

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 2017

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

Bearbeitungszeitraum: Januar 2017 bis Juli 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielstellung	10
2	Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings	12
2.1	Grundwasserzustrom zur Pleiße	12
2.1.1	Grundwassermonitoring – Montanhydrologisches Monitoring der LMBV (MHM) und Dritter	12
2.1.1.1	Entwicklung der Grundwasserdynamik	14
2.1.1.2	Entwicklung der Eisen- und Sulfatkonzentrationen im Zustrom der Pleiße	16
2.1.2	Monitoring Messplatz Kippe Witznitz	28
2.1.3	Zusammenfassung	31
2.2	Monitoring Pleiße	32
2.2.1	Entwicklung der pH-Werte, Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße	37
2.2.1.1	pH-Werte	39
2.2.1.2	Eisen-Konzentrationen	40
2.2.1.3	Sulfat-Konzentrationen	40
2.2.2	Entwicklung der Eisen- und Sulfat-Frachten in der Pleiße	47
2.2.2.1	Abflüsse	47
2.2.2.2	Eisen-Frachten	48
2.2.2.3	Sulfatfrachten	49
2.2.3	Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag	50
2.2.4	Mittlere jährliche Eisen(ges.)- und Sulfat-Fracht nahe der Pleiße-Mündung (PL18)	51
2.2.5	Konzentrationen und Frachten der Zuflüsse Wyhra, Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben	52
2.2.6	Monitoring der Landesdirektion Sachsen am Pegel Böhlen	52
2.2.7	Zusammenfassung	55
3	Realisierte bzw. geplante Maßnahmen zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße	57
3.1	Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen	57
3.1.1	Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der produktionswirksamen Umsetzung des Luzerneanbaus	57
3.1.2	Hydrogeologische Modellierung zur reduzierten Grundwasserneubildung	63
3.2	Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Einzugsgebiet	70
3.2.1	Vertiefende Untersuchung	71
3.2.2	Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung	75
3.3	Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehem. Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen	80

4	Gesamtbetrachtung	Seite 89
4.1	Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring	89
4.2	Maßnahme 2 – Grundwassermonitoring (MHM/Dritte, Messplatz)	91
4.3	Maßnahme 4 – Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)	93
4.4	Maßnahme 5.1 – Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen	94
4.5	Maßnahme 5.2 – Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet (vertiefende Untersuchung)	100
4.6	Vergleich der prognostizierten Frachten - Hydrogeologische Modellierung vers. Pleißemonitoring	105
4.7	Maßnahme 5.5 – Prüfung/Planung Vorzugsvariante Umverlegung der Pleiße Lph 1+2	108
4.8	Matrix zu möglichen Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in der Pleiße	111

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Unterirdische Einzugsgebiete der Pleiße 2015, 2100	13
Abbildung 2-2:	Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2016	14
Abbildung 2-3:	Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2014/2015	15
Abbildung 2-4:	Auswahl der Messstellen aus der Datenbasis 2016, mit Angabe des Jahres, seit wann Messwerte vorliegen	17
Abbildung 2-5:	Verteilung der Gütemessstellen mit Bezug zum jeweiligen Bilanzgebiet (W-West, O-Ost)	18
Abbildung 2-6:	Eisenkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2016	19
Abbildung 2-7:	Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2016	20
Abbildung 2-8:	Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohe Eisenkonzentrationen im Bereich der Kippe Witznitz)	21
Abbildung 2-9:	Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	22
Abbildung 2-10:	Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	22
Abbildung 2-11:	Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen, Bilanzgebiet 4)	23
Abbildung 2-12:	Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2016	24
Abbildung 2-13:	Sulfatkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2016	25

	Seite
Abbildung 2-14: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohes Niveau der Sulfatkonzentrationen)	26
Abbildung 2-15: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen	26
Abbildung 2-16: 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 2-17: Übersicht der Messstellen Messplatz Kippe Witznitz	29
Abbildung 2-18: Lage der Messstellen Pleißemonitoring, relevante Zuflüsse in die Pleiße	33
Abbildung 2-19: Mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen 2007-2017; Darstellung der Probenahmetermine und Zuordnung in die fünf Abflussklassen	37
Abbildung 2-20: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 1 (2 – 3 m³/s)	42
Abbildung 2-21: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 2 (3 – 5 m³/s)	43
Abbildung 2-22: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 3 (5 – 8 m³/s)	44
Abbildung 2-23: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 4 (8 – 10 m³/s)	45
Abbildung 2-24: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleißemesststellen bei Abflussklasse 5 (>10 m³/s)	46
Abbildung 2-25: Abflüsse in der Pleiße bei vier verschiedenen Abflussklassen 2016 [40]	47
Abbildung 2-26: Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße bei fünf Abflussklassen 2016 [40]	49
Abbildung 2-27: Sulfat-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2016 [40]	50
Abbildung 2-28: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei 5 verschiedenen Abflussklassen in der Pleiße 2016 [40]	51
Abbildung 2-29: Darstellung der Probenahmetermine der Landesdirektion Sachsen und Zuordnung in die fünf Abflussklassen von 2010 bis 2016	53
Abbildung 2-30: Darstellung des pH-Wertes am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 von 2010 - 2016	53
Abbildung 2-31: Darstellung der Eisen-Konzentrationen am Pegel Böhlen in den Jahren 2010 – 2016	54
Abbildung 2-32: Darstellung der Sulfat-Konzentration am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 in den Jahren 2010 – 2016	54
Abbildung 3-1: Übersichtsplan Lage der Luzerneanbaufläche, Maßnahmen zur wissenschaftlichen Begleitung	58
Abbildung 3-2: Darstellung der Sickerwassermengen und Bodenwasserausschöpfung auf den 12er Lysimetern 2012-2016 [9g]	61
Abbildung 3-3: Darstellung der Sickerwassermengen und Bodenwasserausschöpfung auf den 14er Lysimetern 2012-2016 [9g]	62
Abbildung 3-4: Im Grundwassermodell ausgewiesene Hydrotöpfe (rote Umrandung: aktuelles Anbaugebiet Luzerne) [9g]	65

	Seite
Abbildung 3-5: Ganglinien der mittleren GWN und entsprechender GW-Spiegel am Beobachtungspunkt im Hydrotop 1 [9h]	67
Abbildung 3-6: Ganglinien der mittleren GWN und entsprechender GW-Spiegel am Beobachtungspunkt im Hydrotop 4 [9h]	67
Abbildung 3-7: Schnittspuren (schwarze, fette Linien) von Hydrotop 1 sowie Hydrotop 4 in südwestliche Richtung zum Gerinne der Pleiße mit berechneten Isohypsen Stand 01.01.2016 [9h ergänzt]	68
Abbildung 3-8: Lage der zu untersuchenden Flächenkomplexe	71
Abbildung 3-9: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [13c]	76
Abbildung 3-10: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [13c]	77
Abbildung 3-11: Betrachtungsgebiete in der Hydrogeologischen Modellierung [13c]	79
Abbildung 3-12: Untersuchungsraum und Planungsobjekte [15d]	81
Abbildung 3-13: Eintrags- und Entnahmepunkte der Szenarien 01 und 02 [15e]	84
Abbildung 3-14: Zusammenstellung der Ergebnisse für die Szenarien Sz_01_Var1b, Sz_01_Var2b, Sz_01_Var3b aus [15e] mit Eintragung der Ausleitbedingung 1,5 mg/l	86
Abbildung 3-15: Entwicklung der Partikelkonzentration am Ausleitpunkt [15f]	88
Abbildung 4-1: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiets Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße (relevantes Einzugsgebiet 4O) [9g]	99
Abbildung 4-2: Gegenüberstellung der Grundwasserzutritte und Eisenfrachten nach Bilanzgebieten [13c]	103
Abbildung 4-3: Mittelwerte der Fe(ges)-Frachten [kg/d], Messreihe 13.1.2015 bis 9.2.2017, AK1 ... AK3	105
Abbildung 4-4: Ergebnis der Bilanzierung der Eisenfrachten Grundwasserzutritte – Messergebnisse Pleißemonitoring	108
Abbildung 4-5: Aufbau und Darstellung der Prüfschritte zur Bewertung von möglichen Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten [Präsentation 08.06.2017]	111

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Arbeitsstand der im 21. VAK abgestimmten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet	10
Tabelle 2-1: Übersicht der Quellen zur Datenbasis 2016	16
Tabelle 2-2: Messstellen Messplatz Witznitz, Aufstellung der bisherigen Probenahmen	28
Tabelle 2-3: Bewertung der GW-Analysen der Mehrfachmessstellen, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3e]	30

	Seite
Tabelle 2-4: Bewertung der GW-Analysen der Rammpegeln, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3e]	31
Tabelle 2-5: Lage der Messstellen (Fluss-km und Koordinaten); blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015	34
Tabelle 2-6: Wasseruntersuchungen bei 5 verschiedenen Abflussklassen (gem. Jahresbericht 2016 [4o], ergänzt um 3 Messtermine 2017, die in [4o] noch keine Berücksichtigung finden)	38
Tabelle 2-7: Übersicht der bergbautypischen Parameter der Pleiße in zeitlicher Abfolge	38
Tabelle 2-8: Ermittlung der jährlichen Eisenfracht an PL 18 im Jahr 2016 [4o]	51
Tabelle 3-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2017 [9g]	59
Tabelle 3-2: angenommene GWN-Rate für die Prognose der Sickerwasserraten im Bodenwasserhaushaltsmodell HYDUS 1D [9g]	65
Tabelle 3-3: Volumenströme in [m³/min] für die hydrogeologischen Schnitte in den Hydrotopen 1 und 4 sowie basierend auf dem Bilanzgebiet 4O [nach 9h]	69
Tabelle 3-4: Ermittelter (potentieller) Wasserverbrauch der untersuchten Kulturen [13b] innerhalb der Vegetationsperiode	72
Tabelle 3-5: Ergebnisse der Kostenermittlung, Gegenüberstellung der Frachtreduzierung [13b]	73
Tabelle 3-6: Bilanzierung der Eisenfrachten und Reduzierung nach Bilanzgebieten für den stationären Zustand 2100 [13c]	79
Tabelle 3-7: Szenarien zur Auswertung des der Eisenkonzentration am jeweiligen Entnahmepunkt [15e]	85
Tabelle 3-8: Verifizierte Randbedingungen im Rahmen der Grundlagenermittlung [15f]	88
Tabelle 4-1: Volumenströme in [m³/min] für die hydrogeologischen Schnitte in den Hydrotopen 1 und 4 sowie basierend auf dem Bilanzgebiet 4O [nach 9h]	97
Tabelle 4-2: Gegenüberstellung des ermittelten Wasserverbrauchs [13b] und der durchschnittl. Verdunstungshöhe [9g] für ausgewählte Kulturen	101
Tabelle 4-3: Gegenüberstellung der Ergebnisse nach Umnutzung landwirtschaftlicher Flächen	104
Tabelle 4-4: Vergleich der Frachtbetrachtungen grundwasserbürtige Zutritte HGM – Messwerte Pleißemonitoring	107

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtsplan
(1:40.000)

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
- [1i] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt, Sachstandsbericht Juni 2016, 28.10.2016
- [1j] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt, Management Summary, 7.11.2016
- [1k] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt - Auswertung der Grundwassermonitorings im EZG der Pleiße, 26.07.2017
- [3d] Hubert Beyer Umwelt Consult, Ergebnisbericht Montanhydrologisches Monitoring Westsachsen/Thüringen, Monitoring Messplatz Kippe Witznitz, Beprobung August-September 2015, 30.06.2016
- [3e] Hubert Beyer Umwelt Consult; Monitoring Messplatz Kippe Witznitz - Beprobung August-September 2016; 31.05.2017

	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, 24.09.2015	
[4m] SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 2014, Jahresbericht Sedimentuntersuchungen, 07.10.2015	
[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	
[4o] SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 1.1.2016 – 31.12.2016, Jahresbericht 2016, Auswertung der Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 1 bis 5, 24.05.2017	
[5e] Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH; Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration eisenbelasteter Grundwässer aus den Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra: Teilbericht 4 Aufbau eines reaktiven Stofftransportmodells für den Kippenkörper Kahnsdorf und Prognose der zukünftigen Stoffeinträge aus dem Kippenkörper in die Pleiße (2. überarbeitete Fassung); 22.06.2010	
[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	

	Seite
[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	
[9g] GFI GmbH Dresden „Großtechnische Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuchs Witznitz zur Reduzierung der Eiseneinträge in die Pleiße, Jahresbericht 2016 30.03.2017	
[9h] Anlage von [9g] IBGW GmbH; Modellierungsergebnisse zur reduzierten Grundwasserneubildung; 01.02.2017	
[13a] G.U.B Ingenieur AG, Planung zur Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße; 19.08.2015 (Endfassung 14.09.2015)	
[13b] G.U.B Ingenieur AG, Planung zur Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße – Vertiefende Untersuchung -; Lesefassung 31.03.2017	
[13c] Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH; Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße, Baseline- und Best-Case-Szenario, 7.04.2017	
[14a] GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden, Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschließlich Untersuchungen zur Verwertung von Eisenhydroxidschlamm; 30.09.2015	
[15a] ARGE Gewässersanierung LMBV (Rahmengutacher 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 (Rahmengutacher 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 Eisenhydroxidschlamm; 21.06.2016	
[15d] iKD Ingenieur-Consult GmbH; Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehem. Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von EHS; 12.04.2017 (Lph 1 – Grundlagenermittlung)	
[15e] Anlage von [15d] GIP GmbH Dresden; 3D-Gewässermodellierung zur Sedimentation von EHS im Kahnsdorfer See; 06.03.2017	

	Seite
[15f] GIP GmbH Dresden, iKD Ingenieur-Consult GmbH; Präsentation 7. Projektberatung Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in die Pleiße; 11.05.2017	
[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 Bergbaufolge- landschaften Mitteldeutschlands; 29.02.2016	
[16d] Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen, GFI GmbH Dresden; Gestaltung des Wasserhaushalts in den bergbaubeeinflussten Teileinzugsgebieten von Weißer Elster und Plei- ße im öffentlichen Interesse – Grundsatzpapier - Bestandsaufnahme und Ableitung von Hand- lungserfordernissen; 27.05.2016	

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 Sachstandsberichtes beauftragt.

Dieser Bericht knüpft an den vorliegenden Sachstandsbericht 06/2016 [1i] und dem Management Summary 11/2016 [1j] an.

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, LEAG, 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

	Bearbeiter	Stand der Bearbeitung
Maßnahme 1		
Fließgewässermonitoring Pleiße	SGL mbH	Jahresbericht 2016, 24.05.2017 [4o]
Maßnahme 2		
Grundwassermonitoring – Messplatz Kippe Witznitz	Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH	Ergebnisbericht 08-09/2016, 31.05.2017 [3e];
Grundwassermonitoring – Montanhydrologisches Monitoring (MHM) der LMBV und Dritter	Fortschreibung der Datenbasis durch Sweco GmbH im Rahmen der Maßnahme 3	Fortschreibung im Bericht Auswertung Grundwassermonitoring im EZG Pleiße 06/2017 [1k]
Maßnahme 3		
Integrale Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt	Sweco GmbH	Sachstandsbericht 06/2017

	Bearbeiter	Stand der Bearbeitung
Maßnahme 4		
Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)	IBGW GmbH	Aktuelle Modellierungen siehe Maßnahmen 5.1 und 5.2
Maßnahme 5.1		
Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen (Versuchsflächen, Lysimeterflächen und Großversuch Luzerneanbau)	GFI GmbH IBGW GmbH	Jahresbericht 2016, 30.03.2017 [9g] Modellierungsergebnisse zur reduzierten Grundwasserneubildung; 01.02.2017 [9h]
Maßnahme 5.2		
Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Einzugsgebiet	G.U.B. Ingenieur AG IBGW GmbH	Studie vom 14.09.2015 [13a] Vertiefende Untersuchung, Lesefassung 31.03.2017 [13b] Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße, Baseline- und Best-Case-Szenario, 7.04.2017 [13c]
Maßnahme 5.5		
Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehem. Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von EHS* (Separate Limnologische Untersuchungen durch BGD ECOSAX GmbH)	iKD Ingenieur-Consult GmbH (NAN GIP GmbH) als NAN	Lph 1 – Grundlagenermittlung 12.04.2017 [15d] – Vorplanung bis September 2017 3D-Gewässermodellierung zur Sedimentation von EHS im Kahnsdorfer See; 06.03.2017 [15e]

* abgeleitet aus: Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschuss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS

2 Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings

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

In Abstimmung mit dem Auftraggeber der LMBV wurde die Betrachtung des Montanhydrologischen Monitorings der LMBV (Dynamik und Güte) und sowie das Grundwassergütemonitoring Dritter (MIBRAG, LEAG, LDS) im Einzugsgebiet der Pleiße in einen gesonderten Berichtsteil ausgegliedert. Die Ergebnisse befinden sich in [1k] und werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

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 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 2015 dargestellt und ausgewertet.

Im Frühjahr 2017 erfolgte wiederum die Abfrage der Gütedaten zur Fortschreibung der Datenbasis des letzten Jahres.

Für eine Bewertung der Dynamik und der Grundwassergüte mit Relevanz für die Pleiße ist das unterirdische Grundwassereinzugsgebiet maßgebend. Dieses wurde bisher für die Jahre 2010 und 2100 auf Basis der Wasserbeschaffenheitsmodellierung [6f] angesetzt. Mit der Hydrogeologischen Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße [13c] erfolgte die Aktualisierung des unterirdischen Einzugsgebietes der Pleiße u. a. für die Jahre 2015 und 2100.

Im Vergleich zum Jahr 2010 sind für 2015 vor allem Änderungen in der Ausdehnung für die Bilanzgebiete 5W sowie 1W/1O zu erkennen, die aus der Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse infolge des aktiven Bergbaus resultieren. Kleine Änderungen der Bilanzgebiete 6 / 7 und 8 wurden durch den Grundwasserwiederanstieg in den Betriebsplanbereichen Zwenkau und Espenhain ausgewiesen.

Mit der Aktualisierung des Einzugsgebietes der Pleiße [13c] für das Jahr 2100 wurden im Vergleich zur letzten Prognose kleine Änderungen im Bilanzgebiet 1 (vor allem im südlichen Bereich von 1W) berechnet.

Die aktualisierten Bilanzgebiete für das Einzugsgebiet der Pleiße sind aus Abbildung 2-1 ersichtlich.

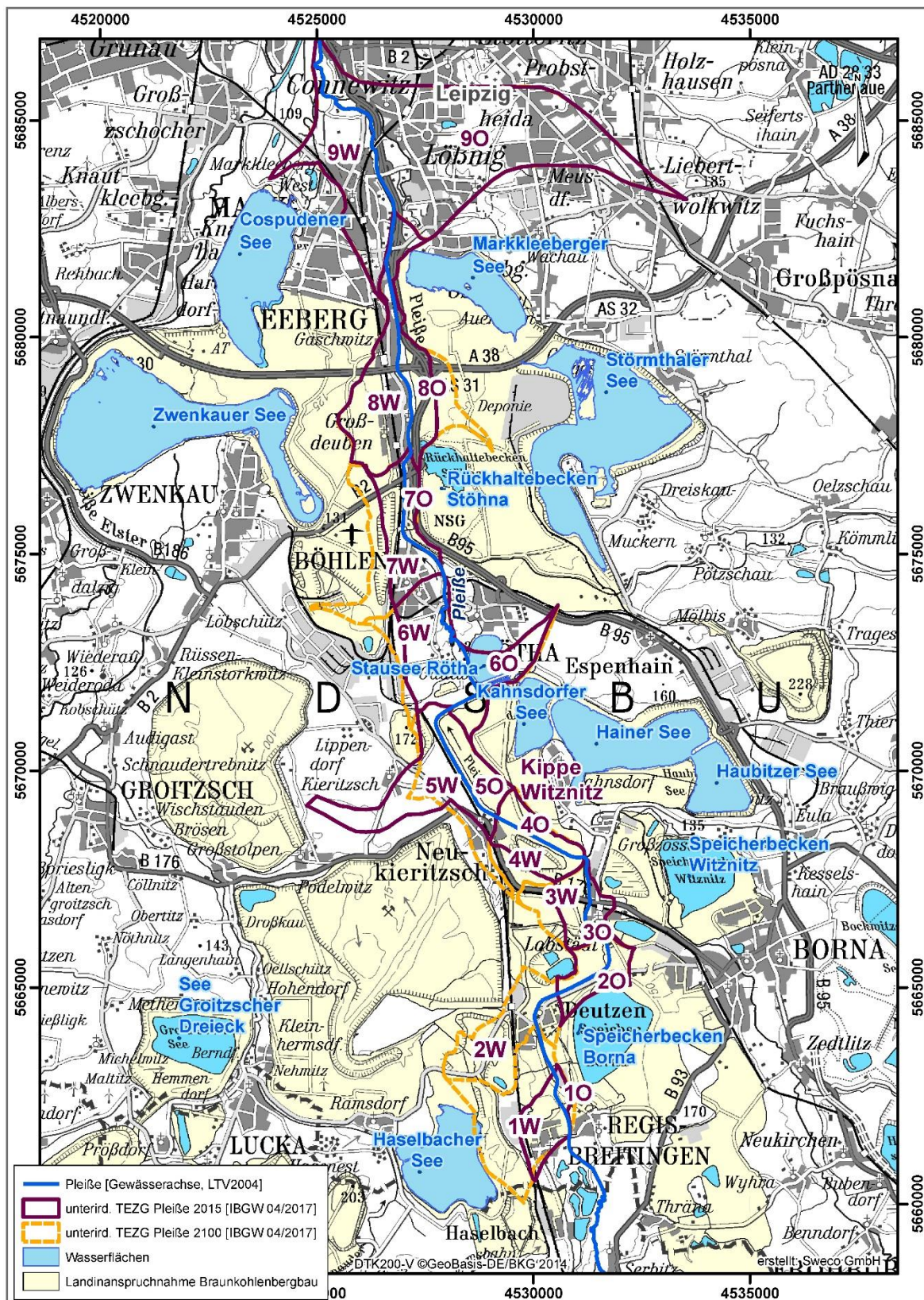


Abbildung 2-1: Unterirdische Einzugsgebiete der Pleiße 2015, 2100

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 +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].

Im Vergleich zum letzten Sachstandsbericht waren für die Seen nur wetterbedingte Schwankungen der Wasserspiegel zu beobachten.

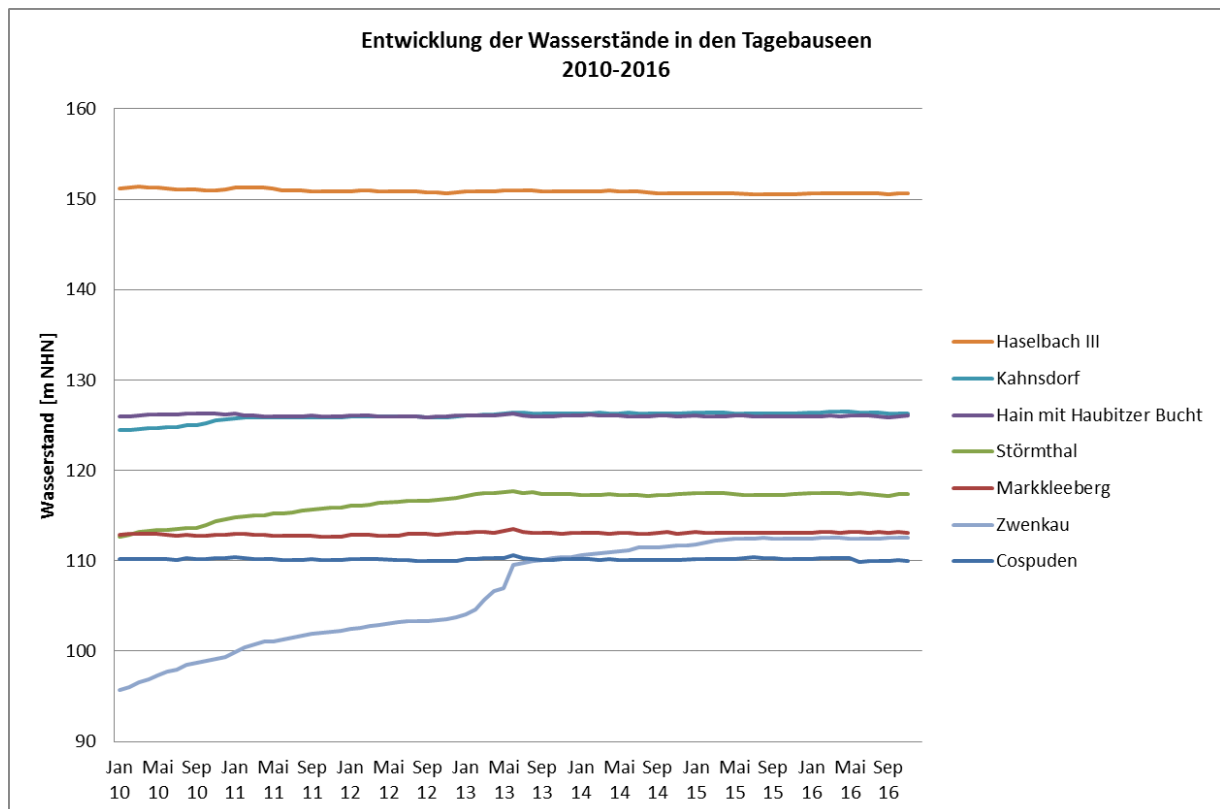


Abbildung 2-2: Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2016

Im Einzugsgebiet der Pleiße sind die Veränderungen der Grundwasserstände weniger stark ausgeprägt. Im Vergleich 2014/2015 waren wiederum im Einwirkungsbereich des aktiven Bergbaus relevante Grundwasserstandsveränderungen zu beobachten.

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

Der Vergleich der Grundwasserstände im Betrachtungsgebiet zwischen 2014 und 2015 ist in Abbildung 2-3 (S. 15) dargestellt.

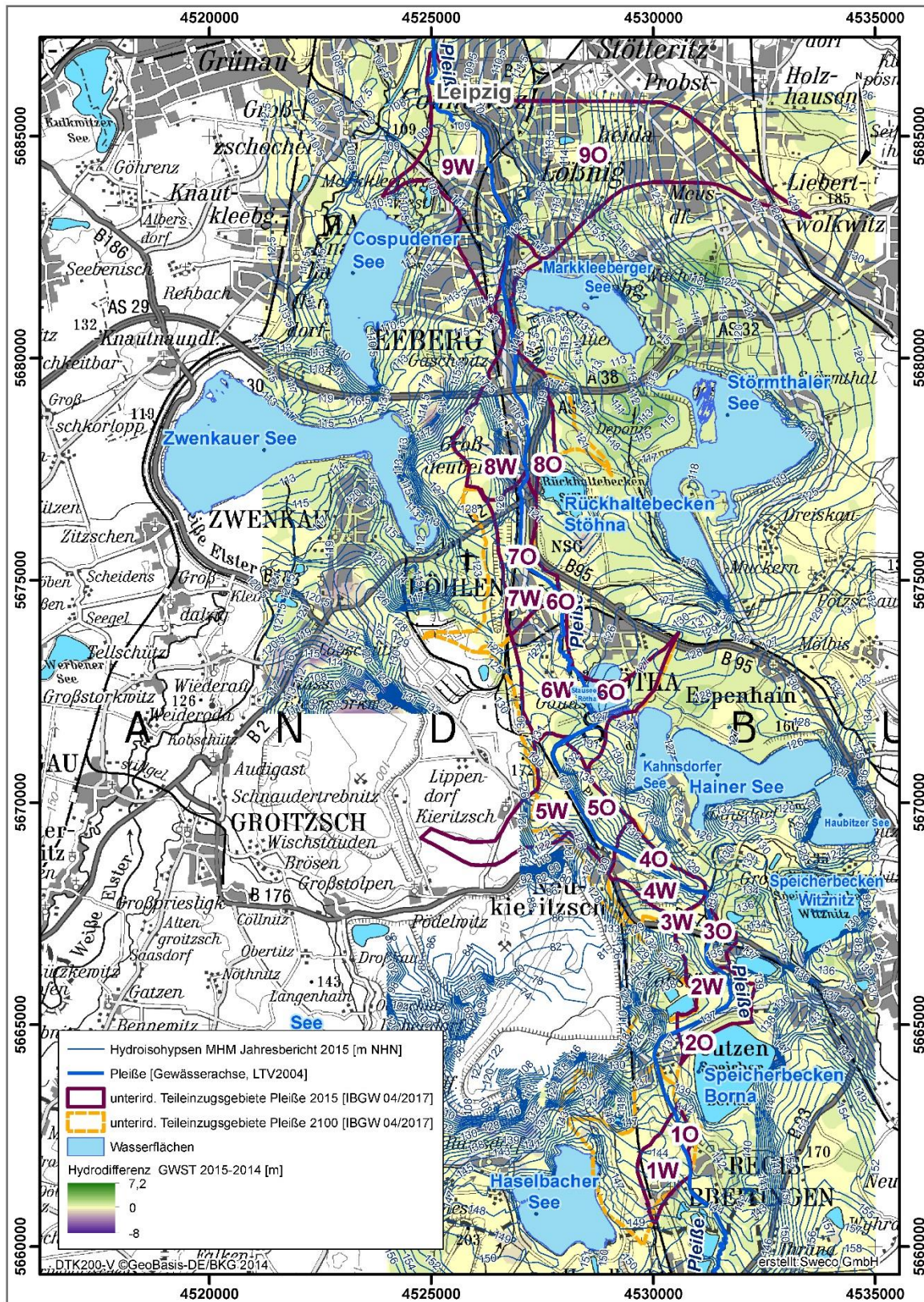


Abbildung 2-3: Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2014/2015

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 und mit der Datenabfrage 2017 ergänzt.

Der Aufbau der Datenbasis wurde im Bericht [1g] detailliert beschrieben und liegt dem aktuellen Bericht digital als Anlage bei [1k].

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 [3e] – Ergebnisbericht Beprobung 08/09 2016 Messplatz Kippe Witznitz).

Tabelle 2-1: Übersicht der Quellen zur Datenbasis 2016

Nr.	Monitoring-programme in Verantwortung von	Messnetz	Kommentar	Messreihen verfügbar bis
1a	LMBV	Montanhydrologisches Monitoring - Tagebaufelder BOC, COS, ESP, REG, WIT, ZWE		2016 tlw. bis 02/2017
1b	LMBV	Messplatz Kippe Witznitz	Messstellenbetreuung im Rahmen des MHM	bis 2012 danach erfolgte die Integration der Messwerte in 1a
2	MIBRAG	Montanhydrologisches Monitoring		Dez. 2016
3	LEAG vormals Vattenfall	GW-Monitoring IAA Ostausfahrt Böhlen	Messstellenbetreuung durch Ingenieurbüro Dr. Armin Ussath	Okt. 2016
4	LDS	Messnetz Land Sachsen		Nov.2016
5	LTV	GW-Sondermessnetz Lobstädt, Borna	2014, 2015, 2016 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 nachfolgende Abbildung 2-4 gibt einen Überblick über das Messnetz und den Zeitraum der zur Verfügung stehenden Messwerte.

Der Betrieb der Messstellen erfolgt nicht immer fortlaufend. Einige Messprogramme sind zwischenzeitlich ausgelaufen, einige Messstellen wurden als defekt eingestuft, so dass die Grundwasseranalysen nicht mehr repräsentativ für die aktuellen Grundwasserverhältnisse sind. Daher wurden nur jene Messstellen ausgewertet, an denen die Probenahmen bis mindestens 2011 durchgeführt wurden.

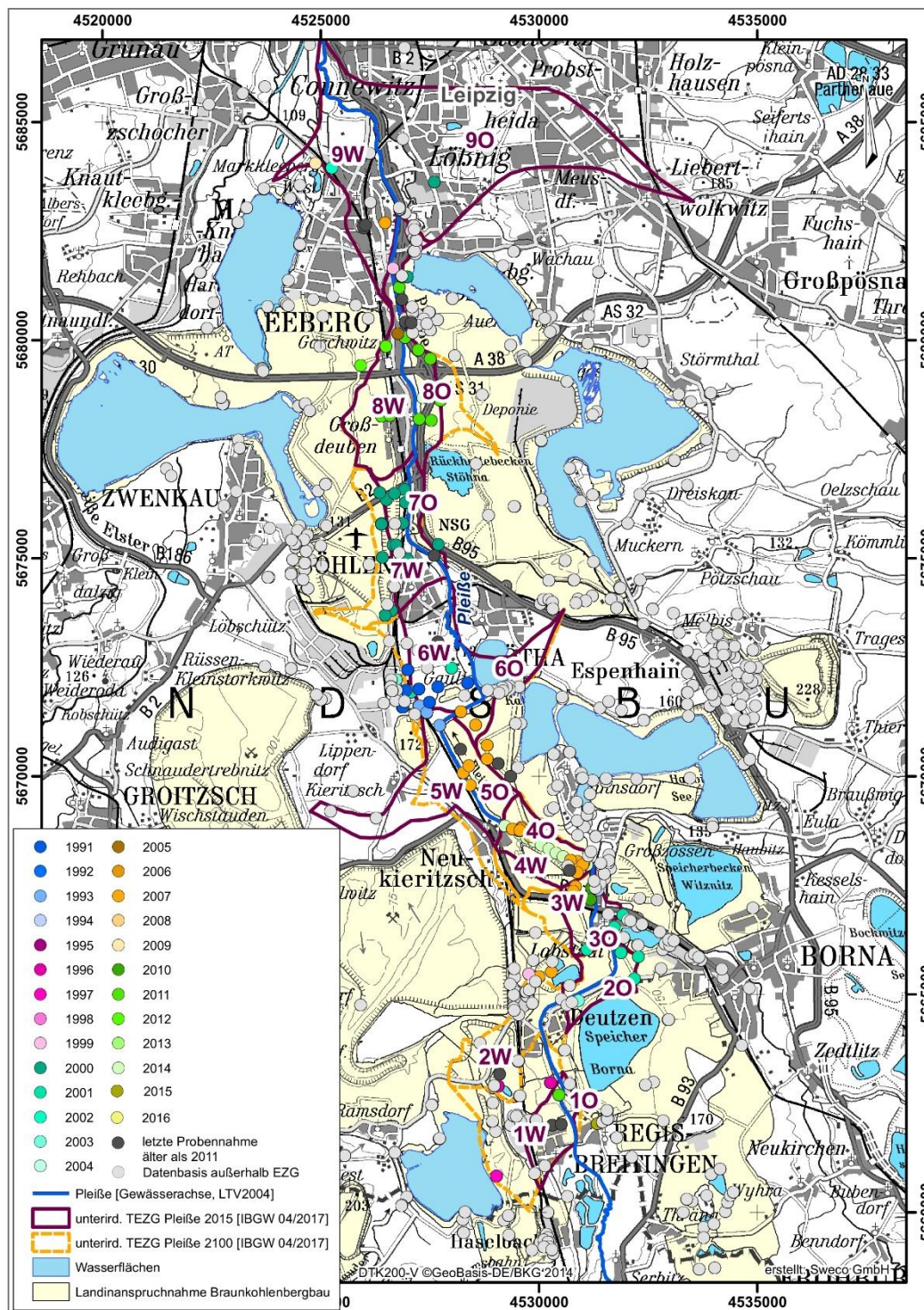


Abbildung 2-4: Auswahl der Messstellen aus der Datenbasis 2016, mit Angabe des Jahres, seit wann Messwerte vorliegen

Insgesamt wurden 2080 Probenahmen dem relevanten Einzugsgebiet Grundwasser zugeordnet.

Parameter Eisen

Zunächst wird der Parameter Eisen ausgewertet. 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.

Die Verteilung der Grundwassergütemessstellen im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße ist sehr unterschiedlich. Unterrepräsentiert sind die Bilanzgebiete 7O und 9O.

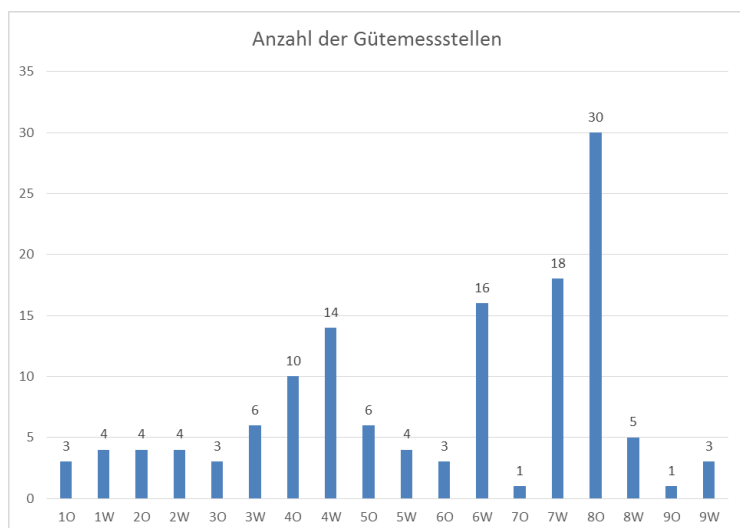


Abbildung 2-5: Verteilung der Gütemessstellen mit Bezug zum jeweiligen Bilanzgebiet (W-West, O-Ost)

Die Abbildung 2-6 (S. 19) zeigt die Statistik für den Parameter Eisen bilanzgebietsbezogen über alle Spezies. Auch hier ist das Haupteintragsbilanzgebiet 4 deutlich erkennbar. Gleichbleibend hohe Eisenkonzentrationen wurden ebenfalls im Bilanzgebiet 7 gemessen (7O_K, Mst. 306, 1.100 mg/l Fe(gel)).

Die Abbildung 2-7 (S.20) zeigt die räumliche Verteilung der gemessenen Eisenkonzentrationen unter Berücksichtigung der jeweils letzten Analyse.

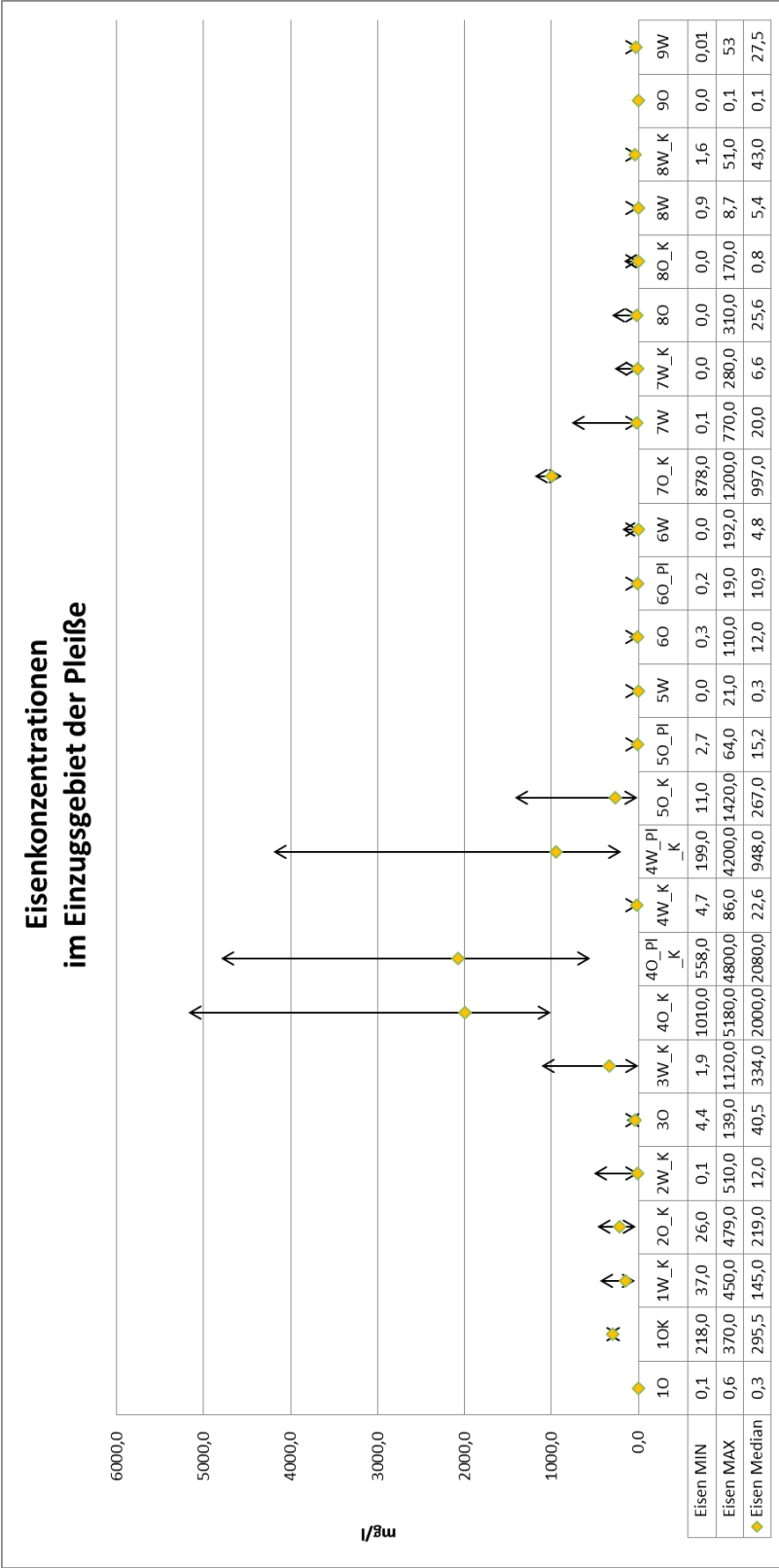


Abbildung 2-6: Eisenkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2016

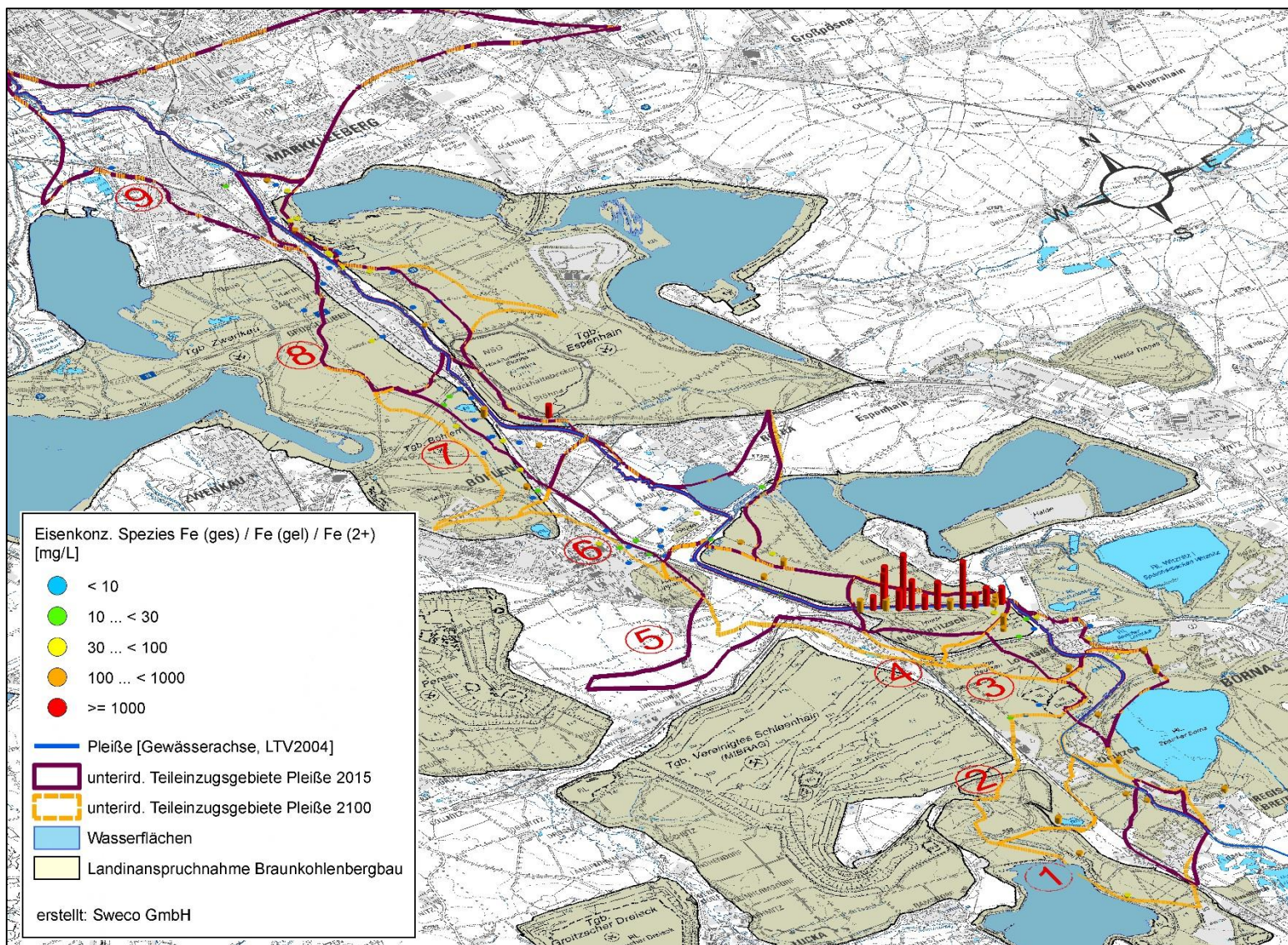


Abbildung 2-7: Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2016

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. Wie bereits dargestellt, werden die höchsten Eisenkonzentrationen im Bilanzgebiet 4 gemessen. Im Diagramm (Abbildung 2-8) ist eine steigende Tendenz an 2 pleißen nahen Messstellen sowie an den Multilevelmessstellen M1-2 und M2-1 (Messplatz Kippe Witznitz) ersichtlich.

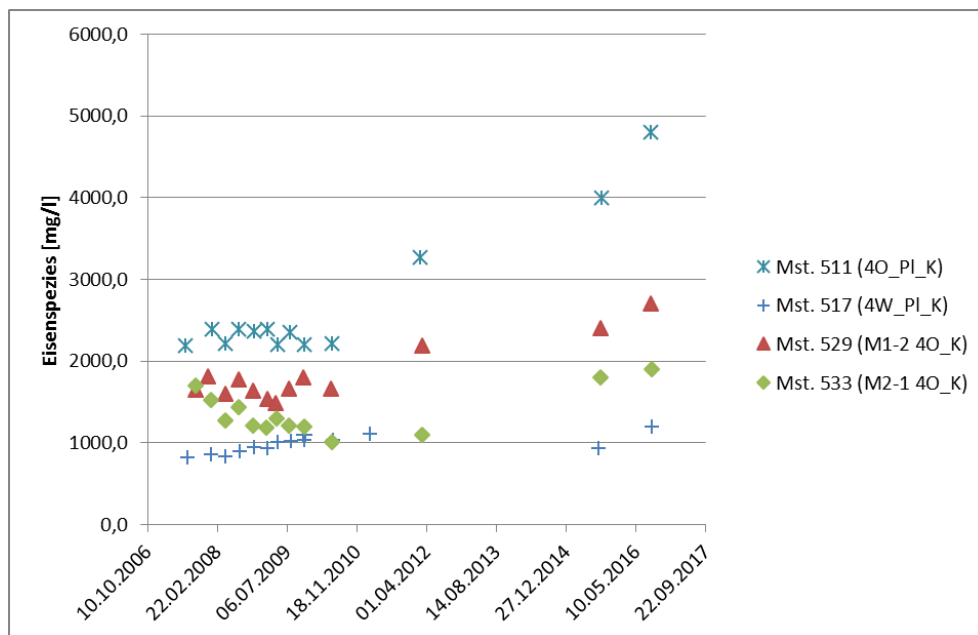


Abbildung 2-8: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohe Eisenkonzentrationen im Bereich der Kippe Witznitz)

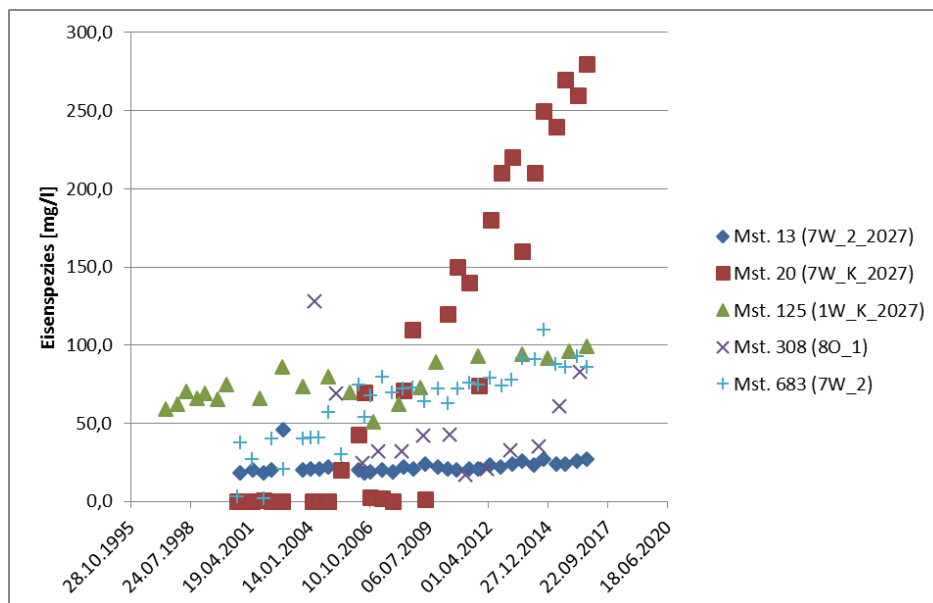


Abbildung 2-9: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Eine ausgeprägte Zunahme an Eisenkonzentrationen (im Vergleich zum Bilanzgebiet 4 auf niedrigerem Niveau) wird an der Messstelle 20 beobachtet (Bilanzgebiet 7W). Ein großer Teil der Pegel im Bilanzgebiet 7W wird im Rahmen des Monitorings der IAA Ostausfahrt Böhlen kontinuierlich beobachtet. Abnehmende Eisenkonzentrationen konnten an ausgewählten Messstellen auch festgestellt werden. Grundsätzlich ist keine einheitliche Tendenz feststellbar. Zunahmen wie auch Abnahmen der Konzentration betreffen oft die gleichen Bilanzgebiete.

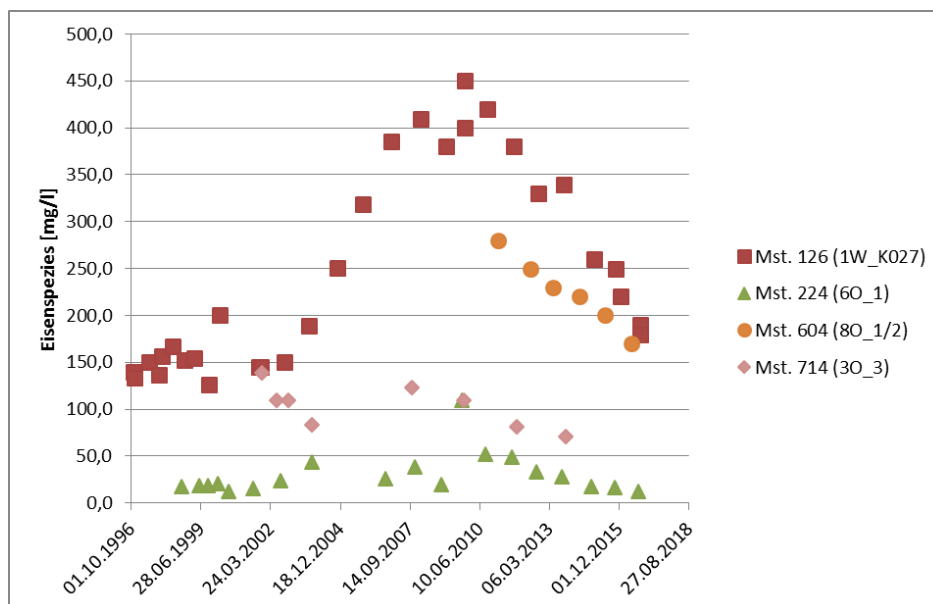


Abbildung 2-10: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen

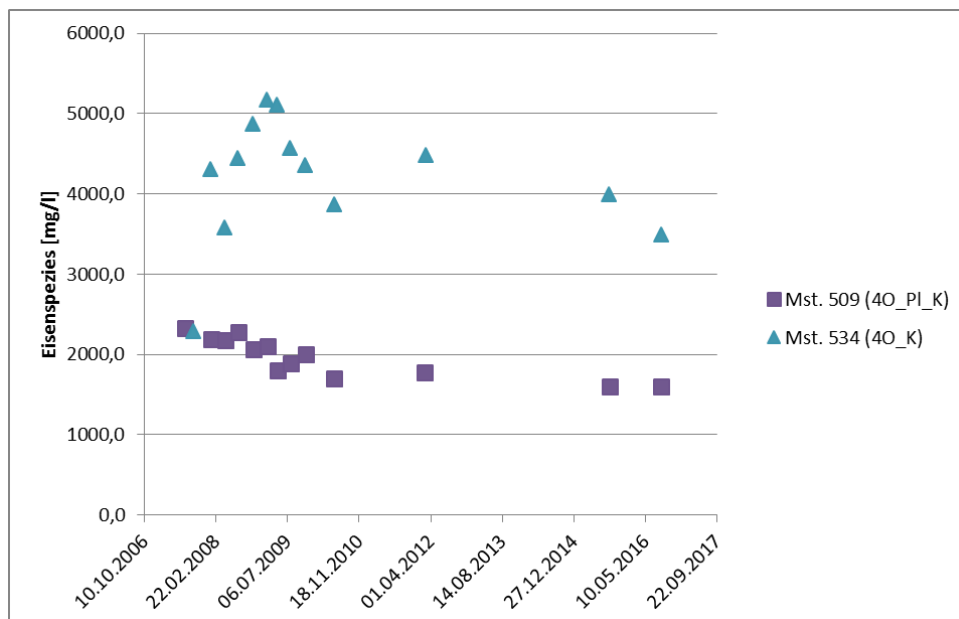


Abbildung 2-11: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen, Bilanzgebiet 4)

Parameter Sulfat

Einen Überblick über die Datenbasis 2016 (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 (u. a. Messnetz der LEAG IAA Böhlen).

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

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.

Relevante Zunahmen an Sulfatkonzentrationen wurden an mehreren Grundwassermessstellen festgestellt. Auf insgesamt hohem Niveau betrifft das die Messstellen 511, 529 im Bilanzgebiet 4O sowie die Messstellen 609 und 688 (Bilanzgebiet 8O bzw. 1O).

Ein Anstieg der Konzentrationen, insgesamt jedoch auf einem geringeren Niveau, konnten z. B. auch an den Grundwassermessstellen 269, 274 und 411 festgestellt werden (Bilanzgebiet 8O).

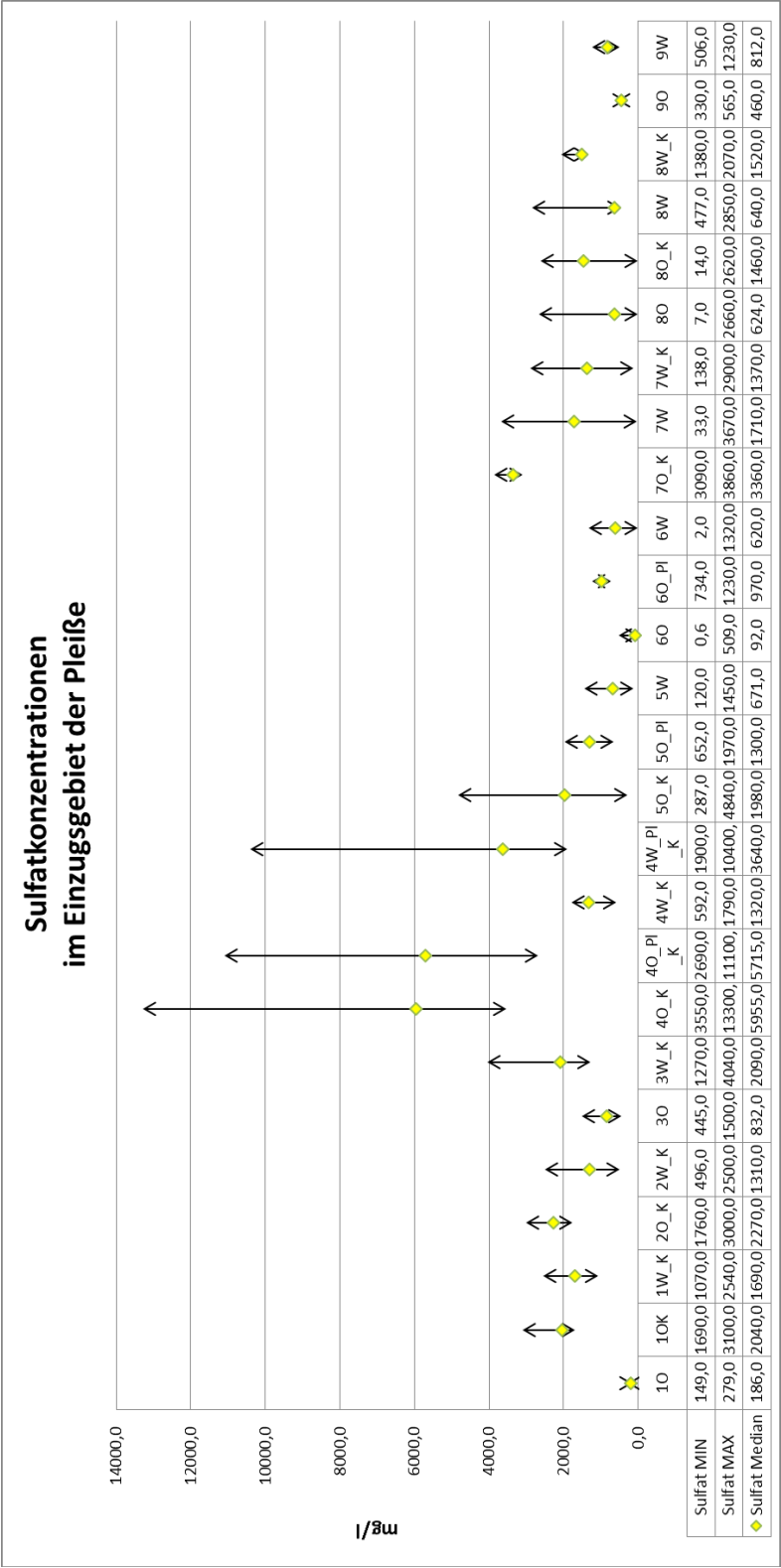


Abbildung 2-12: Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2016

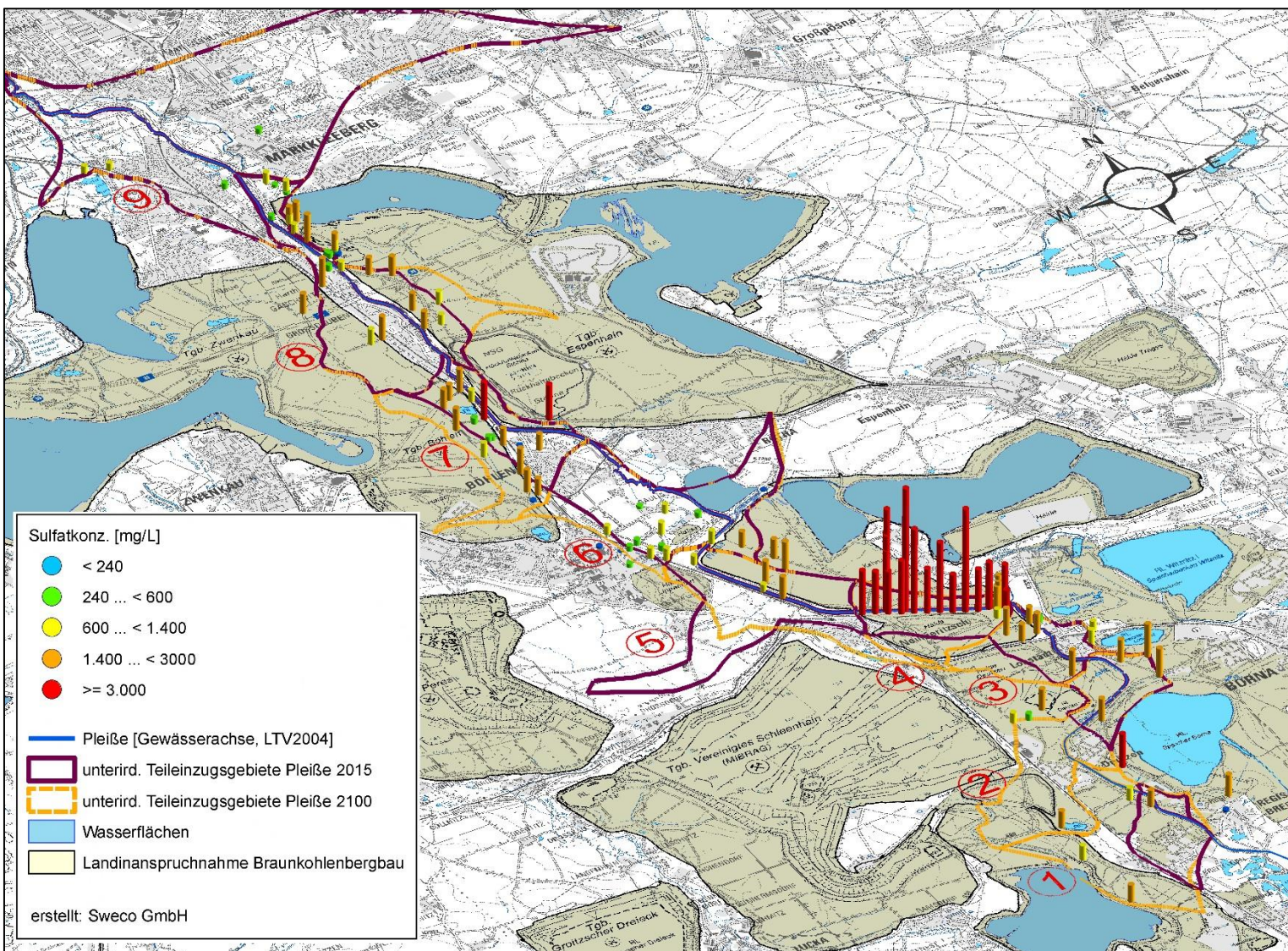


Abbildung 2-13: Sulfatkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2016

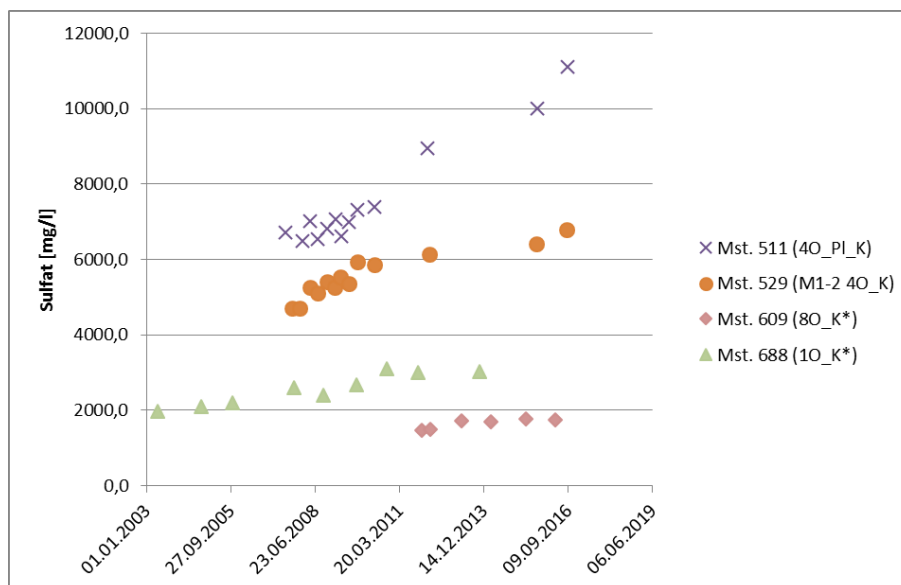


Abbildung 2-14: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohes Niveau der Sulfatkonzentrationen)

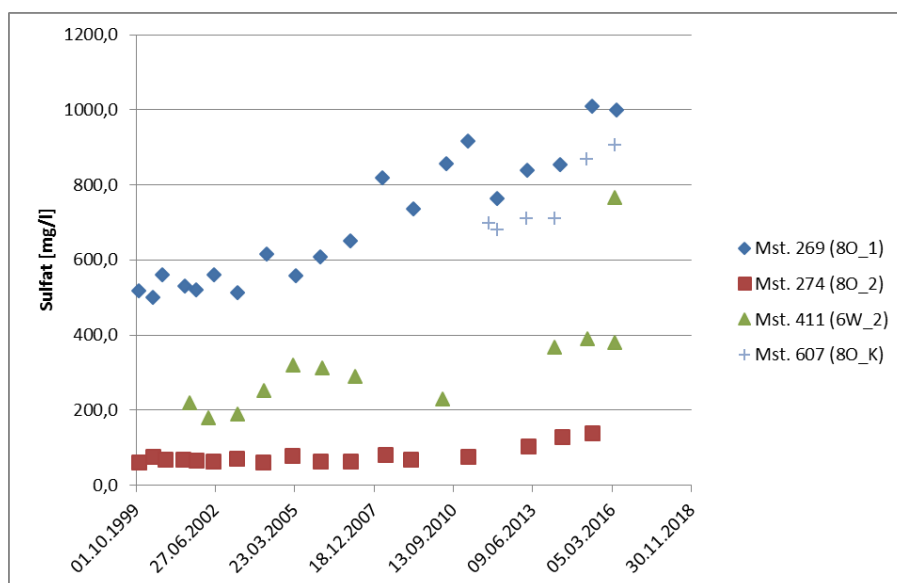


Abbildung 2-15: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Das Diagramm (Abbildung 2-16 (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 für die aktuelle Datenbasis. 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 < 2.000 mg/l charakteristisch. Aufgrund von Pufferreaktionen (Calcitpuffer, Sideritpuffer) steigen die Eisenkonzentrationen nicht deutlich an.

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.

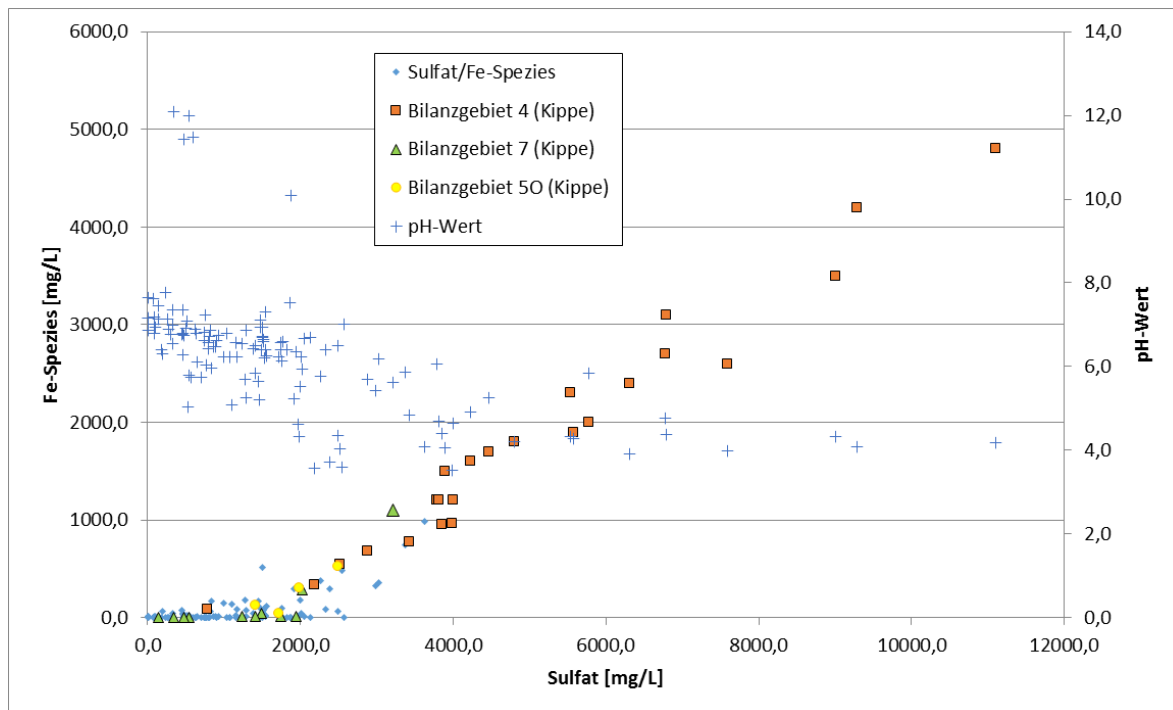


Abbildung 2-16: Verhältnis der Sulfat- und Eisenkonzentrationen bzw. des pH-Wertes aller Grundwasserproben im EZG der Pleiße (jeweils letzter Messwert-Bilanzgebiete 4, 7, 5O hervorgehoben)

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 2016 und umfasste die Beprobung und Analyse des Grundwassers an den 3 mehrfach verfilterten Messstellen sowie an 25 als Rammpegel ausgebauten Grundwassermessstellen. Im Vergleich zum Vorjahresmonitoring wurde das Grundwassermonitoring um drei Rammpegel entlang der Pleiße reduziert (1301, 1302, 1309). Der Bericht [3e] umfasst die Dokumentation der ausgeführten Arbeiten und die Bewertung der Analyseergebnisse.

Eine Aufstellung aller bisherigen Probenahmen ist in der Tabelle 2-2 zusammengefasst (Lage siehe Abbildung 2-17, 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 Probenahme
		Bodenluft	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich	keine weitere Probenahme
Erosions-messplatz	2	Sediment	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich	keine weitere Probenahme
		Wasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 monatlich, sowie zwei Messungen (August 2010, März 2011)	keine weitere Probenahme
Mehrfach-messstellen	3	Grundwasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 vierteljährlich sowie 2 zusätzliche Messungen (Mai 2010, Feb. 2012); Messung 08/09 2015 Messung 08/09 2016	
Rammpegel	20	Grundwasser	Dez. 2007 – Jan. 2010 vierteljährlich sowie 2 zusätzliche Messungen (Mai 2010, Feb. 2012); Messung 08/09 2015 Messung 08/09 2016	RKP 15, 16 mit Messung Feb. 2012 als zerstört gekennzeichnet;
Hangwasser	3	Sickerwasser	einmalig im Juli 2012	keine weitere Probenahme
Hangwasser	4	Sickerwasser	einmalig im Oktober/November 2013	keine weitere Probenahme
Rammpegel (Vorplanung Sickerschlitz)	10	Grundwasser	einmalig im Januar 2014; Wiederholungsbeprobung im Rahmen Kampagne 08/09 2015; Messung 08/09 2016	Reduzierung der Probenahme um 3 Mst. (1301, 1302, 1309)

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

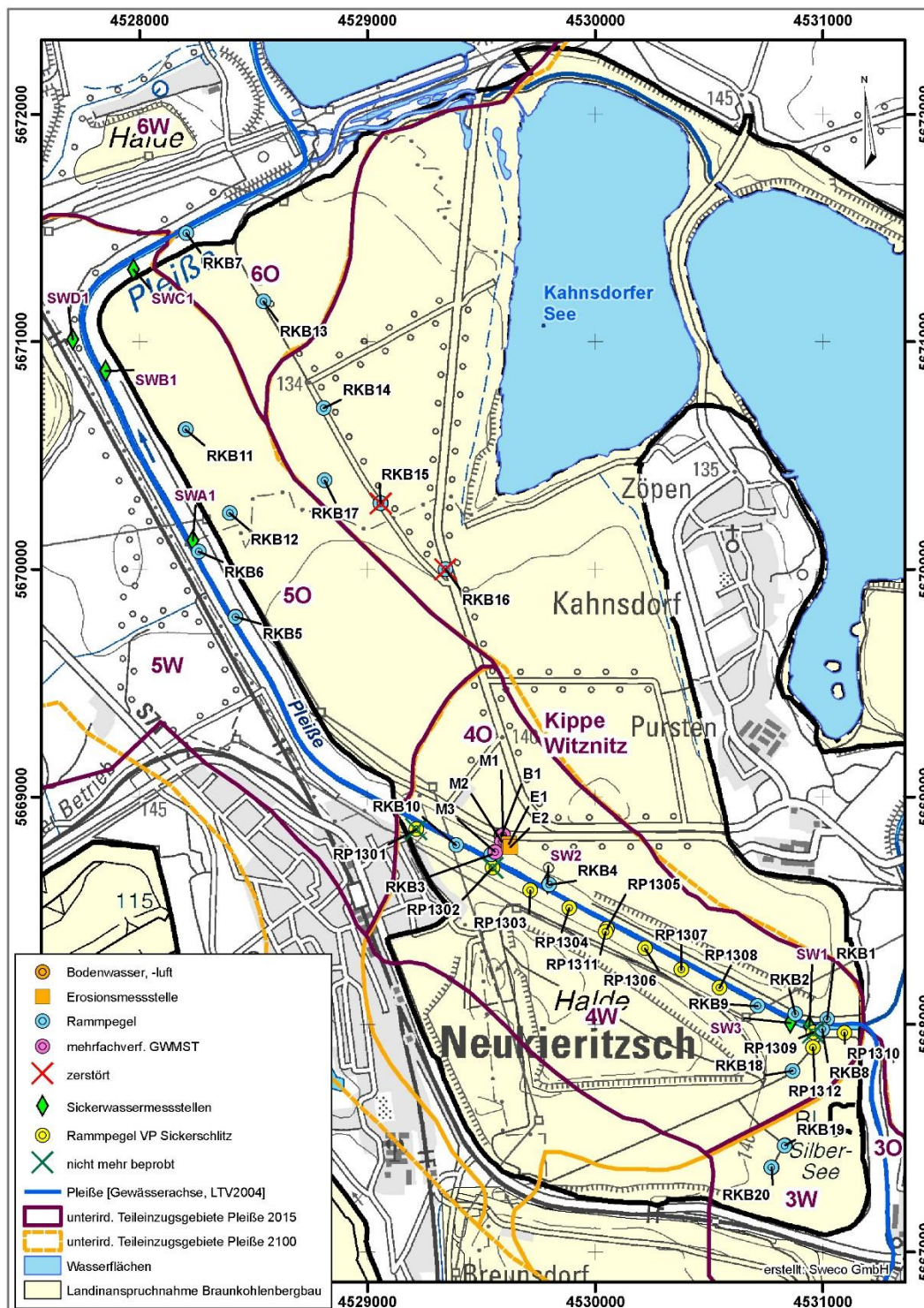


Abbildung 2-17: Übersicht der Messstellen Messplatz Kippe Witznitz

Bewertung der Grundwasserprobenahmen an den mehrfachverfilterten Messstellen [3e]:

Die Messwerte weisen insgesamt eine deutliche bergbauliche Beeinflussung auf. Sulfat und gelöstes Eisen sind in allen Messpunkten deutlich bis extrem erhöht. Zudem deutet sich in einzelnen Teufenbereichen ein weiteres Absinken der pH-Werte (bis 4,3) an. Die Karbonathärten deuten in der Großzahl der Messpunkte auf eine weiter abnehmende pH-Pufferkapazität (Abbau von Karbonaten) hin. Bei der aktuellen Entwicklung ist in Zukunft weiterhin eine deutliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Kippe zu erwarten. Neben hohen Eisen- und Sulfatfrachten im Grundwasser ist eine intensive Mobilisierung von Schwermetallen erkennbar.

Tabelle 2-3: Bewertung der GW-Analysen der Mehrfachmessstellen, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3e]

Messstellenname		pH	Lf	Redox	Karb.		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				-	↓	-				

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

Bewertung der Grundwasserprobenahmen an den Rammpegeln [3e]:

Die Messpunkte auf der Kippe wiesen Überschreitungen des bisherigen Messniveaus bei den Redoxpotentialen auf. Vereinzelt waren zudem sinkende Trends bei Sulfat und Eisen erkennbar.

Für die pleißenahen Messpunkte (Wyhrmündung bis Neukieritzsch) zeigte sich bei mehreren Messpunkten eine Überschreitung des bisherigen Messwertniveaus bei elektr. Leitfähigkeit und Eisen gelöst sowie vereinzelt bei Sulfat und Redox (mit Trend, v.a. rechtsseitig der Pleiße). Hervorzuheben ist insbesondere die Entwicklung bei der RKB4. Seit 2010 kam es hier zu deutlichen Messwertanstiegen benannter Parameter. Unterschreitungen des bisherigen Messniveaus wurden in mehreren GWM bei Calcium ermittelt.

Für die pleißenahen Messpunkte (ab Neukieritzsch) waren nur vereinzelt Messwertveränderungen erkennbar. Messwertrückgänge wurden in der RKB6 bei pH, Sulfat und Karbonathärte festgestellt.

Im Ergebnis ist das der Pleiße zuströmende Grundwasser weiterhin stark bergbaulich beeinflusst. Die Eintragsfrachten insbesondere von Eisen_{gelöst}, welches u. a. zur Braunfärbung des Gewässers führt, bleiben damit auf hohem Niveau.

Die Tabelle 2-4 zeigt einen Vergleich mit den bisherigen Messungen (Schwankungsbereich/Konzentrationsniveau mit vorheriger Eliminierung von Ausreißern).

Tabelle 2-4: Bewertung der GW-Analysen der Rammpegeln, Vergleich mit dem bisherigen Messwertniveau aus [3e]

Lage	Messstellenname	pH	Lf	Redox	Sulfat	Eisen	Karb. härte	Calcium
Kippe	RKB12			+	↑			
	RKB13			+	↓	↓		-
	RKB17		-	+	↓			
	RKB19			+		+		
Pleiße (Wyhramündung bis Neukieritzsch)	RKB1	+	↑		↑			
	RKB2		-	+	↑	-		
	RKB3			+	↑			
	RKB4		+	↑	+	↑		-
	RKB8		+			+		
	RKB9		+			+	-	-
	RKB10					+		
	1303		+		+	+		
	1304		+					-
	1305	-	+		+	+		
	1306		+					-
	1307		+		+	+		-
	1308		+					-
	1310		+			+		-
Pleiße (nördlich von Neukieritzsch)	RKB5							+
	RKB6	-			-	↓	↓	-
	RKB7							

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

2.1.3 Zusammenfassung

Die umfassende Datenbasis für Grundwassergütemessungen wurde mit der Erstellung des Sachstandsberichtes weiter ergänzt.

136 Messstellen konnten dem unterirdischen EZG zugeordnet und ausgewertet werden (allein 123 GWMST der LMBV, 17 LEAG, 2 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 im Bilanzgebiet 7 gemessen (7O_K, Mst. 306, 1.100 mg/l Fe(gel)).

Für den Bereich der Kippe Witznitz erfolgte das Grundwassermonitoring im Zeitraum 08/09 2016 und umfasste die Beprobung und Analyse des Grundwassers an den 3 mehrfach verfilterten Messstellen sowie an 25 als Rammpegel ausgebauten Grundwassermessstellen.

Die Grundwasserproben an den mehrfach verfilterten Messstellen sind in allen Messpunkten für Sulfat und gelöstes Eisen deutlich bis extrem erhöht. Zudem deutet sich in einzelnen Teufenbereichen ein weiteres Absinken der pH-Werte (bis 4,3) an. Demzufolge ist eine intensive Mobilisierung von Schwermetallen erkennbar. Die Karbonathärten deuten in der Großzahl der Messpunkte auf eine weiter abnehmende pH-Pufferkapazität (Abbau von Karbonaten). Bei der aktuellen Entwicklung ist in Zukunft weiterhin mit einer deutlichen Beeinflussung des Grundwassers durch die Kippe zu rechnen.

Für die pleißenahen Rammpegeln (Wyhramündung bis Neukieritzsch) zeigte sich bei mehreren Messpunkten eine Überschreitung des bisherigen Messwertniveaus bei elektr. Leitfähigkeit und Eisen gelöst sowie vereinzelt bei Sulfat und Redox (mit Trend, v.a. rechtsseitig der Pleiße). Hervorzuheben ist insbesondere die Entwicklung bei der RKB4, seit 2010 kam es hier zu deutlichen Messwertanstiegen benannter Parameter (RKB4 entspricht der Mst. 11 in der Datenbasis, s. Abbildung 2-14 S.26).

Flußabwärts (ab Neukieritzsch) waren für die pleißenahen Pegel nur vereinzelt Messwertveränderungen erkennbar. Messwertrückgänge wurden in der RKB6 bei pH, Sulfat und Karbonathärte festgestellt.

Es verbleiben, wie auch schon in den Vorjahren, Unsicherheiten durch die ungleiche Verteilung der Gütemessstellen in den Bilanzgebieten. Kippenbereiche sind durch eine hohe Heterogenität geprägt. Konzentrationen können deshalb schon auf kurze Distanzen variieren. Im Bereich der Pleißequerung wird der Übertritt des Grundwassers durch beidseits angeordnete Rammpegel dagegen gut erfasst.

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.

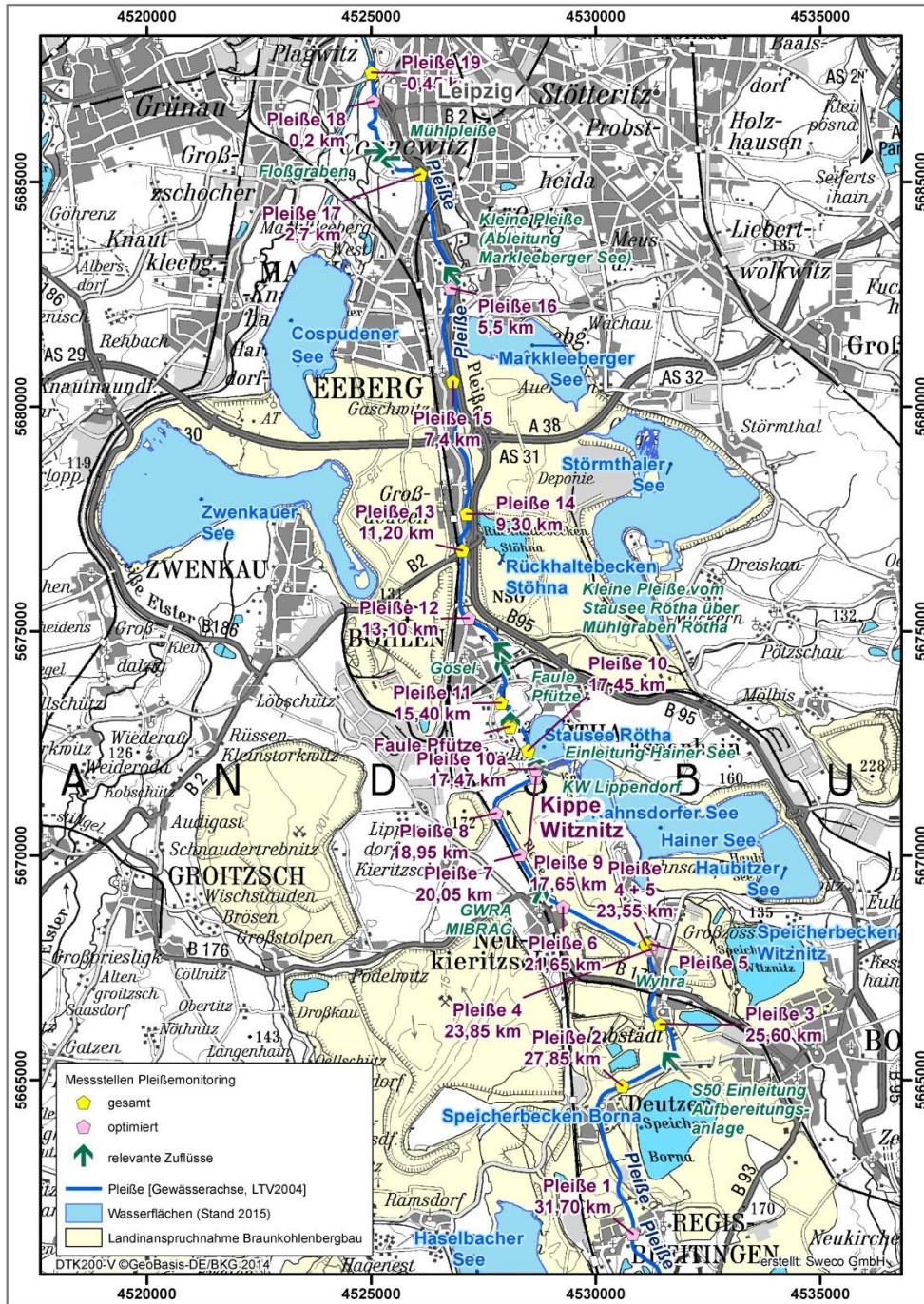


Abbildung 2-18: Lage der Messstellen Pleißemonitoring, relevante Zuflüsse in die Pleiße

In Abbildung 2-18 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). 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).

Um den Einfluss der Wyhra auf die Pleiße beurteilen zu können, liegt der Messpunkt PL 5 in der Wyhra vor der Einmündung in die Pleiße.

Zwischen PL 6 und PL 7 gelangt durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A) 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 im Monitoring der SGL mbH mit untersucht.

Im Rahmen dieses Sachstandsberichtes werden die Wechselwirkungen zwar berücksichtigt, jedoch nicht explizit ausgewertet, da der Fokus auf den Messstellen entlang der Pleiße liegt. Dies betrifft die Einmündungen in das Gewässer (PL5 und PL 6A).

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 2016 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 2-5.

Tabelle 2-5: Lage der Messstellen (Fluss-km und Koordinaten); blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015

Messstelle	Messstellenname	Fluss-km	RW ¹	HW ¹
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 Stöhma	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

¹ Lagestatus 110, Gauß-Krüger-Koordinatensystem RD 83, Bessel

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

oberhalb PL4+5: Zufluss der Wyhra (2016: 0,59 m³/s – 4,08 m³/s)

PL4+5 ... PL 6: Infiltration von bergbaubelastetem Grundwasser (hohe Eisenkonzentrationen) aus der Kippe Kahnsdorf (Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II) (2015: 1023 kg Fe/d gem. Berechnungen IBGW [13c])

oh. PL 7: Einleitung von Sumpfungswasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (2016: 0,67 – 0,84 m³/s)

oh. PL 10A: Einleitung vom Hainer See (2016: 0,022 – 0,16 m³/s)
Einleitung vom Kraftwerk Lippendorf

oh. PL 11: Zufluss Faule Pfütze (2016: 0,08 – 0,19 m³/s)

oh. PL 12: Einleitung Gösel (2016: 0,06 – 0,61 m³/s)

oh. PL 18: Zufluss Mühlpleiße
Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung vom Markleeberger See) (2016: 0,17 – 0,22 m³/s)
Zufluss Floßgraben (2016: 0,28 – 1,10 m³/s)

Relevante **Abflüsse** aus der Pleiße sind:

- Zulaufgraben zum Stausee Rötha (oberhalb P10)²
- Mühlpleiße (oberhalb PL17)
- Mühlgraben (oberhalb PL19).

² In den Untersuchungen zur Nutzung des Stausees Rötha als Sedimentbecken (u. a. [8f]) wurde eine Mindestabgabe an den Stausee von 0,15 m³/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 2016 vorgenommen.

- Abflussklassen (Bezug Pegel Böhlen):
 - Klasse 1: 2 - 3 m³/s
 - Klasse 2: 3 - 5 m³/s
 - Klasse 3: 5 - 8 m³/s
 - Klasse 4: 8 - 10 m³/s
 - Klasse 5: > 10 m³/s

In die Auswertung wurden diejenigen Messstellen der Vorjahre einbezogen, welche auch im Rahmen der Messkampagne 2016 beprobt wurden.

Im Rahmen der aktuellen Monitoringkampagne wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 15 Wasseruntersuchungen (12 in 2016, bisher 3 in 2017) mit dem Schwerpunkt auf die Darstellung der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter im Längsverlauf der Pleiße (Abflussklassen 1-5);
- Durchflussmessungen: an 6 Messstellen (PL1, PL5 (Wyhra), PL6, PL10A, PL12, PL18);

Die Abbildung 2-19 zeigt den mittleren Tages-Abfluss [m³/s] am Pegel Böhlen und die Zuordnung der Messtermine in die fünf Abflussklassen. Im Beobachtungszeitraum 2016 bis März 2017 wurden Abflüsse in allen Abflussklassen gemessen.

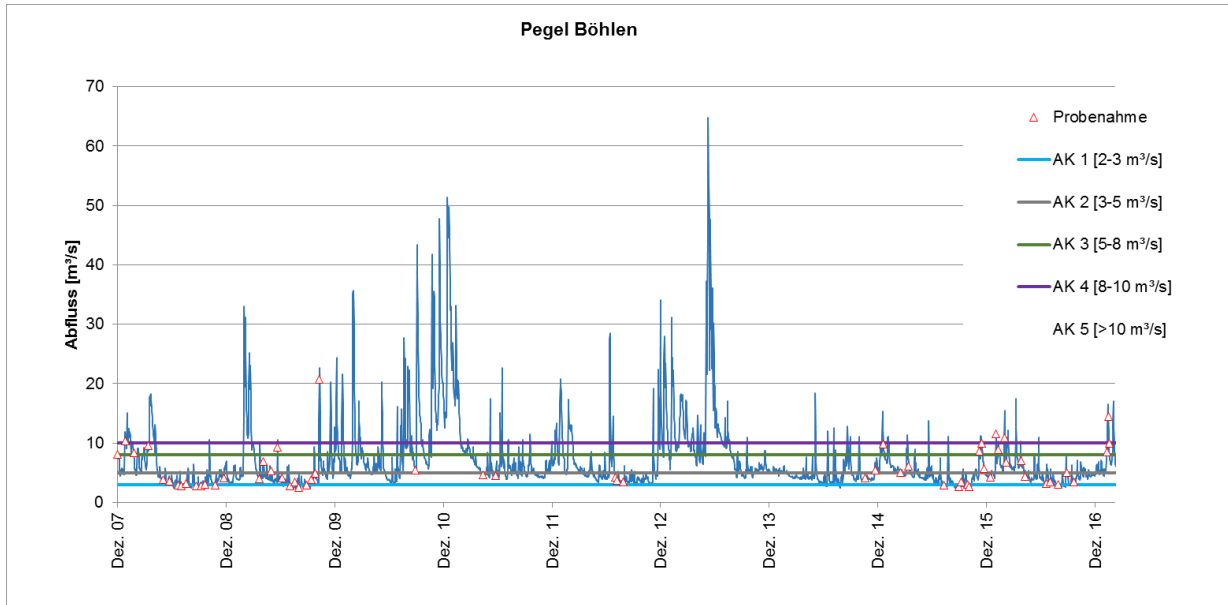


Abbildung 2-19: Mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen 2007-2017; Darstellung der Probenahmetermine und Zuordnung in die fünf Abflussklassen

Mit dem vorliegenden Bericht [4o] erfolgt die Auswertung für das Berichtsjahr 2016. Das Monitoring wird auch in 2017 weitergeführt. Aktuell liegen bereits Messwerte im I. Quartals 2017 vor.

Die 15 Messungen konnten im Bereich der Abflussklassen 1 bis 5 durchgeführt werden. Bei allen Abflussklassen wurden jeweils 3 Wasseruntersuchungen realisiert.

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. Dieser umfasst die Standarduntersuchungen 1 bis 26, die für 19 Messpunkte (18 in der Pleiße und 1 Messpunkt in der Wyhra) berücksichtigt sowie zusätzliche Untersuchungen der Faulen Pfütze, der Gösel und des Floßgrabens ausgewertet wurden.

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 11/2012) für den Pegel Böhlen.

Die Messkampagne 2016 wurde, wie in den Vorjahren, von der SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2-6 zusammengestellt und wurden mit den Daten der LDS verglichen. Die im Jahr 2016 aufgenommenen 5 Abflussklassen machen Trends besonders gut deutlich.

Tabelle 2-6: Wasseruntersuchungen bei 5 verschiedenen Abflussklassen (gem. Jahresbericht 2016 [40], ergänzt um 3 Messtermine 2017, die in [40] noch keine Berücksichtigung finden)

Wasser- untersuchungen	Datum der Probenahme	Abfluss Pegel Böhlen [m³/s] (Daten LDS)	Abfluss Pegel Böhlen 12:00 Uhr [m³/s] (Daten SGL 2016)
Abflussklasse 1 (2 - 3 m³/s)	12.07.2016	3,20	3,09*
	26.07.2016	3,40	2,99
	23.08.2016	2,98	2,98
Abflussklasse 2 (3 – 5 m³/s)	07.01.2016	4,21	4,28
	03.05.2016	4,30	4,39
	13.10.2016	3,44	3,61
Abflussklasse 3 (5 – 8 m³/s)	01.03.2016	6,80	6,42
	20.04.2016	6,97	6,98
	20.09.2016	5,08	5,76 - 5,24
Abflussklasse 4 (8 – 10 m³/s)	04.02.2016	8,85	8,45
	02.02.2017	10,30	-
	09.02.2017	9,94	-
Abflussklasse 5 (> 10 m³/s)	26.01.2016	11,60	12,10
	23.02.2016	10,90	12,40
	07.02.2017	14,4	-

* Der Abfluss vom 12.07.2016 wurde in Absprache mit der LMBV als Abflussklasse 1 gewertet, da der Abfluss einen Tag vor dem Probenahmetag in der Abflussklasse 1 lagen.

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 fünf verschiedenen Abflussklassen (siehe Tabelle 2-7).

Tabelle 2-7: Übersicht der bergbautypischen Parameter der Pleiße in zeitlicher Abfolge

pH-Wert (Feld)	Eisen gesamt [mg/L]	Eisen gelöst [mg/L]	Eisen2+ [mg/L]	Sulfat [mg/L]	
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	551,00	Max
2016					
7,79	2,37	0,21	0,15	253,95	Mittelwert
7,37	0,25	0,03	0,02	93,40	Min
8,35	6,81	2,57	1,97	541,00	Max

pH-Wert (Feld)	Eisen gesamt [mg/L]	Eisen gelöst [mg/L]	Eisen2+ [mg/L]	Sulfat [mg/L]	
2017 (aktualisiert bis 09.02.2017)					
7,91	1,32	0,16	0,15	205,88	Mittelwert
7,78	0,43	0,04	0,03	106,00	Min
8,14	2,18	0,71	0,70	393,00	Max
8,14	2,18	0,71	0,70	969,00	Max

2.2.1.1 pH-Werte

Die pH-Werte 2016 wurden für das gesamte Jahr komplettiert und um die Werte bis zum 09.02.2017 ergänzt. Die Werte reihen sich harmonisch in die Verläufe der letzten Jahre ein und bestätigen die steigende Tendenz. Während im Zeitraum 2007 bis 2014 der Mittelwert noch pH = 7,65 betrug, stieg er im Folgejahr auf pH = 7,8 an. Der pH-Wert 2016 war diesem mit pH = 7,79 sehr ähnlich. 2017 wird der positive Trend mit pH = 7,92 bislang fortgesetzt.

An den Messstellen PL1 (Regis-Breitungen) und PL4 (Pleiße vor Mdg. Wyhra) wurden die höchsten pH-Werte gemessen, die über alle Abflussklassen einen pH > 8,0 aufweisen. 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 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 Eisen-Konzentrationen 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 2-20 und Abbildung 2-21).

Verglichen mit dem Messergebnissen aus dem Jahr 2009 war in den Folgejahren (2010 und 2015) auch in der Abflussklasse 3 (5-8 m³/s) ein deutliches Absinken des pH-Wertes zwischen PL4 und PL10A erkennbar (Abbildung 2-22). Bei den hohen Abflüssen größer 8,0 m³/s fand nur eine sehr geringe Absenkung des pH-Werts zwischen PL4 und PL10A statt (Abbildung 2-23 und Abbildung 2-24).

Von PL10A bis PL16 gab es einen kontinuierlichen Anstieg der pH-Werte über alle Abflussklassen, die jedoch immer unter pH = 8,0 und damit unter dem Anfangsniveau blieben, das an PL 1 erreicht wurde.

Zwischen PL16 und PL18 kam es noch einmal zu einem geringfügigen Abfall des pH-Wertes in den Abflussklassen 1 und 2. Ab AK 3 stieg er leicht. Es ist davon auszugehen, dass im kippenbeeinflussten Fließabschnitt bei mittleren und hohen Abflüssen (Abflussklasse 3, ab 5 m³/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. Deswegen kann festgestellt werden, dass die mittleren pH-Werte mit der Abflussklasse steigen (Vergleich AK 1: pH = 7,72; AK 5: pH = 7,89).

2.2.1.2 Eisen-Konzentrationen

Die Eisen(ges)-Konzentration war im kippenunbeeinflussten Gebiet (PL1) in allen Abflussklassen am niedrigsten und erreicht in AK 1 im Jahr 2016 einen neuen Tiefstwert bei 0,29 mg/L.

Im Bereich der Kippe (PL4 bis PL 6) kommt es in AK 1 2016 zu einem extrem starken Anstieg um mehr als das Siebenfache infolge der Infiltration von Kippengrundwasser in die Pleiße und erreicht damit sein Maximum mit 5,73 mg/L (Abbildung 2-20 S.42). Dieser Effekt schwächt mit der Zunahme der Abflussklasse ab.

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.

Nachdem die Werte danach wieder etwas sinken, kommt es zu einem weiteren kleinen Anstieg um PL 8 (AK 1). Bei den Abflussklassen 2 und 3 verschiebt sich dieser Effekt in die Messtellen PL 9, in AK 4 in PL 10A und in AK 5 in PL 12 (max. Eisen(ges)-konz. = 5,07 mg/L). Danach fallen die Sulfatkonzentrationen in allen Abflussklassen kontinuierlich ab. Dort wird die Gösel eingeleitet, wodurch das Wasser verdünnt wird und der Wert fällt.

Eine Ausnahme bildet die AK 5, bei der an PL 16 nochmals ein kleiner Anstieg der Eisen(ges)-Konzentrationen zu verzeichnen ist (Abbildung 2-25 S.47). Wahrscheinlich kann dies darauf zurück geführt werden, dass bedingt durch die Resuspension von Eisenpartikeln die Eisen(ges)-Konzentration im Bereich der Wehre (PL9 und PL16) besonders bei hohen Abflüssen ($> 10 \text{ m}^3/\text{s}$) zunimmt, während sie bei niedrigen Abflüssen zur Ablagerung von Eisenhydroxidschlamm kommt.

Die mittleren Eisen(ges)-Konzentrationen 2016 ähneln sehr denen von 2015, liegen aber tendenziell leicht unter den Werten des Vorjahres.

Die Eisen(gel)-Konzentrationen zeigen in allen Abflussklassen einen harmonischen Verlauf und liegen in den Abflussklassen 1 und 2 unter den Werten von 2015. Bei PL 6 nimmt die Eisen(gel)-Konzentration aufgrund der Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser zu, da Eisen im Grundwasser hauptsächlich in gelöster Form vorliegt und erreicht 2016 Höchstwerte von 1,30 mg/L in der AK 2. Auffällig sind die niedrigen Eisen(gel)-Konzentrationen in der AK 1 (im Verhältnis zu den Eisen(ges)-Konzentrationen), die auch am PL 6 kaum ansteigen und wahrscheinlich auf die hohen Temperaturen (20 - 22 °C) während der Untersuchungen zurückzuführen sind [40]. Ab PL 12 wurden in allen Abflussklassen nur noch geringe Eisen(gel)-Konzentrationen ($< 0,16 \text{ mg/L}$) festgesetzt, da nahezu das partikuläre Eisen vollständig umgewandelt wurde.

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 5 im Jahr 2016 am niedrigsten.

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 220 und Abbildung 221). Dieser Effekt wird vor allem bei niedrigen Abflussklassen deutlich (AK1 bis AK3). Im Untersuchungszeitraum 2016 wurden im Mittel 0,77 m³/s aufbereitetes Wasser mit mittleren Sulfat-Konzentrationen von 871 mg/L aus der GWRA der MIBRAG eingeleitet [40].

Zwischen PL7 und PL10A sanken die Sulfat-Konzentrationen leicht ab. Bei PL10A kam es erneut zu einem leichten Anstieg der Sulfat-Konzentrationen, wahrscheinlich verursacht durch die Einleitung der Faulen Pfütze. Die Faule Pfütze wies im Jahr 2016 hohe mittlere Sulfat-Konzentrationen von 638 mg/L auf [40].

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.

Im Mittel wurden im Jahr 2016 niedrigere Sulfat-Konzentrationen als im Vorjahr erreicht (Vergleich Mittelwert Sulfat-Konzentration 2015: 343 mg/L; 2016: 254 mg/L). Dieser Trend scheint sich im Jahr 2017 fortzusetzen.

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 2017 ebenfalls berücksichtigt wurden.

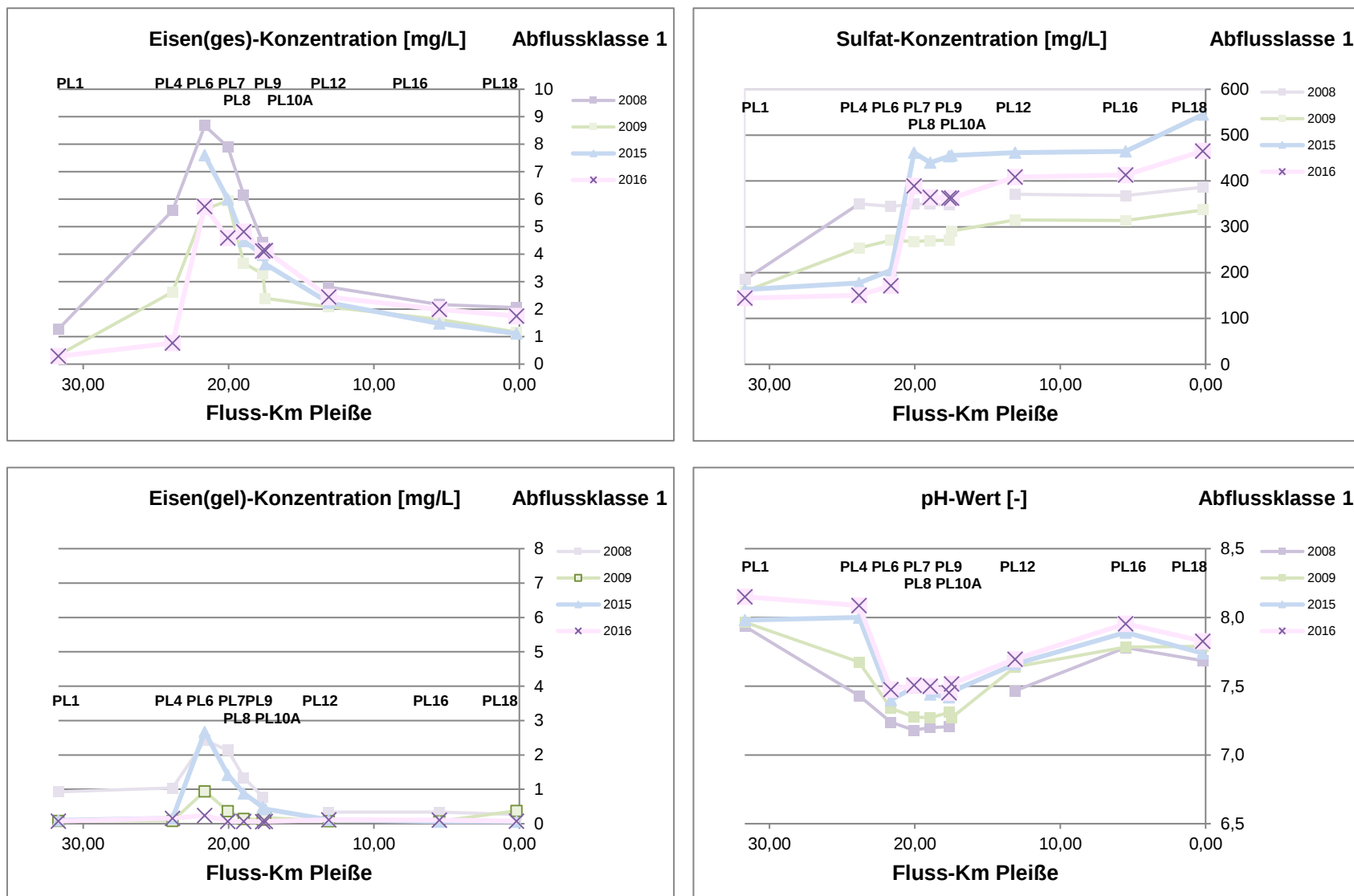


Abbildung 2-20: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 1 (2 – 3 m³/s)

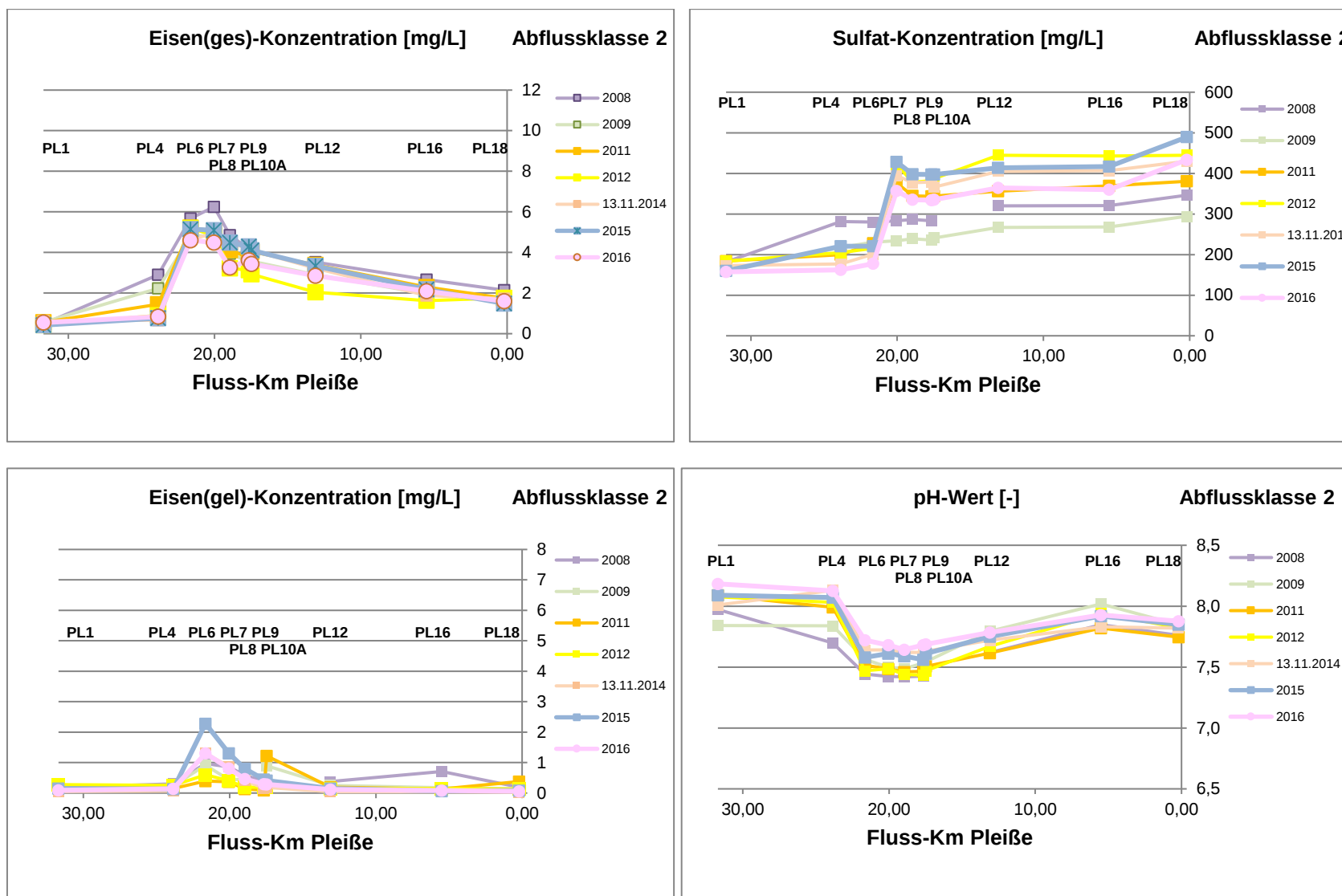


Abbildung 2-21: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 2 (3 – 5 m³/s)

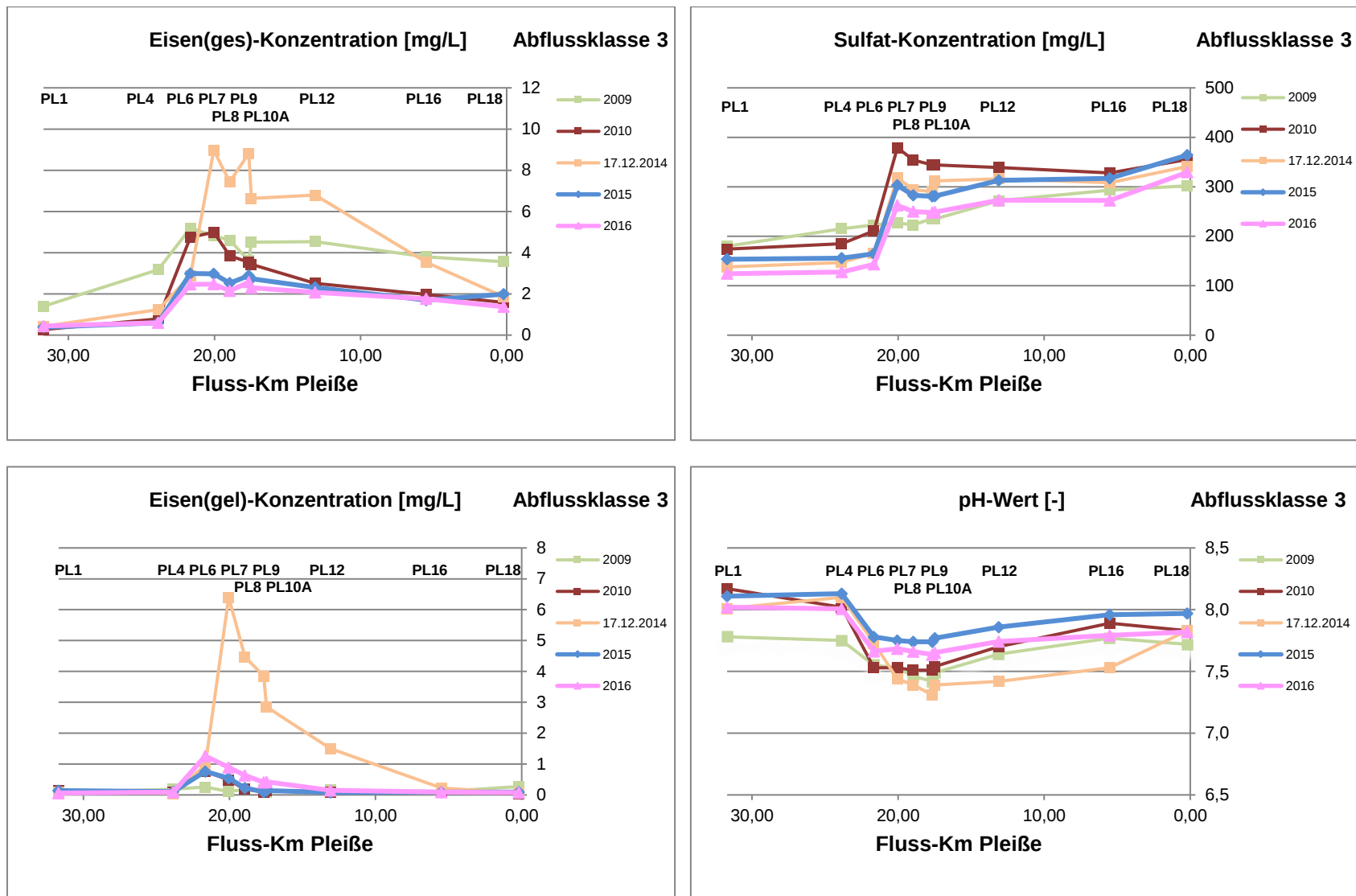


Abbildung 2-22: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 3 (5 – 8 m³/s)

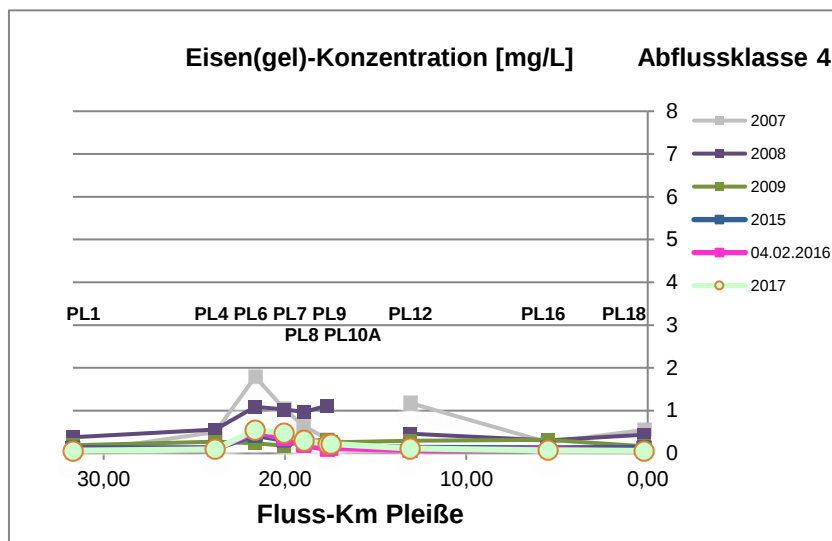
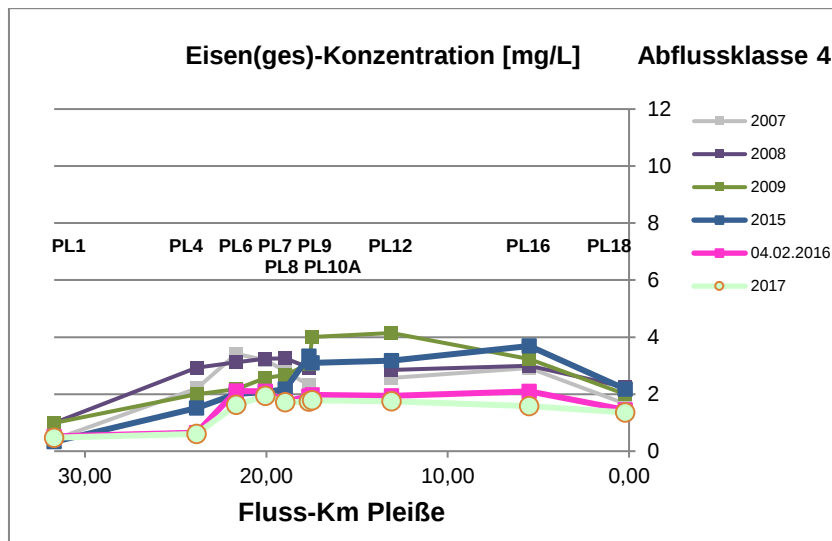
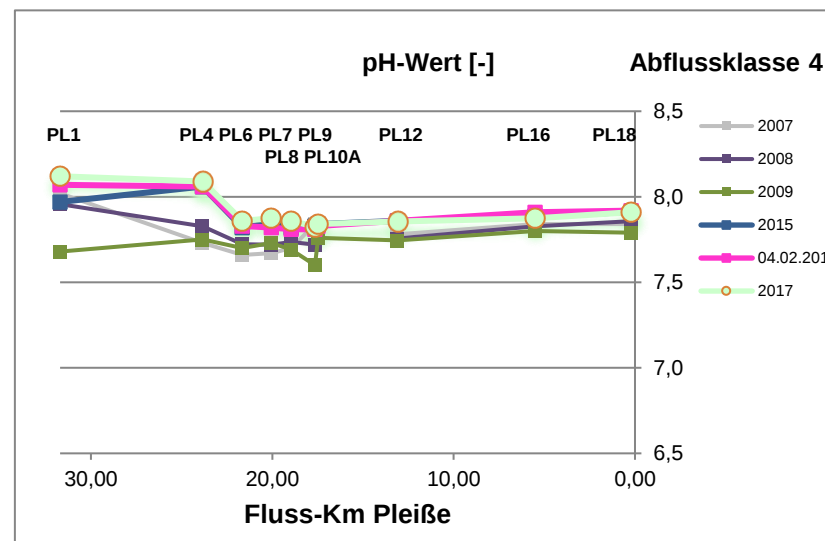
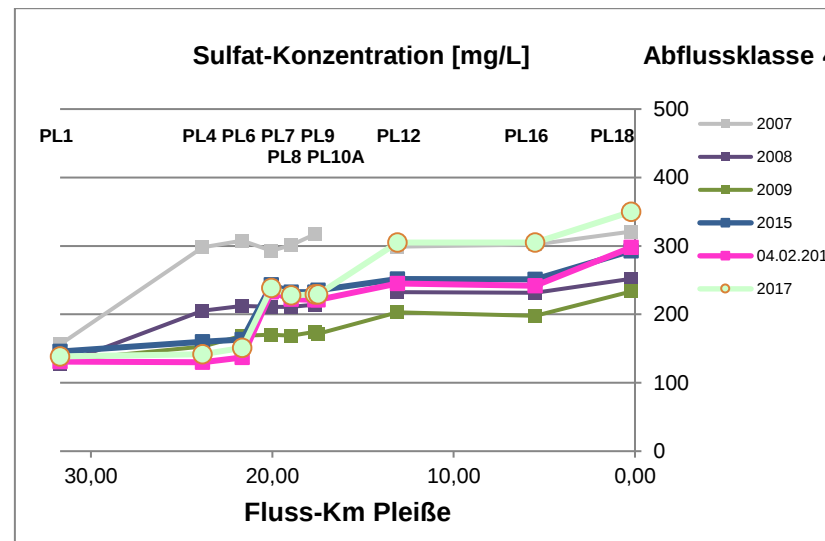


Abbildung 2-23: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 4 (8 – 10 m³/s)

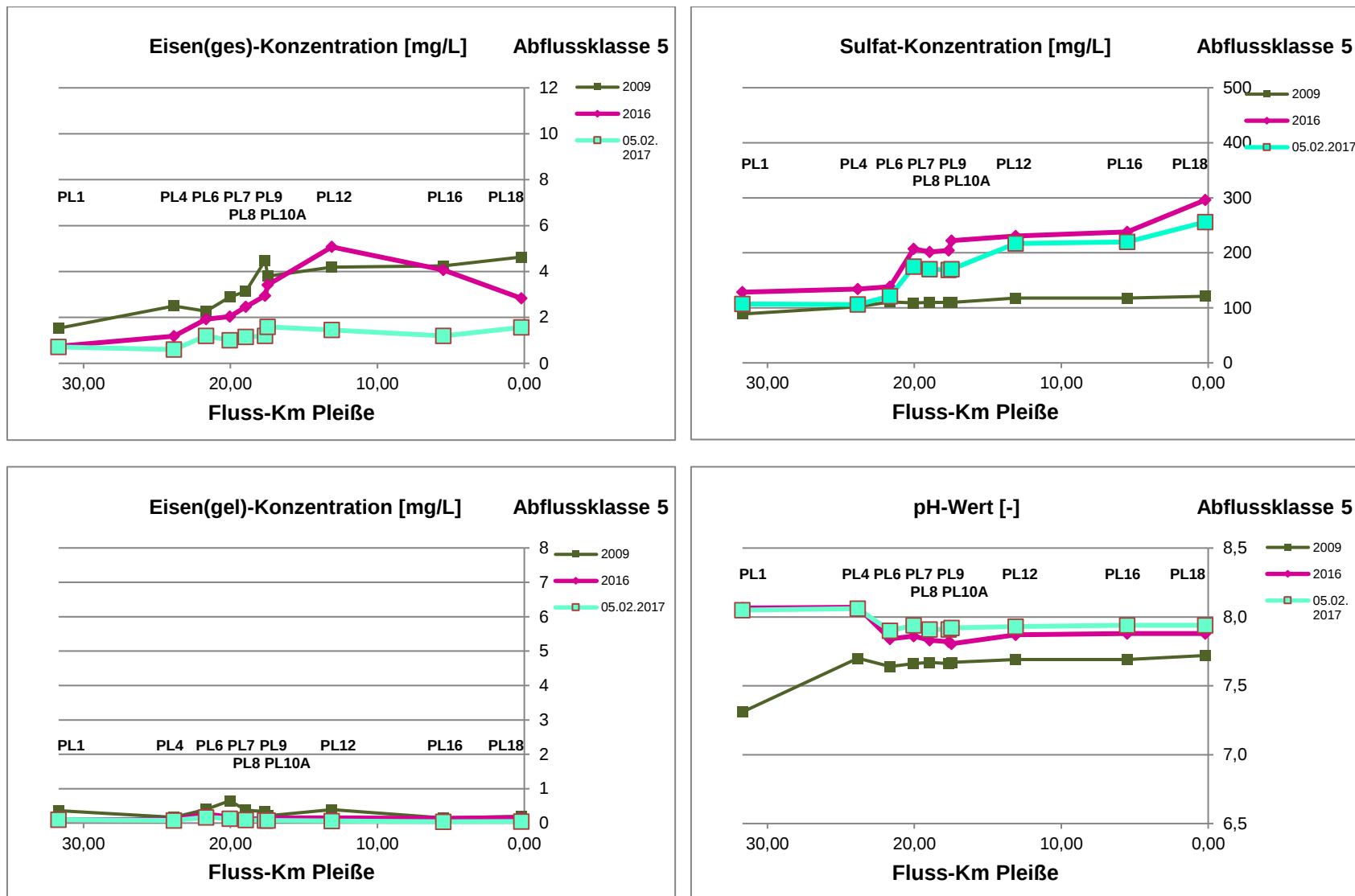


Abbildung 2-24: Entwicklung bergbautypischer Parameter an den Pleiße messstellen bei Abflussklasse 5 ($>10 \text{ m}^3/\text{s}$)

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 2-25) 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. (0,59 – 4,08 m³/s).

Den mengenmäßig größten Anteil hatte dabei die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (MW: 0,77 m³/s), die zwischen PL6 und PL7 in die Pleiße einleitet. Einen kleineren Anteil hatten jeweils die Einleitung des Hainer Sees (0,05 – 0,14 m³/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 (0,09 – 0,16 m³/s) und der Gösel (0,08 – 0,61 m³/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) (0,47 – 0,97 m³/s) bedingt ist. Bei PL18 am Ende der Fließstrecke wurden mittlere Abflüsse von 3,8 m³/s (AK 1), 5,1 m³/s (AK 2), 7,3 m³/s (AK 3), 10,2 m³/s (AK4) und 14,8 m³/s (AK 5) gemessen.

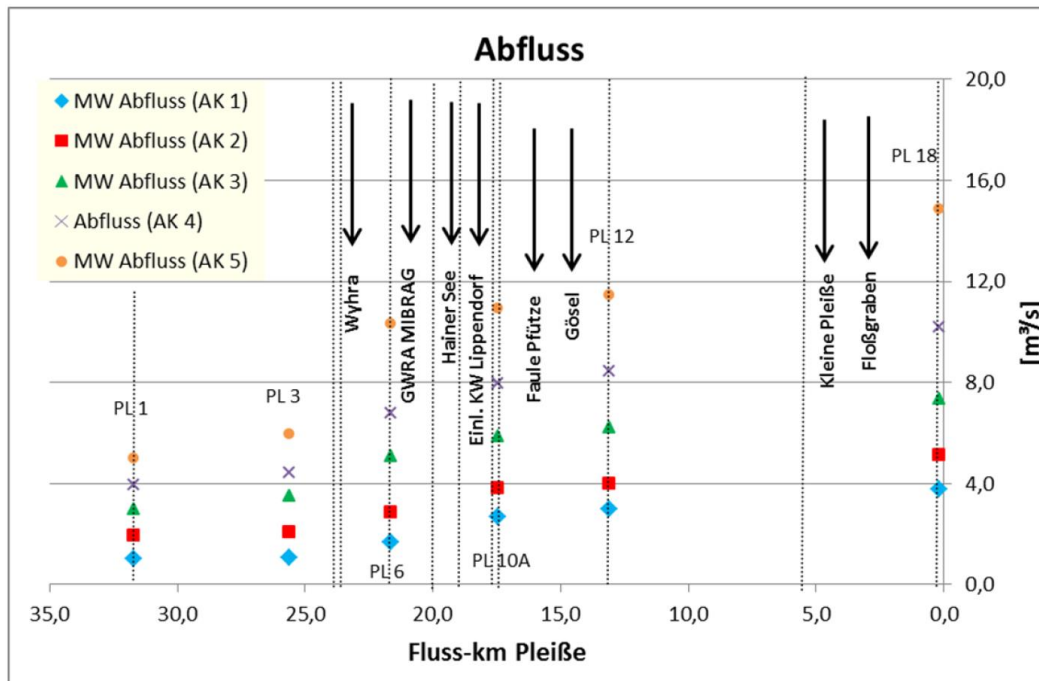


Abbildung 2-25: Abflüsse in der Pleiße bei vier verschiedenen Abflussklassen 2016 [40]

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.

Für Berechnungen der Fracht an Messstellen ohne Abflussmessungen wurden folgende Annahmen zur Ermittlung des Abflusses getroffen:

PL 4	entspricht PL 3,
PL 4+5	entsprechen PL 3 + PL 5,
PL 7, 8, 9	entsprechen PL 6 + PL 6A,
PL 16	entspricht PL 12.

2.2.2.2 Eisen-Frachten

Die Eisen(ges.)-Frachten waren am höchsten bei Abflussklasse 5 im unteren Fließabschnitt, bedingt durch die hohen Abflüsse und die teilweise hohen Konzentrationen. Im Längsverlauf der Pleiße wurden die niedrigsten Eisen(ges.)- Frachten bei PL 1 im kippenunbeeinflussten Gebiet gemessen (0,3 (AK 1) – 4,1 g/s (AK 5)) (Abb. 9). Bei PL 6 stiegen die Eisen(ges.)-Frachten bei den Abflussklassen 1 bis 4 deutlich an, bedingt durch die Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße.

Zu einem weiteren leichten Anstieg der Eisen(ges.)-Frachten kam es bei PL 7 durch die Einleitung der GWRA der MIBRAG (0,9 – 1,3 g/s). Unterhalb von PL 10A nahmen bei den Abflussklassen 1 bis 3 die Eisenfrachten leicht ab. Die Frachtverluste von Eisen auf der Fließstrecke sind bei den geringeren Abflüssen auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen, so dass am Ende der Fließstrecke (PL 18) mittlere Eisen(ges.)-Frachten bei Abflussklasse 1 von 6,6 g/s, bei Abflussklasse 2 von 8,1 g/s und bei Abflussklasse 3 von 10,1 g/s gemessen wurden. Im Gegensatz dazu wurde bei Abflussklasse 4 nur eine geringe Zunahme der Eisen(ges.)-Frachten zwischen PL 10A und PL 18 bestimmt, so dass bei PL 18 noch Eisen(ges.)-Frachten von 14,8 g/s ermittelt wurden.

Bei Abflussklasse 4 kommt es wahrscheinlich kaum mehr zur Sedimentation, sondern teilweise schon zur Resuspension von Eisen. Weiterhin sind im Laufe der Fließstrecke verschiedenen Einleitungen in die Pleiße zu berücksichtigen.

Bei Abflussklasse 5 wurde, wie bei den Eisen(ges.)-Konzentrationen, ein anderer Längsverlauf der Eisen(ges.)-Frachten gefunden als bei den anderen Abflussklassen. Im Laufe der Fließstrecke kommt es zur Zunahme der Eisen(ges.)-Frachten, insbesondere im Fließabschnitt von PL 8 bis PL 12, bedingt durch die zunehmenden Konzentrationen aber auch durch die zunehmenden Abflüsse in diesem Bereich. Oberhalb des AGRA-Wehrs (PL 16) und oberhalb des Connewitzer Wehrs (PL 18) nahmen die Eisen(ges.)-Frachten ab. Von PL 8 bis PL 18 wurden bei Abflussklasse 5 deutlich höhere Eisen(ges.)-Frachten gemessen als bei den anderen Abflussklassen. Am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, wurde eine sehr hohe mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 41,3 g/s bei Abflussklasse 5 ermittelt, die wahrscheinlich annähernd in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wird. Allerdings wurde nur an 17 Tagen im Jahr 2016 die Abflussklasse 5 erreicht.

Für das Jahr 2016 wurde für PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 328 t/Jahr (10,4 g/s) berechnet. Die gleiche Größenordnung wurde mit 315 t/a bereits für 2015 ermittelt. [40]

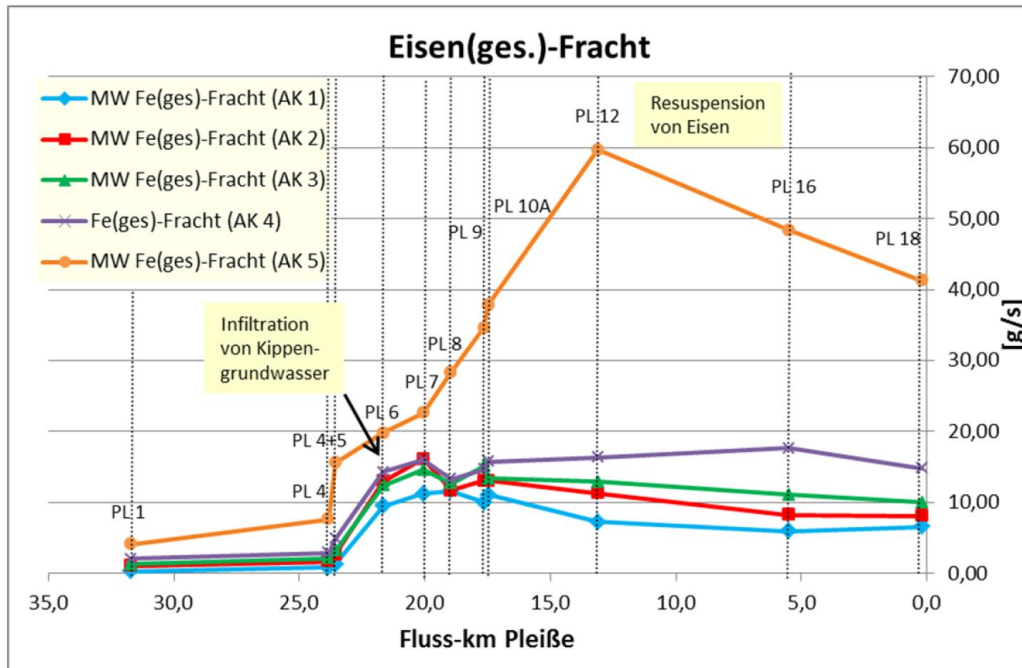


Abbildung 2-26: Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße bei fünf Abflussklassen 2016 [40]

Vergleicht man die Eisen(ges.)-Frachten am Ende der Fließstrecke 2016 mit den Jahren 2008 bis 2015 waren die Frachten bei Abflussklasse 5 im Jahr 2016 mit 41 g/s deutlich am höchsten. Allerdings waren im Jahr 2016 nur an 17 Tagen im Jahr die Abflüsse innerhalb der Abflussklasse 5. [40]

2.2.2.3 Sulfatfrachten

Im Gegensatz zum Eisen reichert sich Sulfat im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, so dass am Ende der Fließstrecke die höchsten Sulfat-Konzentrationen gemessen wurden. Durch die im Fließverlauf ansteigenden Abflüsse sind auch die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke am höchsten.

Die höchsten Sulfat-Frachten wurde bei Abflussklasse 5 (4430 g/s) und die niedrigsten bei Abflussklasse 1 (1760 g/s) bestimmt. Die Sulfat-Frachten erhöhten sich durch den Zufluss der Wyhra. Einen bedeutenden Eintrag von Sulfat gab es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von 0,77 m³/s, mittleren Sulfat-Konzentration von 871 mg/L), die sich zwischen PL 6 und PL 7 befindet. Bei PL 7 stieg die Sulfat-Konzentration um 70 mg/L (Abflussklasse 5) bis zu 220 mg/L (Abflussklasse 1) und die Sulfat-Fracht um 660 bis 875 g/s an.

Zu weiteren Einträgen von Sulfat im darunter liegenden Fließabschnitt kam es bei PL 12 durch den oberhalb erfolgenden Zufluss der Faulen Pfütze und der Gösel und zu einem deutlichen Anstieg bei PL 18, hauptsächlich durch den oberhalb erfolgenden Zufluss des Floßgrabens, aber auch durch die Zuflüsse von Mühlpleiße und Kleiner Pleiße.

Für das Jahr 2016 wurde für PL 18 eine mittlere Sulfat-Fracht von 75.400 t/Jahr (2.392 g/s) berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. [40]

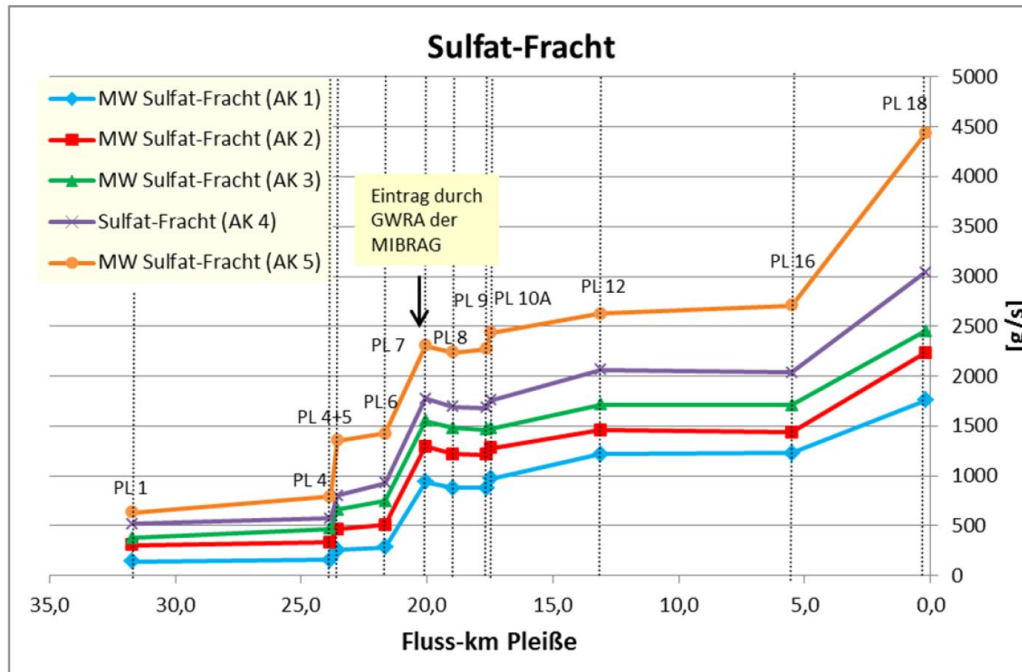


Abbildung 2-27: Sulfat-Frachten in der Pleiße bei vier Abflussklassen 2016 [40]

2.2.3 Mittlere Eisen(ges.)-Frachten pro Tag

In einem weiteren Schritt wurden die mittleren Eisen(ges.)-Frachten in kg pro Tag bei den verschiedenen Abflussklassen ermittelt.

Daraus abgeleitet erfolgte die Bestimmung der Frachten bei PL 4+5 und PL 18 sowie der Eintrag und Verlust der mittleren Eisen(ges.)-Frachten (in kg pro Tag) für bestimmte dazwischen liegende Fließabschnitte der Pleiße.

Bei Abflussklasse 5 wurde bei PL 4+5 (Pleiße uh. Zufluss der Wyhra) eine deutlich höhere Eisen(ges.)-Fracht gemessen als bei den anderen Abflussklassen. Der Eintrag von Eisen aus dem Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II (bei PL 6) ist bei den Abflussklassen 1 bis 4 ähnlich hoch, aber bei Abflussklasse 5 deutlich geringer. Oberhalb des Trachenauer Wehrs (zwischen PL 7 und PL 9) kommt es bei den Abflussklassen 1 bis 4 zu einer geringen Sedimentation von Eisen, bei Abflussklasse 5 dagegen zu einem deutlichen Eintrag von Eisen (einerseits bedingt durch die Zuflüsse andererseits bedingt durch Resuspension von Eisen). In dem Fließabschnitt oberhalb des AGRA-Wehrs (zwischen PL 10A und PL 16) kommt es bei den Abflussklassen 1 bis 3 zum weiteren Verlust von Eisen, bei Abflussklasse 4 und 5 jedoch zur Zunahme der Eisen(ges.)-Fracht (infolge der Remobilisierung bereits abgelagerter Eisenpartikel).

In dem letzten Fließabschnitt bis zum Connewitzer Wehr wurde dagegen bei den Abflussklassen 4 und 5 ein Verlust von Eisen gemessen, im Gegensatz zu den Abflussklassen 1 bis 3, bei denen die Eisen(ges.)-Frachten nahezu gleich blieben. Die Eisenfracht bei PL 18, die Richtung Leipzig und damit Richtung Weiße Elster fließt, nimmt von Abflussklasse 1 bis Abflussklasse 5 zu, mit besonders hohen Werten bei Abflussklasse 5. [40]

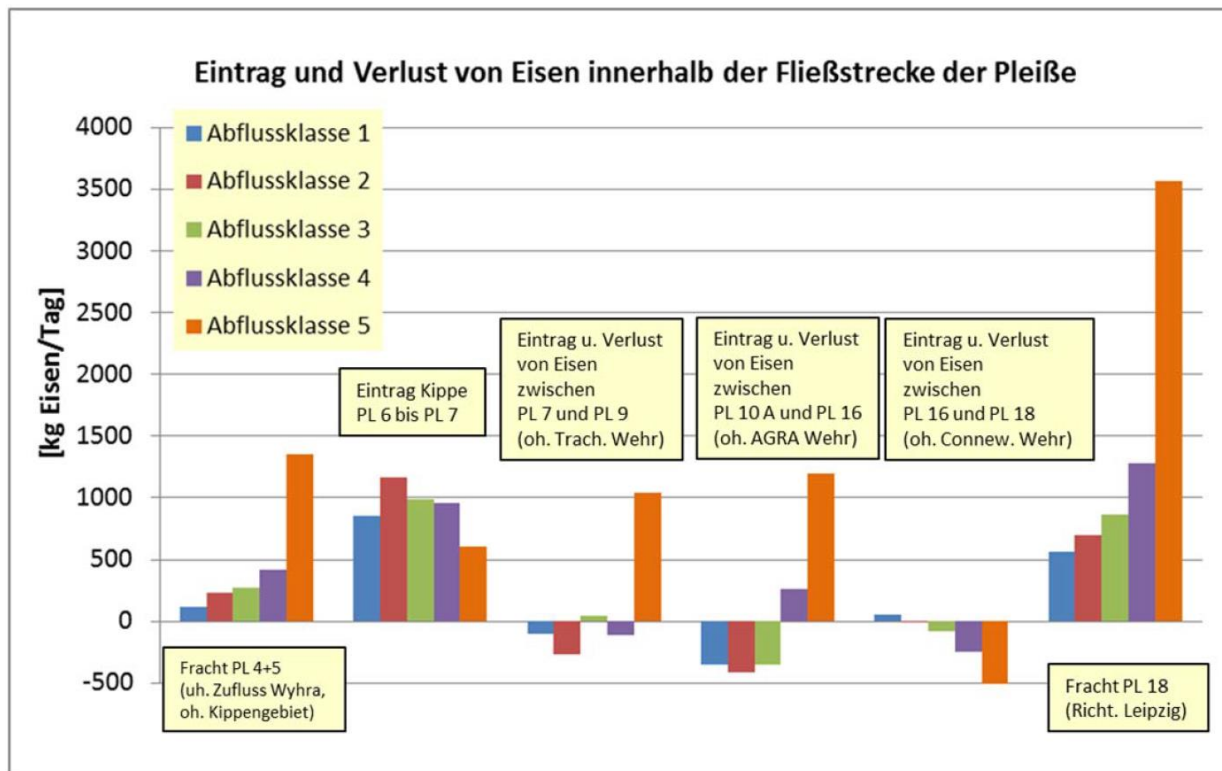


Abbildung 2-28: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei 5 verschiedenen Abflussklassen in der Pleiße 2016 [40]

2.2.4 Mittlere jährliche Eisen(ges.)- und Sulfat-Fracht nahe der Pleiße-Mündung (PL18)

Für die Berechnung der mittleren jährlichen Eisen(ges.)- und Sulfat-Fracht wurden die Tagesabflüsse der Pleiße 2016 am Pegel Böhlen (Quelle: Daten Landesdirektion Sachsen) den 5 Abflussklassen zugeordnet. Mittels der berechneten mittleren Frachten je Abflussklassen wurden die Stoffmassen je Klasse ermittelt und daraus die Jahressumme gebildet. [40]

Tabelle 2-8: Ermittlung der jährlichen Eisenfracht an PL 18 im Jahr 2016 [40]

		mittlere Klassenfracht Eisen(ges.) [kg/d]	Eisen(ges.) [kg/Klasse]
Abflussklasse 1	36 Tage	566	20.376
Abflussklasse 2	182 Tage	700	127.400
Abflussklasse 3	116 Tage	870	100.920
Abflussklasse 4	15 Tage	1278	19.170
Abflussklasse 5	17 Tage	3567	60.639
		mittlere Jahressumme	328.505 kg/a

Für das Jahr 2016 wurde bei PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 328,5 t/Jahr berechnet, das entspricht 900 kg/Tag bzw. 10,4 g/s. Es ist wahrscheinlich, dass die Eisen(ges.)-Fracht, die 2016 von der Pleiße in die Weiße Elster transportiert wurde, in dieser Größenordnung liegt. 2015 wurde bei PL 18 mit 315 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht berechnet.

Die berechnete mittlere jährliche Sulfat-Fracht 2016 bei PL 18 beträgt 75.400 t/Jahr, das entspricht 207 t/Tag bzw. 2.392 g/s. 2015 wurde bei PL 18 mit 73.360 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Sulfat-Fracht berechnet. [40]

2.2.5 Konzentrationen und Frachten der Zuflüsse Wyhra, Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben

Die **Wyhra**, mit der Messstellenbezeichnung PL 5, wurde bei allen Wasseruntersuchungen 2016 untersucht. In der Wyhra wurden Abflüsse zwischen 0,43 und 4,28 m³/s gemessen.

Durch den Zufluss der Wyhra in die Pleiße wurden die Eisen- und Sulfat-Konzentrationen in der Pleiße nur unbedeutend erhöht und die pH-Werte waren nur wenig niedriger nach der Mündung der Wyhra als oberhalb der Mündung bei PL 4.

Dagegen wurde durch den Zufluss der Wyhra eine deutliche Erhöhung der Sulfat-Frachten in der Pleiße gefunden. Die Sulfat-Frachten der Wyhra stellen damit eine zusätzliche Belastung für die Pleiße dar. Durch den Zufluss der Wyhra erhöhten sich ebenfalls die Eisen(ges.)-Frachten. Die Eisen-Belastung der Pleiße durch infiltrierendes Grundwasser war jedoch bei den Abflussklassen 1 bis 4 deutlich höher als die Belastung durch den Zufluss der Wyhra.

Bei Abflussklasse 5 wurde, bedingt durch die hohen Abflüsse der Wyhra, ein höherer Eisen-Eintrag in die Pleiße durch die Wyhra als durch die Infiltration von Kippengrundwasser gemessen.

Die **Faule Pfütze** und die **Gösel** fließen oberhalb von PL 12 und der **Floßgraben** oberhalb von PL 18 in die Pleiße. Durch die Zuflüsse der Faulen Pfütze und des Floßgrabens wurden die Leitfähigkeiten und die Sulfat-Konzentrationen und -Frachten in der Pleiße erhöht. Durch den Zufluss der Gösel wurde die Sulfat-Fracht in der Pleiße ebenfalls erhöht. Besonders hoch war die Zunahme der Sulfat-Frachten durch den Zufluss des Floßgrabens bei den Abflussklassen 4 und 5. [40]

2.2.6 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 2-29 (S. 53) zeigt den mittleren Tages-Abfluss [m³/s] am Pegel Böhlen und die Zuordnung der Messtermine in die fünf Abflussklassen. Im Jahr 2016 erfolgten die Probenahmen bei Abflüssen zwischen 2,98 – 8,31 m³/s, was den Abflussklassen 1 bis 4 entspricht.

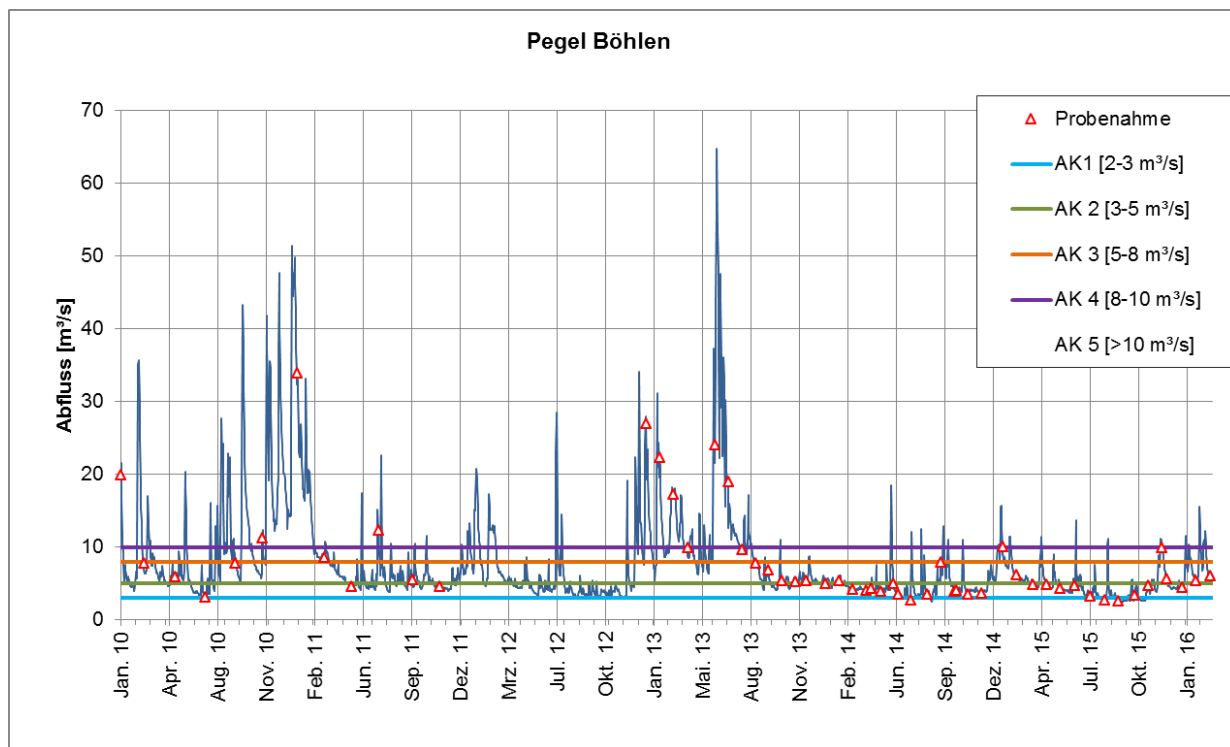


Abbildung 2-29: Darstellung der Probenahmetermine der Landesdirektion Sachsen und Zuordnung in die fünf Abflussklassen von 2010 bis 2016

Der pH-Wert am Pegel Böhlen schwankte im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2016 zwischen 7,5 – 8, was für 2016 bestätigt werden kann (Abbildung 2-30). Der Median betrug $\text{pH} = 7,7$ und befand sich damit im leicht basischen Bereich.

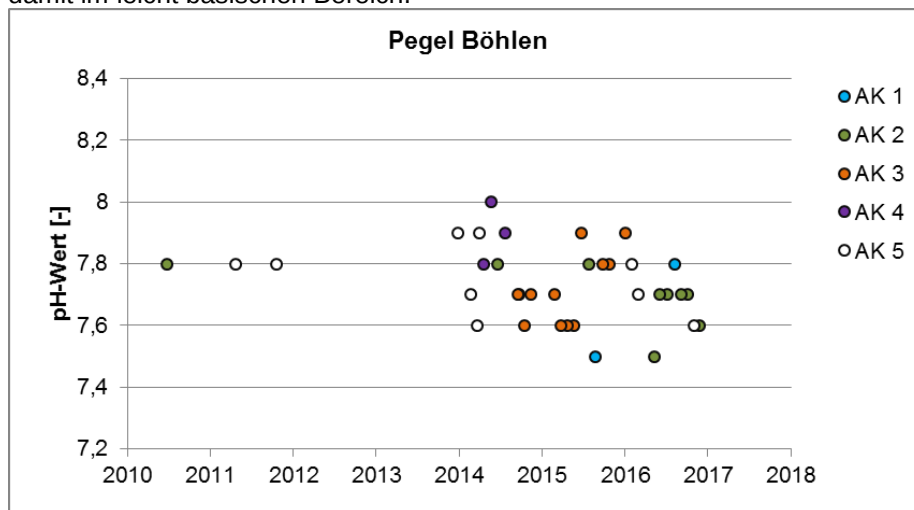


Abbildung 2-30: Darstellung des pH-Wertes am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 von 2010 - 2016

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 2-31). Dabei fällt auf, dass die Anzahl der erfassten Eisen(gel)-Konzentrationen höher als Anzahl der erfassten Eisen(ges)-Konzentrationen ist. Die durchschnittliche Eisen(ges)-Konzentration betrug von 2007 bis 2016 3,5 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 im Durchschnitt etwa 0,2 mg/L.

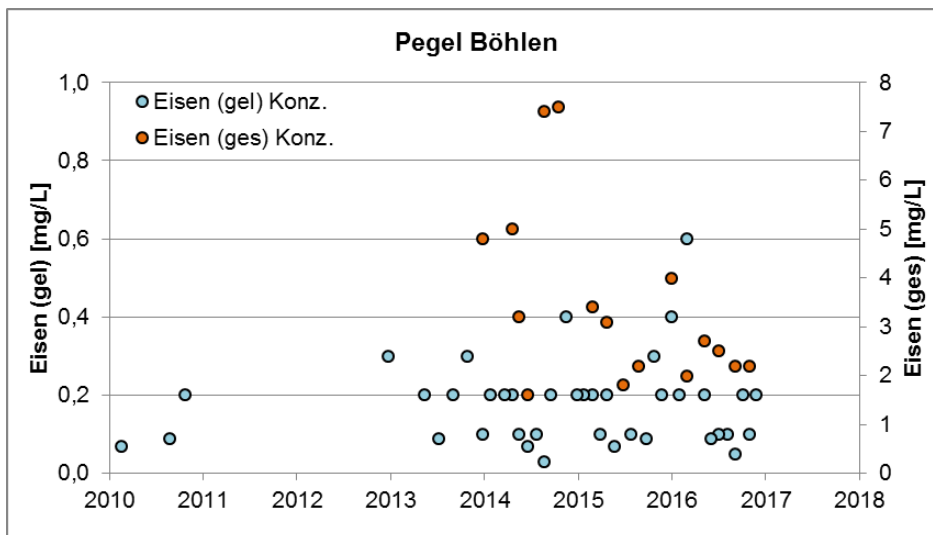


Abbildung 2-31: Darstellung der Eisen-Konzentrationen am Pegel Böhlen in den Jahren 2010 – 2016

Die Sulfat-Konzentrationen schwankten zwischen 130 und 480 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 – 2016 bestätigt, dass hohe Sulfat-Konzentrationen vorwiegend bei niedrigen Abflüssen auftraten (Abbildung 2-32).

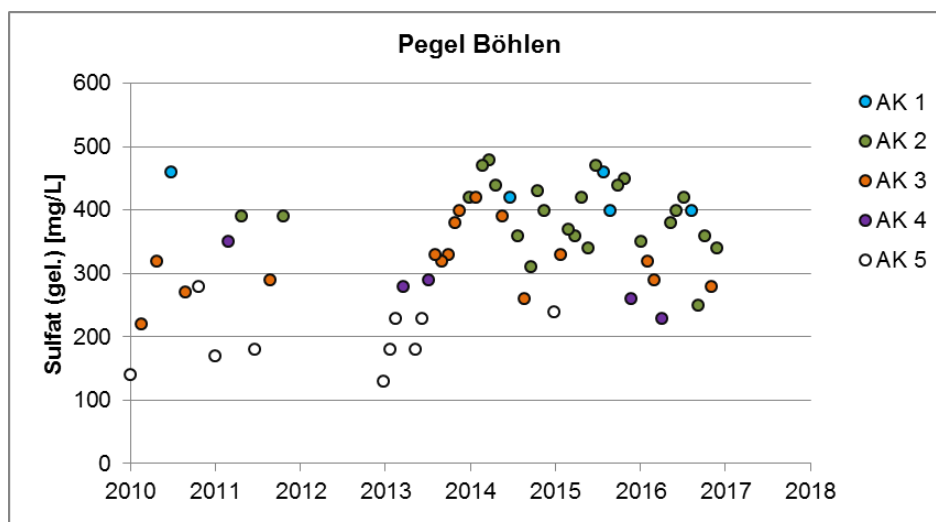


Abbildung 2-32: Darstellung der Sulfat-Konzentration am Pegel Böhlen in den Abflussklassen 1 bis 5 in den Jahren 2010 – 2016

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

Anmerkung: Bis zum Dezember 2015 war eine Messsonde am Pegelhaus Böhlen zur Erfassung physikalisch-chemischer Parameter in Betrieb (Aufgrund von Vandalismus ist diese Multiparametersonde nicht ersetzt worden).

2.2.7 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 [40] dokumentiert den Zeitraum bis Dezember 2016.

Bei jeder der 12 Wasseruntersuchungen 2016 wurden 10 Messstellen in der Pleiße untersucht. Diese Messstellen liegen innerhalb eines 30 km langen unteren Abschnitts der Pleiße von Regis-Breitungen bis kurz vor der Mündung der Pleiße in die Weiße Elster. Die Wyhra, die die Wassermengenmäßig größte Einleitung in die Pleiße darstellt, wurde mit einer Messstelle im Bereich der Einleitung in die Pleiße (PL 5) ebenfalls bei jeder Messkampagne untersucht. Weiterhin wurde die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (PL 6A), die zwischen PL 6 und PL 7 in die Pleiße fließt, untersucht. Der Schwerpunkt der Auswertung lag auf der Darstellung und dem Vergleich der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter, Eisen und Sulfat, im Längsverlauf der Pleiße und bei den 5 verschiedenen Abflussklassen.

In Analyse der ermittelten Eisenkonzentrationen kann festgestellt werden, dass das Eisen in der Pleiße größtenteils als Eisen(ges.), also partikulär vorliegt. Das heißt, dass das über das Grundwasser der Pleiße zutretende gelöste Eisen bereits weitestgehend oxidiert und hydratisiert ist.

Vergleicht man die **Eisen**-(ges.)-Konzentrationen bei den 5 verschiedenen Abflussklassen, sind bei den Abflussklassen 1 und 2 die Werte im kippenbeeinflussten Gebiet (PL 6 – 10A) am höchsten (5,7 mg/L), bedingt durch die Infiltration von eisenhaltigem Grundwasser in die Pleiße. Dagegen wurden im unteren Fließabschnitt der Pleiße (PL 12 – PL 18) bei Abflussklasse 5 die höchsten Eisen(ges.)-Konzentrationen gemessen (2,8 – 5,1 mg/L), wahrscheinlich bedingt durch die Resuspension von Eisen bei hohen Abflüssen. Am Ende der Fließstrecke wurden bei den Abflussklassen 1 bis 4 nur Eisen(ges.)-Konzentrationen von 1,4 – 1,8 mg/L gemessen. Die Eisen(ges.)-Frachten waren bei allen Messstellen bei Abflussklasse 5 am höchsten und bei den Abflussklassen 1 bis 3 am niedrigsten. Bei den Abflussklassen 1 bis 3 wurden die höchsten Eisen(ges.)-Frachten auch im kippenbeeinflussten Gebiet gemessen. Bei der Abflussklasse 1 lag die Eisen(ges.)-Frachten am Ende der Fließstrecke nur bei 6,5 g/s, wohingegen bei Abflussklasse 5 mittlere Frachten von 41 g/s gemessen wurden.

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. Unterhalb von PL 4 kommt es durch den Zufluss der Wyhra zu einer leichten Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße. Im Bereich von PL 6 bis PL 9 führt die Pleiße durch das Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II und es kommt in diesem Bereich (insbesondere oh. von PL 6) zur Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße. Das führte bei PL 6 bei den Abflussklassen 1 bis 4 zu einer Erhöhung der Eisen(ges.)-Konzentrationen (um 0,4 – 4,9 mg/L) und -Frachten (4,2 – 8,2 g/s) sowie der Eisen(gel.)-Konzentrationen und -Frachten. Bei PL 7 wurde durch den Zufluss aus der GWRA der MIBRAG keine Erhöhung der Eisen(ges.) und Eisen(gel.)-Konzentrationen und -Frachten gemessen. Die Eisen(ges.)-Konzentration des eingeleiteten Wassers aus der GWRA der MIBRAG lag bei 1 – 2 mg/L.

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, wobei diese Umwandlung temperaturabhängig ist. Die Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten im unteren Fließabschnitt ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen (Abflussklasse 1 bis 3) hauptsächlich im Bereich zwischen Trachenauer Wehr und AGRA-Wehr. Bei Abflussklasse 5 kommt es in diesem Bereich zu einer Zunahme der Eisen(ges.)-Frachten, wahrscheinlich bedingt durch die Resuspension von Eisenpartikeln.

Für das Jahr 2016 wurde für PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 328 t/Jahr (10,4 g/s) berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. Die gleiche Größenordnung wurde mit 315 t/a bereits für 2015 ermittelt. [4o]

Im Gegensatz zum Eisen reichert sich **Sulfat** im Laufe der Fließstrecke immer mehr an, so dass am Ende der Fließstrecke die höchsten Sulfat-Konzentrationen gemessen wurden. Durch die im Fließverlauf ansteigenden Abflüsse sind auch die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke am höchsten.

Die Sulfat-Konzentrationen waren bei Abflussklasse 1 am höchsten (465 mg/L) und bei Abflussklasse 5 am niedrigsten (296 mg/L), wohingegen die höchsten Sulfat-Frachten bei Abflussklasse 5 (4430 g/s) und die niedrigsten bei Abflussklasse 1 (1760 g/s) gefunden wurden. Die Sulfat-Frachten erhöhten sich durch den Zufluss der Wyhra. Einen bedeutenden Eintrag von Sulfat gab es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von $0,77$ m³/s, mittleren Sulfat-Konzentration von 871 mg/L), die sich zwischen PL 6 und PL7 befindet. Bei PL 7 stieg die Sulfat-Konzentration um 70 mg/L (Abflussklasse 5) bis zu 220 mg/L (Abflussklasse 1) und die Sulfat-Fracht um 660 bis 875 g/s an. Zu weiteren Einträgen von Sulfat im darunter liegenden Fließabschnitt kam es bei PL 12 durch den oberhalb erfolgenden Zufluss der Faulen Pfütze und der Gösel und zu einem deutlichen Anstieg bei PL 18, hauptsächlich durch den oberhalb erfolgenden Zufluss des Floßgrabens, aber auch durch die Zuflüsse von Mühlpleiße und Kleiner Pleiße.

Für das Jahr 2016 wurde für PL 18 eine mittlere Sulfat-Fracht von 75.400 t/Jahr (2.392 g/s) berechnet, die wahrscheinlich ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde.

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 Sachstandsberichte, sind im Maßnahmenkonzept der 3. Phase des Pilotprojekts verschiedene Sanierungsmaßnahmen vorgesehen.

Im Folgenden wird anhand der Dokumentationen der jeweilige Arbeitsstand dargestellt.

3.1 Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen

Im Zeitraum 2008 bis 2011 wurde der Pilotversuch zur Reduzierung der Exfiltration von eisenbelastendem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaubereiches Witznitz in die Fließgewässer der Pleiße und Whyra durch Optimierung der Bewirtschaftung sowie bodenverbessernde Maßnahmen durchgeführt und nach einer Übergangszeit ab Herbst 2014 in einen großtechnischen Versuch überführt.

3.1.1 Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der produktionswirksamen Umsetzung des Luzerneanbaus

Dieser beinhaltet weiterhin die Bewirtschaftung der Versuchsflächen mit Luzerne und einem Luzerne-Gras-Gemisch sowie die Auswertung von Lysimeteruntersuchungen in Brandis, auf deren Flächen analog zu den Vergleichsflächen auf der Kippe ebenfalls Luzerne bzw. das Luzerne-Gras-Gemisch, als auch mögliche Zwischenfruchtvariationen abgebaut werden. Die Vergleichsergebnisse werden zur Begleitung und Auswertung der Monitoringergebnisse seit 2014 herangezogen, um u.a. die Auswirkungen eines nach vier Jahren geplanten Fruchtwechsels zu untersuchen.

Zusätzlich zu den Versuchsflächen wurden 8 Kontrollflächen (K1 bis K8) auf der bewirtschafteten Luzernefläche im Südbereich der Kippe Witznitz in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Die Auswahl der Kontrollflächen erfolgte nach den Kriterien:

- Abbildung der Verhältnisse der bewirtschafteten Gesamtfläche an repräsentativen Standorten und Nachweis der Wirkung der Bodenmelioration,
- Gewährleistung der Erreichbarkeit der Flächen (wegenahe Standorte),
- Bodenbearbeitung,
- Kalkung.

Die Teilflächen A, C und D wurde erstmalig 2015 mit Luzerne bepflanzt (K1 bis K6). 2016 erfolgte die Aussaat von Luzerne dann auf der Teilfläche E (K7, K8), sodass die Gesamtfläche etwa 187 ha betrug. 2017 erfolgt die Erweiterung der Anbaufläche um die Teilfläche B mit zusätzlichen 37,5 ha.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der produktionswirksamen Maßnahme für das Jahr 2016 sind in [9g] dokumentiert.

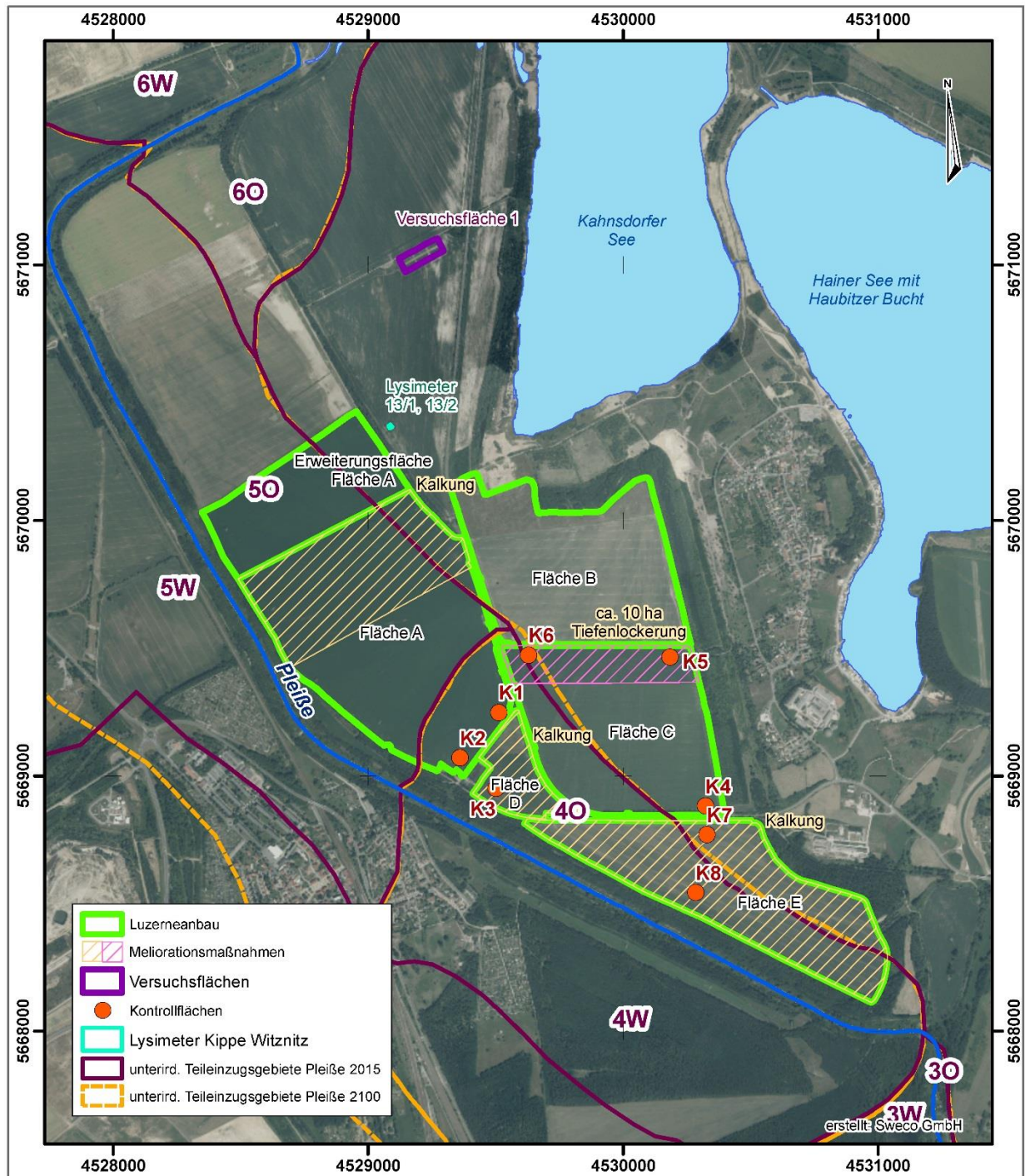


Abbildung 3-1: Übersichtsplan Lage der Luzerneanbaufläche, Maßnahmen zur wissenschaftlichen Begleitung

2015 und 2016 wurden die 6 Parzellen der Versuchsfläche 1 mit Luzerne und einem Luzerne-Gras-Gemisch betrieben. Zwei von den 4 Lysimetern in Brandis wurden analog zu Versuchsfläche 1 ebenfalls mit Luzerne bzw. einem Luzerne-Gras-Gemisch bewirtschaftet.

Auf den beiden anderen Lysimetern wurde im Frühjahr 2014 Mais, 2015 Winterweizen und 2016 Winterraps angebaut. Damit sollten vorab die Auswirkungen des für die Produktionsfläche nach 4 Jahren geplanten Fruchtwechsels untersucht werden.

Eine Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter zeigt Tabelle 3-1 (S.59).

Die Lysimeter 12/1, 12/3, 14/2 und 14/4 gehörten von Anfang an zum Untersuchungsprogramm. Das Lysimeter 12/2 war bis 2013 Referenzlysimeter, aber nur bezüglich der Wasserhaushaltsgrößen. Ab 2014 wurden nach der Umrüstung alle drei 12er Lysimeter 12/1, 12/2 und 12/3 gleich bewirtschaftet. Die Lysimeter 13/1 und 13/2 auf der Kippe Witznitz wurden von Anbeginn an mit den gleichen Kulturen bewirtschaftet wie die umliegende landwirtschaftliche Nutzfläche. Durch die zum Teil hohen Grundwasserstände lassen sich hier keine Sickerwassermengen ermitteln, sondern nur einige Elemente des Bodenwasserhaushaltes und die Ernteerträge [9g].

Tabelle 3-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2017 [9g]

Lysimeter							
Jahr	12_1	12_2	12_3	13_1	13_2	14_2	14_4
LS-Station	Brandis	Brandis	Brandis	Witznitz	Witznitz	Brandis	Brandis
2009	Lu (500t/ha Kompost)	Wr	Lu (125t/ha Kompost)	Ww	Ww	Kg	Kg (125 t/ha Kompost)
2010	Lu	Ww	Lu	Wg	Wg	Kg	Kg
2011	Lu	Wg	Lu	Wr	Wr	Kg	Kg
2012	Lu	Wr	Lu	Lu	Lu	Kg	Kg
2013	Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)	Ww	Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)	Lu (3 l/m ² Gärreste)	Lu (3 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (80/20)	Lu (Kompost entfernt; Neuaussaat)
2014	M	M	M	Lu (2 l/m ² Gärreste)	Lu (2 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (80/20)	Lu
2015	Ww	Ww	Ww	M (3 l/m ² Gärreste)	M (3 l/m ² Gärreste)	Kg/Lu (60/40)	Lu
2016	Wr	Wr	Wr	Wg	Wg	Kg/Lu (60/40)	Lu
2017	Ww	Ww	Ww	Wr	Wr	Kg/Lu	Lu

Lu...Luzerne, Wr....Winterraps, Ww...Winterweizen, Wg...Wintergerste, Kg...Knautgras, M...Mais

Die klimatische Wasserbilanz war 2016 wie auch im Vorjahr negativ, was wiederum zu einer geringeren Grundwasserneubildung führte.

Brandis -81,9 mm

Witznitz -149,8 mm

Dagegen betrug die klimatische Wasserbilanz im niederschlagsreichen Jahr 2013

Brandis 138 mm

Witznitz 70,2 mm

Die monatlichen Extrema traten 2016 in

Brandis 63 mm im Oktober und -73 mm im Mai bzw. in

Witznitz 53,4 mm im Oktober und -83,6 mm im Mai auf.

In Auswertung der mit den Lysimetern ermittelten Verdunstungshöhen für die verschiedenen Anbaukulturen von 2010 bis 2016 (Mittelwerte) ergeben sich folgende durchschnittliche Verdunstungshöhen für verschiedene Anbaukulturen:

- Luzerne 662 mm
- Knautgras 609 mm
- Winterraps 602 mm
- Winterweizen 582 mm
- Mais 580 mm
- Wintergerste 542 mm.

Die Sickerwassermengen in den Wintermonaten 12/2015 bis 04/2016 betrugen auf den 12er Lysimetern 51,3 mm bis 83,8 mm und waren damit höher als in den Vorjahren 2014 und 2015. Die positive klimatische Wasserbilanz in den Monaten 10/2015 bis 03/2016 sowie die geringe Bodenwasserausschöpfung des Winterrapses im Winterhalbjahr bedingten die Sickerwassermengen. Die gemessenen Sickerwassermengen auf den Lysimetern (12er Winterweizen) in den Monaten 01/2015 bis 03/2015 resultierten ebenfalls aus der positiven klimatischen Wasserbilanz der Vormonate 12/2014 und 01/2015 sowie der geringen Bodenwasserausschöpfung des Winterweizens in den Wintermonaten.

Der Winterraps besitzt augenscheinlich eine höhere Bodenwasserausschöpfung und damit auch eine höhere Evapotranspirationsrate, jedoch ist seine Verdunstungsleistung im Winterhalbjahr ebenso gering, wie die des Winterweizens.

Im Jahr 2015 kam es insbesondere im Lys. 14/2 mit Knautgras-Luzerne-Gemisch zu einer höheren Sickerwasserbildung, als im Lys. 14/4 mit reiner Luzerne.

Im Jahr 2016 wurden folgende Sickerwassermengen gemessen [9g]:

Luzerne:	0 mm (14/4)	(2015: 3,2 mm)
Knaulgras/Luzerne:	0 mm (14/2)	(2015: 42,3 mm)
Referenzwert (W-Raps):	83,8 mm (12/2)	(2015: 35,6 mm W-Weizen)

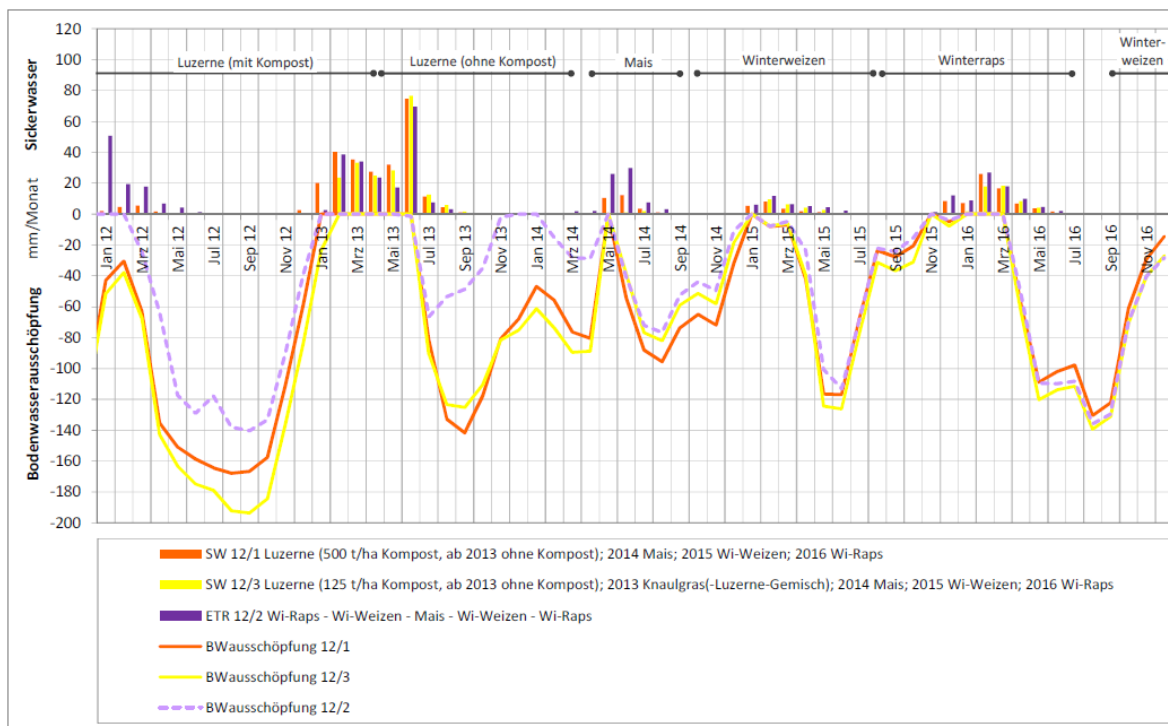


Abbildung 3-2: Darstellung der Sickerwassermengen und Bodenwasserausschöpfung auf den 12er Lysimetern 2012-2016 [9g]

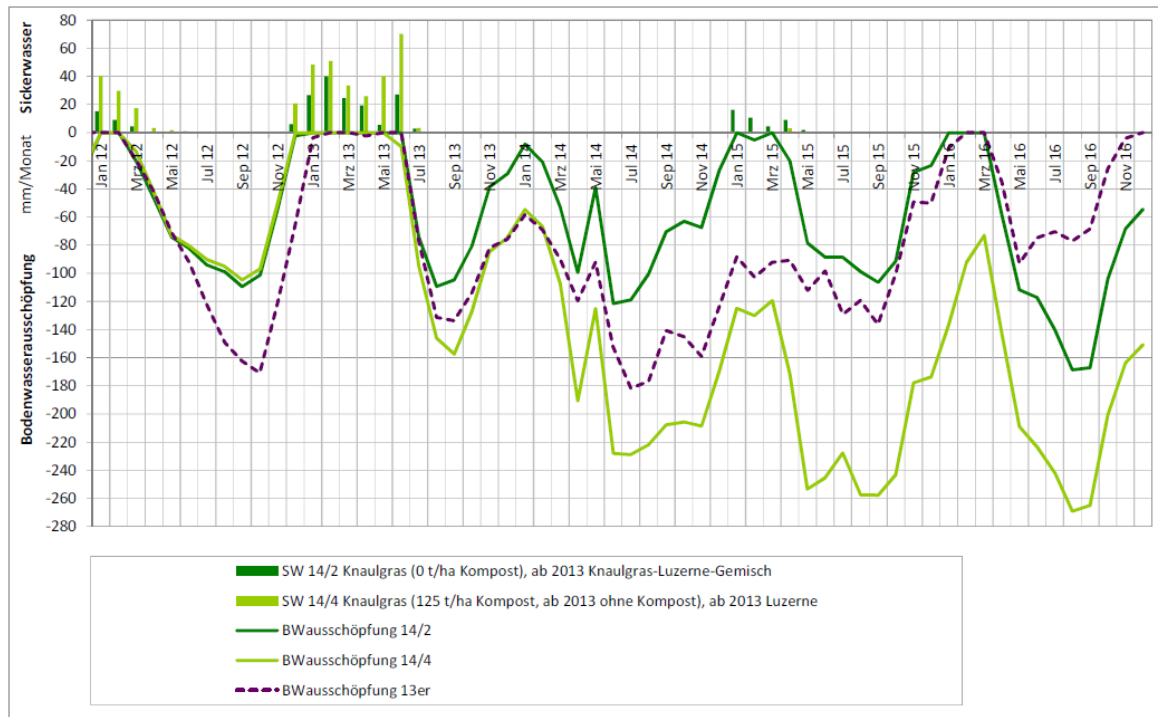


Abbildung 3-3: Darstellung der Sickerwassermengen und Bodenwasserausschöpfung auf den 14er Lysimetern 2012-2016 [9g]

Durch die für das Pflanzenwachstum günstigen Witterungsverhältnisse erfolgten 2016 am 17.05., 28.06., 25.08. und 26.10. insgesamt 4 Ernten. Dabei wurden alle begleitenden Untersuchungen wie z. B. Ermittlung von Frischmasse, Trockenmasse und Wuchshöhe durchgeführt

Bewertung der Trockenmassen-Erträge 2016 auf den Kontrollflächen [9g]:

- Die Erträge auf den Kontrollflächen der Bewirtschaftungsflächen lassen hinsichtlich der 2014 durchgeführten Meliorationsarbeiten keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.
- Die Erträge auf den gekalkten Flächen waren gegenüber den nicht gekalkten Flächen etwas höher. Unterschiede zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar.
- Die höchsten Trockenmassen-Erträge wurden auf den Kontrollflächen K1 und K2 erwirtschaftet, die weder gekalkt noch tiefengelockert wurden.
- Die Erträge auf den Kontrollflächen K3, K5 und K6 waren in den Jahre 2014, 2015 und 2016 im Mittel etwa gleich groß.
- Die geringsten Trockenmasse-Erträge wurden an der Kontrollfläche K4 gemessen. Der Kontrollpunkt K4 liegt im Süden der Fläche C und damit sehr nahe den Bereichen, die durch stark versauerndes Kippensubstrat im Untergrund gekennzeichnet sind.

Bewertung der Erträge auf den Versuchsflächen [9g]:

- Die Ernteerträge auf der Versuchsfläche VF1 waren auch im 8. Vegetationsjahr noch hoch und entsprachen etwa den Erträgen aus dem Vorjahr.

- Die Ernteerträge auf den Luzerne-Parzellen der Versuchsfläche VF1 waren 2016 mit durchschnittlich 145 dt TM/ha etwa 10 % geringer, als die mittleren Erträgen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit 161 dt TM/ha.
- Die Erträge auf den Parzellen VF1-1 bis VF1-3 sind nach Übergang von reinem Knaulgras zu Knaulgras/Luzerne-Gemisch anfänglich stark gestiegen und sind seit 2015 gleichbleibend hoch. Die Erträge waren 2016 durchschnittlich 16 % geringer als die Erträge der reinen Luzerne.
- Die Trockenmasse des Erntegutes der Feldversuchspartzellen lag je nach Witterung zwischen 16 % und 32 %.

Bewertung der Erträge auf den Lysimetern [9g]:

- Die Trockenmasse des Erntegutes der Lysimeter lag je nach Witterung zwischen 24 % und 33 %.
- Die Erträge von reiner Luzerne und dem Knaulgras/Luzerne-Gemisch auf den Lysimetern lag mit 94 dt TM/ha bzw. 89 dt TM/ha deutlich unter den Erträgen auf der Versuchsfläche VF1 und der landwirtschaftlichen Nutzfläche (K1 bis K6).
- Ursache für die Mindererträge auf den Lysimetern waren ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden (Inseleffekt).

Die Ergebnisse des Jahres 2016 bestätigen wiederholt, dass Luzerne gut zur Reduzierung der Grundwasserneubildung geeignet ist. Mit steigendem Alter der Pflanzen ist ein Anstieg der Bodenwasserausschöpfung erkennbar, insbesondere auch im Winterhalbjahr.

Wirkung der Meliorationsmaßnahmen

Auf Grundlage der Empfehlungen des Bodengutachtes bzgl. Tiefenlockerung, Kalkung und Düngung wurde in 2014 zunächst auf ca. 150 ha (Flächen A, C, D) der Boden vorbereitet. Die Fläche E mit 75 ha folgte im August 2015.

Ein Vergleich der Kontrollflächen hinsichtlich der Wirkung der Meliorationsmaßnahmen lässt keine eindeutige Schlussfolgerung zu. Die höchsten Trockenmassen-Erträge wurden demnach auf den Kontrollflächen K1 und K2 erwirtschaftet, die weder gekalkt noch tiefengelockert wurden.

Nach Angaben der Osterland Agrar GmbH waren die Erträge auf den gekalkten Flächen gegenüber den nicht gekalkten Flächen höher. Ein Unterschied zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar. (Nach mehrmaligen Befahren der Flächen mit schweren Geräten erfolgt wieder eine Verdichtung des Substrats). [9g]

3.1.2 Hydrogeologische Modellierung zur reduzierten Grundwasserneubildung

Laufendhaltung der Modelle

Die wissenschaftliche Begleitung beinhaltet gleichfalls die Laufendhaltung der Modelle (Wasserhaushaltsmodell + Grundwassermodell). Das Wasserhaushaltsmodell wurde im Jahr 2016 für die abgebildeten Lysimeter 14/2 und 14/4 für den Zeitraum 01/2012 bis 12/2015 neu kalibriert.

Das Grundwasserströmungsmodell wurde durch Einpflegen aktueller Grundwasserstände und die Anpassung des Flutungsszenarios Kahnsdorfer See aktualisiert (Abbildung mittlere Grundwasserneubildungsverhältnisse). Aus der Berechnung von Ganglinien und Hydroisohypsen können folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden:

Während der Grundwasserwiederanstieg nördlich der Pleiße zum gegenwärtigen Zeitpunkt schon nahezu als abgeschlossen gelten kann und langfristig lediglich nur noch ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist, kommt es im Südanstrom ab ca. 2040 noch einmal zu einem Grundwasserspiegelanstieg, welcher auf die Einstellung der Wasserhaltung im Tagebau Vereinigtes Schleenhain der MIBRAG zurückzuführen ist.

Aus den Grundwasserstandsganglinien sind noch keine Trends ableitbar, die die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung eindeutig belegen. Hierfür müssen insgesamt längere Zeiträume betrachtet werden [9g].

Prognose der Grundwasserneubildung mit dem Wasserhaushaltsmodell

Gem. [9g] wird mit Auswertung der Sickerwassermengen der 14er Lysimeter von 2012 bis 2016 die erwartete Reduzierung der Sickerwasserrate auf 25 % bestätigt.

Für die Wirksamkeit der Luzerne auf der Kippe Witznitz bestand daher die Fragestellung, inwiefern der zwischen dem Agrarbetrieb und der LMBV vertraglich vereinbarte Fruchtfolgewechsel diese vermindert bzw. wie sich der Fruchtfolgewechsel auf die langfristige Entwicklung der GW-Stände in der Kippe auswirkt.

Der Vertrag sieht eine Fruchtfolge von 3 Jahren nach dem 4jährigen Anbau von Luzerne vor.

Für die im Folgenden betrachteten Szenarien sollte der langfristige Einfluss auf die Grundwasserstandsentwicklung aufgezeigt werden, wenn

- keine Luzerne angebaut werden würde, d. h. langfristige konventionelle Landwirtschaft betrieben wird,
- reiner Luzerneanbau stattfindet (Dauergrünland),
- 1 Jahr Fruchtwechsel stattfindet,
- 3 Jahre Fruchtwechsel stattfindet, wie es derzeit vorgesehen ist.

Folgende Szenarien wurden betrachtet [9g, 9h]:

Basisszenario 0	100 %-ige konventionelle Landwirtschaft auf allen Flächen, d. h. gem. dem BWHM von 2011 wurden folgende GWN-Bildungsraten für die ausgewiesenen Hydrotpe für konventionelle Landwirtschaft ermittelt: Hydrotop 1: 100 mm Hydrotop 2: 53 mm Hydrotop 3: 69 mm Hydrotop 4: 85 mm Hydrotop 10: 106 mm Hydrotop 15: 18 mm
Szenario 1	dauerhafter Luzerneanbau auf den Teilflächen A-E (Hydrotop 1 südl. und Hydrotop 4 – s. Abb. 7-1), d. h. Absinken der GW-Neubildung auf 25%; auf den restlichen Flächen erfolgt weiterhin konventionelle Landwirtschaft
Szenario 2 a	auf den Teilflächen A-E (Hydrotop 1 südl. und Hydrotop 4) erfolgt 4-jähriger Luzerneanbau (25%) und 1-jähriger Fruchtfolgewechsel (100 %); auf den restlichen Flächen erfolgt konventionelle Landwirtschaft

Szenario 2 b auf Teilfläche A-E (Hydrotop 1 südl. und Hydrotop 4) erfolgt 4-jähriger Luzerneanbau (25%) und **3-jähriger Fruchtfolgewechsel** (100 %); auf den restlichen Flächen erfolgt konventionelle Landwirtschaft

Die Grundwasserneubildungsraten für die o. g. Szenarien auf den zu betrachtenden Hydrotopen 1 und 4 wurden vom Bearbeiter wie folgt definiert. Die Lage der Hydrotope ist aus Abbildung 3-4 ersichtlich. Modellseitig wurde der Luzerneanbau nur für den südlichen Kippenbereich (Hydrotop 1 – südlich und Hydrotop 4) berücksichtigt.

Tabelle 3-2: angenommene GWN-Rate für die Prognose der Sickerwasserraten im Bodenwasserhaushaltsmodell HYDUS 1D [9g]

Hydrotop	GWN-Bildung in mm/a			
	Szenario 0	Szenario 1	Szenario 2a	Szenario 2b
1	100	25	4 Jahre: 25 1 Jahr: 100	4 Jahre: 25 3 Jahre: 100
4	85	21	4 Jahre: 21 1 Jahr: 85	4 Jahre: 21 3 Jahre: 85
Fruchtfolge	konvent. Anbau	dauerhaft Luzerne	4 Jahre Luzerne 1 Jahr Fruchtwechsel	4 Jahre Luzerne 3 Jahre Fruchtwechsel

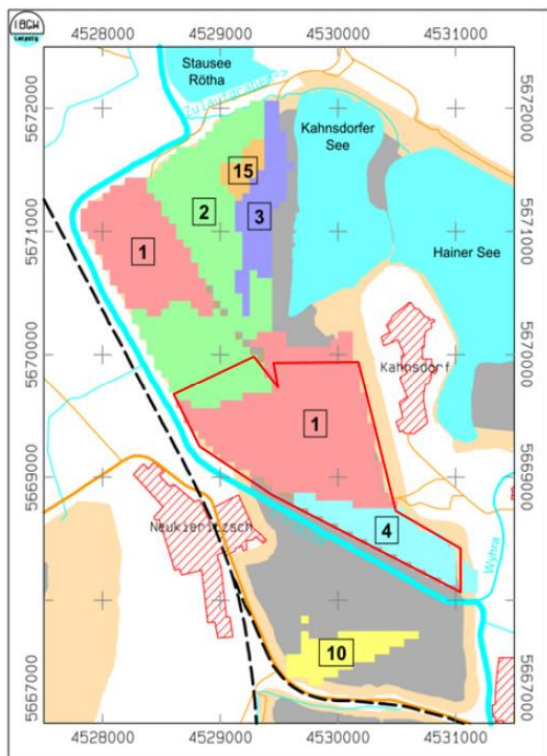


Abbildung 3-4: Im Grundwassermodell ausgewiesene Hydrotope (rote Umrandung: aktuelles Anbaugbiet Luzerne) [9g]

Die Berechnung der zeit- und flurabstandsabhängigen Sickerwasserraten für das Hydrotop 1 (mittlerer GW-Flurabstand 8 m) und Hydrotop 4 (mittlerer GW-Flurabstand 15 m) erfolgte mit dem Programm HYDRUS-1D.

Im Szenario 0 bleibt die Sickerwasserrate dauerhaft 100 %.

Der **Fruchtfolgewechsel von 3 Jahren (Szenario 2b)** bewirkt im 3. Jahr eine Sickerwasserrate von 91 % (Hydrotop 1) bis 90 % (Hydrotop 4) in 20 m Tiefe. Das heißt, bei einem mittleren GW-Flurabstand im Hydrotop 1 von 8 m bzw. bei einem mittleren GW-Flurabstand im Hydrotop 4 von 15 m steigt die GW-Neubildung innerhalb der Fruchtfolge auf 99 % bzw. 95 % an.

Als **langjähriges Mittel** wird für das **Szenario 2b** eine **GW-Neubildungsrate von etwa 57 %** des Ausgangswertes erreicht.

Bei **1 Jahr Fruchtfolge (Szenario 2a)** ist eine starke Dämpfung des Sickerwassertransfers ersichtlich.

Der mittlere GW-Flurabstand im südlichen Hydrotop 1 beträgt etwa 8 und im Hydrotop 4 etwa 15 m, sodass für beide Hydrotope als **langjähriges Mittel** eine **GW-Neubildungsrate von etwa 40 %** des Ausgangswertes erreicht wird.

Prognose der Grundwasserstände auf der Kippe Witznitz

Die mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell ermittelten Sickerwasserraten wurden für die Verwendung im Grundwassermodell aufbereitet.

Um die Grundwasserstände innerhalb der Hydrotope in ihrer zeitlichen Entwicklung erfassen zu können, wurde in jedem Hydrotop je ein Beobachtungspunkt als virtueller Pegel im Hydrogeologischen Modell gesetzt. Die berechneten Ganglinien für die einzelnen Szenarien (Hydrotope 1 und 4) sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

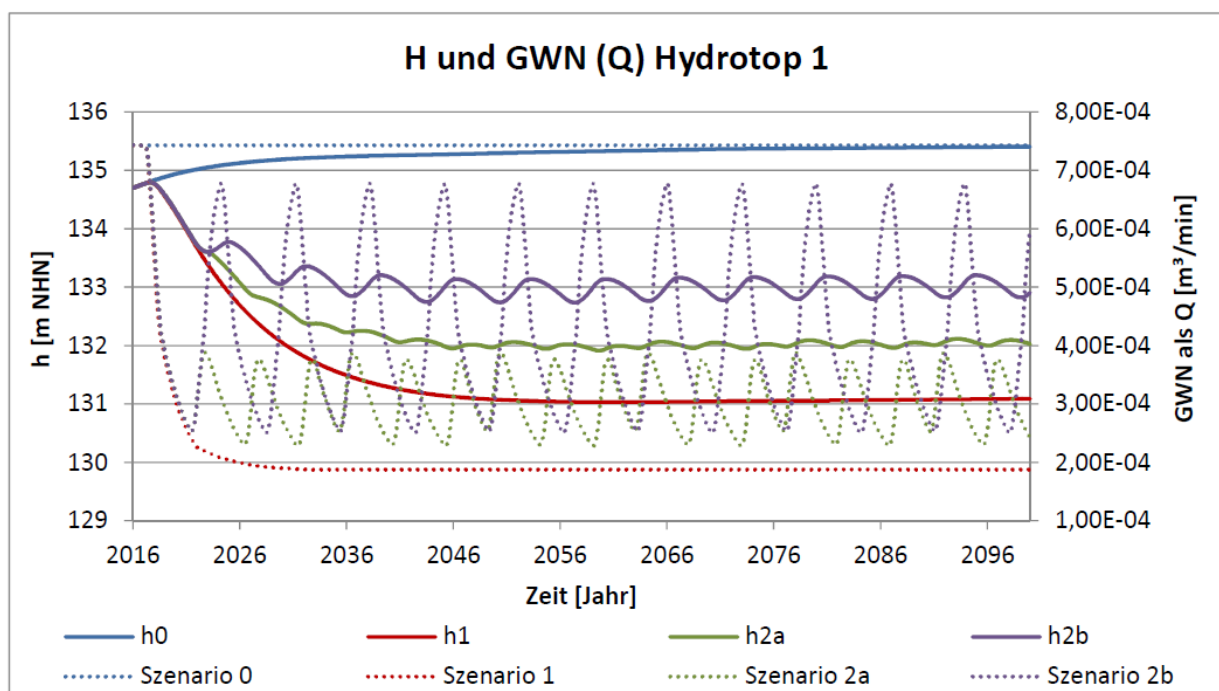


Abbildung 3-5: Ganglinien der mittleren GWN und entsprechender GW-Spiegel am Beobachtungspunkt im Hydrotop 1 [9h]

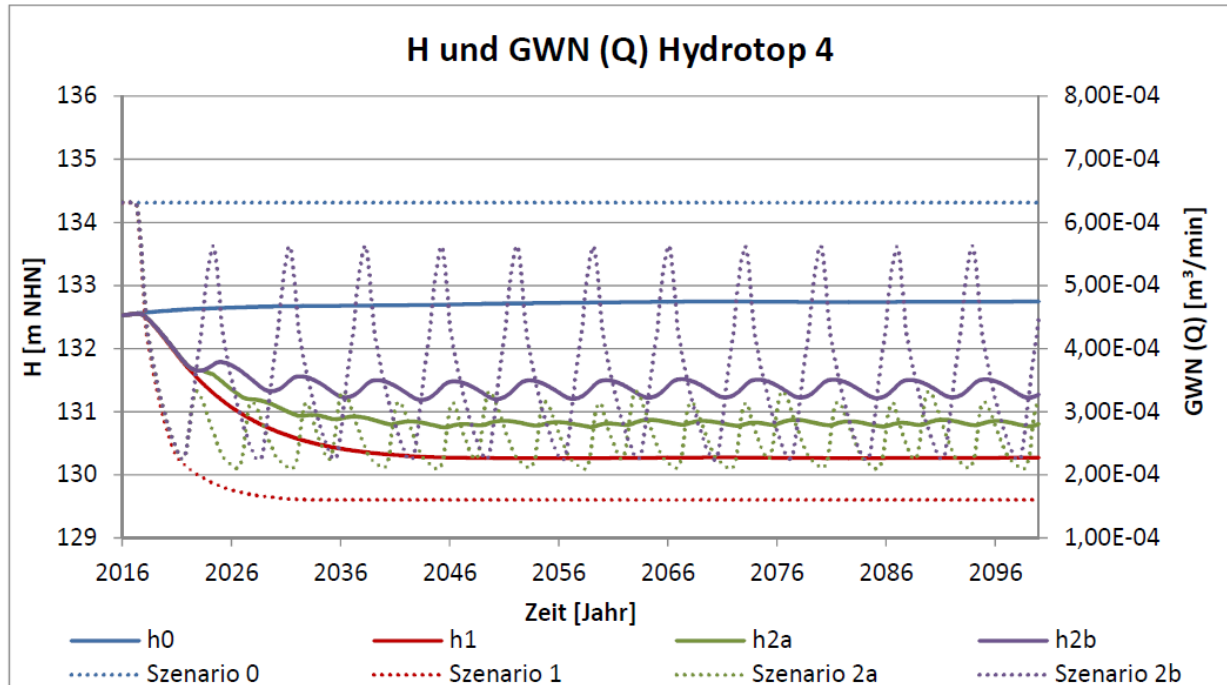


Abbildung 3-6: Ganglinien der mittleren GWN und entsprechender GW-Spiegel am Beobachtungspunkt im Hydrotop 4 [9h]

Im Szenario 0 ist die Grundwasserneubildung (GWN) gleichbleibend. Die dazugehörige Grundwasserstandskurve (blau) zeigt einen leichten Anstieg über die Zeit bis zum Jahr 2100 von 0,6 m bzw. 0,3 m.

Für das Szenario 1 mit einer dauerhaft abgeminderten GWN ergibt sich ein dauerhaft abgesenkter Grundwasserspiegel (rot). Die grüne Kurve für das Szenario 2a zeigt einen erwartbaren Verlauf. Aufgrund der kurzen Phase des Fruchtfolgewechsels von einem Jahr, kommt es nur zu einem geringen kurzzeitigen Anstieg der Grundwasserneubildung. Der Grundwasserspiegel wird weniger abgesenkt als bei vollständigem Luzerneanbau. Für das Szenario 2b (lila) ergibt sich nach einer Absenkphase eine langfristige Schwankung der Grundwasserneubildung um einen erhöhten Mittelwert. Demzufolge fällt die erreichbare Absenkung des Grundwasserspiegels geringer aus.

Generell lässt sich feststellen, dass im Hydrotop 1 mit einer höheren GWN im Ist-Zustand ein stärkerer Einfluss der geringeren GWN in den einzelnen Szenarien auf die jeweiligen Grundwasserstände zu verzeichnen ist. Hier werden die deutlichsten Absenkungen von bis zu 4 m erzielt, während im Hydrotop 4 dieser Effekt weniger stark ausgeprägt ist. Jedoch lässt sich auch hier mit einer geringeren GWN der Grundwasserspiegel deutlich absenken.

	Szenario 1 dauerhafter Luzerneanbau		Szenario 2a 1-jähriger Fruchtfolge- wechsel		Szenario 2b 3-jähriger Fruchtfolge- wechsel	
	Hydrotop 1	Hydrotop 4	Hydrotop 1	Hydrotop 4	Hydrotop 1	Hydrotop 4
Absenkung des GW-Spiegels am Beobachtungspunkt	~ 4 m	~ 2,5 m	~ 3 m	~ 2 m	~ 2 m	~ 1,4 m

Für die Ermittlung der Grundwasservolumenströme in Richtung Pleiße wurden im Rahmen der Bearbeitung [9h] für zwei Schnitte der Volumenstrom berechnet und anteilmäßig auf die Fließbreite hochgerechnet, die dem Bilanzgebiet 40 entspricht. (s. Abbildung 3-7).

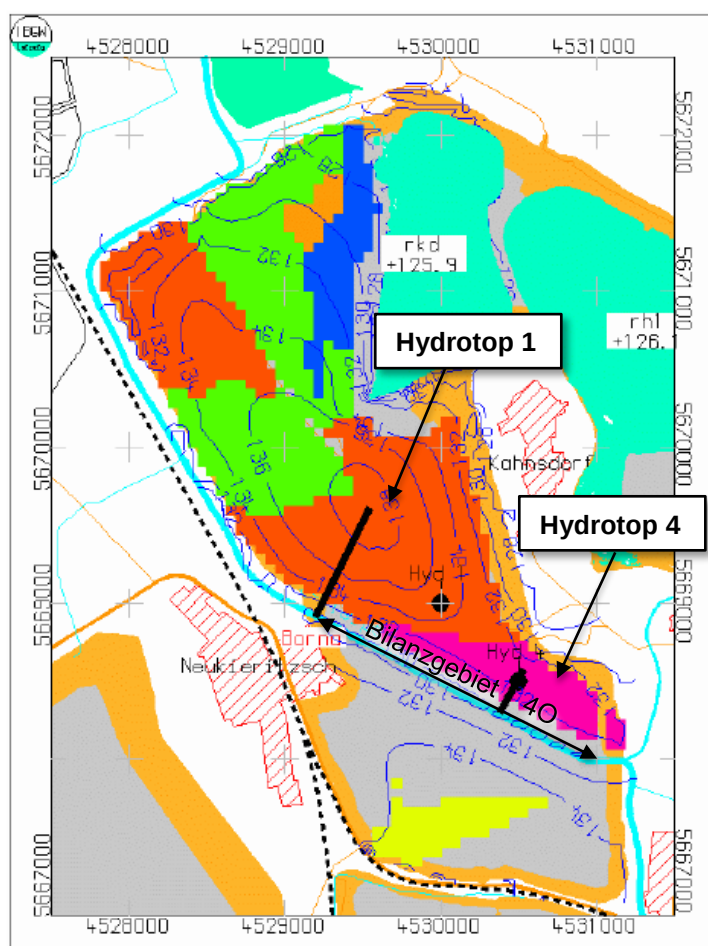


Abbildung 3-7: Schnittpuren (schwarze, fette Linien) von Hydrotop 1 sowie Hydrotop 4 in südwestliche Richtung zum Gerinne der Pleiße mit berechneten Isohypsens Stand 01.01.2016 [9h ergänzt]

Tabelle 3-3 enthält eine Übersicht zu den Volumenströmen [m^3/min] im Ist-Zustand (2016) und zum Auswertzeitpunkt 2100 in den 4 Szenarien für die Hydrotope 1 und 4, jeweils auf 1 Meter Fließbreite, sowie für die gesamte angrenzende Fließlänge der Pleiße (Fluss-km 17,6 bis 21,5). Letztere entspricht der Grenze des Bilanzgebiets 4 Ost (4O).

Die Grundwasservolumenströme sind für den Ist-Zustand sowie Szenario 0 und Szenario 1 zum Zeitpunkt 2100 aufgeführt. Die Werte wurden vom Bearbeiter jeweils basierend auf den Gradienten sowie den hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerten der verbreiteten Schichten ermittelt und für den Fließquerschnitt in Abhängigkeit von der Mächtigkeit des Strömungsraumes auf 1 Meter sowie 3900 m Fließbreite angegeben.

Für Hydrotop 1 liegen die Volumenströme jeweils höher als für Hydrotop 4, da dort die GWN und somit der Gradient jeweils höher ist.

Es wird deutlich, dass ausgehend vom Ist-Zustand (2016, $0,18 \text{ m}^3/\text{min}$) für die Volumenströme im Jahr 2100 höhere Werte zu erwarten sind ($0,21 \text{ m}^3/\text{min}$). Im Szenario 1 ergibt sich durch die reduzierte GWN ein geringerer Volumenstrom mit $0,12 \text{ m}^3/\text{min}$ als im Szenario 0. Die Volumenströme in den Szenarien 2a und 2b entsprechen den jeweiligen Reduktionsraten der GWN: in Szenario 2a ergibt sich ein Volumenstrom von $0,14 \text{ m}^3/\text{min}$ und im Szenario 2b ein Volumenstrom von $0,16 \text{ m}^3/\text{min}$.

Weiterhin ist ersichtlich, dass die hier ermittelten Werte denen für das Bilanzgebiet 4O aus der Hydrogeologischen Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße [13c] entsprechen. Die Unterschiede sind auf die unterschiedliche Ermittlung der Volumenströme zurückzuführen: während in [13c] eine Bilanzierung für ein Bilanzgebiet erfolgte, wurden wie oben erläutert in [9h] die Volumenströme für zwei Schnitte anteilmäßig auf die Fließbreite hochgerechnet.

Insgesamt müssen die Werte als Abschätzung angesehen werden. Sie machen deutlich, welche Volumenstromgrößenordnungen bzw. -änderungen für die einzelnen Szenarien zu erwarten sind [9h].

Tabelle 3-3: Volumenströme in [m^3/min] für die hydrogeologischen Schnitte in den Hydrotopen 1 und 4 sowie basierend auf dem Bilanzgebiet 4O [nach 9h]

Szenario	Volumenstrom [m^3/min] auf 1 m Breite		Volumenstrom [m^3/min] auf 3,9 km Flusslänge ($\triangleq$ Bilanzgebiet 4O)	
	Hydrotop 1	Hydrotop 4	Berechnet für Hydrotope 1 und 4 zusammen	Aus [13c]
Ist (2016)	1,2E-04	1,2E-05	0,18	0,17
0 (2100)	1,5E-04	1,3E-05	0,21 (100 %)	0,20 (100 %)
1 (2100)	9,1E-05	3,4E-06	0,12 (57 %)	0,10 (50 %)
2a (2100)	1,0E-04	4,2E-06	0,14 (67 %)	-
2b (2100)	1,1E-04	4,8E-06	0,16 (76 %)	-

3.2 Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Einzugsgebiet

2015 wurde eine Studie erarbeitet, in welcher die Flächen im Einzugsgebiet der Pleiße hinsichtlich ihrer Eignung zu einer Nutzungsänderung zur Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße bewertet wurden [13b]. Es wurden einzelflächenbezogene Varianten der Nutzungsänderungen, wie Luzerneanbau, Kurzumtriebsplantagen und Waldaufforstung geprüft und Kostenschätzungen durchgeführt.

Im Ergebnis der Bewertungen konnten drei Flächen ermittelt werden, welche in Bezug auf eine Umsetzung von Maßnahmen zur Nutzungsänderung mit dem Ziel der Reduzierung der Grundwasserneubildung prioritär geeignet sind:

- **1W südliche Fläche,**
- **2O nördliche Fläche,**
- **5O mit 4O westliche Fläche.**

Mit den Flächeneigentümern wurden Vorabstimmungen zur Bereitschaft der Nutzungsänderung ihrer Flächen durchgeführt. Im Allgemeinen lag seitens der Eigentümer keine Zustimmung zu den möglichen Maßnahmen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung vor. Vereinzelt stimmten die Eigentümer einer Nutzungsänderung auf ihren Flächen zu, unter der Bedingung, dass die Flächen von der LMBV mbH aufgekauft werden. [13b]

Zusätzlich zu den drei prioritären Flächen war, gemäß den Festlegungen des 21. VAK, gleichermaßen die **Fläche 4W** in die weiterführenden Untersuchungen mit einzubeziehen, da von diesem Flächenkomplex ein besonders hoher Eiseneintrag in die Pleiße zu verzeichnen ist (wie z. B. 4O). Derzeit handelt es sich hierbei um eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, welche von Mischwald umschlossen wird.

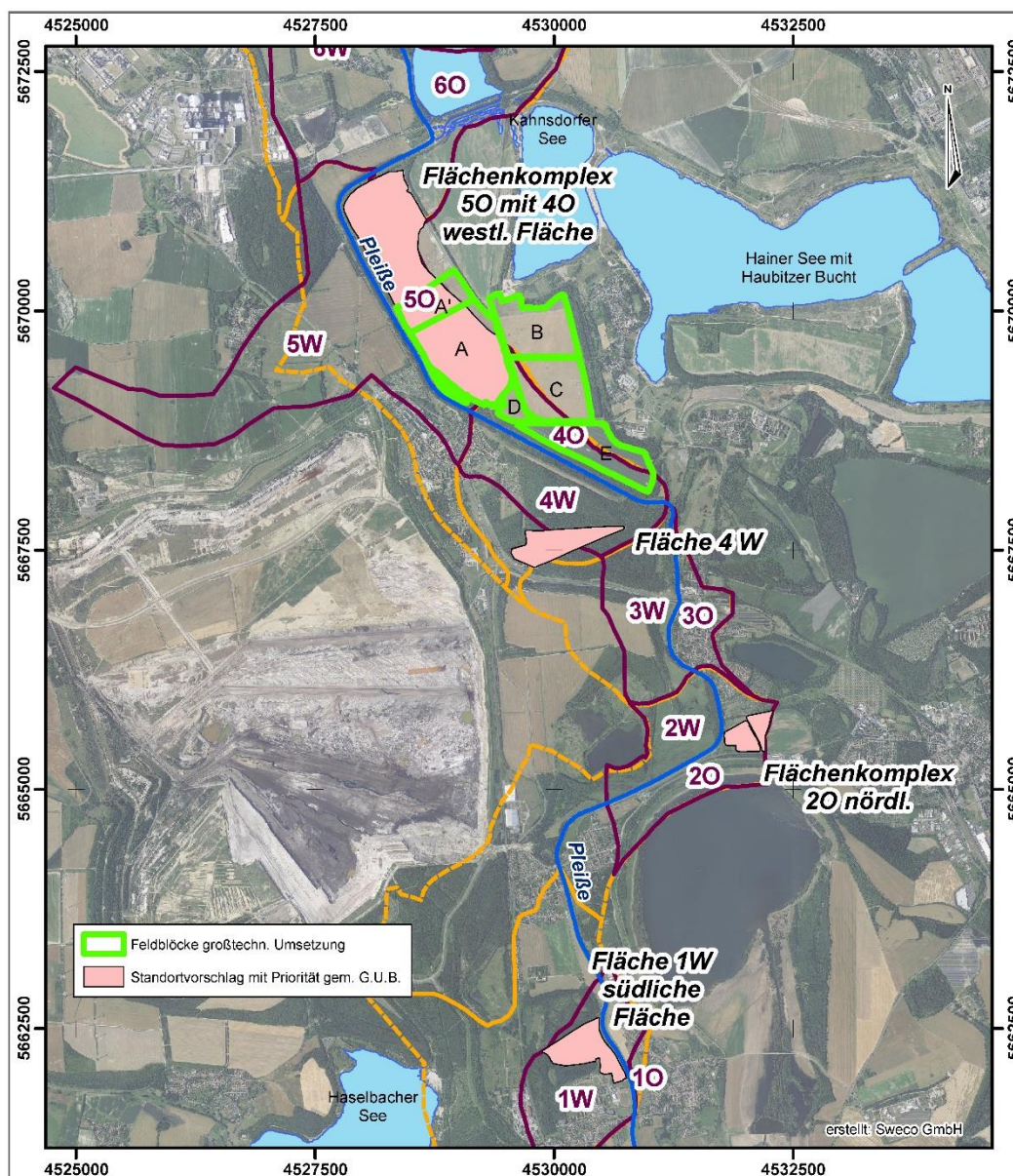


Abbildung 3-8: Lage der zu untersuchenden Flächenkomplexe

3.2.1 Vertiefende Untersuchung

Literaturrecherche vermarktbare Feldfrüchte, Ableitung des Wasserverbrauchs

Im Rahmen der vertiefenden Untersuchung [13b] wurde eine Literaturrecherche agrartechnische und pflanzenspezifische Eigenschaften vermarktbare Feldfrüchte ermittelt und der Wasserverbrauch als Grundlage zur Vergleichbarkeit mit der Referenzkultur Luzerne berechnet. Danach wurde deutlich, dass Leguminosen, Hackfrüchte und Korbblütler einen vergleichsweise hohen Wasserverbrauch haben. Demgegenüber weisen Getreide, Kreuzblütler und die Mehrzahl der Gründungs-Pflanzen einen geringeren Wasserverbrauch auf.

Einen Überblick zum ermittelten Wasserverbrauch der recherchierten und untersuchten Kulturen je Tag und Quadratmeter im Laufe der Vegetationsperiode zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 3-4: Ermittelter (potentieller) Wasserverbrauch der untersuchten Kulturen [13b] innerhalb der Vegetationsperiode

Frucht	Wert (l/m ² /d)
(Rot)Klee	4,23
Grünschnittroggen	3,52
Erbsen	3,07
Zuckerrübe	3,03
Kürbis	2,47
Sonnenblume	2,31
Luzerne	2,10
(Öl)Lein	1,93
(Silo)Mais	1,74
Kartoffeln	1,34
Wintergerste	1,21
Miscanthus (Chinagrass)	1,02
(Winter)Raps	0,87
Zwiebel	0,86
Ackerbohne	0,83
Winter-/Weichweizen	0,59
Blaue Lupine	0,55
Phacelia	0,37
Senf	0,18

Ergebnisse der Abstimmung mit der Osterland Agrar GmbH [13b]

„Die Osterland Agrar GmbH betont den Wunsch zum aktuellen und zukünftigen Anbau von Luzerne. Die aktuell vertraglich vereinbarte Nutzungsweise sieht eine Fruchtfolge mit vierjährigem Anbau von Luzerne, gefolgt von einem dreijährigen Anbau einer Wechselfrucht (Silomais, Winterweizen, Wintergerste) vor. Dies hat den Hintergrund, dass im Rahmen der früheren Gesetzgebung ein fünf Jahre und länger währender Anbau von Luzerne in Reinkultur als Dauergrünland zu definieren ist und somit die betreffenden Flächen als Ackerland verloren gingen. Im Sommer 2015 wurde von der Europäischen Kommission jedoch ein Leitfaden veröffentlicht³, demnach empfohlen wird, den Anbau von Luzerne in Reinkultur nicht unter die Definition von Dauergrünland zu fassen.

Dementsprechend bliebe für eine betreffende Anbaufläche auch bei ununterbrochenem Anbau von Luzerne über die bisher nach EU-Recht festgelegte Höchstdauer von vier Jahren hinaus der Status als Ackerland erhalten. Es handelt sich dabei um rechtlich unverbindliche Auslegungen zum EU-Recht. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft teilt jedoch mit, dass sich Bund und Länder bei der Umsetzung des EU-Rechts an diesem Leitfaden orientieren.

³ European Commission Directorate-General for agriculture and rural development Directorate D. Direct support D.2. Greening, cross-compliance and POSEI Guidance Document on the implementation by Member States of permanent grassland provisions in the context of the payment for agricultural practices beneficial for the climate and the environment (Greening) DS/EGDP/2015/02 FINAL 16.07.2015

Vor diesem Hintergrund ist die Osterland Agrar GmbH und LMBV gewillt, den Anbau einer Wechselfrucht auf ein Jahr zu reduzieren und anschließend wieder vier Jahre Luzerne anzubauen. Dies hat für die Osterland Agrar GmbH auch sinkende Arbeitskosten zur Folge. Seitens der LMBV wird eine Anpassung der bestehenden vertraglichen Vorgaben grundsätzlich nicht ausgeschlossen.“

Abstimmungen mit Eigentümern / Flächenbewirtschaftern zur Flächennutzung [13b]

Zusammenfassend hat die Abstimmung ergeben, dass der Eigentümer und Bewirtschafter des Bilanzgebietes „Flächenkomplex 20 nördlich“ dem Anbau von Luzerne und weiterer Kulturen unter Berücksichtigung ergänzender Gespräche mit der LMBV zugestimmt hat.

Im Bilanzgebiet „1W südliche Fläche“, „4W“ und dem nördlichen Teil des Bilanzgebietes „50 mit 40 westliche Fläche“ wird der Anbau von Luzerne durch die Eigentümer und Bewirtschafter abgelehnt.

Ergebnisse der überschlägigen Kostenschätzung für die Umnutzung der favorisierten Flächen

Für die Berechnung wurden zunächst die Deckungsbeiträge der jeweiligen Kulturen der aktuell genutzten Fruchtfolge sowie der favorisierten Nutzung mit einem mehrjährigen Anbau von Luzerne gegenübergestellt (Vier Jahre Luzerne, ein Jahr Wechselfrucht). Zur Berücksichtigung des mehrjährigen Anbaus von Luzerne wurde ab dem zweiten Folgejahr zehn Prozent des Deckungsbeitrages addiert, um die nun entfallenden Direkt- und Arbeitskosten für eine erneute Aussaat zu berücksichtigen. Da die finale Wechselfrucht für das Best-Case Szenario nicht definiert ist, wurde der Mittelwert der Deckungsbeiträge der aktuellen Nutzung zu Grunde gelegt. Anschließend wurden die einzelnen Deckungsbeiträge addiert und die Summe der favorisierten Nutzung von jener der aktuellen Fruchtfolge subtrahiert, um die Differenz des Deckungsbeitrages und somit die Kostendifferenz zu erhalten.

Die zweite Komponente ist die Gesamtmenge an reduziertem Eiseneintrag in die Pleiße für denselben Zeitraum. Hierfür wurde der zeitliche Abstand zwischen den Jahresscheiben in Tagen mit der jeweils errechneten Frachtenreduzierung auf Basis der hydrogeologischen Modellierung [13c] multipliziert. Die Division dieser Gesamtmenge von den Anbaukosten beschreiben die verbundenen Kosten je Kilogramm reduziertem Eiseneintrag.

Tabelle 3-5: Ergebnisse der Kostenermittlung, Gegenüberstellung der Frachtreduzierung [13b]

Fläche	Differenz Deckungsbeitrag (€/ha)	Anbaukosten 2017 bis 2100 (€)	Reduzierung Eisenfracht (kg/d)			Durchschnittliche Kosten Reduzierung Eisenfracht (€/kg)		
			2027	2040	2100	2027	2040	2100
1W südliche Fläche	- 1.112,00	- 456.668,48	6	6	6	- 2,43	- 2,37	- 2,53
Flächenkomplex 20 nördliche Fläche	- 533,00	- 121.845,65	4	2	2	- 0,88	- 1,79	- 1,91
4W	- 867,00	- 350.595,87	31	38	38	- 0,35	- 0,29	- 0,31
50 mit 40 westliche Fläche – nördlicher Teil	- 112,00	- 1.542.755,16	34	46	50	- 1,39	- 1,05	- 1,03
50 mit 40 westliche Fläche – südlicher Teil	- 162,31	- 190.074,10	236	304	331	- 0,02	- 0,02	- 0,02

Bewertung der Teilflächen im Ergebnis der vertiefenden Untersuchung [13b]*1W südliche Fläche*

Unter Berücksichtigung des **sehr geringen Effektes** auf die prognostizierte Reduzierung der Eisenfrachten (6 kg/d für das Jahr 2100) und der **ablehnenden Haltung des Flächenbewirtschafters** ist eine Umsetzung der Maßnahme auf der Fläche „1W südliche Fläche“ im Norden von Regis-Breitungen **nicht zielführend**.

Fazit 2O nördliche Fläche

Für den Flächenkomplex „2O nördlich“ bei Lobstädt wurde mit 2 kg/d bis 2100 eine ebenfalls **sehr geringe Reduzierung der Eisenfrachten** errechnet. Wenngleich der Flächenbewirtschafter bereits Luzerne in seine Fruchtfolge integriert hat und zu ergänzenden Abstimmungen bezüglich der Flächennutzung bereit ist, sind weiterführende Gespräche verbunden mit einer möglichen Umsetzung der Maßnahme zur Erreichung des Sanierungszieles **nur bedingt hilfreich**.

5O mit 4O westliche Fläche

Im Rahmen der hydrogeologischen Modellierung wurde mit einer Reduzierung der Eisenfrachten um jeweils ca. 50 % die **höchste Wirksamkeit** der Maßnahme auf den Flächen 5O und 4O im Nordwesten der Kippe Witznitz errechnet. Auf dem südlichen Teilbereich (Gemarkung Kahnsdorf) wird durch die LMBV und Blauland GmbH schon Luzerne angebaut. Damit wird das geplante Sanierungskonzept bereits umgesetzt. Auf dem nördlichen Teilabschnitt wird eine ähnliche Wirksamkeit prognostiziert, wobei der **Flächenbewirtschafter die Umsetzung der Maßnahme** und weiterführende Gespräche **ablehnt**.

Fläche 4W

Mit 38 kg/d für die Jahresscheibe 2100 ist auf der Fläche „4W“ bei Neukieritzsch eine etwas bessere Wirksamkeit der Maßnahme auf die Reduzierung der Eisenfracht zu verzeichnen. Allerdings **lehnt** der **Flächenbewirtschafter** den Anbau von Luzerne und den ergänzend untersuchten Kulturen **weitgehend** ab. Da eine grundlegende Gesprächsbereitschaft signalisiert wurde, können weiterführende Abstimmungen erfolgen wobei aber, auch im Hinblick auf die **geringe Flächengröße**, ein Beitrag zur **Erreichung des Sanierungszieles als eher gering einzuschätzen** ist.

Resümee des Bearbeiters

Aufgrund der ablehnenden Haltung des Flächenbewirtschafters auf den Flächen „5O mit 4O westliche Fläche“ (nördlicher Teil) und Fläche „1W“ werden weiterführende Handlungen auf diesen Bilanzgebieten nicht empfohlen.

Der Bewirtschafter des „Flächenkomplex 2O nördlich“ steht einem Luzerneanbau positiv gegenüber. Da die Wirksamkeit einer eventuellen Maßnahme allerdings als sehr gering eingeschätzt wird, sind auch hier weiterführende Abstimmungen nicht zu empfehlen.

Einzig für die Fläche „4W“ kann aufgrund der Gesprächsbereitschaft des Flächeneigentümers zum Luzerneanbau in Verbindung mit einem etwas höheren Effekt auf die Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße ein höherer Beitrag für die Sanierungslösung konstatiert werden. Da der Flächenbewirtschafter die Umnutzung zum Luzerneanbau eher verneint, sind weiterführende Gespräche zu finanziellen Rahmenbedingungen notwendig und zu berücksichtigen. [13b]

3.2.2 Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung

Die Ergebnisse der durchgeführten Hydrogeologischen Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit von flächenspezifischen Nutzungsänderungen wurden bereits für die zu untersuchenden Teilflächen im Punkt 3.2.1 dargestellt.

Im vorliegenden Teilbericht [13c] ist die durchgeführte Modellaktualisierung, die Berechnung des Baseline-Szenarios mit gegenwärtiger Nutzung sowie die Berechnung des Best-Case-Szenarios mit 75%iger Reduzierung der Neubildung auf den ausgewählten Flächen dargestellt.

Mengenströmung – Hydrogeologisches Großraummodell Süd (HGMS)

Mit der Aktualisierung des HGMS erfolgte ebenfalls die Überprüfung/Ausweisung des unterirdischen Einzugsgebietes der Pleiße und ein Vergleich zur Vorgänger-Studie [6f]. Die aktuell ermittelten Teileinzugsgebiete sind in Abbildung 2-1 (S.13) dargestellt.

Im Vergleich zu dem in der Vorgänger-Studie [6f] ausgewiesenen Einzugsgebiet kommt es zu einzelnen Verschiebungen, die im Wesentlichen das Bilanzgebiet 1 betreffen. Im Gebiet um Regis, Haselbach und den Speicher Borna wurde zwischenzeitlich eine umfangreiche Modellüberarbeitung durchgeführt, welche als Ursache für die Differenzen anzusehen ist. Weiterhin vergrößert sich das 2015 noch vorhandene westliche gewachsene Einzugsgebiet des Bilanzgebietes 5.

Die für das Baseline-Szenario (aktuelle Nutzung) ausgewiesenen Grundwasserzuflüsse in die Pleiße liegen bei maximal ca. 6 m³/min für das Bilanzgebiet 9 zwischen AGRA-Wehr und Connewitzer Wehr, in dem die Pleiße den Leipziger Auenwald durchfließt. In allen anderen Bilanzgebieten beläuft sich der Zufluss auf höchstens 1,5 m³/min. Abflüsse aus der Pleiße in das Grundwasser werden als negative Zuflüsse ausgewiesen und ergeben sich in den Bilanzgebieten 1 und 2 für die Jahresscheibe 2015 in den Absenkungstrichter Schleenhain sowie im Bilanzgebiet 5 für den Fließgewässerabschnitt vor dem Trachenauer Wehr, in welchem die berechneten Grundwasserstände unterhalb der Flusssohle liegen.

Die Pleiße ist größtenteils mit einer Dichtung versehen und wird zum Teil aus hydraulisch gering leitenden Kippenkomplexen gespeist. Maßgebliche zeitliche Trends werden für die Bilanzgebiete 1 und 2 berechnet, in denen sich der Grundwasserzufluss zur Pleiße bis zum stationären Zustand im Zuge der Auffüllung des Absenkungstrichters Vereinigtes Schleenhain wesentlich erhöht. Dieser Trend ist in geringerem Umfang auch im Bilanzgebiet 4 (südlicher Anstrom von der Kippe Witznitz) zu beobachten. Weiterhin kommt es in den Bilanzgebieten 7 und 8 (Kippe Zwenkau und Espenhain) durch die zukünftige Erweiterung des Einzugsgebietes in der Folge des Grundwasserwiederanstiegs zu einem leichten Anstieg der Wasserzutritte in die Pleiße.

Die ausgewiesenen Wassermengen zeigen insgesamt eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Vorgänger-Studie [6f]. Die Abweichungen im Bilanzgebiet 5 sind auf veränderte Strömungsbedingungen im Bereich Schleenhain zurückzuführen. Auch im Bilanzgebiet 9 kommt es infolge von seit 2011 durchgeführten Modellanpassungen zu leichten Differenzen von max. 10 %.

Unter Berücksichtigung der Herkunft der Grundwasserzutritte wird deutlich, dass ein maßgeblicher kippenbürtiger Grundwassereintrag über die südlichen Bilanzgebiete 1 und 2 Regis, Deutzen, Borna-West) sowie die Bilanzgebiete 4 und 5 (Witznitz) erfolgt, wobei sich der westliche Zufluss in den Bilanzgebieten 1 und 2 erst nach erfolgtem Grundwasserwiederanstieg im Bereich das Tagebaus Vereinigtes Schleenhain in vollem Umfang einstellen wird [13c].

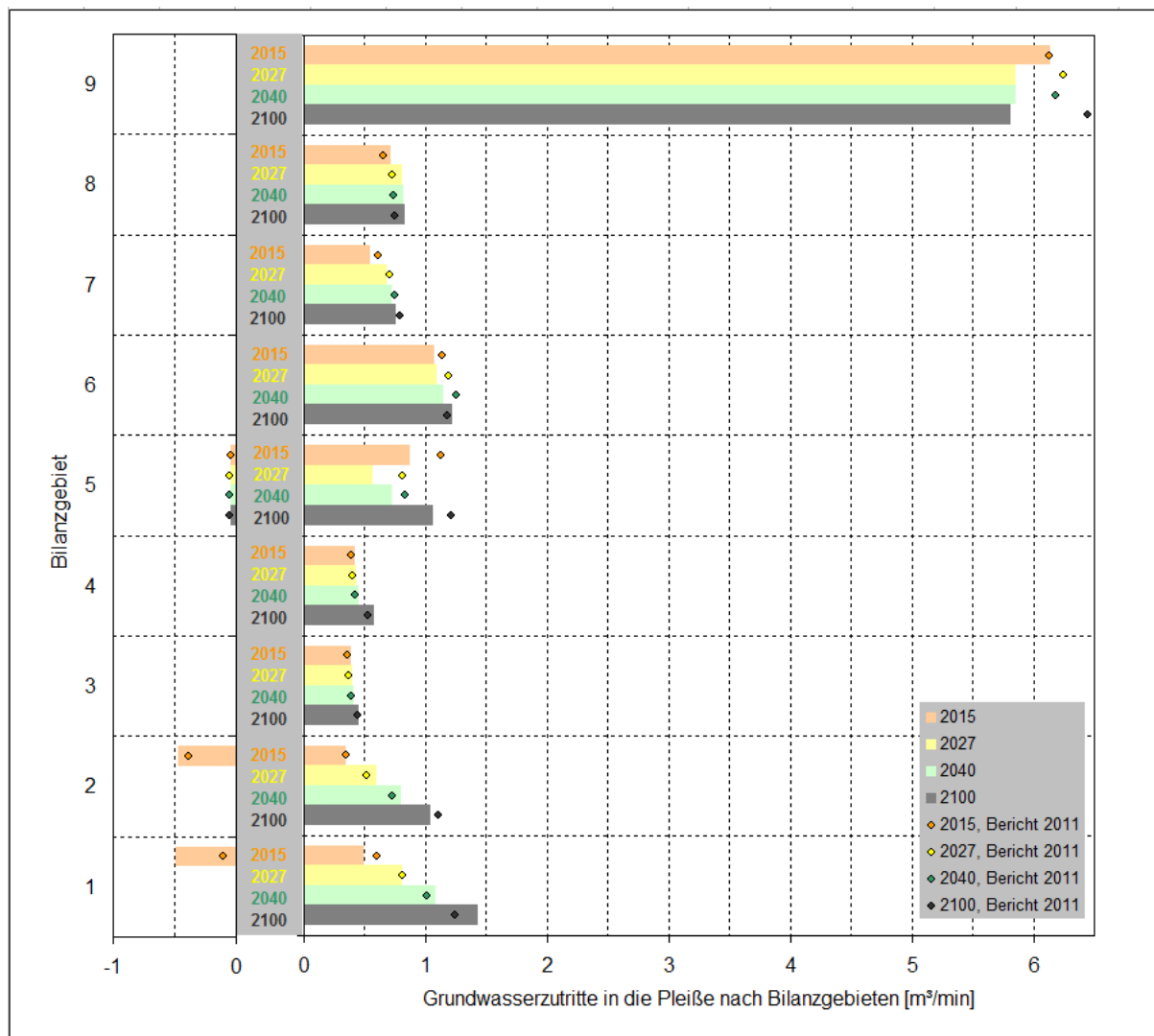


Abbildung 3-9: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [13c]

Berechnung der Eisenfrachten im Grundwasserzustrom zur Pleiße

Auf der Basis der fortgeführten Beschaffenheitsdatenbasis (Messwerte Grundwassergüte LMBV, MIBRAG LEAG, LTV Staatliches Messnetz Sachsen) wurden die mittleren charakteristischen Eisen(ges)-Konzentrationen je Bilanzgebiet berechnet (Median der Messwerte (2011 – 2016) je Grundwassermessstelle, Mittelwert bilanzgebietsbezogen).

Im Vergleich zur Vorgängerstudie 2011 [6f] treten zum Teil Änderungen der mittleren Eisen-Konzentrationen je Bilanzgebiet auf. Dies ist weniger auf starke Trends an Einzelmessstellen als vielmehr auf die sich in Veränderung befindende Datenbasis zurückzuführen. So kamen speziell in den Bilanzgebieten 4 und 8 (Witznitz sowie Espenhain und Zwenkau) neue Messstellen hinzu. Andere Messstellen hingegen wurden aufgrund der Veränderung der Messprogramme oder eines schlechten Zustandes nicht mehr untersucht. Die Hauptaussagen bezüglich der Eisenverteilung bleiben jedoch erhalten und werden durch die vorliegende Untersuchung deutlich bestätigt.

Durch Multiplikation der Grundwasserzuströme in die Pleiße mit den zugehörigen ermittelten Eisenkonzentrationen ergeben sich die entsprechenden der Pleiße zufließenden Stofffrachten. Während hinsichtlich der **Wassermengen Prognosen** für die Jahresscheiben **2027, 2040 und 2100** auf Basis des HGMS berechnet wurden, liegen für die Konzentrationen keine Zukunftsszenarien vor. Da jedoch vor dem Hintergrund der langjährigen Monitoringergebnisse der letzten zwei Jahrzehnte nicht davon auszugehen ist, dass sich mittelfristig entscheidende Konzentrationstrends ergeben, wurden die ermittelten **IST-Konzentrationen auch für die Frachtenberechnung der zukünftigen Jahresscheiben** angesetzt [13c].

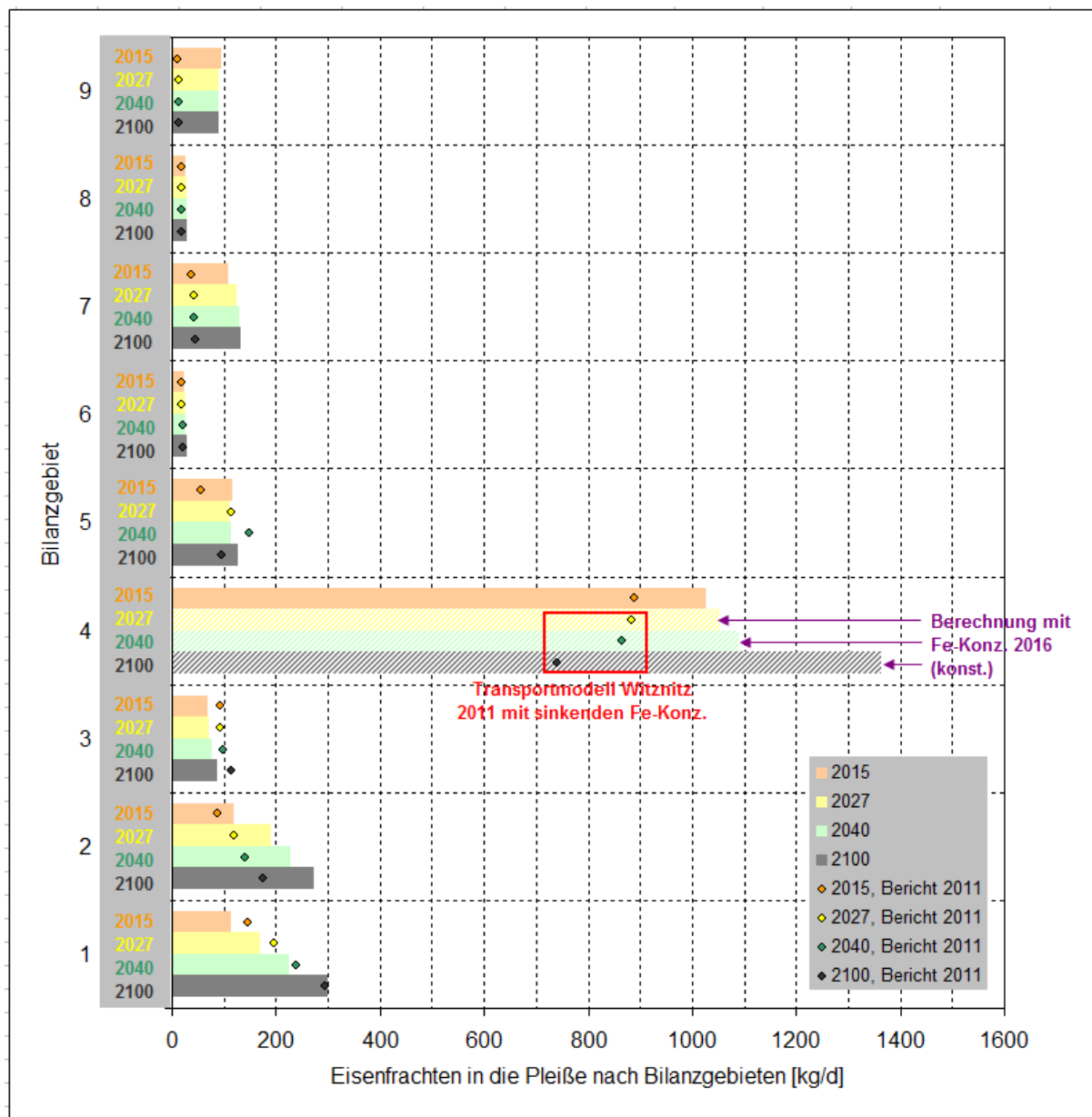


Abbildung 3-10: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [13c]

Im Vergleich zur Vorgänger-Studie [6f] bestätigen sich die wesentlichen räumlichen Muster. Im Detail lassen sich folgende begründbare Unterschiede erkennen: Im **Bilanzgebiet 4** (Pleißequering Kippe Witznitz) wurden auf Basis der ausgewerteten Beschaffenheitsmessstellen aktuell etwas höhere Konzentrationen angesetzt, welches entsprechend zu einer etwa 15 % höheren berechneten Eisenfracht führt. Die damalige Studie basiert im Zukunftsszenario auf einem speziell entwickelten Stofftransportmodell für die Kippe Witznitz [5e]. Bis 2100 erfolgt dort ein leichter Rückgang der modelltechnisch berechneten Eisenfrachten aufgrund des rückläufigen Kippenvorrates. In der aktuellen Studie wurden gemäß Abstimmung mit dem AG nach einheitlicher Herangehensweise für das gesamte Bearbeitungsgebiet **IST-Eisenkonzentrationen** für die Frachtenberechnung angesetzt. Diese führen ggf. zu einer leichten Überschätzung der Frachtenentwicklung und stellen daher eine Art „**worst case**“ – **Betrachtung** dar.

Für das Bilanzgebiet 5 (Abstrom nördl. Kippe Witznitz) flossen in die Vorgänger-Studie ebenfalls die Ergebnisse der detaillierten Stofftransportmodellierung [5e] ein. Im Vergleich zur aktuellen Untersuchung kommt es zum verzögerten Eintrag der Eisenfrachten in die Pleiße. Die Größenordnung ist in beiden Studien aber vergleichbar. In den Bilanzgebieten 2, 7 und 9 resultieren höhere aktuell angesetzte Eisenkonzentrationen in entsprechend höheren Eiseneinträgen in die Pleiße.

Mengenströmung, Berechnung der Eisenfrachten nach Umstellung der Nutzung auf Luzerneanbau auf den betrachtenden Flächen

Gem. Abstimmung mit dem AG wurde die **Neubildungsreduzierung ab dem 01.01.2017 im Modell realisiert**. Die Grundwasserneubildung wird im verwendeten Hydrogeologischen Modell flurabstandsabhängig vorgegeben. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass sich die Neubildung nach einer Nutzungsänderung tatsächlich erst mit Verzögerung einstellt. Im Zuge der Umsetzung des Best-Case-Szenarios wurde die Flurabstandsfunktion im **Bereich der prioritären Flächen** mit einem **75%igen Reduktionsfaktor** belegt, d.h. dass jede der angesetzten tiefenspezifischen Raten auf $\frac{1}{4}$ ihres Ausgangswertes gesetzt wird.

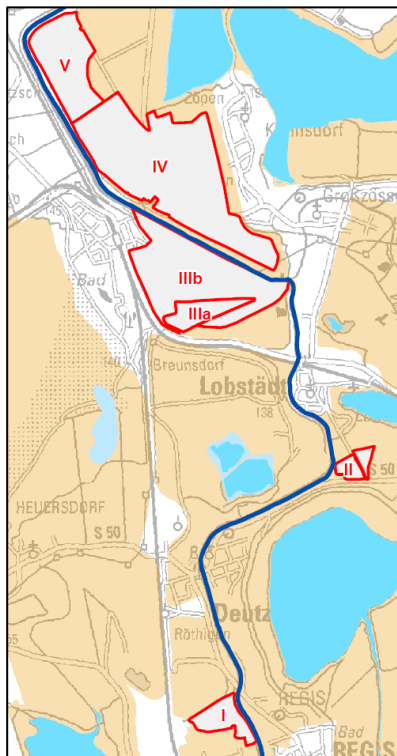
Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 3-6 (S. 79) dokumentiert. Die Lage und Bezeichnung der prioritären Flächen geht aus Abbildung 3-11 hervor.

„Die Wirksamkeit der Bewirtschaftungsänderung lässt sich im Vergleich des Best-Case mit dem Baseline-Szenario wie folgt bewerten: Für die Fläche I kann lediglich eine sehr geringe Frachtenreduzierung um 6 kg/d bzw. 2 % erreicht werden, da der betrachtete Kippenkörper aus dem Siedlungsgebiet Breitingen mit entsprechend hohen Neubildungsraten angeströmt wird und die Eisenfracht unabhängig von der Neubildungsreduzierung auf der Fläche in die Pleiße eingetragen wird. Ein ebenfalls geringer Wirkungsgrad von 1 % (2 kg/d) ergibt sich für die Fläche II, welche flurnahe Grundwasserstände mit ohnehin geringer Neubildung aufweist.

Die Fläche IIIa (landwirtschaftl. Fläche im Südteil Kippe Witznitz) ist verhältnismäßig klein. Der Grundwasserzufluss in die Pleiße aus dem Bilanzgebiet 4W lässt sich bei Berücksichtigung dieser Fläche um ca. 6% (38 kg/d) reduzieren. Wird zusätzlich die Fläche IIIb betrachtet (Wald, Sträucher, Heideland) und in Luzerneanbau umgewandelt, resultiert eine Gesamtreduzierung von 21% (144 kg/d) im Teilgebiet 4W, wobei Wald an sich eine deutlich geringere Neubildung als traditionelle Ackerflächen aufweist. Inwieweit diese durch den Luzerneanbau tatsächlich deutlich unterschritten werden kann, wäre in einer Detailuntersuchung unter Verwendung der Ergebnisse des Großversuchs kritisch zu prüfen.

In den Bilanzgebieten 4O und 5O mit den Flächen IV (Großversuch) und V führt die Maßnahme zu einer Reduzierung des Eiseneintrags in die Pleiße um jeweils ca. 50% bzw. 331 kg/d im Bilanzgebiet 4O sowie 50 kg/d im Bilanzgebiet 5O. [13c]“

Unter Berücksichtigung aller Flächen ließe sich gemäß den Berechnungen die Gesamt-Eisen-Fracht im betrachteten Einzugsgebiet in die Pleiße von 2409 kg/d (Baseline-Szenario) um 533 kg/d bzw. 22% verringern.



Fläche I = 1W südliche Fläche

Fläche II = 2O nördliche Fläche

Fläche IIIa = 4W (Landwirtschaftliche Nutzung)

Fläche IIIb = 4W (Wald, Sträucher und Heideland)

Fläche IV = 5O mit 4O westliche Fläche (Großversuch Kippe Witznitz inkl. Erweiterungsfläche A)

Fläche V = 5O (außerhalb Großversuch)

Abbildung 3-11: Betrachtungsgebiete in der Hydrogeologischen Modellierung [13c]

Tabelle 3-6: Bilanzierung der Eisenfrachten und Reduzierung nach Bilanzgebieten für den stationären Zustand 2100 [13c]

Bilanzgebiet	enthält prior. Fläche	Eisen-ges.-Frachten in die Pleiße [kg/d]		Frachtreduzierung	
		2100, Baseline	2100, Best Case	absolut [kg/d]	anteilig [%]
1W	I	235	229	6	2%
1O		62			
2W		115			
2O		155	154	2	1%
3W	II	69			
3O		17			
4W		684	646	38	6%
			539	144	21%
	IIIa				
	IIIa+IIIb				
4O	IV	678	347	331	49%
5W		23			
5O		101	51	50	49%
6W		11			
6O	IV+V	15			
7W		55			
7O		75			
8W		7			
8O		20			
9W		9			
9O		78			
Summe		2409	1876	533	22%

Folgende Verallgemeinerungen wurden vom Bearbeiter abgeleitet [13c]:

„Aus den Berechnungen lässt sich schlussfolgern, dass folgende Kriterien für eine erfolgreiche Maßnahmendurchführung gewährleistet sein sollten:

- Hohe Eisenkonzentrationen,
- Grundwasserneubildung sollte die Hauptspeisung im Bilanzraum darstellen; möglichst geringer Grundwasserzustrom aus dem Hinterland,
- Grundwasserflurabstände > 2 m,
- Vormalen bereits landwirtschaftlich genutzte Flächen; es ist fraglich, Nutzungsarten mit deutlich geringerer Neubildung in Ackerland umzuwandeln

Alle Kriterien treffen optimal auf die Fläche IV des Großversuchs zu, für die die mit Abstand höchste Frachtenreduzierung berechnet wurde. Weiterhin ist die Fläche V als geeignet zu bewerten, wobei geringere Eisenkonzentrationen zu einer entsprechend geringeren Frachtenreduzierung führen. Außerdem sind teilweise flurnahe Grundwasserstände sowie die mögliche Eisen-Festlegung im gewachsenen Kippenanschluss zu berücksichtigen.“

3.3 Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehem. Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen

Mit der Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschließlich Untersuchungen zur Verwertung von Eisenhydroxidschlämmen [14a] wurde eine prioritäre Vorzugsvariante abgeleitet, die die Ableitung von Pleißewasser rechtsseitig vor dem Trachenauer Wehr in den Kahnsdorfer See beinhaltet.

Die Projektidee der Vorzugsvariante beruht darauf, dass das Eisenhydroxid aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeit im Seekörper ausfällt und sich an der Sohle des Kahnsdorfer Sees als Eisenhydroxidschlamm (EHS) dauerhaft abgelagert.

Entsprechend den Festlegungen der 21. Sitzung des vorhabenbegleitenden Arbeitskreises (VAK) am 10.11.2015 wurde aus dieser Studie die Variante VM 1-C als Vorzugsvariante bestätigt.

Die Vorplanung zur Untersuchung der Vorzugsvariante wurde in 2016 durch die LMBV beauftragt. Die Leistungserbringung ist bis zum September 2017 vorgesehen. Der Stand der Grundlagenermittlung (Lph. 1 HOAI) ist im Bericht [15d] dokumentiert.

Zielstellung der Vorplanung:

Mit der Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See soll durch die EHS-Sedimentation die Eisenkonzentration des den See verlassenen Wassers unter die Sichtbarkeitsschwelle (ca. 1,5 mg/l) gesenkt werden. Daher sind bereits im Rahmen der Grundlagenermittlung eine 2D-Hydrnumerische Modellierung des Gesamtsystems sowie eine 3D-Modellierung des Kahnsdorfer Sees Bestandteil der Untersuchungen. Die Lösung soll dauerhaft und nachhaltig sein. Der neue Gewässerverlauf soll als Gewässer I. Ordnung gewidmet werden und damit in die Zuständigkeit des Freistaates Sachsen (bzw. der Landestalsperrenverwaltung) übergehen.

Zur Umsetzung des Vorhabens sind grundsätzlich folgende Objekte/Bauwerke (BW) zu berücksichtigen [15d]:

- BW 1 - Hochwasserschutztor am Beginn des Gewässerabschnitts von der Pleiße zum Kahnsdorfer See (Neubau),
- BW 2 - Gewässerabschnitt von der Pleiße zum Kahnsdorfer See (Neubau),
- BW 3 - Brückenbauwerk/ Durchlass Querung Gewässerabschnitt von der Pleiße zum Kahnsdorfer See mit der Kreisstraße K 7930 (Neubau),
- BW 4.1 - Gewässerabschnitt und Brückenbauwerk/Durchlass Querung vom Kahnsdorfer See in den Hainer See inklusive Überlaufschwelle (Ersatzneubau); wenn hydraulisch notwendig sowie Prüfung der Erforderlichkeit der Nachsorgeneutralisation Hainer See,
- BW 4.2 - Brückenbauwerk/ Durchlass Querung Wirtschaftsweg zwischen Kahnsdorfer See und Gewässerabschnitt vom Hainer See zur Pleiße (Neubau),
- BW 5 - Brückenbauwerk/ Durchlass Querung Gewässerabschnitt vom Hainer See in die Pleiße mit Wirtschaftsweg (Ersatzneubau),
- BW 6 - Gewässerabschnitt vom Hainer See bzw. Kahnsdorfer See in die Pleiße (Ausbau/Ersatzneubau),
- BW 7 - Brückenbauwerk/ Durchlass Querung Gewässerabschnitt vom Hainer See bzw. Kahnsdorfer See in die Pleiße mit der Kreisstraße K 7930 (Ersatzneubau),
- BW 8 – Kreuzungsbauwerk Gewässerabschnitt vom Hainer See in die Pleiße mit dem Gewässerabschnitt zum Stausee Rötha (Ersatzneubau),
- BW 9 - Kreuzungsbauwerk Gewässerabschnitt vom Hainer See mit Wirtschaftsweg (Ersatzneubau),
- BW 10 - Hochwasserschutztor am Ende Gewässerabschnitt von Hainer See in die Pleiße (Ersatzneubau),
- BW 11 - Trachenauer Wehr (Umbau),
- Maßnahme 12 - Beräumung Trachenauer Wehr.

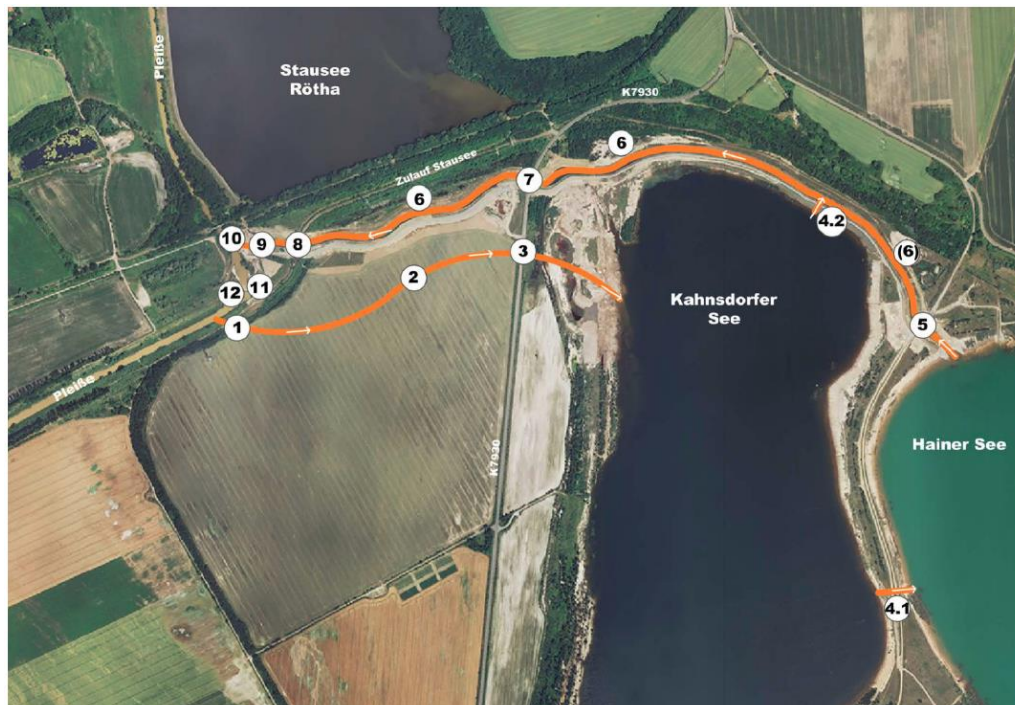


Abbildung 3-12: Untersuchungsraum und Planungsobjekte [15d]

Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurden folgende weitere Randbedingungen betrachtet:

- Landschaftsbild und Flächennutzung
- Historische Entwicklung der Landschaft
- Hydrologische und hydraulische Verhältnisse
- Geologische und hydrogeologische Verhältnisse
- Raumordnung, Bauleitplanung
- Schutzgebiete
- Gewässerzustand – Anforderungen Gewässerdurchgängigkeit und WRRL
- Archäologie und Denkmalschutz
- Altlastenverdachtsflächen
- Infrastruktur
- Tourismus
- Vorhandene wasserwirtschaftliche Anlagen
- Anderweitige Planungen
- Eigentümer-Belange/Flächenverfügbarkeit (Flächenverfügbarkeit sehr eingeschränkt, da Flächen nicht im wirtschaftlichen Eigentum der LMBV)

Aus den vorhandenen Nutzungen im Seengebiet und der stark eingeschränkten Flächenverfügbarkeit leitet sich ein Raumwiderstand ab, der der Umsetzung der Maßnahme ggf. entgegensteht. So unterliegt der Hainer See einer starken touristischen Nutzung. Am Nordufer befindet sich ein Campingplatz. Zahlreiche Freizeitaktivitäten wie Baden, Tauchen, Wasserski, Bootfahren, Wandern, Radfahren und Reiten sind möglich. Entsprechend sind Wander-, Reit- und Fahrradwege ausgewiesen, auch um den Stausee Rötha sowie entlang der Pleiße.

Für die Verwaltungsgemeinschaft der Stadt Rötha und der Gemeinde Espenhain sowie für die Stadt Böhlen liegen Flächennutzungspläne vor. Diese sehen beispielsweise für den Bereich westlich des Kahnsdorfer Sees Wald vor. Am Hainer See wurden einige B-Pläne für Wohnbebauung und Freizeitnutzung genehmigt.

Im Rahmen der Grundlagenermittlungen wurden daher Gespräche mit den Flächeneigentümern geführt in denen insbesondere die Blauwasser Seemanagement GmbH die Bedeutung des Hainer Sees für den Tourismus herausstellte und den Kahnsdorfer See (Vorrangfläche Naturschutz) touristisch als eine Einheit mit dem Erholungsraum des Hainer Sees versteht. Negative Auswirkungen auf die Lebensqualität und die touristische Nutzung am Hainer See werden befürchtet.

Am 29. November 2016 wurde daher durch die LMBV zusammen mit den Bearbeitern der Vorplanung auf Veranlassung der Teilnehmer eine Informationsveranstaltung zur Planung von Maßnahmen zur Reduzierung von bergbaulichen Belastungen im Fließgewässer Pleiße durch. Anwesend waren Vertreter des Zweckverbandes Planung und Erschließung Witznitzer Seen, der Gemeinde Neukieritzsch, der Blauwald GmbH & Co. KG, der Blauwasser Seemanagement GmbH, der Anrainer am Hainer See, des Regionalen Planungsverbandes Leipzig-West Sachsen, der Landesdirektion Sachsen, des Sächsischen Oberbergamtes, des Kommunalen Forums Südraum Leipzig, des Landratsamts Landkreis Leipzig und der Stadt Leipzig. Weitere Informationsveranstaltungen folgten am 06.04.2017 und 08.06.2017.

2D-Modellierung Gewässersystem - Erstellung des Modells auf der Basis vorhandener Daten

Mit der Grundlagenermittlung erfolgte die Erstellung eines vereinfachten 2D-HN-Modells. Dazu wurden die vorhandene Gewässergeomtrie (HWSK-Vermessung 2003), das bergmännische Risswerk, die Bestandsunterlagen des Trachenauer Wehres sowie die Lotungsdaten des Kahnsdorfer Sees als Grundlage zur Modellerstellung verwendet. In das Modell wurde der geplante Zuleiter zum Kahnsdorfer See eingearbeitet, so dass die hydraulische Bestandssituation abgebildet und in den weiteren Schritten eine Dimensionierung/Optimierung der neu zu errichtenden bzw. umzubauenden Bauwerke möglich ist.

3D-Modellierung Kahnsdorfer See

Für die Bewertung der Wirksamkeit (Quantifizierung des Absetzverhaltens) der EHS-Sedimentation wurde ein 3D-Stoffmodell erarbeitet [15e].

Im Ergebnis der ersten Untersuchungen wurde vom Bearbeiter festgestellt, dass unter den festgelegten Annahmen und mit den gewählten Parametern eine EHS-Sedimentation möglich ist. Im gewählten Abflussspektrum kann die EHS-Konzentration am Ablauf des Kahnsdorfer Sees unter die Sichtbarkeitsgrenze gemindert werden.

Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Morphologische Randbedingung 3D-Geländemodell Kahnsdorfer See (Lotung/Befliegung -> Bathymetrie, max. Wassertiefe 43 m bei einem Wasserstand von 126,5 m NHN)
- Meteorologische Randbedingungen Windrose der Wetterstation im Bereich des Trachenauer Wehres für den Zeitraum 04/2011 bis 12/2011 (Windgeschwindigkeiten bis 8,2 m/s aus den Richtungen S, über SW bis W) -> 2 Szenarien für Windgeschwindigkeiten von 3 und 6 m/s aus Richtung SW
- Vertikales Temperaturprofil des Kahnsdorfer See: Annahme einer Schichtung in einer Wassertiefe von 7 m (auf der Grundlage der gemessenen Epilimniontiefen zwischen 3,9 und 10 m), weitere Annahme: kein Wärmeaustausch mit der Atmosphäre, kein Eintrag von Grundwasser
- Eintrag von Pleißewasser und Wasserentnahme

Variante Sz_01 Eintrags- und Entnahmepunkte im Bereich des Nordufers ca. 550 m voneinander entfernt (Windrichtung annähernd in Richtung Entnahmepunkt)

Variante Sz_02 Eintragspunkt im Bereich des Westufers, Austragspunkt im Bereich des Nordufers (ca. 700 m voneinander entfernt) -> Windrichtung weist nicht direkt zum Entnahmepunkt



Abbildung 3-13: Eintrags- und Entnahmepunkte der Szenarien 01 und 02 [15e]

Die Eintragsvolumenströme wurden mit der LMBV abgestimmt (siehe Tabelle mit den resultierenden Vektoren).

Eintragsvolumenströme und resultierende Vektoren (v_x , v_y) des Eintrags [15e]

Q	v_{abs}	Eintragswinkel	v_x	v_y	Temp.
m^3/s	m/s	Grad	m/s	m/s	°C
6,0	1,00	135,0	0,707	-0,707	15,0
3,0	0,50	135,0	0,354	-0,354	15,0
10,0	1,67	135,0	1,179	-1,179	15,0

- Fe-Konzentration im Pleißewasser 10 mg/l (Eintrag) = konstant
- Sedimentationsgeschwindigkeit (15 cm/h = $4,18e-5$ m/s) = konstant

Szenarien:

- Variation des Eintrags- und Entnahmevolumenstromes
- Variation der Windgeschwindigkeit aus südwestlicher Richtung

für Eintrags- und Entnahmepunkte Sz_01 (Nordufer) und Sz_02 (West bzw. Nordufer).

Tabelle 3-7: Szenarien zur Auswertung des der Eisenkonzentration am jeweiligen Entnahmepunkt [15e]

Szenarien	EINTRAG PLEIßE			WIND	PARTKEL			SEE
	Q	v	Temp,	WindG	v _{sed}		Fe-Konz.	
	m³/s	m/s	°C	m/s	m/s	cm/h	mg/L	See
kein Eintrag	0,0	0,00		6.0				Schichtung
Sz_01								
Sz_01_Var1b	3,0	0,50	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_01_Var2b	6,0	1,00	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_01_Var3b	10,0	1,67	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02								
Sz_02_Var1a	3,0	0,50	15,0	3.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02_Var1b	3,0	0,50	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02_Var2a	6,0	1,00	15,0	3.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02_Var2b	6,0	1,00	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02_Var3a	10,0	1,67	15,0	3.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung
Sz_02_Var3b	10,0	1,67	15,0	6.0	4.18E-05	15.0	10	Schichtung

Ergebnisse der hydraulischen Berechnung:

Auf der Basis der berechneten Geschwindigkeitsvektoren in der XY-Ebene, der Eisenverteilung und der Konzentrationsentwicklung an der jeweiligen Entnahmestelle erfolgte die Auswertung der Modellierung durch den Bearbeiter [15e]:

In der Nullvariante wurde der Einfluss des Windes auf die Strömung im Kahnsdorfer See untersucht. Wenn kein Eintrag von Pleißewasser in den Kahnsdorfer See erfolgt wird bei vorhandener Schichtung im Epilimnion eine Strömung erzeugt. In 0,48 m Wassertiefe wird eine Strömung in Windrichtung (SW) induziert. Durch die thermische Schichtung des Gewässers kommt es zu einer Rückströmung über dem Metalimnion in die entgegengesetzte Richtung. „Durch den Eintrag von Pleißewasser wird, je nach Größe des eingetragenen Volumenstromes die windinduzierte Strömung überprägt. ... Die über die Pleiße eingetragene Fe-Fracht wird mit dem Wind in Richtung Ausleitpunkt transportiert. Mit der Erhöhung der Eintragsmengen aus der Pleiße und der damit einhergehenden Erhöhung der Fe-Fracht sowie des Eintragsimpulses wird die Fe-Fahne schneller in Richtung Ausleitpunkt verlagert.

Weiterhin zeigen die Berechnungsergebnisse, dass bei der angenommenen Sedimentationsgeschwindigkeit der Fe(OH)₃-Flocken von 15 cm/h besonders bei hohen Volumenströmen mit einer wahrnehmbaren Braunfärbung des Gewässers zu rechnen ist.

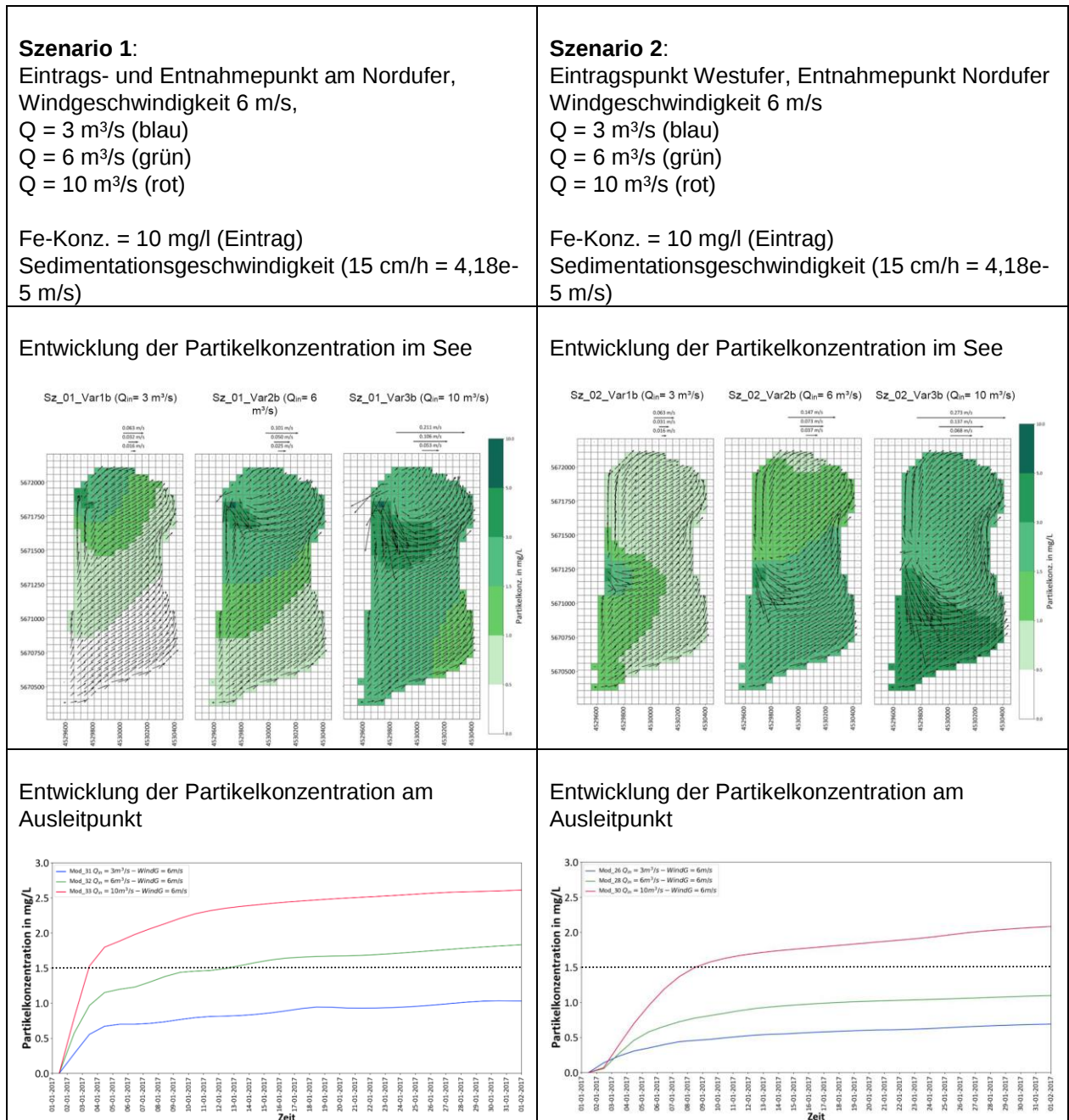


Abbildung 3-14: Zusammenstellung der Ergebnisse für die Szenarien Sz_01_Var1b, Sz_01_Var2b, Sz_01_Var3b aus [15e] mit Eintragung der Ausleitbedingung 1,5 mg/l

Bei geringen Eintragsvolumenströmen ist nach etwas 30 Tagen der nordwestliche Bereich des Sees von der Braunfärbung betroffen. Die visuelle Wahrnehmung verlagert sich mit steigenden Volumenströmen in Richtung Süden und nimmt stetig eine größere Fläche ein.“ Mit der Erhöhung der Fe-Fracht steigt die Konzentration am Entnahmepunkt, wobei die Ausleitbedingungen von 1,5 mg/l bei einem Eintrag von 10 m³/s schon nach ca. 3 Tage überschritten werden.

„Bei einem Eintragsvolumenstrom von 6 m³/s sind etwa zwei Wochen Eintrag notwendig, um die Ausleitbedingungen von 1,5 mg/l zu überschreiten. Bei einer weiteren Verringerung der Fracht (3 m³/s)

kann davon ausgegangen werden, dass bei den angenommenen Randbedingungen auch ein Eintrag über einen Zeitraum von 4 Wochen nicht zu Fe-Konzentrationen an der Ausleitstelle $> 1,5 \text{ mg/l}$ führt.

Mit der Verlegung des Eintragspunkts an das Westufer des Kahnsdorfer Sees (Szenario Sz_02), kann auf die Ausleitkonzentration bei gleichen Randbedingungen, wie der $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Sedimentationsgeschwindigkeit Einfluss genommen werden. ... Durch die Verlagerung des Eintragspunktes wird der Sedimentationsweg länger, was zu einer besseren Abscheidung der $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Flocken führt. Entsprechend sind auch die Konzentrationen am Ausleitpunkt geringer.[15e]

Im Vergleich zu den dargestellten Szenarien Sz_01 ist sowohl die zeitliche Entwicklung der Fe-Konzentration an der Ausleitstelle als auch die maximale Höhe der Fe-Konzentration für eine Ausleitung günstiger.

So wird bei maximalem Eintragsvolumenstrom von $10 \text{ m}^3/\text{s}$ die Ausleitkonzentration nicht nach 3 Tagen (Sz_01) sondern erst nach 8 Tagen überschritten. Für die Eintragsmengen 6 und $3 \text{ m}^3/\text{s}$ kann davon ausgegangen werden, dass es nicht zu einer Überschreitung der Fe-Konzentration von $1,5 \text{ mg/l}$ an der Entnahmestelle kommt.

Fazit des Bearbeiters [15e]:

Die bisherigen Modellergebnisse in Szenario 2 zeigen, dass mit der Umverlegung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See bei Zugrundelegung einer Sedimentationsgeschwindigkeit der $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Flocken 15 cm/h ein wirksamer Rückhalt von Eisenhydroxid erzielbar ist.

Folgende Faktoren sind neben der Sedimentationsgeschwindigkeit der $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Flocken für die Abscheidung aus dem Seewasser und damit für die Ableitung von Seewasser mit einer Fe_{ges} -Konz. $< 1,5 \text{ mg/L}$ bestimmend:

- Eintrag und Einmischung des Wassers aus der Pleiße in den Wasserkörper (Eintragungsgeschwindigkeit, Richtung der Geschwindigkeitsvektoren des Eintragsvolumenstromes, Wassertiefe des Eintrags),
- Temperatur des eingeleiteten Wasser im Vergleich zum Seewasser am Einleitpunkt Temperatur des Pleißewassers mit Fokus auf die Fe^{2+} Oxidation, die Fällung von $\text{Fe}(\text{OH})_3$ und die $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -Flockenbildung,
- Position der Entnahme von Wasser aus dem Kahnsdorfer See.

Im Rahmen der weiteren Grundlagenermittlung wurden die bisher aus der Literatur angesetzte Sedimentationsgeschwindigkeit (15 cm/h) durch Versuche an Wasserproben die zuvor an den Pleißemessstellen 6, 7, 8, und 9 entnommen wurden, bestimmt.

Weiterhin wurden die Eintragskonzentrationen in Abhängigkeit vom Durchfluss definiert. Grundlage dafür waren die im Pleißemonitoring ermittelten Eisenkonzentrationen und Durchflüsse.

- Fe-Konzentration Eintrag (neu): in Abhängigkeit des Abflusses $2 \dots 6 \text{ mg/l}$
- Sedimentationsgeschwindigkeit $0,4 \text{ cm/h}$ ($1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$)

Tabelle 3-8: Verifizierte Randbedingungen im Rahmen der Grundlagenermittlung [15f]

Szenarien	EINTRAG PLEIßE			WIND	PARTKEL			SEE
	Q	v	Temp.	WindG	vsed		Fe-Konz.	See
	m³/s	m/s	°C	m/s	m/s	cm/h	mg/L	See
kein Eintrag	0,0	0,00		6,0				Schichtung
Szenario 3								
Sz_03_Var1b	3,0	0,50	15,0	6,0	1,1E-06	0,4	6	Schichtung
Sz_03_Var2b	6,0	1,00	15,0	6,0	1,1E-06	0,4	3	Schichtung
Sz_03_Var3b	10,0	1,67	15,0	6,0	1,1E-06	0,4	2	Schichtung

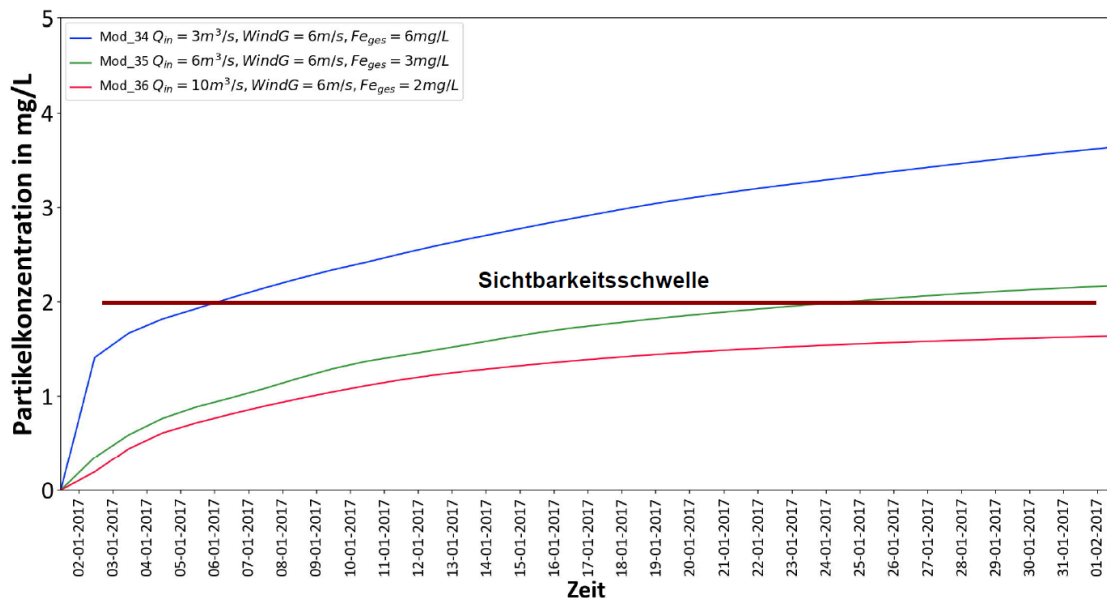


Abbildung 3-15: Entwicklung der Partikelkonzentration am Ausleitpunkt [15f]

Die geänderten Ansätze (verringerte Sedimentationsgeschwindigkeit, Klassifizierung der Eintragskonzentrationen) zeigten eine deutliche verminderte Wirksamkeit der angedachten Maßnahme. Die Überschreitung des zuvor angesetzten Ausleitkriteriums wird nun bei geringen Durchflüssen von 3 m³/s und einer Einleitkonzentration von Fe(ges) = 6 mg/l schon nach kurzer Zeit erreicht. Die Sichtbarkeitsschwelle von ~ 2 mg/l Fe(ges)-Konzentration wird nach ca. 5 Tagen überschritten.

Die Ergebnisse der Grundlagenermittlung und der Bearbeitungsstand zur Gesamtbetrachtung denkbarer Lösungsansätze zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in der Pleiße wurden am 08.06.2017 im Hause der LMBV einem breiten Teilnehmerkreis vorgestellt und diskutiert. Dabei wurde u. a. dargelegt, dass die bisherigen Modellierungen und Sedimentationsuntersuchungen eine mangelhafte Sedimentation im Kahnsdorfer See prognostizieren, wodurch die Maßnahmenwirksamkeit grundsätzlich in Frage gestellt wird.

Aufgrund dessen wurde die weitere Bearbeitung der Vorplanung zunächst ausgesetzt bis detaillierte Prognosen zur Wirksamkeit dieser Maßnahme vorliegen, bis über die Weiterführung der Vorplanung entschieden werden kann.

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.

4.1 Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring

Zielstellung

Mit der Zielstellung eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen, erfolgte die Beprobung an den Messstellen der Pleiße möglichst in allen Abflussklassen 1 bis 5. Der vorliegende Bericht [40] dokumentiert den Zeitraum bis Dezember 2016.

Arbeitsstand/Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Abflussbedingungen in 2016 ermöglichten 12 Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1 bis 5. Alle 10 Messstellen in der Pleiße konnten dabei wie geplant untersucht.

Der Schwerpunkt der Auswertung lag auf der Darstellung und dem Vergleich der Konzentrationen und Frachten der bergbaurelevanten Parameter, Eisen und Sulfat, im Längsverlauf der Pleiße und bei den 5 verschiedenen Abflussklassen.

Für die Berechnung der mittleren jährlichen Eisen(ges.)- und Sulfat-Fracht wurden die Tagesabflüsse der Pleiße 2016 am Pegel Böhlen den 5 Abflussklassen zugeordnet. Mittels der berechneten mittleren Frachten je Abflussklassen wurden die Stoffmassen je Klasse ermittelt und daraus die Jahressumme gebildet.

Für das Jahr 2016 wurde bei PL 18 eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht von 328,5 t/Jahr berechnet, das entspricht 900 kg/Tag bzw. 10,4 g/s. Es ist wahrscheinlich, dass die Eisen(ges.)-Fracht, die 2016 von der Pleiße in die Weiße Elster transportiert wurde, in dieser Größenordnung liegt. 2015 wurde bei PL 18 mit 315 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht berechnet.

Die berechnete mittlere jährliche Sulfat-Fracht 2016 bei PL 18 beträgt 75.400 t/Jahr, das entspricht 207 t/Tag bzw. 2.392 g/s. 2015 wurde bei PL 18 mit 73.360 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Sulfat-Fracht berechnet. [40]

Empfehlung des Bearbeiters zur weiteren Vorgehensweise [40]

1. Aufgrund der Ergebnisse des hier vorliegenden Berichts, besonders der erhöhten Eisen-Konzentrationen im kippenbeeinflussten Fließabschnitt (PL 6 – PL 9) und den hohen Sulfat-Konzentrationen (465 mg/L bei Abflussklasse 1) und -Frachten am Ende der Fließstrecke (PL 18), wird empfohlen, die abflussbezogenen Untersuchungen in der Pleiße im Jahr 2017 und darüber hinaus fortzuführen. Wegen der statistischen Auswertbarkeit der Daten sollten mindestens 3 Wasseruntersuchungen bei jeder der 5 Abflussklassen durchgeführt werden.

2. Eisen(gel.), Eisen(ges.)- und Sulfat-Konzentrationen der Zuflüsse Faule Pfütze, Gösel und Floßgraben sollten bei jeder Wasseruntersuchung bestimmt werden, um die abflussbezogene Beeinflussung der Konzentrationen und Frachten in der Pleiße durch diese Zuflüsse zu beurteilen.

Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung

- Mit dem in 2016 umgesetzten Monitoringprogramm steht ein großer Datenfundus zur Beurteilung der Güte- und Frachtentwicklung (bergbautypischer Parameter) in der Pleiße 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 12: uh. Mdg. Gösel, Pegel Böhlen
 - 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 in der Pleiße im verminderten Umfang (südlich und nördlich der Kippe Witznitz bis zum südlichen Stadtrand von Leipzig) weitergeführt werden. Der Schwerpunkt sollte dabei auf die Abflussklasse < 4 gelegt werden, um Veränderungen der Konzentrationen der Einträge aus dem Grundwasser in die Pleiße feststellen zu können.
- Im Rahmen der Betrachtungen der potentiellen Maßnahme Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See wurden Untersuchungen zur Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit durchgeführt. Da bisher noch keine statistisch verwertbare Anzahl von Messergebnissen für diesen Parameter existiert und es sich dabei um keine Naturkonstante handelt wird die Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit im Rahmen der Beprobungskampagne an den Messstellen 6, 9, 10A und 12 empfohlen. Mit Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit an mehreren Messstellen kann die voraussichtliche Veränderung des Parameters im Pleiße Verlauf untersucht werden.

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

Zielstellung

Zur Überwachung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse führt die LMBV in deren Zuständigkeitsbereich ein Montanhydrologisches Monitoring (MHM) durch. Zur Ergänzung und Erweiterung der erhobenen obligatorischen MHM-Daten wurde in 2007 im Kippengebiet Witznitz ein Messplatz errichtet.

Mit den Erfahrungen der letzten Jahre wurden die Untersuchungen auf die mehrfachverfilterten Messstellen und die Rammpegel beschränkt.

Ergänzt wurde das Monitoring um die GW-Messstellen, die im Zuge der Grundlagenermittlung zum Sickerschlitz im Bereich der Hochkippe Neukieritzsch (südwestlicher GW-Anstrom zur Pleiße) errichtet wurden.

Für den vorliegenden Sachstandsbericht wurden die Daten der bestehenden Grundwassermonitoringprogramme der LMBV und Dritter für das Jahr 2016 in die Datenbasis integriert und die Auswertung der Grundwasseranalysen in einem gesonderten Bericht dokumentiert [1k].

Die erhobenen Daten bilden die Grundlage für die Beschreibung des jeweiligen IST-Zustandes und der Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit auf der Kippe Witznitz sowie im unterirdischen Einzugsgebiet der Pleiße (Bilanzgebiet 1 bis 9). Die Daten zur Grundwassergüte sind die wesentliche Datenbasis für weiterführende Modellierungen des Grundwasserstromes und Frachten, wie z. B. die aktuelle Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung [13c].

Arbeitsstand/Zusammenfassung der Ergebnisse

Die umfassende Datenbasis für Grundwassergütemessungen wurde mit der Erstellung des Sachstandsberichtes weiter ergänzt.

136 Messstellen konnten dem unterirdischen EZG zugeordnet und ausgewertet werden (allein 123 GWMST der LMBV, 17 LEAG, 2 MIBRAG, 8 LTV, 2 LDS).

Die Anzahl der relevanten Messstellen hat sich verringert, da einige Messstellen nicht mehr beprobt werden oder defekt sind. Daher wurden nur jene Messstellen berücksichtigt, für die die letzte Probenahme nicht länger als 2011 zurückliegt.

Die Verteilung der Grundwassergütemessstellen im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße ist sehr unterschiedlich. Unterrepräsentiert sind die Bilanzgebiete 7O und 9O. Weiterhin ist festzustellen, dass pleißenaher Pegel, die unmittelbar die Grundwassergüte des Zustroms zur Pleiße abbilden, außerhalb der Bilanzgebiete Kippe Witznitz nur untergeordnet vorhanden sind.

Insgesamt wird die Situation der Grundwassergüte des letzten Sachstandsberichtes 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 im Bilanzgebiet 7 gemessen (7O_K, Mst. 306, 1.100 mg/l Fe(gel)).

Für den Bereich der Kippe Witznitz erfolgte zudem das Grundwassermonitoring im Zeitraum 08/09 2016 und umfasste die Beprobung und Analyse des Grundwassers an den 3 mehrfach verfilterten Messstellen sowie an 25 als Rammpegel ausgebauten Grundwassermessstellen [3e].

Die Grundwasserproben an den mehrfach verfilterten Messstellen sind in allen Messpunkten für Sulfat und gelöstes Eisen deutlich bis extrem erhöht. Zudem deutet sich in einzelnen Teufenbereichen ein weiteres Absinken der pH-Werte (bis 4,3) an. Demzufolge ist eine intensive Mobilisierung von Schwermetallen erkennbar. Die Karbonathärten deuten in der Großzahl der Messpunkte auf eine weiter abnehmende pH-Pufferkapazität (Abbau von Karbonaten). Bei der aktuellen Entwicklung ist in Zukunft weiterhin mit einer deutlichen Beeinflussung des Grundwassers durch die Kippe zu rechnen.

Für die pleißenahen Rammpegeln (Wyhramündung bis Neukieritzsch) zeigte sich bei mehreren Messpunkten eine Überschreitung des bisherigen Messwertniveaus bei elektr. Leitfähigkeit und Eisen gelöst sowie vereinzelt bei Sulfat und Redox (mit Trend, v.a. rechtsseitig der Pleiße). Hervorzuheben ist insbesondere die Entwicklung bei der RKB4, seit 2010 kam es hier zu deutlichen Messwertanstiegen benannter Parameter.

Flussabwärts (ab Neukieritzsch) waren für die pleißenahen Pegel nur vereinzelt Messwertveränderungen erkennbar. Messwertrückgänge wurden in der RKB6 bei pH, Sulfat und Karbonathärte festgestellt.

Empfehlung des Bearbeiters zur weiteren Vorgehensweise [3e]

Die Fortführung des Grundwassermonitorings in der aktuellen Form 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.

Die Errichtung von Ersatzmessstellen für die nicht mehr vorhandenen RKB15 und 16 ist zu prüfen.

Die TIC-Werte der aktuellen Messung bestätigen die Ergebnisse aus 2015. Die Ergebnisse werden als plausibel eingeschätzt. Hinsichtlich einer Vergleichbarkeit mit früheren Messungen bestehen jedoch Einschränkungen, da Messergebnisse unterschiedlicher Labore voneinander abweichen können. Für 2017 wird eine Parallelmessung in einem zweiten Labor empfohlen.

Die zerbrochene Straßenkappe der RKB4 ist durch die LMBV instand zu setzen. Weiterhin ist diese Messstelle vor der nächsten Probenahme freizuschneiden.

Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung

- Die Fortführung des Monitorings an den Mehrfachmessstellen sowie an den Rammpegeln wird bestätigt. 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.
- Mit der Beprobung 02/2012 wurde die Zerstörung der RKB 15 und 16 (außerhalb des GW-Einzugsgebietes der Pleiße liegend) festgestellt. Die bisher erhobenen Grundwassergütedaten sind als Grundlage zur Ableitung der Grundwasserfrachten in den Modellrechnungen eingeflossen. Die Modellparametrisierung ist abgeschlossen, so dass sich aus diesem Grund der Ersatz der beiden Pegel erübrigt. Zur Überwachung der Grundwasserdynamik dienen die GW-Messstellen des MHM, die den Bereich der Kippe Witznitz (Luzerneanbauflächen) ausreichend abdecken.

- Insofern begründete Zweifel an die Plausibilität der TIC-Werte bestehen, sollte eine Parallelmessung in einem zweiten Labor erfolgen. Andernfalls wären diese nicht notwendig, da nach Angaben des Bearbeiters die Ergebnisse aus 2015 bestätigt wurden und bei der Beurteilung des Hauptproblems „Eiseneintrag über den Grundwasserzustrom in die Pleiße“ anorganische Kohlenstoffverbindungen eine untergeordnete Rolle spielen.
- Die Durchführung des Monitorings im Rahmen des MHM (Güte/Dynamik) ist obligatorisch zur Überwachung der Grundwasserverhältnisse im Zuständigkeitsbereich der LMBV.
- Im Rahmen der Erstellung des Sachstandsberichtes wurden die Ergebnisse des Gütemonitorings der LMBV (MHM) und Dritter abgefragt, in eine einheitliche Datenbasis überführt und ausgewertet. 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.
- Die Empfehlungen entsprechen damit im Wesentlichen den Ausführungen in [1j] aus 11/2016.

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

Projektbegleitend erfolgte in den Phasen 1 und 2 die Ermittlung der Eisenfrachten, die der Pleiße über die GWL zuströmen (Hydrogeologischen Strömungsmodell, Stofftransportmodell [6f]) als wesentliche Grundlage für die Bewertung der Ist-Situation und die Prognose zur zeitlichen und quantitativen Entwicklung.

In Verbindung mit der Maßnahme 5.1 (Reduzierung des Sickerwasserstromes durch die Bewirtschaftung von Kippenflächen - großflächiger Luzerneanbau auf der Kippe Witznitz als Phase 3 im Gesamtprojekt) erfolgte parallel zur Begleitung des Luzerneanbaues die Laufendhaltung des Grundwasserströmungsmodells (dokumentiert im Jahresbericht zum Luzerneanbau [9g]) sowie aktuell die Hydrogeologische Modellierung zur reduzierten Grundwasserneubildung [9h].

Parallel zur Bearbeitung der vertiefenden Untersuchung der Ableitung von Sanierungsstandorten (Maßnahme 5.1) wurde weiterhin eine Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung [13c] durchgeführt. Die Fortschreibung des HGM sowie die Aktualisierung der durchschnittlichen bilanzgebietsbezogen Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße ermöglichten die Fortschreibung der Grundwasserströmungs- und -frachtbetrachtungen [6f] im Betrachtungsgebiet.

Bzgl. der Ausführungen im Rahmen der Gesamtbetrachtung wird auf die Darstellung der Maßnahmen 5.1 und 5.2 verwiesen.

4.4 Maßnahme 5.1 – Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen

Zielstellung

Im Zeitraum 2008 bis 2011 wurde der Pilotversuch zur Reduzierung der Exfiltration von eisenbelastendem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaubereiches Witznitz in die Fließgewässer der Pleiße und Wyhra durch Optimierung der Bewirtschaftung sowie bodenverbessernde Maßnahmen durchgeführt und nach einer Übergangszeit ab Herbst 2014 mit dem Bewirtschafter der landwirtschaftlichen Flächen in eine produktionswirksame Maßnahme überführt.

Die großtechnische, flächenhafte Umsetzung der Erfahrungen des Pilotversuches beinhaltet den Luzerneanbau auf 225 ha auf dem südlichen Teil der Kippe Witznitz, der ingenieurtechnisch mit den Untersuchungen auf den Feldversuchsflächen und den Lysimetern zu begleiten und auszuwerten ist.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Luzerneanbaues für das Jahr 2016 sind in [9g] dokumentiert.

Neben den genannten Untersuchungen zur wissenschaftlichen Begleitung waren die Modelle (Wasserhaushaltsmodell, Grundwassermodell) unter Berücksichtigung der erhobenen Daten zu aktualisieren. Darauf aufbauend waren Prognosen für die Grundwasserneubildung, die Entwicklung der Grundwasserstände und Grundwasservolumenströme zu erstellen.

Im Vergleich zu den letzten Betrachtungen war die Fruchtfolge nach einen 4 jährigen Luzerneanbau zu berücksichtigen.

Arbeitsstand/Zusammenfassung der Ergebnisse

Wissenschaftliche Begleitung

Die Teilflächen A, C und D wurden erstmalig 2015 mit Luzerne bepflanzt. 2016 erfolgte die Aussaat von Luzerne dann auf der Teilfläche E, sodass die Gesamtfläche etwa 187 ha betrug. 2017 erfolgt die Erweiterung der Anbaufläche um die Teilfläche B mit zusätzlichen 37,5 ha.

2015 und 2016 wurden die 6 Parzellen der Versuchsfläche 1 mit Luzerne und einem Luzerne-Gras-Gemisch betrieben. Zwei von den 4 Lysimetern in Brandis wurden analog zu Versuchsfläche 1 ebenfalls mit Luzerne bzw. einem Luzerne-Gras-Gemisch bewirtschaftet.

Auf den beiden anderen Lysimetern wurde im Frühjahr 2014 Mais, 2015 Winterweizen und 2016 Winterraps angebaut. Damit sollten vorab die Auswirkungen des für die Produktionsfläche nach 4 Jahren geplanten Fruchtwechsels untersucht werden.

Die klimatische Wasserbilanz war 2016 wie auch im Vorjahr negativ, was wiederum zu einer geringeren Grundwasserneubildung führte.

Brandis -81,9 mm

Witznitz -149,8 mm

In Auswertung der mit den Lysimetern ermittelten Verdunstungshöhen für die verschiedenen Anbaukulturen von 2010 bis 2016 (Mittelwerte) ergeben sich folgende durchschnittliche Verdunstungshöhen für verschiedene Anbaukulturen:

- Luzerne 662 mm
- Knaulgras 609 mm
- Winterraps 602 mm
- Winterweizen 582 mm
- Mais 580 mm
- Wintergerste 542 mm.

Im Jahr 2016 wurden folgende Sickerwassermengen gemessen (Vergleich zu 2015):

Luzerne:	0 mm (14/4)	(2015: 3,2 mm)
Knaulgras/Luzerne:	0 mm (14/2)	(2015: 42,3 mm)
Referenzwert (W-Raps):	83,8 mm (12/2)	(2015: 35,6 mm W-Weizen)

Weiterhin wurden vom Bearbeiter u. a. folgende Kernaussagen mit der Berichtserstattung 2015 [9g] getroffen:

- Die Erträge auf den Kontrollflächen der Bewirtschaftungsflächen lassen hinsichtlich der 2014 durchgeführten Meliorationsarbeiten keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu. Die Erträge auf den gekalkten Flächen waren gegenüber den nicht gekalkten Flächen etwas höher. Unterschiede zwischen den tiefengelockerten Bereichen und nicht tiefengelockerten Bereichen war nicht erkennbar.
- Die Ernteerträge auf der Versuchsfläche VF1 waren auch im 8. Vegetationsjahr noch hoch und entsprachen etwa den Erträgen aus dem Vorjahr.
- Die Erträge von reiner Luzerne und dem Knaulgras/Luzerne-Gemisch auf den Lysimetern lag mit 94 dt TM/ha bzw. 89 dt TM/ha deutlich unter den Erträgen auf der Versuchsfläche VF1 und der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Ursache für die Mindererträge auf den Lysimetern waren ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden (Inseleffekt).
- Die Ergebnisse des Jahres 2016 bestätigen wiederholt, dass Luzerne gut zur Reduzierung der Grundwasserneubildung geeignet ist. Mit steigendem Alter der Pflanzen ist ein Anstieg der Bodenwasserausschöpfung erkennbar, insbesondere auch im Winterhalbjahr.

Hydrogeologische Modellierung zur reduzierten Grundwasserneubildung

Gem. [9g] wird mit Auswertung der Sickerwassermengen der 14er Lysimeter von 2012 bis 2016 die erwartete Reduzierung der Sickerwasserrate auf 25 % bestätigt.

Für die Wirksamkeit der Luzerne auf der Kippe Witznitz bestand daher die Fragestellung, inwiefern der zwischen dem Agrarbetrieb und der LMBV vertraglich vereinbarte Fruchtfolgewechsel diese vermindert bzw. wie sich der Fruchtfolgewechsel auf die langfristige Entwicklung der GW-Stände in der Kippe auswirkt.

Der Vertrag sieht eine Fruchtfolge von 3 Jahren nach dem 4jährigen Anbau von Luzerne vor.

Für die im Folgenden betrachteten Szenarien sollte der langfristige Einfluss auf die Grundwasserstandsentwicklung aufgezeigt werden, wenn

- keine Luzerne angebaut werden würde, d. h. **langfristige konventionelle Landwirtschaft** betrieben wird (**Basisszenario 0**),
- **reiner Luzerneanbau** stattfindet (Dauergrünland - **Szenario 1**),
- **1 Jahr Fruchtwechsel** stattfindet (**Szenario 2a**),
- **3 Jahre Fruchtwechsel** stattfindet (**Szenario 2b**), wie es derzeit vorgesehen ist.

Die Berechnung der zeit- und flurabstandsabhängigen Sickerwasserraten erfolgte mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell.

Folgende Sickerwasserraten wurden ermittelt:

- **Basisszenario 0:** dauerhaft **100 %**
- **Szenario 1:** Absinken der Sickerwasserrate auf **25 %**
- **Szenario 2a:** **langjähriges Mittel** der Sickerwasserrate von **~ 40 %**
- **Szenario 2b:** **langjähriges Mittel** der Sickerwasserrate von **~ 57 %**

Die mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell ermittelten Sickerwasserraten wurden für die Verwendung im Grundwassermodell aufbereitet. Die Prognose zur Entwicklung der Grundwasserstände auf der Kippe Witznitz erfolgte anhand von Ganglinien, Isohypsen- und Differenzenpläne sowie die Betrachtung der Grundwasserspiegelgradienten an 2 Schnitten.

Für die Ermittlung der Grundwasservolumenströme in Richtung Pleiße wurden im Rahmen der Bearbeitung [9h] für zwei Schnitte der Volumenstrom berechnet und anteilmäßig auf die Fließbreite hochgerechnet, die dem Bilanzgebiet 4O entspricht.

Es wird deutlich, dass ausgehend vom Ist-Zustand (2016, 0,18 m³/min) für die Volumenströme im Jahr 2100 höhere Werte zu erwarten sind (0,21 m³/min). Im Szenario 1 ergibt sich durch die reduzierte GWN ein geringerer Volumenstrom mit 0,12 m³/min als im Szenario 0. Die Volumenströme in den Szenarien 2a und 2b entsprechen den jeweiligen Reduktionsraten der GWN: in Szenario 2a ergibt sich ein Volumenstrom von 0,14 m³/min und im Szenario 2b ein Volumenstrom von 0,16 m³/min.

Weiterhin ist ersichtlich, dass die hier ermittelten Werte denen für das Bilanzgebiet 4O aus der Hydrogeologischen Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße [13c] entsprechen. Die Unterschiede sind auf die unterschiedliche Ermittlung der Volumenströme zurückzuführen: während in [13c] eine Bilanzierung für ein Bilanzgebiet erfolgte, wurden wie oben erläutert in [9h] die Volumenströme für zwei Schnitte anteilmäßig auf die Fließbreite hochgerechnet.

Insgesamt müssen die Werte als Abschätzung angesehen werden. Sie machen deutlich, welche Volumenstromgrößenordnungen bzw. -änderungen für die einzelnen Szenarien zu erwarten sind [9h].

Tabelle 4-1: Volumenströme in [m³/min] für die hydrogeologischen Schnitte in den Hydrotopen 1 und 4 sowie basierend auf dem Bilanzgebiet 4O [nach 9h]

Szenario	Volumenstrom [m ³ /min] auf 1 m Breite		Volumenstrom [m ³ /min] auf 3,9 km Flusslänge ($\triangleq$ Bilanzgebiet 4O)	
	Hydrotop 1	Hydrotop 4	Berechnet für Hydrotop 1 und 4 zusammen	Aus [13c]
Ist (2016)	1,2E-04	1,2E-05	0,18	0,17
0 (2100)	1,5E-04	1,3E-05	0,21 (100 %)	0,20 (100 %)
1 (2100)	9,1E-05	3,4E-06	0,12 (57 %)	0,10 (50 %)
2a (2100)	1,0E-04	4,2E-06	0,14 (67 %)	-
2b (2100)	1,1E-04	4,8E-06	0,16 (76 %)	-

Empfehlung des Bearbeiters zur weiteren Vorgehensweise [9g]

Wissenschaftliche Begleitung – Empfehlung für das Jahr 2017

Die weitere Gewinnung von Daten, insbesondere der Ernteerträge, von der Versuchsfläche VF1 wird als nicht mehr relevant bewertet. Es wird daher empfohlen, die Versuchsfläche aufzugeben.

Dagegen wird die Fortführung der Lysimeteruntersuchungen von 2017 bis 2022 in Brandis zur Gewinnung einer belastbaren Datenreihe (bisher 3 Jahre) für die Wirkung auf die mittlere GWN und für die Optimierung des Fruchtfolgewechsels als erforderlich angesehen und empfohlen.

Die Laufendhaltung und Wartung des Wasserhaushaltsmodells, wie auch des GW-Modells gilt es im Jahr 2017 fortzuführen.

Der aktuelle Bewirtschaftungsplan sieht einen 3-jährigen Fruchtwechsel vor. Hierbei ist nach 4-jährigem Luzerneanbau die Fruchtfolge Silomais – Wintergetreide – Wintergetreide vorgesehen.

Der Anbau von Wintergetreide als direkte Fruchtfolge nach Luzerne (Aussaat im Oktober) ist aufgrund des erhöhten Unkrautdrucks ungünstig. Um die Sickerwassermengen bzw. die GW-Neubildung möglichst gering zu halten, wird aber eine einjährige Fruchtwechselfolge gem. Szenario 2a empfohlen. Mit der Agrargenossenschaft ist deshalb zu beraten, welche Kulturpflanzen für den einjährigen Fruchtwechsel in Frage kämen.

Neben dem Jahresbericht 2017 ist ein zusammenfassender Kurzbericht zu erstellen, der die Ergebnisse der letzten 5 Jahre widerspiegelt und daraus resultierende Handlungsempfehlungen zum weiteren Vorgehen ableitet.

Wissenschaftliche Begleitung – Prognose und Erfolgskontrolle 2018 - 2022

Es wird empfohlen, die vorliegende Wasserhaushaltsprognose standortbezogen zu überprüfen und fortzuschreiben. Dazu ist eine Bewertung der Bodenwasserspeicherung in der ungesättigten Zone der Kippe Witznitz notwendig. Die Bewertung sollte wenn möglich an zwei Profilen auf der Kippe Witznitz zur Pleiße hin erfolgen. Der Messzeitraum sollte mindestens 5 Jahre umfassen, um

- das GW-Signal messtechnisch erfassen zu können (minimale Wirkdauer der geminderten GWN auf den GW-Spiegel),

- um das Bodenwasserhaushaltsmodell hinsichtlich der Wirkung der Fruchtfolgebewirtschaftung auf den Hydrotopen 1 und 4 überprüfen und nachkalibrieren zu können und
- eine Kosten-Nutzen-Kontrolle an den gewonnenen Ist-Daten (2017 bis 2022) durchführen zu können.

Des Weiteren ist eine Ganglinienanalyse mittels der statistisch-stochastischen Ganglinienseparation zur Abgrenzung der GWN-Anteile zu erarbeiten und die Pufferwirkung des GW-Speichers Kippe Witznitz zu bewerten.

Anschließend sind die Sickerwasserraten mittels des neu kalibrierten WH-Modells mit der optimierten Fruchtwechselbewirtschaftungsvariante zu berechnen und in das überarbeitete GW-Modell einzubinden.

Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung

- Die hinsichtlich der wissenschaftlichen Begleitung vorgeschlagene weitere Vorgehensweise kann bestätigt werden. Die weitere Unterhaltung der Versuchsfläche 1 erübrigt sich, da auf den Kontrollflächen die relevanten Daten erhoben werden können.
- Die Fortführung der Lysimeteruntersuchungen bietet eine Grundlage für die Optimierung der Fruchtfolge. Mit den Datenerhebungen sind die Modelle zu aktualisieren.
- Besondere Bedeutung hat die Abstimmung der (Zwischen-)Fruchtfolge zwischen den Luzerne-Anbauphasen mit dem Bewirtschafter. Ggf. ist auch die Anpassung der bestehenden Vereinbarung danach möglich.
- Gem. Anlage 4 [9g] wird für die Prognose und Erfolgskontrolle 2018 -2022 die Installation von Sensoren zur Messung von Saugspannung und Bodenfeuchte in unterschiedlichen Horizonten im Bereich von 2 GWM vorgeschlagen (Hydrotop 1 und 4). Ähnliche Messungen wurden bereits in der 1. Phase des Pilotversuches durch GFI bzw. BGD vorgenommen. Im Rahmen dieser Messungen konnten auf den einzelnen Parzellen keine Sickerwassermengen gemessen werden, so dass die Modellanpassung auch damals indirekt über die gemessenen Wassergehalte der Böden und über die Saugspannungen an den Tensiometern erfolgte. Gem. Abschlussbericht von GFI ([9a], 31.01.2012) zeigten die Messwerte der Saugspannungen eine breite Streuung und sehr große Unterschiede für gleichartige Flächen. Daher wurde für die Modellierung auch nur der grobe Verlauf der Saugspannungen nachgebildet. Vor diesem Hintergrund (Heterogenität der Kippe) erscheint die Durchführung von weiteren Messungen (Saugspannungen/Bodenfeuchte) an einem Punkt pro Hydrotop und die nachfolgende Übertragung auf den Kippenkörper als nicht sinnvoll, da die Repräsentativität mit großer Wahrscheinlichkeit nicht gegeben ist.
- In der Berichtserstattung zur wissenschaftlichen Begleitung werden die gemessenen Grundwasserstände dem prognostizierten Verlauf gegenüber gestellt. (siehe Abbildung 4-1 – relevante Ganglinie blau – Mst. 4661 und grün – Mst. 4121). Der mittlere Grundwasserflurabstand für das Hydrotop 1 beträgt 8 m. Für das Hydrotop 4 wurde ein mittlerer Grundwasserflurabstand von 15 m ausgewiesen.

Mit der hydrogeologischen Modellierung zur reduzierten Grundwasserneubildung [9h] wurden für das Szenario 2a (1-jähriger Fruchtfolgewechsel) im langjährigen Mittel eine Absenkung von ca. 3 m bis 2 m ermittelt. Diese Absenkungsbeträge, die sich langfristig einstellen werden, sollten mit dem bestehenden Messintervall an den Messstellen des MHM ableitbar sein. (ggf. ist das Messintervall auf halbjährlich anzupassen.)

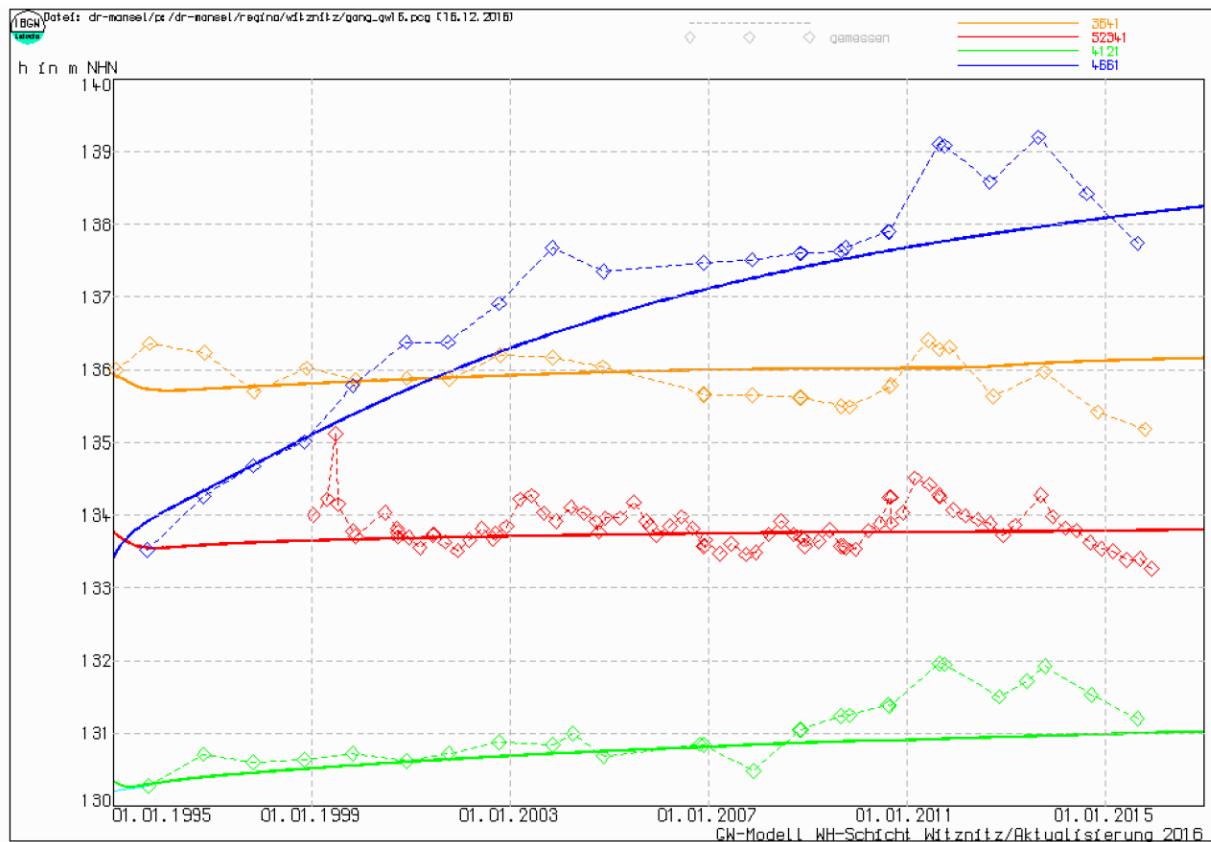


Abbildung 4-1: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße (relevantes Einzugsgebiet 40) [9g]

4.5 Maßnahme 5.2 – Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung in Einzugsgebiet (vertiefende Untersuchung)

Zielstellung

2015 wurde eine Studie erarbeitet, in welcher die Flächen im Einzugsgebiet der Pleiße hinsichtlich ihrer Eignung zu einer Nutzungsänderung zur Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße bewertet wurden [13b]. Es wurden einzelflächenbezogene Varianten der Nutzungsänderungen, wie Luzerneanbau, Kurzumtriebsplantagen und Waldaufforstung geprüft und Kostenschätzungen durchgeführt.

Im Ergebnis der Bewertungen konnten drei Flächen ermittelt werden, welche in Bezug auf eine Umsetzung von Maßnahmen zur Nutzungsänderung mit dem Ziel der Reduzierung der Grundwasserneubildung prioritär geeignet sind:

- **1W südliche Fläche,**
- **2O nördliche Fläche,**
- **5O mit 4O westliche Fläche.**

Zusätzlich zu den drei prioritären Flächen war, gemäß den Festlegungen des 21. VAK, gleichermaßen die **Fläche 4W** in die weiterführenden Untersuchungen mit einzubeziehen, da von diesem Flächenkomplex ein besonders hoher Eiseneintrag in die Pleiße zu verzeichnen ist (wie z. B. 4O). Derzeit handelt es sich hierbei um eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, welche von Mischwald umschlossen wird.

Arbeitsstand/Zusammenfassung der Ergebnisse

Vertiefende Untersuchung

- **Literaturrecherche vermarktbarer Feldfrüchte, Ableitung des Wasserverbrauchs**

Im Rahmen der vertiefenden Untersuchung [13b] wurde eine Literaturrecherche agrartechnische und pflanzenspezifische Eigenschaften vermarktbarer Feldfrüchte ermittelt und der Wasserverbrauch als Grundlage zur Vergleichbarkeit mit der Referenzkultur Luzerne berechnet. Danach wurde deutlich, dass Leguminosen, Hackfrüchte und Korbblütler einen vergleichsweise hohen Wasserverbrauch haben. Demgegenüber weisen Getreide, Kreuzblütler und die Mehrzahl der Gründüngungs-Pflanzen einen geringeren Wasserverbrauch auf.

Der aus der Literaturrecherche [13b] abgeleitete Wasserverbrauch (berechnet über die Berücksichtigung den Transpirationskoeffizienten) ist in der Tabelle 4-2 für ausgewählte Kulturen den an den Lysimetern gemessenen durchschnittlichen Verdunstungshöhen [9g] gegenübergestellt.

Der über den Transpirationskoeffizienten abgeleitete Wasserverbrauch stellt jene Wassermenge dar, die durch Transpiration an der Blattoberfläche als Wasserdampf im Laufe einer Vegetationsperiode abgegeben wird.

Die durchschnittlichen Verdunstungshöhen (Evapotranspiration) beinhalten neben der Transpiration zusätzlich die Bodenverdunstung einschl. des Anteils des Niederschlages der durch Pflanzen aufgefangen wird, ohne die Bodenoberfläche zu erreichen.

Aus dem Vergleich wird deutlich, dass die Verdunstungshöhen der einzelnen Kulturen geringere Unterschiede aufweisen als der Wasserverbrauch durch Transpiration.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um Summenwerte über eine Vegetationsperiode oder eines Jahres handelt. Bei Betrachtung der Größen im Jahresverlauf ist davon auszugehen, dass niederschlagsreiche Perioden nicht unbedingt zeitgleich auf hohe potentielle Verdunstungsraten treffen. Gem. [9g] besitzt Winterraps augenscheinlich eine höhere Bodenwasserausschöpfung und damit auch eine höhere Evapotranspirationsrate, jedoch ist seine Verdunstungsleistung im Winterhalbjahr ebenso gering, wie die des Winterweizens.

Tabelle 4-2: Gegenüberstellung des ermittelten Wasserverbrauchs [13b] und der durchschnittl. Verdunstungshöhe [9g] für ausgewählte Kulturen

Frucht	Wasser- verbrauch über ges. Vegetations- periode [l bzw. kg/ha]	Wasser- verbrauch über ges. Vegetations- periode [l bzw. mm/m²]	durchschnittl. Verdunstungs- höhe Mittelwerte Lysimeter 2010 bis 2016 [mm]
	[13b]		[9g]
Luzerne	4.399.920	440	662
(Winter)Raps	2.867.511	287	602
(Silo)Mais	2.325.960	233	580
Winter-/Weichweizen	1.661.484	166	582
Wintergerste	3.480.788	348	542
Sonnenblume	3.698.569	370	
(Öl)Lein	3.080.000	308	
Kürbis	2.691.500	269	
Senf	228.687	23	
Ackerbohne	1.500.683	150	
Erbsen	4.293.120	429	
(Rot)Klee	7.605.000	761	
Blaue Lupine	683.700	68	
Phacelia	295.800	30	
Kartoffeln	2.013.521	201	
Zuckerrübe	5.298.305	530	
Zwiebel	1.539.580	154	
Miscanthus (Chinagrass)	3.060.000	306	
Grünschnittroggen	7.740.000	774	

• **Ergebnisse der Abstimmung mit der Osterland Agrar GmbH [13b]**

Die Osterland Agrar GmbH betont den Wunsch zum aktuellen und zukünftigen Anbau von Luzerne. Die aktuell vertraglich vereinbarte Nutzungsweise sieht eine Fruchtfolge mit vierjährigem Anbau von Luzerne, gefolgt von einem dreijährigen Anbau einer Wechselfrucht (Silomais, Winterweizen, Wintergerste) vor. Dies hat den Hintergrund, dass im Rahmen der früheren Gesetzgebung ein fünf Jahre und länger währender Anbau von Luzerne in Reinkultur als Dauergrünland zu definieren ist und somit die betreffenden Flächen als Ackerland verloren gingen.

Im Sommer 2015 wurde von der Europäischen Kommission jedoch ein Leitfaden veröffentlicht⁴, demnach aus folgenden Kulturen nach ununterbrochenem Anbau hintereinander kein neues Dauergrünland wird⁵:

Kleinkörnige Leguminosen in Reinkultur oder in Gemischen untereinander bleiben Ackerland, auch wenn sie als Viehfutter dienen wie:

- Luzerne, Hopfenklee/Gelbklee, Bastardluzerne (Medicago – Arten)
- Rotklee, Erdklee, Alexandriner Klee, Persischer Klee, Schwedenklee, Inkarnatklee (Trifolium-Arten)
- Steinklee (Melilotus spp.) ...

Dementsprechend bliebe für eine betreffende Anbaufläche auch bei ununterbrochenem Anbau von Luzerne über die bisher nach EU-Recht festgelegte Höchstdauer von vier Jahren hinaus der Status als Ackerland erhalten. Es handelt sich dabei um rechtlich unverbindliche Auslegungen zum EU-Recht. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft teilt jedoch mit, dass sich Bund und Länder bei der Umsetzung des EU-Rechts an diesem Leitfaden orientieren.

Vor diesem Hintergrund ist die Osterland Agrar GmbH und LMBV gewillt, den Anbau einer Wechselfrucht auf ein Jahr zu reduzieren und anschließend wieder vier Jahre Luzerne anzubauen. Dies hat für die Osterland Agrar GmbH auch sinkende Arbeitskosten zur Folge.

• **Bewertung der Teilflächen im Ergebnis der vertiefenden Untersuchung [13b]**

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1W südliche Fläche (I): | sehr geringe Wirksamkeit, ablehnende Haltung des Bewirtschafters
→ nicht zielführend |
| 2O nördliche Fläche (II): | sehr geringe Wirksamkeit, ergänzende Abstimmung mit Bewirtschafter noch notwendig
→ Umsetzung der Maßnahme nur bedingt hilfreich |
| 5O mit 4O westl. Fläche (IV): | höchste Wirksamkeit, Maßnahme wird bereits im südlichen Teil (Luzerne Anbau Teilfläche A) umgesetzt, Bewirtschafter des nördl. Teils lehnt Maßnahme ab
→ keine Erweiterung der Luzerneanbauflächen in nördl. Richtung möglich |
| 4W (IIIa): | etwas bessere Wirksamkeit Umnutzung der landwirtschaftl. Fläche prognostiziert, Bewirtschafter lehnt Anbau von Luzerne weitgehend ab
→ Beitrag zur Erreichung des Sanierungszieles gering |

⁴ European Commission Directorate-General for agriculture and rural development Directorate D. Direct support D.2. Greening, cross-compliance and POSEI Guidance Document on the implementation by Member States of permanent grassland provisions in the context of the payment for agricultural practices beneficial for the climate and the environment (Greening) DS/EGDP/2015/02 FINAL 16.07.2015

⁵ Freistaat Thüringen, MfL, Merkblatt für Landwirte über die Zahlung der für den Klima- und Umweltschutz förderlichen Landbewirtschaftungsmethoden, Greenverpflichtungen Ausgabe 2016

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung [13c]

- Im vorliegenden Teilbericht [13c] ist die durchgeführte Modellaktualisierung, die Berechnung des **Baseline-Szenarios mit gegenwärtiger Nutzung** sowie die Berechnung des **Best-Case-Szenarios mit 75%iger Reduzierung der Neubildung** auf den ausgewählten Flächen dargestellt. Mit der Aktualisierung des HGMS erfolgten die Überprüfung/Ausweisung des unterirdischen Einzugsgebietes der Pleiße und ein Vergleich zur Vorgängerstudie [6f]. Im Vergleich zu dem in der Vorgängerstudie [6f] ausgewiesenen Einzugsgebiet kommt es zu einzelnen Verschiebungen, die im Wesentlichen das Bilanzgebiet 1 betreffen. Weiterhin vergrößert sich das 2015 noch vorhandene westliche gewachsene Einzugsgebiet des Bilanzgebietes 5.
- Die für das Baseline-Szenario (aktuelle Nutzung) ausgewiesenen Grundwasserzuflüsse in die Pleiße liegen bei maximal ca. 6 m³/min für das Bilanzgebiet 9 zwischen AGRA-Wehr und Connewitzer Wehr, in dem die Pleiße den Leipziger Auenwald durchfließt. In allen anderen Bilanzgebieten beläuft sich der Zufluss auf höchstens 1,5 m³/min. Unter Berücksichtigung der Herkunft der Grundwasserzutritte wird deutlich, dass ein maßgeblicher kippenbürtiger Grundwassereintrag über die südlichen Bilanzgebiete 1 und 2 Regis, Deutzen, Borna-West) sowie die Bilanzgebiete 4 und 5 (Witznitz) erfolgt, wobei sich der westliche Zufluss in den Bilanzgebieten 1 und 2 erst nach erfolgtem Grundwasserwiederanstieg im Bereich des Tagebaus Vereinigtes Schleenhain in vollem Umfang einstellen wird.
- Durch Multiplikation der Grundwasserzuströme in die Pleiße mit den zugehörigen ermittelten Eisenkonzentrationen ergeben sich die entsprechenden der Pleiße zufließenden Stofffrachten. Während hinsichtlich der Wassermengen Prognosen für die Jahresscheiben 2027, 2040 und 20100 auf Basis des HGMS berechnet wurden, liegen für die Konzentrationen keine Zukunftsszenarien vor. Da jedoch vor dem Hintergrund der langjährigen Monitoringergebnisse der letzten zwei Jahrzehnte nicht davon auszugehen ist, dass sich mittelfristig entscheidende Konzentrationstrends ergeben, wurden die ermittelten **IST-Konzentrationen** auch für die **Frachtenberechnung** der zukünftigen Jahresscheiben angesetzt (worst case).

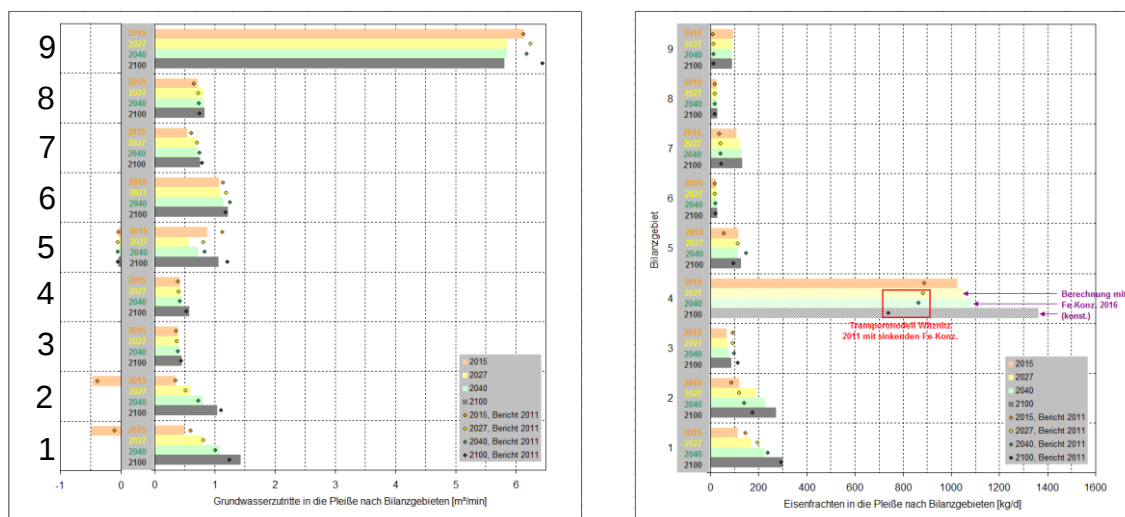


Abbildung 4-2: Gegenüberstellung der Grundwasserzutritte und Eisenfrachten nach Bilanzgebieten [13c]

- Eine wesentliche Grundlage der vertiefenden Untersuchung war die Berechnung der Mengenströmung und Eisenfrachten nach Umstellung der Nutzung auf Luzerneanbau auf den zu betrachtenden Flächen. Neubildungsreduzierung wurde ab dem 01.01.2017 im Modell realisiert. Im Zuge der Umsetzung des Best-Case-Szenarios wurde die Flurabstandsfunktion im Bereich der prioritären Flächen mit einem 75%igen Reduktionsfaktor belegt (Reduzierung der GWN auf 25 %).

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse des Baseline- und Best Case-Szenarios gegenüber gestellt. Die Gesamteinschätzung wurde bereits dargestellt.

Tabelle 4-3: Gegenüberstellung der Ergebnisse nach Umnutzung landwirtschaftlicher Flächen

Bilanzgebiet	enthält prior. Fläche	Eisen-ges.-Frachten in die Pleiße [kg/d]		Frachtreduzierung	
		2100, Baseline	2100, Best Case	absolut [kg/d]	anteilig [%]
1W	I	235	229	6	2%
2O	II	155	154	2	1%
4W	IIIa	684	646	38	6%
	IIIa+IIIb		539	144	21%
4O	IV	678	347	331	49%
5O	IV+V	101	51	50	49%

Folgende Verallgemeinerungen wurden vom Bearbeiter abgeleitet:

Aus den Berechnungen lässt sich schlussfolgern, dass folgende Kriterien für eine erfolgreiche Maßnahmendurchführung gewährleistet sein sollten:

- Hohe Eisenkonzentrationen,
- die Grundwasserneubildung sollte die Hauptspeisung im Bilanzraum darstellen; möglichst geringer Grundwasserzustrom aus dem Hinterland,
- Grundwasserflurabstände > 2 m,
- die Flächen sollten bereits landwirtschaftlich genutzt werden (bei anderen Nutzungsarten mit deutlich geringerer Grundwasserneubildung ist eine sinnvolle Umnutzung fraglich)

Empfehlung des Bearbeiters zur weiteren Vorgehensweise

Durch die Landwirtschaftsbetriebe wird eine Änderung der bestehenden Nutzung überwiegend abgelehnt. Aufgrund der ablehnenden Haltung des Flächenbewirtschafters auf den Flächen „5O mit 4O westliche Fläche“ (nördlicher Teil) und Fläche „1W“ werden weiterführende Handlungen auf diesen Bilanzgebieten nicht empfohlen.

Der Bewirtschafter des „Flächenkomplex 2O nördlich“ steht einem Luzerneanbau positiv gegenüber. Da die Wirksamkeit einer eventuellen Maßnahme allerdings als sehr gering eingeschätzt wird, sind auch hier weiterführende Abstimmungen nicht zu empfehlen.

Einzig für die Fläche „4W“ kann aufgrund der Gesprächsbereitschaft des Flächeneigentümers zum Luzerneanbau in Verbindung mit einem etwas höheren Effekt auf die Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße ein höherer Beitrag für die Sanierungslösung konstatiert werden. Da der Flächenbewirtschafter die Umnutzung zum Luzerneanbau eher verneint, sind weiterführende Gespräche zu finanziellen Rahmenbedingungen notwendig und zu berücksichtigen.

Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung

- Die vertiefenden Untersuchungen haben gezeigt, dass eine weitere Umsetzung von Flächenumnutzungen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung durch Luzerneanbau außerhalb der Kippe Witznitz (Bilanzgebiete 40 und 50) nicht sinnvoll ist. Eine wesentliche Grundlage dazu war die hydrogeologische Modellierung des Best-Case-Szenarios (Reduzierung der GWN auf 25 %). Für den größten Teil der betrachteten Flächen wurde eine geringe Wirksamkeit ermittelt. Aus den Untersuchungen der Maßnahme 5.1 lässt sich ableiten, dass die Wirksamkeit sich im Falle eines betriebenen Fruchtfolgenwechsels noch weiter verringert. Da in Gesprächen mit den Bewirtschaftern der angedachte Wechsel (Anbau Luzerne) u. a. aufgrund der fehlenden betrieblichen Verwertbarkeit von Luzerne weitestgehend abgelehnt wurde, ist eine weitere Betrachtung der Maßnahme 5.2 nicht sinnvoll.

4.6 Vergleich der prognostizierten Frachten - Hydrogeologische Modellierung vers. Pleißemonitoring

Im Rahmen der Gesamtbetrachtung bestand die Aufgabe einen Vergleich der mit dem HGM prognostizierten bilanzgebietsbezogenen Eisenzutritte [13c] mit den durch das Pleißemonitoring ermittelten Eisenfrachten [4n, o] zu führen.

Dazu wurde die Messreihe des Pleißemonitorings vom 13.01.2015 bis 9.2.2017 ausgewertet und Mittelwerte der Fe(ges)-Frachten für die Abflussklassen 1 bis 3 gebildet. Die Begrenzung auf die Abflussklasse 1 bis 3 erfolgte mit dem Ziel den Prozess der Wiederverfrachtung bereits abgelagerter Eisenpartikel (EHS) bei der Betrachtung möglichst auszuschließen.

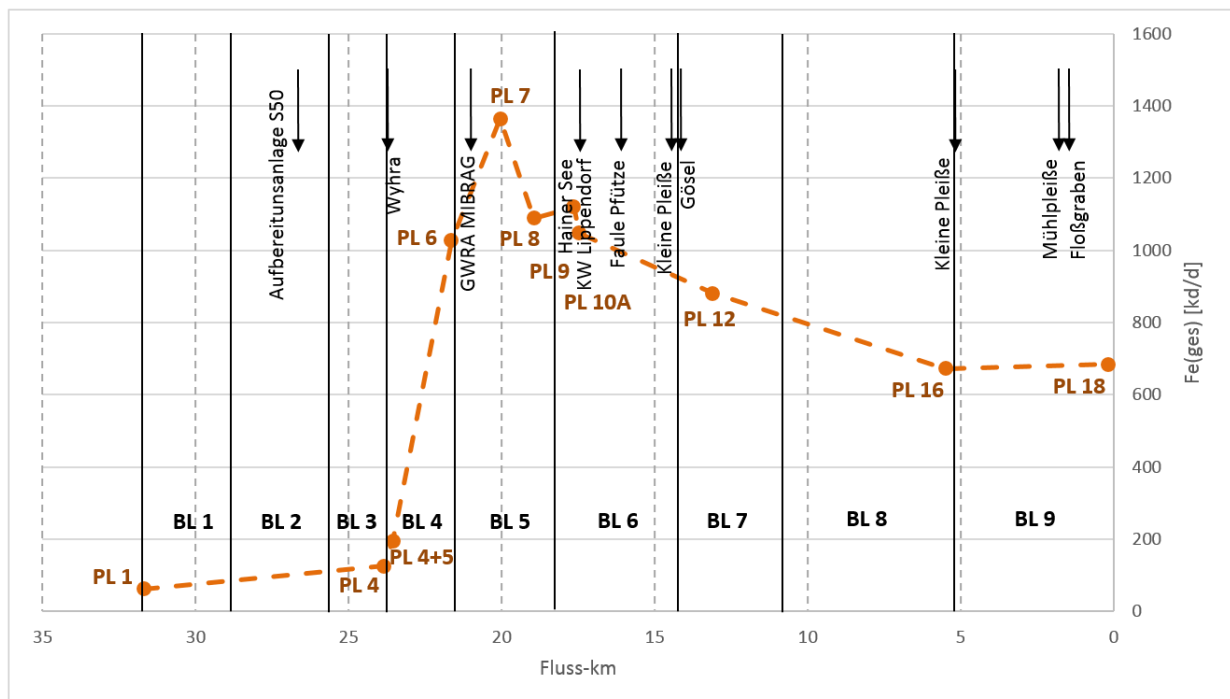


Abbildung 4-3: Mittelwerte der Fe(ges)-Frachten [kg/d], Messreihe 13.1.2015 bis 9.2.2017, AK1 ... AK3

Die Abbildung 4-3 zeigt das Ergebnis der Auswertung im Pleißeverlauf einschließlich der Zuordnung der Bilanzgebiete und Zuflüsse. Der typische Verlauf der Eisenfrachten ist deutlich zu erkennen. Im Bilanzgebiet 4 kommt es zu einer erheblichen Erhöhung der Eisenfracht. Dieser Prozess ist bis zur Messstelle PL7 stetig steigend. Danach wurde ein Rückgang der Eisenfracht ermittelt, der durch Sedimentation von Eisenpartikeln erklärbar ist.

Der Vergleich der grundwasserbürtigen Eiseneinträge mit den gemessenen Eisenfrachten beruht auf dem vereinfachten Ansatz der bilanzgebietsbezogenen Differenzbildung der mittleren gemessenen Eisenfrachten ($\text{Fe}(\text{ges})_{\text{Bilanzgebietsausgang}} - \text{Fe}(\text{ges})_{\text{Bilanzgebietseingang}}$). Es handelt sich daher um eine Abschätzung, folgende Aspekte sind dabei zu berücksichtigen:

- Die Beträge aus den Differenzen der $\text{Fe}(\text{ges})$ -Frachten sind mehr oder weniger unterschätzt, da die Verringerung der Eisenfracht infolge von Sedimentation vom Bilanzgebietseingang bis zum Bilanzgebietsausgang unberücksichtigt bleibt.
- Der Schwerpunkt der Eiseneinträge liegt im Bereich der Kippe. In diesem Bereich werden die Bilanzgebietsgrenzen gut abgebildet. Außerhalb können nicht alle Bilanzgebiete betrachtet werden, da Messwerte an den Grenzen der Bilanzgebiete fehlen. Weiterhin sind zutretende Eisenfrachten aus Zuflüssen/Einleitungen von Bedeutung, die jedoch nur zum Teil bekannt sind.
- Die Grundwasserzuströme in die Pleiße wurden in [13c] ermittelt. Durch Multiplikation dieser Volumenströme mit den zugehörigen ermittelten Eisenkonzentrationen ergeben sich die entsprechenden der Pleiße zufließenden Stofffrachten. Da die wie bereits dargestellt die Verteilung der Grundwassergütemessstellen sehr unterschiedlich ist, sind auch die Angaben zu den zufließenden Stofffrachten mit entsprechender Unsicherheit behaftet. Eine sehr gute Abdeckung ist im Bilanzgebiet 4 gegeben, da im Schwerpunktbereich vor allem auch der pleißenaher Bereich durch GWMST repräsentiert ist.

In der Tabelle 4-4 sind die Ergebnisse der Bilanzierung der mittleren Eisenfrachten in Pleiße in bilanzgebietsbezogenen Grundwasserzutritten und –frachten gegenübergestellt.

Aufgrund der gegebenen Datenlage im Bilanzgebiet 4 stimmen die grundwasserbürtigen Frachtzutritte gut mit der Frachtbilanz der Pleiße überein. So wurden modelltechnisch eine Eisen(ges)-Fracht in das Bilanzgebiet 4 von 1023 kg/d ermittelt. Die Frachtbilanz der mittleren Eisen(ges)-Frachten der Pleiße wurde mit 831 kg/d bestimmt.

Für die anderen Bilanzgebiete (die ausgewertet werden konnten) stimmen die Größenordnungen überein (Abbildung 4-4). Die Bilanzierung wird durch Sedimentationsprozesse und der daraus resultierenden Eisenfrachtverringerung im Pleißeverlauf überlagert, so dass teilweise negative Werte ermittelt wurden (s. auch Abbildung 2-28 S.51).

grundwasserbürtige Frachten in die Pleiße je Bilanzgebiet im EZG Hydrogeologische Modellierung [13c]				Bilanzierung der Eisen ges. - Frachten Pleiße monitoring [kg/d] (Basis: Mittelwerte der Abflussklassen 1 bis 3)		
Bilanzgebiet, Richtung, GWL	Grundwasser- zutritte in die Pleiße [m³/min]	Eisen ges. - Frachten in die Pleiße [kg/d]	Baseline-Szenario 2015	Baseline-Szenario 2015	Eisen ges. - Frachten Pleiße monitoring [kg/d]	Bemerkung
Bilanzgebiet 1			0,49	112	62	
W Kippe Regis (direkt)			0,41	74		Näherung, Frachtzutritt aus dem Bilanzgebiet 1 wird nicht berücksichtigt
O Kippe Regis (direkt)			0,08	38		
Bilanzgebiet 2			0,34	118		
W Kippe Deutzen (direkt)			0,05	9		Berechnung aufgrund Datenlage nicht möglich
O Kippe Deutzen / Borna-West (direkt)			0,29	109		
Bilanzgebiet 3			0,38	67	64	
W Kippe Deutzen / Witznitz (indirekt)			0,13	51		Näherung, Summe aus GW-Fracht-Zutritt (Bilanzgebiete 1,2 und 3)
O GWL 1.1 / 3			0,25	15		
Bilanzgebiet 4			0,41	1023	831	
W Kippe Witznitz (direkt)			0,24	439		ohne Berücksichtigung Zufluss Wyhra, da auch im HGM nicht berücksichtigt
O Kippe Witznitz (direkt)			0,17	584		
Bilanzgebiet 5			0,86	113	-22	
W GWL 1.5 / 1.6 / 1.8 / 2.7			0,62	18		
O Kippe Witznitz (indirekt)			0,24	95		
Bilanzgebiet 6			1,07	22	-41	
W GWL 1.1 / 2.5 - 2.7			0,84	10		grobe Näherung setzt voraus, dass ab PL10A kein Frachtzutritt stattfindet
O GWL 1.1 / 2.5 - 2.7			0,22	12		
Bilanzgebiet 7			0,54	106		
W Kippe Zwenkau / Böhlen (indirekt)			0,05	2		Berechnung aufgrund Datenlage nicht möglich
W GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7			0,38	41		
O Kippe Espenhain (indirekt)			0,11	63		
Bilanzgebiet 8			0,71	25		
W Kippe Zwenkau / Böhlen (indirekt)			0,15	5		Berechnung aufgrund Datenlage nicht möglich
W GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7			0,21	1		
O Kippe Espenhain (indirekt)			0,20	3		
O GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7			0,15	15		
Bilanzgebiet 9			6,13	92	12	
W GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7			1,12	9		Zuflüsse kleine Pleiße, Mühlpleiße, Floßgraben nicht berücksichtigt
O GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7			5,01	84		

Tabelle 4-4: Vergleich der Frachtbetrachtungen grundwasserbürtige Zutritte HGM – Messwerte Pleiße monitoring

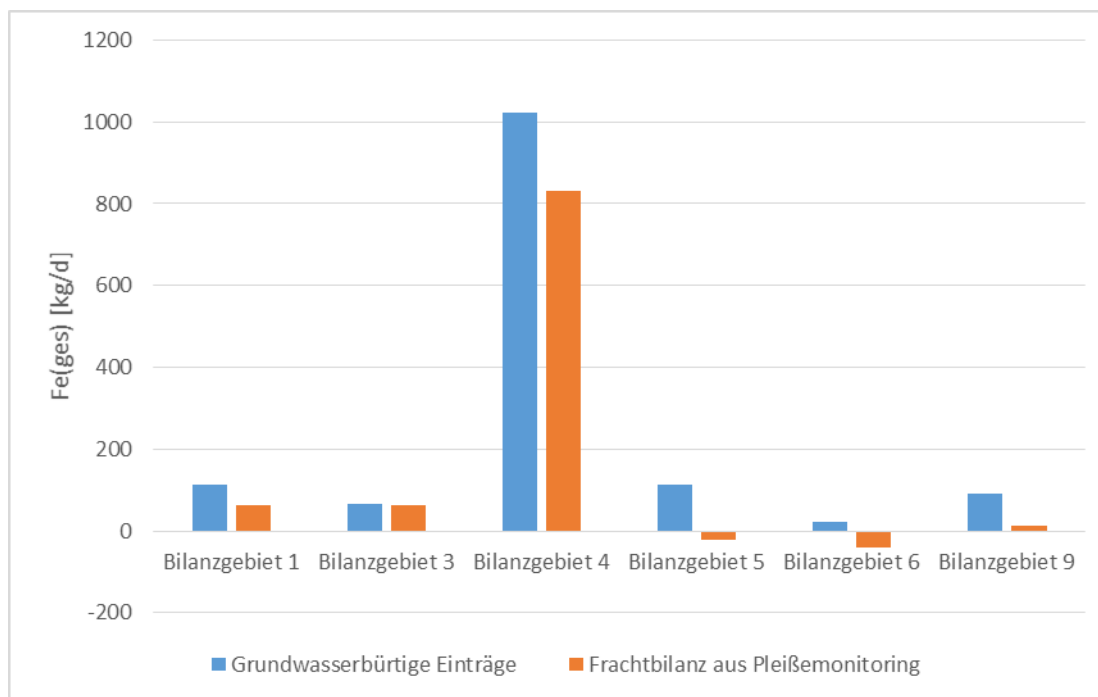


Abbildung 4-4: Ergebnis der Bilanzierung der Eisenfrachten Grundwasserzutritte – Messergebnisse Pleißemonitoring

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

Zielstellung

Mit der Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschließlich Untersuchungen zur Verwertung von Eisenhydroxidschlämmen [14a] wurde eine prioritäre Vorzugsvariante abgeleitet, die die Ableitung von Pleißewasser rechtsseitig vor dem Trachenauer Wehr in den Kahnsdorfer See beinhaltet.

Mit der Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See soll durch die EHS-Sedimentation die Eisenkonzentration des den See verlassenen Wassers unter die Sichtbarkeitsschwelle (ca. 1,5 mg/l) gesenkt werden. Daher sind bereits im Rahmen der Grundlagenermittlung eine 2D-Hydrnumerische Modellierung des Gesamtsystems sowie eine 3D-Modellierung des Kahnsdorfer Sees Bestandteil der Untersuchungen. Die Lösung soll dauerhaft und nachhaltig sein.

Der neue Gewässerverlauf soll als Gewässer I. Ordnung gewidmet werden und damit in die Zuständigkeit des Freistaates Sachsen (bzw. der Landestalsperrenverwaltung) übergehen.

Arbeitsstand/Zusammenfassung der Ergebnisse

Zur Umsetzung des Vorhabens sind eine Vielzahl von **Objekten/Bauwerken** im angedachten Trassenverlauf zu berücksichtigen, die im Rahmen der Grundlagenermittlung definiert wurden. Neben den dadurch resultierenden **Randbedingungen** wurden weitere wie z. B. Landschaftsbild und Flächennutzung, Hydrologische und hydraulische Verhältnisse, Geologische und hydrogeologische Verhältnisse, Raumordnung, Bauleitplanung, Eigentümer-Belange/Flächenverfügbarkeit untersucht.

Aus den vorhandenen Nutzungen im Seengebiet und der stark eingeschränkten Flächenverfügbarkeit leitet sich ein Raumwiderstand ab, der der Umsetzung der Maßnahme ggf. entgegensteht. So unterliegt der Hainer See einer starken touristischen Nutzung. Am Nordufer befindet sich ein Campingplatz. Zahlreiche Freizeitaktivitäten wie Baden, Tauchen, Wasserski, Bootfahren, Wandern, Radfahren und Reiten sind möglich. Entsprechend sind Wander-, Reit- und Fahrradwege ausgewiesen, auch um den Stausee Rötha sowie entlang der Pleiße.

Für die Verwaltungsgemeinschaft der Stadt Rötha und der Gemeinde Espenhain sowie für die Stadt Böhlen liegen Flächennutzungspläne vor. Diese sehen beispielsweise für den Bereich westlich des Kahnsdorfer Sees Wald vor. Am Hainer See wurden einige B-Pläne für Wohnbebauung und Freizeitnutzung genehmigt.

Im Rahmen der Grundlagenermittlungen wurden daher **Gespräche mit den Flächeneigentümern** geführt in denen insbesondere die Blauwasser Seemanagement GmbH die Bedeutung des Hainaer Sees für den Tourismus herausstellte und den Kahnsdorfer See (Vorrangfläche Naturschutz) touristisch als eine Einheit mit dem Erholungsraum des Hainer Sees versteht. Negative Auswirkungen auf die Lebensqualität und die touristische Nutzung am Hainer See werden befürchtet.

Mit der Grundlagenermittlung erfolgte die **Erstellung eines vereinfachten 2D-HN-Modells**. Dazu wurden die vorhandene Gewässergeometrie (HWSK-Vermessung 2003), das bergmännische Risswerk, die Bestandsunterlagen des Trachenauer Wehres sowie die Lotungsdaten des Kahnsdorfer Sees als Grundlage zur Modellerstellung verwendet. In das Modell wurde der geplante Zuleiter zum Kahnsdorfer See eingearbeitet, so dass die hydraulische Bestandssituation abgebildet und in den weiteren Schritten eine Dimensionierung/Optimierung der neu zu errichtenden bzw. umzubauenden Bauwerke möglich ist.

Für die **Bewertung der Wirksamkeit** (Quantifizierung des Absetzverhaltens) der EHS-Sedimentation wurde ein **3D-Stoffmodell** erarbeitet. Dabei wurden in einem ersten Schritt 2 Szenarien betrachtet, die sich u. a. in der Anordnung der Eintrags- und Entnahmepunkt unterscheiden.

Mit den angesetzten Randbedingungen:

- Fe-Konzentration im Pleißewasser 10 mg/l (Eintrag) = konstant
- Sedimentationsgeschwindigkeit (15 cm/h = $4,18 \cdot 10^{-5}$ m/s) = konstant
- $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$
- Windgeschwindigkeit 6 m/s; 3 m/s

konnte für das Szenario 2 (Eintragungspunkt Westufer, Entnahmepunkt Nordufer) durch den Bearbeiter ein wirksamer Rückhalt von Eisenhydroxid modelltechnisch festgestellt werden.

Im Ergebnis wurde weiterer Untersuchungsbedarf zur Untersetzung der Randbedingungen ausgewiesen. Durch Versuche an Wasserproben der Pleißemesststellen 6, 7, 8, 9 wurde die jeweilige Sedimentationsgeschwindigkeit bestimmt.

Weiterhin wurden die Eintragskonzentrationen in Abhängigkeit vom Durchfluss definiert. Grundlage dafür waren die im Pleißemonitoring ermittelten Eisenkonzentrationen und Durchflüsse.

- Fe-Konzentration Eintrag (neu): in Abhängigkeit des Abflusses 2 ... 6 mg/l
- Sedimentationsgeschwindigkeit 0,4 cm/h (1,1e-6 m/s)

Die geänderten Ansätze (verringerte Sedimentationsgeschwindigkeit, Klassifizierung der Eintragskonzentrationen) zeigten eine deutliche verminderte Wirksamkeit der angedachten Maßnahme. Die Überschreitung des zuvor angesetzten Ausleitkriteriums wird nun bei geringen Durchflüssen von 3 m³/s und einer Einleitkonzentration von Fe(ges) = 6 mg/l schon nach kurzer Zeit erreicht. Die Sichtbarkeitschwelle von ~ 2 mg/l Fe(ges)-Konzentration wird nach ca. 5 Tagen überschritten.

Die Ergebnisse der Grundlagenermittlung und der Bearbeitungsstand zur Gesamtbetrachtung denkbarer Lösungsansätze zur Minderung der bergbaudingten Eisenfrachten in der Pleiße wurden am 08.06.2017 im Hause der LMBV einem breiten Teilnehmerkreis vorgestellt und diskutiert. Dabei wurde u. a. dargelegt, dass die bisherigen Modellierungen und Sedimentationsuntersuchungen eine mangelhafte Sedimentation im Kahnsdorfer See prognostizieren, wodurch die Maßnahmenwirksamkeit grundsätzlich in Frage gestellt wird.

Bis detaillierte Prognosen zur Wirksamkeit der Maßnahme vorliegen, wurde durch die LMBV entschieden, die weitere Bearbeitung der Vorplanung zunächst auszusetzen. Nach Vorliegen der Ergebnisse der derzeit laufenden vertiefenden Untersuchungen kann über die Weiterführung der Vorplanung entschieden werden.

Empfehlung aus Sicht Gesamtbetrachtung

- Die im Rahmen der Informationsveranstaltung getroffene Entscheidung zur Aussetzung der Vorplanung ist plausibel.
- Im Rahmen der Betrachtungen der potentiellen Maßnahme Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See wurden Untersuchungen zur Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit durchgeführt. Da bisher noch keine statistisch verwertbare Anzahl von Messergebnissen für diesen Parameter existiert und es sich dabei um keine Naturkonstante handelt wird die Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit im Rahmen der Beprobungskampagne des Pleißemonitorings an den Messstellen 6, 9, 10A und 12 empfohlen. Mit Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit an mehreren Messstellen kann die voraussichtliche Veränderung des Parameters im Pleiße Verlauf untersucht werden, da davon auszugehen ist, dass der Parameter von mehreren Faktoren (Fe-Konzentration, Temperatur, Partikelgehalt des Wassers, Algen etc.) mittelbar beeinflusst wird.

4.8 Matrix zu möglichen Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in der Pleiße

Im Rahmen der Bearbeitung der Grundlagenermittlung (Maßnahme 5.5 – Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehemaligen Tagebaues Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen) erfolgte frühzeitig die Information weiterer Akteure, um die Transparenz der planerischen Vorgehensweise und einen Abgleich des Wissenstandes bei allen Beteiligten zu ermöglichen.

Im Ergebnis der Informationsveranstaltungen wurde der Bedarf erkannt, eine für Außenstehende nachvollziehbare Auflistung von möglichen Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in die Pleiße zu erstellen, um zum einen die bereits erfolgten Untersuchungen zu dokumentieren und zum anderen neue Möglichkeiten zu eruieren sowie Querbezüge bzw. mögliche Kombinationen von Maßnahmen ableiten zu können.

Die Matrix wurde durch die LMBV und der Ingeniertechnischen Fachbegleitung erstellt. Ein Arbeitsstand wurde in einer weiteren Informationsveranstaltung am 08.06.2017 diskutiert. Der grundsätzliche Aufbau sowie die Prüfschritte zur Bewertung von möglichen Maßnahmen sind aus Abbildung 4-5 ersichtlich.

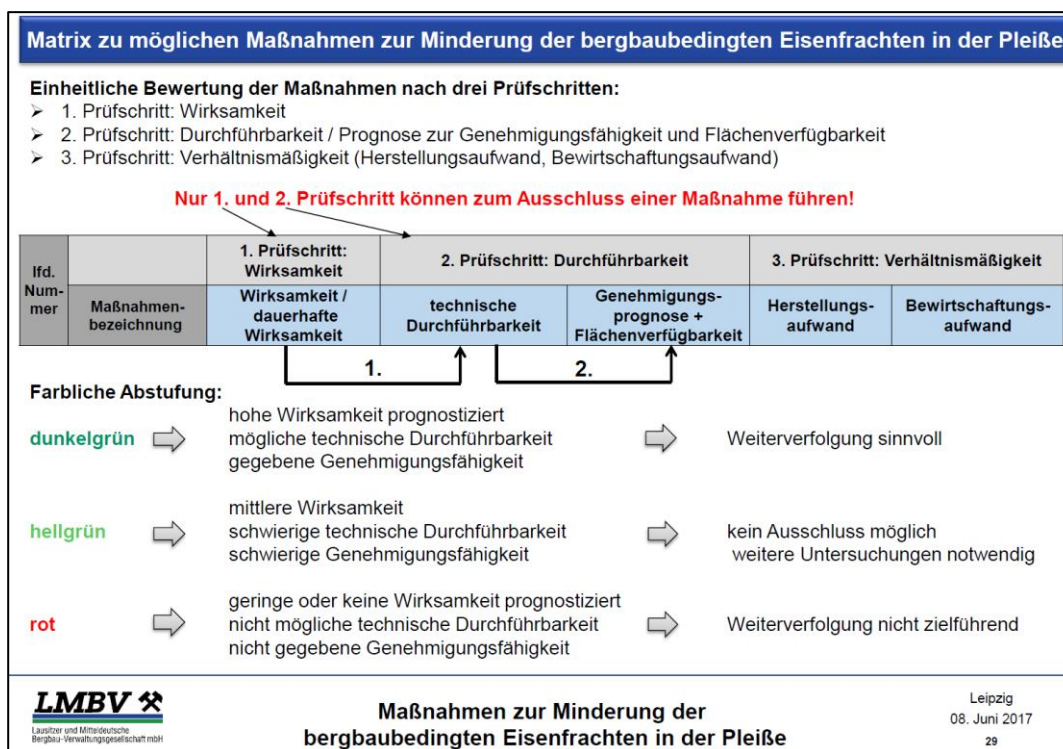


Abbildung 4-5: Aufbau und Darstellung der Prüfschritte zur Bewertung von möglichen Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten [Präsentation 08.06.2017]

Die Bewertung aller Maßnahmen erfolgt einheitlich nach drei Prüfschritten: Wirksamkeit, Durchführbarkeit/Prognose zur Genehmigungsfähigkeit und Flächenverfügbarkeit sowie Verhältnismäßigkeit.

Insofern nicht bereits eine geringe oder keine Wirksamkeit prognostiziert werden konnte, eine Maßnahme technisch nicht möglich oder die Genehmigungsfähigkeit nicht gegeben ist, resultiert ein weiterer Untersuchungsbedarf.

