 (5 – 8 m<sup>3</sup>/s)

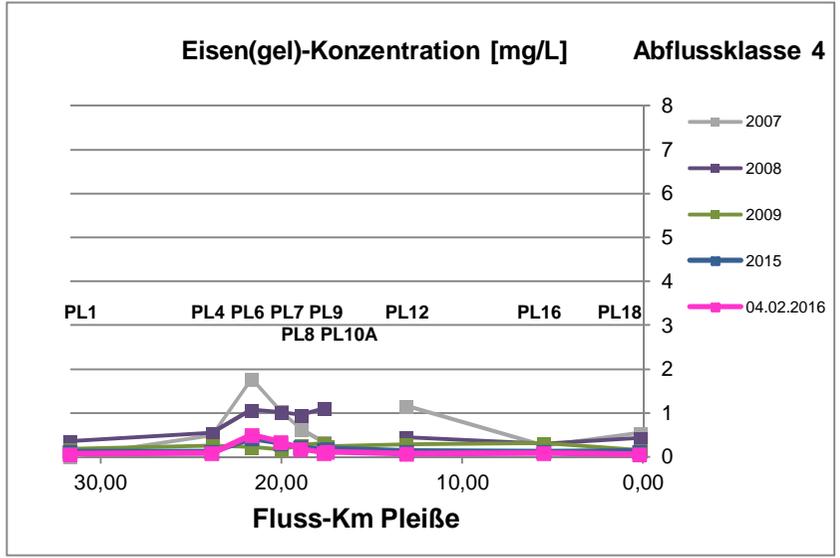
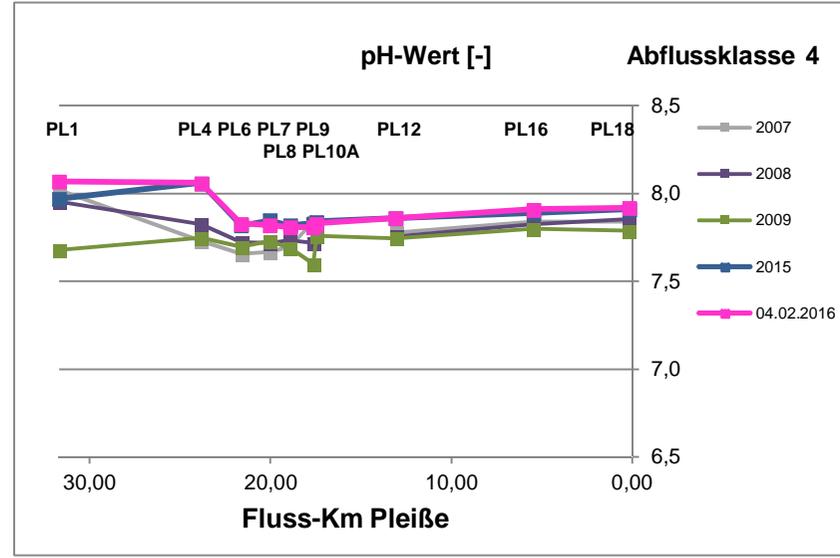
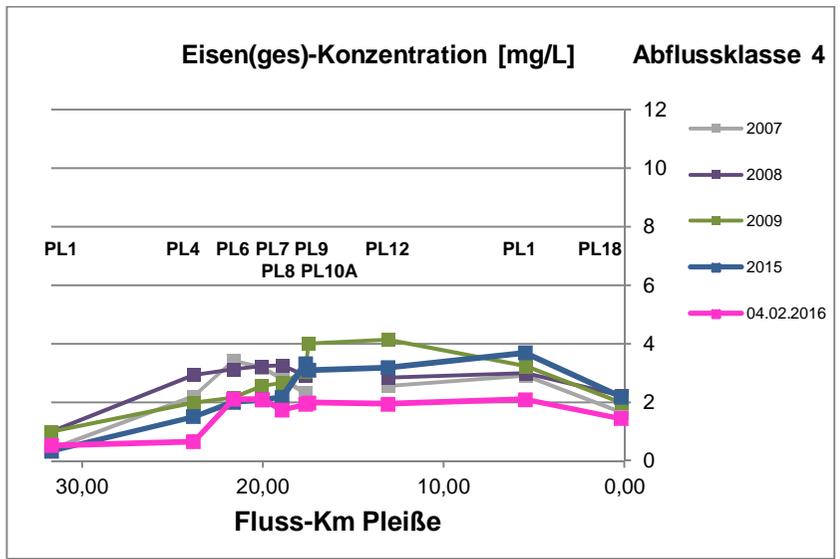
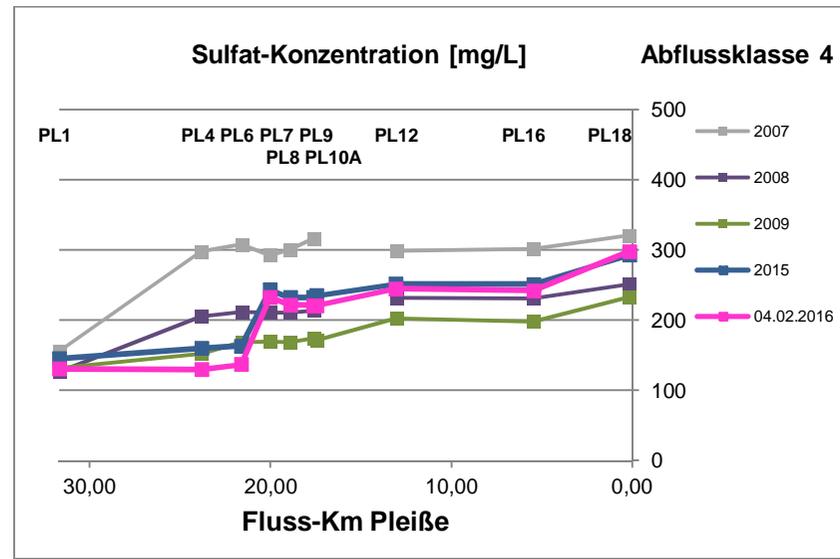


Abbildung 2-22: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 4 (8 – 10 m<sup>3</sup>/s)

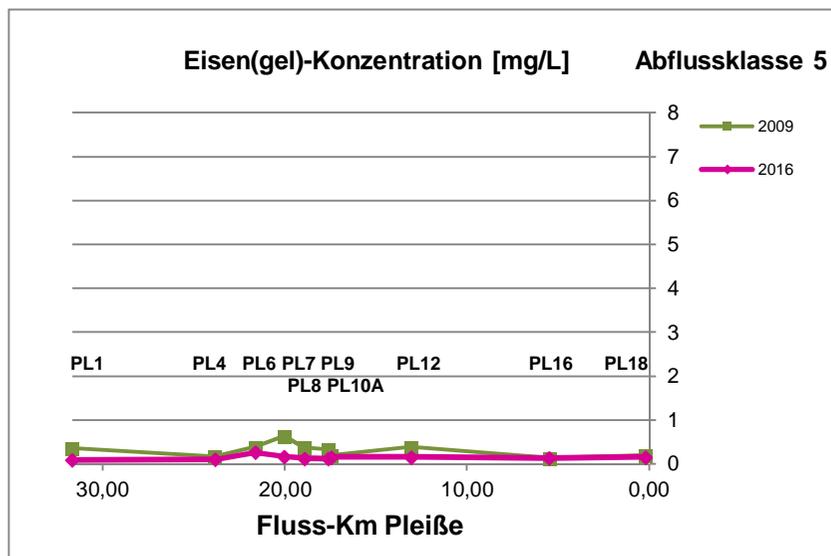
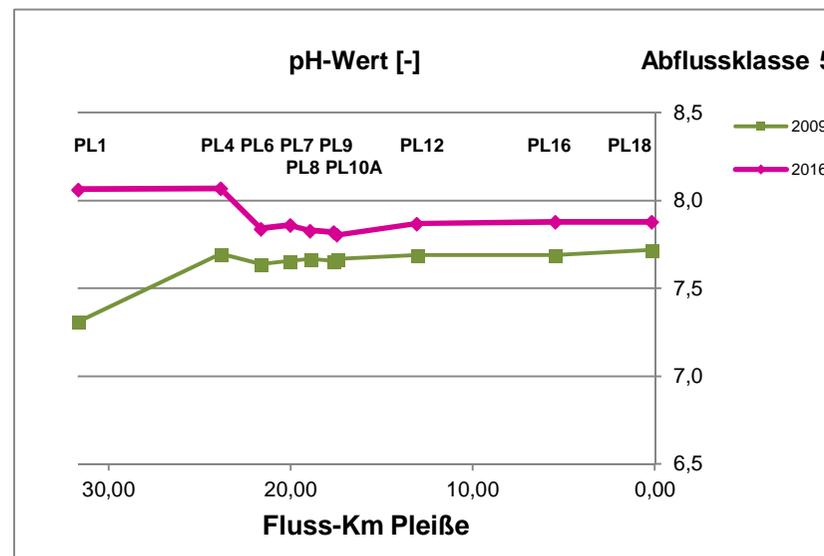
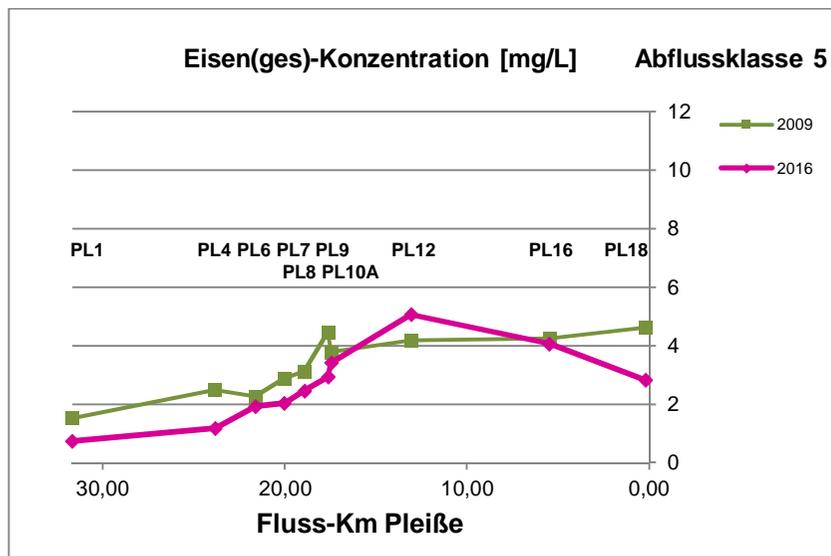
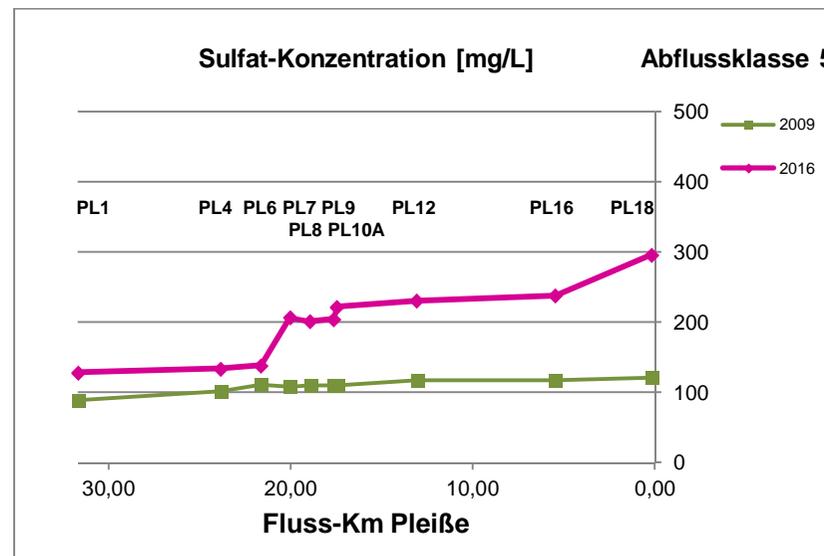


Abbildung 2-23: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesstellen bei Abflussklasse 5 (>10 m<sup>3</sup>/s)

## 2.2.2 Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten in der Pleiße

Eisen-Konzentrationen sind in starkem Maße abhängig von den Abflussmengen. Verschiedene Faktoren spielen hier eine Rolle, wie z. B.

- Verdünnungseffekte durch Regenwasser sowie
- der Transport von vorher abgelagerten Sedimentmassen.

### 2.2.2.1 Abflüsse

Bei der Darstellung der Abflüsse (Abbildung 2-24) im Längsverlauf der Pleiße war ein deutlicher Anstieg des Abflusses in Fließrichtung bei allen Abflussklassen zu erkennen. Nachdem erwartungsgemäß die niedrigsten Abflüsse bei PL1 auftraten, kam es zwischen PL3 und PL6 durch den Zulauf der Wyhra oberhalb von PL6 zu einem deutlichen Anstieg der Abflüsse, der von PL6 zu PL10 weiter zunahm. (0,48 – 1,03 m<sup>3</sup>/s).

Den mengenmäßig größten Anteil hatte dabei die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (MW: 0,79 m<sup>3</sup>/s), die zwischen PL6 und PL7 in die Pleiße einleitet. Einen kleineren Anteil hatten jeweils die Einleitung des Hainer Sees (0,02 – 0,16 m<sup>3</sup>/s) und die Einleitung des Kraftwerks Lippendorf, die beide oberhalb der Stelle PL10A in die Pleiße fließen.

Zwischen PL10A und PL12 stieg der Abfluss durch die Zuflüsse der Faulen Pfütze (0,06 – 0,11 m<sup>3</sup>/s) und der Gösel (0,07 – 0,27 m<sup>3</sup>/s) an. Die höchsten Abflüsse wurden erwartungsgemäß bei PL18 (oh. Connewitzer Wehr) gemessen, was durch weitere Zuflüsse, wie die der Kleinen Pleiße (Ableitung vom Markkleeberger See (oh. Pleiße 17)) und des Floßgrabens (oh. Pleiße 18) (0,69 – 1,23 m<sup>3</sup>/s) bedingt ist. Bei PL18 am Ende der Fließstrecke wurden mittlere Abflüsse von 3,9 m<sup>3</sup>/s (Abflussklasse 1), 4,4 m<sup>3</sup>/s (Abflussklasse 2), 6,7 m<sup>3</sup>/s (Abflussklasse 3) und 9,8 m<sup>3</sup>/s (Abflussklasse 4) gemessen.

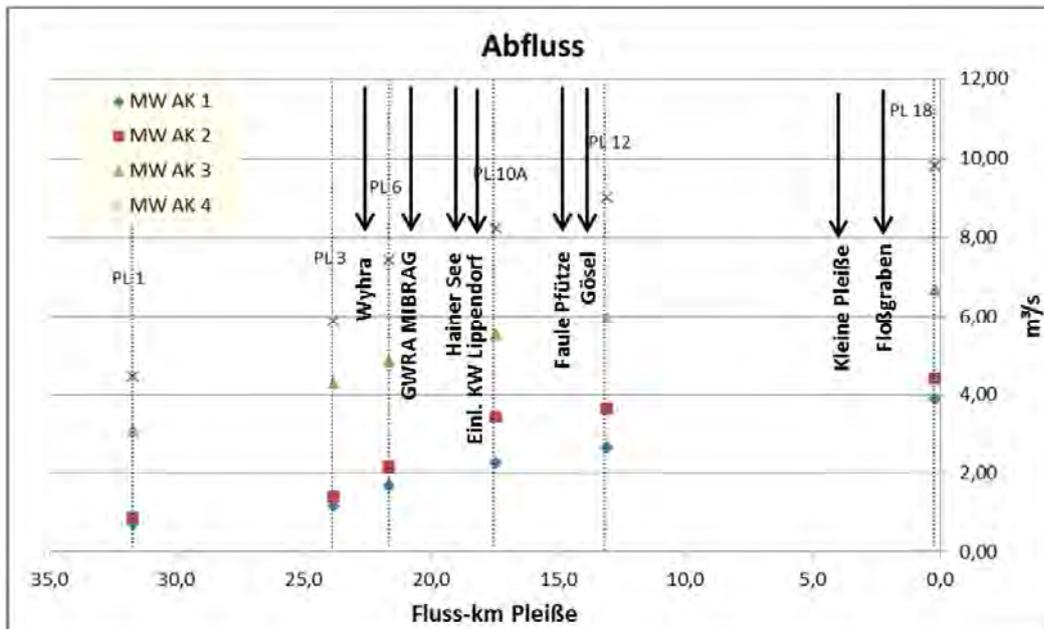


Abbildung 2-24: Abflüsse in der Pleiße bei vier verschiedenen Abflussklassen 2015 [4n]

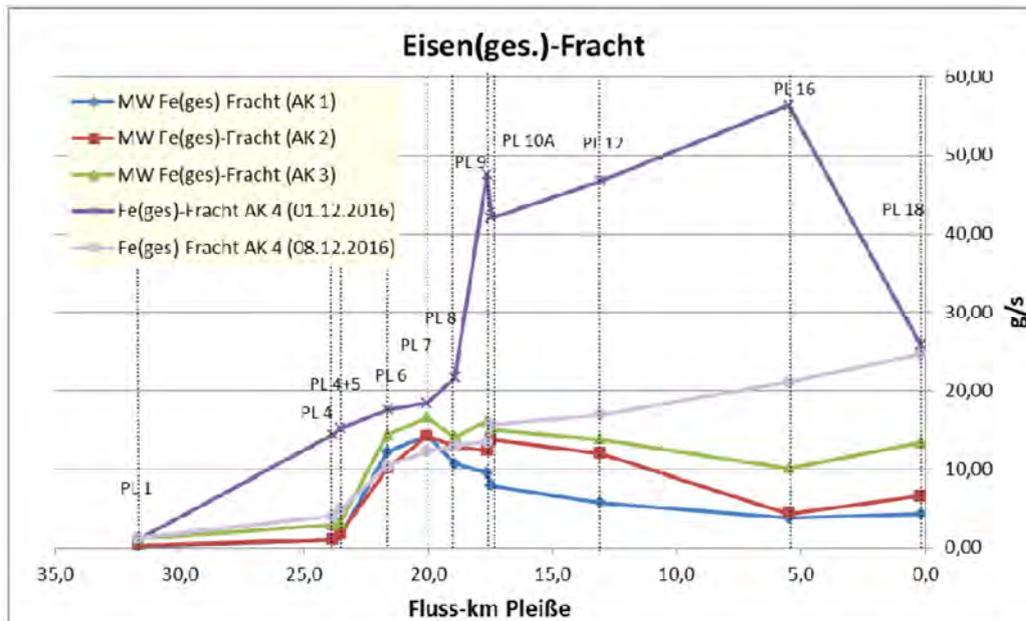
Für die Berechnung der Frachten wurden die Eisen(ges)- bzw. Sulfat-Konzentrationen mit den gemessenen Abflüssen an den Messstellen PL1, PL3, PL6, PL10A, PL12, PL18 multipliziert.

### 2.2.2.2 Eisen-Frachten

Durch die Infiltration von Kippengrundwasser kam es im Bereich von PL6 bis PL9 bei den Abflussklassen 1 bis 3 zu einer deutlichen Erhöhung der Frachten von Eisen(ges) (auf 10,1 – 14,3 g/s) und Eisen(gel) (2,5 – 4,2 g/s) (Abbildung 2-25). Die Eisen(ges)-Konzentration des eingeleiteten Wassers aus der GWRA der MIBRAG lagen bei < 1,5 mg/L (Daten LDS) bzw. < 1,2 mg/L (ab 24.9.15 Messungen SGL mbH).

Unterhalb von PL7 erreichten die Eisen(gel)-Frachten bei allen Abflussklassen durch die Umwandlung in partikuläres Eisen schnell niedrige Werte von < 1 g/s. Die Abnahme der Eisen(ges)-Frachten ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 1 schon zu einem großen Teil bis oberhalb des Trachenauer Wehrs (PL9), bei Abflussklasse 2 ist die Sedimentation von Eisen in diesem Fließabschnitt deutlich geringer und bei Abflussklasse 3 sehr gering. Bei Abflussklasse 4 wurde oberhalb vom Trachenauer Wehr (PL9) sogar eine deutliche Zunahme der Eisen(ges)-Fracht, wahrscheinlich durch Resuspension von Eisenpartikeln, gemessen. Am Ende der Fließstrecke, bei PL18, wurden Eisen(ges)-Konzentrationen von 1,1 mg/L (Abflussklasse 1) bis 2,6 mg/L (Abflussklasse 4) gemessen. Die Eisen(ges)-Frachten erreichten Werte von 4,3 g/s (Abflussklasse 1) bis 25,3 g/s (Abflussklasse 4). **Für das Jahr 2015 wurde für PL18 eine mittlere Eisen(ges)-Fracht von 315 t/Jahr berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde.**

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Eisen(ges)-Frachten bei niedrigen Abflüssen (Abflussklasse 1 und 2) sedimentieren und mit steigenden Abflüssen, bedingt durch die Resuspension von eisenhaltigen Partikeln, wieder ansteigen und weiter in die Weiße Elster transportiert wurden.



**Abbildung 2-25:** Eisen(ges)-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2015 [4n] (Messungen AK4 am 1.12.2015 bzw. 8.12.2015)

Bei den Abflussklassen 1 und 2 erreichten die Eisen(ges)-Frachten in den Jahren 2014 und 2015 damit ähnliche Werte wie die von 2009. Bei der Abflussklasse 4 wurden 2015 am Ende der Fließstrecke höhere Eisen(ges)-Frachten gemessen als 2014 (15 g/s).

### 2.2.2.3 Sulfatfrachten

In der Pleiße wurden hohe Sulfatfrachten bestimmt, die bei Abflussklasse 4 am höchsten (3080 g/s) und bei Abflussklasse 1 am niedrigsten (2110 g/s) waren. Im Laufe der Fließstrecke reichert sich Sulfat im Wasser immer mehr an, da es im Wasser gelöst bleibt. So gab es größere Anstiege an Sulfatfrachten bei PL7 (Einleitung der GWRA der MIBRAG: Einleitung von 0,79 m<sup>3</sup>/s, mittleren Sulfat-Konzentration von 890 mg/L), bei PL12 (Zufluss Faule Pfütze: 140 – 300 g/s) und bei PL18 (Zufluss Floßgraben: 580 – 890 g/s) (Abbildung 2-26). Ein Eintrag von Sulfat fand aber auch durch die Wyhra und durch infiltrierendes Kippengrundwasser oberhalb von PL6 statt. **Für das Jahr 2015 wurde für PL18 eine mittlere Sulfat-Fracht von 73.360 t/Jahr berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde.** Damit wurden 2015 bei allen Abflussklassen am Ende der Fließstrecke um 450 – 580 g/s höhere Sulfat-Frachten gemessen als 2014, was durch steigende Sulfat-Konzentrationen bedingt war.

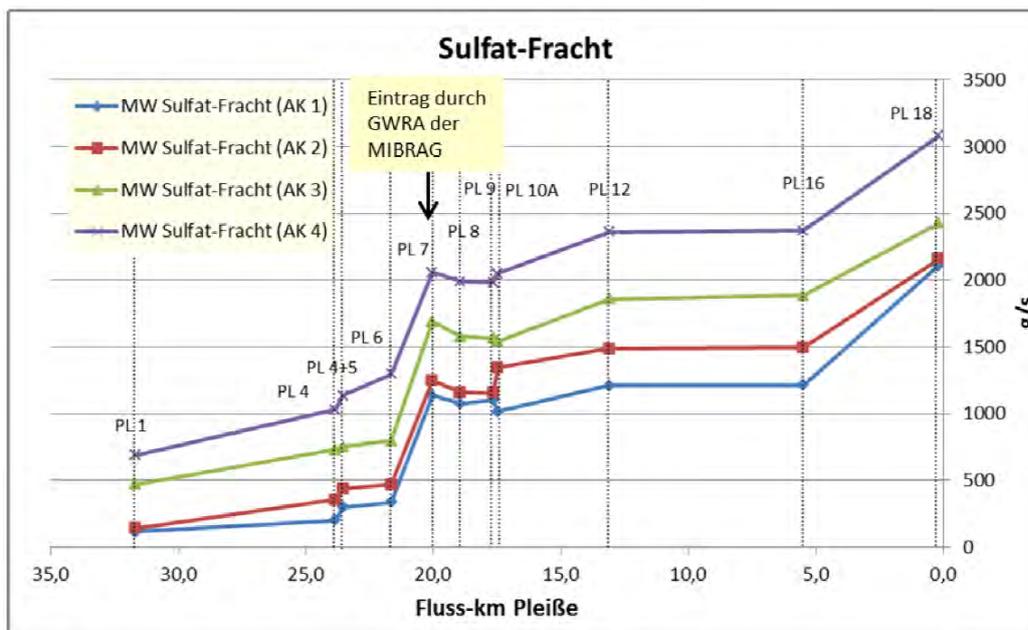
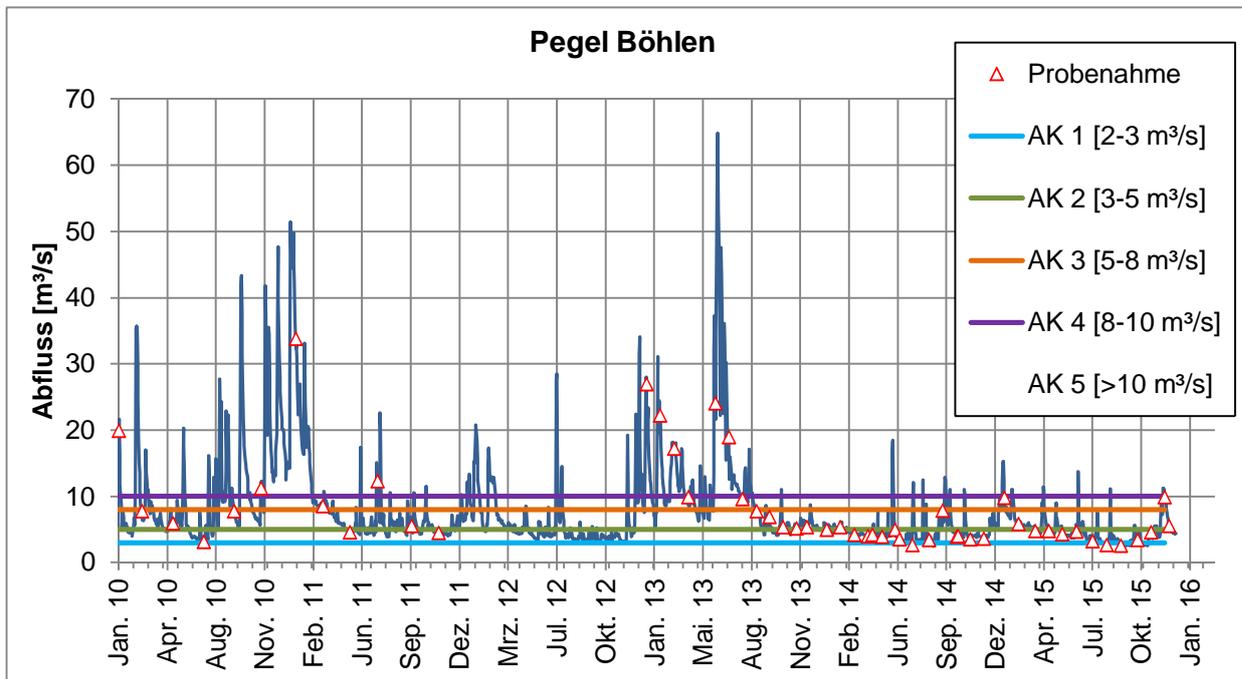


Abbildung 2-26: Sulfat-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2015 [4n]

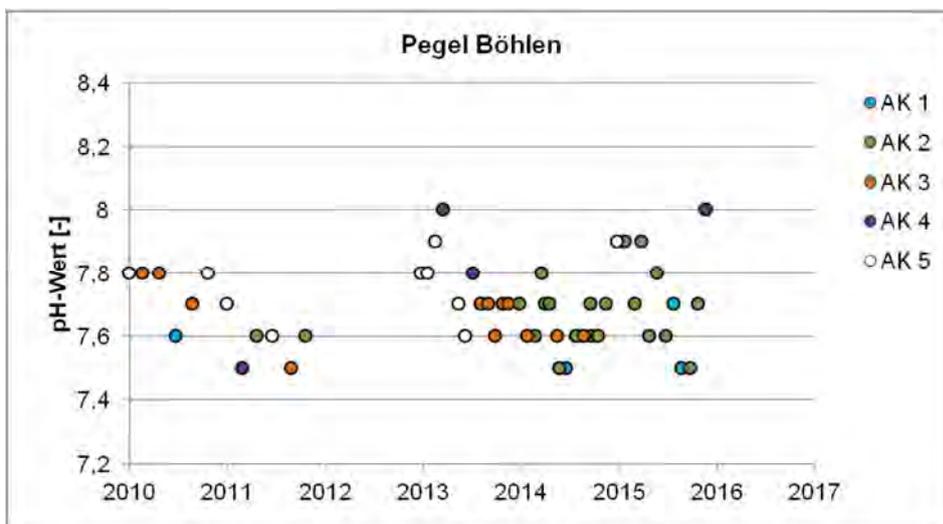
### 2.2.3 Monitoring der Landesdirektion Sachsen am Pegel Böhlen

Neben den im Auftrag der LMBV mbH erhobenen Monitoringdaten wurden bei der Landesdirektion Sachsen Abflusswerte am Pegel Böhlen und dazugehörige Wasserbeschaffenheits-Analysen abgefragt. Die Abbildung 2-27 (S. 48) zeigt den mittleren Tages-Abfluss [m<sup>3</sup>/s] am Pegel Böhlen und die Zuordnung der Messtermine in die fünf Abflussklassen. Im Jahr 2015 erfolgten die Probenahmen bei Abflüssen zwischen 2,68 – 9,98 m<sup>3</sup>/s, was den Abflussklassen 1 bis 4 entspricht.



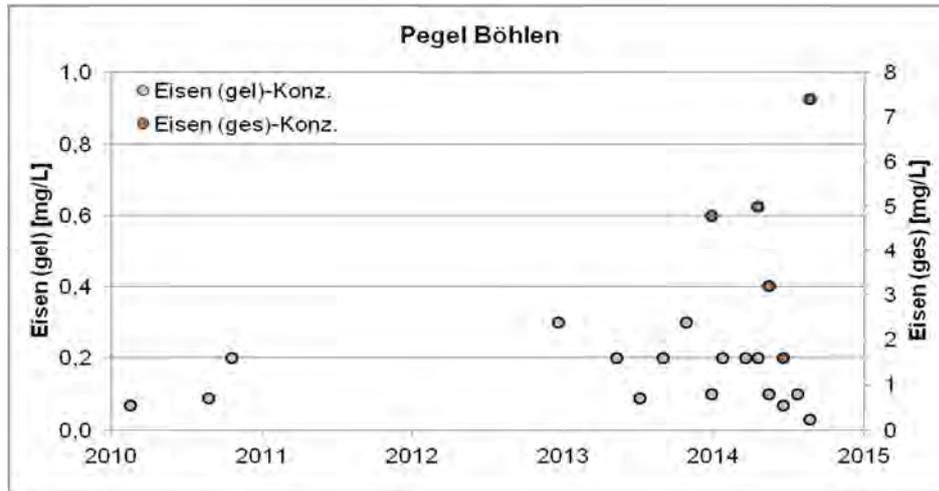
**Abbildung 2-27:** Darstellung der Probenahmetermine der Landesdirektion Sachsen und Zuordnung in die fünf Abflussklassen von 2010 bis 2015

Der pH-Wert am Pegel Böhlen schwankte im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2014 zwischen 7,5 – 8, was für 2015 bestätigt werden kann (Abbildung 2-28). Der durchschnittliche pH-Wert betrug pH = 7,7 und befand sich damit im leicht basischen Bereich.



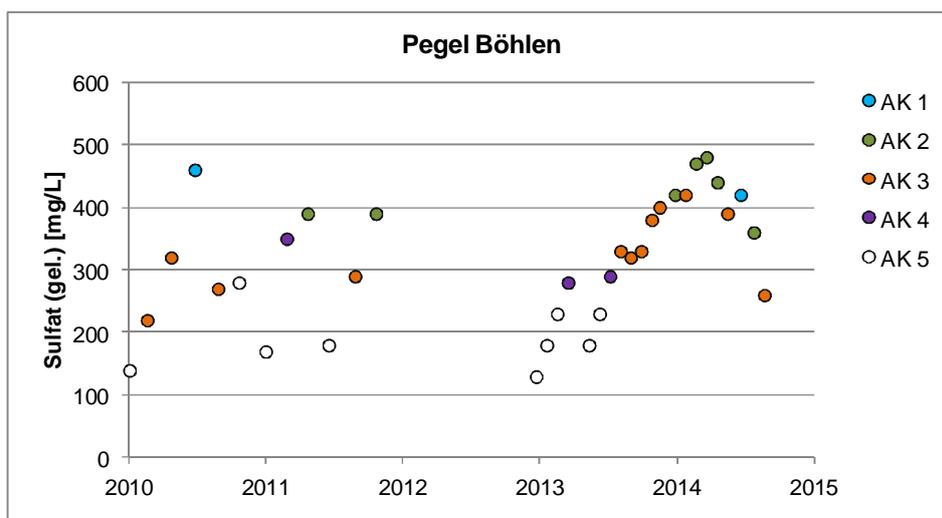
**Abbildung 2-28:** Darstellung des pH-Wertes am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 von 2010 - 2015

Das staatliche Messprogramm sieht erst seit 2014 die Bestimmung der Eisen(ges)-Konzentrationen vor. Die Eisen(gel)-Konzentrationen wurden in den Jahren zuvor nur an wenigen Messterminen bestimmt (Abbildung 2-29). Dabei fällt auf, dass mehr Eisen(gel)-Konzentrationen als Eisen(ges)-Konzentrationen erfasst wurden. Die durchschnittliche Eisen(ges)-Konzentration betrug von 2007 bis 2015 4,0 mg/L, Höchstwerte wurden 2014 erreicht (08.09.2014: Eisen(ges)-Konz. = 7,4 mg/L; 03.11.2014: Eisen(ges)-Konz. = 7,5 mg/L). Die Eisen(gel)-Konzentration betrug über den gesamten Betrachtungszeitraum etwa 1,17 mg/L.



**Abbildung 2-29:** Darstellung der Eisen-Konzentrationen am Pegel Böhlen in den Jahren 2010 – 2015

Die Sulfat-Konzentrationen schwankten zwischen 100 und 500 mg/L. Die häufigste Abflussklasse ist AK 2, worin auch die höchsten Sulfat-Konzentrationen mit Sulfat(max.) = 480 mg/L zu finden sind. Damit wurde insbesondere im Messzeitraum 2013 – 2015 bestätigt, dass hohe Sulfat-Konzentrationen vorwiegend bei niedrigen Abflüssen auftraten (Abbildung 2-30).



**Abbildung 2-30:** Darstellung der Sulfat-Konzentration am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 in den Jahren 2010 – 2015

Aufgrund der geringen Anzahl vollständiger Datensätze für die bergbautypischen Parameter Eisen(ges), Eisen(gel), Sulfat und pH-Wert konnten aus den Analyseergebnissen noch keine Tendenzen hinsichtlich der Entwicklung der Parameter abgeleitet werden.

Da die Daten der Landesdirektion die Messergebnisse des Monitorings der LMBV ggf. sinnvoll ergänzen können, sollten die Daten weiterhin in die Auswertung einbezogen werden.

## **2.2.4 Sedimentationsuntersuchungen in der Pleiße**

Ziel der Sedimentuntersuchung [4n] war es, sowohl die Schlammmächtigkeiten bei Abflussklasse 1 bis 4 als auch die Eisengehalte der Schlämme in den Uferbereichen im Längsverlauf der Pleiße bei Abflussklasse 2 darzustellen. Von besonderer Bedeutung waren dabei die Schlammmächtigkeiten in den Rückstaubereichen der drei Wehre (Trachenauer Wehr, AGRA-Wehr und Connewitzer Wehr), woraus Schlamm- und Eisenmassen für die Abflussklassen 1 bis 3 abzuschätzen und die Sedimentproben des Trachenauer und des Connewitzer Wehrs nach DepV und LAGA 11/04 zu beurteilen waren.

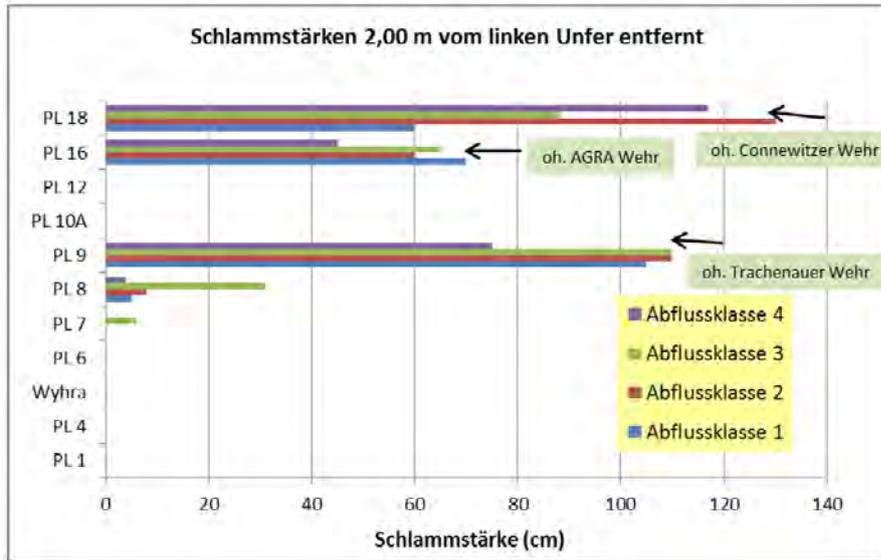
### **2.2.4.1 Schlammstärken vom direkten Uferbereich bis 2,0 m Uferentfernung im Längsverlauf der Pleiße bei Abflussklasse 1 bis Abflussklasse 4**

Die Schlammstärken wurden bei vier verschiedenen Abflussklassen in der Pleiße im direkten Uferbereich und in 2,00 m Entfernung vom Ufer gemessen (Abbildung 2-31). Die Schlammstärken waren zwar bei den vier verschiedenen Abflussklassen etwas unterschiedlich, jedoch war keine eindeutige Tendenz zu erkennen. Aufgrund der unterschiedlichen Wasserstände veränderte sich auch die Uferlinie, von der aus die Schlammstärken gemessen wurden. Tendenziell wurden bei Abflussklasse 4 etwas geringere Schlammstärken gemessen, da bei höheren Abflüssen oberflächliche Schlammablagerungen im Uferbereich teilweise weggespült wurden. Die Messung der Schlammstärken von 2014 zeigten ähnliche Ergebnisse wie die Untersuchung von 2015.

An 6 von insgesamt 11 beprobten Messstellen befanden sich keine Schlämme sondern Steine im Uferbereich. Die Schlämme der Messstellen PL6 bis PL9, PL16 und PL18 wiesen hohe Eisengehalte auf (57 – 112 g/kg TS), die den Ergebnissen der Sedimentuntersuchung 2014 ähnelten.

Besonders im direkten Uferbereich von PL6 und PL9, die sich im Kippen beeinflussten Gebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II befinden, wurden deutlich höhere Eisen(gel)- und Eisen(ges)-Konzentrationen im Wasser festgestellt, die durch die Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße verursacht wurden. Durch die Fließbewegung des Wassers wurden eisenhaltige Sedimente bis zum Ende der Fließstrecke weiter transportiert, wodurch auch noch bei PL16 und PL18 (oberhalb des AGRA Wehrs und des Connewitzer Wehrs), relativ hohe Eisengehalte in den Schlämmen gemessen wurden.

Generell wurden beachtliche Schlammengen direkt oberhalb der drei Wehre gemessen (PL9, PL16 und PL18). Im Bereich der Wehre ist die Pleiße breiter als an den anderen Stellen, durch die daraus resultierenden geringeren Fließgeschwindigkeiten lagern sich die eisenhaltigen Sedimente vermehrt in diesen Bereichen ab. Das gleiche Phänomen ergab sich an der Messstelle PL8, das durch einen Knick im Gewässerverlauf der Pleiße verursacht wurde.



**Abbildung 2-31:** Schlammstärken 2,00 m vom linken Uferbereich entfernt bei vier verschiedenen Abflussklassen in der Pleiße 2015 [4n]

### 2.2.4.2 Schlammstärken im Rückstaubereich der 3 Wehre bei Abflussklasse 1 bis 3

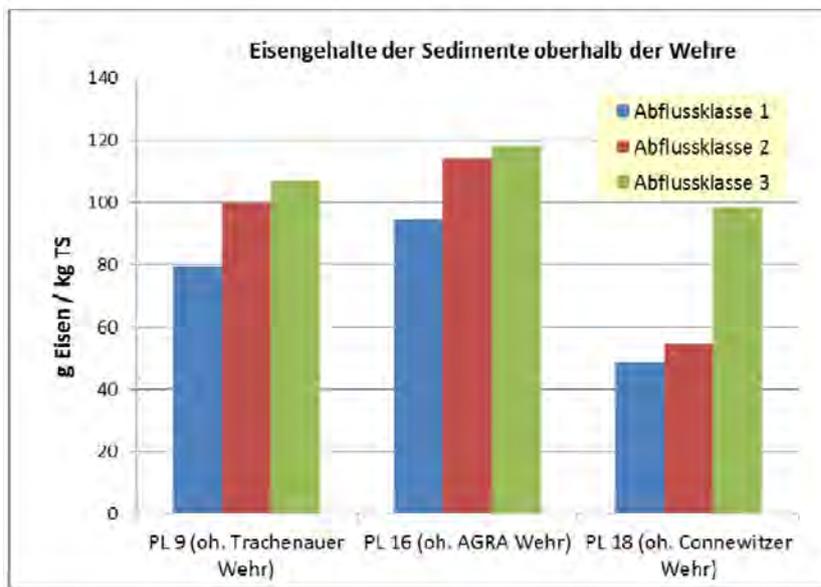
Die Schlammstärken wurden im Rückstaubereich der drei Wehre, Trachenauer Wehr, AGRA-Wehr und Connewitzer Wehr, bei Abflussklasse 1 bis 3 in der Pleiße gemessen. Dazu wurden 10 Stellen im Rückstaubereich der Wehre zwischen 10 m und 800 m Entfernung mit jeweils 5 Stellen im Flussquerschnitt untersucht. Beim Connewitzer Wehr konnte aus Sicherheitsgründen erst in 100 m Abstand vom Wehr mit den Messungen der Schlammstärken begonnen werden.

Alle drei Wehre in der Pleiße sind überströmte Wehre. Das Trachenauer Wehr und das AGRA-Wehr sind so genannte Überfallwehre, bei denen das Wasser über eine Betonmauer in ein Tosbecken fällt. Sie besitzen einen Grundablassschütz (Öffnung zum Entleeren des Stauinhalts), der im Regelbetrieb geschlossen ist. Das Connewitzer Wehr ist hingegen ein Schlauchwehr, in dem durch einen mit Wasser gefüllten Schlauch der Wasserabfluss behindert und die Stauhöhe eingestellt wird.

Beim Vergleich der drei Wehre (Abbildung 2-31) wurden die größten Schlammstärken im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs (in der Nähe von PL18) gemessen. Bei Abflussklasse 3 wurden maximale Schlammmächtigkeiten bis über 2,0 m bestimmt. Zu beachten ist weiterhin, dass das Connewitzer Wehr das älteste der drei Wehre ist. Die Schlämme des Trachenauer Wehres (2010) und des AGRA-Wehres (2006) in der jüngeren Vergangenheit ausgebaggert. Dadurch überrascht es nicht, dass die geringsten Schlammstärken im Rückstaubereich des AGRA-Wehres gemessen wurden. Die schwankenden Schlammmächtigkeiten im Rückstaubereich der Wehre können durch Höhen und Tiefen in der Sohle der Pleiße bedingt sein. Beim Vergleich der Stellen im Flussquerschnitt waren erwartungsgemäß im Rückstaubereich des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs die Schlammstärken in den Uferbereichen deutlich höher als in der Flussmitte, wohingegen die Unterschiede beim Connewitzer Wehr nur gering ausfielen. Weiterhin liegt das Connewitzer Wehr von den drei Wehren am weitesten flussabwärts, so dass der Sedimenttransport in diese Richtung erfolgt. 2015 wurden in den Rückstaubereichen des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs höhere Schlammmächtigkeiten gemessen als 2014; beim Connewitzer Wehr waren sie ähnlich.

### 2.2.4.3 Eisengehalte der Sedimente im Rückstaubereich der Wehre in den Abflussklassen 1 – 3

Die Eisengehalte der Sedimente werden zum einen durch die Fließgeschwindigkeit und zum anderen wahrscheinlich durch die große Heterogenität und zeitliche Variabilität des Sedimentes bestimmt. So sind die Eisengehalte der Sedimente oberhalb des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs deutlich höher als oberhalb des Connewitzer Wehrs (Abbildung 2-32), mit Ausnahme des Eisengehaltes vom Connewitzer Wehr bei Abflussklasse 3. Das Trachenauer Wehr liegt am nächsten im Infiltrationsbereich von eisenhaltigem Grundwasser. Deshalb wurden dort die höchsten Eisengehalte im Sediment erwartet. Allerdings waren die Eisengehalte der Sedimente des AGRA Wehrs ähnlich hoch, was wahrscheinlich auf den größeren Sedimenttransport der oberflächlichen eisenhaltigen Sedimente bei steigenden Abflüssen zurückzuführen ist.



**Abbildung 2-32:** Eisengehalte der Sedimente im Rückstaubereich der Wehre (800 m Länge) bei Abflussklasse 1 bis 3 für 2015 [4n]

### 2.2.4.4 Abschätzung der Schlammengen, Schlammmassen und Eisenmassen im Rückstaubereich der drei Wehre bei Abflussklasse 1 bis 3

Da die Schlammengen im Rückstaubereich der drei Wehre in den Schilfbereichen nicht gemessen werden konnten und nicht die gesamte Fließstrecke Schlamm enthielt, ist nur eine grobe Näherung der Werte gegeben.

Die Schlammengen im Rückstaubereich der drei Wehre wurden wie folgt berechnet:

**Schlammmenge 800 m Rückstaubereich** =  $\Sigma$  (gemessene Fließbreite x mittlere Schlammmächtigkeit über den Flussquerschnitt x dazugehörige Gewässerlänge)

Aufgenommen wurden 10 Querprofile auf einer Fließstrecke von 800 m in den Abflussklassen 1 bis 3 und damit zu drei Zeitpunkten (Tabelle 2-7). In den Rückstaubereichen des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs wurden ähnliche Schlammmächtigkeiten gemessen.

Dagegen wurden im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs bei Abflussklasse 3 deutlich höhere Schlammmächtigkeiten bestimmt als bei den Abflussklassen 1 und 2. Das Connewitzer Wehr liegt von den drei Wehren am weitesten flussabwärts, so dass der Sedimenttransport, der wahrscheinlich besonders bei Abflussklasse 3 hoch ist, in diese Richtung erfolgt. 2015 waren die Schlammmächtigkeiten in den Rückstaubereichen des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs höher als 2014. Die Schlammmächtigkeiten im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs waren 2015 niedriger als 2014, mit Ausnahme der besonders hohen Schlammmächtigkeiten bei Abflussklasse 3 im Jahr 2015 (2014 wurden die Schlammmächtigkeiten allerdings nur bei Abflussklasse 2 bestimmt).

**Tabelle 2-7:** Schlammengen berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre in der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Schlammengen 2014

	Trachenauer Wehr	AGRA Wehr	Connewitzer Wehr
	Schlammmenge [m <sup>3</sup> ]	Schlammmenge [m <sup>3</sup> ]	Schlammmenge [m <sup>3</sup> ]
<b>Abflussklasse 1</b> (30.9. - 2.10.2015)	6.284	2.959	8.432
<b>Abflussklasse 2</b> (22.4. - 24.4.2015)	7.382	3.372	8.504
<b>Abflussklasse 3</b> (17.12. - 18.12.15)	6.294	2.288	12.475
<b>Abflussklasse 2</b> (18.11. - 20.11.14)	4.390	1.086	11.223

Die daraus berechneten Schlamm**massen** im Rückstaubereich der drei Wehre weisen aufgrund der geringen Genauigkeiten der Schlamm**mengen** ebenfalls nur eine grobe Näherung auf und werden wie folgt berechnet:

**Schlamm**masse**** (t) = Schlamm**menge** (m<sup>3</sup>) \* Feuchtrohdichte des Schlamm**s** (t/m<sup>3</sup>).

Die Feuchtrohdichte des Schlamm**s** wurde anhand der Trockensubstanz, des Wassergehaltes und der Korngrößenverteilung des Schlamm**s** berechnet.

Die berechneten Schlamm**massen** bis 800 m im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs sind damit etwa 1,5 mal so groß wie im Trachenauer Wehr und etwa 3,4 mal so groß wie im AGRA-Wehr (Tabelle 2-8). Die Schlamm**mengen** und –**massen** in den Rückstaubereichen des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs waren 2015 höher als im Vorjahr.

**Tabelle 2-8:** Schlamm**massen** berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Schlamm**massen** 2014

	Trachenauer Wehr	AGRA Wehr	Connewitzer Wehr
	Schlamm <b>masse</b> [t]	Schlamm <b>masse</b> [t]	Schlamm <b>masse</b> [t]
<b>Abflussklasse 1</b> (30.9. - 2.10.2015)	7.227	3.344	10.118
<b>Abflussklasse 2</b> (22.4. - 24.4.2015)	8.637	3.810	10.205
<b>Abflussklasse 3</b> (17.12. - 18.12.15)	7.175	2.540	14.721
<b>Abflussklasse 2</b> (18.11. - 20.11.14)	5.005	1.271	13.804

Anhand der Eisengehalte in der Trockensubstanz und dem prozentualen Anteil der Trockensubstanz der Sedimente, die oberhalb der Wehre bestimmt wurden, konnten die Eisenmassen bis 800 m im Rückstaubereich der drei Wehre berechnet werden (Tabelle 2-9), die aufgrund der geringen Genauigkeit der Schlamm-mengen und -massen nur eine grobe Näherung darstellt.

Die Eisenmassen im Rückstaubereich der drei Wehre wurden wie folgt berechnet:

$$\text{Eisenmasse (t)} = \text{Schlamm-masse (t)} * \text{TS (\%)} / 100 * \text{Fe-Gehalt (\%)} / 100$$

**Tabelle 2-9:** Eisenmassen berechnet für 800 m Rückstaubereich der drei Wehre in der Pleiße 2015 und Vergleich mit den Eisenmassen 2014

	Trachenauer Wehr Eisenmasse [t]	AGRA Wehr Eisenmasse [t]	Connewitzer Wehr Eisenmasse [t]
<b>Abflussklasse 1</b> (30.9. - 2.10.2015)	162,0	75,2	175,6
<b>Abflussklasse 2</b> (22.4. - 24.4.2015)	255,4	104,3	214,7
<b>Abflussklasse 3</b> (17.12. - 18.12.15)	209,6	62,6	450,5
<b>Abflussklasse 2</b> (18.11. - 20.11.14)	88,6	30,9	395,0

Die berechneten Eisenmassen bis 800 m im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs sind damit etwa 1,3 mal so groß wie im Rückstaubereich des Trachenauer Wehrs und etwa 3,5 mal so groß wie im Rückstaubereich des AGRA-Wehrs. Besonders bei Abflussklasse 3 wurden hohe Eisenmassen im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs berechnet. 2015 waren die Eisenmassen in den Rückstaubereichen des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs deutlich höher als 2014.

#### 2.2.4.5 Beurteilung der Sedimentproben aus dem Rückstaubereich des Trachenauer Wehrs und des Connewitzer Wehrs nach DepV und LAGA 11/04

Die Sedimentprobe aus dem Rückstaubereich des **Trachenauer Wehrs** ist nach LAGA 11/04 (Einstufung nach PAK-Gehalte) als Z2 (Z = Zuordnungswert) einzuordnen und muss damit nicht deponiert werden. Damit kann die Sedimentprobe der Deponieklasse 0 (DK 0) zugeordnet werden.

Die Sedimentprobe aus dem Rückstaubereich des **Connewitzer Wehrs** ist nach LAGA 11/04 > Z2 einzuordnen. Die Einstufung erfolgte aufgrund der hohen BTEX-, PAK- und Benzo(a)pyren-Gehalte im Feststoff (alle > Z2) und bestätigt damit die Ergebnisse der Analyse vom 19.11.14. Ebenfalls hoch, zu Z2 zuzuordnen, liegen die MKW-Gehalte im Feststoff dieser Sedimentprobe. Damit ist die Sedimentprobe aus dem Connewitzer Wehr als gefährlicher Abfall einzustufen und wird der Deponieklasse 1 (DK 1) zugeordnet.

## 2.2.5 Zusammenfassung

Mit der Zielstellung eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen, erfolgte die Beprobung an den Messstellen der Pleiße in der Abflussklassen 1 bis 5. Der vorliegende Bericht von SGL [4n] dokumentiert den Zeitraum bis Dezember 2015. In diesem Zeitraum konnten Wasseruntersuchungen in den Abflussklassen 1 bis 4 vorgenommen werden. Die Abflussbedingungen in 2016 ermöglichten bisher Beprobungen in allen 5 Abflussklassen.

In der Längsentwicklung in der Pleiße waren die Unterschiede der Eisen- und Sulfat-Konzentrationen und -Frachten meistens größer als zwischen den Abflussklassen [4n]. Es wurden 11 Messstellen innerhalb des 30 km langen unteren Abschnitts der Pleiße von Regis-Breitungen bis kurz vor der Mündung der Pleiße in die Weiße Elster untersucht (einschl. Wyhra, die mengenmäßig größte Einleitung).

„Die Messstelle PL 1 in Regis-Breitungen, die sich im relativ bergbauunbelasteten Gebiet befindet, stellt dabei mit den niedrigsten Eisen- und Sulfat-Konzentrationen und -Frachten einen Referenzzustand dar. Durch den Zufluss der Wyhra kommt es zu einer leichten Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße. Im Bereich von PL 6 bis PL 9 führt die Pleiße durch das Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II und es kommt in diesem Bereich (insbesondere oh. von PL 6) zur Infiltration von Kippengrundwasser in die Pleiße. Das führte bei der Messstelle PL 6 bei den Abflussklassen 1 bis 3 zu einer deutlichen Erhöhung der Konzentrationen und Frachten von Eisen(ges.) (auf 10,1 – 14,3 g/s) und Eisen(gel.) (2,5 – 4,2 g/s).

Unterhalb von PL 7 erreichen die Eisen(gel.)-Frachten bei allen Abflussklassen durch die Umwandlung in partikuläres Eisen schnell niedrige Werte von < 1 g/s. Die Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 1 schon zu einem großen Teil bis oberhalb des Trachenauer Wehrs (PL 9), bei Abflussklasse 2 ist die Sedimentation von Eisen in diesem Fließabschnitt deutlich geringer und bei Abflussklasse 3 sehr gering.

Bei Abflussklasse 4 wurde oberhalb vom Trachenauer Wehr (PL 9) sogar eine deutliche Zunahme der Eisen(ges.)-Fracht wahrscheinlich durch Resuspension von Eisenpartikeln gemessen. Im Fließabschnitt von PL 10 A – PL 16 kommt es bei den Abflussklassen 1 bis 3 ebenfalls zur Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten, wohingegen bei Abflussklasse 4 die Eisen(ges.)-Frachten zunehmen, wahrscheinlich auch aufgrund von Resuspension. Oberhalb des Connewitzer Wehrs (bei PL 18) nahmen die Eisen(ges.)-Frachten bei allen Abflussklassen leicht zu.

Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurden Eisen(ges.)-Konzentrationen von 1,1 mg/L (Abflussklasse 1) bis 2,6 mg/L (Abflussklasse 4) gemessen. Die Eisen(ges.)-Frachten erreichten Werte von 4,3 g/s (Abflussklasse 1) bis 25,3 g/s (Abflussklasse 4). Für das Jahr **2015** wurde für **PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 315 t/Jahr** berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde.“ [4n]

Im Gegensatz zum Eisen reichert sich Sulfat im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, so dass am Ende der Fließstrecke hohe Sulfat-Konzentrationen von 320 mg/L (AK 4) bis 540 mg/L (AK 1) gemessen wurden. Die Sulfat-Frachten waren, wie die Eisen(ges.)-Frachten, bei Abflussklasse 1 am niedrigsten (2110 g/s) und bei Abflussklasse 4 am höchsten (3080 g/s). Ein Eintrag von Sulfat findet durch die Wyhra und durch infiltrierendes Kippengrundwasser oberhalb von PL 6 statt. Den signifikant größten Eintrag von Sulfat gibt es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von 0,79 m³/s, mittleren Sulfat-Konzentration von 890 mg/L), die sich zwischen PL 6 und PL7 befindet (weitere Einträge über Zufluss Faule Pfütze und Floßgraben).

Für das Jahr **2015** wurde für **PL 18 eine mittlere Sulfat-Fracht von 73.360 t/Jahr** berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. [4n]

Die in 2015 durchgeführten Sedimentuntersuchungen umfassten die Messungen der Schlammstärken an 11 Messstellen in den Uferbereichen von 0 ... 2 m und die Bestimmung der Eisengehalte der Schlämme. Weiterhin wurden Messungen der Schlammstärken im Rückstaubereich der drei Wehre durchgeführt. Weiterhin erfolgt zur Wiederholung der Einstufung jeweils einer Mischprobe aus dem Rückstaubereich des Trachenauer Wehrs und des AGRA Wehrs nach DepV und LAGA 11/04.

„Die Schlammstärken an den 11 Messstellen unterschieden sich deutlich. An den Stellen PL 1, PL 4, Wyhra, PL 10 A und PL 12 hatte sich bei allen Untersuchungen kein Schlamm abgelagert. An diesen Messstellen befinden sich Steine im gesamten Uferbereich. Im direkten Uferbereich wurden beachtenswerte Schlammstärken bei PL 6 bis PL 9 (Bereich in dem Kippengrundwasser in die Pleiße infiltriert), bei PL 16 (oh. AGRA Wehr) und bei PL 18 (oh. Connewitzer Wehr) gemessen. Besonders im Bereich des Trachenauer Wehrs waren die Schlammstärken, mit mittleren Werten von 1,0 m hoch. Bei einer Entfernung von 2,0 m vom Ufer wurden beachtenswerte Schlammstärken nur direkt oberhalb der drei Wehre gemessen (PL 9, PL 16 und PL 18). Besonders hohe Schlammstärken, welche teilweise > 1,0 m waren, wurden 2,0 m vom Ufer entfernt beim Trachenauer Wehr und beim Connewitzer Wehr gemessen. Im Bereich der Wehre ist die Pleiße breiter als an den anderen Stellen, durch die daraus resultierenden geringeren Fließgeschwindigkeiten sedimentieren die eisenhaltigen Sedimente vermehrt in diesen Bereichen. In der Flussmitte befand sich auch nur oberhalb der drei Wehre (PL 9, PL 16, PL 18) Schlamm. Die Schlammmächtigkeiten waren allerdings deutlich geringer als in den Uferbereichen.“  
 „Die Eisengehalte der Schlämme an den 6 Messstellen, PL 6 – PL 9, PL 16 und PL 18, liegen mit Werten zwischen 57 – 112 g/kg TS relativ hoch, was auf die bergbauliche Beeinflussung der Pleiße zurückzuführen ist.“ [4n]

Es wurden Schlammstärken im Rückstaubereich des Trachenauer Wehrs von ca. 6.300 m<sup>3</sup> – 7.400 m<sup>3</sup>, im Rückstaubereich des AGRA-Wehrs von 2.300 m<sup>3</sup> – 3.400 m<sup>3</sup> und im Rückstaubereich des Connewitzer Wehrs von 8.400 m<sup>3</sup> – 12.500 m<sup>3</sup> berechnet. Unter Berücksichtigung der ermittelten Eisenkonzentrationen betragen die mittleren Eisenmassen im Rückstaubereich:

- des Trachenauer Wehrs: 209 t Eisen,
- des AGRA-Wehrs: 81 t Eisen,
- des Connewitzer Wehrs 280 t Eisen.

Die Analysen der Sedimentproben erbrachten folgende Ergebnisse:

Sedimentprobe Rückstaubereich Trachenauer Wehr:

- Zuordnung Z2 nach LAGA 11/04 (aufgrund PAK-Gehalte)
- Zuordnung DK0 gem. DepV → keine Deponierung erforderlich

Sedimentprobe Rückstaubereich Connewitzer Wehr:

- Zuordnung >Z2 nach LAGA 11/04 (aufgrund hohe BTEX-, PAK- und Benzo(a)pyren-Gehalte im Feststoff → gefährlicher Abfall)
- Zuordnung Z2 nach LAGA 11/04 (aufgrund hoher MKW-gehalte im Feststoff)
- Zuordnung DK1 gem. DepV → Verwertung nicht möglich, Deponierung erforderlich
- die Ergebnisse bestätigen Analyse vom 19.11.2014

### **3 Realisierte bzw. geplante Maßnahmen zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße**

Neben der Weiterführung des Fließgewässer- und Grundwassermonitorings sowie der integralen Gesamtbetrachtung in Form jährlicher Monitoringberichte, sind im Maßnahmenkonzept der 3. Phase des Pilotprojekts verschiedene Sanierungsmaßnahmen vorgesehen. Im Zwischenbericht 2015 [1h] wurden die sich zum Zeitpunkt der Erstellung des Jahresberichtes 2014 noch nicht fertig gestellten vertiefenden Untersuchungen zu Maßnahmen zur Vermeidung der Eiseneinträge analysiert und hinsichtlich ihres Erfolges bzw. der Erfolgsaussichten bewertet. Weiterhin wurden die potenziellen Wirkungen der Einzelmaßnahmen bezogen auf das Gesamtwässersystem aufgezeigt sowie Empfehlungen zur Fortführung und Entwicklung von Maßnahmen erarbeitet.

#### **3.1 Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen**

Im Zeitraum von 2008 bis 2011 wurde im Auftrag der LMBV ein Pilotprojekt zur Reduzierung der Exfiltration von eisenbelastetem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaues Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra durchgeführt. Dafür fand eine Bewirtschaftung der Kippenflächen mit Dauergrünland aus Luzerne statt. Durch Tiefentrockenlegung und Kalkung sowie mit einer optimalen Bewirtschaftung und Düngung der Bestände konnte eine starke Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit der Eisen-, Sulfat- und Aciditätseinträge in Pleiße und Wyhra erreicht werden.

Zusätzlich wurden umfangreiche Wasserhaushaltsuntersuchungen an den Versuchspartzen auf der Kippe Witznitz und den Lysimetern in der Lysimeterstation Brandis durchgeführt.

Aufgrund der positiven Ergebnisse des Pilotversuchs wurde von der LMBV in Kooperation mit der Osterland-Agrar GmbH ab 2012 die großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuchs vorangetrieben. Dennoch sind anhand der Grundwasserstandsganglinien noch keine Trends ableitbar, die die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung eindeutig belegen. Da der großflächige Luzerneanbau auf dem Südteil der Kippe Witznitz erst ab 2014 erfolgt, müssen hierfür insgesamt längere Zeiträume betrachtet werden.

Die Luzerne bleibt immer 4 Jahre stehen und wird je nach Wuchs drei- bis viermal im Jahr geerntet. Danach erfolgt ein einjähriger Fruchtwechsel mit einer Bewirtschaftung, die wie die Luzerne eine hohe Biomasseproduktion besitzt und eine hohe Evapotranspirationsrate aufweist. Die Biomasse dient als Futtermittel in der Tierproduktion und wird zum Teil in der Biogasanlage vergoren.

Die Untersuchungen des Jahres 2015 sind in einem Bericht [9f] dokumentiert.

Im Jahr 2015 wurden weiterhin 6 Parzellen der Versuchsfläche 1 mit Luzerne und einem Luzerne-Gras-Gemisch betrieben. Zwei von den 4 Lysimetern in Brandis werden analog zu Versuchsfläche 1 ebenfalls mit Luzerne bzw. einem Luzerne-Gras-Gemisch bewirtschaftet. Auf den beiden anderen Lysimetern wurde im Frühjahr 2014 Mais und 2015 Winterweizen angebaut, um die Auswirkungen des Fruchtwechsels zu prognostizieren. Zusätzlich wurden 6 neue Kontrollflächen auf der Luzernefläche im Südbereich der Kippe Witznitz in das Untersuchungsprogramm einbezogen.

Auch nach sieben Jahren waren entgegen bisheriger Erwartungen die Erträge mit Luzerne weiterhin hoch; auf den Versuchsflächen jedoch nicht ganz so hoch wie im Vorjahr.

Im Vergleich zu den Lysimetern haben die Beobachtungen und Messungen auf dem Feld insbesondere bei Luzerne eine größere Wuchshöhe und einen, besonders 2011, 2013, 2014 und 2015 dichteren Bestand bei schnellerem Aufwuchs als auf den Lysimetern gezeigt. Daraus ergibt sich auch eine größere Evapotranspiration und demzufolge eine geringere Grundwasserneubildung als die, die auf den Lysimetern gemessen wurde.

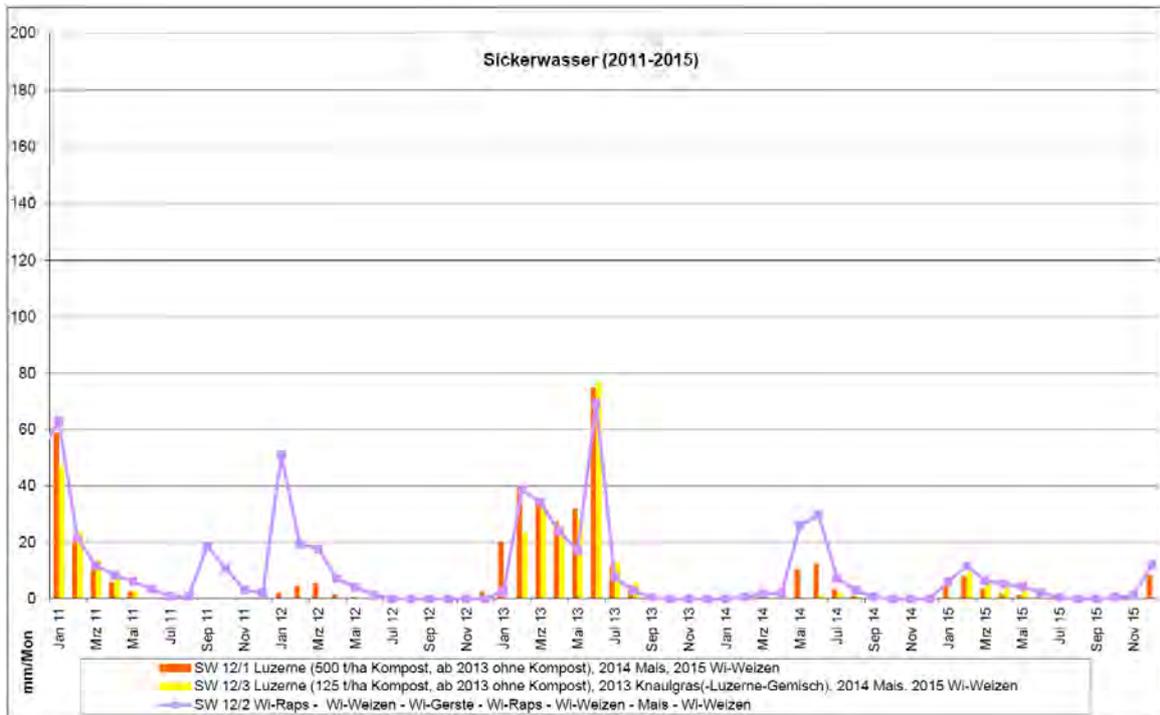
Gem. Vereinbarung der LMBV mit der Osterland Agrar GmbH im August 2014 wurde die Bodenbearbeitung als einmalige Vorbereitung zum Luzerneanbau bestehend aus Bodenauflockerung, Düngung und Kalkung der Flächen durch die LMBV finanziert. Aufgrund des kurzen Bewirtschaftungszeitraumes können jedoch noch keine Aussagen zur Erfordernis bzw. zum Erfolg der Meliorationsmaßnahmen getroffen werden.

Die Tabelle 3-1 zeigt eine Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter. Ab 2014 wurden die 12er Lysimeter gleich bewirtschaftet. Bis 2013 diente das Lysimeter 12/2 als Referenzlysimeter (nur bzgl. der Wasserhaushaltsgrößen). Die Lysimeter auf der Kippe Witznitz 13/1 und 13/2 wurden wie die umliegenden landwirtschaftlichen Flächen bewirtschaftet. Aufgrund der z. T. hohen Grundwasserstände lassen sich hier keine Sickerwassermengen ermitteln.

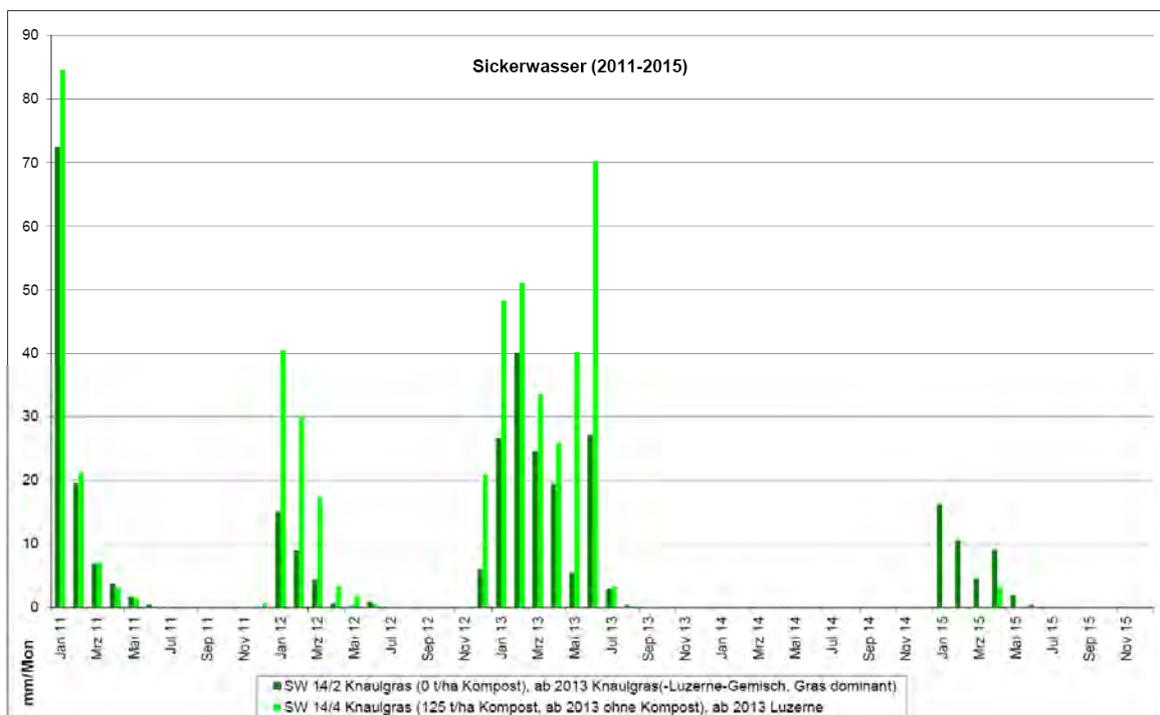
**Tabelle 3-1:** Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter von 2009 bis 2016 ([9f] ergänzt)

Lysimeter Jahr	Lysimeter Brandis: Boden Kippe Espenhain			Lysimeter Witznitz		Lysim. Brandis: Boden Kippe Witznitz	
	12_1	12_2	12_3	13_1	13_2	14_2	14_4
2009	Luzerne (500t/ha Kompost)	Winterraps	Luzerne (125t/ha Kompost)	Winterweizen	Winterweizen	Knautgras	Knautgras (125 t/ha Kompost)
2010	Luzerne	Winterweizen	Luzerne	Wintergerste	Wintergerste	Knautgras	Knautgras
2011	Luzerne	Wintergerste	Luzerne	Winterraps	Winterraps	Knautgras	Knautgras
2012	Luzerne	Winterraps	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Knautgras	Knautgras
2013	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)	Winterweizen	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)	Luzerne (3 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Luzerne (3 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (80/20)	Luzerne (Kompost entfernt Neuaussaat)
2014	Mais	Mais	Mais	Luzerne (2 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Luzerne (2 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (80/20)	Luzerne
2015	Winterweizen	Winterweizen	Winterweizen	Mais (3 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Mais (3 l/m <sup>2</sup> Gärreste)	Knautgras/ Luzerne (60/40)	Luzerne
2016	Winterraps	Winterraps	Winterraps	Wintergerste	Wintergerste	Knautgras/ Luzerne (60/40)	Luzerne

Die klimatische Wasserbilanz war 2015 wie auch 2014 negativ. Dies führte letztendlich zu einer geringen Grundwasserneubildung. „Die Bodenwasserausschöpfung war bei den 12er Lysimetern nur im Mai und Juni hoch, die hohen Niederschläge im Juli und August sind an der deutlichen Verringerung der Bodenwasserausschöpfung zu erkennen. Bei den Lysimetern mit Luzerne und Knautgras/Luzerne hat Luzerne eine deutlich größere Bodenwasserausschöpfung und demzufolge eine geringere Sickerwassermenge. Gegenüber von 2014 gab es nur von Januar bis April leicht positive Werte.“



**Abbildung 3-1:** Zeitlicher Verlauf der Sickerwassermengen – Lysimeter 12/1, 12/2 und 12/3 [9f]



**Abbildung 3-2:** Zeitlicher Verlauf der Sickerwassermengen – Lysimeter 14/2 und 14/4 [9f]

Im Jahr 2015 wurden gem. [9f] folgende Sickerwassermengen gemessen:

<b>Luzerne:</b>	<b>3,2 mm (Lysimeter 14/4)</b>
<b>Knaulgras/Luzerne:</b>	<b>42,3 mm (Lysimeter 14/2)</b>
<b>Referenzwert (W-Weizen):</b>	<b>35,6 mm (Lysimeter 12/2)</b>

Im Jahr 2015 wurde der Pilotversuch nach einer Übergangszeit in den großtechnischen Versuch überführt und insgesamt 225 ha Luzerne auf dem für die Pleißebelastung besonders relevanten Südteil der Kippe Witznitz angebaut. Die Flächen sind ingenieurtechnisch mit den Untersuchungen auf den Feldversuchsflächen und den Lysimetern zu begleiten und auszuwerten.

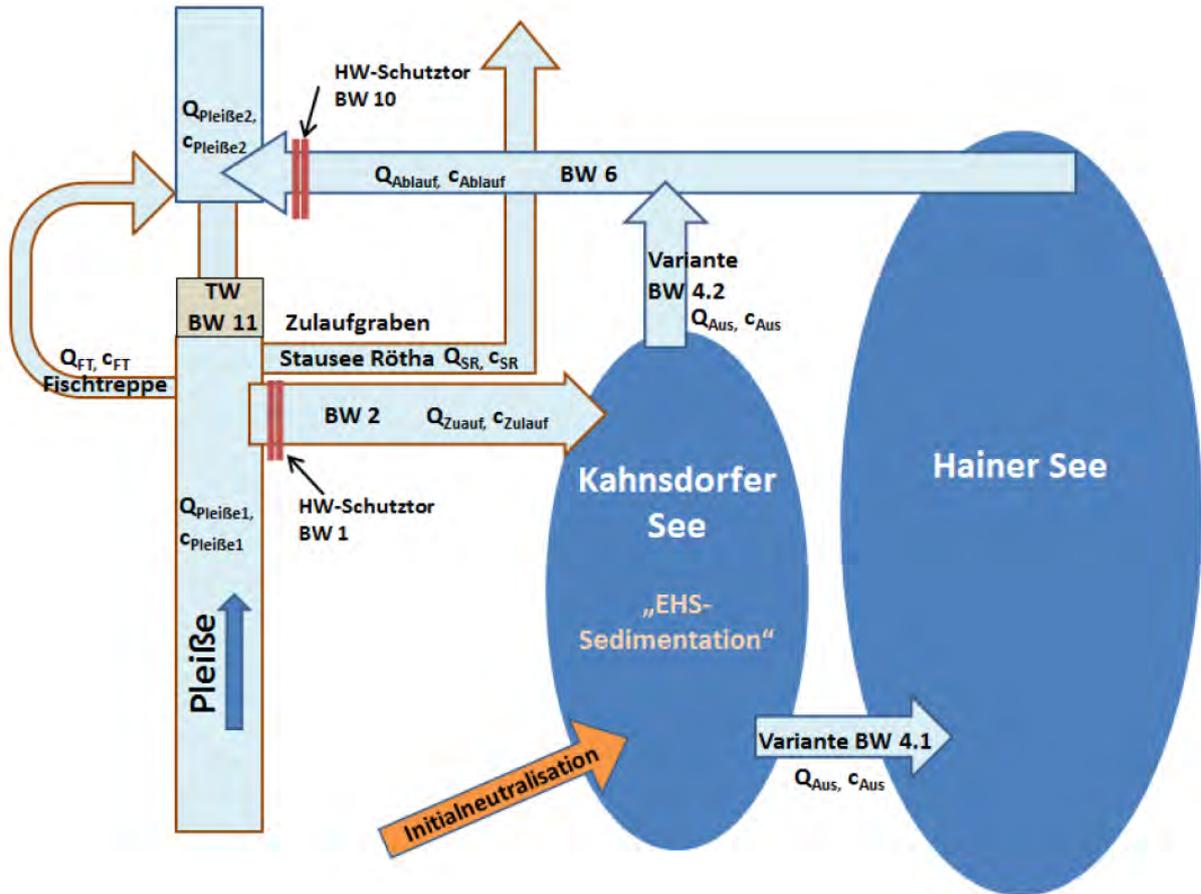
Zu beachten bleibt allerdings, dass durch den geplanten Wechsel auf Dauergrünland-konventionelle Bewirtschaftung Zeitphasen mit erhöhter Grundwasserneubildung entstehen, die es in ihrer Auswirkung auf den Grundwasserstand zu bewerten gilt. Das soll 2016 mit den geplanten Wasserhaushalts- und Grundwassermodellierungen untersucht werden.

### **3.2 Umverlegung der Pleiße im Bereich des Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen – Fortschreibung der Frachtbetrachtung**

Die zu einem großen Teil aus der Kippe Witznitz austretenden und mit Eisen beladenen Grundwässer gelangen in die Pleiße und reichern sich in Zonen geringer Fließgeschwindigkeit, so oberhalb von Wehren, in den natürlichen Flusssedimenten an. Die höchsten Raten an Sedimentation von Eisenhydroxiden finden sich ab Messstelle PL7 im Bereich der Kippe Witznitz zwischen Wyhra-Mündung und Neukieritzsch, von wo 98% der gesamten Eisenfracht in die Pleiße gelangt. Im weiteren Verlauf des Gewässers wurden hohe EHS-Sedimentationsraten im Rückstau des Trachenauer Wehrs beobachtet.

Zur Auffindung von Vorzugslösungen technisch und rechtlich umsetzbarer Varianten mit möglichst geringen Dauerkosten bei gleichzeitig hohem Nutzwert durch die GFI ergab die Ableitung von Pleißewasser rechtsseitig vor dem Trachenauer Wehr in den Kahnsdorfer See die prioritäre Vorzugsvariante [15a].

Das prinzipielle Betriebs-/Bewirtschaftungsschema der Verlegung/Umleitung der Pleiße ist in der nachfolgenden Abbildung 3-3 (S.61) dargestellt. Mit der Umverlegung ist ein Neubau bzw. Ersatzneubau verschiedener Bauwerke notwendig. Entsprechend einer ersten Einschätzung sollen bis zu max. 10 m<sup>3</sup>/s des Pleißewassers (dies entspricht ca. 1,5 MQ der Pleiße am Pegel Böhlen) über den Kahnsdorfer See umgeleitet werden können [14a], um eine möglichst hohe Wirksamkeit der Maßnahme zu erzielen.



**Abbildung 3-3:** Prinzip der angedachten Umverlegung der Pleiße, Bewirtschaftungsschema gem. Aufgabenstellung für die Planungsleistungen [15c]

**Tabelle 3-2:** Bauwerke/Objekte, die mit der Planung zu berücksichtigen sind [15c]

Bauwerk(BW)	in Planung zu berücksichtigende Bauwerke/Objekte
1	Hochwasserschutztor Beginn Gewässerabschnitt von der Pleiße zum Kahnsdorfer See (Neubau)
2	Gewässerabschnitt von der Pleiße zum Kahnsdorfer See (Neubau)
3	Brückenbauwerk/Durchlass Querung Gewässerabschnitt von der Pleiße zum Kahnsdorfer See mit der Kreisstraße K 7930 (Neubau)
4.1	Gewässerabschnitt und Brückenbauwerk/Durchlass Querung vom Kahnsdorfer See in den Hainer See inklusive Überlaufschwelle (Ersatzneubau)
4.2	Brückenbauwerk/Durchlass Querung Wirtschaftsweg zwischen Kahnsdorfer See und Gewässerabschnitt vom Hainer See zur Pleiße (Neubau)
5	Brückenbauwerk/Durchlass Querung Gewässerabschnitt vom Hainer See in die Pleiße mit Wirtschaftsweg (Ersatzneubau)

Bauwerk(BW)	in Planung zu berücksichtigende Bauwerke/Objekte
6	Gewässerabschnitt vom Hainer See bzw. Kahnsdorfer See in die Pleiße (Ausbau/Ersatzneubau)
7	Brückenbauwerk/Durchlass Querung Gewässerabschnitt vom Hainer See bzw. Kahnsdorfer See in die Pleiße mit der Kreisstraße K 7930 (Ersatzneubau)
8	Kreuzungsbauwerk Gewässerabschnitt vom Hainer See in die Pleiße mit dem Gewässerabschnitt zum Stausee Rötha (Ersatzneubau)
9	Kreuzungsbauwerk Gewässerabschnitt vom Hainer See mit Wirtschaftsweg (Ersatzneubau)
10	Hochwasserschutztor am Ende Gewässerabschnitt von Hainer See in die Pleiße (Ersatzneubau)
11	Trachenauer Wehr (Umbau)

Die Planungen in den Leistungsphasen 1 und 2 (HOAI) sollen bis zum September 2017 abgeschlossen sein.

In Vorbereitung des letzten VAK im November 2015 wurde zur Abschätzung der voraussichtlichen Leistungsfähigkeit/Benchmark auch eine Frachtbetrachtung für die Umverlegung der Pleiße durchgeführt (siehe [1h]). Diese wird im Folgenden auf der Basis des aktuellen Kenntnisstandes fortgeschrieben.

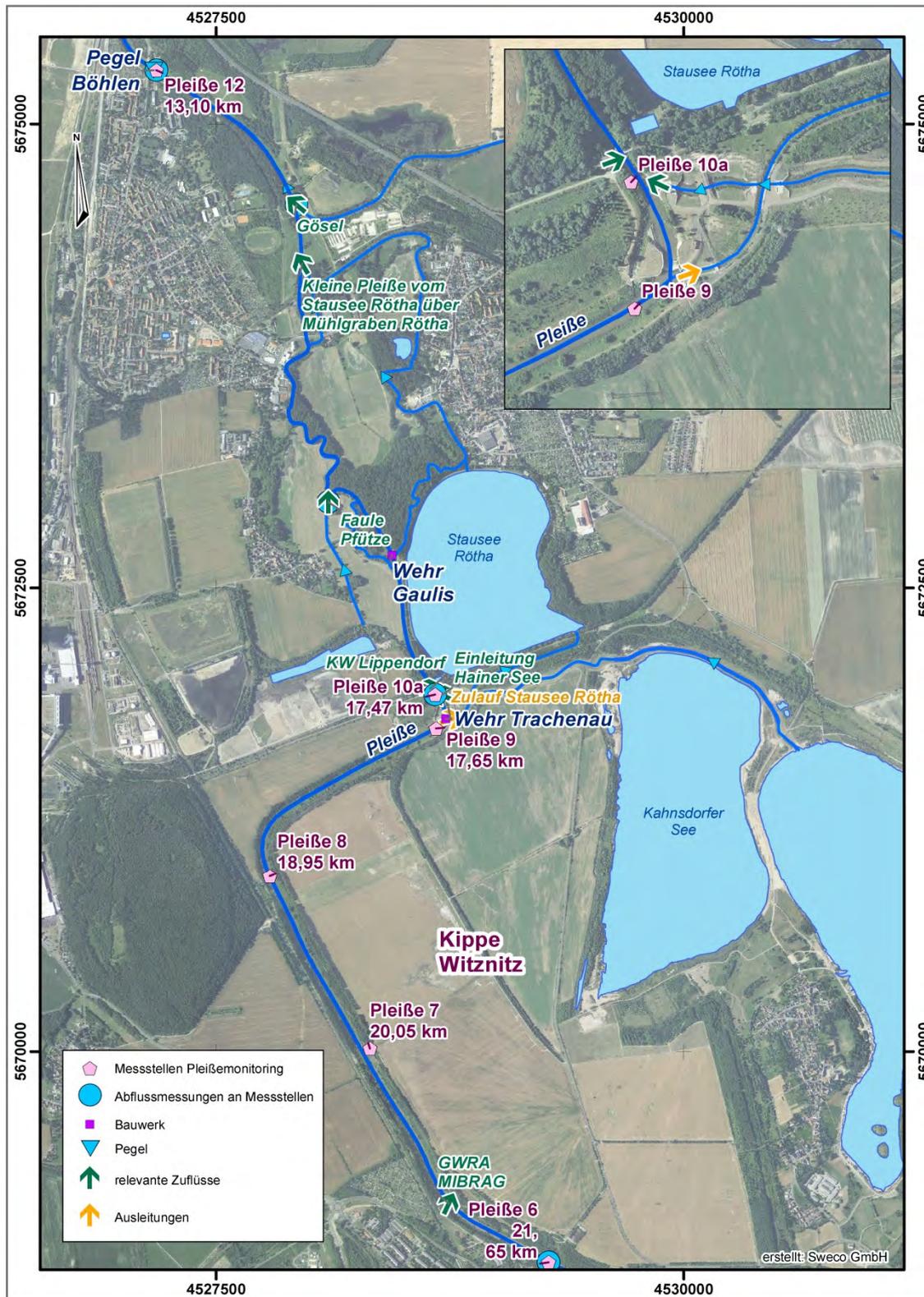
In der Abbildung 3-4 (S. 63) sind die relevanten Zuflüsse und Ausleitungen im Bereich der Pleiße dargestellt. Die bisherige Vorzugsvariante geht von einer Verlegung der Pleiße in Richtung Kahnsdorfer See in Höhe der Pleißemesstelle 9 aus. Für eine Abschätzung der Wirksamkeit sind die Frachten und damit die Eisenkonzentrationen und Abflüsse von Interesse. Da im Bereich der Messstelle PL9 keine Abflussmessungen vorliegen, werden dazu die benachbarten Messstellen herangezogen.

An der PL10A liegen Abflussmessungen vor. Unter Berücksichtigung der Zu- und Abflüsse kann aus diesen Messungen der Abfluss an PL9 wie folgt abgeschätzt werden.

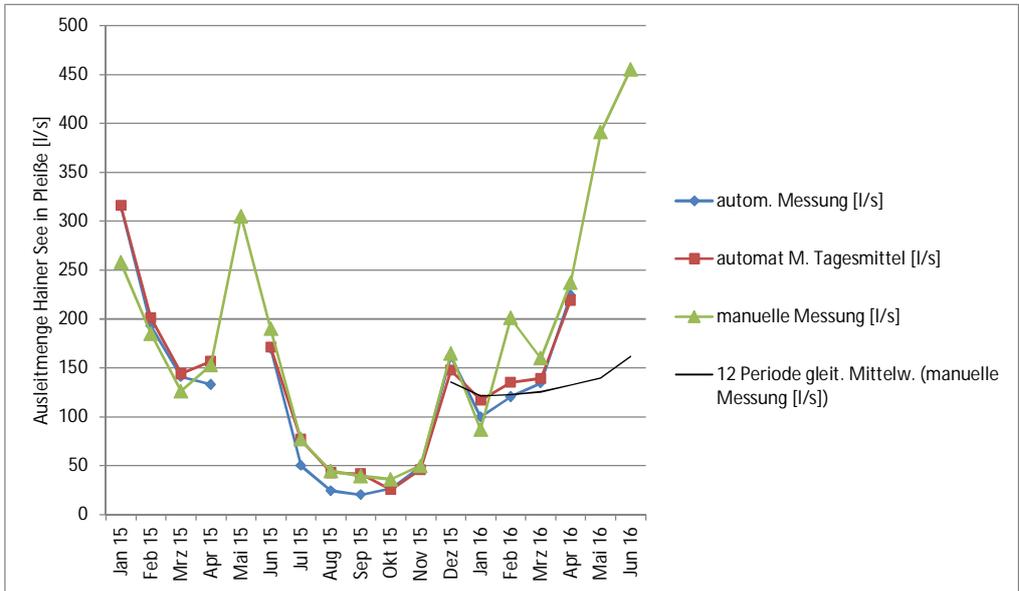
$$Q_{PL9} = Q_{PL10A} + Q_{\text{Ausleitung Stausee Rötha}} - Q_{\text{Zufluss Hainer See}}$$

In den Untersuchungen zur Nutzung des Stausees Rötha als Sedimentbecken (u. a. [8f]) wurde eine Mindestabgabe an den Stausee von 0,15 m<sup>3</sup>/s definiert.

Der Zufluss aus dem Hainer See wird durch den Grundwasserzufluss und dem Oberflächenabfluss des EZG bestimmt. Seit 2015 erfolgt die automatische Messung am Einlaufbauwerk, welche durch Handmessungen verifiziert wird (s. Abbildung 3-5, S. 64).



**Abbildung 3-4:** relevante Zuflüsse/Einleitungen bzw. Ausleitungen im Bereich der geplanten Pleißeumverlegung

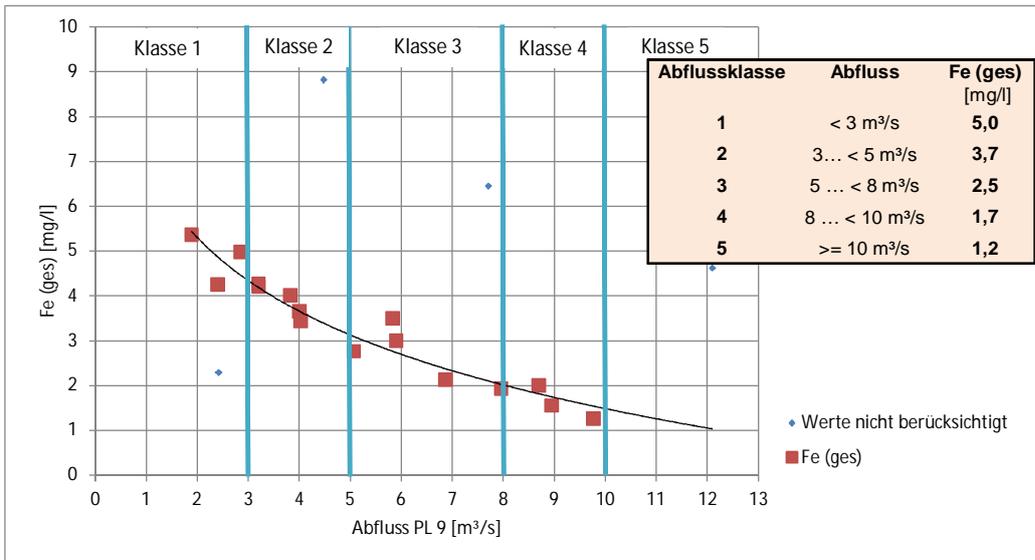


**Abbildung 3-5:** Zeitlicher Verlauf der Ausleitmenge Hainer See in die Pleiße

Eine eindeutige Tendenz ist aus der grafischen Darstellung noch nicht abzuleiten. Für die weitere Betrachtung wird von einem durchschnittlichen Zufluss von 0,15 m³/s ausgegangen (entspricht annähernd dem gleitenden Mittelwert).

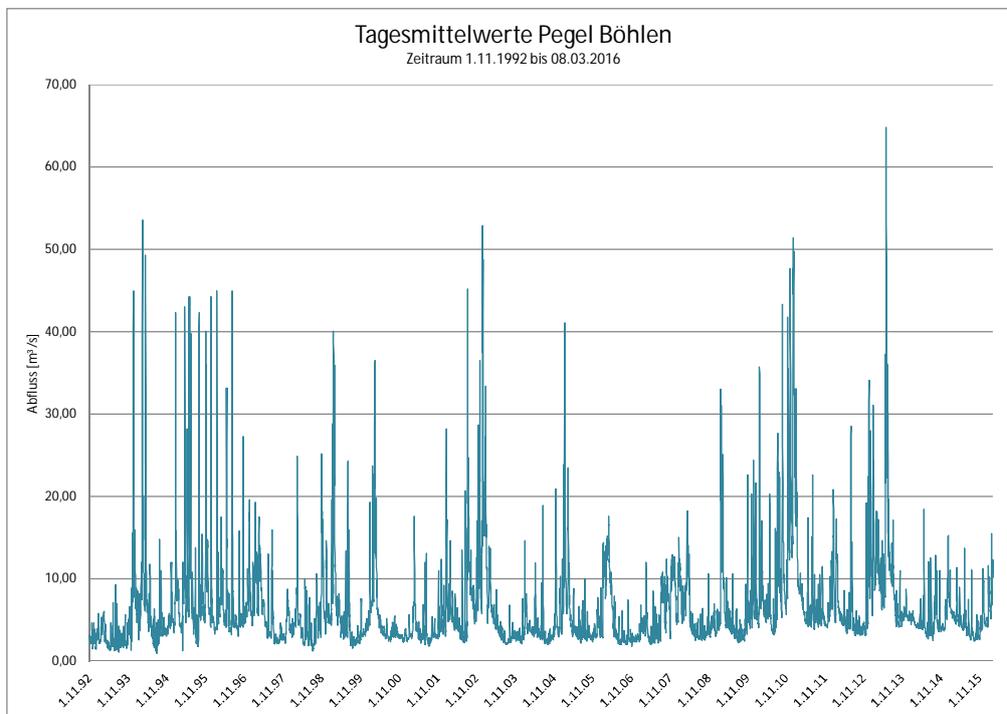
Damit ergibt sich für  $Q_{PL9} \sim Q_{PL10A}$ .

Für die Frachtbetrachtungen werden die Messungen der Konzentration an der Messstelle PL9 ausgewertet und den abgeleiteten Abflüssen an PL9 gegenübergestellt sowie die durchschnittliche Konzentration von Fe(ges) in Abhängigkeit von der Abflussklasse ermittelt (4 Ausreißer werden nicht berücksichtigt; entspricht auch der Methodik [15b]).

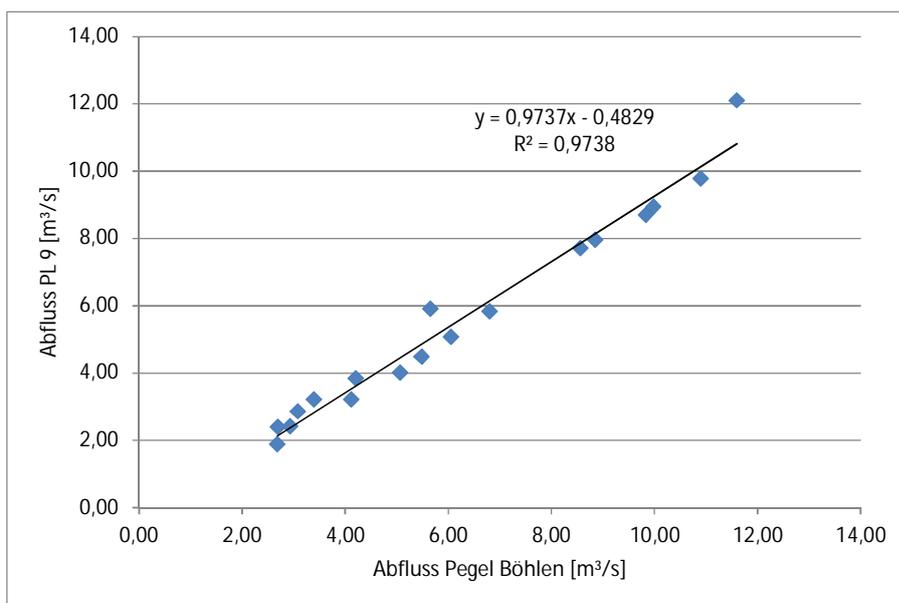


**Abbildung 3-6:** Verhältnis von Abfluss PL9 zu Konzentration Fe(ges), 20 Messungen im Zeitraum 13.11.2014 bis 03.05.2016

Unter Berücksichtigung der Zeitreihe der Abflüsse (Tagesmittelwerte) am Pegel Böhlen (Abbildung 3-7) und dem Zusammenhang  $Q_{\text{Pegel Böhlen}}$  und  $Q_{\text{PL9}}$  (siehe Abbildung 3-8) wurde eine fiktive Abflusszeitreihe der Tagesmittelwerte für PL9 erstellt.



**Abbildung 3-7:** Tagesmittelwerte Pegel Böhlen, Durchfluss 1992..03/2016 [Daten LDS]



**Abbildung 3-8:** Verhältnis des Abflusses an PL9 (~PL10A) zum Abfluss Pegel Böhlen

Unter Berücksichtigung der fiktiven Abflussganglinie und der abflussklassenbezogenen Eisen(ges)-Konzentration wurden für 3 Szenarien die Gesamtabflüsse und die Gesamteisenfracht für die Durchleitung durch den Kahnsdorfer See ermittelt. Die Szenarien unterscheiden sich im Abfluss über die Fischtreppe des Trachenauer Wehrs ( $\leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $\leq 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Fischtreppe außer Betrieb).

Für den Stausee Rötha wurde eine Mindestabgabe von  $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$  angesetzt. Der verbleibende Abfluss von bis zu  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  wurde rechnerisch zum Kahnsdorfer See abgeschlagen.

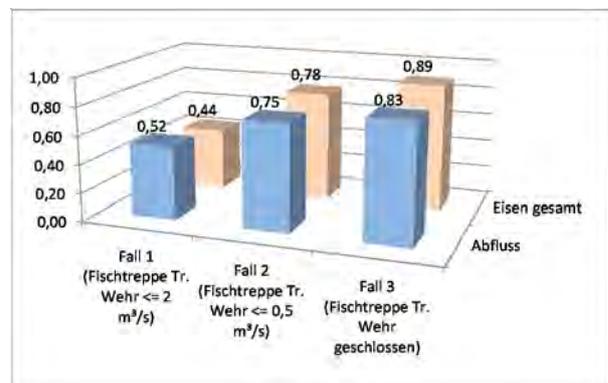
Abbildung 3-9 zeigt die Ergebnisse der Betrachtung in der Übersicht für den gesamten betrachteten Zeitraum sowie durchschnittlich auf ein Jahr bezogen.

Werden keine baulichen Veränderungen an der Fischtreppe des Trachenauer Wehrs zur Reduzierung des Abflusses vorgenommen, so wird mit der Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See ein Wirkungsgrad von 0,44 (Eisen(gesamt)) erreicht.

Nach Außerbetriebnahme der Fischtreppe kann unter den angesetzten Randbedingungen ein Wirkungsgrad von 0,89 erreicht werden.

Zeitreihe 1.11.1992...8.3.2016	Wassermenge (Mio m <sup>3</sup> )	Wassermenge (Mio m <sup>3</sup> /a)	Fe gesamt (t)	Fe gesamt (t/a)
<b>ges. Pleiße ges. Zeitraum</b> (8529 d)	4179	<b>178,83</b>	10.607	454
<b>Fall 1: Fischtreppe Trachenauer Wehr 2 m<sup>3</sup>/s</b> über Zulauf Stausee Rötha 0,15 m <sup>3</sup> /s über Fischtreppe Trachen.Wehr (Q $\leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	111 1438			
<b>über Zulauf Kahnsdorfer See (Q <math>\leq 10 \text{ m}^3/\text{s}</math>) ges. Zeitraum</b>	<b>2157</b>	<b>92,30</b>	<b>4.699</b>	<b>201</b>
über Wehr <u>und</u> Fischtreppe in Pleiße (Q > $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	1911			
<b>Fall 2: Fischtreppe Trachenauer Wehr 0,5 m<sup>3</sup>/s</b> über Zulauf Stausee Rötha 0,15 m <sup>3</sup> /s über Fischtreppe Trachen.Wehr (Q $\leq 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	111 368			
<b>über Zulauf Kahnsdorfer See (Q <math>\leq 10 \text{ m}^3/\text{s}</math>) ges. Zeitraum</b>	<b>3125</b>	<b>133,74</b>	<b>8.249</b>	<b>353</b>
über Wehr <u>und</u> Fischtreppe in Pleiße (Q > $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	943			
<b>Fall 3: Stilllegen der Fischtreppe Trachen. Wehr</b> über Zulauf Stausee Rötha 0,15 m <sup>3</sup> /s über Fischtreppe Trachen.Wehr (Q = $0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	111 0			
<b>über Zulauf Kahnsdorfer See (Q <math>\leq 10 \text{ m}^3/\text{s}</math>) ges. Zeitraum</b>	<b>3453</b>	<b>147,78</b>	<b>9.484</b>	<b>406</b>
über Wehr in Pleiße (Q > $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ges. Zeitraum	614			

Wirkungsgrad des Kahnsdorfer Sees für die Eisenausfällung aus der Pleiße		
(bei Annahme einer dauerhaften Ausfällung+Sedimentation von 100% des durchgeleiteten Pleißewassers)		
	Abfluss	Eisen gesamt
<b>Fall 1</b> (Fischtreppe Tr. Wehr $\leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$ )	<b>0,52</b>	<b>0,44</b>
<b>Fall 2</b> (Fischtreppe Tr. Wehr $\leq 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ )	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>
<b>Fall 3</b> (Fischtreppe Tr. Wehr geschlossen)	<b>0,83</b>	<b>0,89</b>



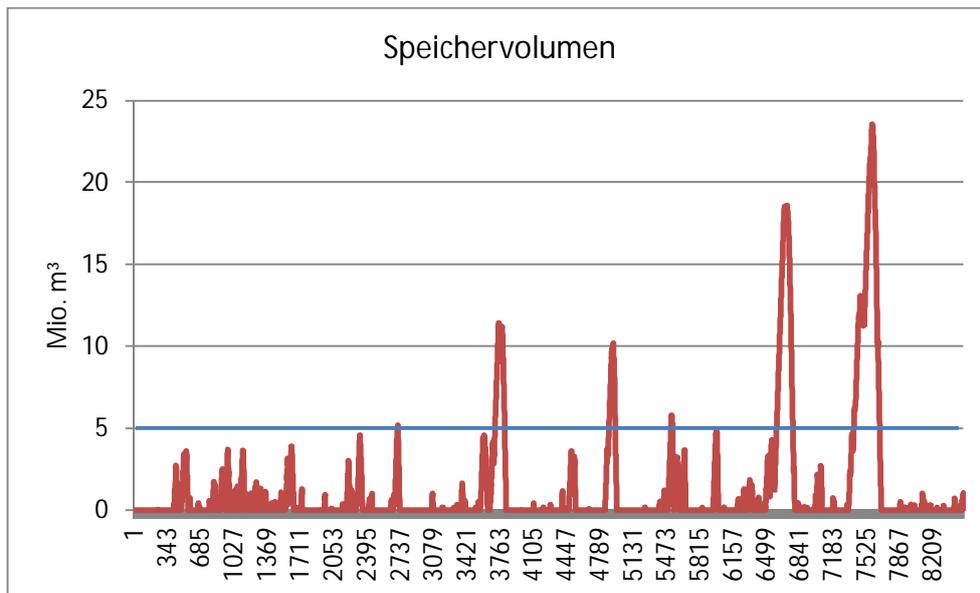
**Abbildung 3-9:** Ergebnisse der Betrachtung des Wirkungsgrades in Abhängigkeit von der Nutzung der Fischtreppe am Trachenauer Wehr (Zeitraum s. Abb. 3-7)

Die ermittelte durchschnittliche jährliche Gesamteisenfracht (an PL9, vor dem Trachenauer Wehr und Zulauf Stausee Rötha) von 454 t/a entspricht damit der auf der Basis der Dauerlinie (Zeitreihe 2006 ... 2014) im Mittel berechneten jährlichen Eisenfracht [15b] von 485 t/a.

Mit der Variantenbetrachtung (Abbildung 3-9, S. 66) wird die Notwendigkeit der Betrachtung/Optimierung des erforderlichen Mindestabflusses über die Fischtreppe im Rahmen der durchzuführenden Vorplanung zur Anbindung der Pleiße an den Kahnsdorfer See deutlich. Im Vergleich zur Methodik [15b] erfolgt die Berücksichtigung der Zeitreihe von rd. 24 Jahren und damit verschiedener Hochwasser- und Niedrigwasserereignisse, die gemessenen Zuflüsse aus dem Hainer Ableiter sowie der beschriebene Einfluss der Fischtreppe.

Gem. [14a] wurde die Möglichkeit der Nutzung der Speicherlamelle von 0,9 m im Hainer See zur Pufferung zwischen Zu- und Abfluss (10 m<sup>3</sup>/s bzw. 8 m<sup>3</sup>/s) in Betracht gezogen.

Aus den vorherigen Betrachtungen wurde für den Fall 3 (Fischtreppe außer Betrieb) die Ganglinie für den Verlauf des Speichervolumens entwickelt. Oberhalb des Speichervolumens von 5 Mio. m<sup>3</sup> (Speicherlamelle Hainer See) könnte das System kein Wasser aus der Pleiße aufnehmen. Dieses würde über das Trachenauer Wehr abgeleitet werden. Über den fiktiven Betrachtungszeitraum von rd. 23 Jahren wäre das an 6 Zeiträumen (insgesamt an 611 Tagen) der Fall, rd. 424 Mio. m<sup>3</sup> würden in Summe zusätzlich über das Trachenauer Wehr fließen. Daraus würde ein Wirkungsgrad von 0,72 für den Gesamtabfluss über den Betrachtungsraum (Fall 3, Fischtreppe außer Betrieb) resultieren.



**Abbildung 3-10:** Verlauf des fiktiven Speichervolumens resultierend aus Zufluss und möglichen Abfluss

Die relevanten Randbedingungen werden im Rahmen der Vorplanung zu klären sein. Dies betrifft u. a. anderem auch die Nutzung der Speicherlamelle im Kahnsdorfer See (auch im Hinblick konkurrierender Nutzungen im Uferbereich) oder die direkte Gewässerverbindung zw. Kahnsdorfer See und dem Ableiter aus dem Hainer See. Auf der Basis der durchzuführenden Modellierungen des Gewässersystems (s. Abbildung 3-3 S. 61) ist u. a. im Rahmen der Vorplanung die optimale Auslegung des Systems (Volumen- und Stoffströme) zu ermitteln und damit ggf. die Notwendigkeit der Mitnutzung des Hainer Sees zu darzulegen [15c].

## 4 Gesamtbetrachtung

Nach der Auswertung des Sachstandes erfolgt nunmehr die Gesamtbetrachtung aller Maßnahmen mit dem Ziel der Ableitung von Handlungserfordernissen unter Schwerpunktsetzung auf Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße.

Die Gesamtbetrachtung erfolgt maßnahmebezogen gem. Tabelle 1-1, (S. 8) in der Form, dass alle Teilmaßnahmen untereinander gegenübergestellt werden. Bei den resultierenden Dopplungen werden entsprechend Verweise gegeben.

### 4.1 Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring

<p><b>Maßnahme 2.1</b> Grundwassermonitoring Messplatz Kippe Witznitz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>für die zeitnahe Prognose der Eiseneinträge aus dem Grundwasser sind in erster Linie pleißenaher Pegel relevant</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 2.2</b> Gesamt-GW-Monitoring MHM, Dritte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Pyridoxidationsprozesse und die daraus resultierenden Einträge von entsprechend befrachteten Grundwässern sind ein andauernder Prozess</li> <li>gem. vorliegender Sulfatstudie [16a] wird im Vergleich der Jahresscheiben 2027/2100 im Bereich der Pleiße in den Abschnitten bis zum Trachenauer Wehr sowie zw. Pegel Böhlen und AGRA-Wehr eine Zunahme der grundwasserbürtigen Sulfatfracht prognostiziert</li> <li>für die Einträge von Eisen in das Fließgewässer Pleiße ist das GW-Einzugsgebiet von Bedeutung, für die Sulfatfrachten sind zusätzlich die Zuflüsse aus den Oberflächengewässern relevant</li> <li>Seen dienen als sogenannte Eisenfallen, wenn neutrale Wasserverhältnisse eine Bildung von Eisenhydroxid und anschließende Sedimentation ermöglicht</li> <li>die Überwachung der Grundwassergüte im Rahmen des MHM erfolgt u. a. auf der Grundlage der zugelassenen Betriebspläne Folgen des Grundwasserwiederanstieges</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 4</b> (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit) Modellaktualisierung und hydrogeol. Modellierung Nutzungsänderung (mit Bezug zu Maßnahmen 5.1 und 5.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die vorliegenden Ergebnisse des Pleißemonitorings (Konzentrationen/Frachten) können als indirekte Verifizierung der Modellergebnisse dienen (Ermittlung der Frachten mit dem Modell, hydrochemische Reaktion mit dem Pleißewasser, Vergleich der gemessenen Konzentrationen in der Pleiße)</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.1</b> Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gem. vorliegender Frachtbetrachtungen GW→Pleiße in [6f] wird nach 5 Jahren der Bewirtschaftung (Luzerneanbau) nur eine sehr geringe Reduzierung der Eisenfracht prognostiziert (2 %); nach 17 Jahren wurde eine Reduzierung um ca. 250 kg/d bzw. nach 40 Jahren eine Reduzierung um 300 kg/d Eisenfracht prognostiziert</li> </ul>

<p>Versuchsuntersuchungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eine signifikante Verringerung kann somit noch nicht erwartet/gemessen werden (Beginn der Bewirtschaftung 2014, 2015 insgesamt 225 ha)</li> <li>• die Verringerung der Intensität des Austrages verlängert die Gesamtprozessdauer</li> <li>• die Verminderung der Sulfatfracht ist ebenso von Bedeutung</li> <li>• mit Berücksichtigung einer Fruchtfolge (um den Status Acker nicht zu verlieren) ist ein fortlaufender Anbau von Luzerne nicht möglich, die Auswirkungen auf die Frachten in die Pleiße wird im Rahmen hydrogeologischer Modellierungen (Maßnahme 4) untersucht</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.2</b> Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Focus der Suche von Sanierungsstandorten liegt in Bereichen mit derzeitigen und zukünftig sich entwickelnden hohen Eisenfrachten (hotspots)</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.5</b> Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS</p> <p>Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für die Untersuchung der Umverlegung der Pleiße in den Kahnsdorfer See ist das Fließgewässermonitoring von besonderer Relevanz; erst durch diese gewonnen Daten (Konzentrationen/Frachten) lassen sich Frachtbetrachtungen und Prognosen zur Wirksamkeit ableiten</li> <li>• von Bedeutung sind die Messstellen PL9 und PL10A, an letzterer wird zusätzlich der Abfluss bestimmt; um direkt auf die Eisenfracht an PL9 schließen zu können wäre auch an dieser Stelle die Durchführung einer regelmäßigen Durchflussmessung wünschenswert</li> <li>• neben den bergbautypischen „Primärparametern“ sind auch die Nährstoffe zur Prognose der Limnologie des Kahnsdorfer Sees und des Hainer See eine Grundlage</li> <li>• weitere Anforderungen an den Umfang des Pleißemonitorings können sich aus dem Planungsprozess Lph1/2 ergeben</li> <li>• bei der Anordnung des Ausleiters (Pleiße neu) sollten folgende Prämissen berücksichtigt werden: Optimierung des Abflussanteils der durch den Seenkomplex geleitet werden soll; Sicherung einer Mindestfließgeschwindigkeit im Ableiter um eine Sedimentation im Ableiter zu verhindern; Optimierung bzw. strömungsgünstiger Anschluss des Ableiters zur Verhinderung der Sedimentation im Einlaufbereich des Ableiters</li> </ul>

**Maßnahmenvorschlag für die Weiterführung durch den Bearbeiter des Fließgewässermonitorings [4n]:**

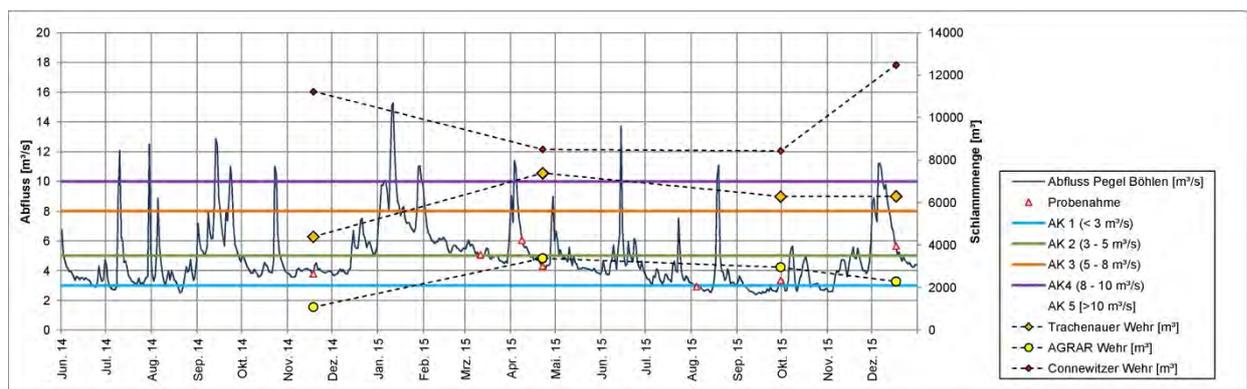
- „Aufgrund der Ergebnisse des hier vorliegenden Berichts, besonders der hohen Sulfatkonzentrationen bei PL 18 in der Pleiße (bis 540 mg/L bei Abflussklasse 1), wird empfohlen, zusätzlich zu den abflussklassenbezogenen Untersuchungen (Leistungsverzeichnis 2016) kontinuierliche äquidistante Probenahmen mit einem optimierten Untersuchungsumfang durchzuführen. Diese kontinuierlichen Untersuchungen könnten auf die bergbautypischen Parameter beschränkt werden. Sie sind sinnvoll, um die meteorologischen und hydrologischen Einflüsse besser abbilden zu können. Damit können die Frachten der bergbautypischen Parameter, die von der Pleiße in die Weiße Elster fließen, genauer bestimmt werden.“

- Es wird außerdem empfohlen, mehrmalige (mindestens drei) Messungen der Schlammmächtigkeiten nach erhöhten Abflüssen in der Pleiße in den Rückstaubereichen der Wehre durchzuführen, um die Einflüsse der Resuspension auf die flussabwärtsgelegenen Messstellen besser bilanzieren und statistisch auswerten zu können.
- Es wird weiterhin empfohlen, repräsentative Stellen im Sediment und Wasser auf die gefundenen Kontaminationen in den Sedimenten des Rückstaubereichs des Connewitzer Wehrs (hohe BTEX-, PAK- Benzo(a)pyren- und MKW-Gehalte) in festzulegenden Intervallen zu untersuchen.“

**Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung:**

- Eine zusätzliche kontinuierliche Probenahme wird derzeit nicht als notwendig erachtet. Mit der Sulfatprognose [16a] liegt eine Untersuchung zur Entwicklung der Sulfatfrachten in der Pleiße vor. Ggf. ergeben sich aus der Planung zur Pleißäumverlegung neue Anforderungen an das Pleißemonitoring.
- Mit der Festlegung den Rückstaubereich eines Wehres nicht als geordneten/bewirtschafteten Sedimentationsraum zu entwickeln, sind weitere Untersuchungen von Schlammmächtigkeiten in den Rückstaubereichen von Wehren entbehrlich. Ein Aufmass der Schlammablagerungen sollte erst im Rahmen einer konkreten Planung zur Schlammmentnahme erfolgen.
- Die festgestellten organischen Schadstoffe in den Sedimenten des Rückstaubereiches des Connewitzer Wehrs fallen nicht in den Verantwortungsbereich der LMBV.
- Grundsätzlich ist bei der Auswertung und Interpretation von Sedimentuntersuchungen (Kapitel 2.2.4) die Zuordnung von Abflussklassen zum Messtermin nicht zielführend, da die zeitliche Entwicklung des Abflusses bzw. die Historie des Abfluss- und Resuspensionsgeschehens eine größere Rolle spielt.

In der Abbildung 4-1 ist die durch SGL abgeschätzte Schlammmenge vor den Wehren in die Abflussganglinie Pegel Böhlen zeitlich eingeordnet. Die Änderung der Schlammengen im zeitlichen Verlauf deutet darauf hin, dass stabile Durchflüsse > 3 m³/s zu einer Umlagerung von Sedimenten in den Rückstaubereichen der Wehre führen können. Zwischen der 1. Messung 2014 und der Messung im Frühjahr 2015 erfolgt eine Erhöhung der Schlammmassen im Bereich des Trachenauer- und des AGRA-Wehrs sowie eine Resuspension im Bereich des Connewitzer Wehrs. Kurze Erhöhungen des Durchflusses führen zu keinen wesentlichen Änderungen der Schlammengen.



**Abbildung 4-1:** Abfluss Pegel Böhlen, zeitliche Einordnung der Sedimentuntersuchungen sowie der Abschätzung der Schlammengen vor den Wehren

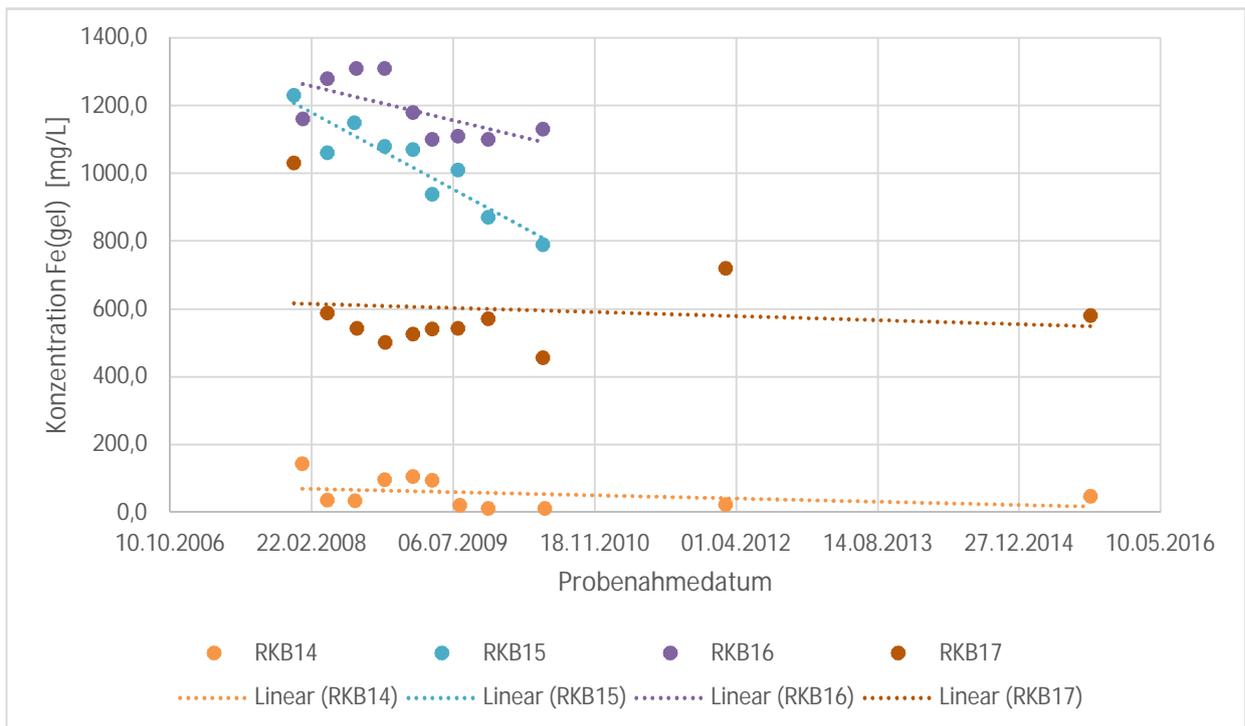
- Mit der angestrebten Probenahme-Häufigkeit des Gütemonitorings Pleiße von 3 St. je Abflussklasse an 10 Messstellen in 2015/2016 steht ein großer Datenfundus zur Beurteilung Güte- und Frachentwicklung (bergbautypischer Parameter) zur Verfügung.

- Für die weitere Untersetzung der Statistik und zur Erfolgskontrolle bei Maßnahmenumsetzung wird die Weiterführung der Gütemessungen einschl. der Durchflussmessungen an ausgewählten Messstellen im reduzierten Umfang empfohlen:
  - Pleiße 1: Regis-Breitungen (als Referenzmessstelle ohne bergbaubedingter Einflüsse)
  - Pleiße 4: Pleiße vor Mündung Wyhra
  - Pleiße 5: Wyhra vor Mündung in die Pleiße
  - Pleiße 6: Fußgängerbrücke Neukieritzsch
  - Pleiße 9: oh. Trachenauer Wehr
  - Pleiße 10A: uh. Trachenauer Wehr
  - Pleiße 18: oh. Connewitzer Wehr
- Mit der gleichzeitigen Reduzierung der Häufigkeit auf eine Probenahme pro Abflussklasse im Jahr kann die Überwachung der Entwicklung der Gewässergüte im verminderten Umfang (vor und nach der Kippe Witznitz bis zum südlichen Stadtrand von Leipzig) weitergeführt werden.

## 4.2 Maßnahme 2 – Grundwassermonitoring (Messplatz, MHM/Dritte)

<p><b>Maßnahme 1</b> Fließgewässermonitoring</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 1</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 4</b> (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit) Modellaktualisierung und hydrogeol. Modellierung Nutzungsänderung (mit Bezug zu Maßnahmen 5.1 und 5.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ergebnisse aus dem Monitoring am Messplatz der Kippe Witznitz und des MHM sind eine wesentliche Grundlage für die Verifizierung Hydrogeologischer Modelle mit dem Ziel Prognosen der Grundwasserstands- und Güteentwicklungen einschl. der Ableitung von Frachten zu erstellen</li> <li>• dies betrifft besonders die geplante Modellaktualisierung</li> <li>• im Rahmen der Vorplanung des Sickerschlitzes wurden 10 RKP am Westufer der Pleiße errichtet, die resultierende Messstellendichte (sinnvoll für die Planung Sickerschlitze) ist aus Sicht der Gesamtbetrachtung nicht mehr notwendig, daher wird der Wegfall der Beprobungen an den Messstellen 1301, 1302 und 1309 empfohlen</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.1</b> Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Versuchsuntersuchungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie bereits mit der Betrachtung der Maßnahme 1 dargestellt, ist die Wirkung der Reduzierung des Sickerwasserzustromes ein langfristiger Prozess</li> <li>• während die Gütepegel des Messplatzes Kippe Witznitz die hydrochemische Entwicklung im Kippenmassiv beschreiben, sind die Pegel des MHM-Dynamik dazu geeignet Grundwasserstandsveränderungen zu messen</li> <li>• die Rammpegel des Metzplatzes befinden sich dabei außerhalb der Luzerneanbauflächen, die Grundwassermessstellen des MHM erfassen die Grundwasserstandsveränderungen auch im Bereich der Anbauflächen (in Auswertung der Hydroisohypsen 2014 ist im Zentralbereich von einem Grundwasserflurabstand von durchschnittlich 11 m auszugehen – siehe Abbildung 4-3).</li> <li>• im Rahmen der Maßnahme 5.1 erfolgt auch die Laufendhaltung des Hydrogeologischen Modells für den Bereich der Kippe Witznitz sowie der Vergleich der gemessenen Grundwasserstände mit den Prognosen der Grundwasserstandsentwicklung (im Bereich des Nordanstromes Pleiße ist der GWWA nahezu abgeschlossen, für den Bereich des Südanstroms wird ab 2040 ein erneuter Grundwasserspiegelanstieg prognostiziert (Außerbetriebnahme Wasserhaltung MIBRAG)</li> <li>• mit der Beprobung 02/2012 wurde die Zerstörung der RKP 15 und 16 (außerhalb des GW-Einzugsgebiet der Pleiße liegend) festgestellt, ein Ersatz wird aufgrund der nächstgelegenen Dynamikmessstellen des MHM nicht als erforderlich angesehen; die bisher erhobenen Grundwassergütedaten sind als Grundlage zur Ableitung der Grundwasserfrachten in den Modellrechnungen eingeflossen, Ende 2016 soll die Modellparametrisierung abgeschlossen sein, so dass sich auch aus diesem Grund der Ersatz der beiden Pegel erübrigt</li> <li>• die Abbildung 4-2 zeigt den Verlauf der Eisenkonzentrationen und spiegelt gleichfalls die Heterogenität der Kippe wider</li> </ul>

<p><b>Maßnahme 5.2</b> Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine direkter Zusammenhang im Rahmen der Gesamtbetrachtung</li> <li>• Kriterien für die Suche nach Sanierungsstandorten (indirekter Zusammenhang): Bereiche (GW-Gütemessstellen) mit hohen Gehalten Sulfat/Eisen, möglichst grundwasserfern ohne laterale bzw. mit geringen lateralen Zuflüssen</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.5</b> Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kein direkter Zusammenhang im Rahmen der Gesamtbetrachtung</li> <li>• flurnahe Grundwasserstände, Betonaggressivität des Grundwassers, Baugrundverhältnisse (Kippe) sind im Bereich der angedachten Trasse bei der Planung zu berücksichtigen (indirekter Zusammenhang)</li> </ul>



**Abbildung 4-2:** zeitlicher Verlauf der gemessener Fe(gel)-Konzentrationen ausgewählter Rammpegel auf der Kippe Witznitz (RKB15 + RKB16: letzte Probenahme 2010)

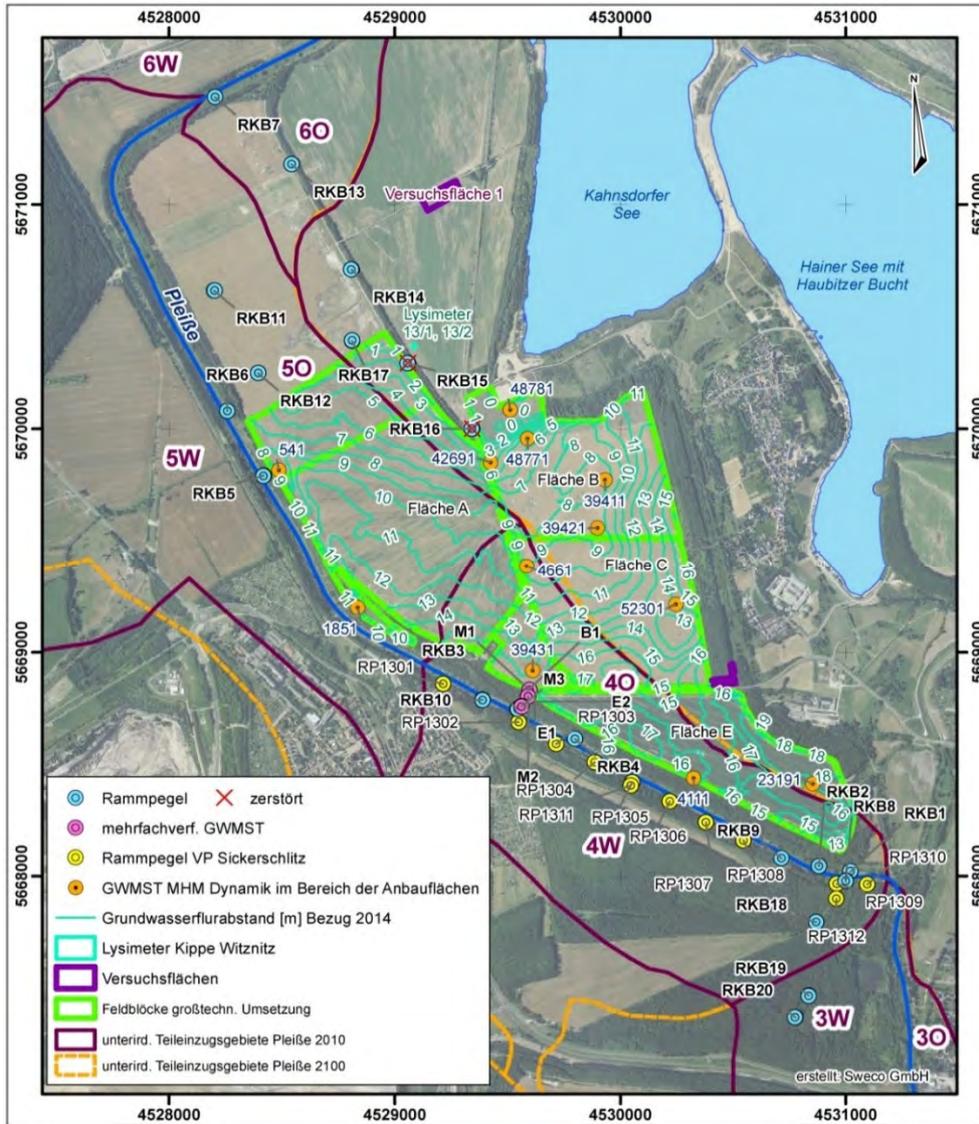


Abbildung 4-3: Grundwassermessstellen im Bereich der Kippe Witznitz

**Maßnahmenvorschlag für die Weiterführung durch den Bearbeiter des Grundwassermonitoring am Messplatz Kippe Witznitz [3d]**

- Eine Fortführung des Grundwassermonitorings an den Mehrfachmessstellen sowie an den Rammpegeln wird im 1 Jahresrhythmus empfohlen. Dabei sollte darauf geachtet werden, die Probenahme bei Niedrigwasser der Pleiße durchzuführen, um die Zugänglichkeit der im Uferbereich gelegenen Messpunkte zu gewährleisten.

**Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung:**

- Die Fortführung des Monitorings an den Mehrfachmessstellen sowie an den Rammpegeln wird bestätigt. Die Beprobung der Rammpegel sollte um die Rammpegel 1301, 1302 und 1309 reduziert werden. Die Durchführung des Monitorings im Rahmen des MHM (Güte/Dynamik) ist obligatorisch zur Überwachung der Grundwasserverhältnisse im Zuständigkeitsbereich der LMBV.

- In Abhängigkeit von den Ergebnissen der geplanten Untersuchungen sollte der Umfang des Monitorings am Messplatz Kippe Witznitz weiter überprüft werden. Die Fortführung im 1 Jahresrhythmus dient der Fortschreibung der Erfassung der bergbautypischen Güteparameter im Schwerpunktbereich der Exfiltration eisenhaltiger Grundwässer in die Pleiße und kann dementsprechend in zukünftige Modellbetrachtungen einfließen. Eine konkrete Maßnahmenbezogenheit besteht derzeit nicht.
- Im Rahmen der Erstellung des Sachstandsberichtes wurden die Ergebnisse des Gütemonitorings der LMBV (MHM) und Dritter abgefragt, in eine einheitliche Datenbasis überführt und ausgewertet (siehe Anlagen). Die Aussagen betreffen im Gegensatz zum allgemeinen GW-Monitoring und der Berichtserstattung durch die LMBV konkret das relevante GW-Einzugsgebiet der Pleiße. Daher wird die Fortschreibung der Datenbasis im Rahmen zukünftiger Sachstandsberichte empfohlen.

### 4.3 Maßnahme 4 – Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)

<b>Maßnahme 1</b> Fließgewässermonitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 1</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.1</b> Grundwassermonitoring Messplatz Kippe Witznitz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.2</b> Gesamt-GW-Monitoring MHM, Dritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.1</b> Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Versuchsuntersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Rahmen der Maßnahme 5.1 erfolgt auch die Laufendhaltung des Hydrogeologischen Modells für den Bereich der Kippe Witznitz sowie der Vergleich der gemessenen Grundwasserstände mit den Prognosen der Grundwasserstandsentwicklung (im Bereich des Nordanstromes Pleiße ist der GWWA nahezu abgeschlossen, für den Bereich des Südanstroms wird ab 2040 ein erneuter Grundwasserspiegelanstieg prognostiziert (Außerbetriebnahme Wasserhaltung MIBRAG)</li> <li>• für die geplante Modellaktualisierung und hydrogeologische Modellierung der Nutzungsänderungen sind die an den Lysimetern erhobenen Daten eine wesentliche Grundlage</li> <li>• der Bewirtschaftungsplan (Bestandteil der Vereinbarung zw. LMBV und der Osterland Agrar GmbH, siehe Tabelle 4-1) sieht auch den Anbau von Kartoffeln in der Fruchtfolge auf der Fläche E vor; bisher erfolgte auf den Lysimetern kein Anbau von Kartoffeln, dieses sollte in der weiteren Fruchtfolge auf den Lysimetern nachgeholt werden</li> <li>• der Bewirtschaftungsplan ist bei den Hydrogeologischen Berechnungen räumlich (Hydrotupe) und zeitlich zu berücksichtigen</li> <li>• eine optimierte Fruchtfolge sollte gesucht werden, falls es zu signifikanten Unterschieden in der angestrebten Verminderung der Grundwasserneubildung im Vergleich zur Dauergrünlandnutzung (Luzerne) kommt</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.2</b> Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neben der Modellierung Bereich Kippe Witznitz ist die Wirksamkeit alternativer Feldfrüchte, Aufforstungen (Anmerkung gem. Zielkarte Braunkohlenplan ist auf der Halde Neukieritzsch – Bilanzgebiet 4W – ein Vorranggebiet für Waldumbau ausgewiesen) bzw. anderen Nutzungsänderungen die im Ergebnis der Untersuchungen (Maßnahme 5.2) abgeleitet werden, durchzuführen (ggf. iterative Vorgehensweise)</li> </ul>

<p><b>Maßnahme 5.5</b>          Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS          Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße          Lph 1+2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit der aktualisierten Frachtbetrachtung Grundwasser → Pleiße, ist wiederum eine Aktualisierung der Prognose für den Eintrag von Eisen und Sulfat bilanzgebietsbezogen möglich</li> <li>damit ist eine aktualisierte Prognose der Dauer des Austragsprozesses (Kippe-Pleiße) durchführbar</li> </ul>
--	---

**Tabelle 4-1:** Bewirtschaftungsplan auf der Kippe Witznitz, Bestandteil der Vereinbarung zwischen LMBV und der Osterland Agrar GmbH

Fläche A,C,D		Fläche B		Fläche E		Summe	
Fruchtart	Luzerneanbaufläche	Fruchtart	Luzerneanbaufläche	Fruchtart	Luzerneanbaufläche	Luzerneanbaufläche	Anbaujahr
Wintergerste		Silomais		Silomais			2014
Luzerne	148,88 ha	Winterweizen		Winterweizen		148,88 ha	2015
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	0 ha	Luzerne	38,15 ha	187,03 ha	2016
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2017
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2018
Silomais		Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	75,64 ha	2019
Winterweizen		Silomais		Silomais			2020
Wintergerste		Winterweizen		Kartoffeln			2021
Luzerne	148,88 ha	Wintergerste		Winterweizen		148,88 ha	2022
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2023
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2024
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2025
Silomais		Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	75,64 ha	2026
Winterweizen		Silomais		Silomais			2027
Wintergerste		Wintergerste		Wintergerste			2028
Luzerne	148,88 ha	Winterraps		Winterraps		148,88 ha	2029
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2030
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2031
Luzerne	148,88 ha	Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	224,52 ha	2032
Silomais		Luzerne	37,49 ha	Luzerne	38,15 ha	75,64 ha	2033
Wintergerste		Silomais		Kartoffeln			2034

**Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung:**

- Die Anforderungen an die Aktualisierung der Modellierung wurden in der Aufgabestellung definiert. Der Bewirtschaftungsplan (Tabelle 4-1) auf der Kippe Witznitz ist bei den Modellszenarien zu berücksichtigen. Neben den Hinweisen in den Tabellen der Gesamtbetrachtung gibt es derzeit keine Empfehlungen.

#### 4.4 Maßnahme 5.1 – Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen - Versuchsuntersuchungen

<p><b>Maßnahme 1</b> Fließgewässermonitoring</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 1</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 2.1</b> Grundwassermonitoring Messplatz Kippe Witznitz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 2.2</b> Gesamt-GW-Monitoring MHM, Dritte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 4</b> (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)  Modellaktualisierung und hydrogeol. Modellierung Nutzungsänderung (mit Bezug zu Maßnahmen 5.1 und 5.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 4</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.2</b> Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ergebnisse aus den Untersuchungen der Maßnahme 5.1 bilden die Grundlage für die Suche nach weiteren Standorten im Einzugsgebiet der Pleiße</li> </ul>
<p><b>Maßnahme 5.5</b> Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS  Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Maßnahme zur Verminderung der Eisenfachten in die Pleiße trägt zur Unterstützung der Maßnahme 5.5 (im realisierten Zustand) bei (Wirkung der Maßnahme 5.5 nach Realisierung sofort/ Wirkung der Maßnahme 5.1 erst langfristig)</li> </ul>

**Maßnahmenvorschlag des Bearbeiters für die Weiterführung der Maßnahme 5.1 [9f]**

- Es werden keine expliziten Maßnahmenvorschläge des Bearbeiters genannt. Es wird von einer weiteren Begleitung des Großversuches ausgegangen.
- Hinweis des Bearbeiters: Aus den dokumentierten Werten ergeben sich auch Schlussfolgerungen für den sanierungswirksamen Großversuch in Bezug auf den geplanten Wechsel Dauergrünland-konventionelle Bewirtschaftung. Durch diesen Wechsel entstehen Zeitphasen mit erhöhter Grundwasserneubildung, die es in ihrer Auswirkung auf den Grundwasserstand zu bewerten gilt. Das soll 2016 mit den geplanten Wasserhaushalts- und Grundwassermodellierungen untersucht werden.

**Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung**

- Eine Weiterführung der Versuchsbegleitung wird empfohlen. Am 11.08.2016 fand die Anlaufberatung zur Ingenieurtechnischen Begleitung und Auswertung des Feldversuches statt. Mit der großflächigen Umsetzung der Maßnahme durch die Osterland Agrar GmbH kann die Bewirtschaftung der Pilot-Versuchsflächen (Lage s. Abbildung 4-3, S.74) zukünftig entfallen, da für die wissenschaftliche Begleitung des großflächigen Luzerneanbaues zwischenzeitlich 6 Kontrollflächen in das pflanzenbauliche Monitoring integriert sind (Ergebnisse siehe Jahresbericht Luzerneanbau 2015 [14a]).
- Die Aufgabenstellung zur Ingenieurtechnischen Begleitung der Maßnahme 5.1 beinhaltet wiederum das Monitoring an den Lysimetern. Die Ergebnisse des Monitorings dienen u. a. der Nachkalibrierung und Anpassung der Randbedingungen des Modells zur Wasserhaushaltsmodellierung. Die Leistungen (Maßnahme 5.1) sind für die Jahre 2016/2017 vorgesehen. Nach Abschluss der Wasserhaushaltsmodellierungen sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Maßnahme 5.2 ist die Fortführung/Erforderlichkeit der Lysimetermessungen im Auftrag der LMBV weiter zu überprüfen. Derzeit wird dafür nach Abschluss der Untersuchungen der Maßnahmen 5.1 bzw. 5.2 keine maßnahmenbezogene Notwendigkeit gesehen.

#### 4.5 Maßnahme 5.2 – Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet

<b>Maßnahme 1</b> Fließgewässermonitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 1</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.1</b> Grundwassermonitoring Messplatz Kippe Witznitz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.2</b> Gesamt-GW-Monitoring MHM, Dritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 4</b> (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit) Modellaktualisierung und hydrogeol. Modellierung Nutzungsänderung (mit Bezug zu Maßnahmen 5.1 und 5.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 4</li> <li>• Im Rahmen der Modellierung der Eiseneinträge vom Grundwasserkörper in die Pleiße wurde auch die Bedeutung des Bilanzgebietes 4W (Südanstrom Pleiße bei Neukieritzsch) hinsichtlich der beträchtlichen Eisenfrachten herausgestellt. Im Rahmen der Aktualisierung des Modells i. V. m. den Untersuchungen bzgl. der Ableitung von weiteren Sanierungsstandorten (Maßnahme 5.2) ist auch dieses Bilanzgebiet vertiefend zu betrachten.</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.1</b> Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Versuchsuntersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 5.1</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.5</b> Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS  Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Maßnahme zur Verminderung der Eisenfrachten in die Pleiße trägt zur Unterstützung der Maßnahme 5.5 (im realisierten Zustand) bei (Wirkung der Maßnahme 5.5 nach Realisierung sofort/ Wirkung der Maßnahme 5.2 erst langfristig)</li> </ul>

#### Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung:

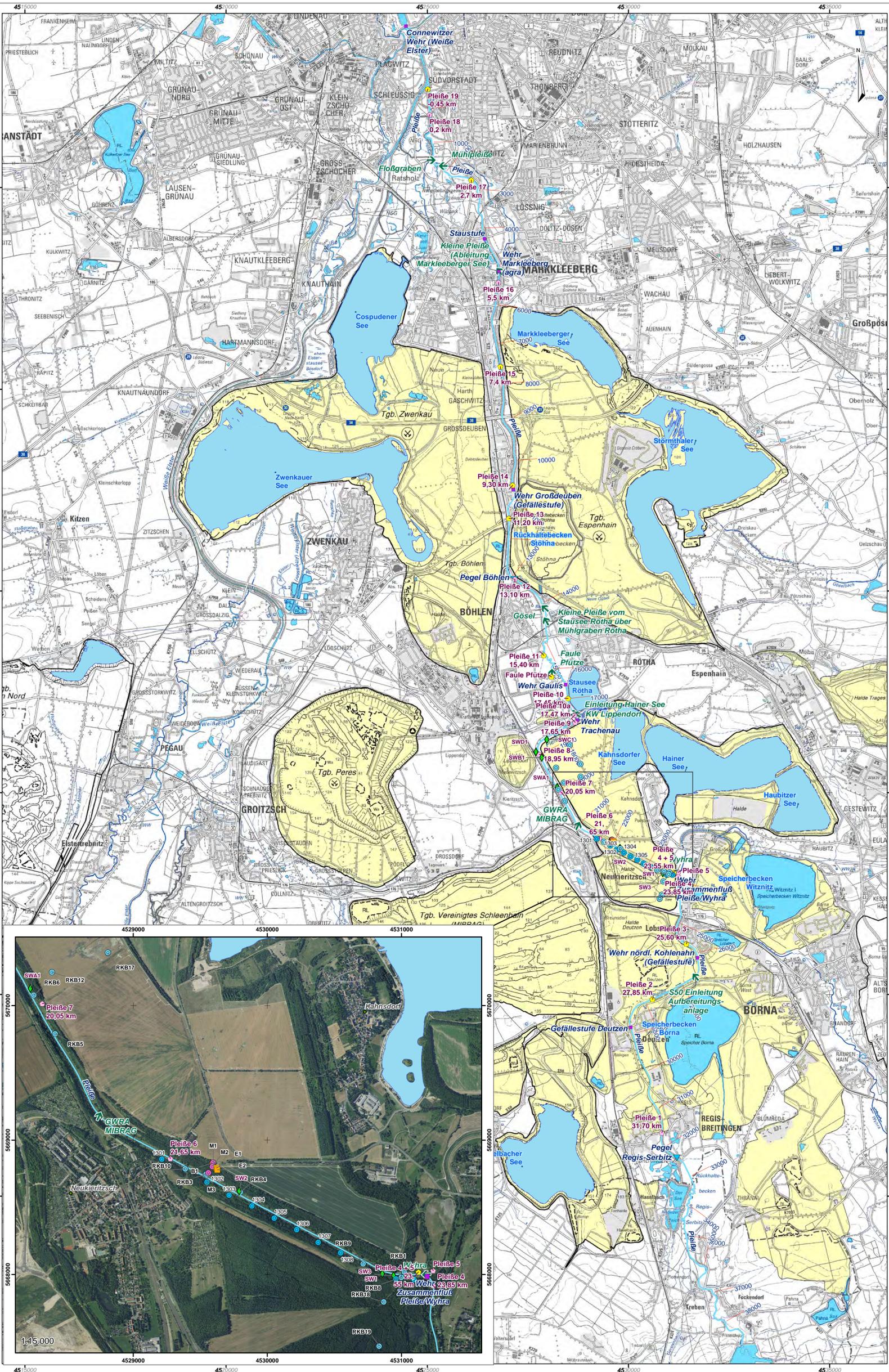
- Im Rahmen dieser Bearbeitung sind ggf. durch eine iterative Vorgehensweise (Modellierung der Wirksamkeit – Maßnahme 4) Nutzungsänderungen an Standorten im EZG der Pleiße zu untersuchen. Dabei ist auch auf den Südanstrom der Pleiße (Bilanzgebiet 4W) zu fokussieren.

#### 4.6 Maßnahme 5.5 – Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2

<b>Maßnahme 1</b> Fließgewässermonitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 1</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.1</b> Grundwassermonitoring Messplatz Kippe Witznitz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 2.2</b> Gesamt-GW-Monitoring MHM, Dritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 2</li> </ul>
<b>Maßnahme 4</b> (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)  Modellaktualisierung und hydrogeol. Modellierung Nutzungsänderung (mit Bezug zu Maßnahmen 5.1 und 5.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 4</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.1</b> Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen  Versuchsuntersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 5.1</li> </ul>
<b>Maßnahme 5.2</b> Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Gesamtbetrachtung Maßnahme 5.2</li> </ul>

#### Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung:

- Die Planung der Umverlegung der Pleiße ist aufgrund der Vielzahl von Randbedingungen sehr komplex. An dieser Stelle erfolgen nur allgemeine Hinweise.  
 Bei der Anordnung des Ausleiters (Pleiße neu) sollten folgende Prämissen berücksichtigt werden: Optimierung des Abflussanteils der durch den Seenkomplex geleitet werden (auch unter Berücksichtigung der Fischtreppe am Trachenauer Wehr); Sicherung einer Mindestfließgeschwindigkeit im Ableiter um eine Sedimentation im Ableiter zu verhindern; Optimierung bzw. strömungsgünstiger Anschluss des Ableiters an die Pleiße zur Verhinderung der Sedimentation im Einlaufbereich des Ableiters. Weiterhin sind u. a. die flurnahe Grundwasserstände, die Betonaggressivität des Grundwassers, die Baugrundverhältnisse (Kippe) im Bereich der angedachten Trasse zu berücksichtigen.



- Monitoring Kippe Witznitz**
- Bodenwasser, -luft (Beprobungen eingestellt)
  - Erosionsmessstelle (Beprobungen eingestellt)
  - Rammpegel
  - mehrfachverf. GWMST
  - ◆ Mst. Sickerwasser

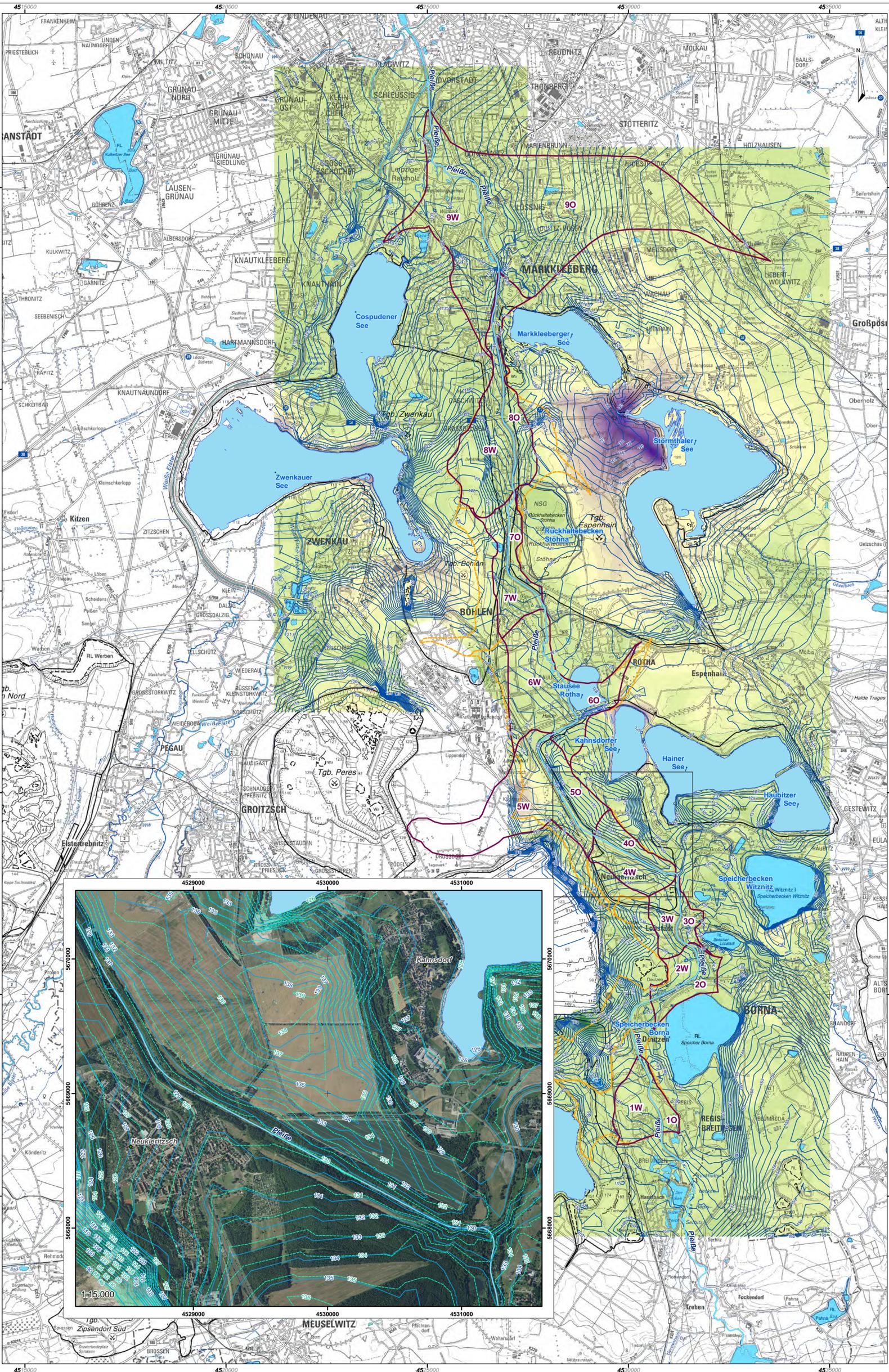
- Monitoring Pleiße**
- Messstellen Pleißemonitoring
  - Messstellen nach Optimierung Monitoring
  - Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]
  - Bauwerk
  - ▼ Pegel
  - ↑ relevante Zuflüsse

- Wasserflächen (Stand 2015)
- Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau

Anlage 1  
**Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**  
 Übersichtslegeplan

Auftraggeber:		 SWECO GmbH, Halle (Saale) 06108 Halle - An der Weissenhausmauer 5 - Tel. (0345) 205 60-30	
Auftraggeber:		 Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH Sanierungsbereich Mitteldeutschland	
Datum:	Name / Abk.	Bestand:	Maßstab 1:50.000
DTK so verwendet	Seelig / VT4		
DTK so bearbeitet	06/2016	Schubert/Gronitz	1:50.000
DTK so bearbeitet	06/2016	Gronitz/Gronitz	
Auftragsnr.: 45050896		Zeichnungsnr.:	
DTK 0 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012 © GeoBasis-DE / LVermGeo.LSA [2012, 49-000816/2012]		Bezugsrahmen: Laser-Dach-Flieger (Bestell-Nr. 003) Lagerhöhe: 110 Höhe: Deutsches Hauptmeridian 1952, DTM95 02=01160	
Regist.-Nr.: VT51...		Kartographie: DTK-0, Stand: 2016-2010 Datum: 07/2013	
Die Verwaltungsgrenzen und die Naturschutzgebietsgrenzen entsprechen in Lage und Stand der topographischen Grundlage DTK50			
Für die Richtigkeit der marktscheiderischen Unterlagen:			
Leipzig, den .....			Marktscheider

Speicherdatum: 27.07.2016 17:29:58  
 Pfad: P:\03\_P\0511\Proj\0511-14-009-Monitoring\Witzniz\090\_Plaene\ArcGis\Karten\_162015\2016-07-27\_A1\_Ubersichtsplan-SLF.mxd



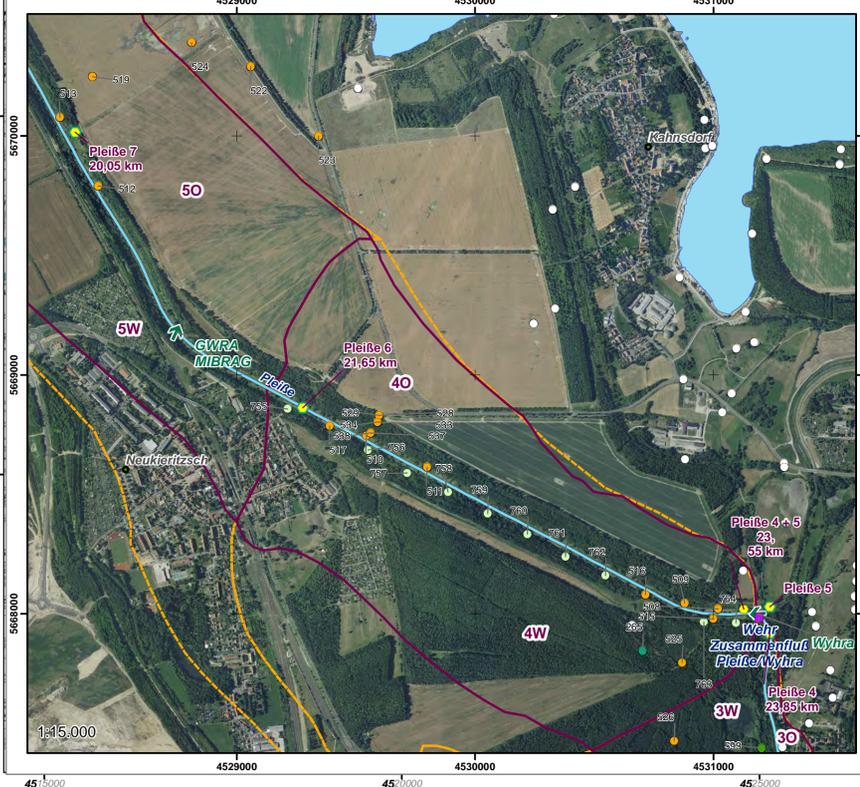
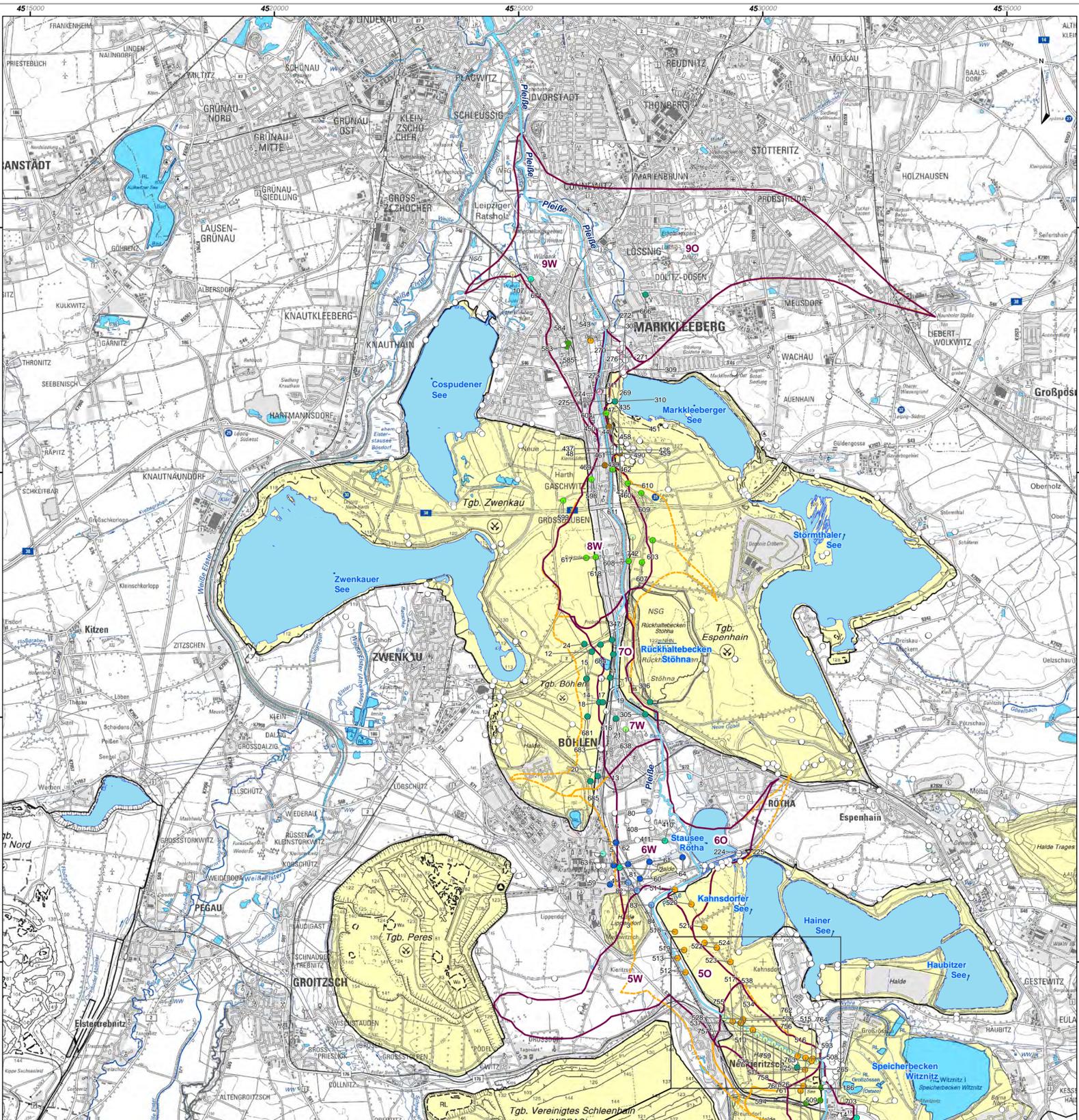
- Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]
  - unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2010
  - unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2100
  - Wasserflächen (Stand 2014)
- Auswertung Monitoring Grundwassermonitoring**
- Hydroisohypsen MHM Jb. 2014 [m NHN]
  - Hydroisohypsen MHM Jb. 2010 [m NHN]
  - 23,9 Hydrodifferenz  
0 GWST 2010 - 2014  
-17,9 [m]

Anlage 2

**Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**  
Auswertung Monitoring Grundwasserdynamik MHM der LMBV 2010 - 2014

Auftraggeber:		<b>SWECO</b> Sweco GmbH, Halle (Saale) 06108 Halle - An der Waisenhausmauer 5 - Tel. (0345) 205 60-30	
Auftraggeber:		<b>LMBV</b> Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH Sanierungsbereich Mittelddeutschland	
Datum	Name / Abt.	Bestand	Maßstab  1:50.000
DTK so verwendet	Seelig / VTA		
thematisch bearbeitet	06/2016	Schubert/Gronitz	
thematisch verarbeitet	06/2016	Gronitz/Gronitz	
Auftragsnr.:	4505896	Zeichnungsnr.:	
DTK © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012 © GeoInfo.de / LVMGeo USA [2012, 49-000816/2012]		Bezugsrahmen: Laser: Gauß-Krüger (Bessel) RRG3 (Längsschnitt: 110 Mittel: Deutsches Hauptmeridian 1952, DTM98 02-01-16) Kontingenzdaten: DTK-Id: 5842054-2010 Entwurf: 07/2013	
Regist.-Nr.: VTSL...			
Die Verwaltungsgrenzen und die Naturschutzgebietsgrenzen entsprechen in Lage und Stand der topographischen Grundzüge DTK50			
Für die Richtigkeit der marktscheiderischen Unterlagen:			
Leipzig, den.....			Marktscheider

Speicherdatum: 14.06.2016 12:27:29  
 Pfad: P:\03\_P\03511P\03511P\03511-14-005-Monitoringbereich\_Vitznitz\030\_Planer\A\G\K\Kern\_1B2015\2016\06-14\_A2\_MHM\_Dynamik-SL\_E.mxd



**Datenbasis Sachstandsbericht  
Messstellen Grundwassergüte**

Messwerte seit (Nr. der GWMST):

- 1991
  - 1992
  - 1993
  - 1994
  - 1995
  - 1996
  - 1997
  - 1998
  - 1999
  - 2000
  - 2001
  - 2002
  - 2003
  - 2004
  - 2005
  - 2006
  - 2007
  - 2008
  - 2009
  - 2010
  - 2011
  - 2012
  - 2013
  - 2014
  - 2015
- GWMST außerhalb EZG Pleiße bzw. keine Anbindung

Messstellen MHM LMBV, MIBRAG, Vattenfall, LDS, LTV

- ▭ unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2010
- ▭ unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2100

**Monitoring Pleiße**

- Messstellen Pleißemonitoring
- Messstellen nach Optimierung Monitoring
- Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]
- Bauwerk
- ▼ Pegel
- ↑ relevante Zuflüsse

- Wasserflächen (Stand 2015)
- Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau

Anlage 3

**Gesamtberachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**  
Auswertung Monitoring Grundwassergüte  
Auswahl der Messstellen

Auftragnehmer:  
**SWECO**  
Sweco GmbH, Halle (Saale)  
06108 Halle - An der Waisenhausmauer 5 - Tel. (0345) 205 60-30

Auftraggeber:  
**LMBV**  
Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH  
Sanierungsbereich Mitteldeutschland

Datum	Name / Abk.	Bestand	Maßstab
07/2016	Schubert/Sweco		1:50.000
07/2016	Grüning/Sweco		

Auftragsnr.: 45058896 Zeichnungsnr.: ...

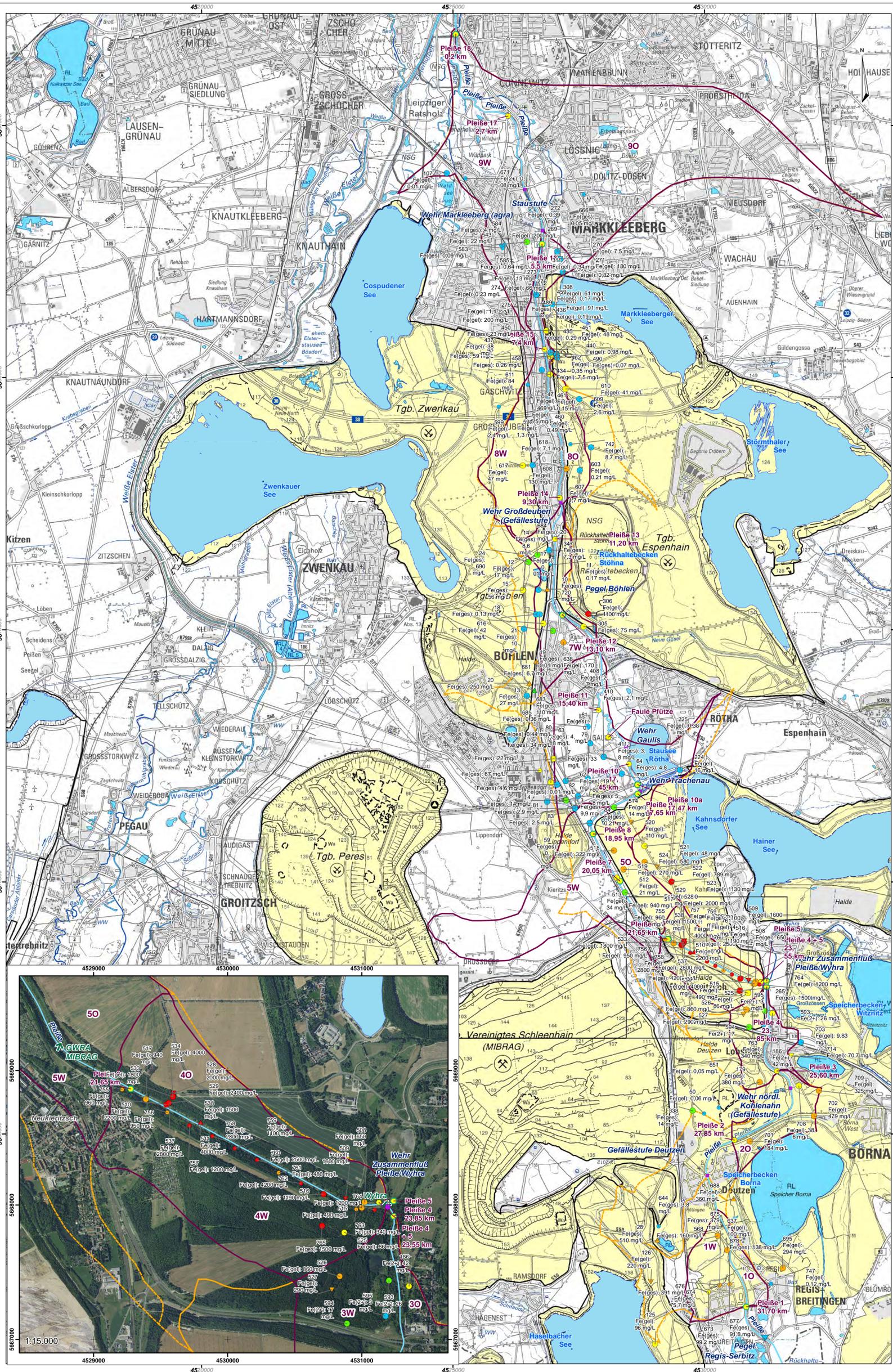
DTK50 © Staatliches Geobüro und Vermessung Sachsen 2012  
Geobase.de | LVMGeo.LSA [0112, 49-000816/2012]

Bezugsrahmen:  
Lage: Gauß-Krüger (Beutel) R0103 UTMzone: 110  
Höhen: Deutsches Hauptkriemerk 1952, DTM50  
Kontingenzdatum:  
DTK-Id: 50012004-2010  
Datum: 07/2013

Regist.-Nr.: VT5V...

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

Für die Richtigkeit der markenspezifischen Unterlagen:  
Leipzig, den: ..... Markscheider



**Auswertung der Datenbasis 2014**  
**Parameter Eisen**  
 Konzentration [mg/L]  
 Spezies: Fe(ges) / Fe(ge) / Fe(2+)

- < 10
- 10 ... < 30
- 30 ... < 100
- 100 ... < 1000
- ≥ 1000
- Anzahl der Messwerte < 5

- jeweils letzte Analyse  
 - mit Angabe der Nummer der Messstelle und Spezies aus der Datenbasis

- △ Tendenz der Konzentrationen steigend
- ▽ Tendenz der Konzentrationen fallend

- ▭ unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2010
- ▭ unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 20100

**Monitoring Pleiße**

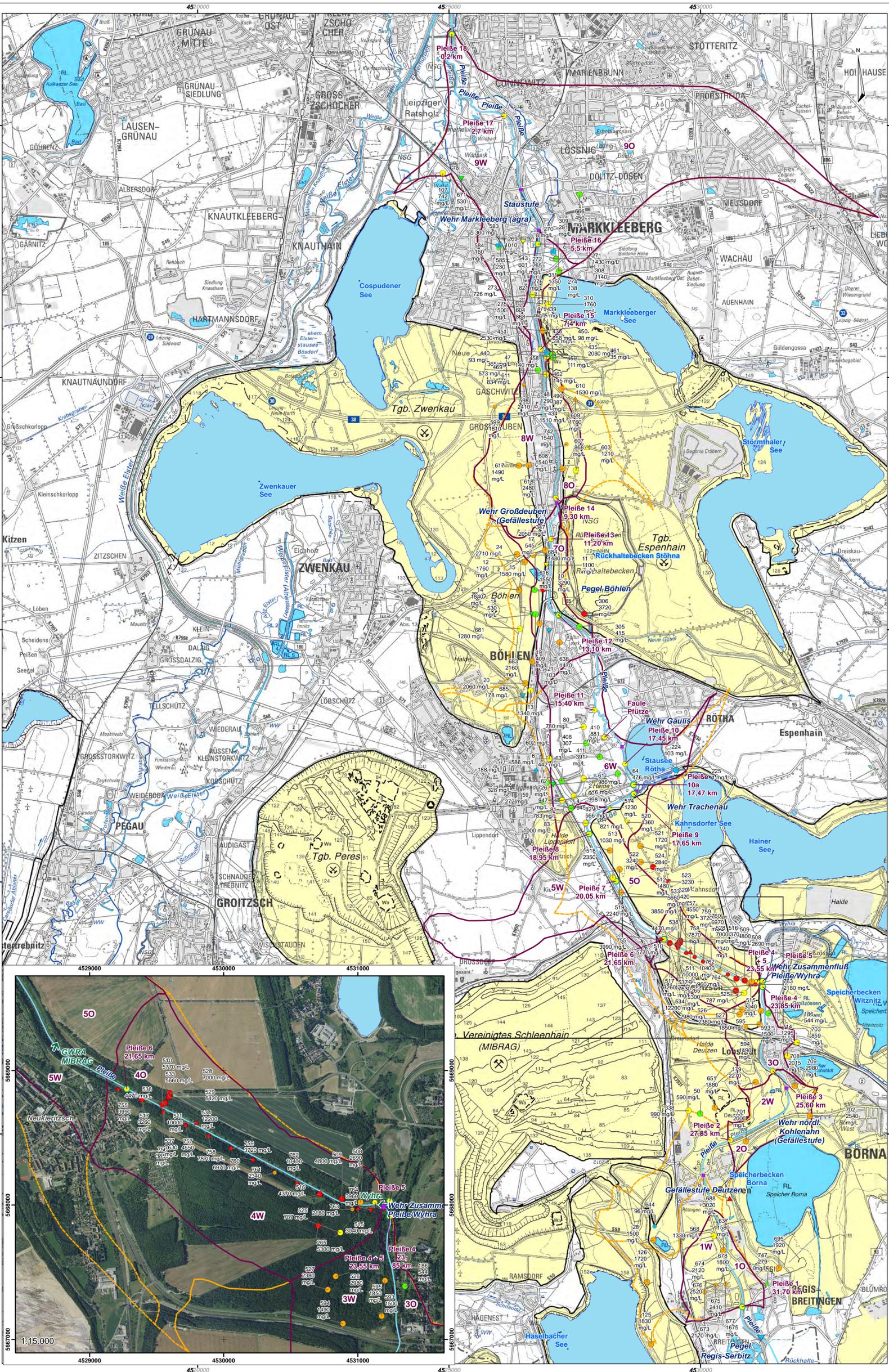
- Messstellen Pleiße monitoring
- Messstellen nach Optimierung Monitoring
- Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]
- Bauwerk
- ▼ Pegel
- ↑ relevante Zuflüsse

- Wasserflächen (Stand 2015)
- Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau

Anlage 4  
**Gesamtbrückung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**  
 Auswertung Monitoring Grundwasserwerte  
 Parameter Eisen

Auftragnehmer:		<b>SWECO</b> Sweco GmbH, Halle (Saale) 06108 Halle - An der Waisenhausmauer 5 - Tel. (0345) 205 60 30	
Auftraggeber:		<b>LMBV</b> Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH Sanierungsbereich Mitteldeutschland	
DNK so verantwortlich	Seelig / VTA	Bestand:	Maßstab 1:40.000
fiematisch bearbeitet	Schubert/Sweco	Fe(ges):	
fiematisch verarbeitet	Grüß/Sweco	Fe(ge):	
Auftragsnr.:	4505896	Zeichnungsnr.:	
DIN 61320 © Staatliches Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012 Geobasis-DE / LVMGeo USA [0121_49-0008/16/2012]		Bezugsrahmen: Lage: Gauß-Krüger (Beutel) R010 / Lausitzer: 110 Höhe: Deutsches Hauptmeridian 1952, DTM95 62x16160	
Regist.-Nr.:		VTSL	
Die Verwaltungsgrenzen und die Naturschutzgebietsgrenzen entsprechen in Lage und Stand der topographischen Grundlage DTK50			
Für die Richtigkeit der maßstabserfassenen Unterlagen: Leipzig, den: .....			

Speicherdatum: 20.07.2016 15:17:42  
 Pfad: P:\03\_P\05111\Proj\05111-14-009-Monitoring\Witzniz\090\_Plaene\ArcGis\Karten\_JB2015\2016-07-20\_A4\_MHW\_Guano\_Eisen\_SLF.mxd



### Auswertung der Datenbasis Parameter Sulfat

Konzentration [mg/L]

- < 240
- 240 ... < 600
- 600 ... < 1.400
- 1.400 ... < 3000
- ≥ 3.000
- Anzahl Messwerte < 5

- jeweils letzte Analyse  
- mit Angabe der Nummer der Messstelle und Spezies aus der Datenbasis

- △ Tendenz der Konzentrationen steigend
- ▽ Tendenz der Konzentrationen fallend

- unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2010
- unterird. Teileinzugsgebiete Pleiße 2100

### Monitoring Pleiße

- Messstellen Pleiße-Monitoring
- Messstellen nach Optimierung Monitoring
- Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]
- Bauwerk
- ▼ Pegel
- ↑ relevante Zuflüsse

- Wasserflächen (Stand 2015)
- Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau

Anlage 5

**Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt**  
Auswertung Monitoring Grundwassergüte  
Parameter Sulfat

Auftragnehmer: **SWECO**  
Gronimi GmbH, Halle (Saale)  
96118 Halle - An der Wasenhausmauer 5 - Tel. (0345) 205 60-30

Auftraggeber: **LMBV**  
Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH  
Sanierungsbereich Mittelddeutschland

Datum	Name / Abk.	Bestand	Maßstab
07/2016	Schleife/Sweco		1:40.000
07/2016	Grüß/Sweco		

Auftragsnr.: 4505896 Zeichnungsnr.: ...  
© Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012  
Geobasis-DE (LVMGeo-USA [D012, A9-0008/16/2012])  
Kartographie: DTG-DE, Stand: 2016-10-10  
Entwurf: 07/2013

Die Verwaltungsgrenzen und die Naturschutzgebietsgrenzen entsprechen in Lage und Stand der topographischen Grundlage DTG50  
Für die Richtigkeit der marktscheiderischen Unterlagen:  
Leipzig, den: \_\_\_\_\_ Marktscheider