



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 10/2020

Foto: LMBV

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. S. Schlotfeldt
Dipl.-Ing. G. Grünig

Bearbeitungszeitraum: 09/2020 - 03/2021

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielstellung	1
2	Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings	4
2.1	Grundwasserzustrom zur Pleiße	4
2.1.1	Grundwassermonitoring – Montanhydrologisches Monitoring der LMBV (MHM) und Dritter	4
2.1.1.1	Entwicklung der Grundwasserdynamik	4
2.1.1.2	Entwicklung der Eisen- und Sulfatkonzentrationen im Zustrom der Pleiße	11
2.1.2	Monitoring Messplatz Kippe Witznitz	24
2.1.3	Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung	26
2.2	Fließgewässermonitoring Pleiße	31
2.2.1	pH-Werte, Eisen- und Sulfatkonzentrationen und Frachten des Pleißewassers	35
2.2.2	Konzentrationen und Frachten des Zuflusses der Wyhra	42
2.2.3	Handlungsempfehlungen des Bearbeiters	42
2.2.4	Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung	43
3	Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)	49
4	Realisierte bzw. geplante Maßnahmen zur Reduzierung des Eiseneintrages in die Pleiße	57
4.1	Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen (Maßnahme 5.1)	57
4.1.1	Ingenieurtechnische Begleitung der Bewirtschaftung der Kippenflächen	57
4.1.2	Errichtung Messstellen des Sonderprofils auf der Kippe	64
4.1.3	Laufendhaltung der Modelle	66
4.1.3.1	1D-Wasserhaushaltsmodell	66
4.1.3.2	Aufbau und Vorkalibrierung des 2D-Modells Witznitz (Sondermessprofil)	67
4.1.3.3	Grundwassermodell	72
4.1.4	Infiltrationsversuche am Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz	73
4.1.5	Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung	76
4.2	Mikrobiell induzierte Eisenretention, Untersuchungen zur Machbarkeit am Standort der Kippe Witznitz (Maßnahme 5.4)	79
4.3	Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See (Maßnahme 5.7)	83
4.3.1	Ergebnisse der Vorplanung	83

	Seite
4.3.2	Weiterer Planungsprozess 87
4.3.3	Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung 88
4.4	Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaus Witznitz II und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen (Maßnahme 5.8) 95
4.4.1	Ergebnisse der Bearbeitungsstufe 1 96
4.4.2	Ergebnisse der Bearbeitungsstufe 2 101
4.4.3	Gesamtfazit der Bearbeiter der Untersuchung zur Umverlegung der Pleiße 104
4.4.4	Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung 104
5	Gesamtbetrachtung 106
5.1	Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring 106
5.2	Maßnahme 2 – Grundwassermonitoring 107
5.3	Maßnahme 4 – Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit) 107
5.4	Maßnahme 5.1 – Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen 109
5.5	Maßnahme 5.4 – Machbarkeitsstudie zur Grundwasserbehandlung (mikrobiell induzierte Eisenretention) 112
5.6	Maßnahme 5.7 – Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See 113
5.7	Maßnahme 5.8 – Untersuchung zur Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaues Witznitz und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen 115
6	Betrachtung der Maßnahmenübersicht zur Minderung der Eisenkonzentration in der Pleiße 118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2019	5
Abbildung 2-2:	Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2018/2019	6
Abbildung 2-3:	GWMST des MHM im Bereich der Kippe Witznitz, Anbauflächen Luzerne gem. [9i]	7
Abbildung 2-4:	Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Luzerneanbauflächen seit 2005	8
Abbildung 2-5:	Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Luzerneanbauflächen seit 2018 mit Datenlogger Pegel 4269(1) seit 05/2019	9

	Seite
Abbildung 2-6: Entwicklung der Grundwasserstände außerhalb der Luzernefflächen	10
Abbildung 2-7: Entwicklung der Grundwasserstände im westl. Bilanzgebiet	10
Abbildung 2-8: Eisenkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2019	13
Abbildung 2-9: Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2019	14
Abbildung 2-10: Lage der Messstelle 809, letzte Analyse Fe-Spezies, Hydroisohypsen 2019	15
Abbildung 2-11: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohe Eisenkonzentrationen an Pleißemessstellen im Bereich der Kippe Witznitz)	16
Abbildung 2-12: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	17
Abbildung 2-13: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen, Bilanzgebiet 4)	17
Abbildung 2-14: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen	18
Abbildung 2-15: Entwicklung der Fe-Konzentrationen in den Bilanzgebieten (Median der Analysen)	19
Abbildung 2-16: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohes Niveau der Sulfatkonzentrationen)	20
Abbildung 2-17: Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2019	21
Abbildung 2-18: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (mittleres Niveau der Sulfatkonzentrationen)	22
Abbildung 2-19: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (fallende Sulfatkonzentrationen)	23
Abbildung 2-20: Lage der GW-Gütemessstellen Messplatz Kippe Witznitz	24
Abbildung 2-21: Lage der Vergleichspegel 42691 und 2301	27
Abbildung 2-22: Ganglinie Pegel 42691 (Kippe Witznitz), Abstandsgeschwindigkeit zur Pleiße	28
Abbildung 2-23: Ganglinie Pegel 2301, Abstandsgeschwindigkeit zur Pleiße	29
Abbildung 2-24: Nickelkonzentrationen 2016 bis 2020 (Median, letzte Analyse), OW Beschaffenheit [LfULG]	31
Abbildung 2-25: Lage der Messstellen des Oberflächenwassermonitorings	33
Abbildung 2-26: Abflüsse am Pegel Böhlen (Tagesmittel), Zuordnung der Messkampagnen	35
Abbildung 2-27: Konzentrationen bergbautypscher Parameter bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019 [4q]	36

	Seite
Abbildung 2-28: Frachten bergbautypscher Parameter bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019 [4q]	38
Abbildung 2-29: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019 [4q]	39
Abbildung 2-30: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]	40
Abbildung 2-31: Zeitliche Entwicklung der mittleren Sulfat-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]	41
Abbildung 2-32: Verteilung der Abflussklassen im Jahr von 2008 bis 2019 unter Berücksichtigung der Tagesmittelwerte am Pegel Böhlen.	43
Abbildung 2-33: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]	44
Abbildung 2-34: Zeitlicher Verlauf 2010 bis 2019 mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen [m/s³], Fe(ges.)-Fracht [g/s]	46
Abbildung 2-35: Eisenkonzentrationen im Verlauf der Pleiße, Jahresmittelwerte aller Wasseruntersuchungen (AK 1 bis AK3)	47
Abbildung 2-36: Eisenkonzentrationen im Verlauf der Pleiße, Jahresmittelwerte aller Wasseruntersuchungen (AK 4 und AK 5)	48
Abbildung 3-1: Abschnitte des Bilanzmodells (I bis V)	50
Abbildung 3-2: Grundwasserflurabstände zum oberen Hangendgrundwasserleiter (GWL 1.5/1.6/1.1+Kippe) für a) Referenzszenario und b) Maßnahme 1.12 – Abdichtung Pleiße im stationären Strömungszustand [20]	54
Abbildung 4-1: Übersichtsplan Lage der Luzerneanbauflächen, Maßnahmen zur wissenschaftlichen Begleitung	58
Abbildung 4-2: Niederschläge in Brandis und Witznitz [9p]	60
Abbildung 4-3: Darstellung der Bodenwasserausschöpfung und Sickerwassermengen der 12er Lysimeter [9p]	62
Abbildung 4-4: Darstellung der Bodenwasserausschöpfung und Sickerwassermengen der 14er Lysimeter [9p]	63
Abbildung 4-5: neu errichtete Sondermessstelle Standort 2 (GWM 7642), schematischer Aufbau der Messeinrichtung [9n, Auszug]	65
Abbildung 4-6: Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knautgras bzw. Knautgras/Luzerne-Lysimeter 14/2 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis) [9p]	67
Abbildung 4-7: Konzeptionelles 2D-Modell der Kippe Witznitz [9p]	68
Abbildung 4-8: Diskretisierung und Lage der Überwachungspunkte, Maße in Meter [9p]	68
Abbildung 4-9: Ergebnisse der Vorkalibrierung der pF-Werte bzw. Bodenfeuchte [9p]	71

	Seite
Abbildung 4-10: Detaildarstellung, Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2019 (1/2019), neu errichtete Pegel sind rot markiert [9p]	72
Abbildung 4-11: Berechnete Ganglinien ausgewählter GWMST im Kippengebiet Witznitz [9p]	73
Abbildung 4-12: Versuchsaufbau am Standort 1 [9q]	74
Abbildung 4-13: links: Darstellung der kumulativen Infiltration in mm und die ermittelte Steigung ($\triangleq$ Infiltrationsrate i_f) unter stationären Bedingungen; rechts: Entwicklung der Infiltrationsrate i_f in mm/h während des Versuchs [9q]	75
Abbildung 4-14: Messwerte der Bodenfeuchte- und Saugspannungssensoren in 1 m und 2,5 m Tiefe am Standort 2 [9q]	76
Abbildung 4-15: Lage der Standorte der Infiltrationsversuche mittels DSI-Lanzen beidseitig der Pleiße (Standort A, Standort B) gem. Planung [25b]	81
Abbildung 4-16: Mögliche Trasse und Planungsobjekte für die Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See [22a]	84
Abbildung 4-17: Lage der Trasse zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See, Vorzugslösung der Vorplanung ([22a] digitalisiert)	89
Abbildung 4-18: Entwicklung der Aciditätseinträge [kmol/a] in den Hainer See [17]	90
Abbildung 4-19: Bedarf an Wyhra-Wasser zur Aufrechterhaltung pH-neutraler Verhältnisse im Hainer See unter Berücksichtigung der GW-Prognose und Annahme konstanter GW-Beschaffenheit [17]	91
Abbildung 4-20: Entwicklung der Wasserstände im Hainer See (einschließlich Bewirtschaftungslamelle) sowie im Kahnsdorfer See [Messwerte LMBV, MHM]	93
Abbildung 4-21: Beziehung zwischen Wasserstand im Hainer See und Durchfluss am Auslaufbauwerk [Messwerte LMBV, MHM]	94
Abbildung 4-22: Darstellung der Durchfluss- bzw. Abflussmengen im Planungsgebiet [21]	96
Abbildung 4-23: Darstellung der untersuchten Varianten des Gewässerverlaufes [nach 21]	97
Abbildung 4-24: Schematische Darstellungen der Varianten zur Ableitung von $Q > 15 \text{ m}^3/\text{s}$, im Überblick [nach 21]	102

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Arbeitsstand der im VAK abgestimmten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet	1
Tabelle 2-1:	Messstellen des Oberflächenwassermonitorings; blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015	32
Tabelle 2-2:	Mittelwerte der Frachten [g/s] der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in 2019 [4q]	42

	Seite
Tabelle 3-1: abgeleitete Eisen(ges.)-Konzentrationen im Grundwasser für die einzelnen Bilanzgebiete [20]	51
Tabelle 3-2: Ergebnis des Kalibrierszenarios vom 03.05.2016 bei einem Abfluss in der Pleiße (PL4/5) von 3,11 m³/s [20]	51
Tabelle 3-3: Ergebnis des Referenzszenarios bei einem Abfluss in der Pleiße (PL10A) von 3,32 m³/s [20]	52
Tabelle 3-4: Grundwasserzutritte zur Pleiße [m³/min] je Bilanzabschnitt und Zustromrichtung – Variante 1.12 (Abdichtung Pleiße) im Vgl. zum Referenzszenario (jeweils stat. Strömungszustand im Jahr 2150) [20]	53
Tabelle 3-5: Ergebnis des Modellszenarios (Abdichtung Pleiße) bei einem Abfluss in der Pleiße (PL10A) von 3,28 m³/s [20]	54
Tabelle 3-6: Gegenüberstellung der betrachteten Szenarien (Auswahl) in [20]	56
Tabelle 4-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2020 [9p]	59
Tabelle 4-2: Klimatische Wasserbilanz an den Stationen Brandis und Witznitz von 2014-2019 [9p]	60
Tabelle 4-3: Auswertung der k_f -Werte anhand ermittelter Korngrößenverteilung nach Beyer und Kaubisch [9n]	66
Tabelle 4-4: Auszug aus den laborativen Mess- und Analyseergebnissen der Erstbeprobung [9n]	66
Tabelle 4-5: Klassifizierung der Bodenarten nach KA5 ⁷ für Standorte 2 und 3, Teufe 1 m und 2,5 m	69
Tabelle 4-6: Vorläufig kalibrierte Van-Genuchten Bodenparameter für die verschiedenen Materialschichten [9p]	70
Tabelle 4-7: Zusammenstellung der Ergebnisse der Infiltrationsversuche aus [9q]	75
Tabelle 4-8: Zusammenstellung der betrachteten Varianten zur Erfüllung der Grundsätzlichen Zielstellungen (nach [22a])	86
Tabelle 4-9: Vergleich der Kostenschätzungen [17] und [22a]	92
Tabelle 4-10: Zusammenfassung der Ergebnisse der Ermittlung der zu behandelnden Wassermengen [aus 21]	103
Tabelle 6-1: Auflistung der Maßnahmen zur Minderung der Eisenexfiltration in die Pleiße (nach [18c])	119

Gesetze, Verordnungen

OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV)
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)

Abkürzungsverzeichnis

AK	Abflussklasse
BW	Bauwerk
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BWMST	Bodenwassermessstelle
DSI-Lanzen	Düsen-Saug-Infiltrations-Lanzen
DWD	Deutscher Wetterdienst
EHS	Eisenhydroxidschlamm
EZG	Einzugsgebiet
FFH-Gebiet	europäisches Schutzgebiet (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie)
FGB	Fußgängerbrücke
ges.	gesamt
GrwV	Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV)
GW	Grundwasser
GWMST, GWM	Grundwassermessstelle
GWN	Grundwasserneubildung
GWRA	Grubenwasserreinigungsanlage
GZ	Grundsätzliche Zielstellung
HGMS	Hydrogeologisches Großraummodell Süd
IAA Böhlen	Industrielle Absetzanlage Böhlen
JD-UQN	Jahresdurchschnitt-Umweltqualitätsnorm
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung
LDS	Landesdirektion Sachsen

		Seite
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	
Lph.	Leistungsphase	
LTV	Landestalsperrenverwaltung	
Mdg.	Mündung	
Mst.	Messstelle	
MHM	Montanhydrologisches Monitoring	
MQ	Mittlerer Abfluss	
NHN	Normalhöhennull	
OW	Oberflächenwasser	
pF-Wert	Saugspannung	
PL	Pleiß	
PN	Probenahme	
RKB	Rammkernbohrung	
RPV L-WS	Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen	
RSB	Regionaler Sanierungsbeirat	
TDR	Time-Domain-Reflectometry, TDR (Zeitbereichsreflektometrie) ist eine indirekte Methode zur Bestimmung der Bodenfeuchte	
TM	Trockenmasse	
VAK	Vorhabensbegleitender Arbeitskreis	
WETTREG	WETTerlagen-basierte REGionalisierungsmethode, statistisches Verfahren zur Errechnung von Klimavariablen	

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Auswertung Monitoring Grundwassergüte – Parameter Eisen (1:40.000) [1p]
-----------------	--

Quellenverzeichnis

Fortschreibung der Quellen gem. Endbericht Phasen 1 und 2 [1e]

(vollständig, einschl. Protokolle VAK digital auf DVD beiliegend)

- [1n] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt, Sachstandsbericht 2018, 21.03.2019
- [1o] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt - Auswertung der Grundwassermonitorings im EZG der Pleiße, 07.11.2019
- [1p] Sweco GmbH, Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt - Auswertung der Grundwassermonitorings im EZG der Pleiße, 20.05.2021
- [4p] SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße 1.8.2018 – 21.12.2018, Jahresbericht 2018, Auswertung der Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 1 bis 2, 19.06.2019
- [4q] SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft; Fließgewässermonitoring Pleiße, Jahresbericht 2019, Auswertung der Wasseruntersuchungen bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 (Entwurf)
- [3g] Hubert Beyer Umwelt Consult; Montanhydrologisches Monitoring Westsachsen/Thüringen; Monitoring Messplatz Kippe Witznitz - Beprobung August 2018; überarbeitete Fassung 14.06.2019
- [3h] Hubert Beyer Umwelt Consult; Montanhydrologisches Monitoring Westsachsen/Thüringen; Monitoring Messplatz Kippe Witznitz - Beprobung August 2019; 05.10.2020
- [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
- [9i] GFI GmbH Dresden; Aktennotiz; Ingenieurtechnische Begleitung und Auswertung des sanierungswirksamen Feldversuchs zur Reduzierung der Grundwasserneubildung auf den Flächen der Kippe Witznitz; 05.10.2017

	Seite
[9m] GFI GmbH Dresden; Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022); Jahresbericht 2018; 15.03.2019	
[9n] GFI GmbH Dresden; Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022); Dokumentation – Errichtung eines Sondermessprofils auf der Kippe Witznitz als erweitertes Monitoring; 30.10.2019	
[9o] GFI GmbH Dresden; Dokumentation - Aufbau und Vorkalibrierung des 2D-Modells Witznitz; 16.12.2019	
[9p] GFI GmbH Dresden; Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022); Jahresbericht 2019; 29.05.2020	
[9q] GFI GmbH Dresden; Ingenieurtechnische Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen Witznitz (Nachsorgephase 2018-2022); Hier: Dokumentation zu den Infiltrationsversuchen mittels Einzelring-Infiltration am Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz; 15.07.2020 (Entwurf)	
[17] BGD ECOSAX GmbH; Limnologisches Prognosegutachten für die Tagebauseen Hainer See mit Teilbereich Haubitz sowie Kahnsdorfer See im Tagebauterritorium Witznitz; 05.12.2017	
[18b] LMBV mbH, eta AG engineering; Maßnahmenblätter; Bearbeitungsstand: 12/2018	
[18c] LMBV mbH, eta AG engineering; Übersicht zu Maßnahmen zur Minderung der Eisenexfiltration in die Pleiße, Bearbeitungsstand: 10/2020	
[20] iKD Ingenieur-Consult GmbH; Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenbelastung der Pleiße; 28.09.2018	
[21] eta AG engineering, Sweco GmbH; Untersuchung zur „Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaus Witznitz II und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen“; Oktober 2019	
[22a] iKD Ingenieur-Consult GmbH; Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See als Teillösung zur Minderung; Vorplanung; 07.02.2020	
[22b] Vorhabensanzeige der LMBV vom 03.03.2020 an die Landesdirektion Sachsen Ref. 42; „Nutzung von Wasser der Wyhra zur Beschaffenheitsregulierung Hainer See“	

	Seite
[22c] Schreiben der LDS vom 23.06.2020 an die LMBV: Vollzug des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung Vorhaben „Nutzung von Wasser der Wyhra zur Beschaffenheitssteuerung Hainer See“ der Lausitzer und Mittel-deutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH: Feststellung über die UVP-Pflicht zum Antrag vom 3. März 2020	
[25a] LMBV mbH; Aufgabenstellung zur mikrobiell induzierte Eisenretention im Grundwasseranstrom der Pleiße am Standort Kippe Witznitz II; Juli 2019	
[25b] Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB); Machbarkeitsstudie zur mikrobiell induzierten Eisenretention im Grundwasseranstrom der Pleiße am Standort Kippe Witznitz II - Zur Notwendigkeit von Infiltrationsversuchen auf der Kippe Witznitz; 19.03.2020	

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 2018 [1n] an.

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

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

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

Mit der Zielstellung eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen, erfolgte im Rahmen des Fließgewässermonitorings die Beprobung an den Messstellen der Pleiße möglichst in allen Abflussklassen 1 bis 5. Für das Berichtsjahr 2019 liegt die Auswertung des Fließgewässermonitorings im Entwurf [4q] vor.

Im Rahmen des Sachstandsberichtes zur 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 VAK abgestimmten Maßnahmen im Untersuchungsgebiet

	Bearbeiter	Stand der Bearbeitung
Maßnahme 1		
Fließgewässermonitoring Pleiße <i>Fortführung wurde vom VAK bis 2022 bestätigt</i>	SGL mbH	Jahresbericht 2018, 19.06.2019 [4p]; Beprobung im Jahr 2019 fortgeführt (Abflussklassen 1,2 und 4); Bericht 2019 liegt im Entwurf vor [4q]
Maßnahme 2		
Grundwassermonitoring – Messplatz Kippe Witznitz	Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH	Ergebnisbericht 08/2018, 14.06.2019 [3g]; Ergebnisbericht 08/2019, 05.10.2020 [3h];
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 11/2019 bzw. 12/2020; [1o] bzw. [1p]

	Bearbeiter	Stand der Bearbeitung
Maßnahme 3		
Integrale Gesamtbetrachtung von Fließgewässer- und Grundwassermonitoring sowie aktueller bzw. geplanter Maßnahmen im Gesamtprojekt	Sweco GmbH	vorliegender Sachstandsbericht in Fortschreibung von [1n]
Maßnahme 4		
Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit) Die Maßnahme 4 (Modellierung) wird nicht fortgeführt. Stattdessen wird eine Wirksamkeitsabschätzung möglicher Maßnahmen mittels „Bewertungs-Modul“ durchgeführt.	IBGW GmbH	Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenbelastung der Pleiße; iKD; 28.09.2018 [20] für 3 Zustände durchgeführt: Kalibrierung 2014-2017 Referenzszenario 2150 Maßnahme Abdichtung Pleiße
Maßnahme 5.1		
Reduzierung des Sickerwasserzustromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen (Luzerne- Bewirtschaftung von Kippenflächen in angepasster und reduzierter Form)	GFI GmbH	Jahresbericht 2018, 15.03.2019 [9m]; Dokumentation Errichtung Sondermessprofil als erweitertes Monitoring, 30.10.2019 [9n]; Aufbau und Vorkalibrierung 2D-Modell, 16.12.2019 [9o]; Jahresbericht 2019, 29.05.2020 [9p]; Dokumentation Infiltrationsversuche, 15.07.2020 (Entwurf) [9q]
Maßnahme 5.4		
Maßnahme mikrobiell induzierte Eisenretention <i>Neubewertung in 2019 als Lösungsansatz im Rahmen der Maßnahmenwirksamkeitsbetrachtung erfolgt → Machbarkeitsstudie</i>	Forschungsinstitut für Bergbaufolgeland-schaften e.V.	Machbarkeitsstudie: Mikrobiell induzierte Eisenretention im Grundwasseranstrom der Pleiße am Standort Kippe Witznitz II (Aufgabenstellung [25a]) Vorbereitung von Infiltrationsversuchen [25b] Machbarkeitsstudie in Bearbeitung inkl. Auswertung Infiltrationsversuche
Maßnahme 5.5		
Einbindung der Pleiße in den Kahnsdorfer See wird bis zum Abschluss der Alternativenprüfung zunächst ausgesetzt (Lph. 1 – Grundlagenermittlung), die Sedimentationsuntersuchungen einschl. 3D-Gewässermodellierungen wurden durchgeführt	iKD Ingenieur-Consult GmbH (NAN GIP GmbH)	

	Bearbeiter	Stand der Bearbeitung
Maßnahme 5.7		
Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra: Ziel1: Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine EHS-Reduzierung in der Pleiße durch weitere Maßnahmen zu ermöglichen Ziel2: Gewährleistung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes (pH-Neutralität) im Hainer See Ziel3: Förderung des Tourismus	iKD GmbH	Vorplanung Teileinleitung Wyhra in den Hainer See, 07.02.2020 [22a] Vorhabensanzeige an LDS, 03.03.2020 [22b] Feststellung über UVP-Pflicht durch LDS, 23.06.2020 [22c] Weiterverfolgung Ziel 2 → Nachsorge-Neutralisation
Maßnahme 5.8		
Weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Fe-Fracht, Durchführung von Machbarkeitsstudien: Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaus Witznitz II und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen	eta AG engineering, Sweco GmbH	Untersuchung zur „Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaus Witznitz II und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen“; Oktober 2019; [21]

2 Auswertung des Grund- und Oberflächenwassermonitorings

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

In Abstimmung mit dem Auftraggeber 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 [1p] dokumentiert und werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

2.1 Grundwasserzustrom zur Pleiße

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

Die Beschreibung der Entwicklung der Grundwasserdynamik erfolgt auf Basis der durch die LMBV zur Verfügung gestellten Hydroisohypsenpläne des MHM, welche jährlich mit den Hydrodynamischen Jahresberichten erstellt werden. Aktuell liegen die Ergebnisse der Hydrodynamischen Jahresberichte der LMBV für 2018 und 2019 vor.

Im Frühjahr 2020 erfolgte wiederum die Abfrage der Gütedaten zur Fortschreibung der Datenbasis des vergangenen Jahres 2019. Die letzte Datenlieferung erfolgte erst im Oktober 2020, so dass die Übernahme in die Datenbasis erst im November abschließend erfolgen konnte.

Für eine Bewertung der Dynamik und der Grundwassergüte mit Relevanz für die Pleiße ist das unterirdische Grundwassereinzugsgebiet maßgebend. Die Abgrenzung des Grundwassereinzugsgebietes wurde mit der der Bearbeitung von [13c] aktualisiert (maßgebende Jahre 2015 und 2100).

2.1.1.1 Entwicklung der Grundwasserdynamik

Die Flutung der Tagebauseen im Südraum von Leipzig ist weitestgehend abgeschlossen (siehe Abbildung 2-1). Wesentliche Anstiegsraten traten in den letzten 10 Jahren nur am Zwenkauer See auf. Die Herstellung des Zwenkauer Sees kann erst mit der Inbetriebnahme des derzeit in Planung befindlichen Harthkanals als Regelauslass in den Cospudener See abgeschlossen werden. Zwischenzeitlich erfolgt die Seewasserspiegelhaltung mittels einer temporären Wasserhaltung. Ein Wasserstand bei +112,5 m NHN wird damit eingehalten, wobei Schwankungen zwischen +112,3 ... +112,7 m NHN bspw. in den Jahren 2018 und 2019 auftraten.

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

Die Niederschlagshöhe lag 2018 mit 338,3 mm an der DWD-Station Halle/Leipzig deutlich unter dem langjährigen Mittel (63,2 %). Diese Verhältnisse setzten sich 2019 im Jahresdurchschnitt mit 397,1 mm

(74,2 % des langjährigen Mittels) fort. Damit war auch das Jahr 2019, wie das Vorgängerjahr auch, als ein außergewöhnlich trockenes Jahr bzgl. der Grundwasserneubildungsrate einzustufen¹.

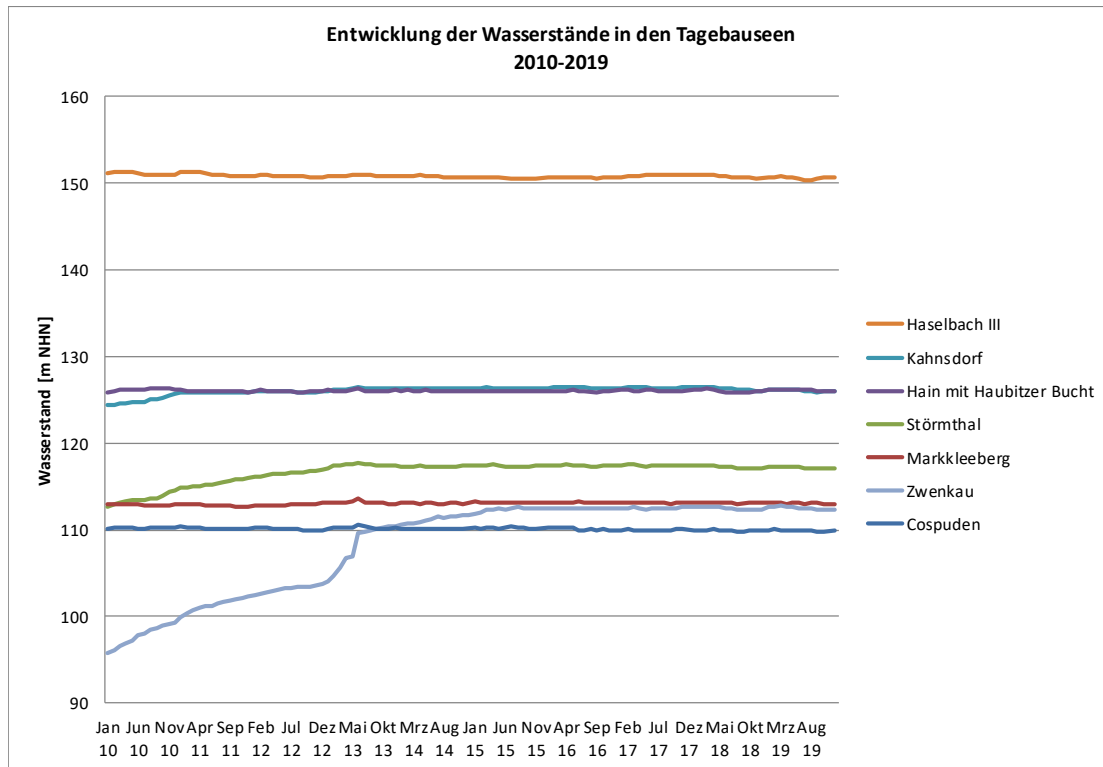


Abbildung 2-1: Entwicklung der Wasserstände in den Tagebauseen 2010-2019

Der Vergleich der Grundwasserstände im Betrachtungsgebiet zwischen 2018 und 2019 ist in Abbildung 2-2 (S. 6) dargestellt.

Die höchsten Grundwasserstände wurden demnach im Süden und Südosten des Betrachtungsgebietes ermittelt. Die Grundwasseroberfläche fällt grundsätzlich in nördliche Richtung. Deutliche Depressionen sind in Richtung der jeweiligen Tagebauseen zu erkennen.

Im Kippeneinschnitt Witznitz fließen der Pleiße deutlich erkennbar beidseitig Grundwässer zu. Im Raum Rötha zeigt die Pleiße, die in diesem Bereich in ihrem natürlichen Flussbett verläuft, eine normale Vorflutwirkung (effluente Verhältnisse).

Im südwestlichen Betrachtungsgebiet sind die Wasserhaltungen des aktiven Bergbaus durch den Tagebau Vereinigtes Schleenhain (MIBRAG) von Bedeutung. Weitere Veränderungen im Wasserhaushalt sind dort durch Grundwasserabsenkungen noch zu erwarten.

¹ Hydrodynamische Jahresberichte 2018 und 2019 der LMBV

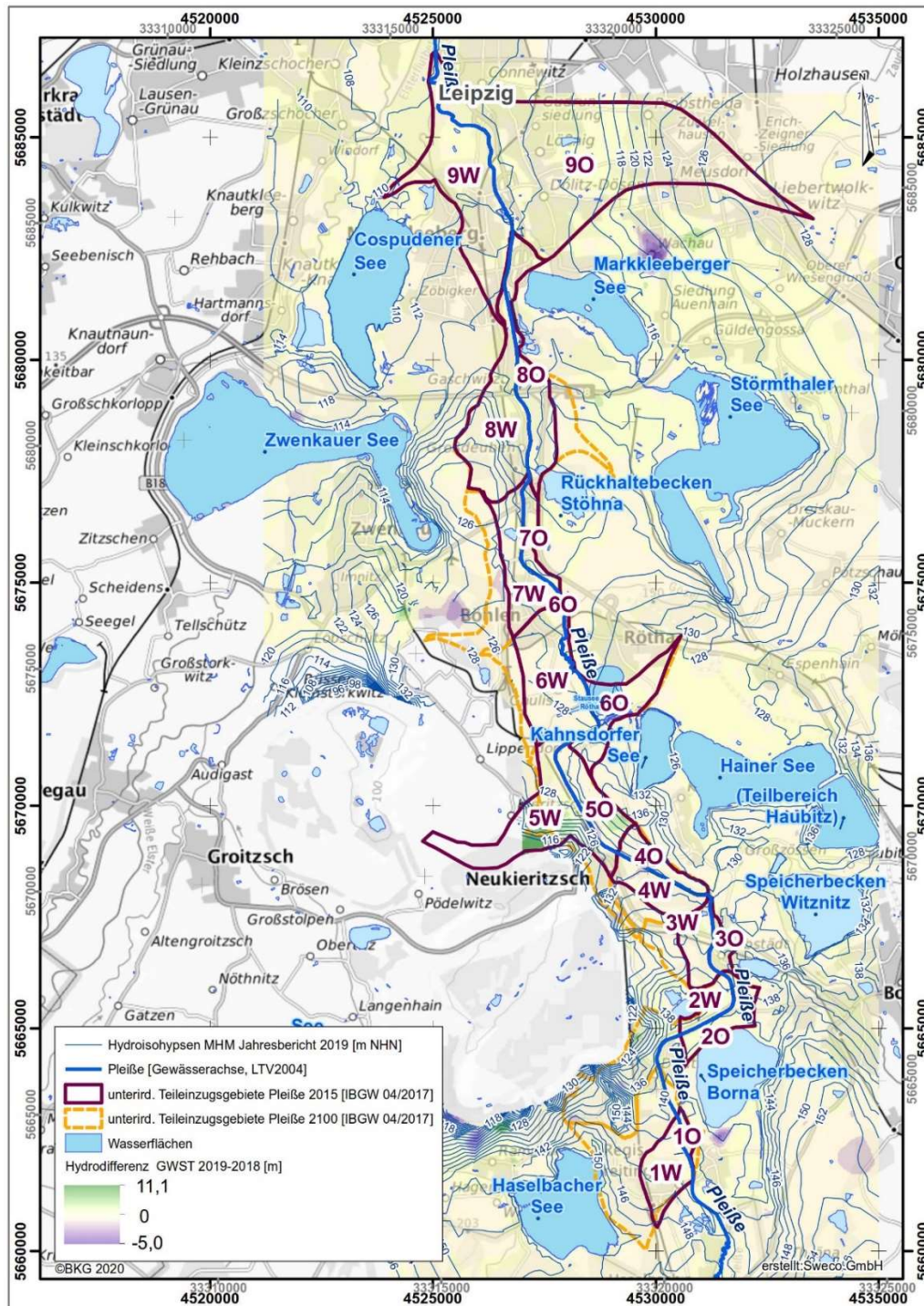


Abbildung 2-2: Grundwasserdynamik im Betrachtungsraum, Vergleich 2018/2019

Entwicklung der Grundwasserdynamik im Bereich der Kippe Witznitz

In Ergänzung der Bewertung der Grundwasserdynamik im Gesamtüberblick werden nachfolgend die Grundwasserstände im Bereich der Kippe Witznitz im Detail ausgewertet. Die Daten wurden von der LMBV aus dem MHM zur Verfügung gestellt. In der folgenden ist die Lage der GWMST ersichtlich. Die Abbildung wurde ergänzt um die Abgrenzungen der Feldblöcke, auf denen die Osterlandagrar GmbH Luzerne anbaut [9i]. Auf den Flächen A bis D ist bis 2019 der Anbau von Luzerne vorgesehen. Im Jahr 2020 wurde auf den genannten Flächen eine einjährige Zwischenkultur angebaut.

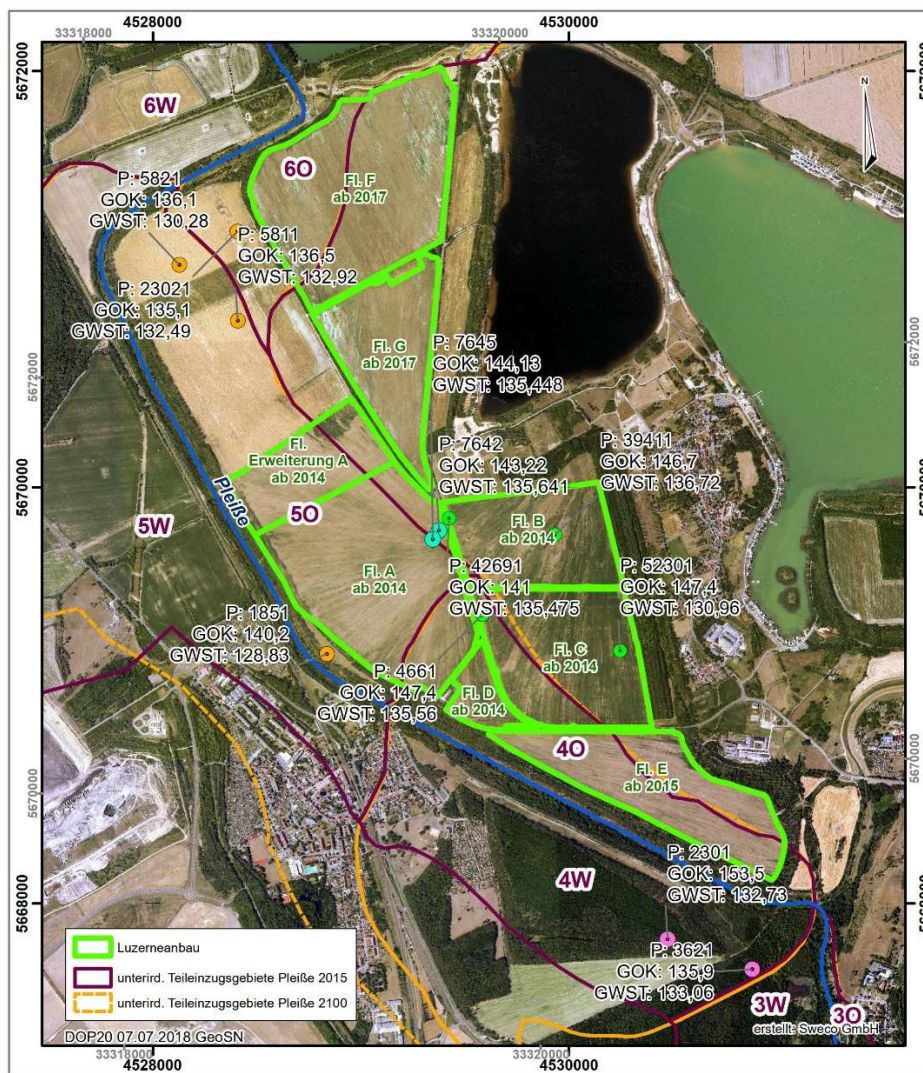


Abbildung 2-3: GWMST des MHM im Bereich der Kippe Witznitz, Anbauflächen Luzerne gem. [9i]

Weiterhin wurden die beiden neuen Grundwassermessstellen 7642 und 7645 des Sondermessprofils Kippe Witznitz berücksichtigt. Diese wurden im Frühjahr 2019 errichtet und bilden mit den Alt-Messstellen 4269 und 1851 (letztere pleißenah) eine Schnittpur durch das Kippenmassiv in Richtung Pleiße. (Die Messwerte der Grundwassermessstellen am Sondermessprofil wurden von der GFI GmbH zur Verfügung gestellt.)

Es wurden Grundwassermessstellen anhand folgender Kriterien ausgewählt:

- Lage der Messstelle im relevanten (wirksamen) Bereich des Luzerneanbaues,
- Lage der Messstelle möglichst im unterirdischen Einzugsgebiet der Pleiße,
- Messwertreihe bis mindestens 2017,
- Messstellen zum Vergleich (außerhalb der Anbaufläche sowie im westlichen Bilanzgebiet).

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Grundwasserstände der ausgewählten Pegel aufgetragen. Seit den Grundwasserhochständen 2010/2011 werden fallende Grundwasserstände gemessen. Aufgrund der Lage auf der Kippe Witznitz (ohne laterale Grundwasserzuflüsse, hoher Grundwasserflurabstand) und der landwirtschaftlichen Nutzung ist der Rückgang besonders ausgeprägt. Ein kurzer leichter Anstieg ist 2013 infolge höherer Niederschläge zu erkennen. In dieser Zeit trat auch das letzte größere Hochwasser in der Pleiße mit Abflüssen $> 60 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Böhlen auf. In den letzten Jahren wurden u. a. durch die ingenieurtechnische Begleitung des Luzerneanbaues negative Wasserbilanzen in Bezug auf die Grundwasserneubildung festgestellt. Daraus resultiert der weitere Rückgang des Grundwasserstandes.

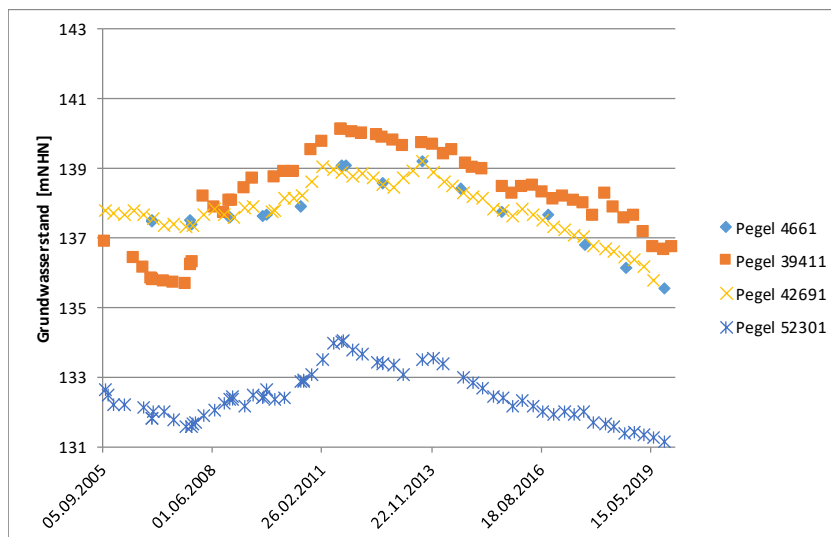


Abbildung 2-4: Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Luzerneanbauflächen seit 2005

Im nachfolgenden Diagramm ist exemplarisch die Ganglinie am Pegel 4269 aufgetragen. Die Aufzeichnung des Grundwasserstandes erfolgt mittels Datenlogger in einem Intervall von 15 min. Die Schwankungen des Grundwasserstandes bewegen sich im Zentimeterbereich mit einer Amplitude von ca. 1 dm, insgesamt mit fallender Tendenz von Mai 2019 bis Oktober 2020 um 0,7 m.

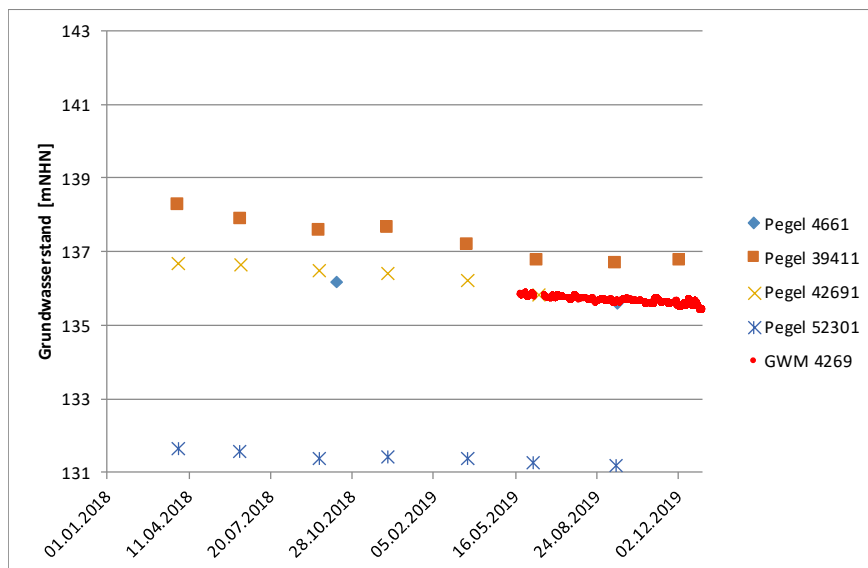


Abbildung 2-5: Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Luzerneanbauflächen seit 2018 mit Datenlogger Pegel 4269(1) seit 05/2019

Die Grundwasserverhältnisse im Bereich der Pegel auf der Kippe Witznitz außerhalb des Luzerneanbaues sind durch relativ flurnahe Grundwasserstände geprägt (s. Abbildung 2-4). Die Amplitude der Grundwasserstandsveränderungen ist kleiner.

Als „robust“ gegenüber Änderungen der klimatischen Verhältnisse verhalten sich die Grundwasserstände der Pegel im betrachteten westlichen Bilanzgebiet. Das Grundwasserhochwasser 2010/2011 und die hohen Grundwasserneubildungsbedingungen im Jahr 2013 sind auch aus diesen Ganglinien zu erkennen (s. Abbildung 2-7). Die geringe Amplitude dürfte aus der forstwirtschaftlichen Nutzung und der damit verbundenen geringeren Grundwasserneubildung und dem großen Grundwasserflurabstand resultieren. Auch hier setzt sich der anhaltende Trend von sinkenden Grundwasserständen aufgrund der unterdurchschnittlichen Grundwasserneubildungsraten weiter fort (Absenkung des Grundwasserspiegels seit November 2011 um ca. 1,8 m).

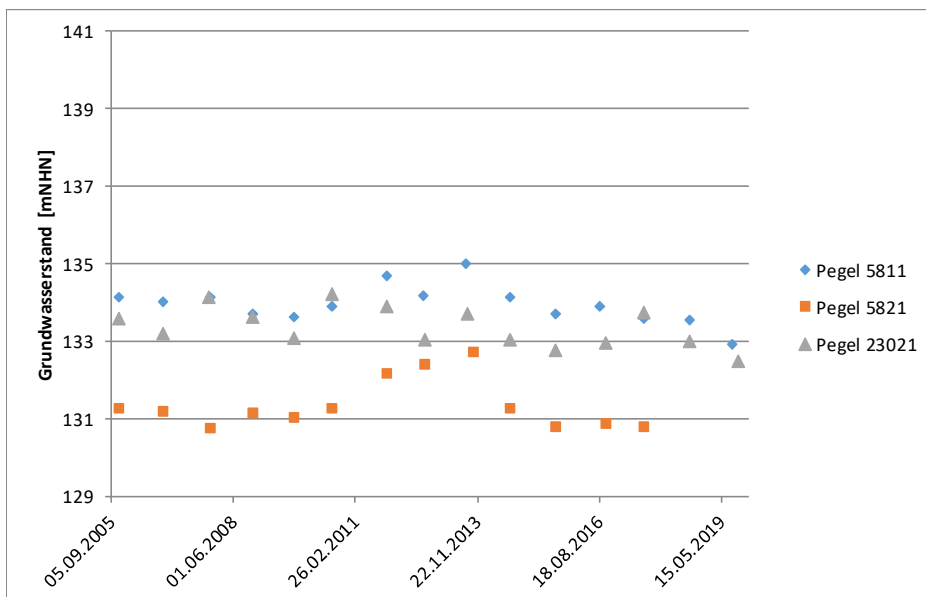


Abbildung 2-6: Entwicklung der Grundwasserstände außerhalb der Luzernefflächen

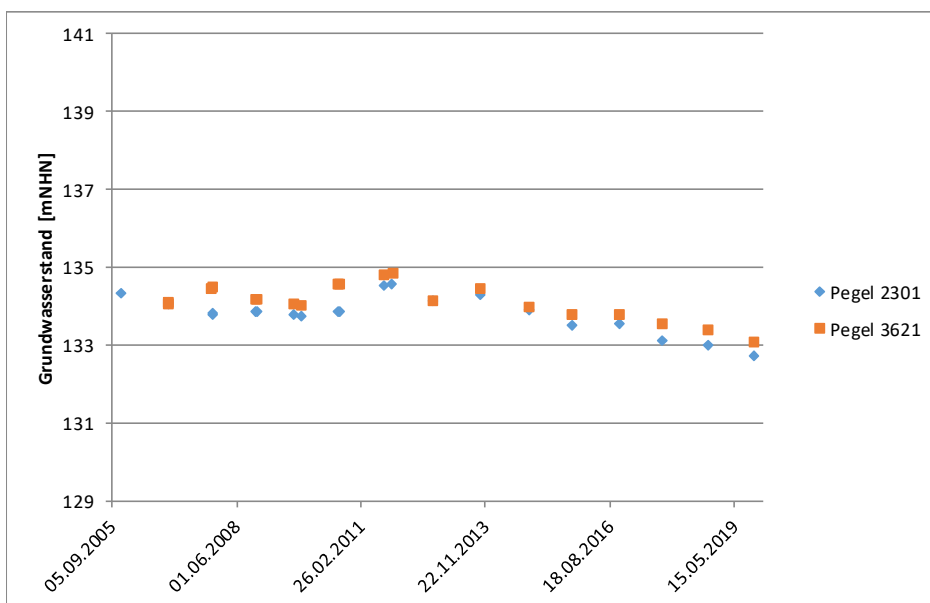


Abbildung 2-7: Entwicklung der Grundwasserstände im westl. Bilanzgebiet

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 zum Jahr 2019 ergänzt. Im Vergleich zu den bisher durchgeführten Abfragen konnten die Grundwassergütedaten erst verspätet oder wie im Fall der MIBRAG aufgrund der aktuellen Pandemiesituation gar nicht geliefert bzw. in die Datenbasis integriert werden.

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 2014 durchgeführt wurden.

Die Veränderungen in der Auswahl der relevanten Messstellen in der Datenbasis ergeben sich bilanzgebietsbezogen im Vergleich zum letzten Bericht [10] wie folgt:

Bilanzgebiet	Veränderung zum letzten Bericht [10]
10	-2
20	-4
30	-2

Insgesamt entfallen somit 8 GWMST in der Auswertung, da an diesen Messstellen durch die LTV keine Grundwasseranalysen seit 2014 durchgeführt werden. Somit stehen für das Bilanzgebiet 20 (nördlich des Speicherbeckens Borna) bspw. keine aktuellen Grundwasseranalysen zur Verfügung.

Insgesamt wurden 2.361 Probennahmen dem relevanten Einzugsgebiet Grundwasser zugeordnet.

Parameter Eisen

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

Beispiele:

4O_PI_K → Bilanzgebiet 4, östlicher Anstrom, Pegel an Pleiße, GWL Kippe
10_K* → Bilanzgebiet 1, östlicher Anstrom, GWL Kippe, etwas außerhalb des EZG

Die Datenbasis 2019 beinhaltet 2.448 Beprobungen im Grundwassereinzugsgebiet. Je nach Parameterverfügbarkeit der Konzentrationen an:

- Fe_{ges} 1.371 St.
- Fe_{gel} 832 St.
- Fe²⁺ 69 St.
- ohne Analysen Fe 176 St.

erfolgte die Auswertung.

Die Verteilung der Grundwassergütemessstellen im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße ist sehr unterschiedlich. Unterrepräsentiert sind die Bilanzgebiete 6O und 7O sowie 9O. Mit dem Ausscheiden der Messstellen der LTV in den Bilanzgebieten 1O, 2O und 3O ist das Bilanzgebiet 2O in der Auswertung nicht mehr vertreten.

Analysen von zusätzlichen Grundwassermessstellen wurden im Jahr 2019 nicht erhoben.

Die Abbildung 2-8 zeigt die Statistik für den Parameter Eisen bilanzgebietsbezogen über alle Spezies. Auch hier ist das Haupteintragsbilanzgebiet 4 deutlich erkennbar. Wie in den letzten Berichtsjahren wurde der lokale Extremwert an der Mst. 24 mit 1.200 mg/l Fe(ges) (letzte Analyse) nicht berücksichtigt.

Die höchsten Eisenkonzentrationen wurden im Jahr 2019 an der Messstelle 511 (BG 4O_PI_K) mit 4.500 mg/l Fe(gel) und an der Messstelle 762 (BG 4W_PI_K) mit 3.800 mg/l Fe(gel) gemessen.

Gleichbleibend hohe Eisenkonzentrationen wurden wieder im Bilanzgebiet 7 festgestellt (z. B. Mst. 306, 7O_K: 2018 und 2019: 1.000 mg/l; 2017 1.300 mg/l Fe(gel)).

Weiterhin ist in der Darstellung im Vergleich zum letzten Bericht wiederholt das Bilanzgebiet 8O, bedingt durch einen hohen Analysewert an Mst. 809 (2017: 3.000 mg/l Fe(ges); 2018: 3.800 mg/l Fe(ges); 2019: 2.300 mg/l Fe(ges)), auffällig.

Das Diagramm (Abbildung 2-9) zeigt die räumliche Verteilung der gemessenen Eisenkonzentrationen unter Berücksichtigung der jeweils letzten Analyse.

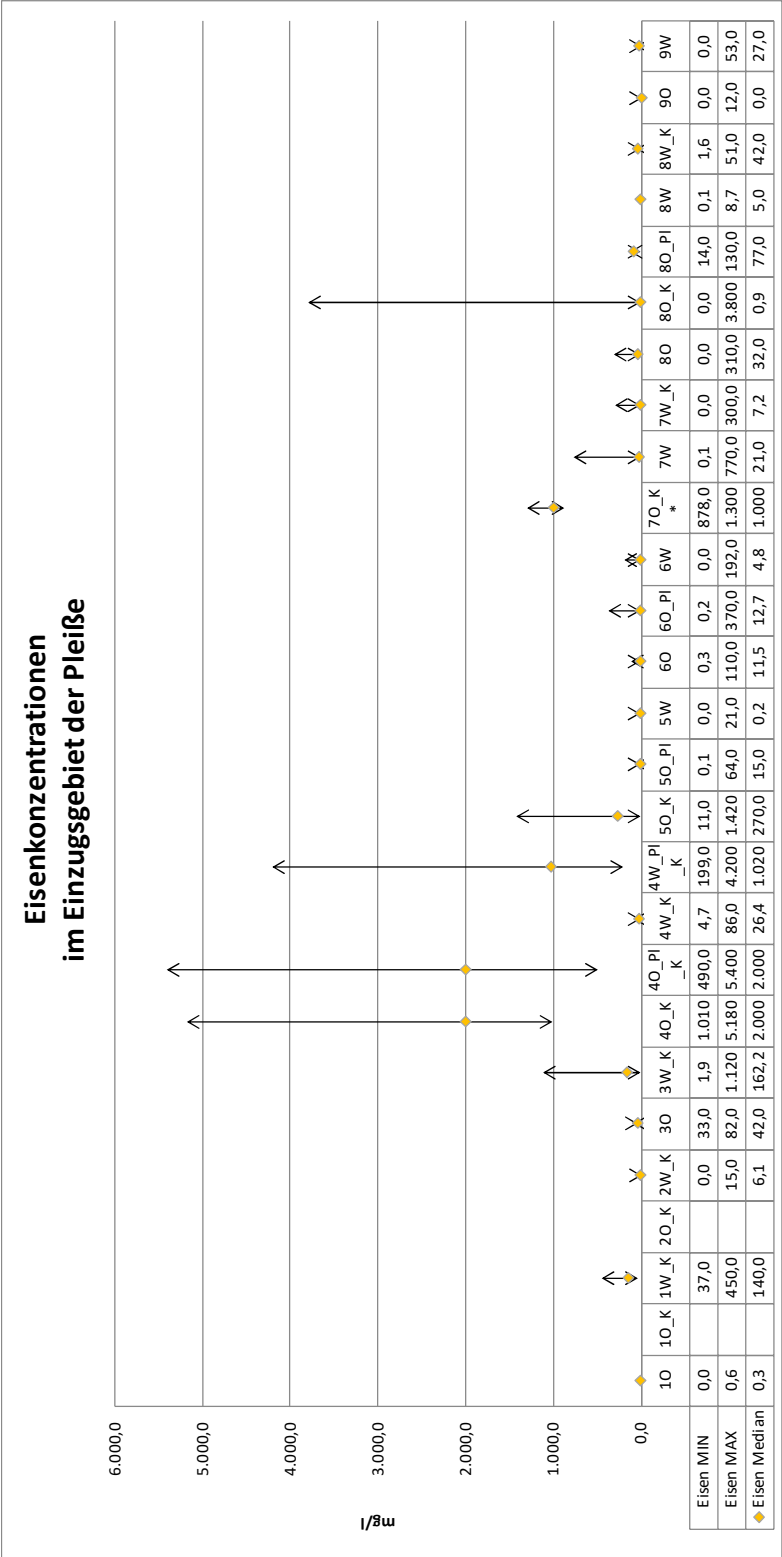


Abbildung 2-8: Eisenkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2019

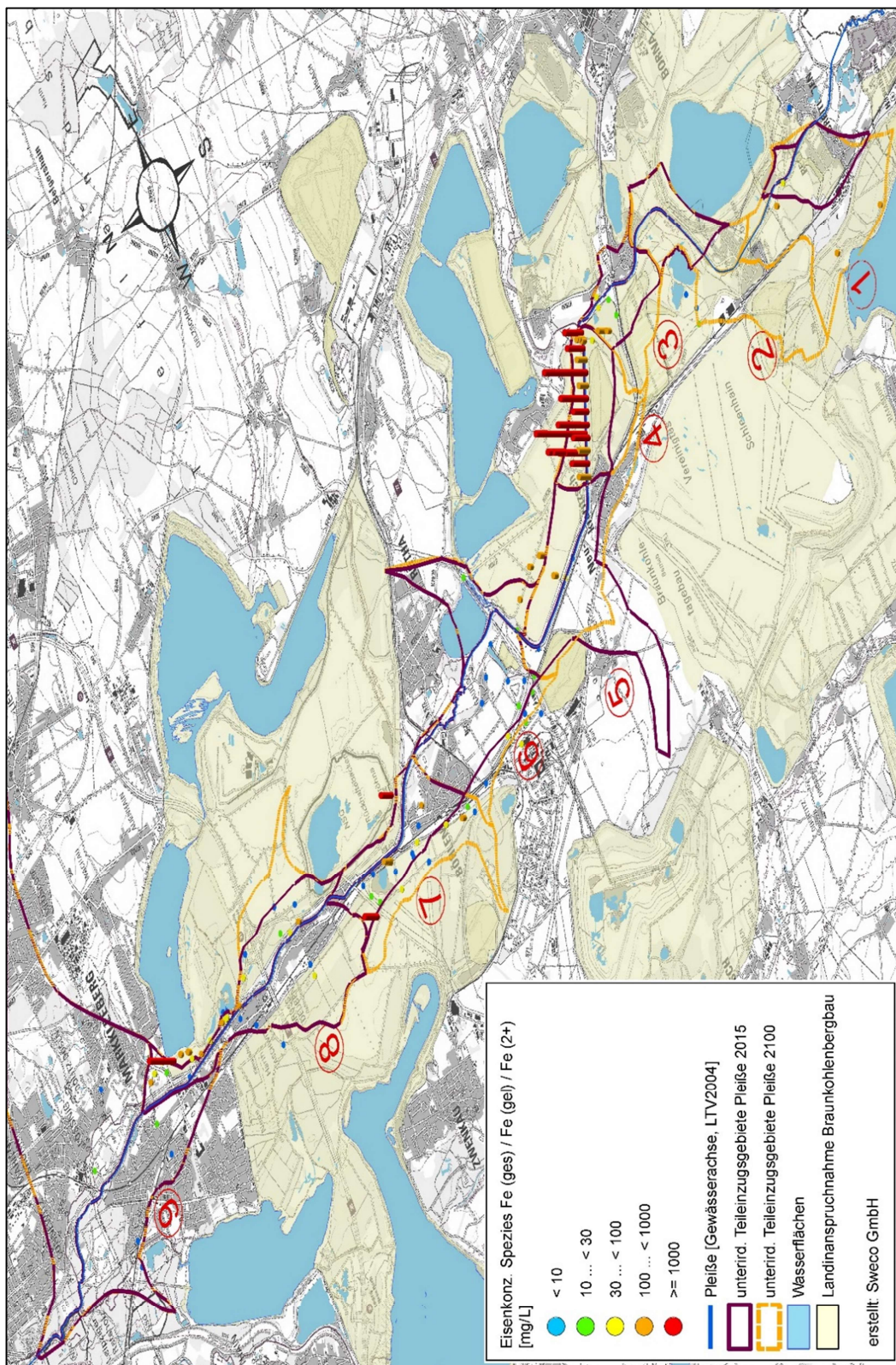


Abbildung 2-9: Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße, jeweils letzte Analyse der Datenbasis 2019

Die Messstelle 809 liegt zwischen dem Markkleeberger See und der Pleiße, gerade noch außerhalb des Einzugsgebietes zur Pleiße. Zur Vergleichbarkeit wurden die weiter südl. gelegenen Grundwassergütemessstellen ebenfalls ausgewertet, welche durchweg geringere Eisenkonzentration ausweisen. Die Situation ist in Abbildung 2-10 dargestellt.

Die lokal hohen Eisenkonzentrationen fließen dem Markkleeberger See zu (Hydroisohypsen mit einem Gradienten in Richtung Markkleeberger See).

Die Pleiße verläuft in diesem Bereich auf unverritztem Boden. Daher werden in unmittelbarer Nähe der Pleiße unauffällige Eisenkonzentrationen (Fe(gel) von 0,4 mg/l bzw. 2,4 mg/l) gemessen.

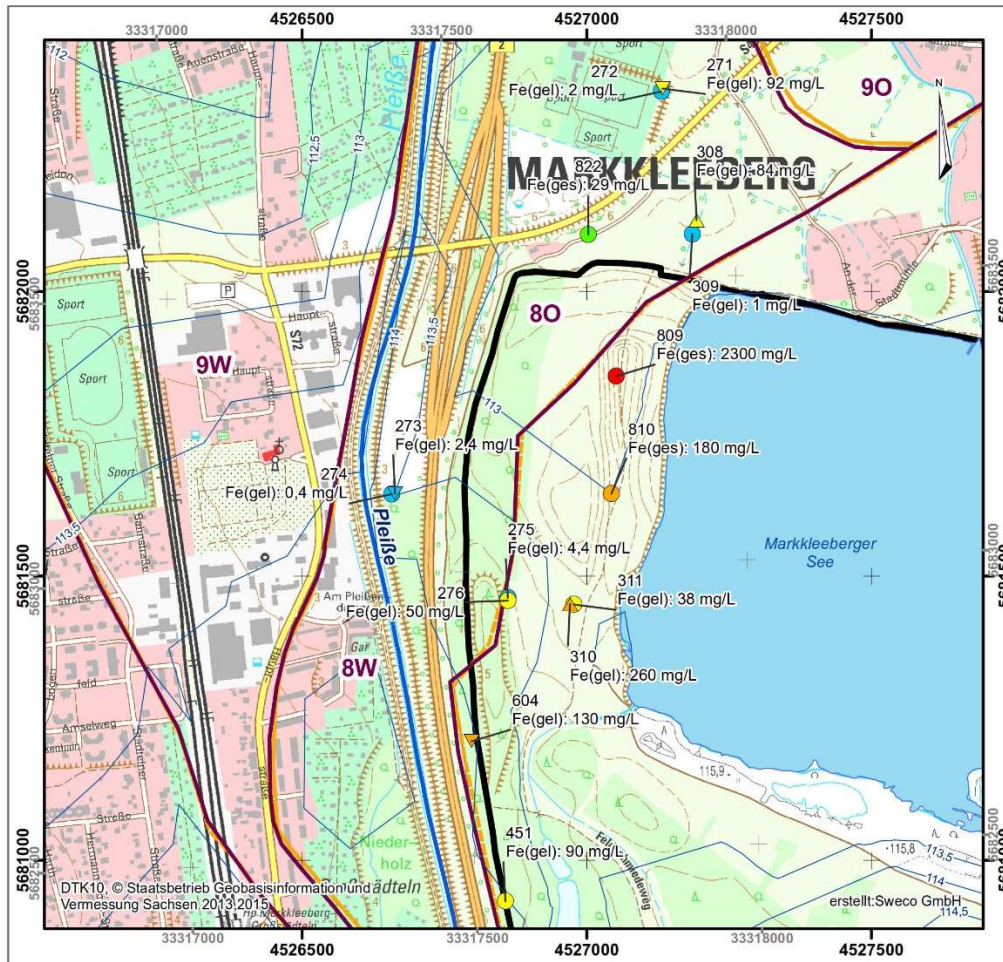


Abbildung 2-10: Lage der Messstelle 809, letzte Analyse Fe-Spezies, Hydroisohypsen 2019

Der lokale Extremwert im Bereich der Innenkippe an der Mst. 809 wurde auch 2019 bestätigt.

Im Lageplan (Anlage 1) ist die Lage der ausgewerteten Gütemessstellen im unterirdischen Pleißeinzugsgebiet mit den jeweils zuletzt ermittelten Eisenkonzentrationen dargestellt. Folgende Klasseneinteilung wurde in Abstimmung mit der LMBV verwendet.

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

- < 10
- 10 ... < 30
- 30 ... < 100
- 100 ... < 1000
- ≥ 1000

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 2-11) ist eine steigende Tendenz an mehreren pleißenahen Messstellen ersichtlich.

Die Messstelle 511 stellt den Bereich der höchsten gemessenen Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße dar, wobei in den letzten Messungen die Fe(gel)-Konzentrationen von 5.400 mg/l in der Spitze auf zuletzt 4.500 mg/l gesunken sind.

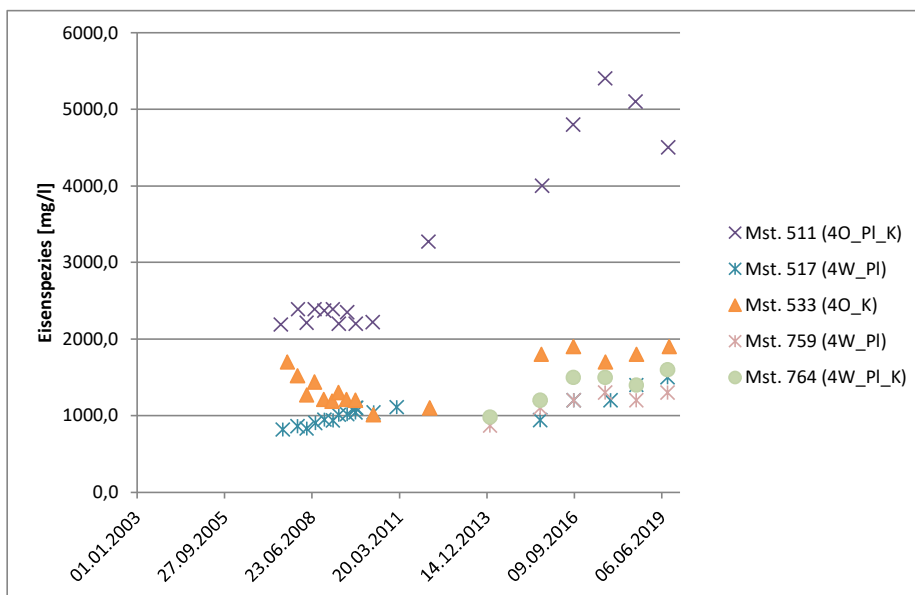


Abbildung 2-11: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohe Eisenkonzentrationen an Pleiße-messstellen im Bereich der Kippe Witznitz)

Eine Zunahme der Eisenkonzentration insgesamt auf einem geringeren Konzentrationsniveau zeigt das folgende Diagramm.

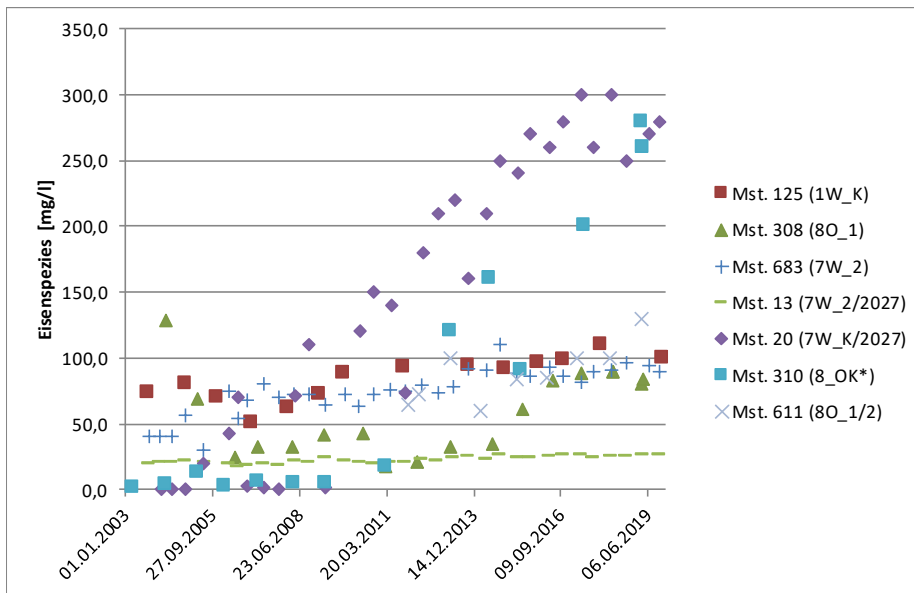


Abbildung 2-12: Verlauf (Zunahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Ein großer Teil der Pegel im Bilanzgebiet 7W wird im Rahmen des Monitorings der IAA Ostausfahrt Böhlen kontinuierlich beobachtet. In diesem Bereich ist die Messstellendichte auch besonders hoch. Die Lage weiterer Bereiche mit möglichen Fremdeinflüssen auf die Grundwasserqualität ist in Anlage 2 von [1p] dargestellt.

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.

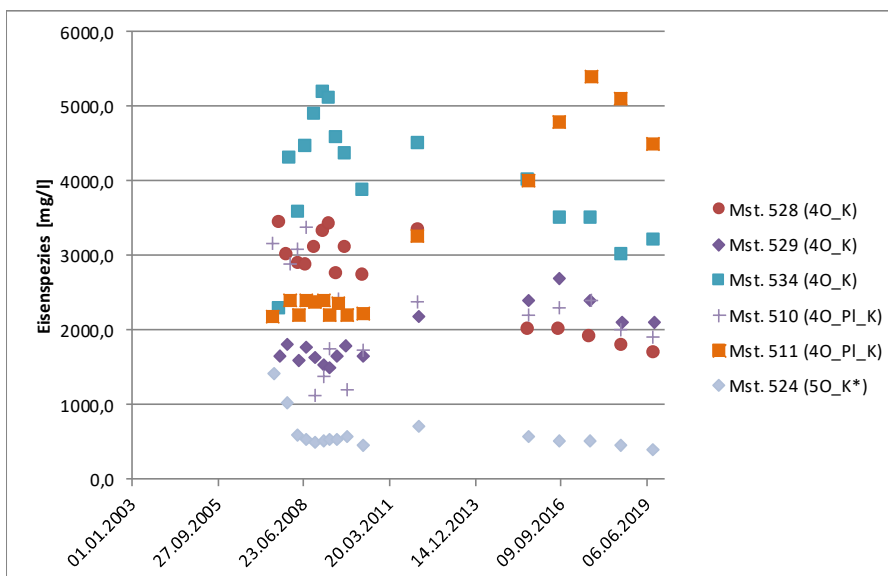


Abbildung 2-13: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen (insgesamt hohe Konzentrationen, Bilanzgebiet 4)

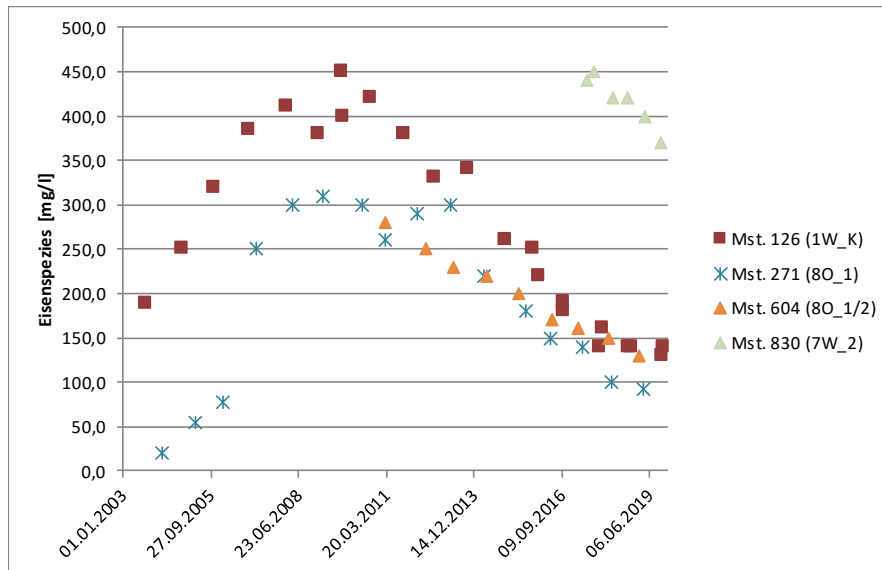


Abbildung 2-14: Verlauf (Abnahme) der ermittelten Eisenkonzentrationen ausgewählter Messstellen

Mit der Darstellung im Diagramm (Abbildung 2-15) wurde versucht festzustellen, inwieweit es möglich ist, aus der vorliegenden Datenbasis bilanzgebietsbezogene Tendenzen von 2010 bis 2019 ableiten zu können (jeweils Median im Berichtsjahr je Bilanzgebiet).

Mit der Darstellung werden wiederum die Bereiche mit den höchsten Eisenkonzentrationen im Einzugsgebiet der Pleiße ersichtlich. Bei der Auswertung wurde wiederum festgestellt, dass die Verteilung der Anzahl der Probenahmen sehr unterschiedlich ist. Für den Hauptanteil der Bilanzgebiete liegen nur wenige Analyseergebnisse pro Jahr vor (tlw. lediglich eine Messstelle pro Bilanzgebiet). Weiterhin erfolgt die Probenahme an einigen Messstellen aller 2 Jahre.

Mit den genannten Einschränkungen lassen sich daher noch keine allgemein gültigen Tendenzen für die einzelnen Bilanzgebiete ableiten.

Zumindest kann festgestellt werden, dass aus dem Bilanzgebiet 4O weiterhin sehr hohe Eisenkonzentrationen über das Grundwasser der Pleiße zutreten, auch wenn an 50 % der Messstellen in diesem Bilanzgebiet fallende Fe-Konzentrationen beobachtet wurden. Für den anderen Teil der Messstellen im Bilanzgebiet 4O wurden keine oder steigende Tendenzen erkannt. Ebenfalls weiterhin auf sehr hohem Niveau und teilweise mit steigender Tendenz wurden Eisenkonzentrationen im Bilanzgebiet 4W (Schwerpunkt Pegel an der Pleiße) analysiert.

Auf hohem Niveau verharren ebenfalls die Eisenkonzentrationen im Bilanzgebiet 7O_K. Wobei dieses Einzugsgebiet nur von einer Grundwassermessstelle repräsentiert wird.

Damit bleibt der Fließgewässerabschnitt zwischen Mündung der Wyhra und Neukieritzsch das Haupteintragsgebiet von stark bergbaulich beeinflussten Kippengrundwässern in die Pleiße.

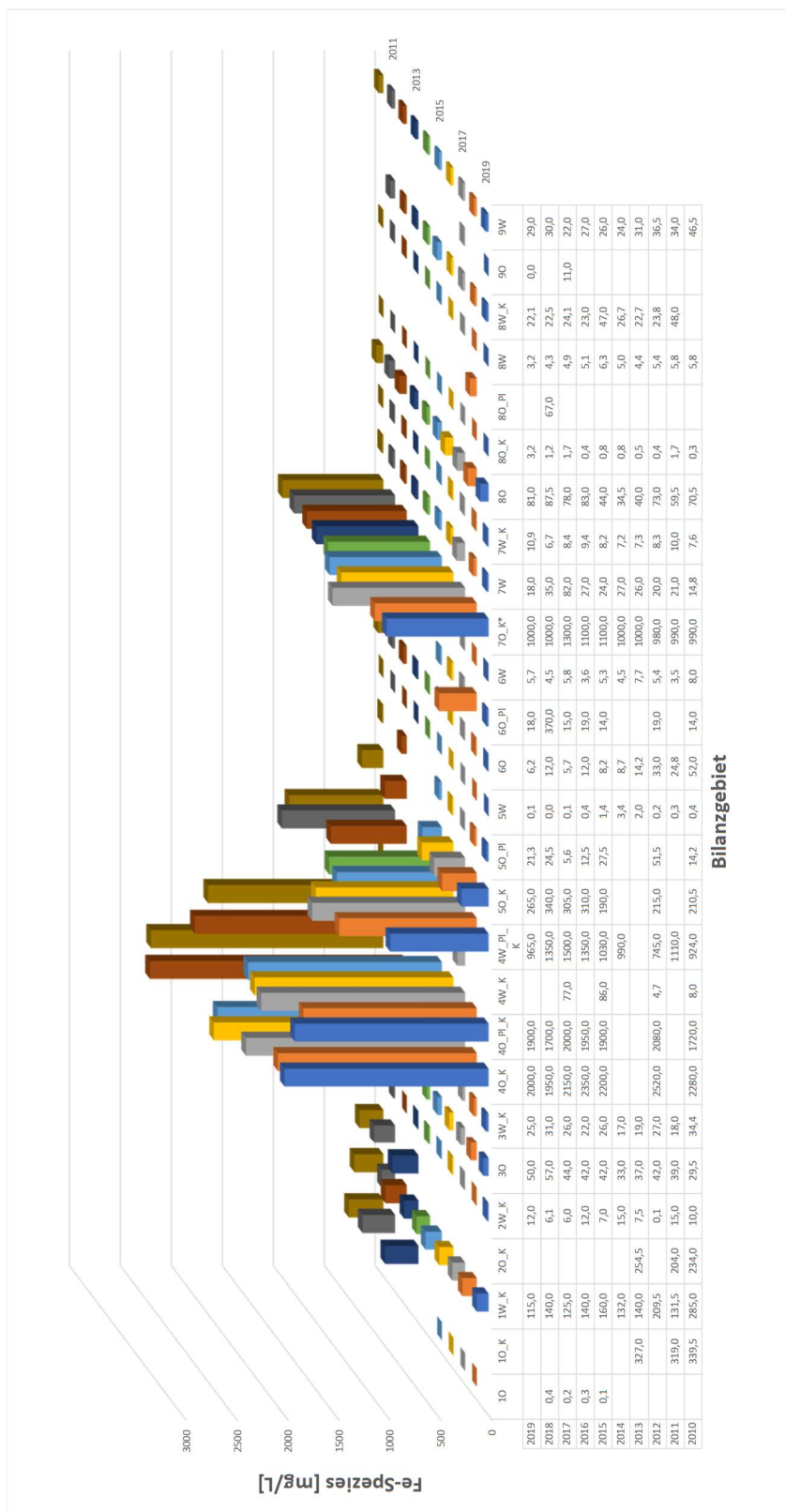


Abbildung 2-15: Entwicklung der Fe-Konzentrationen in den Bilanzgebieten (Median der Analysen)

Parameter Sulfat

Einen Überblick über die Datenbasis 2019 (Leitparameter der Pyritoxidation Sulfat) zeigt das Diagramm (Abbildung 2-17, S.21). 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 einem pleißenahen Pegel und den mehrfachverfilterten Messstellen des Kippenmessplatzes ermittelt.

Weiterhin wurden hohe Werte auch im Bilanzgebiet 7 gemessen (u. a. Messnetz der LEAG IAA Böhlen). Ebenso fällt die bereits oben erwähnte GWMST im Bilanzgebiet 8O auch hinsichtlich der Sulfatkonzentrationen auf.

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 vor allem die Messstelle 511 im Bilanzgebiet 4O_PI_K (s. folgende Abbildung). Erst mit der letzten Analyse im August 2019 wurden mit 11.700 mg/l geringere Sulfatkonzentrationen als zuvor (08/2018 13.500 mg/l) gemessen.

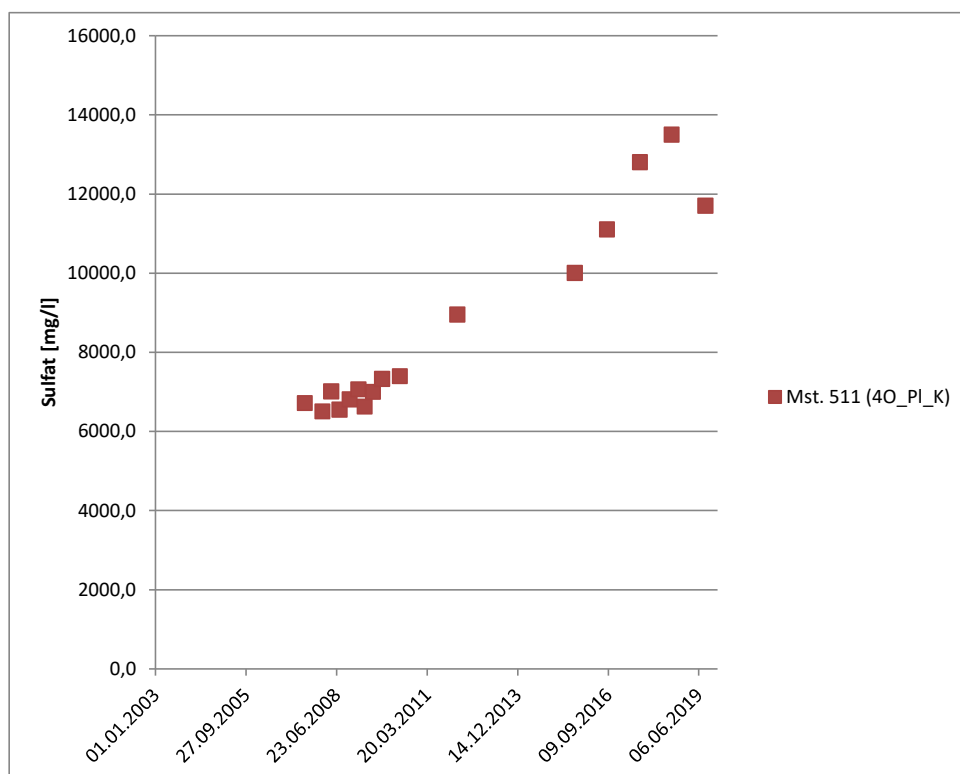


Abbildung 2-16: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (hohes Niveau der Sulfatkonzentrationen)

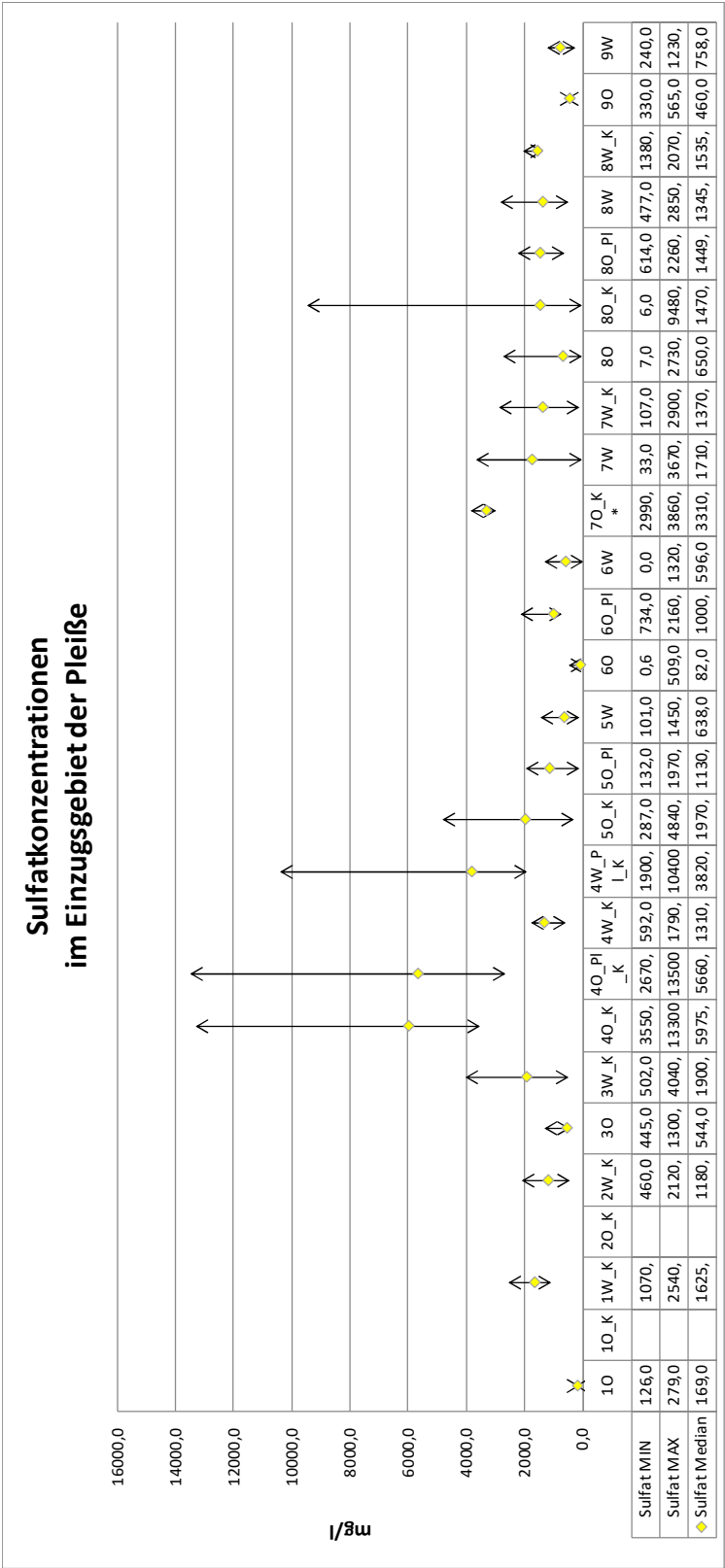


Abbildung 2-17: Sulfatkonzentration Grundwasser im Einzugsgebiet der Pleiße, statistische Auswertung der Datenbasis 2019

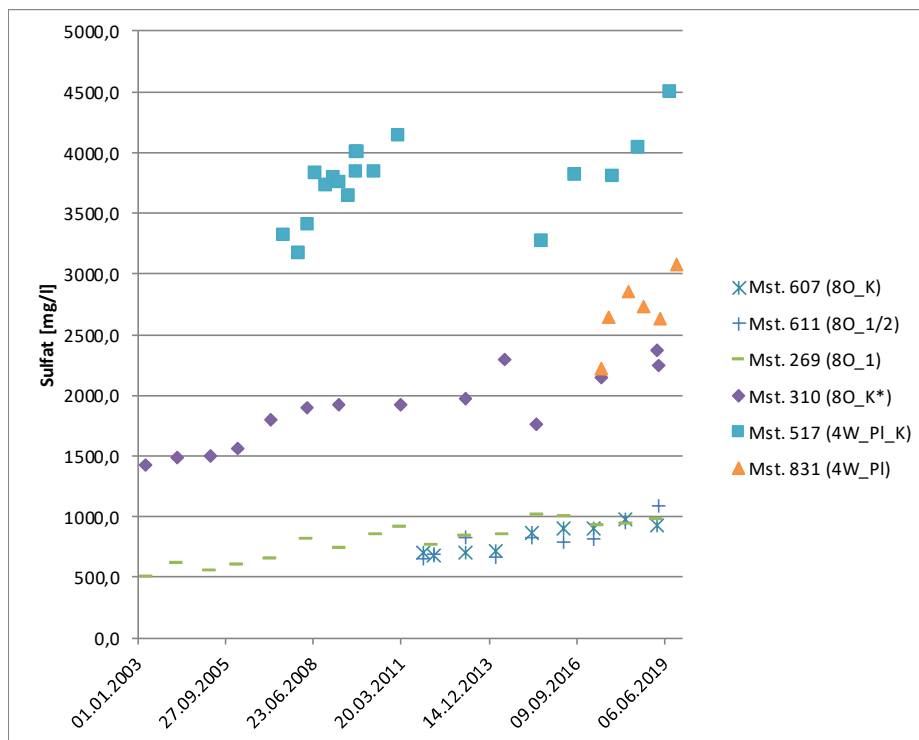


Abbildung 2-18: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (mittleres Niveau der Sulfatkonzentrationen)

Die Abbildung 2-18 zeigt den Verlauf steigender Sulfatkonzentrationen an ausgewählten Messstellen im mittleren Niveaubereich.

Fallende Sulfatkonzentrationen wurden ferner auch an Messstellen in verschiedenen Bilanzgebieten bestimmt (Diagramme Abbildung 2-19).

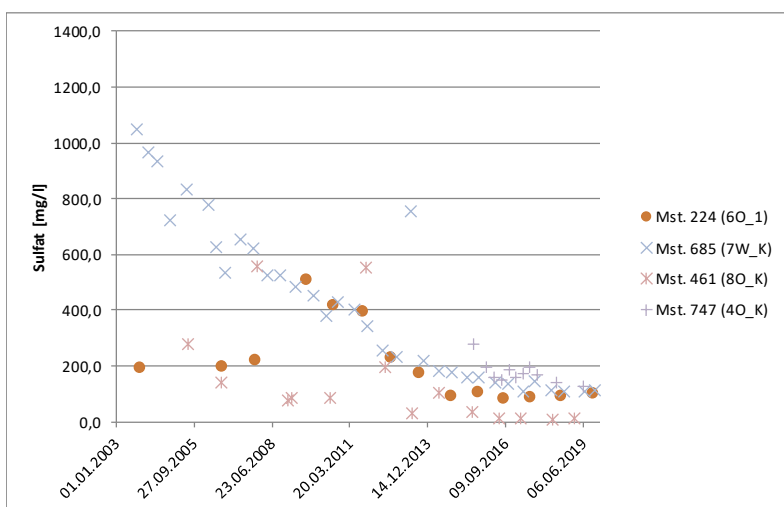
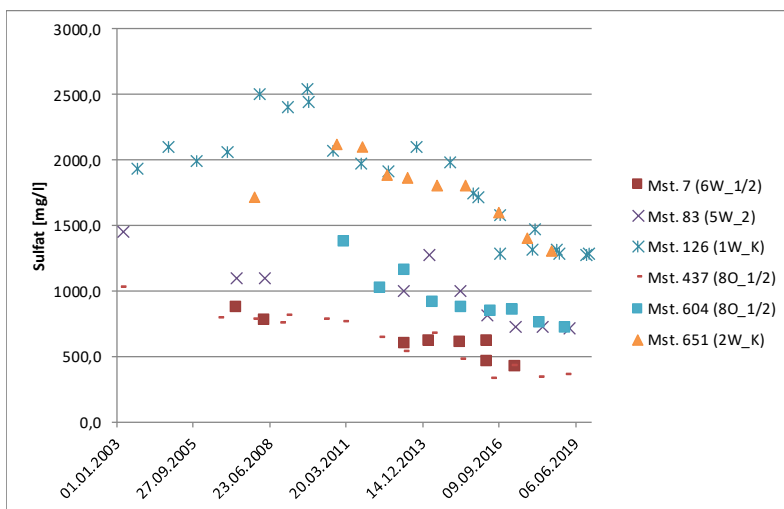
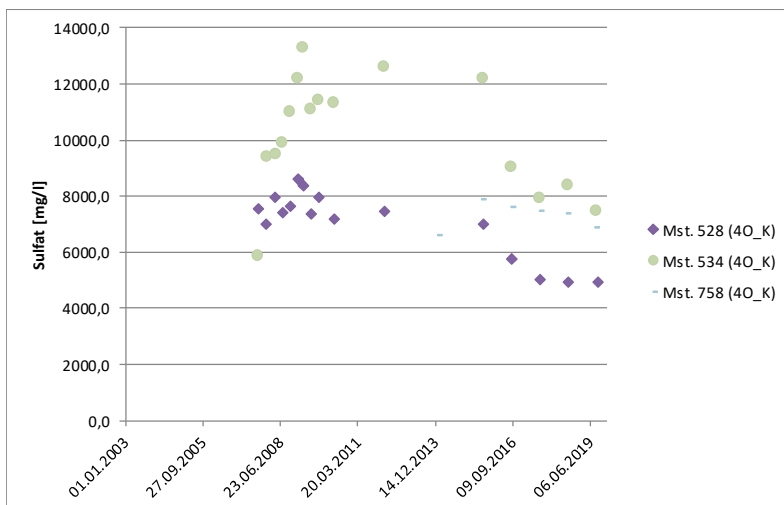


Abbildung 2-19: Verlauf der ermittelten Sulfatkonzentrationen ausgewählter Messstellen (fallende Sulfatkonzentrationen)

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 (Grundwasserdynamik und -güte) am Standort Messplatz Kippe Witznitz erfolgte im Zeitraum vom 06.08. bis 05.09.2019. Es umfasste die Untersuchung von 3 Mehrfachmessstellen mit insgesamt 13 Filterstrecken sowie 25 zu Grundwassermessstellen ausgebauten Rammpegeln. Das Grundwassermonitoring am Messplatz der Kippe Witznitz ist umfassend in einem gesonderten Bericht [3h] mit Stand vom 05.10.2020 dokumentiert. Die Lage der Gütemessstellen kann der folgenden Abb. entnommen werden.

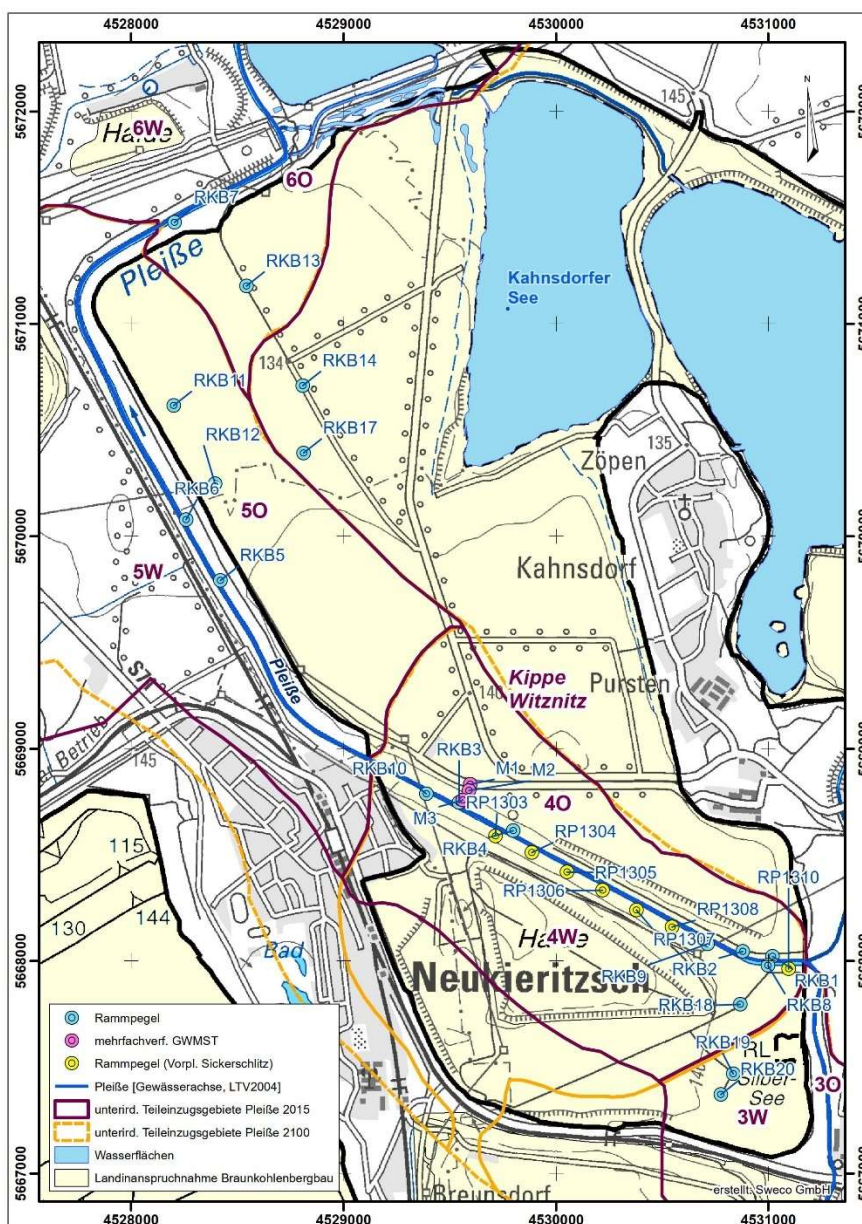


Abbildung 2-20: Lage der GW-Gütemessstellen Messplatz Kippe Witznitz

Die Ergebnisse der Grundwasseranalysen sind bereits im Kapitel 2.1.1.2 mit der Abfrage und Auswertung der Daten aus dem MHM der LMBV eingeflossen, daher werden an dieser Stelle die Schlussfolgerungen des Bearbeiters [3h] dargestellt.

Ergebnisse des Monitorings am Messplatz Kippe Witznitz, Schlussfolgerungen des Bearbeiters [3h]

Die pH-Werte in den 3 Multilevelmessstellen lagen im schwach bis sehr stark sauren Bereich zwischen 6,0 und 2,8. Die niedrigsten Werte wurden dabei vorrangig in den oberen beiden Filterlagen ermittelt. Die elektrischen Leitfähigkeiten waren durchweg deutlich erhöht und lagen zwischen 4.140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 7.860 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die Inhomogenität der Kippenzusammensetzung bedingt die starken Unterschiede zwischen den einzelnen Filterlagen der Multilevelmessstellen. Die Messwerte lagen bei Sulfat zwischen 2.680 mg/l und 8.150 mg/l, bei Eisen_{gelöst} zwischen 710 mg/l und 3.200 mg/l und bei der Nettoazidität zwischen 16,1 und 43,3 mmol/l. Die Messwerte sind damit nach wie vor in nahezu allen Bereichen außerordentlich hoch und weisen auf eine ausgeprägte bergbauliche Beeinflussung hin. Die höchsten Messwerte wurden erneut bei den Messpunkten M1-4, M2-2 und M3-1 festgestellt. Auch diese Ergebnisse deuten auf die inhomogene Substratverteilung hin.

Die Messwerte bei Karbonathärte liegen mit 0 bis 54 mg CaO/l weiterhin auf einem überwiegend sehr niedrigen Niveau (Ausnahme M1-5 mit 137 mg CaO/l). Karbonatpufferkapazität ist damit kaum vorhanden. Das Grundwasser befindet sich z.T. im Bereich des Aluminiumpuffers (Aluminiumgehalte bis 120 mg/l). Nach wie vor zeigt die Entwicklung der Karbonathärte teilweise sinkende Trends. Damit ist auch künftig keine wesentliche Änderung zu erwarten, die sauren Verhältnisse werden bestehen bleiben. [3h]

Aufgrund der Versauerung waren gem. MHM bei 7 Messpunkten der Multilevelmessstellen die Schwermetallkonzentrationen zu bestimmen. Mit der Versauerung kam es zur Mobilisierung von Schwermetallen wie Zink (bis max. 4,1 mg/l) und Nickel (bis max. 1,4 mg/l). In mehreren Fällen wurden hier die Schwellenwerte der GrwV² (0,185 mg/l für Zink und 0,024 mg/l für Nickel) deutlich überschritten. Wie auch in den letzten Jahren wurden durchweg erhöhte Ammonium-N-Gehalte mit Messwerten zwischen 2,3 und 31 mg/l ermittelt. (deutliche Überschreitung des Schwellenwertes von 0,54 mg/l gemäß GrwV an allen Messpunkten)

Ein weiterer Schwerpunkt der Auswertung durch den Bearbeiter war die Betrachtung der Messwerte und Entwicklungen in den Längs- und Querprofilen an den Rammpegeln auf der Kippe Witznitz sowie beidseits der Pleiße.

Von 8 Rammpegeln auf der Kippe konnten 2019 fünf aufgrund zu geringem Wassernachlauf nicht beprobt werden (niederschlagsarme Jahre 2018 und 2019). Bei den übrigen 3 beprobten Messstellen waren die Messwerte überwiegend konstant. Vereinzelt wurden Unterschreitungen des bisherigen Messwertniveaus ermittelt. Bei den pleißenahen Messstellen im Bereich Wyhrmündung bis Neukieritzsch zeigten 7 von 12 Messstellen neue Minimalwerte bei pH-Wert (in 3 Fällen mit abnehmender Tendenz). Bei Eisen_{gelöst}, Sulfat und elektr. Leitfähigkeit wurden teilweise steigende Tendenzen ermittelt. Im Ergebnis wird durch den Bearbeiter festgestellt, dass das der Pleiße zuströmende Grundwasser abschnittsweise weiterhin stark bergbaulich beeinflusst ist. Damit gehen anhaltende Messwertanstiege relevanter Parameter (Sulfat und Eisen) sowie pH-Wert-Abnahmen einher. Die Eintragsfrachten insbesondere von Eisen_{gelöst}, welches u. a. zur Braunfärbung des Gewässers führt, bleiben damit auf hohem Niveau. [3h]

Im Vergleich zu früheren Messungen waren folgende Veränderungen auffällig [3h]:

- nördliche Kippe: Rückgang bei Eisen_{gelöst} und Nettoazidität seit ca. 2012, Hinweis auf lokale Abnahme der Pyritoxidationsintensität;

² GrwV – Verordnung zum Schutz des Grundwassers - Grundwasserverordnung

- pleißenähe RKB (bis Neukieritzsch): mehrfach sinkende pH-Werte, teilweise Anstiege bei elektrischer Leitfähigkeit, Eisen_{gelöst} und Sulfat bei ohnehin schon sehr hohen Messwerten → Hinweis auf anhaltend starke Pyritoxidation (hohes Nachlieferungspotential) sowie Eintrag von sauerstoffreichen Sickerwässern (Verstärkung der Pyritoxidation);
- pleißenähe RKB (ab Neukieritzsch): teilweise Überschreitung des bisherigen Messwertniveaus bei weiterhin vergleichsweise niedrigem Messwertniveau.

Fazit des Bearbeiters:

Für den Teilabschnitt von der Wyhramündung bis zur Ortslage Neukieritzsch ist insgesamt ein Zustrom von stark bergbaulich beeinflussten Grundwässern festzustellen. Diese stark beeinflussten Grundwässer strömen der Pleiße hier beidseitig zu. Ein Rückgang der hohen Eisen- und Sulfatgehalte ist mittelfristig nicht zu erwarten, so dass auch künftig nicht unerhebliche Eiseneinträge in die Pleiße erfolgen werden (führt u. a. zur Braunfärbung des Gewässers). Die Verringerung der Sickerwassermengen durch den Anbau von ganzjährigen Pflanzen (mit großem Wasserbedarf und Bodenbedeckungsgrad) wird empfohlen.

Eine Fortführung des Grundwassermonitorings in der aktuellen Form wird empfohlen. Dabei sollte darauf geachtet werden, die Probenahme bei Niedrigwasser der Pleiße durchzuführen, um die Zugänglichkeit der im Uferbereich gelegenen Messpunkte zu gewährleisten. Vor der nächsten Beprobung ist zwingend ein Freischneiden der Zuwege erforderlich. Die RKB9 (Unterflur, vermutlich überwuchert) ist aufzufinden und eine entsprechende Markierung wiederherzustellen.

2.1.3 Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Wie bereits in den letzten Jahresberichten festgestellt, ist der Grundwasseranstieg im Einzugsgebiet der Pleiße außerhalb der vom aktiven Bergbau beeinflussten Areale weitestgehend abgeschlossen. Aufgrund der hydrometeorologischen Situation und der daraus resultierenden geringeren Grundwasserneubildung ist ein Rückgang der Grundwasserstände ausgehend vom Grundwasserhochwasser 2011 auf der Kippe Witznitz zu beobachten.

Seit 2015 wird Luzerne auf der Kippe Witznitz mit wachsenden Flächenanteilen mit dem Ziel einer möglichst hohen Grundwasserausschöpfung, im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Ackerflächen, angebaut. Die damit beabsichtigte Absenkung des Grundwassers wird durch den Rückgang des Grundwasserhochwassers und die Wirkung der geringen Grundwasserneubildungsrate resultierend aus den unterdurchschnittlichen Niederschlagssummen der Jahre 2018 und 2019 überlagert bzw. verstärkt.

Für eine (eindimensionale) Abschätzung der Verminderung des Volumenstroms infolge der Abflachung des Strömungsgradienten in Richtung Pleiße wurde die Grundwasserstandsganglinie am Pegel 42691 ausgewertet.

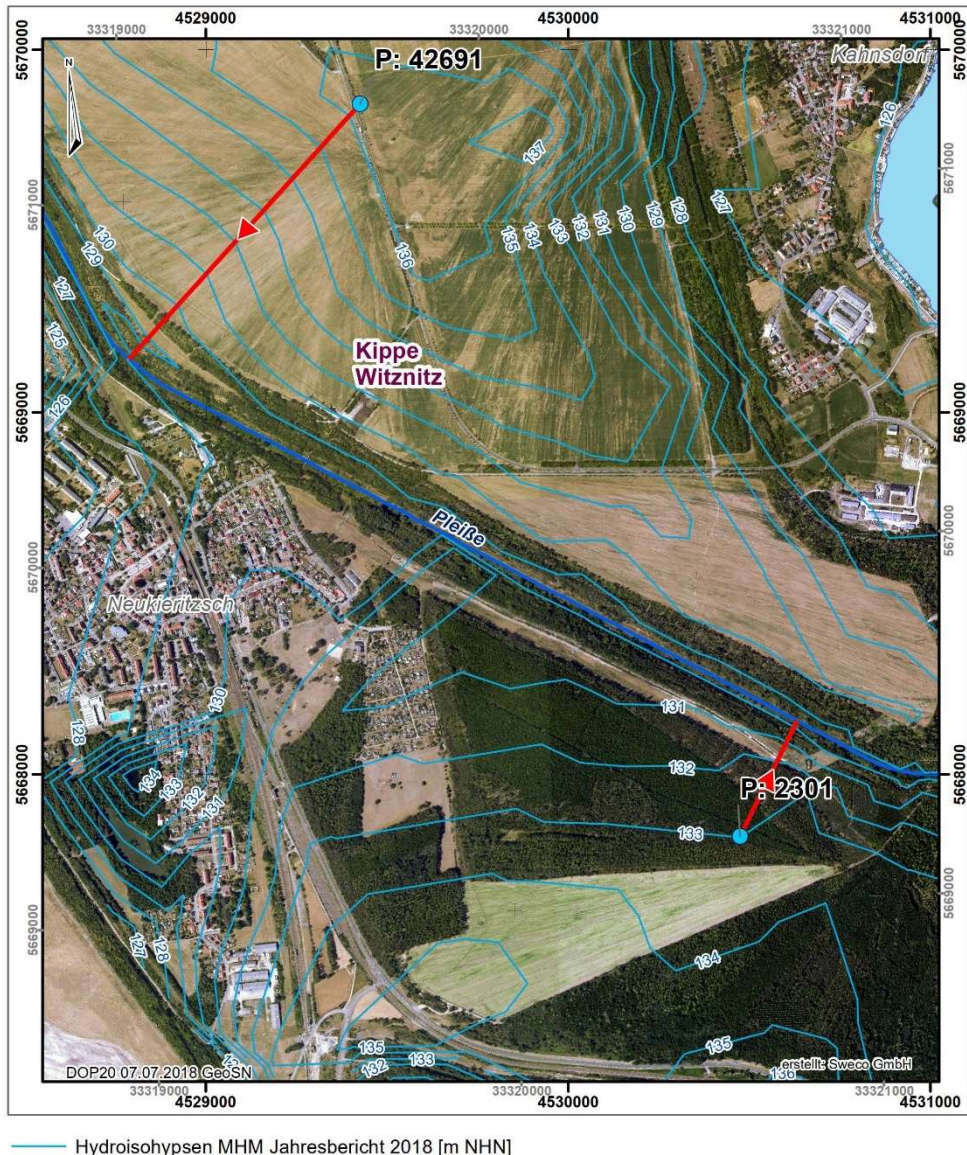


Abbildung 2-21: Lage der Vergleichspegel 42691 und 2301

Die Abstandsgeschwindigkeit v_a ist abhängig vom Durchlässigkeitsbeiwert des Lockergesteins sowie dem Quotienten aus dem Gradienten des Grundwassergefälles und der effektiven Porosität des Lockergesteins. Daraus resultiert ein linearer Zusammenhang zwischen dem Grundwassergefälle und der Abstandsgeschwindigkeit. Im vorliegenden Fall wurde der Gradient zwischen der GWMST 42691 und einem konstanten Wasserstand in der Pleiße 128,3 m NHN berechnet. Mit dem Ansatz eines durchschnittlichen Durchlässigkeitsbeiwertes von $3,74 \cdot 10^{-6}$ m/s und einer effektiven Porosität von 0,05 wurde anschließend die direkte Abstandsgeschwindigkeit zwischen GWMST und Pleiße ermittelt und im folgenden Diagramm dargestellt.

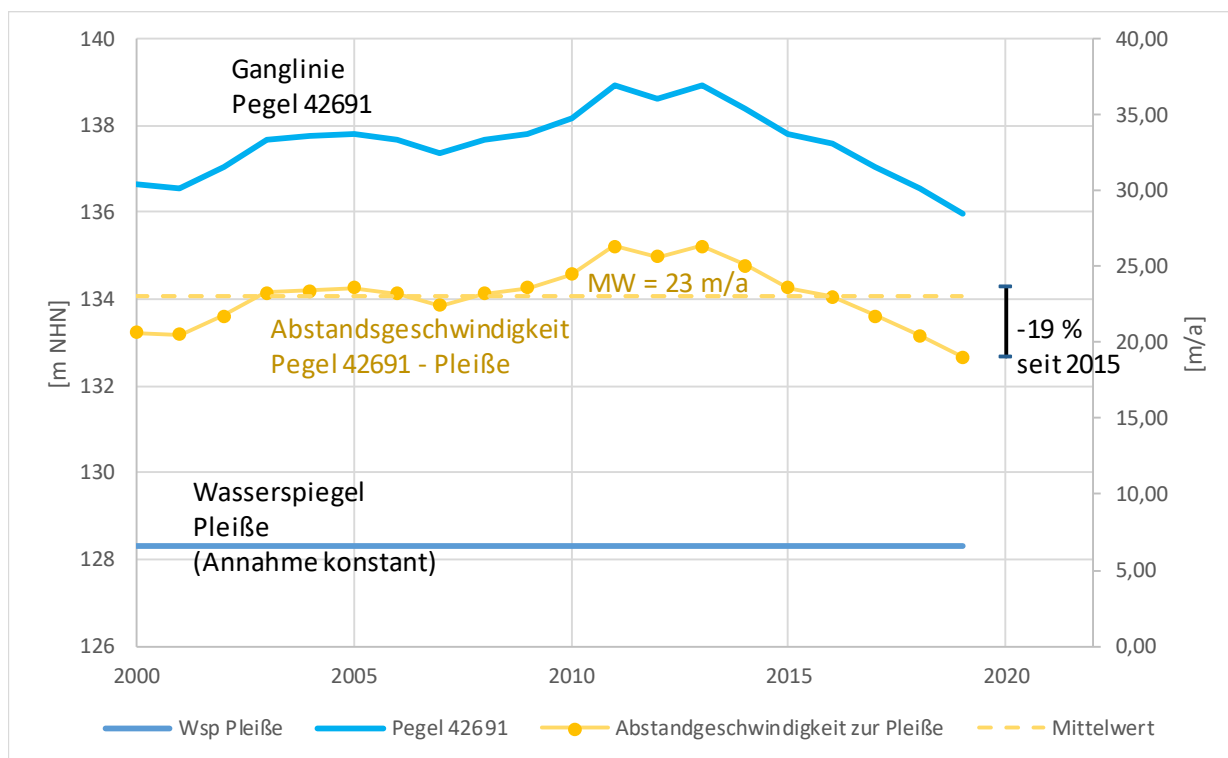


Abbildung 2-22: Ganglinie Pegel 42691 (Kippe Witznitz), Abstandsgeschwindigkeit zur Pleiße

Aus dem Diagramm ist der Rückgang des Grundwasserstandes seit dem Grundwasserhochwasser 2011/2013 ersichtlich. Weiterhin ist auch in den ersten Jahren nach 2000 ein Grundwasseranstieg zu beobachten. Die ermittelte Grundwasserabstandsgeschwindigkeit folgt dem Verlauf der Ganglinie und sinkt unter den angegebenen Randbedingungen von rd. 26 m/a im Jahr 2013 auf rd. 19 m/a im Jahr 2019. Im Mittel zwischen 2010 und 2019 wurde eine Abstandsgeschwindigkeit von 23 m/a berechnet. Dieser Mittelwert wurde 2015 annähernd erreicht. Ab diesem Zeitpunkt (auch Beginn des Luzerneanbaus auf der Kippe Witznitz) verringerte sich die Abstandsgeschwindigkeit von 23,6 m/a auf 19,1 m/a um 19 %.

Aus dem vereinfachten eindimensionalen Ansatz folgt auch eine Verminderung des Volumenstromes um 19 %, wenn man von einer konstanten durchströmten Fläche (des rechtsseitigen Gewässerbetts der Pleiße) ausgeht.

Zum Vergleich wird die Ganglinie des Pegels 2301 auf der Kippe bei Neukieritzsch (linksseitiger Zufluss zur Pleiße) ausgewertet. Auf deren Flächen wurde keine Nutzungsänderung vorgenommen.

Dazu wurde der Gradient zwischen der GWMST 2301 und einem konstanten Wasserstand in der Pleiße 129 m NHN berechnet. Mit dem Ansatz eines durchschnittlichen Durchlässigkeitsbeiwertes von $6,68 \cdot 10^{-6}$ m/s und einer effektiven Porosität von 0,05 wurde anschließend die direkte Abstandsgeschwindigkeit zwischen GWMST und Pleiße ermittelt und im folgenden Diagramm dargestellt.

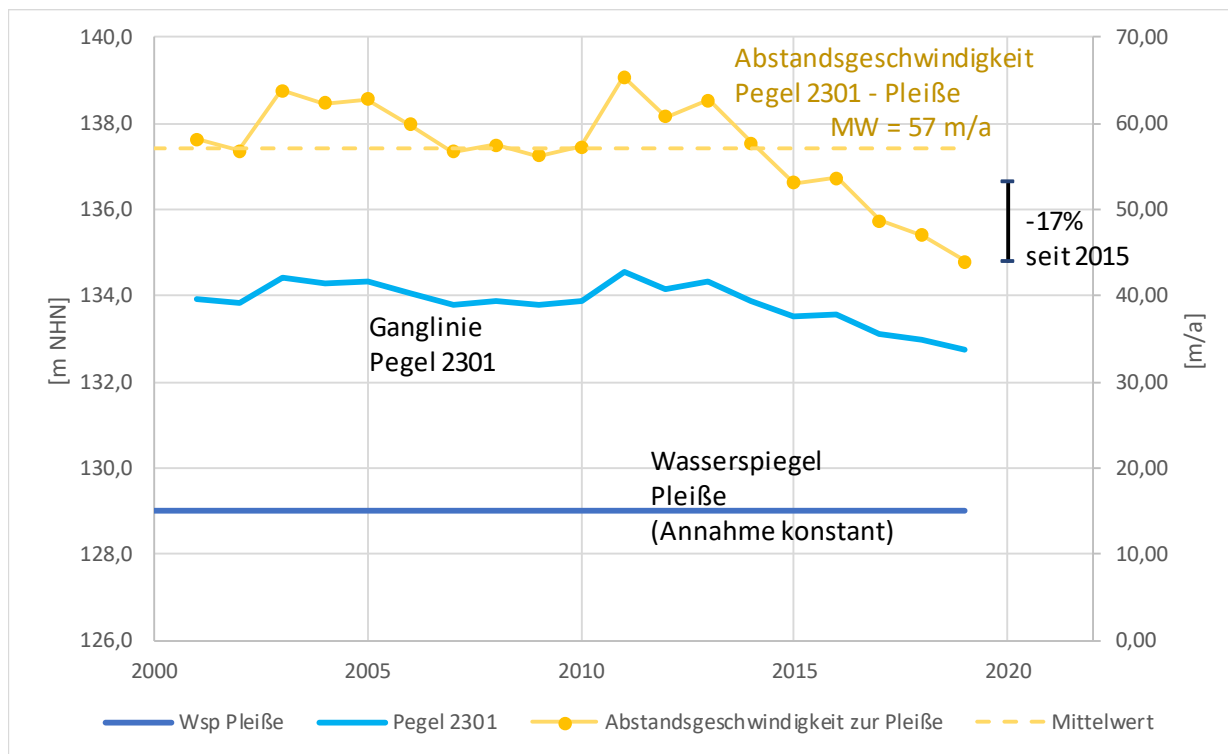


Abbildung 2-23: Ganglinie Pegel 2301, Abstandsgeschwindigkeit zur Pleiße

Die Ganglinie des Pegels 2301 zeigt bis 2013 geringe Schwankungen um einen Grundwasserstand von 134 m NHN. Ab 2013 ist auch in diesem Bereich eine Absenkung des Grundwasserstandes zu erkennen. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit zwischen den Jahren 2000 und 2019 wurde unter den gegebenen Randbedingungen mit 57 m/a ermittelt. Im Vergleichszeitraum 2015 bis 2019 wurde eine Verringerung der Abstandsgeschwindigkeit von 53,1 m/a auf 43,9 m/a um 17 % berechnet.

Damit ist zu festzustellen, dass die relative Verminderung der Abstandsgeschwindigkeit auf beiden Flächen annähernd vergleichbar ist. Es ist daher anzunehmen, dass durch die witterungsbedingten Grundwasserstandsrückgänge der Effekt der Veränderung der Flächenbewirtschaftung auf der Kippe Witznitz (Luzerneanbau) noch nicht so deutlich beobachtet werden kann, wie es bei mittleren Grundwasserneubildungsbedingungen der Fall wäre.

Aus der Verringerung der Abstandsgeschwindigkeit resultiert eine Verringerung des Volumenstroms. Die einhergehende Verminderung der Frachten in Richtung Pleiße wird aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten und den insgesamt gleichbleibend sehr hohen beobachteten Eisenkonzentrationen im Grundwasser nicht zu einer deutlich wahrnehmbaren Verringerung der Eisenkonzentrationen in der Pleiße führen. Für eine Ausweisung der absoluten Veränderungen der Grundwasservolumenströme in Richtung Pleiße wäre eine Hydrogeologische Modellrechnung notwendig. Die zuvor getroffenen Aussagen zu den relativen Veränderungen sind als Abschätzung zur Ableitung von Tendenzen zu bewerten.

Die bergbauliche Beeinflussung des Grundwassers im Einzugsgebiet der Pleiße ist nach wie vor (mit dem Schwerpunktbereich der Kippe Witznitz) unverändert gegeben.

Mit der Pyritoxidation und der damit einhergehenden Versauerung des Grundwassers ist die Mobilisierung von Schwermetallen wie z. B. Zink (bis max. 4,1 mg/l) und Nickel (bis max. 1,4 mg/l) verbunden. In mehreren Fällen wurden hier die Schwellenwerte der GrwV (0,185 mg/l für Zink und 0,024 mg/l für Nickel) deutlich überschritten.

Um die Beeinflussung des Pleißewassers in Bezug auf die genannten Parameter einschätzen zu können, wurden die Oberflächenwasserbeschaffenhheitsdaten³ an Messstellen der Pleiße und für die Messstelle an der Wyhra vor der Pleißemündung für die Jahre 2016 bis 2020 ausgewertet.

So wurden vor Querung des Kippenmassivs bei Lobstädt im Pleißewasser Nickelkonzentrationen von 2,46 µg/L (Median) bzw. 2,85 µg/L (2020) gemessen. Die Nickelkonzentration in der Wyhra betrug vor der Mündung in die Pleiße 4,57 µg/L (2020) bzw. 4,57 µg/L (Median). Nach der Kippe Witznitz wurde an der Oberflächenwassermessstelle Neukieritzsch eine Nickelkonzentration von 2,73 µg/L (2020) bzw. 3,35 µg/L (Median) festgestellt.

Gem. Oberflächengewässerverordnung ist eine Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm JD-UQN für den Parameter Nickel von ≤ 4 µg/L zu beachten, wobei sich dieser Wert auf den bioverfügbaren Anteil von Nickel bezieht. Die zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) für Nickel beträgt 34 µg/L.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Messwerte im Verlauf der Pleiße aufgetragen. Im Vergleich mit den Umweltqualitätsnormen ist somit feststellen, dass:

1. eine Erhöhung der Nickelkonzentration an der Messstelle Neukieritzsch im Vergleich zur Messstelle Lobstädt in der Pleiße zu verzeichnen ist,
2. der Einfluss aber bei weitem nicht so groß wie bei dem zu verzeichnenden Eiseneintrag ist,
3. die Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm JD-UQN für den Parameter Nickel von ≤ 4 µg/L eingehalten wird und außerdem
4. die Nickelkonzentration des Wassers in der Wyhra vor Mündung in die Pleiße mit 4,57 µg/L (2020) höher ist als die Konzentration im Bereich der Pleiße.

³ Gewässergütedaten, Datenportal iDA des LfULG

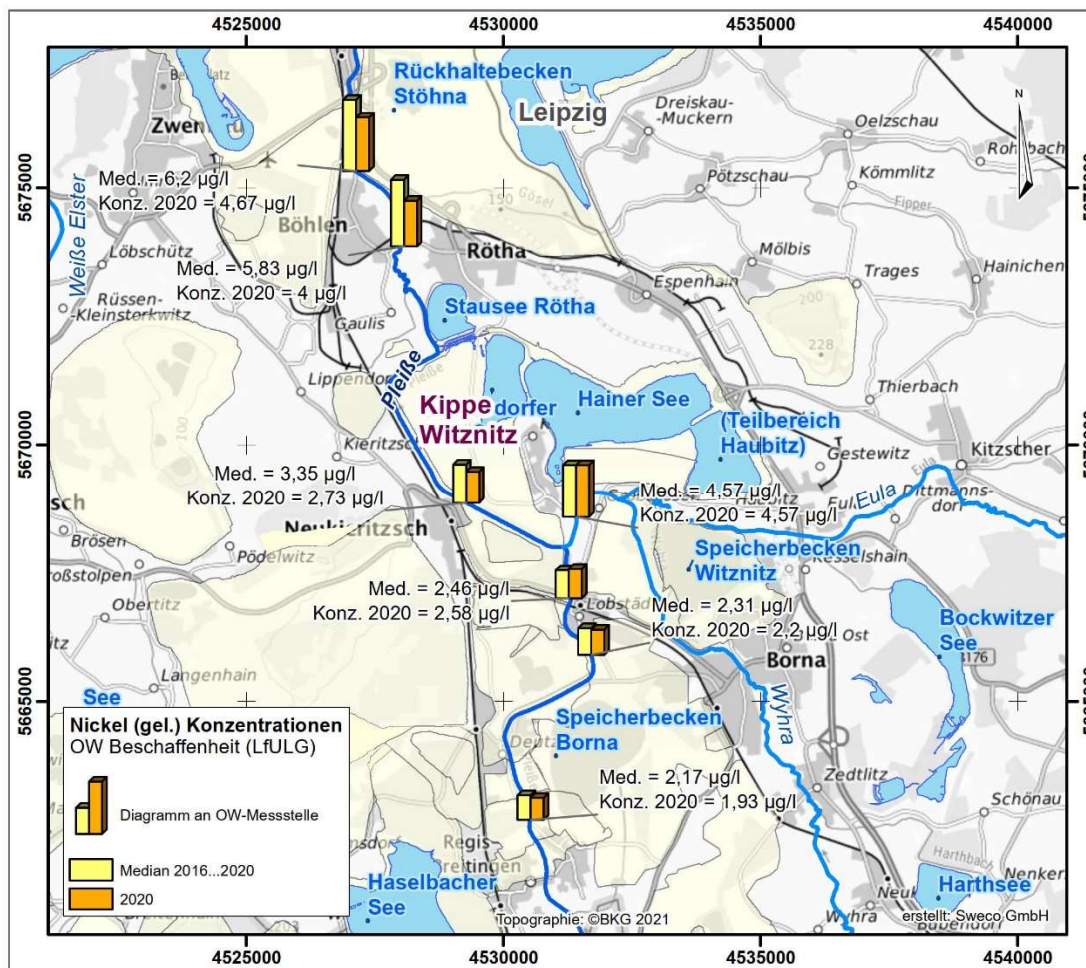


Abbildung 2-24: Nickelkonzentrationen 2016 bis 2020 (Median, letzte Analyse), OW Beschaffenheit [LfULG]

2.2 Fließgewässermonitoring Pleiße

Mit der Zielstellung eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen, erfolgte in den vergangenen Jahren die Beprobung an den Messstellen der Pleiße möglichst in allen Abflussklassen 1 bis 5. Die letzte Dokumentation der durchgeführten Wasseruntersuchen des Jahres 2019 erfolgte mit dem Jahresbericht durch SGL, welcher als Entwurf [4q] vorliegt.

Das Oberflächenwassermonitoring wurde an 9 Messstellen durchgeführt. 7 Messstellen befinden sich in der Pleiße, eine in der Wyhra (PL 5) und eine im Zulauf der Grundwasserreinigungsanlage der MIBRAG (PL 6a). Als Grundlage für die Eisenfrachtberechnungen wurden zusätzlich Durchflussmessungen vorgenommen. Ein Überblick zu den Messstellen zeigt die folgende Tabelle und Abbildung. In den letzten Jahren wurde die Auswahl der Messstellen optimiert. Die ab 24.09.2015 beprobten Punkte sind in der Tabelle blau markiert.

Tabelle 2-1: Messstellen des Oberflächenwassermonitorings; blau – Messstellen des Monitorings ab 24.09.2015

Messstelle	Messstellenname	Fluss-km	RW ⁴	HW ³	Durchflussmessung
Pleiße 1	Regis-Breitungen	31,70	4530830	5661573	x
Pleiße 2	oh. Einleitung S 50	27,85	4530598	5664876	
Pleiße 3 (nur Abflussmessung)	uh. FGB Lobstädt	25,60	4531439	5666249	x
Pleiße 4	Pleiße vor Mdg. Wyhra	23,85	4531237	5667917	
Pleiße 5	Wyhra vor Mdg. in die Pleiße	Wyhra	4531237	5668029	x
Pleiße 4 + 5 (berechnet)	Pleiße nach Mdg. Wyhra	23,55	4531127	5668019	
Pleiße 6	Fußgängerbrücke (FGB) Neukieritzsch	21,65	4529277	5668862	x
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	x
Faule Fütze (nur Abflussmessung)	Zulauf PN nahe Pleiße				x
Gösel (nur Abflussmessung)	Zulauf PN nahe Pleiße				x
Pleiße 10	uh. Trachenauer Wehr	17,45	4528501	5672338	
Pleiße 11	uh. Mdg. Faule Pfütze	15,40	4527896	5673404	
Pleiße 12	uh. Mdg. Gösel, Pegel Böhlen	13,10	4527180	5675290	
Pleiße 13	Straßenbrücke B2	11,20	4527030	5676800	
Pleiße 14	uh. Ablaufbecken Stöhna	9,30	4527125	5677620	
Pleiße 15	uh. Deponie B2	7,40	4526820	5680560	
Pleiße 16	oh. AGRA-Wehr, Mönchereistraße	5,50	4526772	5682650	
Pleiße 17	uh. AGRA-Wehr, oh. Floßgraben	2,70	4526096	5685188	
Pleiße 18	oh. Connewitzer Wehr	0,20	4525056	5686810	x
Floßgraben (nur Abflussmessung)	Zulauf PN nahe Pleiße				x
Pleiße 19	vor Mdg. in Elsterflusbett	-0,45	4525014	5687445	

Die Messstellen wurden 2019 nur bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 untersucht. Aufgrund der im Jahr 2019, wie bereits auch 2018, sehr geringen Niederschläge konnten die meisten Untersuchungen nur bei den beiden niedrigen Abflussklassen 1 und 2 durchgeführt werden (Bezug: Abfluss am Pegel Böhlen 12:00 Uhr). Nur eine Untersuchung fand bei der höheren Abflussklasse 4 statt, die sich kurzzeitig im Februar 2019 eingestellt hatte (s. Abbildung 2-26).

Für die Berechnung der Stofffrachten von Faule Pfütze und Gösel wurde durch den Bearbeiter auf die Beschaffenheitsdaten des LfULG (Datenportal iDA Sachsen) zurückgegriffen.

⁴ Lagestatus 110, Gauß-Krüger-Koordinatensystem RD 83, Bessel

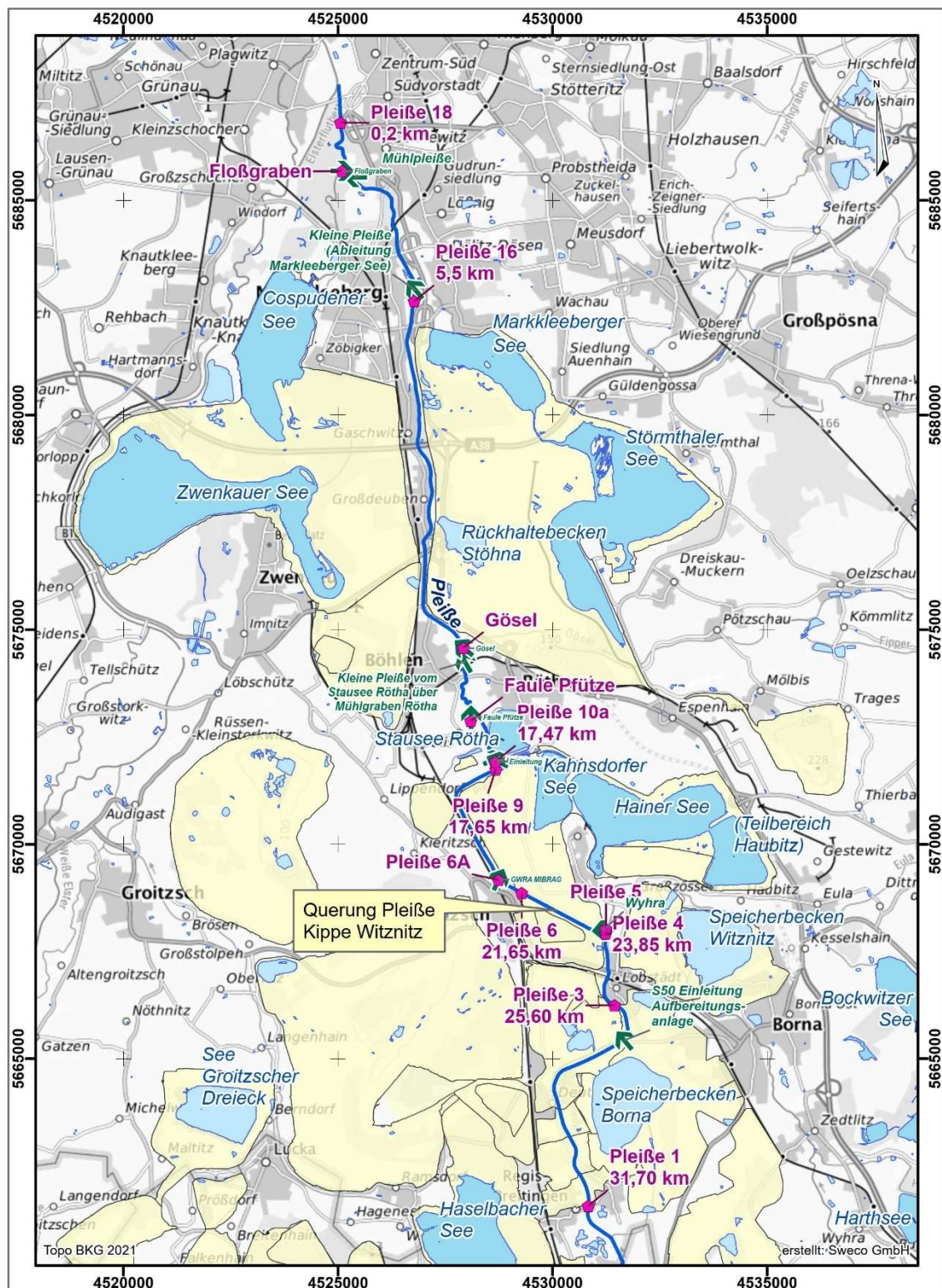


Abbildung 2-25: Lage der Messstellen des Oberflächenwassermonitorings

Die Zuordnung der Wasseruntersuchungen erfolgt entsprechend dem Abfluss am Pegel Böhlen nach folgender Klasseneinteilung:

- AK1 2 – 3 m³/s
- AK2 3 – 5 m³/s
- AK3 5 – 8 m³/s
- AK4 8 – 10 m³/s
- AK5 > 10 m³/s.

Die Abbildung 2-26 (S. 35) zeigt die Abflussganglinie sowie die Termine der 6 im Jahr 2019 durchgeführten Wasseruntersuchungen (06.02.; 14.02.; 21.02.; 26.06.; 10.07.; 08.08.2019).

Für die Ableitung der Stofffrachten ist das Wasserregime der Pleiße mit den verschiedenen Zuflüssen und Einleitungen entlang der ca. 30 km langen Fließstrecke von Relevanz. Im Jahr 2019 wurden durch den Bearbeiter folgende Mengen ermittelt:

oh. PL 6 (bei PL 5)	Zufluss der Wyhra (2019: 0,288 – 1,27 m³/s)
oh.PL 6 – PL 9	Infiltration von bergbaubelastetem Grundwasser (hohe Eisenkonzentrationen) aus der Kippe Kahnsdorf (Kippe des ehemaligen Tagebaus Witznitz II) (2009: 930 kg Fe/d aus der Kippe Kahnsdorf; Berechnungen des IBGW Leipzig)
uh. PL 6 (PL 6A)	Einleitung von Sumpfungswasser aus der Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) der MIBRAG (2019: 0,613 – 0,793 m³/s)
oh. PL 10A	Ableitung in den Stausee Rötha (0 – 0,510 m³/s) Einleitung vom Hainer See (am 6.2.2019: 0,260 m³/s, ab 14.2.2019 keine Einleitung, Wehr geschlossen)
uh. PL 10A (oh. PL 11)	Einleitung vom Kraftwerk Lippendorf Zufluss Faule Pfütze (2019: 0,069 – 0,136 m³/s)
uh. PL 10A (oh. PL 12)	Zufluss Gösel (2019: 0,040 – 0,131 m³/s)
oh. PL 12	Einleitung vom Stausee Rötha in die Pleiße (0 – 0,510 m³/s)
oh. PL 18	Zufluss Mühlpleiße Zufluss Kleine Pleiße (Ableitung vom Markkleeberger See) (2019: 0,08 – 0,24 m³/s) Zufluss Floßgraben (2019: 0,346 – 1,030 m³/s)

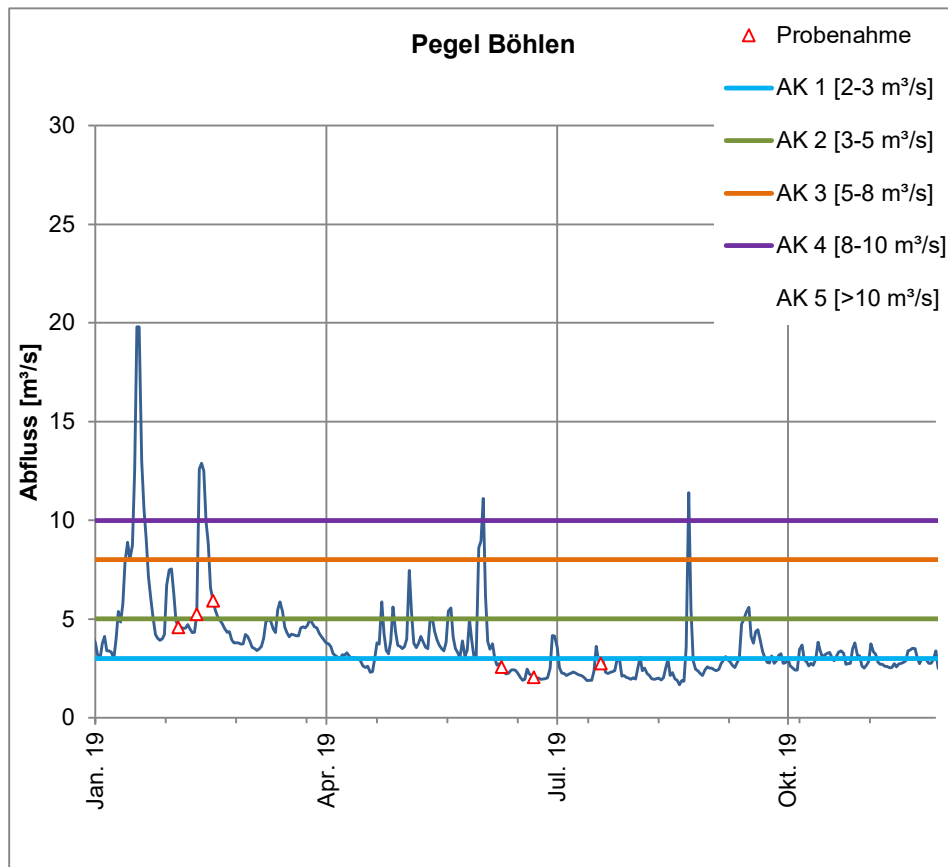


Abbildung 2-26: Abflüsse am Pegel Böhlen (Tagesmittel), Zuordnung der Messkampagnen

Die folgenden Ausführungen (Kapitel 2.2.1 bis 2.2.3) wurden aus dem Jahresbericht [4q] zusammenfassend übernommen.

2.2.1 pH-Werte, Eisen- und Sulfatkonzentrationen und Frachten des Pleißewassers

Die pH-Werte lagen bei allen Abflussklassen im neutralen bis leicht basischen Bereich (pH-Werte: 7,35 – 8,27). 2008 bis 2012 (pH-Werte: 6,89 – 8,25) und 2014 bis 2018 (pH-Werte: 7,31 – 8,25) wurden ähnliche pH-Werte gemessen. Bei Abflussklasse 4 waren 2019 die Schwankungen des pH-Wertes deutlich geringer als bei den beiden niedrigen Abflussklassen 1 und 2. Die Messstelle PL 1 charakterisiert als Referenzmessstelle den vom Bergbau unbeeinflussten pH-Wert am Beginn der untersuchten Fließstrecke. Auch die Messstelle PL 4 (Pleisse vor Mündung Wyhra) zeigt weitestgehend unbeeinflusste pH-Werte. An der Messstelle PL 6 wurde wiederum eine deutliche Absenkung des pH-Wertes gemessen. (AK 1: um ca. 0,38 pH-Einheiten; AK 2: um ca. 0,2 pH-Einheiten), sodass pH-Werte zwischen 7,35 – 7,74 ermittelt wurden. Die niedrigen pH-Werte des Grundwassers und die Umwandlung des im Grundwasser gelösten Eisens in Eisenhydroxid führen zu einem Abfall des pH-Wertes in der Pleisse bei direkter Querung der Abraumkippe. Bei Abflussklasse 4 kam es in diesem Bereich, bedingt durch den stärkeren Verdünnungseffekt, nur zu einer leichten pH-Wert-Absenkung von 0,09 pH-Einheiten.

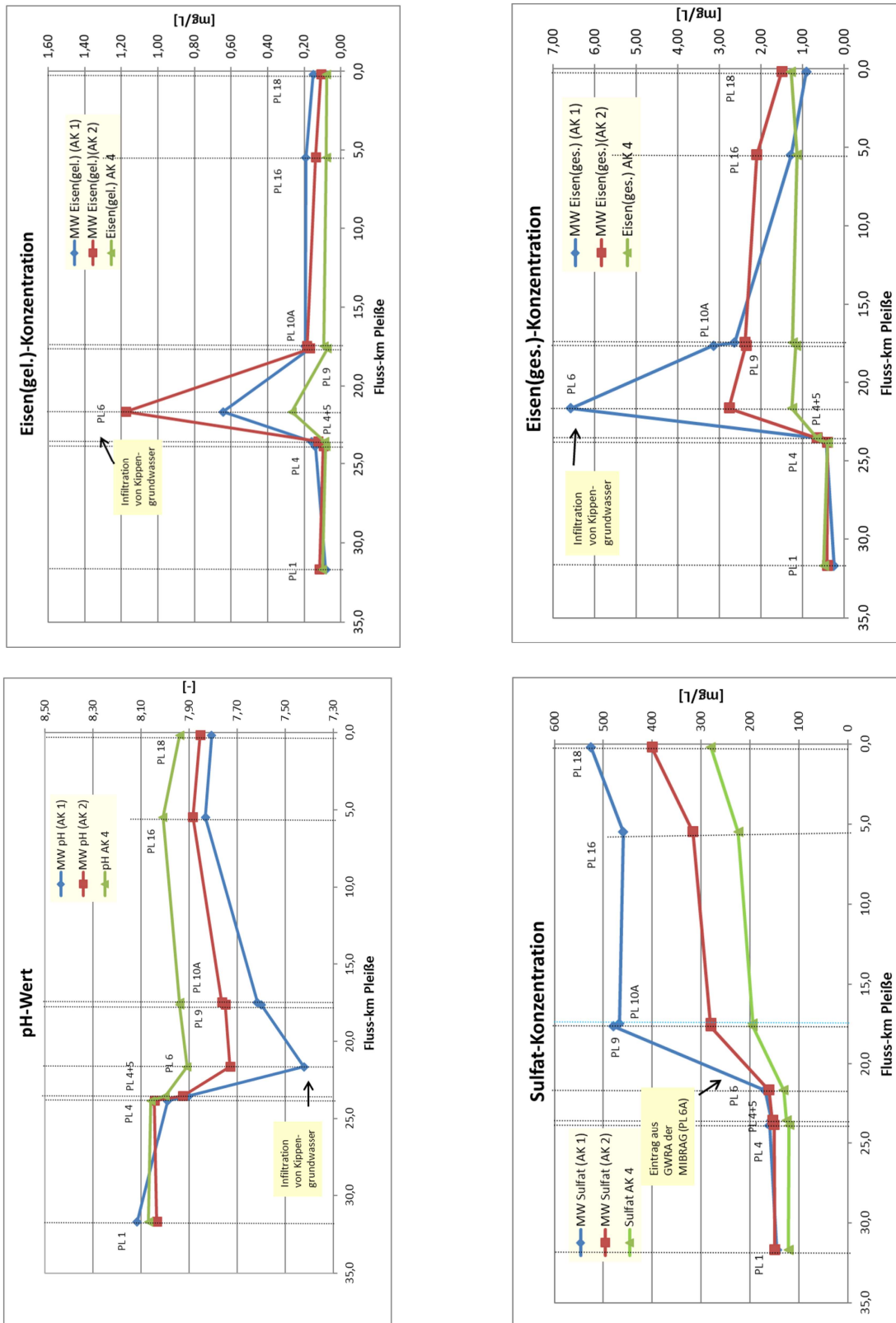


Abbildung 2-27: Konzentrationen bergbautypscher Parameter bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019 [4q]

Im weiteren Verlauf ist bis zur Messstelle PL 16 jeweils eine Zunahme des pH-Wertes zu beobachten. In sämtlichen Abflussklassen kam es dann zwischen PL 16 und PL 18 zu einem weiteren geringen pH-Wert-Abfall durch den Zufluss des Floßgrabens, der wahrscheinlich etwas niedrigere pH-Werte als die Pleiße aufwies (2018: pH-Werte zwischen 7,50 und 7,60; 2019 liegen keine Werte vor).

Die Messstelle PL 1 in Regis-Breitungen, die sich im relativ bergbauunbelasteten Gebiet befindet, stellt mit den niedrigsten Eisen- und Sulfat-Konzentrationen sowie -Frachten einen Referenzzustand im untersuchten Fließabschnitt der Pleiße dar. Unterhalb von PL 4 kommt es durch den Zufluss der Wyhra zu einer leichten Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten in der Pleiße. Im Bereich von PL 6 bis PL 9 führt die Pleiße durch das Kippengebiet des ehemaligen Tagebaus Witznitz II und es kommt, insbesondere kurz oberhalb von PL 6, zur Infiltration von eisenhaltigem Kippengrundwasser in die Pleiße. Bei allen drei Abflussklassen kam es deshalb bei PL 6 zu einer deutlichen Erhöhung sowohl der Eisen(gel.)- als auch der Eisen(ges.)-Konzentrationen und -Frachten.

Bei PL 6 wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 1,3 mg/L (bei AK 4) bis 6,6 mg/L (bei AK 1) gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten wurden mit 8,1 g/s (bei AK 1) bis 9,9 g/s (AK 2) bestimmt und waren damit bei allen drei Abflussklassen sehr ähnlich. Die Eisen(gel.)-Frachten lagen bei 0,78 g/s (bei AK 1) bis 4,2 g/s (bei AK 4) und erreichten bei PL 9 durch die Umwandlung in partikuläres Eisen schnell niedrige Werte von < 1 g/s.

Die ermittelten niedrigen gelösten Eisenkonzentrationen in der Pleiße zeigen, dass das Eisen größtenteils als partikuläres Eisen vorliegt. Das heißt, dass das über das Grundwasser der Pleiße zutretende gelöste Eisen bereits weitestgehend oxidiert und hydratisiert ist bzw. relativ schnell auf der Fließstrecke umgesetzt wird. Diese Umwandlung ist neben anderen Faktoren auch von der Temperatur abhängig und erfolgt bei höheren Temperaturen schneller.

Durch den Zufluss von eisenabgereinigtem Wasser aus der GWRA der MIBRAG kam es unterhalb von PL 6 nur zu einer geringen Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten um bis zu 1,0 g/s. Am Ende der untersuchten Fließstrecke, bei PL 18, wurden mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen von 0,91 – 1,5 mg/L gemessen. Die mittleren Eisen(ges.)-Frachten bei PL 18 lagen bei 2,7 g/s (AK 1) bis 14,0 g/s (bei AK 4). Bei Abflussklasse 1 sanken unterhalb von PL 10A bis PL 18 die Eisen(ges.)-Frachten auffällig. Bei Abflussklasse 2 verringerten sich die Eisen(ges.)-Frachten dagegen im unteren Fließabschnitt nur wenig. Die Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten im unteren Fließbereich ist auf die Sedimentation von Eisen zurückzuführen und erfolgte bei den niedrigen Abflüssen wahrscheinlich hauptsächlich im Bereich der Wehre (Trachenauer Wehr und AGRA-Wehr). Bei Abflussklasse 4 kam es auf der unteren Fließstrecke zu keiner Verringerung, sondern sogar zu einer Erhöhung der Eisen(ges.)-Frachten, die vermutlich teilweise in der Resuspension von Eisenpartikeln begründet ist.

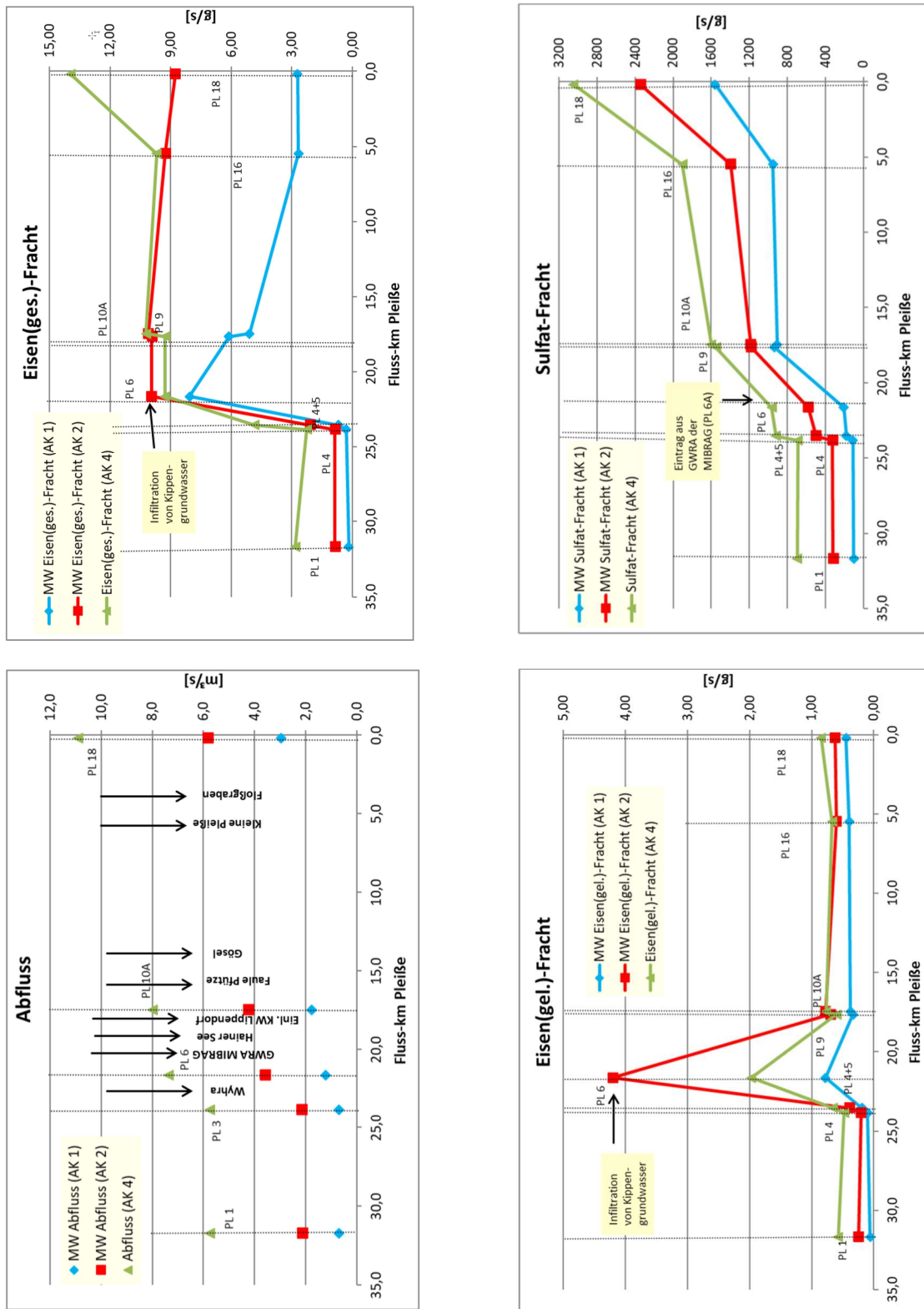


Abbildung 2-28: Frachten bergbautypischer Parameter bei Abflussklasse 1 und 2 (Mittelwerte) und bei Abflussklasse 4 in der Pleiße 2019 [4q]

In Abhängigkeit vom Abflussgeschehen in der Pleiße kommt es in fließberuhigten Rückstauräumen (vor allem im Bereich der Wehre) zur Sedimentation von Eisenpartikeln und somit zum Rückgang der gemessenen Eisen(gesamt)-Konzentrationen. Bei höheren Abflüssen kommt es wiederum zur Resuspension von sedimentierten Eisenpartikeln. Der Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten im Verlauf der Pleiße ist in folgender Abbildung dargestellt.

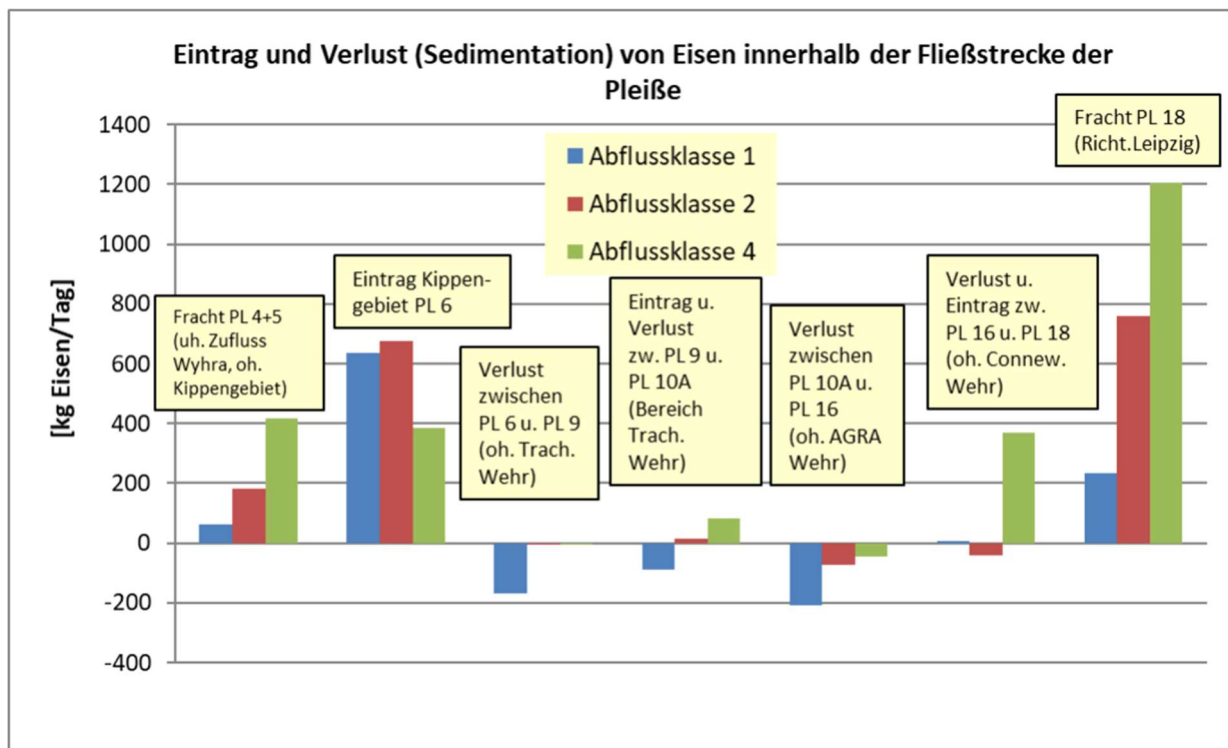


Abbildung 2-29: Eintrag und Verlust der Eisen(ges.)-Frachten (in kg/Tag) innerhalb der Fließstrecke und die Eisen(ges.)-Frachten bei PL 4+5 und PL 18 bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in der Pleiße 2019 [4q]

Für die Berechnung der mittleren jährlichen Eisen(ges.)-Frachten bei den fünf verschiedenen Abflussklassen wurden die Tagesabflüsse am Pegel Böhlen den Abflussklassen zugeordnet. Die berechneten durchschnittlichen Frachten (in kg/d) für die Abflussklasse 1, 2 und 4 von 2019 und für die Abflussklassen 3 und 5 von 2016 dienten zur Ermittlung der Stofffrachten je Klasse, um damit die Jahressumme zu bilden.

Die so berechnete Jahressumme ist allerdings nur ein Näherungswert, da einerseits für die gesamte Abflussklasse nur ein Wert für die mittlere Fracht berechnet wurde und andererseits 2019 keine mittleren Frachten für die Abflussklassen 3 und 5 bestimmt wurden, da 2019 nur Untersuchungen bei den Abflussklassen 1, 2 und 4 durchgeführt wurden. Die Abflussklassen 3 und 5 waren letztmalig 2016 Gegenstand der Untersuchung.

Für das Jahr 2019 wurde bei PL 18 eine mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht von 227,1 t/Jahr (7,20 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. 2018 wurde mit 228,2 t/Jahr eine ähnlich hohe mittlere jährliche Eisen(ges.)-Fracht bestimmt. 2016 und 2015 lagen die mittleren Eisen(ges.)-Frachten mit 328 t/Jahr bzw. 315 t/Jahr deutlich höher, was neben einer höheren Eisen(ges.)-Konzentration bei Abflussklasse 4 im Jahr 2015, hauptsächlich auf die häufiger auftretenden höheren Abflüsse in diesen Jahren zurückzuführen ist.

Die zeitliche Entwicklung der Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (der sonst dominierenden Abflussklasse) ist in Abbildung 2-30 dargestellt. 2019 herrschten allerdings, wie auch schon 2018, extreme Niedrigwasserverhältnisse in der Pleiße vor, sodass die Abflussklasse 1, die sich 163 Tage im Jahr einstellte und die Abflussklasse 2, die an 152 Tagen erreicht wurde, ähnlich oft auftrafen. Im Jahr 2019 wurde eine mittlere Eisen(ges.)-Fracht bei PL 6 von 10,0 g/s bestimmt, die damit zu den niedrigeren Werten gehört. Die höchsten Eisen(ges.)-Frachten bei PL 6 wurden 2010 bis 2012 gemessen. Seit 2010 erfolgt die Einleitung von bergbaubelastetem, aber eisenabgereinigtem Sumpfungswasser aus der GWRA der MIBRAG unterhalb von PL 6 an der Stelle PL 6A. Die Eisen(ges.)-Frachten stiegen durch die Einleitung von dem eisenabgereinigten Wasser bei PL 7 bzw. PL 9 2 in allen Jahren nur leicht an. Bei den relativ niedrigen Abflüssen von Abflussklasse 2 kam es durch die Sedimentation von Eisen unterhalb von PL 7 bis zur PL 18 im Laufe der Fließstrecke zur Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten. 2019 und 2018 wurde allerdings nur eine geringe Abnahme der Eisen(ges.)-Frachten in dem Fließabschnitt zwischen PL 10A und PL 18 bestimmt. Am Ende der untersuchten Fließstrecke der Pleiße, bei PL 18, wurde 2019 eine Eisen(ges.)-Fracht von 8,8 g/s ermittelt.

Verglichen mit den Wasseruntersuchungen bei Abflussklasse 2 in den zurückliegenden Untersuchungsjahren, wurden am Ende der Fließstrecke (bei PL 18) im Jahr 2019 mit 8,8 g/s ähnlich hohe Eisen(ges.)-Frachten ermittelt wie in den Jahren 2008 bis 2018 (6,6 bis 8,9 g/s).

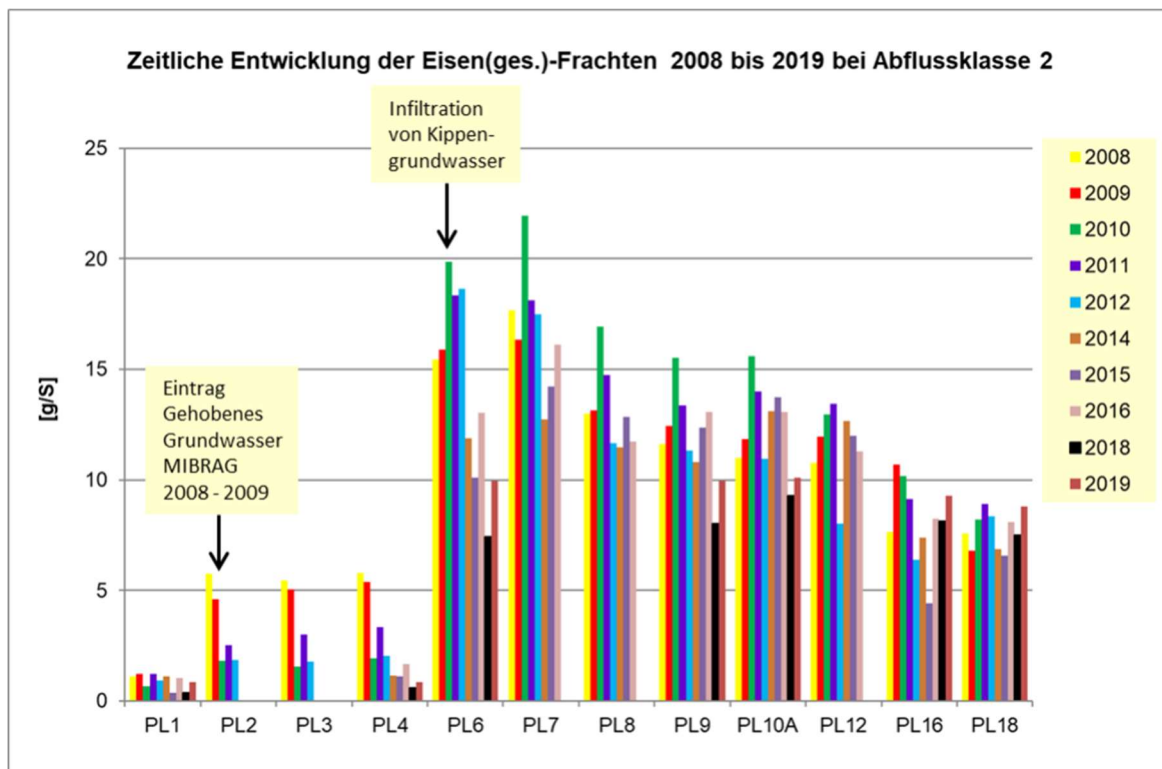


Abbildung 2-30: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]

Im Gegensatz zu den betrachteten Eisenkonzentrationen oder -Frachten reichert Sulfat sich im Laufe des untersuchten Fließabschnitts durch die Zuflüsse in die Pleiße immer mehr an, sodass am Ende des Fließbereichs die höchsten Sulfat-Konzentrationen gemessen wurden.

Durch die im Fließverlauf ansteigenden Abflüsse sowie die ansteigenden Sulfat-Konzentrationen waren auch die Sulfat-Frachten am Ende der Fließstrecke, bei PL 18, am höchsten. Die Sulfat-Konzentrationen erzielten bei Abflussklasse 1 die größten (525 mg/L) und bei Abflussklasse 4 die geringsten Werte (280 mg/L). Die höchsten Sulfat-Frachten wurden im Gegensatz dazu bei Abflussklasse 4 (3.052 g/s), gefolgt von Abflussklasse 2 (2.345 g/s) und Abflussklasse 1 (1.560 g/s) bestimmt. Die Sulfat-Frachten erhöhten sich im Längsverlauf der Pleiße unter anderem durch den Zufluss der Wyhra unterhalb von PL 4.

Einen deutlich größeren Eintrag von Sulfat gab es jedoch durch die Einleitung aus der GWRA der MIBRAG (Einleitung von durchschnittlich 0,70 m³/s mit mittleren Sulfat-Konzentration von 915 mg/L), die sich unterhalb von PL 6 befindet. Bei PL 9 stieg deshalb die mittlere Sulfat-Konzentration um 63 mg/L (AK 4) bis 310 mg/L (AK 1) und die Sulfat-Fracht um 584 bis 729 g/s an.

Zu weiteren Einträgen von Sulfat im unterhalb liegenden Fließbereich kam es bei PL 16 durch die oberhalb erfolgenden Zuflüsse der Faulen Pfütze und der Gösel und bei PL 18 erfahrungsgemäß durch den oberhalb stattfindenden Zufluss des Floßgrabens (keine Analytik-Daten von 2019).

Für das Jahr 2019 wurde bei PL 18 eine hohe mittlere jährliche Sulfat-Fracht von 65.537 t/Jahr (2.078 g/s) berechnet, die ungefähr in dieser Größenordnung in die Weiße Elster transportiert wurde. 2018 wurde hauptsächlich aufgrund eines vergleichbaren Abflussgeschehens eine ähnliche mittlere jährliche Sulfat-Fracht von 62.847 t/Jahr festgestellt. 2016 und 2015 lagen die Werte höher, bedingt durch die häufigen auftretenden höheren Abflüsse.

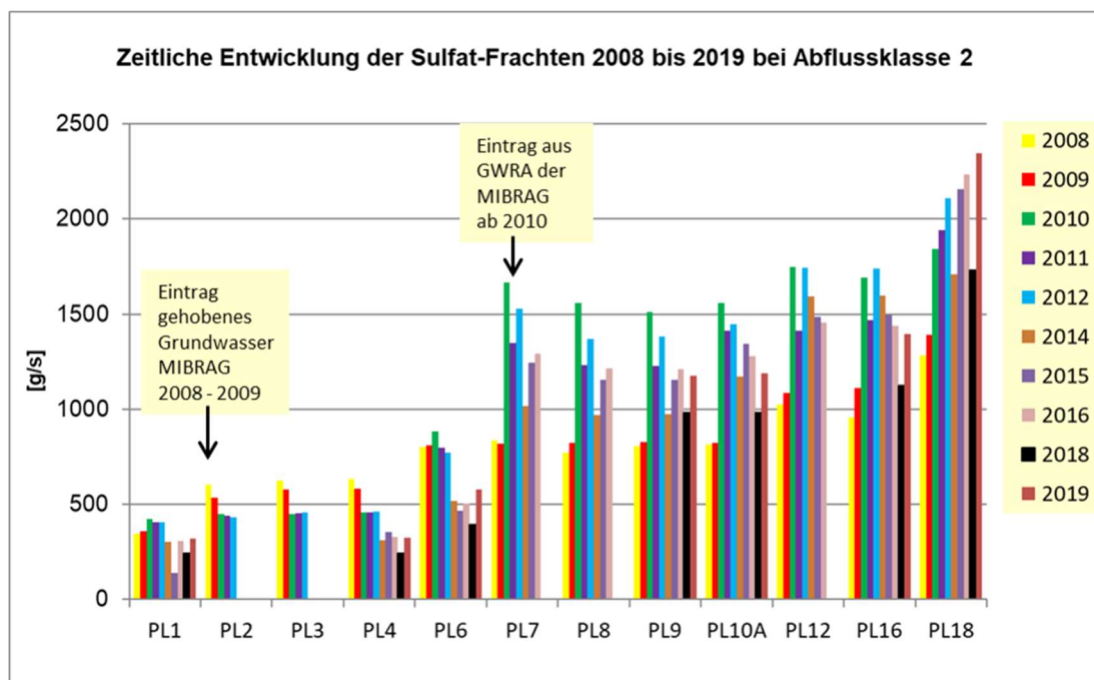


Abbildung 2-31: Zeitliche Entwicklung der mittleren Sulfat-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]

Vergleicht man die Sulfat-Frachten in den verschiedenen Untersuchungsjahren bei Abflussklasse 2, die Abflussklasse, die normalerweise den höchsten Anteil an der Jahresfracht hat, miteinander, wurde 2019 eine etwas höhere mittlere jährliche Sulfat-Fracht (2.345 g/s) als in den Jahren 2010 bis 2018 (1.710 – 2.235 g/s) am Ende der Fließstrecke ermittelt. In den Jahren 2008 und 2009 lagen die Sulfat-Frachten dagegen deutlich niedriger (1.280 – 1.380 g/s), da erheblich geringere Mengen gehobenes Grundwasser aus dem Tagebau der MIBRAG Vereinigtes Schleenhain in die Pleiße eingeleitet wurden (s. Abbildung 2-31).

2.2.2 Konzentrationen und Frachten des Zuflusses der Wyhra

Durch den Zufluss der **Wyhra** in die Pleiße wurden die Eisen- und Sulfatkonzentrationen in der Pleiße nur unbedeutend erhöht. Es wurden etwas niedrigere pH-Werte nach der Mündung der Wyhra gemessen. Dagegen wurde durch den Wyhrazufluss eine signifikante Erhöhung der Sulfatfrachten in der Pleiße bestimmt (um 25 % bei AK 4 bis 39 % bei AK 1). Die Eisen(ges.)-Frachten erhöhten sich durch den Zufluss der Wyhra ebenfalls (um 53 – 59 %). Die Eisen-Belastung der Pleiße durch infiltrierendes Grundwasser oberhalb von PL 6 war jedoch merklich höher als die Belastung durch den Zufluss der Wyhra, wie an den deutlich höheren Eisen-Konzentrationen und -Frachten bei PL 6 gegenüber PL 4+5 sichtbar wird.

Tabelle 2-2: Mittelwerte der Frachten [g/s] der wichtigsten bergbautypischen Parameter in der Wyhra und den relevanten Stellen der Pleiße bei Abflussklasse 1, 2 und 4 in 2019 [4q]

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

2.2.3 Handlungsempfehlungen des Bearbeiters

1. Aufgrund der Ergebnisse des vorliegenden Berichts [4q], besonders der erhöhten Eisen-Konzentrationen und -Frachten im kippenbeeinflussten Fließabschnitt (PL 6 bis PL 10A) und den hohen

mittleren Sulfat-Konzentrationen (bis 525 mg/L (AK 1)) und -Frachten (bis 3.052 g/s (AK 4)) am Ende der untersuchten Fließstrecke in der Pleiße (bei PL 18), wird empfohlen, die abflussbezogenen Untersuchungen in der Pleiße im Jahr 2020 und darüber hinaus fortzuführen. Wegen der statistischen Auswertbarkeit der Daten sollten, wenn die Abflusssituation es zulässt, mindestens drei Wasseruntersuchungen bei jeder der fünf Abflussklassen durchgeführt werden.

2. Des Weiteren wird vorgeschlagen, die Abflussmessung an der Messstelle PL 3 (Pleiße, uh. FGB Lobstädt) nicht mehr durchzuführen, da erstens die Abflussmengen von PL 3 und PL 1 (Pleiße, Regis-Breitungen) bei fast allen Untersuchungen sehr ähnlich waren und zweitens die Abflussmessung an PL 3, aufgrund der sehr steilen Uferböschung und des schmalen Fließquerschnitts, nur unter erschwerten Bedingungen geleistet werden kann.
3. Darüber hinaus wird empfohlen eine zusätzliche Abflussmessung an der Messstelle PL 12 (Pleiße, Pegel Böhlen) vorzunehmen. Der Pegel Böhlen stellt den Bezugspegel für die Untersuchungen bei verschiedenen Abflussklassen im Pleißemonitoring dar. Es wurde festgestellt, dass sich die W-Q-Beziehung am Pegel Böhlen seit 2019, bedingt durch eine starke Verkrautung in der Vegetationsperiode und durch andere Ablagerungen (Unrat) im Fließ, deutlich verändert hat und dadurch höchstwahrscheinlich nicht mehr stabil ist. Es wird deshalb (neben der Beseitigung des Unrats) eine taggenaue Abflussmessung am Pegel Böhlen vorgeschlagen, um die Wasseruntersuchungen in der Pleiße exakt einer Abflussklasse zuordnen zu können.
4. Zusätzlich wird empfohlen die Messstellen PL 6 (Pleiße, FGB Neukieritzsch) und PL 10A (Pleiße, uh. Trachenauer Wehr) zu entkrauten und den Unrat zu beseitigen sowie die in das Fließ hängenden Äste zu entfernen, da dadurch die Abflussmengen nicht mehr exakt gemessen werden können.

2.2.4 Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

2019 herrschten wie 2018 extreme Niedrigwasserverhältnisse vor, so dass es verstärkt die Abflüsse der Klassen 1 und 2 auftraten. Maßgebend für die Einteilung in definierten Abflussklassen ist der Abfluss am Pegel Böhlen. In der folgenden Abbildung ist Verteilung der Abflussklassen im jeweiligen Jahr unter Berücksichtigung der Tagesmittelwerte am Pegel Böhlen von 2008 bis 2019 ersichtlich.

	Abflussklasse [d/a]				
	1	2	3	4	5
2008	63	172	53	37	41
2009	61	173	71	20	40
2010		59	140	42	124
2011		114	142	44	65
2012		201	93	16	56
2013		35	120	68	142
2014	7	220	119	8	11
2015	53	174	97	21	20
2016	30	193	111	14	18
2017	57	150	119	20	19
2018	167	106	74	11	7
2019	154	162	31	8	10
Summe	 592	 1759	 1170	 309	 553

Abbildung 2-32: Verteilung der Abflussklassen im Jahr von 2008 bis 2019 unter Berücksichtigung der Tagesmittelwerte am Pegel Böhlen.

In der Tabelle sind zusätzlich die Jahre markiert, an denen Messkampagnen des Pleißemonitorings durchgeführt wurden. Aus der Tabelle sind folgende Aspekte ersichtlich:

- über den Gesamtzeitraum wurden Abflüsse der Abflussklasse 2 am Pegel Böhlen ermittelt;
- in den niederschlagsreichen Jahren 2010 bis 2013 überwiegt die Abflussklasse 3, die Abflussklasse 1 wird nicht erreicht (ab 2010 erfolgt zusätzlich die Einspeisung von aufbereitetem Grundwasser aus der GWRA der MIBRAG), die höheren Abflussklassen bis zur AK 5 werden überdurchschnittlich beobachtet, es ist daher auch von einer verstärkten Resuspension von Eisenpartikeln auszugehen;
- von 2014 bis 2017 wird aufgrund geringerer Niederschläge im Einzugsgebiet der Pleiße die Abflussklasse 1 wieder erreicht (auch mit Einspeisung der GWRA);
- in den extrem trockenen Jahren 2018 und 2019 wird überdurchschnittlich nur die Abflussklasse 1 erreicht, es ist daher von einer verstärkten Sedimentation von Eisenpartikeln im Fließgewässer z. B. in den Rückstauräumen auszugehen bzw. die Resuspension im Gewässer ist stark verringert.

Die folgende Abbildung zeigt die zeitliche Entwicklung der Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 die oben genannten Zeiträume (2010 bis 2012 überdurchschnittlicher Abfluss; 2014 bis 2019 mittlerer bis sehr geringer Abfluss) sind markiert.

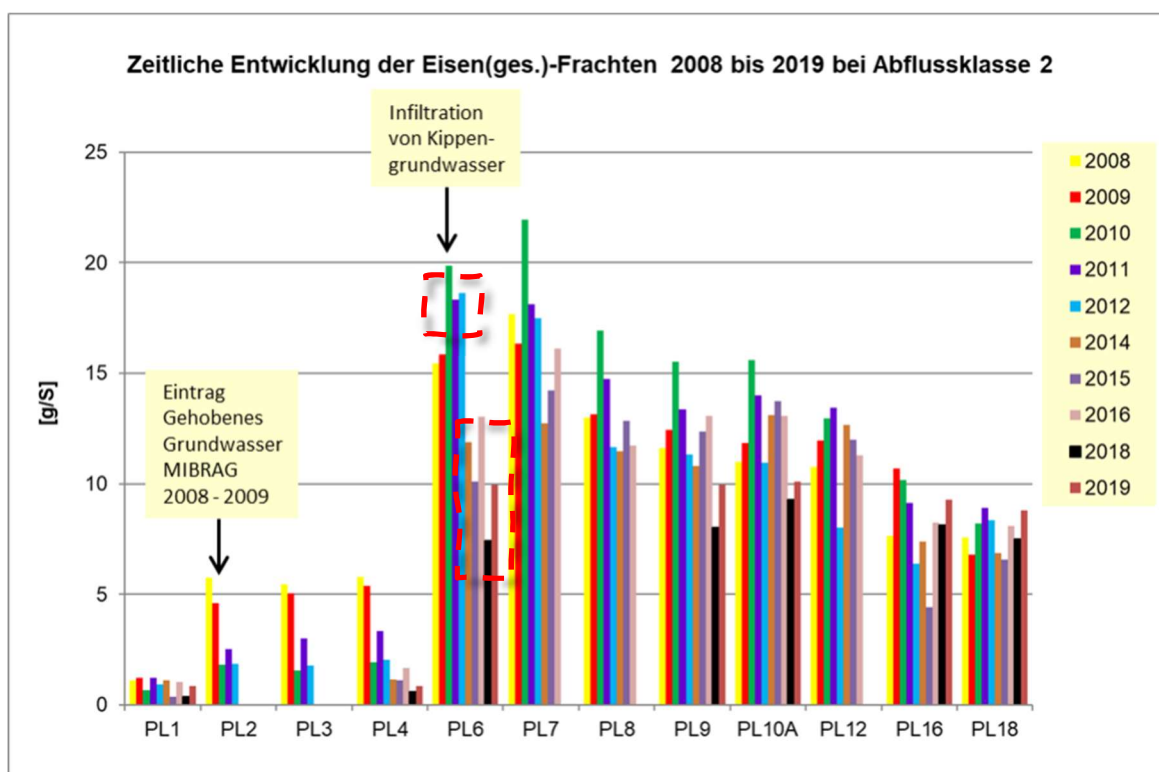


Abbildung 2-33: Zeitliche Entwicklung der mittleren Eisen(ges.)-Frachten von 2008 bis 2019 bei Abflussklasse 2 (Bezugspegel Böhlen) [4q]

Aus dem Diagramm wird weiterhin deutlich, dass die Fracht an der Messstelle PL 6 um rund 10 g/s schwankt. Ähnliche Größenordnungen wurden auch an den Messstellen PL9 und PL 10a gemessen. Durch Sedimentation und Erhöhung des Gesamtabflusses im weiteren Verlauf der Pleiße vergleichmäßigen sich die Frachten bis zur Messstelle PL 18.

Für eine Trendanalyse wurden die am Pegel Böhlen gemessenen Tagesabflüsse sowie die Eisen(ges.)-Konzentrationen ausgewertet. Aus den genannten Eingangsparametern wurde die Fracht berechnet und im nachfolgenden Diagramm dargestellt.

Aus der Abflussganglinie werden die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse zwischen den Vergleichszeiträumen sehr deutlich. Grundsätzlich ist eine abnehmende Tendenz im Zeitraum 2010 bis 2019 für den Abfluss am Pegel Böhlen zu beobachten. An dieser Probenahmestellen liegen Analyseergebnisse von Eisen(ges.)-Konzentrationen ab Januar 2014 vor.

Aus den berechneten Eisen(ges.)-Frachten ergibt sich eine abnehmende Tendenz, d. h. die durchschnittlichen Eisen(ges.)-Frachten sind im Zeitraum 2014 bis 2019 leicht gefallen und betragen am Ende des Betrachtungszeitraumes im Durchschnitt rund 9 g/s am Pegel Böhlen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zum einen die Eisen(ges.)-Konzentrationen und -Frachten durch das Abflussgeschehen in der Pleiße in Form von Sedimentation und Resuspension beeinflusst wird. So zeichnet die Höhe der Eisen(ges.)-Frachten grob den Verlauf der Abflussganglinien nach. Weiterhin ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass aus den unterdurchschnittlichen Grundwasserneubildungsraten der letzten Jahre ein verringerter Basisabfluss im Fließgewässer Pleiße resultiert und es voraussichtlich daher auch zu einer Verringerung der Infiltration von bergbaulich beeinflusstem Grundwasser in die Pleiße gekommen ist. Beide Prozesse (kurzfristiges Abflussgeschehen durch den Oberflächenwasserabfluss, Basisabfluss durch Infiltration von Grundwasser) sind klimatisch bedingt. Eine Veränderung der klimatischen Bedingungen, die zu höheren Niederschlagsmengen und damit einer höheren Grundwasserneubildung führt könnte diesen leicht abnehmenden Trend wieder umkehren. Bleiben die klimatischen Verhältnisse annähernd stabil, wäre durch das fortgesetzte Monitoring nachzuweisen inwieweit sich auch die Eisen(ges.)-Frachten stabilisiert haben oder ggf. weiter rückläufig sind.

Daher wird aus Sicht der Gesamtbetrachtung empfohlen, das Pleißemonitoring unter Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen von SGL [4q] weiterzuführen. Besondere Bedeutung hat dabei auch die Wartung des Pegels Böhlen und die ggf. erforderliche Nachjustierung der W-Q-Beziehung.

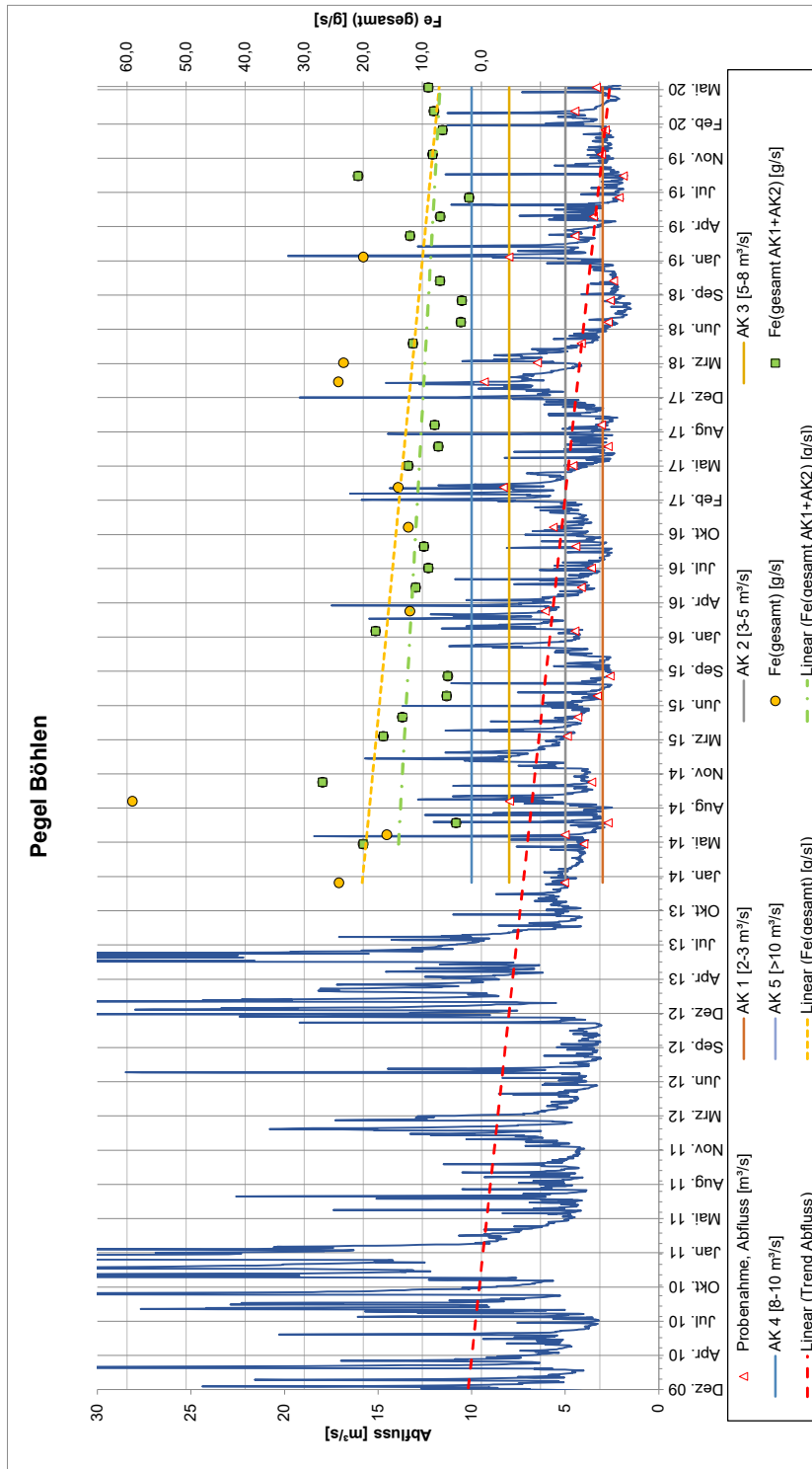


Abbildung 2-34: Zeitlicher Verlauf 2010 bis 2019 mittlerer Tagesabfluss am Pegel Böhlen [m^3/s], Fe(ges.)-Fracht [g/s]

Die folgenden Diagramme zeigen eine Gesamtschau aller bisher durchgeführten Wasseranalysen seit 2007 für die Parameter Eisen(ges.) und Eisen(gel.) in den Abflussklassen 1 bis 5.

Maßgebend für die Beurteilung der Eisenkonzentrationen im Pleißewasser ist der Orientierungswert nach WRRL von 1,8 mg/l (Eisen(ges.)-Konzentration). Diese Konzentration entspricht auch annähernd der Sichtbarkeitsschwelle bzgl. der Braunfärbung des Flusswassers.

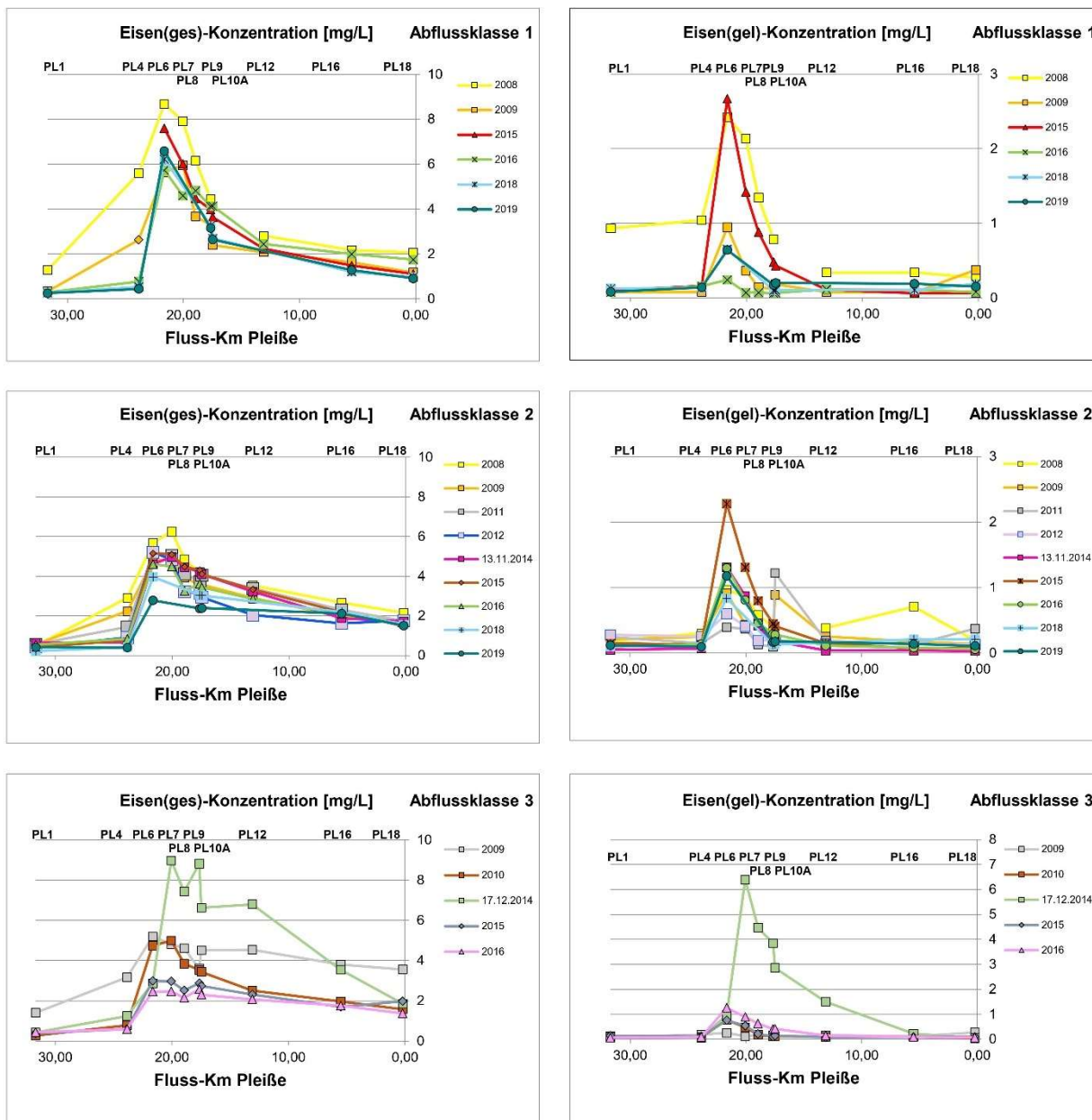


Abbildung 2-35: Eisenkonzentrationen im Verlauf der Pleiße, Jahresmittelwerte aller Wasseruntersuchungen (AK 1 bis AK3)⁵

⁵ Die Eisen-Konzentrationen der Analyse am 17.12.2014 sind nicht repräsentativ, da zu diesem Zeitpunkt die Abreinigung von Eisen in der GWRA der MIBRAG kurzzeitig gestört war.

Aus den Diagrammen ist ersichtlich, dass der Orientierungswert bei Abflussklasse 2 und 3 selten ab PL16 geringfügig unterschritten wird.

Bei Abflussklasse 1 führen verstärkte Sedimentationsprozesse zu einer häufigeren Unterschreitung des Orientierungswertes ab PL16 der aufgrund fehlender Verdünnung zuvor erhöhten Eisen(ges.)-Konzentrationen.

Es ist davon auszugehen, dass ab Abflussklasse 3...4 die erhöhten Durchflüsse zu einer Resuspension der Eisenpartikel führen. Die mit dem höheren Abfluss verbundene zunehmend verringerte Sedimentation bedingt eine geringere Abnahme der Eisen(ges.)-Konzentration im Pleißeverlauf.

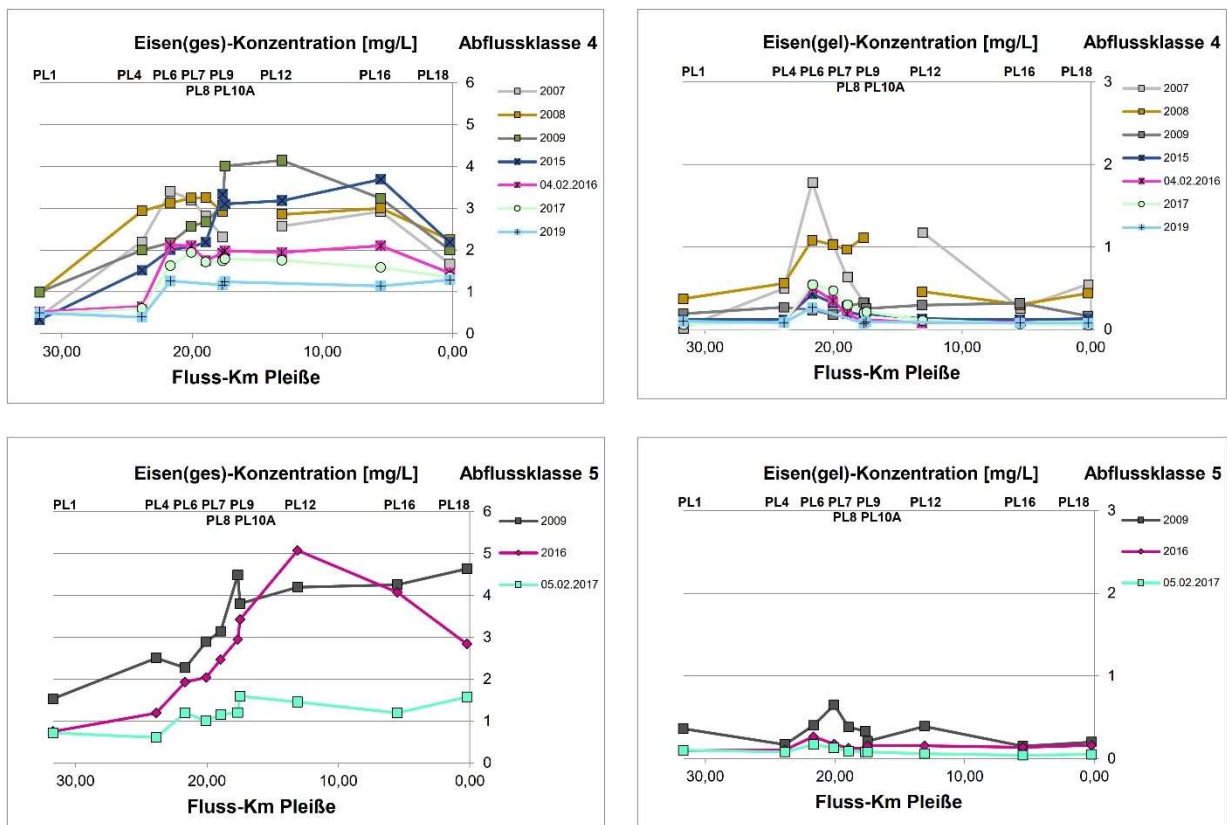


Abbildung 2-36: Eisenkonzentrationen im Verlauf der Pleiße, Jahresmittelwerte aller Wasseruntersuchungen (AK 4 und AK 5)

3 Modellierung (Basismodell zur Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit)

Für die Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenbelastung der Pleiße bestand die Aufgabe ein geeignetes Modellwerkzeug zu entwickeln, welches auf der Grundlage eines einheitlichen Verfahrens eine objektive Bewertung der betrachteten Maßnahmen (d. h. grundsätzlich durchführbare Maßnahmen der Maßnahmenmatrix s. Punkt 6) ermöglicht. Der Aufbau des Modellwerkzeuges ist im Bericht von iKD [20] dokumentiert:

Maßgebend für den Vergleich/die Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit ist die Erreichung des Zieles zur Verringerung der Eisen(ges.)-Konzentrationen im Kontrollquerschnitt der Messstelle Pleiße 10A (uh. Trachenauer Wehr). Als Zielwert wurde der Orientierungswert (der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter) der OGeV von Eisen mit einer Konzentration von $\leq 1,8 \text{ mg/l}$ definiert.

Kernstück des Modellwerkzeuges ist ein vereinfachtes Bilanzmodell für den untersuchten Pleißeabschnitt bezogen auf Wassermenge und Eisenfracht. Dabei wurden folgende wesentliche Bilanzgrößen berücksichtigt:

- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration (Hintergrundkonzentration) im Oberlauf der Pleiße und der Wyhra (Oberflächengewässer) – Messstelle PL 4 und PL 5,
- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration, die aus dem Grundwasser in die Pleiße strömt,
- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration aus sonstigen Zuflüssen (Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, Ableiter aus dem Hainer See),
- Sedimentation von Eisenhydroxidpartikeln im Fließgewässerabschnitt.

Folgende Vereinfachungen/Annahmen wurden getroffen:

- Für die Eisenkonzentration im Grundwasser liegen nur Messwerte an verschiedenen Grundwassermessstellen vor. Prognoserechnungen für die langfristige Entwicklung der Eisenkonzentrationen im Grundwasser liegen nicht vor. Aus diesem Grund wurden sie als langfristig konstant angenommen.
- Die Eisenkonzentrationen des Grundwassers werden auf Grundlage der Messungen im Grundwasser und nicht an der Stelle des Eintritts in die Pleiße berücksichtigt.
- Dieses Modell berücksichtigt die Eisensedimentation nur als Restglied. Dabei wird die Eisensedimentation als zeitlich singuläre Senke betrachtet. In der Realität werden die sedimentierten Flocken bei Hochwasserereignissen in Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit wieder mobilisiert und fortgetragen. Bezogen auf die Eisenkonzentration sind diese Ereignisse jedoch wegen der großen Verdünnung nicht relevant. Das Restglied errechnet sich aus der Kalibrierung und den Messwerten. Darin sind zum Teil auch Unsicherheiten in der Parametrisierung anderer Kenngrößen enthalten.
- Die Wasserhaushaltsgrößen Verdunstung und Niederschlag wurden bei dem vorliegenden Modell nicht mitberücksichtigt, da deren Volumenströme im Vergleich zum Abfluss der Pleiße vernachlässigbar klein sind.
- Chemische Reaktionen, z.B. die Oxidation des Fe^{2+} zu Fe^{3+} wird im vorliegenden Modell nicht berücksichtigt.

Die Kalibrierung des Bilanzmodells erfolgte auf Grundlage der mit dem HGMS (Hydrogeologisches Großraummodell Süd, HGMS 2015, Stand 2017) ermittelten beidseitigen Grundwasserzuflüssen für 5 Bilanzabschnitte entlang der Pleiße von der Wyhramündung (PL4 und PL5) bis unterhalb des Trachener Wehrs (PL10A) sowie anhand der vorhandenen Messwerte (Eisen(ges.)-Konzentrationen, Abflüsse) aus dem Pleißemonitoring von 2014 bis 2017.

Die Zuordnung der Bilanzabschnitte ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

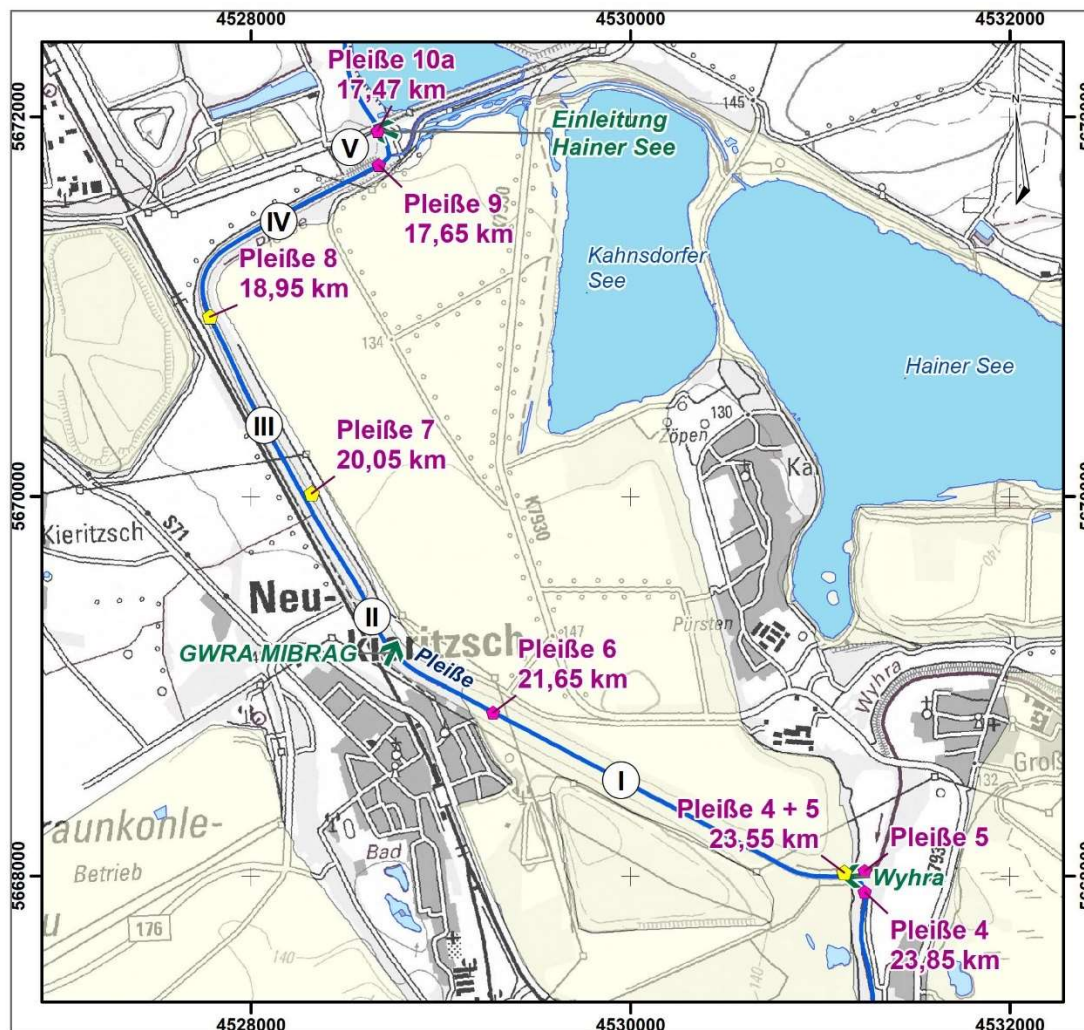


Abbildung 3-1: Abschnitte des Bilanzmodells (I bis V)

Für die Definition der Grundwasserbeschaffenheit (Eisen(ges.)-Konzentrationen) in den einzelnen Teilabschnitten erfolgte die Zuordnung der Grundwassergütemessstellen anhand der unterirdischen Teileinzugsgebiete und der nachfolgenden Auswertung der Zeitreihen je Messstelle (Median). Die Festlegung der Konzentration je Bilanzgebiet ergibt sich dann aus dem Mittelwert.

Die zeitlich konstant angesetzten Eisen(ges.)-Konzentrationen im Grundwasser für die einzelnen Bilanzgebiete sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3-1: abgeleitete Eisen(ges.)-Konzentrationen im Grundwasser für die einzelnen Bilanzgebiete [20]

Bilanz- zelle	Eisenkonzentration im Grundwasser in g/m ³	
	links	rechts
I	1400	2200
II	16	1200
III	16	300
IV	6	260
V	6	260

Die Kalibrierung des vereinfachten Bilanzmodelles erfolgte weiterhin auf der Basis der Ergebnisse des Oberflächenwassermonitorings Pleiße für folgende ausgewählte Messreihen:

- 03.05.2016 mit 3,11 m³/s (am Zusammenfluss von Wyhra und Pleiße),
- 13.10.2016 mit 2,84 m³/s,
- 3.11.2014 mit 3,13 m³/s,
- 17.12.2017 mit 4,53 m³/s,
- 01.03.2016 mit 5,11 m³/s,
- 09.02.2017 mit 8,18 m³/s.

Tabelle 3-2: Ergebnis des Kalibrierszenarios vom 03.05.2016 bei einem Abfluss in der Pleiße (PL4/5) von 3,11 m³/s [20]

Bilanz- zelle	Berechnungs- knoten	Durchfluss in m ³ /s	Grundwasserzustrom IBGW in m ³ /min		Einleitung MIBRAG in m ³ /s	Ableiter Hainer See in m ³ /min	Eisenkonzentration im Grundwasser in g/m ³		Eisenkonz. MIBRAG in g/s	Eisenkonz. Hainer See in g/m ³	Eisensedi- mentation in %	Eisensedi- mentation in g/s	Misch- konzentration in mg/l	Kontrollwert Eisen
			links	rechts			links	rechts						
														03.05.2016
	0	3,11											0,79	
I			0,32	0,17			1400	2200			23,0%	3,72		
	1 / PL6	3,12											3,99	3,85
II			0,12	0,12	0,583		16	1200	0,93		20,0%	3,08		
	2 / PL7	3,71											3,33	3,24
III			0,15	0,09			16	300			12,0%	1,54		
	3 / PL8	3,71											3,04	3,00
IV			0,25	0,03			6	260			0,0%	0,00		
	4 / PL9	3,71											3,08	3,13
V			0,09	0,14		10,5	6	260	0,5					
	5 / PL10A	3,89											3,12	3,38

Mit den verschiedenen Kalibrierläufen wurde die Höhe der Eisensedimentation als Restglied angepasst, bis sich eine möglichst gute Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Eisen(ges.)-Konzentrationen ergab. Die Festlegung der Eisensedimentation erfolgte jeweils für alle Messreihen gleich. Die Tabelle 3-2 zeigt beispielhaft das Ergebnis der Kalibrierung für das Abflussereignis am 03.05.2016 bei einem Abfluss von 3,11 m³/s.

Das Referenzszenario auf Basis der Nullvariante (Zustand verbleibt unverändert) ergibt sich aus dem Ergebnis der Kalibrierung und den Grundwasserverhältnissen für den stationären Endzustand (2150). Der stationäre Endzustand ist durch den vollendeten Grundwasserveranstieg nach Beendigung der Grundwasserabsenkung durch die MIBRAG und die damit obsoleete Einleitung von gereinigtem Grundwasser über die Grubenwasserreinigungsanlage (GWRA) gekennzeichnet. Mit der Einstellung der Grundwasserhaltung steigt der Grundwasserstand vor allem im Bilanzabschnitt II (linksseitiger Anstrom) an. Damit verbunden ist ebenfalls ein erhöhter Grundwasseranstrom zur Pleiße.

Um einen direkten Vergleich zwischen Kalibrier- und Referenzszenario zu ermöglichen, wurde das Referenzszenario für einen Abfluss in der Pleiße von 3,37 m³/s gerechnet. Damit ist es mit dem Kalibrierszenario vom 03.05.2016 direkt vergleichbar. Die Eisensedimentation wurde bei allen Berechnungen entsprechend der in der Kalibrierung festgelegten Größen konstant gehalten. Die Einleitung von gereinigtem Wasser aus der Wasserbehandlungsanlage der MIBRAG, die insbesondere bei niedrigen Pleiße-Abflüssen zu einer Verdünnung geführt hat, ist zu diesem Zeitpunkt nicht mehr existent.

Tabelle 3-3: Ergebnis des Referenzszenarios bei einem Abfluss in der Pleiße (PL10A) von 3,32 m³/s [20]

Bilanzzelle	Berechnungs-knoten	Durchfluss in m³/s	Grundwasserzustrom IBGW in m³/min		Einleitung MIBRAG in m³/s	Ableiter Hainer See in m³/min	Eisenkonzentration im Grundwasser in g/m³		Eisenkonz. MIBRAG in g/s	Eisenkonz. Hainer See in g/m³	Eisensedimentation in %	Eisensedimentation in g/s	Mischkonzentration in mg/l
			links	rechts			links	rechts					
	0	3,11			entfällt				entfällt				0,84
I			0,42	0,19			1400	2200			23,0%	4,46	
	1 / PL6	3,12											4,78
II			0,57	0,1	0		16	1200			20,0%	3,41	
	2 / PL7	3,13											4,36
III			0,41	0,09			16	300			12,0%	1,71	
	3 / PL8	3,14											3,98
IV			0,32	0,03			6	260			0,0%	0,00	
	4 / PL9	3,15											4,03
V			0,09	0,14		10	6	260		0,5			
	5 / PL10A	3,32											4,03

Im Ergebnis der Berechnungen zeigt sich gegenüber dem Kalibrierszenario eine signifikante Erhöhung der Eisenkonzentration am Kontrollquerschnitt (PL 10A) von 3,12 mg/l auf 4,03 mg/l.

Dies ist einerseits in dem höheren Grundwasserzustrom, bei gleicher Eisen-Konzentration im Grundwasser (gem. getroffener Annahme) und andererseits in der fehlenden Verdünnung durch die Einleitung von gereinigtem Wasser aus der GWRA der MIBRAG begründet.

Im Anschluss der Berechnung des Referenzszenarios erfolgte durch den Bearbeiter die Berechnung für die Einzelmaßnahme 1.12 – Abdichtung Pleiße (siehe Punkt 6, Maßnahmenübersicht) für den stationären Strömungszustand (im Jahr 2150), so dass die Ergebnisse wiederum direkt mit dem Referenzszenario vergleichbar sind.

Die wesentliche Grundlage für die Berechnung der Wirksamkeit der Maßnahme mit dem vorliegenden Bilanzmodell ist die Implementierung der Abdichtung in das Hydrogeologische Modell. Die Abdichtung

wurde in den Bilanzabschnitten I bis IV integriert. Im Bilanzabschnitt I erfolgt die Abdichtung beidseitig, in den Abschnitten II bis IV rechtsseitig. Der linksseitige gewachsene Zustrom in die Pleiße in den Abschnitten II bis IV wird weiterhin über Böschungsaustritte ermöglicht. Die hydraulische Durchlässigkeit wurde von 1×10^{-8} m/s auf 1×10^{-10} m/s verringert.

Im Ergebnis der hydrogeologischen Berechnung wird in den Abschnitten I bis IV der Grundwasservolumenstrom in die Pleiße durch die Abdichtungsmaßnahmen um ca. 80 bis 90 % bzw. auf ca. 0,03 m³/min bis 0,13 m³/min pro Bilanzabschnitt reduziert. Eine leichte Erhöhung des grundwasserbürtigen Zustroms zur Pleiße von 0,23 m³/min auf 0,27 m³/min ist in Bilanzabschnitt V aufgrund der veränderten Strömungsverhältnisse zu beobachten.

Tabelle 3-4: Grundwasserzutritte zur Pleiße [m³/min] je Bilanzabschnitt und Zustromrichtung – Variante 1.12 (Abdichtung Pleiße) im Vgl. zum Referenzszenario (jeweils stat. Strömungszustand im Jahr 2150) [20]

Bilanzabschnitte		Maßnahme 1.12			Referenzszenario	
Bilanzabschnitt	Zustromseite	Q _{GW} [m³/min]	Q _{GW} / Böschung [m³/min]	ΣQ _{GW} [m³/min]	Q _{GW} [m³/min]	ΣQ _{GW} [m³/min]
I	links	0,025	0,076	0,124	0,424	0,615
	rechts		0,023		0,191	
II	links	0,102	-	0,134	0,567	0,670
	rechts		0,032		0,103	
III	links	0,059	-	0,066	0,410	0,502
	rechts		0,007		0,092	
IV	links	0,024	-	0,026	0,316	0,344
	rechts		0,002		0,028	
V	links	0,266	-	0,266	0,090	0,233
	rechts		-		0,143	

Bei Niedrigwasser (siehe folgende Tabelle 3-5) wird gem. der Berechnung am Referenzprofil (PL10A) eine Eisen(ges.)-Konzentration von 1,73 mg/l ausgewiesen. Im Vergleich dazu wurde mit dem Referenzszenario und vergleichbarem Abfluss von 3,11 m³/s (im Zustrom aus PL4/5) eine Eisen(ges.)-Konzentration von 4,03 mg/l ermittelt. Mit zunehmender Verdünnung verringert sich die Eisen(ges.)-Konzentration auf 1,25 mg/l (bei 6 m³/s) bzw. 0,97 mg/l (bei 10 m³/s).

Damit wird mit der betrachteten Maßnahme 1.12 (Abdichtung des Pleißeбетtes) das zuvor definierte Ziel einer mittleren Eisenkonzentration von $\leq 1,8$ mg/l erreicht.

Tabelle 3-5: Ergebnis des Modellszenarios (Abdichtung Pleiße) bei einem Abfluss in der Pleiße (PL10A) von 3,28 m³/s [20]

Bilanzzelle	Berechnungs-knoten	Durchfluss in m³/s	Grundwasserzustrom IBGW in m³/min			Einleitung MIBRAG in m³/s	Ableiter Hainer See in m³/min	Eisenkonzentration im Grundwasser in g/m³		Eisenkonz. MIBRAG in g/s	Eisenkonz. Hainer See in g/m³	Eisensedi-mentation in %	Eisensedi-mentation in g/s	Misch-konzentration in mg/l
			links	rechts	Sohle			links	rechts					
	0	3,11				entfällt								0,84
I			0,076	0,023	0,025			1400	2200			23,0%	1,37	
	1 / PL6	3,11												1,48
II			0	0,032	0,102	0		16	1200			20,0%	1,26	
	2 / PL7	3,11												1,61
III			0	0,07	0,059			16	300			12,0%	0,66	
	3 / PL8	3,11												1,56
IV			0	0,02	0,024			6	260			0,0%	0,00	
	4 / PL9	3,11												1,61
V			0	0	0,266		10	6	260		0,5			
	5 / PL10A	3,28												1,73

Mit der beabsichtigten Verhinderung der Vorflutfunktion der Pleiße geht eine Veränderung der Grundwasserstände bzw. Grundwasserflurabstände einher. Dabei sind vor allem flurnahe Grundwasserstände in bebauten Gebieten zu berücksichtigen, die ein erhebliches Konfliktpotential beinhalten. Dazu wurden für die betrachteten Szenarien durch den Bearbeiter die Grundwasserflurabstände berechnet.

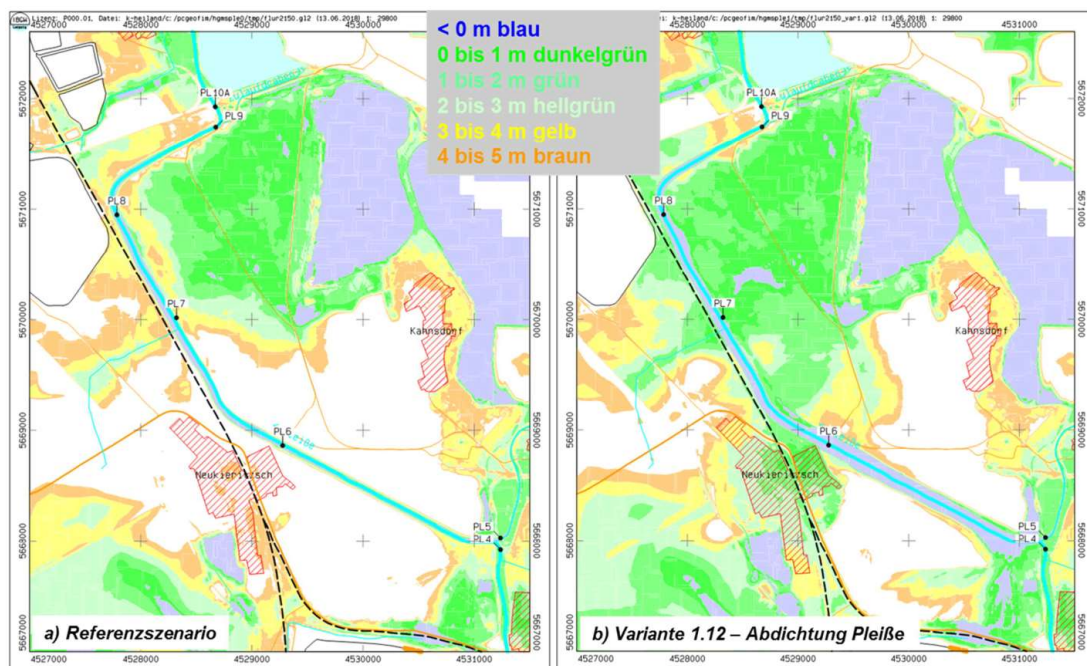


Abbildung 3-2: Grundwasserflurabstände zum oberen Hangendgrundwasserleiter (GWL 1.5/1.6/1.1+Kippe) für a) Referenzszenario und b) Maßnahme 1.12 – Abdichtung Pleiße im stationären Strömungszustand [20]

In unmittelbarer Nähe zur Pleiße vergrößern sich die Areale, in denen es zu Sättigungswasseraustritten kommen kann. Flurnahe Bereiche bilden sich in der Ortslage Neukieritzsch aus und vergrößern sich im Bereich der Kippen. Westlich der Messstelle PL7 bilden sich ebenfalls flurnahe Bereiche aus.

Fazit des Bearbeiters

Das Modell zur Wirksamkeitsprüfung ist zur Bewertung verschiedener Varianten geeignet, sofern für die jeweilige Maßnahme gesicherte Erkenntnisse über die Effekte der betrachteten Maßnahme vorliegen. Es bildet die Grundlage für ein auf naturwissenschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Grundlagen basierendes Prüfverfahren und gewährt eine einheitliche und objektive Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Eisenreduktion in der Pleiße.

Die Ergebnisse der Modellberechnungen können sehr gut visualisiert werden, sodass ohne umfangreiche Erläuterung erkannt werden kann, ob die Zielfunktion mit der jeweiligen Maßnahme erreicht wurde oder nicht. Die Ergebnisse der Modellberechnungen beinhalten weiterhin belastbare und zur Entscheidungsfindung nicht unwesentliche Aussagen zu den Auswirkungen der jeweiligen Maßnahme auf andere Schutzgüter. Zur Bewertung verschiedener Maßnahmen der Eisenreduktion der Pleiße liegt ein geeignetes Werkzeug vor.

Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Mit dem vorliegenden Modell ist die Abschätzung der Wirksamkeit auf der Grundlage eines vereinfachten Konzentrationsmodells entlang der Pleiße von der Mündung der Wyhra bis zum Unterwasser des Trachenauer Wehr (Messstelle PL 10A) möglich. Das vereinfachte Konzentrationsmodell bildet die Reduktion der Eisen(ges.)-Konzentration (Eisensedimentation) durch die Definition eines Restgliedes unabhängig vom Durchfluss ab. Daher ist davon auszugehen, dass mit dem Modell die Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen insbesondere bei Niedrigwasser bis mittlere Abflüsse belastbar möglich ist.

Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse ausgewählter Szenarien. So wird im Ergebnis der Berechnungen gegenüber dem Kalibrierungsszenario eine Erhöhung der Eisenkonzentration im Kontrollquerschnitt PL10A von 3,12 mg/l auf 4,03 mg/l und damit auch eine Erhöhung der Eisenfracht von rd. 1.049 kg/d auf 1.156 kg/d für das Referenzszenario (stationärer Endzustand 2150) ausgewiesen.

Für das betrachtete Modellszenario 12.2 (Abdichtung der Pleiße) verringert sich die Fracht ausgehend vom Referenzszenario von rd. 1.156 kg/d auf rd. 490 kg/d.

Anmerkung: Im Bericht [20] wurden neben den korrekt berechneten Frachten in g/s zusätzlich die Frachten in kg/d ausgewiesen. Aufgrund eines Formelfehlers in den Exceltabellen sind die Angaben der Frachten in kg/d in [20] nicht korrekt.

Tabelle 3-6: Gegenüberstellung der betrachteten Szenarien (Auswahl) in [20]

Berechnungs-knoten	Durchfluss [m³/s]	Misch-konzentration [mg/l]	Fracht [g/s]	Fracht [kg/d]
Kalibrierungsszenario vom 03.05.2016; Abfluss 3,11 m³/s; Pleiße PL4/5				
0	3,11	0,79	2,46	212,3
5/PL10A	3,89	3,12	12,14	1048,6
Referenzszenario; Abfluss 3,32 m³/s; Pleiße PL10A				
0	3,11	0,84	2,61	225,7
5/PL10A	3,32	4,03	13,38	1156,0
Modellszenario 12.2; Abfluss 3,0 m³/s; Pleiße PL10A				
0	3,11	0,84	2,61	225,7
5/PL10A	3,28	1,73	5,67	490,3

Von besonderer Bedeutung für das erstellte Modellwerkzeug ist jeweils die als Grundlage dienende hydrogeologische Berechnung, die für den Referenzzustand und für den Zustand nach Maßnahmenumsetzung den jeweiligen Grundwasserzustrom für die einzelnen Bilanzabschnitte ausweist. Die Implementierung der zu untersuchenden Maßnahmenvariante in das Hydrogeologische Modell stellt damit den größten Aufwand bei der Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit dar.

Als Basis diente das Hydrogeologische Großraummodell Süd (HGM2015, Stand 2017). Die letzten beiden Jahre waren klimatisch jeweils von einem hohen Niederschlagsdefizit gekennzeichnet. Es ist davon auszugehen, dass das HGMS mit der Berechnung die Klimareihe der mittleren Grundwasserstände einschließlich der regenreichen Jahre 2011 bis 2013, jedoch die letzten trockenen Jahre nicht berücksichtigt.

Für eine Prognose der zukünftigen der Pleiße zuströmenden Eisenfrachten im Grundwasser ist vor dem Hintergrund der Klimaveränderung eine Aktualisierung des HGMS, ggf. auch für klimatische Szenarien zu empfehlen. Dabei ist die Anpassung der Laufzeit der Tagebaue der MIBRAG, der mit der Einstellung der Wasserhaltungen verbundene frühere Grundwasserwiederanstieg und die Beendigung der Einleitung von gehobenem Grundwasser in die Pleiße zu berücksichtigen. Letzteres führt in trockenen Witterungsperioden zu einem geringeren Abfluss in der Pleiße (eingeleitete Wassermenge durch GWRA 2019 im Mittel von 0,7 m³/s; Abfluss in der Pleiße vor Einleitung GWRA von Juni 2019 bis August 2019 im Mittel ~ 1,2 m³/s⁶).

⁶ Mittelwerte gebildet aus Daten des Pleißemonitorings dokumentiert in [4q]

4 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 (siehe Tabelle 1-1, S. 1) der jeweilige Arbeitsstand dargestellt.

4.1 Reduzierung des Sickerwasserstromes durch Bewirtschaftung von Kippenflächen (Maßnahme 5.1)

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 in einen großtechnischen Versuch überführt.

Die Teilflächen A, B, C und D wurde erstmalig 2014 mit Luzerne bepflanzt. 2015 erfolgte die Aussaat von Luzerne dann auf der Teilfläche E, sodass die Gesamtfläche etwa 225,5 ha betrug. Im Jahr 2017 folgten die Flächen F und G, sodass die vorhandene Luzerneanbaufläche im nordöstlichen Teil der Kippe Witznitz um 107 ha ergänzt wurde. Der Fruchtwechsel ist nun für die Flächen A, C und D erst im Jahr 2020 geplant. Daraus resultiert für die genannten Flächen ein Bewirtschaftungszeitraum von 5 Jahren. Um eine Umwandlung der Landwirtschaftsflächen von Acker in nicht förderfähiges Dauergrünland zu vermeiden, war ursprünglich lediglich eine Anbauphase von 4 Jahren vorgesehen.

Mit der Umsetzung der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU für den Zeitraum 2014 bis 2020⁷ erfolgte in 2016 eine Änderung der Definition für Dauergrünland in Bezug auf eine neue Einstufung von Reinsaaten und Futterleguminosen: „Reinsaaten von Futterleguminosen (z.B. Klee, Luzerne, Luzerne-Klee-Gemische) gelten nicht als Grünfütterpflanzen im Sinne der Definition der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013. Flächen mit Reinsaaten dieser Kulturen gelten als Ackerflächen und werden damit auch nicht nach fünf Jahren zu Dauergrünland. Dabei gelten die Flächen auch noch als Reinsaaten, wenn im Laufe der Zeit ein geringfügiger Anteil von Gras aufgrund von Selbstaussaaten eingewachsen ist.“

4.1.1 Ingenieurtechnische Begleitung der Bewirtschaftung der Kippenflächen

In der folgenden Abbildung sind die aktuellen Anbauflächen auf der Kippe Witznitz in Bezug auf Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße dargestellt. Weiterhin sind die Flächen der durchgeführten Meliorationsmaßnahmen und die Lage der Kontrollflächen der fachlichen Begleitung durch GFI aufgezeigt (Die Lage der Kontrollflächen 2 und 5 wurde im Zuge der Umsetzung des Sondermessprofils ab 08/2019 { s. Punkt 4.1.2} in Richtung Profil - verschoben).

⁷ Die geltenden GAP-Vorschriften wurden bis Ende 2022 durch die EU verlängert.

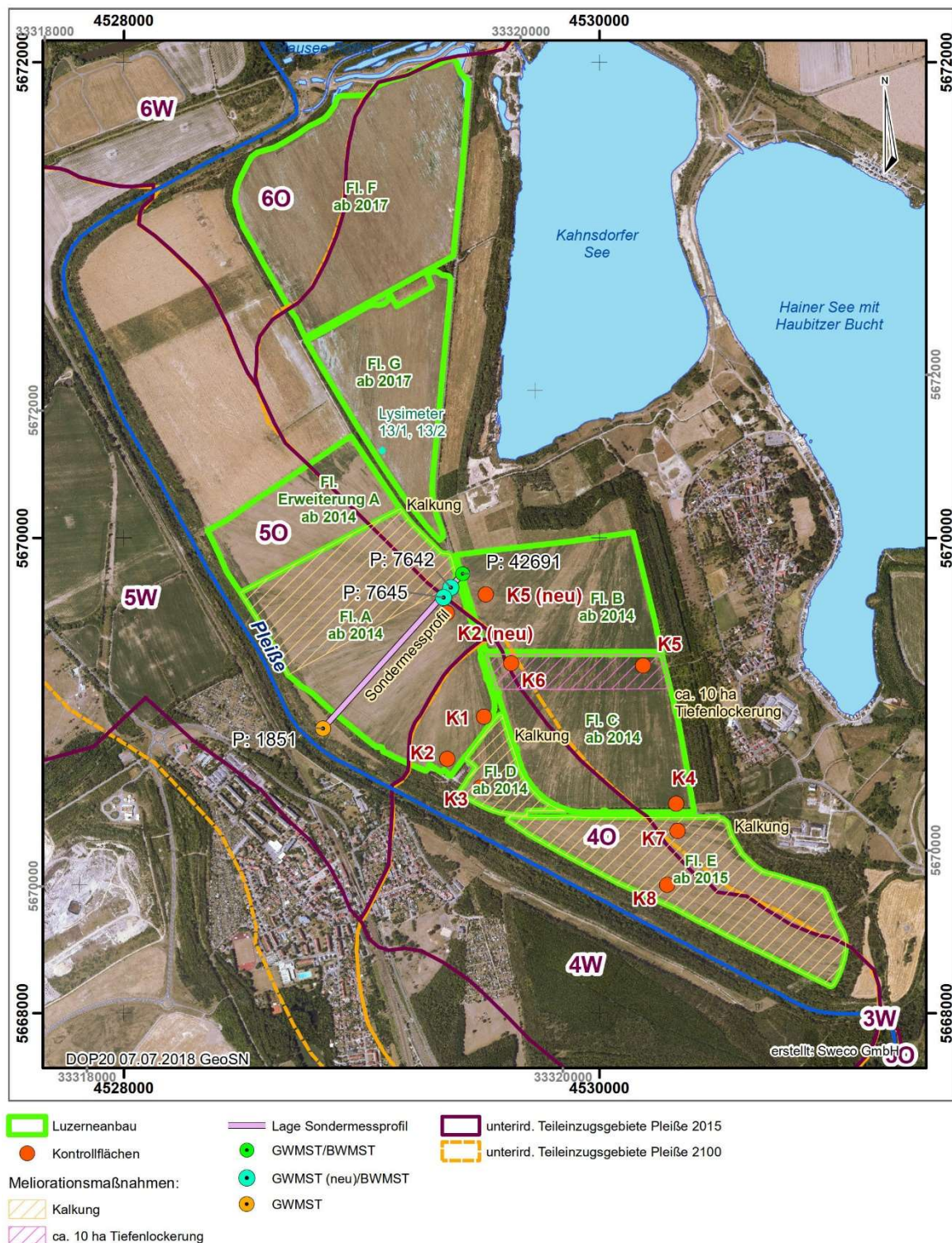


Abbildung 4-1: Übersichtsplan Lage der Luzerneanbauflächen, Maßnahmen zur wissenschaftlichen Begleitung

Die Ergebnisse der ingenieurtechnischen Begleitung durch GFI für das Jahr 2019 sowie die Dokumentation der Errichtung des Sondermessprofils sind im Bericht [9p] dokumentiert und werden nachfolgend

zusammenfassend dargestellt. Die folgende Tabelle zeigt die landwirtschaftlichen Kulturen auf den Lysimetern bis 2020.

Tabelle 4-1: Übersicht zur Bewirtschaftung der Lysimeter in Brandis und Witznitz von 2009 bis 2020 [9p]

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	Kg/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
2018	M	M	M	Lu	Lu	M	M
2019	Ww	Ww	Ww	Lu	Lu	M	M
2020	Wr	Wr	Wr	Lu	Lu	Lu	Lu

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

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 (eingestaute GW-Lysimeter) lassen sich hier keine Sickerwassermengen ermitteln, sondern nur einige Elemente des Bodenwasserhaushaltes und die Ernteerträge. Auf den Lysimetern 14/2 und 14/4 wurde aufgrund des schlechten Zustands und des hohen Fremdbewuchses die Luzerne im Frühjahr 2018 entfernt. In den Jahren 2018 und 2019 erfolgte die Bewirtschaftung mit Mais der Sorten Katari und Motivi CS. Für 2020 ist eine erneute Bewirtschaftung mit Luzerne vorgesehen. [9p]

Der korrigierte Niederschlag im Jahr 2019 betrug in:

- Brandis 569 mm,
- Witznitz 529 mm.

Damit lag die gemessene Niederschlagsmenge 2019 in Brandis sowie in Witznitz auch 2019 deutlich unter dem langjährigen Mittel von 673 mm/a (Station Brandis). Die zum Teil großen lokalen Unterschiede zwischen den beiden Stationen sind im nachfolgenden Diagramm (Monatssummen von 2014-2019) erkennbar.

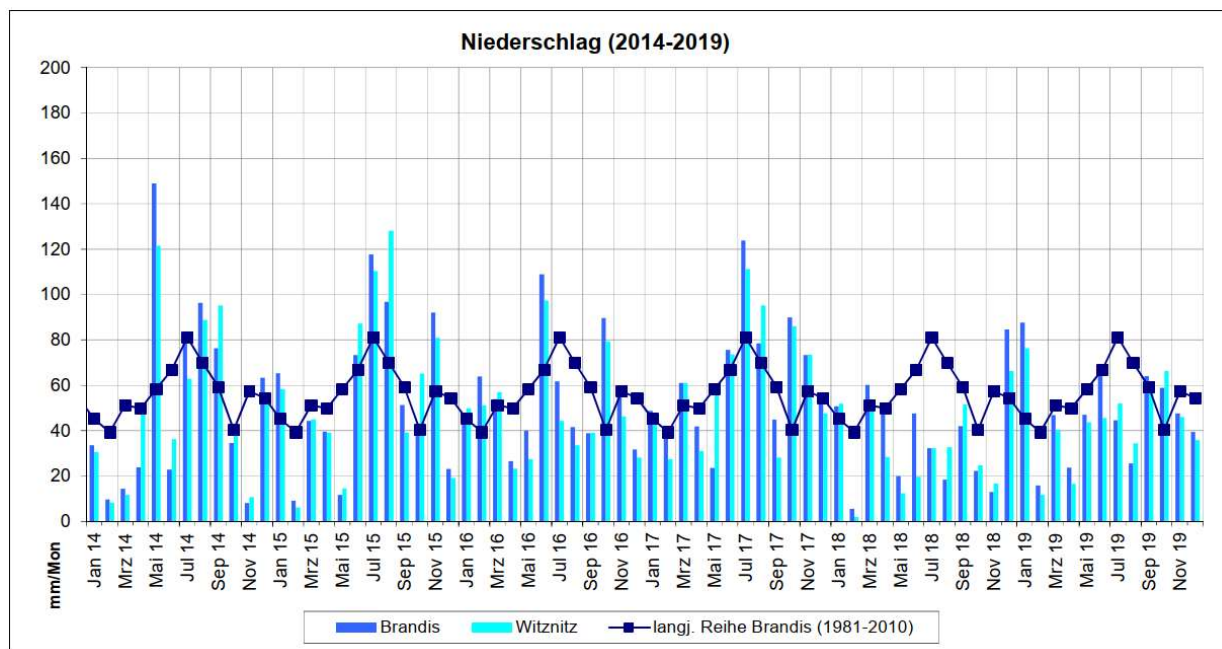


Abbildung 4-2: Niederschläge in Brandis und Witznitz [9p]

Die potenzielle Verdunstung (berechnet nach Turc-Wendling) war wie 2018 überdurchschnittlich hoch mit:

- Brandis 827 mm,
- Witznitz 796 mm.

Somit war im Jahr 2019 die klimatische Wasserbilanz (berechnet aus dem korrigierten Niederschlag minus der potenziellen Verdunstung) negativ, was zu einer geringen Grundwasserneubildung führte:

- Brandis -258 mm
- Witznitz -267 mm

Die hohen negativen Werte der Jahre 2018 und 2019 resultieren zum einen aus den geringen Niederschlägen und zum anderen aus den hohen potenziellen Verdunstungsmengen.

Tabelle 4-2: Klimatische Wasserbilanz an den Stationen Brandis und Witznitz von 2014-2019 [9p]

	Witznitz mm	Brandis mm
2014	-109	-112
2015	-64	-94
2016	-150	-82
2017	24	36
2018	-440	-415
2019	-267	-258

In Auswertung der mit den Lysimetern ermittelten Verdunstungshöhen für die verschiedenen Anbaukulturen der vergangenen Jahre ergeben sich folgende durchschnittliche Verdunstungshöhen (Mittelwerte):

- Luzerne 662 mm/a
- Knaulgras-Luzerne 631 mm/a
- Winterweizen 626 mm/a
- Knaulgras 609 mm/a
- Winterraps 605 mm/a
- Wintergerste 542 mm/a
- Mais 508 mm/a.

Auf den Lysimetern wurde im April 2019 die Zwischenbegrünung Phacelia entfernt und anstelle dessen Mais gesät. Die Ernte erfolgte im September. Im Oktober 2019 wurden erneut Luzerne ausgesät. Die an den Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen betrugen im Jahr 2019:

- | | | |
|-------------|---------|-----------------------------|
| • Lys. 14/4 | 10,2 mm | (Phacelia – Mais – Luzerne) |
| • Lys. 14/2 | 8,2 mm | (Phacelia – Mais – Luzerne) |
| • Lys. 12/1 | 47,1 mm | (Winterweizen – Winterraps) |
| • Lys. 12/2 | 53,1 mm | (Winterweizen – Winterraps) |
| • Lys. 12/3 | 30,3 mm | (Winterweizen – Winterraps) |

Bodenwasserausschöpfung / Sickerwassermengen 12er Lysimeter [9p]

Die Bodenwasserausschöpfung war bei den 12er Lysimetern mit Mais im August relativ hoch (s. Abbildung 4-3). Erhöhte Niederschläge im September sind an der Verringerung der Bodenwasserausschöpfung zu erkennen.

Die Sickerwassermengen betrugen im Jahr 2019 etwa 30 mm bis 53 mm und waren damit ähnlich hoch, wie im Extremjahr 2018 und ebenso deutlich geringer als in den Vorjahren 2016 und 2017. Die höchst gemessenen Sickerwassermengen von 16 mm/Monat bis 19 mm/Monat traten hierbei in den Monaten Januar und Februar 2019 auf, was ggf. auf die erhöhten Niederschläge im Januar zurückzuführen ist.

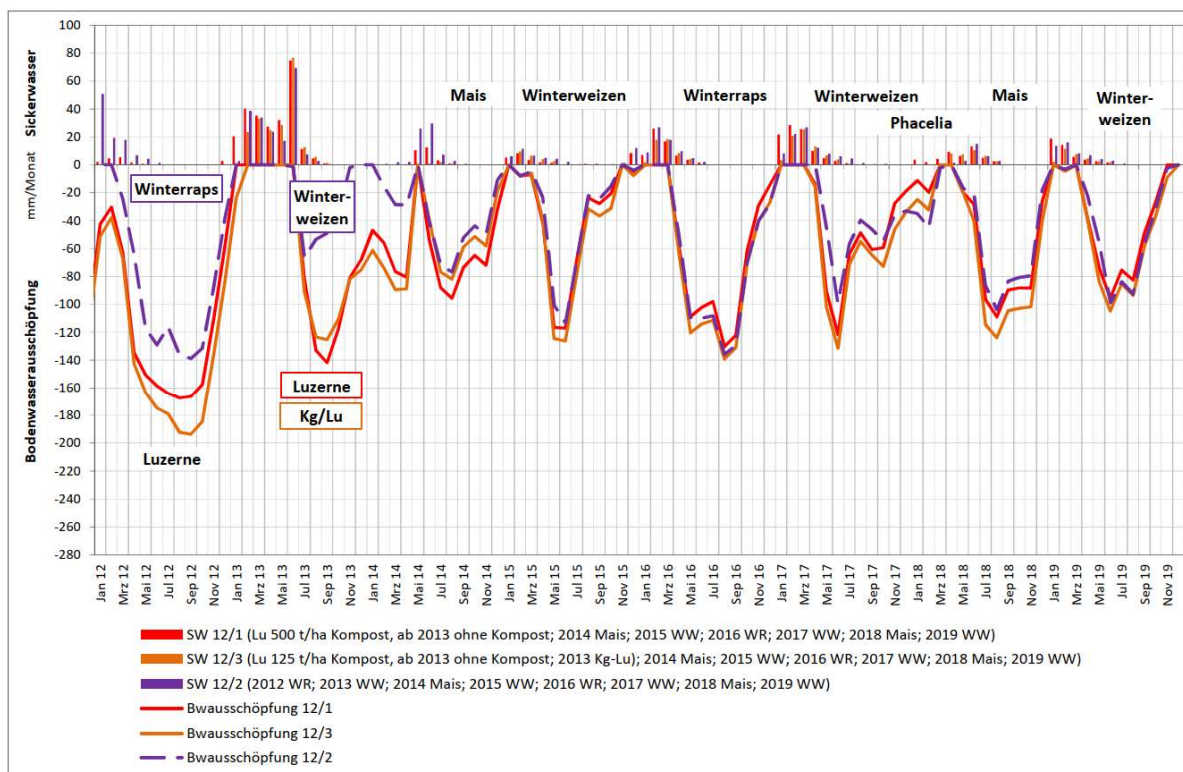


Abbildung 4-3: Darstellung der Bodenwasserausschöpfung und Sickerwassermengen der 12er Lysimeter [9p]

Bodenwasserausschöpfung / Sickerwassermengen 14er Lysimeter [9p]

Die 14er Lysimeter (s. Diagramm Abbildung 4-4) besaßen 2019 mit Mais eine geringfügig größere Bodenwasserausschöpfung als die 12er Lysimeter mit Winterweizen. Die Luzerne auf den 13er Lysimetern besaß 2019 eine ebenso große Bodenwasserausschöpfung, wie bereits 2015 und 2016 auf den 14er Lysimetern. Die Luzerne scheint sich nun, trotz der großen Trockenheit im ersten Wuchsjahr, auf den 13er Lysimetern besser etabliert zu haben. Des Weiteren ist in erkennbar, dass mit zunehmendem Alter der Luzerne-Pflanzen die Bodenwasserausschöpfung ansteigt, was mit der Wurzel ausdehnung in tiefere Schichten zu begründen ist. Erst 2017 ist eine Abnahme der Ausschöpfung erkennbar.

Im Jahr 2018 war die Sickerwasserbildung etwa vergleichbar zu den Vorjahreswerten 2017 und 2016. Lediglich der Februar-Wert war im Vergleich zu den Vorjahreswerten wesentlich geringer. Die im Frühjahr 2018 gemessenen Sickerwassermengen sind noch auf den Luzerne- bzw. Knaulgras-Luzerne-Bewuchs zurückzuführen. Die Aussaat von Mais erfolgte Anfang Mai. Während der gesamten Vegetationsperiode kam es zu keiner weiteren Sickerwasserbildung. Auch im Nachgang der Maisernte und Aussaat von Phacelia trat bis Ende 2018 kein Sickerwasser auf. Dies ist im Wesentlichen auf die sehr geringen Niederschlagsmengen zurückzuführen.

Im Jahr 2019 kam es auf den 14er Lysimetern trotz erhöhter Januar-Niederschläge zu sehr geringen Sickerwassermengen von 8 mm/a bzw. 10 mm/a. Ggf. ist dies auf die Zwischenbegrünung mit Phacelia zurückzuführen. Auffällig ist, dass die auf den 14er Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen im Jahr 2018 trotz höherer Bodenwasserausschöpfung höher waren als auf den 12er Lysimetern.

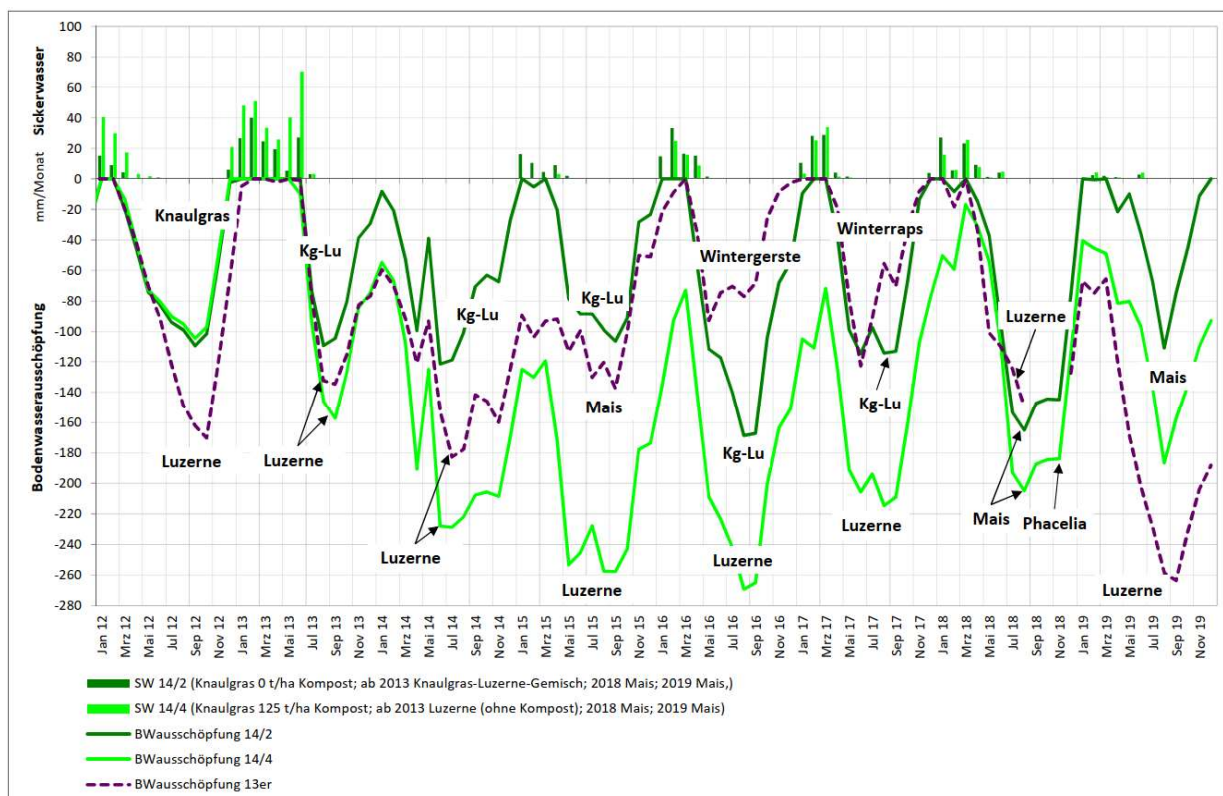


Abbildung 4-4: Darstellung der Bodenwasserausschöpfung und Sickerwassermengen der 14er Lysimeter [9p]

Zusammenfassende Bewertung der Ernteerträge auf der Kippe Witznitz

Auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden 2019 insgesamt 4 Ernten durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Untersuchungen lassen sich folgende Kernaussagen treffen [9p]:

- Die Erntemenge war mit durchschnittlich 450 dt FM/ha der zweitniedrigste Wert seit Beginn des Großversuchs.
- Im Vergleich dazu lagen die höchsten Erträge 2017 bei 792,3 dt FM/ha (5 Ernten).
- Grund für die geringen Erträge war wiederum das trockene Jahr 2019, in welchem nur etwa 85 % (Station Brandis) des langjährigen mittleren Niederschlags gefallen sind.
- Die Trockenmassen-Erträge auf den Kontrollflächen K7 und K8 (133 dt TM/ha) lagen 2019 geringfügig unter den Werten der Kontrollflächen K1 bis K6 (137 dt TM/ha).
- Der mittlere TM-Ertrag von reiner Luzerne auf den bewirtschafteten Nutzflächen (K1 bis K8) beträgt für den Zeitraum 2014 – 2019 etwa 134 dt TM/ha im Jahr und entspricht etwa den Erträgen auf der früheren Versuchsfläche (2009 – 2016) mit etwa 131 dt TM/ha.
- 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. (Tiefenlockerung verliert ihre Wirksamkeit durch erneute Verdichtung infolge der Bewirtschaftung der Flächen)

Bewertung der Sickerwassermengen von 2013 bis 2018 [9p]

Vergleicht man die seit Juli 2013 bis Dezember 2018 gemessenen Sickerwassermengen der mit Luzerne bzw. Knaulgras-Luzerne bewirtschafteten 14er Lysimeter und der konventionell betriebenen 12er Lysimeter (s. Aussagen zuvor), so ergeben summarisch folgende Mengen an Sickerwasser:

- 14/2 275,4 mm (Knaulgras-Luzerne)
- 14/4 182,2 mm (Luzerne)
- 12er 226 mm (Mittelwert).

„Die Sickerwassermengen der Luzerne-Lysimeter unterscheiden sich kaum zu den konventionell betriebenen Lysimetern. Die Gründe dafür sind u. a.:

- ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden,
- bevorzugte Sickerwasserwege an der Lysimeterwandung oder in Schrumpfrissen,
- erhöhter Fremdbewuchs,
- begrenzte Durchwurzelungstiefen.

Eine angestrebte Minderung der Sickerwassermenge auf 25 % gegenüber Getreide ist somit aus den vorliegenden Lysimeter-Ergebnissen bisher noch nicht ersichtlich. Der Vergleich der seit 2009 ermittelten TM-Erträge zeigt jedoch, dass die Erträge auf den Kontrollflächen im Mittel mit 134 dt TM/ha mehr als 60 % höher sind, als auf den Lysimetern mit nur 82 dt TM/ha. Es ist davon auszugehen, dass die Aufwuchsbedingungen auf den Kippenflächen besser sind, so dass es dort zu einer höheren Evapotranspiration, d. h. einem höheren Sickerwasserrückhalt kommt.“

Deshalb erfolgte im Jahr 2019 die Errichtung und die Inbetriebnahme eines Sondermessprofils, um mit den gewonnenen Daten die Bewirtschaftungswirkung des seit 2017 umgesetzten Luzerneanbaus auf die Kippe evaluieren zu können.

4.1.2 Errichtung Messstellen des Sonderprofils auf der Kippe

Die Errichtung des Sondermessprofils auf der Kippe Witznitz ist im Bericht [9n] dokumentiert. Das erweiterte Monitoringkonzept für den Zeitraum 2018 bis 2022 dient der Verifizierung der in 2016/2017 ([9g] bzw. [9h]) erstellten Sickerwasserprognosen des Regelbetriebes der Kippenbewirtschaftung als Luzerne-Dauergrünland mit Fruchtwechsel durch die Osterland Agrargenossenschaft sowie deren Auswirkungen auf die Grundwasserabströme zur Pleiße.

Für die Bewertung der Wirksamkeit der Luzerne auf der Kippe Witznitz bestand die Fragestellung, inwiefern der vertraglich vereinbarte Fruchtfolgewechsel diese vermindert bzw. wie sich der Fruchtfolgewechsel auf die langfristige Entwicklung der GW-Stände in der Kippe auswirkt. Die Fruchtfolge ist notwendig, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Ziel ist es, die bereits 2016 durchgeführte Wirkungsprognose mit den auf der Kippe gewonnenen Daten fortzuschreiben und zu optimieren. Das bestehende Bodenwasserhaushaltsmodell für die Kippe Witznitz wurde anhand der kalibrierten Modellparameter der Lysimeter erstellt (1D-Wasserhaushaltsmodell). Um ein up-scaling mit Regionalisierung für die Kippe und der darauf befindlichen Bewirtschaftungsflächen zu erreichen, wurden im Rahmen des erweiterten Monitoringkonzept 2019 zwei neue Grundwassermessstellen errichtet. In Verbindung mit zwei vorhandenen Grundwassermessstellen ergibt sich ausgehend vom Hochpunkt der Grundwasseroberfläche ein

geradliniges Sonderprofil in Richtung Pleiße (s. Abbildung 4-1, S.58). Der Betrieb ist zunächst für ca. 4 bis 5 Jahre vorgesehen.

Die beiden neuen Grundwassermessstellen (GWM 7642 und 7645) sowie die benachbarte bereits vorhandene Grundwassermessstelle (GWM 4269) wurden um jeweils 4 Bodenwassermessstellen ergänzt, welche die Sickerwasserbewegungen in zwei Teufen beobachten.

So wurden an jedem Standort:

- 4 × Bodenwassergehaltssonden (kapazitiver Bodenfeuchtesensor) und
- 4 × Tensiometer zur Messung der Saugspannung (pF-Wert 0 ... 7)

in 2 × 1,0 m Tiefe und 2 × 2,5 m Tiefe sowie jeweils eine Drucksonde zur Messung des Wasserstandes in die Grundwassermessstelle eingebaut.

In der folgenden Abbildung ist am Beispiel des Standortes 2 (Grundwassermessstelle 7642) die Lage und der schematische Aufbau der Messeinrichtung ersichtlich.

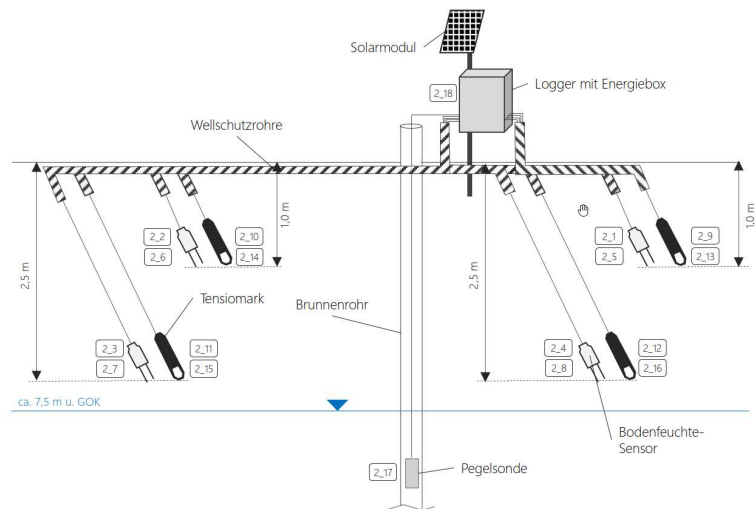


Abbildung 4-5: neu errichtete Sondermessstelle Standort 2 (GWM 7642), schematischer Aufbau der Messeinrichtung [9n, Auszug]

Aus den Bohrungen der neuen Grundwassermessstellen wurden gestörte Bodenproben entnommen und die Korngrößenverteilung bestimmt. Lediglich für drei Bodenproben konnte der k_f -Wert nach Kaubisch ermittelt werden. Für die anderen Bodenproben konnten die Gültigkeitsgrenzen nicht eingehalten werden (s. folgende Tabelle).

Tabelle 4-3: Auswertung der k_f -Werte anhand ermittelter Korngrößenverteilung nach Beyer und Kaubisch [9n]

GWM	Tiefe	k_f (nach Beyer)	k_f (mit Korrektur nach Netzker)	k_f (nach Kaubisch)
	m u. GOK	m/s	m/s	m/s
Standort 2				
GWM 7642	0,5-1,5	7,1E-04	1,8E-04	n. e.
GWM 7642	2,0-3,0	3,6E-04	1,2E-05	3,0E-05
GWM 7642	16,0-18,0 ^{*)}	5,0E-05	1,6E-06	8,6E-06
Standort 3				
GWM 7645	0,5-1,5	6,3E-06	2,0E-07	6,3E-09
GWM 7645	2,0-3,0	4,6E-04	1,1E-04	n. e.
GWM 7645	27,0-29,0 ^{*)}	6,6E-06	2,1E-07	2,6E-06

^{*)} Filterbereich

Die Erstbeprobung erfolgte gemäß MHM. Die relevanten Parameter zeigt die folgende Aufstellung.

Tabelle 4-4: Auszug aus den laborativen Mess- und Analyseergebnissen der Erstbeprobung [9n]

Parameter	Einheit	GWM 1 (7642)	GWM 2 (7645)
pH	[-]	4,48	5,98
Leitfähigkeit	mS/cm	6,01	4,06
Sulfat	mg/l	6836	3506
Eisen gesamt	mg/l	2355	736
Eisen (II)	mg/l	2119	717
TIC	mg/l	120	113

4.1.3 Laufendhaltung der Modelle

4.1.3.1 1D-Wasserhaushaltsmodell

Mit dem bestehenden Wasserhaushaltsmodell auf der Basis des Programms HYDRUS-1D erfolgte in den letzten Jahren 2017 bis 2019 eine Simulation der Sickerwassermengen für die Lysimeter 14/1 und 14/2 mit nachfolgender Überprüfung des Vorjahresmesswerte und im Ergebnis die Anpassung des Wasserhaushaltsmodells.

Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel des Lysimeters 14/2 die Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen sowie den korrigierten Niederschlag an der Lysimeterstation Brandis.

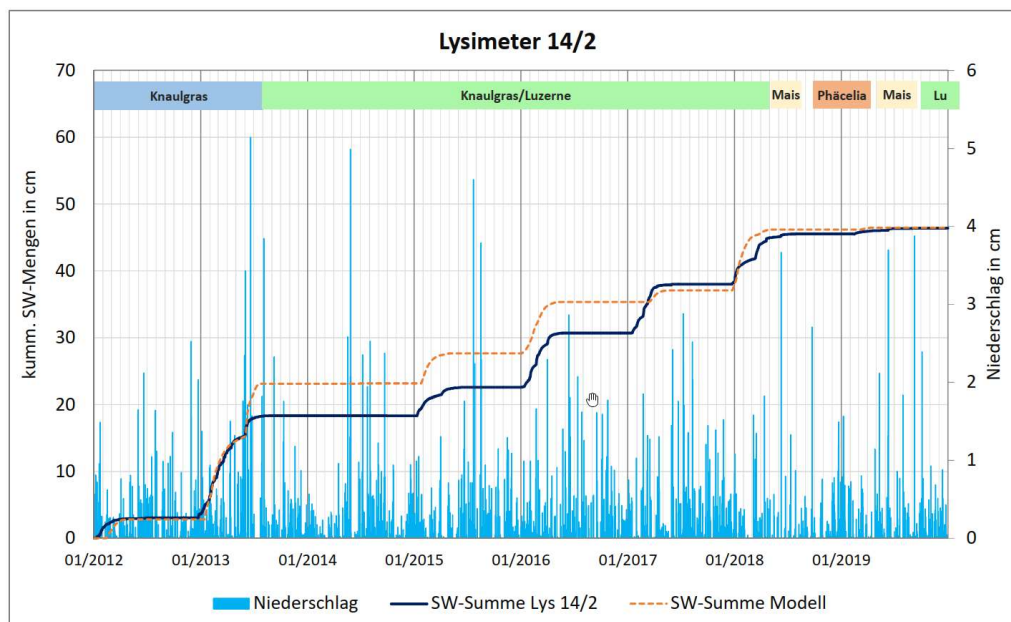


Abbildung 4-6: Gegenüberstellung der berechneten und der gemessenen kumulierten Sickerwassermengen für das Knaulgras bzw. Knaulgras/Luzerne-Lysimeter 14/2 sowie der korrigierte Niederschlag (Tageswert Station Brandis) [9p]

Gem. Bearbeiter konnte wiederholt eine gute Abbildung der Sickerwassermengen für das Lysimeter 14/2 erzielt werden. Lediglich das Umbruchjahr 2013 wird modelltechnisch über- und das Jahr 2017 unterschätzt.

4.1.3.2 Aufbau und Vorkalibrierung des 2D-Modells Witznitz (Sondermessprofil)

Für die Umsetzung der Zielstellung werden im Modell [9p]:

- die Bildung von Sickerwasser Q_{SW} in Abhängigkeit der zeitvariablen und klimatischen Randbedingungen, wie potenzielle Verdunstung E_P , Transpiration T_P und korrigierter Niederschlag N_{korrt} ,
- der Austausch von Sickerwasser mit dem anstehenden Grundwasserleiter und
- die Wirkung der geplanten Fruchtfolge auf die Sickerwasser- bzw. GW-Neubildung

berechnet und dargestellt.

Das konzeptionelle 2D-Modell zeigt die folgende Abbildung.

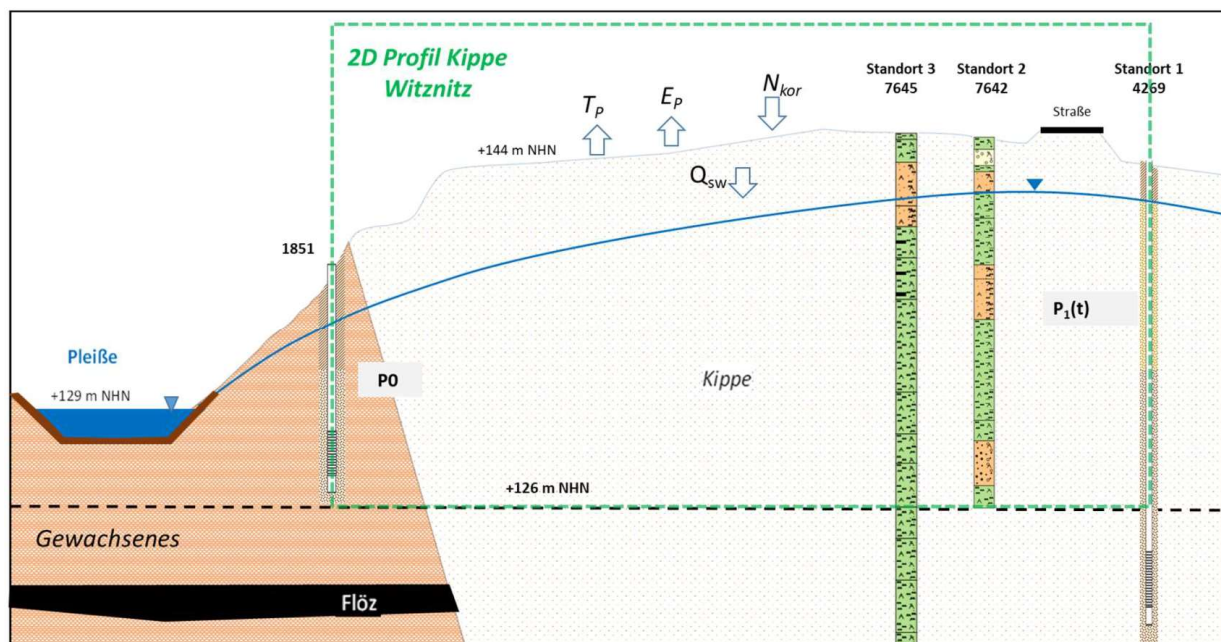


Abbildung 4-7 Konzeptionelles 2D-Modell der Kippe Witznitz [9p]

Das 2D-Modellprofil verläuft von Nordost (GWM 4269, Kippe) nach Südwest (GWM 1851, Gewachsenes). Die vertikale Ausdehnung umfasst die Geländeoberfläche und eine Referenzebene +126 m NHN, die etwa 3 m unter der Pleißesohle liegt. Das 2D-Profil hat somit eine Länge von 879 m und eine variable Tiefe von 14 m bis 19 m. [9p]

Mit der *Modelldiskretisierung* wurden sechs Beobachtungspunkte hinsichtlich der Parameter Bodenfeuchte und Saugspannung aus dem Sondermessprofil im Modell in 1m und 2,5 m Tiefe definiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Sickerwasser, was in 2,5 m Tiefe über die Bodenfeuchte erfasst wird, dem Grundwasserspeicher als Grundwasserneubildung zugeht.

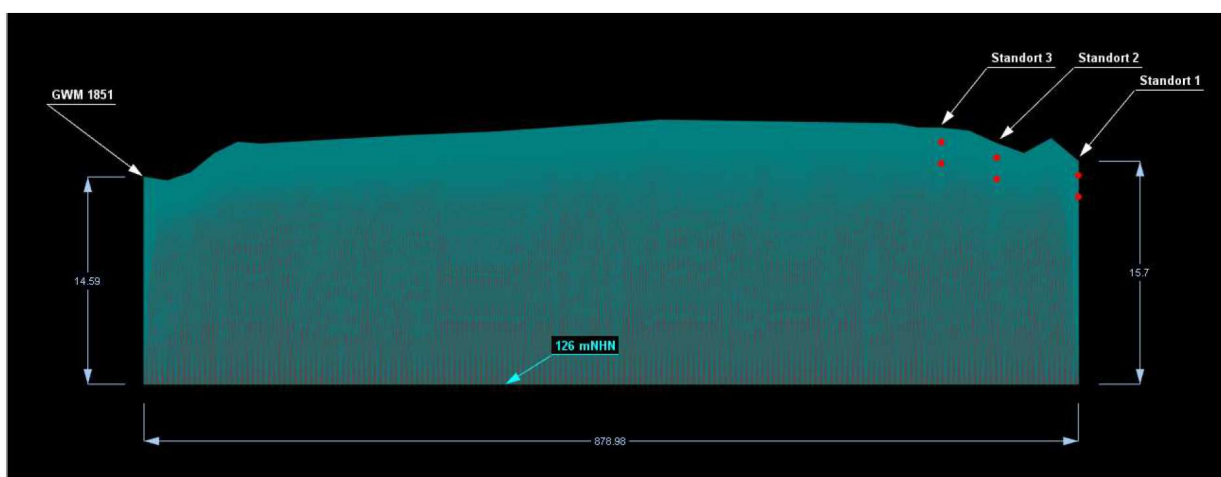


Abbildung 4-8: Diskretisierung und Lage der Überwachungspunkte, Maße in Meter [9p]

Folgende Randbedingungen wurden definiert:

- Oberkante des 2D-Modell: Atmosphärenrandbedingung
- Rechter Rand (Standort 1) variierende Grundwasserstandshöhe (Bereich GWM 4269)
- Linker Rand (GWM 1851) konstante Druckhöhe (durchschnittliche Grundwasserhöhe von 129 m NHN)

Die Vorkalibrierung erfolgte unter instationären Randbedingungen anhand der Messdaten aus dem Sondermessprofil im Zeitraum 22.05.2019 bis 29.02.2020. Die zeitabhängigen Randbedingungen wurden als Tageswerte vorgegeben. Am rechten Modellrand wurden die variablen Grundwasserstandshöhen der GWM 4269 implementiert.

Als klimatische Randbedingungen wurden die Klimabeobachtungen der Lysimeterstation Witznitz des BfUL, wie die Tageswerte des korrigierten Niederschlags, der potentiellen Verdunstung und der potentiellen Transpiration der Vegetation bzw. Luzerne verwendet. (Berechnung der potentiellen Verdunstung als Grasreferenzverdunstung nach Turc-Wendling).

Das Programmsystem HYDRUS bietet die Möglichkeit die bestandsabhängige reale Evapotranspiration in geschlossener Form nach PENMAN-MONTEITH zu berechnen. Alle Klimadaten und pflanzenphysiologische Größen werden direkt in das Programm eingegeben. Die einzelnen Wasserhaushaltskomponenten wurden für eine bessere Plausibilitätsprüfung getrennt ausgewiesen und berechnet. Um die Anfangsbedingungen im Modell zu erhalten, erfolgte ein Modellvorlauf für die ersten 30 Tage des Überwachungszeitraumes. Die Eingangsdaten der Bodenwasserdruckhöhe stammen von den pF-Sensoren und den Pegelsonden des Sondermessprofils. [9p]

Der *Aufbau des Strukturmodells* erfolgte nach Klassifizierung der Bodenarten nach KA5⁸. Dazu wurden alle Siebanalysen der neuen GWM (Standorte 2 und 3) ausgewertet.

Tabelle 4-5: Klassifizierung der Bodenarten nach KA5⁷ für Standorte 2 und 3, Teufe 1 m und 2,5 m

Bodenprobe	Bodenart KA5	Erläuterung
Standort 2_1 m	gs	Grobsand, sehr stark kiesig
Standort 2_2.5 m	Su2	Schwach schluffiger Sand, mittel kiesig
Standort 2_(15-17) m ^{*)}	Su2	Schwach schluffiger Sand, mittel kiesig
Standort 3_1 m	Ls2/Uls	Schwach sandiger Lehm, schwach kiesig
Standort 3_2.5 m	mSfs	Feinsandiger Mittelsand, stark kiesig
Standort 3_(26-28) m ^{*)}	St2	Schwach toniger Sand, schwach kiesig

^{*)} Filterbereich

Ein Vergleich der verwendeten Modellschichten im 1D-Modell (Lysimeter) wies auf eine standortbedingte Abweichung der oberen Bodenarten hin. Eine Übertragung der Materialschichten aus dem 1D-Modell auf das 2D-Modell erfolgte daher durch den Bearbeiter nicht [9p].

Das 2D-Modell wurde vorerst in zwei Modellschichten unterteilt, wobei die zwei Modellschichten am Standort 1 und 2 mit dem Material 1 und 2 belegt wurde, Standort 3 hingegen mit dem Material 3 und 4. Die Höhe der beiden oberen Modellschichten 1 und 3 beträgt 1 m. Die Höhe der 2. Modellschicht (Material 2 und 4) beträgt in Abhängigkeit der Modelloberkante zwischen 13 – 18 m. Die vorläufig kalibrierten Bodenparameter (nach Van Genuchten) für die Bodenmaterialien der oberen Deckschicht und der 2. Modellschicht sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

⁸ Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland, 5. Aufl., 438 S., Hannover

Tabelle 4-6: Vorläufig kalibrierte Van-Genuchten Bodenparameter für die verschiedenen Materialschichten [9p]

Material	Standort	Θ_r [-]	Θ_s [-]	α [1/m]	n [-]	K_s [m/d]	I []
1	1+2	0,03	0,43	12	2,7	7,1	0,5
2		0,04	0,45	15	1,4	3,5	0,5
3	3	0,05	0,41	7,5	1,9	1,1	0,5
4		0,07	0,43	14,5	2,7	7,1	0,5

Vorläufige Kalibrierungsergebnisse

„Die Feinkalibrierung des Modells bedarf besonders in 2,5 m Tiefe einer detaillierten Analyse und Plausibilitätsprüfung der Messwerte (Bodenfeuchte und pF-Werte). Dies konnte aufgrund der begrenzten Messwertreihe und insbesondere der klimatischen Bedingungen (wenige Regenereignisse) nur vorläufig erfolgen. Die ersten Kalibrierungsergebnissen an den tiefer liegenden Beobachtungspunkten (2,5 m Tiefe) zeigen an allen drei Standorten eine gute Übereinstimmung der Modellwerte mit den Messwerten.

Aufgrund der klimatischen Bedingungen der letzten Monate ist jedoch davon auszugehen, dass kaum GWN stattgefunden hat, d. h. das Durchlaufen einer Feuchtefront ist bisher nicht gut zu erkennen. Die Kalibrierung ist somit noch nicht abgeschlossen.

Die Kalibrierungsergebnisse am oberen Beobachtungspunkt zeigen eine weniger gute Übereinstimmung der Messwerte mit den Modellwerten. Grund hierfür ist die hohe Interaktion zwischen meteorologischen und pflanzenphysiologischen Bedingungen (Wasseraufnahme der Pflanzen über die Wurzeln). Zudem ist eine längere Datenreihe erforderlich, insbesondere außerhalb der Vegetationsperiode. Ggf. ist die obere Bodenmodellschicht weiter zu unterteilen. Einige Bodenfeuchte-Sensoren weisen ein zu schnelles Signal bei starken Regenereignissen auf. Dies ist ggf. auf bevorzugte Sickerwege innerhalb des Sondenkanals zurückzuführen. Die lange Trockenheit während und nach der Einbauphase führte ggf. noch zu keiner vollständigen Quellung der Tonabdichtung.“ [9p]

Schlussfolgerung des Bearbeiters: Zur Verbesserung der Kalibrierungsergebnisse ist die Durchführung von In-Situ-Infiltrationsversuchen an zwei der drei Standorte im Zeitraum Mai/Juni 2020 vorgesehen.

Die Ergebnisse der Vorkalibrierung sind beispielhaft in den Diagrammen der Abbildung 4-9 (Niederschlag vers. Saugspannung/Bodenfeuchte) zusammengetragen.

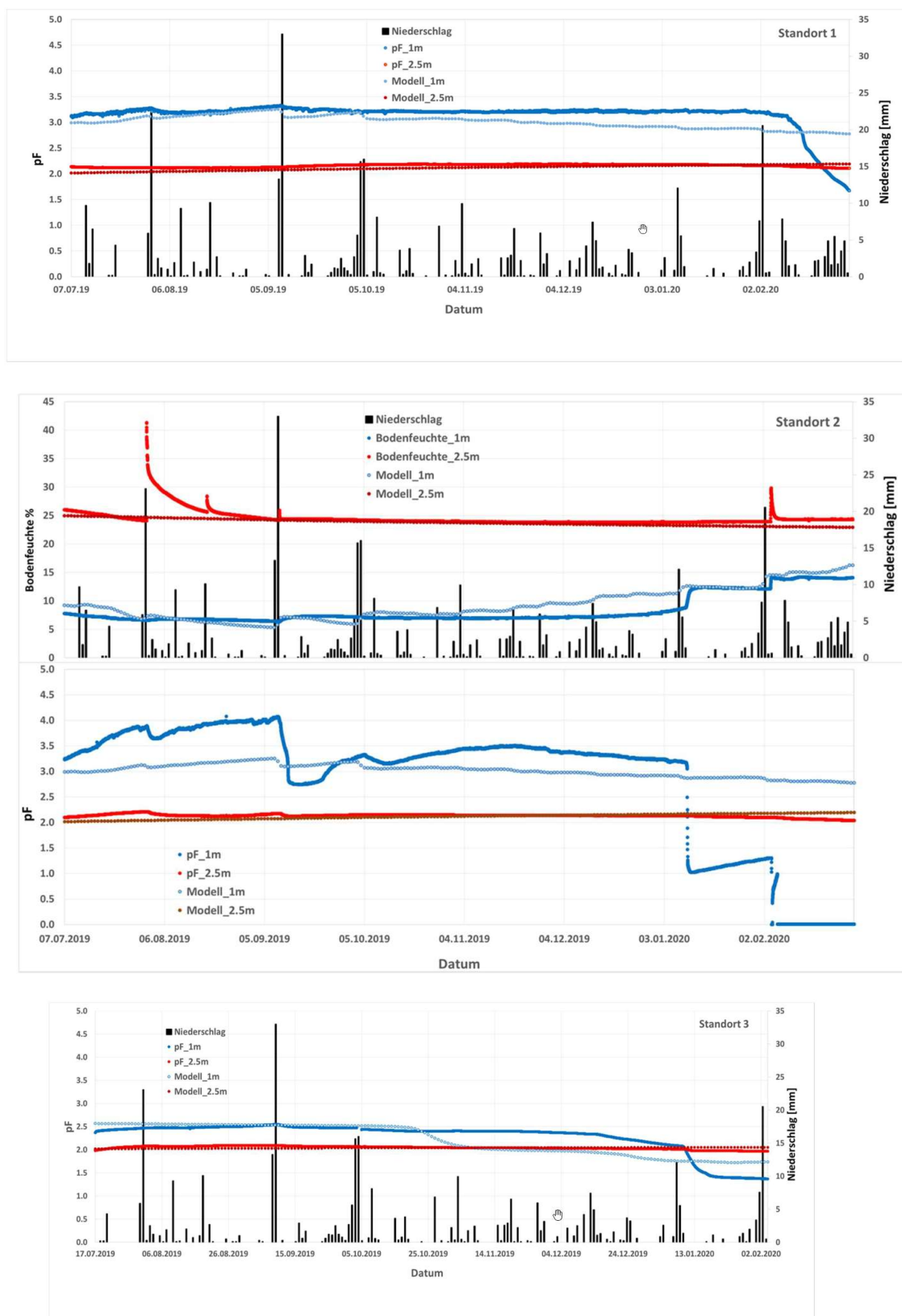


Abbildung 4-9: Ergebnisse der Vorkalibrierung der pF-Werte bzw. Bodenfeuchte [9p]

4.1.3.3 Grundwassermodell

Mit der ingenieurtechnischen Begleitung zur Erfolgskontrolle und Prognosefortschreibung der Wirkungsprognosen der Maßnahme 5.1 zur Reduzierung des Sickerwasserstroms durch Bewirtschaftung von Kippenflächen erfolgte der Vergleich der Prognoserechnungen des geohydraulischen Modells HGMS mit Messwerten bestehender und zweier neu niedergebrachter Pegel. Dieser Vergleich dient der Validierung der Prognoseergebnisse. Die Pegel 7642 und 7645 wurden 2019 errichtet und mit Datenloggern zur Messwertaufzeichnung versehen. Für beide Pegel liegen erste Messwerte in viertelstündlicher Auflösung vor. Grundlage für die Berechnung ist das hydrogeologische Modell HGMS in der Form HGMS18p. Die erhobenen Messwerte wurden mit der Modellprognose verglichen, um die Anpassungsgüte des Modells zu bewerten und Aussagen über die Qualität der Prognosen treffen zu können. [9p]

Die Hydroisohypsen für die Jahresscheibe 2019 wurden mit mittleren Grundwasserneubildungsverhältnissen unter Berücksichtigung der Klimareihe bis 2017 berechnet. Dadurch kommt es zu größeren Abweichungen zwischen den gemessenen und berechneten Werten, bedingt durch die real sehr trockenen Verhältnisse der letzten Jahre. Modellseitig werden für 2019 deshalb meist höhere Werte ausgegeben.

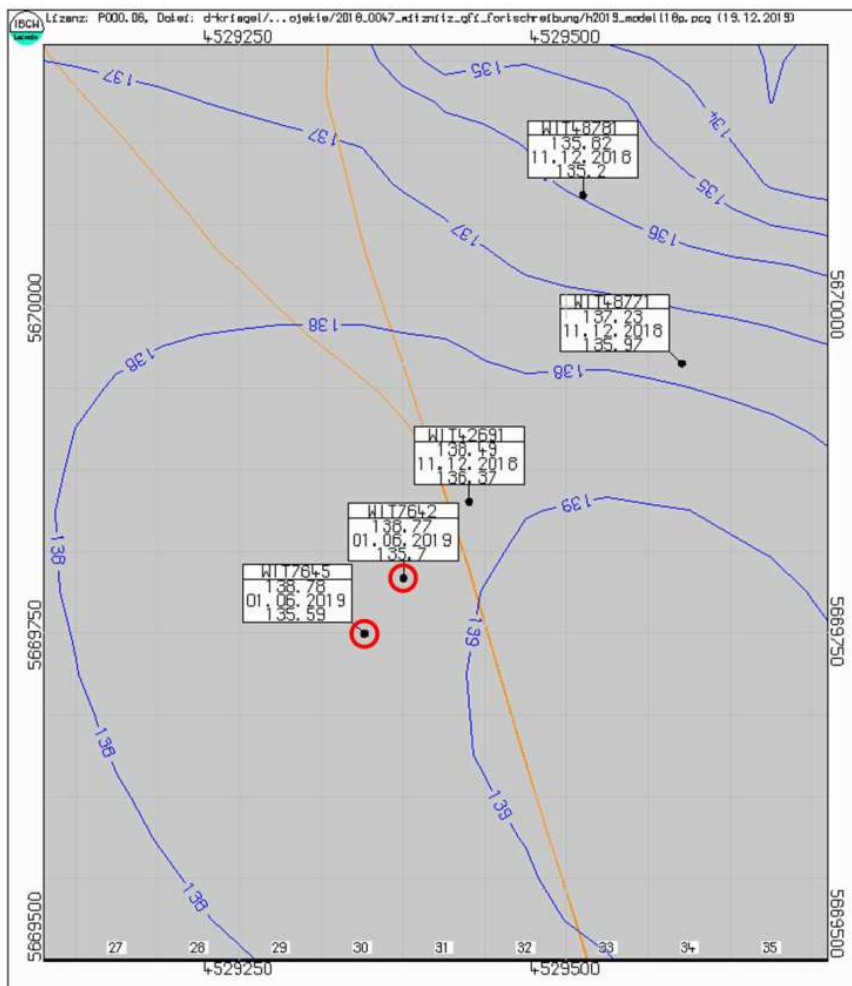
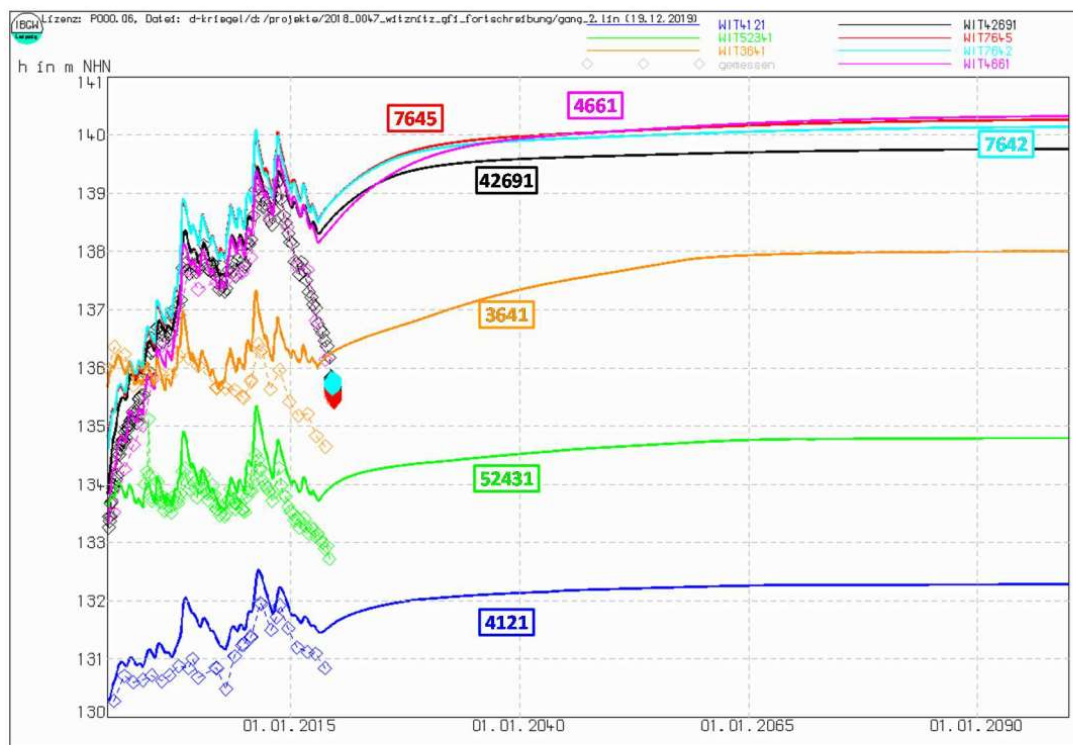


Abbildung 4-10: Detaildarstellung, Berechneter Hydroisohypsenplan für die Jahresscheibe 2019 (1/2019), neu errichtete Pegel sind rot markiert [9p]

Die geringen Niederschlagsmengen und hohe Verdunstungswerte führen gerade im Bereich der neu errichteten Pegel 7642 und 7645 zu modellseitigen Abweichungen von bis zu 3 m im Vergleich zu den gemessenen Werten.



Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen im Kippengebiet Witznitz; 3641 und 52341 im Südanstrom zur Pleiße, 4661 und 4121 im Nordanstrom zur Pleiße, 7642, 7645 und 42691 auf der Kippe; Kalibrierungs- und Prognosezeitraum bis zur Einstellung stationärer Strömungsverhältnisse

Abbildung 4-11: Berechnete Ganglinien ausgewählter GWMST im Kippengebiet Witznitz [9p]

Empfehlung des Bearbeiters [9p]

„Um eine Präzisierung der Kalibrierung sowie der Prognoseergebnisse zu erreichen, ist eine Kalibrierung mit einer bis 2019 fortgeschriebenen Klimazeitreihe empfehlenswert. Eine Ganglinienseparation zum Nachweis der Grundwasserneubildungsreduzierung durch eine erhöhte Verdunstungsleistung der Luzerne ist unter dem Einfluss der besonders trockenen Jahre 2018 und 2019 nicht verlässlich. Der Einfluss der Verdunstung durch Luzerne ist von dem des Niederschlagsmangels nicht klar zu trennen. Eine belastbare Aussage zur Güte der Modellprognosen lässt sich erst nach einer weiteren Fortschreibung der Messreihen treffen.“

4.1.4 Infiltrationsversuche am Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz

Mit Stand 15.07.2020 liegt der Entwurf des Berichtes zur Dokumentation der Infiltrationsversuche mittels Einzelring-Infiltration am Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz [9q] vor.

Die Infiltrationsversuche dienten zur Ermittlung der gesättigten Leitfähigkeit des anstehenden Bodens. Weiterhin sollten mit dem Programmsystem HYDRUS 2D die bodenhydraulischen Parameter berechnet werden. Deshalb bestand auch das Ziel mit den Infiltrationsversuchen die installierten Sonden (Bodenfeuchte, Saugspannung) in den Teufen von 1,0 m und 2,5 m anzusprechen.

Im Berichtsentwurf [9q] wurden die Infiltrationsversuche einschließlich der Vorversuche dokumentiert, vorläufig ausgewertet und die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit an den jeweiligen Versuchsstandorten abgeschätzt:

Im Vorfeld der Infiltrationsversuche wurde zudem südlich der GWM 4269 eine Rammkernsondierung bis 2,71 m Tiefe für die Erstellung eines Schichtprofiles durchgeführt. Für die Standorte der GWM 7642 und 7645 liegen bereits Schichtprofile im Zusammenhang mit der Errichtung der Pegel vor.

Die Vorversuche mit kleineren Ringdurchmessern (0,37 m) dienten zur Verdeutlichung, wie und ob die geplanten großflächigen Infiltrationsversuche (Innendurchmesser 1,6 m bis 3,1 m) durchführbar sind, welche Wassermengen benötigt werden und welche Zeit die Versuche in Anspruch nehmen.

Die Lage und der Durchmesser des Infiltrationsringes wurde entsprechend der Gegebenheiten am jeweiligen Standort angepasst bzw. variiert. Dies betrifft auch die Lage der GWMST und der Sonden (Saugspannung und Bodenfeuchtigkeit) innerhalb/außerhalb der Infiltrationsfläche.

Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel des Standortes 1 den Versuchsaufbau.



Abbildung 4-12: Versuchsaufbau am Standort 1 [9q]

Die stationäre Infiltrationsrate wurde jeweils über die Steigung der Geraden der kumulativen Infiltration berechnet. Die Auswertung des Versuches am Standort 1 zeigen die folgenden Diagramme (Abbildung 4-13).

Aus den ermittelten stationären Infiltrationsraten kann die Bodenart abgeschätzt werden. Dazu wurden Literaturangaben durch den Bearbeiter ausgewertet. Unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors⁹ wurde anschließend die Abschätzung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit vorgenommen.

⁹ Korrekturfaktor f nach: Wu, L.; Pan, L.; Mitchell, J. & Sanden, B. (1999). Measuring Saturated Hydraulic Conductivity using a Generalized Solution for Single-Ring Infiltrometers. Soil Science Society of America Journal, Vol. 63, No. 4, p. 788-792.

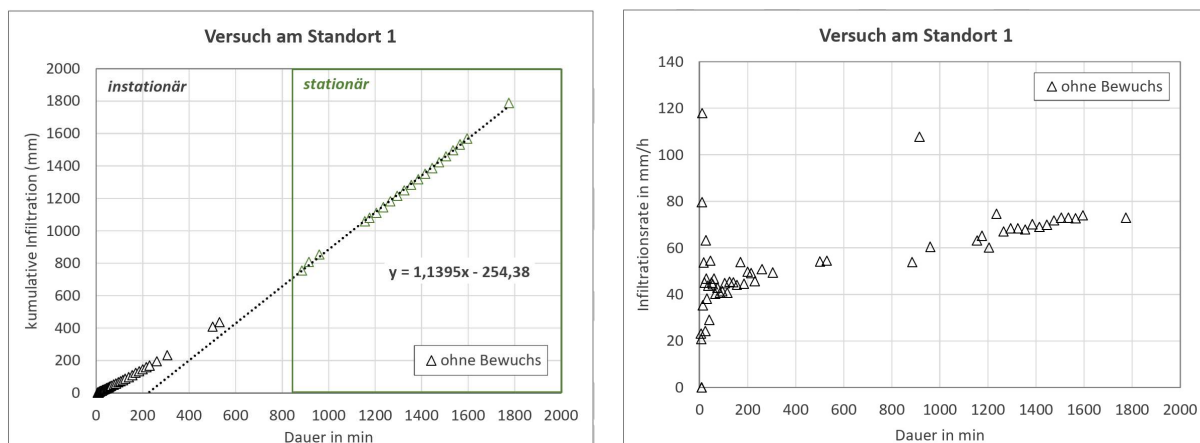


Abbildung 4-13: links: Darstellung der kumulativen Infiltration in mm und die ermittelte Steigung ($\triangle$ Infiltrationsrate i_f) unter stationären Bedingungen; rechts: Entwicklung der Infiltrationsrate i_f in mm/h während des Versuchs [9q]

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammenstellung der im Bericht [9q] durchgeführten Auswertungen der Versuche. So wurden für den Standort 2 und Standort 3 ähnliche gesättigte hydraulische Leitfähigkeiten ermittelt. Diese sind etwa 2,5fach höher als am Standort 1.

Tabelle 4-7: Zusammenstellung der Ergebnisse der Infiltrationsversuche aus [9q]

	Vorversuch 1 mit Bewuchs	Vorversuch 2 mit Bewuchs	Versuch 1 ohne Bewuchs	Versuch 2 ohne Bewuchs	Versuch 3 ohne Bewuchs
	Standort 1 (GWM 4269)			Standort 3 (GWM 7645)	Standort 2 (GWM 7642)
Ring-Durchmesser [m] * innen/außen	0,37	0,37	2,1	1 / 3,1 *	1,6
effektive Fläche [m ²]	0,108	0,108	3,464	6,762	2,011
Überstauhöhe [m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02
Infiltrierte Wassermenge [l]	8,4	4,2	6190	6689	18830
stationäre Infiltrationsrate i_f [mm/min]	0,1882	0,0565	1,14	2,56	6,13
stationäre Infiltrationsrate i_f [mm/h]	11,3	3,4	68,4	153,6	367,8
Bodenart (Abschätzung aus stat. Infiltrationsrate)	Lehm	Ton	stark schluffiger Sand	stark lehmiger Sand	mittel schluffiger Sand
hydraulische Leitfähigkeit k_s [m/s]	$9,5 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$

Zur Überwachung des lateralen Flusses wurden zusätzlich zu den bereits vorhandenen Sonden (Bodenfeuchte und Saugspannung) weitere Sonden zur indirekten Bestimmung der Bodenfeuchte (TDR) oberflächennah und in einer Tiefe zwischen 0,4 bis 0,7 m unter Gelände eingebaut.

Am Standort 1 zeigten die Sensoren aus dem Sondermessprofil innerhalb des Infiltrationsrings in 1 m Tiefe etwa 60 min nach Versuchsbeginn einen Anstieg der Bodenfeuchte von 23 % auf 35 % bzw. einen Abfall der Saugspannung p_f von 2 auf 0. Die Sensoren außerhalb des Ringes des Ringes zeigten eine verzögerte Reaktion. Nur die Bodenfeuchte in 2,5 m Tiefe außerhalb des Ringes zeigte keine Reaktion. Nach Beendigung des Versickerungsversuchs sinkt die Bodenfeuchte relativ schnell von 30 % auf 24 %

und sinkt anschließend allmählich weiter. Um den Ring wurde im Laufe des Versuchs eine Vernässung (lateraler Fluss) beobachtet, die sich auch in der Auswertung der TDR-Messungen zeigt. Die vorläufige Auswertung lässt zudem den Schluss zu, dass die Feuchtefront nach Norden verläuft. [9q]

Auch am Standort 3 wurde mit den TDR-Messungen ein Verlauf der Feuchtefront in Richtung N bzw. NO beobachtet. Zudem waren an diesem Standort die pF-Sonde 1 in 1,0 m Tiefe und die pF-Sonde 4 in 2,5 m Tiefe fehlerhaft bzw. lagen bereits vor dem Versuch bei 0. Bei 2 weiteren Saugspannungssensoren in 1 m Tiefe und 2,5 m Tiefe lässt die sprunghafte Reaktion nach 30 min von 2,9 auf 0 bzw. von 1,1 auf 0 Gängigkeiten in den Sondenbohrlöchern schließen.

Dies betrifft auch den Standort 2: Hier reagiert der Bodenfeuchte- und der Saugspannungssensor in 2,5 m Tiefe nach ca. 30 min sprunghaft in dem die Bodenfeuchte von 26 % auf 42 % ansteigt, die Saugspannung von 1,7 auf 0 fällt. Die aufgezeichneten Messwerte am Standort 2 sind im folgenden Diagramm ersichtlich.

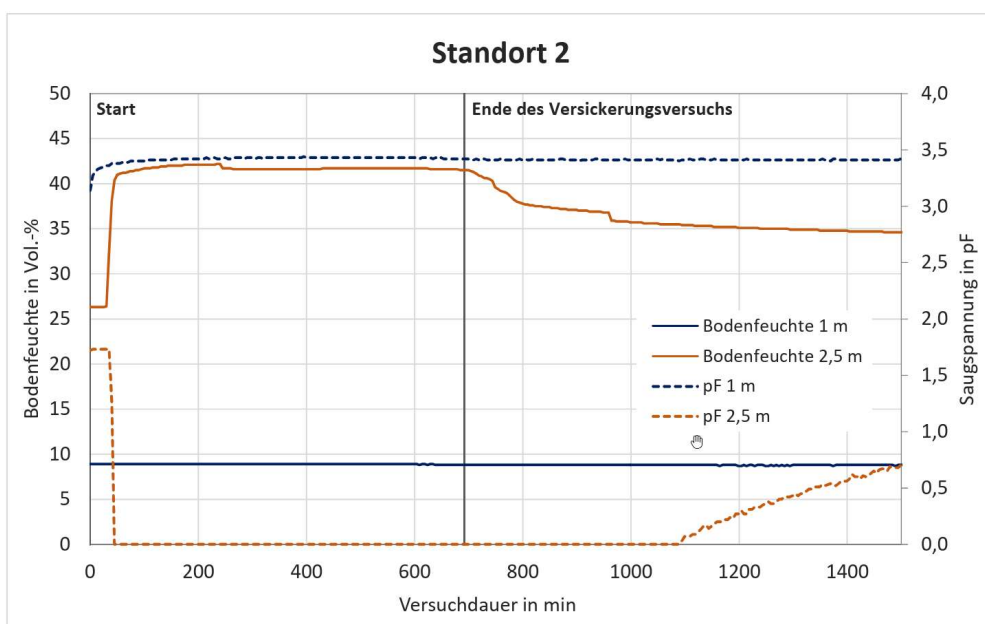


Abbildung 4-14: Messwerte der Bodenfeuchte- und Saugspannungssensoren in 1 m und 2,5 m Tiefe am Standort 2 [9q]

Nach Beendigung des Versickerungsversuchs sinkt die Bodenfeuchte allmählich ab. Die pF-Kurve zeigt hingegen eine leichte Verzögerung, ehe eine Zunahme des pF-Wertes sichtbar wird. Der Abtrocknungsprozess war am Ende des Versuches noch nicht vollständig abgeschlossen. Gem. Bearbeiter wird der Abtrocknungsprozess für die Kalibrierung des 2D-Modells bzw. die inverse Modellierung zur Ermittlung der bodenspezifischen Parameter im Mittelpunkt stehen.

4.1.5 Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Mit dem vorliegenden Jahresbericht 2019 [9p] wurden die Ergebnisse der letzten acht Jahre bewertet und plausibel festgestellt, dass die stark differenzierten Erträge auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche und den Lysimetern eine Quantifizierung der effektiven Minderung der GW-Neubildung im Kippenkörper erschweren. So konnten auf den Kontrollflächen im Mittel mit 134 dt TM/ha ca. 60 % höhere Erträge als auf den Lysimetern bestimmt werden (Erträge auf den Lysimeter im Mittel 82 dt TM/ha).

Es ist davon auszugehen, dass aus den besseren Aufwuchsbedingungen auf der Kippe Witznitz höhere Transpirationsraten resultieren und es damit zu einem höheren Sickerwasserrückhalt im Vergleich zu den Lysimetern kommt.

Die Bewirtschaftungswirkung soll daher mit dem errichteten Sondermessprofil, bestehend aus Grundwassermessstellen und Bodenwassermessstellen, im Realmaßstab evaluiert werden.

Ursprünglich war eine gleichmäßige Verteilung der 2 neuen Standorte zwischen den Grundwassermessstellen 4269 (im Norden) und 1851 (in pleißenah) vorgesehen. Aufgrund der fehlenden Zuwegung und resultierenden Erschwernissen bei Datenerhebung/Beprobungen sowie einer Kompromissfindung mit der Agrargenossenschaft Osterland wurde die Realisierung jedoch in Straßennähe durch GFI umgesetzt.

Eine Verifizierung der prognostizierten Grundwasseroberfläche wäre somit belastbarer möglich gewesen. Für die Überwachung der Sickerwassermengen sind die ausgewählten Standorte im Bereich der Grundwasserhochfläche grundsätzlich geeignet. Die bodenphysikalischen und die chemischen Parameter der Standorte der neuen Grundwassermessstellen verdeutlichen wiederum die Heterogenität der Kippe.

Das Sondermessprofil wurde 2019 errichtet. Seit der Inbetriebnahme werden die Parameter:

- Grundwasserstand,
- Bodenfeuchtigkeit,
- Saugspannung des Bodens,
- Temperatur (Grundwasser/Boden)

kontinuierlich im 15min-Intervall aufgezeichnet. Das Ende 2019 erstellte 2D-Bodenwasserhaushaltsmodell wird anhand dieser Daten verifiziert.

Aufgrund der anhaltenden Trockenheit auch im Jahr 2019 wurden für die Feinkalibrierung des Modells Versickerungsversuche durchgeführt und die Ergebnisse im Bericht (Entwurf [9q]) dokumentiert. Inwieweit mit der Auswertung der Infiltrationsversuche die Feinkalibrierung des 2-D-Bodenwasserhaushaltsmodells durch den Bearbeiter erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wird im nächsten Jahresbericht zur ingenieurtechnischen Begleitung dargestellt werden.

Die kontinuierliche Messwertaufzeichnung, wie auch die Aufzeichnungen im Rahmen der Versickerungsversuche haben gezeigt, dass nicht alle Messsonden an den 3 Standorten plausible Werte ausgeben. Dies betrifft gem. Dokumentation der Versickerungsversuche Bodenfeuchte- wie auch Saugspannungssensoren, an denen eine Gängigkeit in den Sondenbohrlöchern vermutet wird.

Die Sonden (Bodenfeuchte und Saugspannung) wurden in einer Tiefe von 1 m und 2,5 m je Standort redundant eingebaut (insgesamt 4 Bodensensoren pro Standort). Für eine bessere Nachvollziehbarkeit der Messwerte und einen Vergleich der Messergebnisse der redundanten Sensoren untereinander wäre die Verwendung einer eindeutigen Bezeichnung der Bodensensoren bei der Ergebnisdarstellung sinnvoll.

Der Betrieb der Lysimeter zur Bestimmung der Bodenwasserhaushaltsgrößen ist von besonderer Bedeutung. Die kontinuierlich aufgezeichneten Messwerte für unterschiedliche Geotope stellen wesentliche Eingangsparameter für hydrogeologische Berechnungen dar.

Gem. Untersuchungen an der Lysimeterstation Brandis¹⁰ haben die Bodenwasserausschöpfung der untersuchten Böden und die Höhe der Niederschläge im Anschluss an die Vegetationsperiode den größten Einfluss auf die Sickerwasserbildung im betrachteten Bilanzjahr. Danach ist auch davon auszugehen, dass die Sommerniederschläge nahezu vollständig verdunsten und nur die Winterniederschläge abzüglich der zur Auffüllung der Bodenwasserdefizite erforderlichen Wassermengen zur Sickerwasserbildung beitragen können.

Im Mittel der Jahre sind drei Phasen zu verzeichnen⁹:

- die Phase der Bodenwasserausschöpfung von März bis Juli,
- die Phase der Wiederauffüllung der Bodenwasservorräte von August bis Dezember (auch bis Januar oder Februar)
- die Phase der Sickerwasserbildung von Dezember (Januar oder Februar) bis Juni.

Demzufolge konnten in den letzten Jahren die Niederschläge im Winterhalbjahr die Bodenwasservorräte nicht vollständig auffüllen und somit nur begrenzt die Bildung von Sickerwasser ermöglichen.

Seit 2018 wird auch auf der Fläche G der Kippe Witznitz Luzerne angebaut. Die dort befindlichen 13er Lysimeter weisen 2019 eine ebenso große Bodenwasserausschöpfung, wie bereits 2015 und 2016 auf den 14er Lysimetern aus. Aufgrund der Lage der 13er Lysimeter sind diese für Aussagen bzgl. der Bodenwasserhaushaltsgrößen auf der Kippe prädestiniert. Durch die zum Teil hohen Grundwasserstände lassen sich durch den Einstau von Grundwasser jedoch keine Sickerwassermengen ermitteln. Hier wäre zu prüfen, ob dies generell der Fall ist oder ob es aufgrund der sinkenden Grundwasserstände die Möglichkeit besteht die Sickerwassermengen zu erfassen.

Bzgl. der notwendigen Verifizierung des HGMS auf der Basis der Fortschreibung der aktuellen Klimareihe wurde bereits im Punkt 3 eingegangen. Die mit dem Modell HGMS in der Form HGMS18p berechneten Grundwasserstände unter Berücksichtigung der Klimareihe bis 2017 erfassen die real sehr trockenen letzten Jahre nicht, so dass die Grundwasserstände modellseitig für 2019 als zu hoch ausgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der trockenen Jahre und der ggf. weiter fortschreitenden Änderung des Klimas ergibt sich die Frage, ob die bisher ausgewiesenen mittleren Grundwasserstände noch erreicht werden. Aus der Änderung der Prognose der Grundwasserstände im Bereich der Kippe Witznitz resultieren verringerte Volumenströme in Richtung Pleiße einschließlich der Eisenfrachten.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die geringe Grundwasserneubildung und damit sinkende Grundwasserstände auf der Kippe Witznitz vorrangig aus den klimatischen Verhältnissen der letzten Jahre resultieren und der Effekt aus der veränderten Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen in der Wirkung schwer zu trennen ist.

¹⁰ Größen des Wasserhaushaltes verschiedener Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung im klimatischen Grenzraum des Mitteldeutschen Trockengebietes - Ergebnisse der Lysimeterstation Brandis -; Dissertation Ulrike Haferkorn; 22.06.2000

4.2 Mikrobiell induzierte Eisenretention, Untersuchungen zur Machbarkeit am Standort der Kippe Witznitz (Maßnahme 5.4)

Gem. vorliegender Aufgabenstellung [25a] soll in einem ersten Schritt die grundsätzliche Machbarkeit des Einsatzes einer induzierten Eisenretention im Grundwasseranstrom zur Pleiße am Standort Kippe Witznitz zur Reduktion der Eisenbelastung in der Pleiße überprüft werden. Dafür sind im Rahmen der Untersuchung grundsätzliche Fragen/Problemstellungen zur Machbarkeit zu beantworten.

Im Ergebnis des ersten Schrittes ist darüber zu entscheiden, ob eine Empfehlung zum Einsatz der Technologie und der diesbezüglichen weiteren Prüfung/Planung gegeben werden kann.

Bei gegebener Empfehlung und nach fachlicher Abwägung durch den Auftraggeber LMBV sind in einem zweiten Schritt die möglichen Standorte und notwendigen Arbeitsschritte zu identifizieren und zu unter-
setzen.

Mit den Untersuchungen zur grundsätzlichen Machbarkeit wurde das Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. durch die LMBV beauftragt. Das Verfahren zur Behandlung des Grundwassers durch eine mikrobiologische Sulfatreduktion und der damit verbundenen Eisenfällung (mikrobiell induzierte Eisenretention) wurde bereits unter anderen Standortbedingungen im Lausitzer Revier getestet. Die Hauptaufgabe besteht somit darin, die Übertragbarkeit des Verfahrens auf die spezifischen Standorteigenschaften der Kippe Witznitz zu prüfen.

Das Verfahren der mikrobiell induzierte Eisenretention wird in [25b] wie folgt beschrieben:

„Durch die Belüftung der Kippe und des angrenzenden Gewachsenen sind die darin enthaltenen Eisensulfide, v. a. Pyrit und Markasit, oxidiert worden und zu Eisen und Sulfat verwittert. Mit dem Grundwasserstrom geraten diese in Lösung und werden in Richtung des entlastenden Oberflächengewässers transportiert.

Mithilfe der Sulfatreduktion wird der vorangegangene Verwitterungsprozess umgekehrt. Dabei wird das Sulfat reduziert, der entstehende Sulfidschwefel fällt mit dem Eisen wieder als Eisensulfid (Pyrit, Markasit etc.) aus, wodurch es im Untergrund festgelegt und somit nicht mehr in das Oberflächengewässer transportiert wird. Sulfatreduzierende Bakterien (SRB) nutzen bei sauerstoffarmen bzw. anoxischen Bedingungen den Sauerstoff des Sulfates für ihren Stoffwechsel. Zudem benötigen sie eine Kohlenstoffquelle, die mikrobiologisch verstoffwechselt werden kann.

Da es insbesondere in den Braunkohlenbergbaukippen an leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen fehlt, ist das Verfahren zwingend auf die Einbringung einer geeigneten Kohlenstoffquelle, wie z. B. Glycerin, angewiesen.“

An den Teststandorten im Lausitzer Revier (Skado-Damm und Ruhlmühle) sind die Kohlenstoffquellen erfolgreich über die Infiltration mittels DSI-Lanzen (Düsen-Saug-Infiltrations-Lanzen) eingebracht worden.

Für die Bewertung ob das Verfahren zum mikrobiell induzierten Eisenrückhalt im Bereich der Kippe grundsätzlich geeignet ist sowie für die spätere Dimensionierung der Anlage, ist die Menge des in der Zeit infiltrierbaren Wassers bzw. Stoffgemisches eine bestimmende Größe. „Nur dann, wenn die Kohlenstoffquelle in so ausreichender Menge eingebracht werden kann, dass die Eisen- bzw. Sulfatkonzentration entsprechend ihres stöchiometrischen Verhältnisses, dass im Idealfall nur mehr eine geringfügige Eisenkonzentration im Grundwasser verbleibt, kann auch die Behandlung erfolgreich sein.“

Die Standortverhältnisse der Kippe Witznitz sind entstehungsbedingt durch eine hohe Heterogenität der Verteilung der Sedimente mit unterschiedlichen Sedimentqualitäten geprägt. Daraus resultieren Unterschiede in den Wasserleitfähigkeiten (als Kennwert für das Infiltrationsvermögen des Sediments).

Nach Sichtung und Bewertung der geologischen Daten (Erkundungsbohrungen, berechnete Durchlässigkeitswerte aus Siebkennlinien) ist gem. [25b] davon auszugehen, dass die vorliegenden Bohrungen die Verhältnisse nur im Ansatz widerspiegeln und daher die Durchführung von Infiltrationsversuchen sinnvoll ist.

Der empfohlene Infiltrationsversuch mittels DSI-Lanzen bietet die Möglichkeit, die tatsächliche Wasserleitfähigkeit im Gelände zu bestimmen. „Auch damit werden letztlich nur Punktinformationen gewonnen, die nicht einfach in die Fläche extrapoliert werden können. Sie ermöglichen es aber, die effektiven Wasserleitfähigkeiten mit den über die Siebanalysen gewonnenen Werten zu vergleichen und damit eine bessere Einschätzung der vorliegenden Daten.“

Wie bereits dargestellt, fließt das eisenhaltige Grundwasser beidseitig im Kippeneinschnitt der Pleiße zu. Daher wurde vom Bearbeiter jeweils ein links- und rechtsseitiger Standort ausgewählt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Standorte der geplanten Infiltrationsversuche mittels DSI-Lanzen im Kontext mit den bereits vorhandenen Aufschlüssen der Kippe Witznitz. Der Standort A liegt im Bereich des Messplatzes Kippe Witznitz (bestehend aus der in Betrieb befindlichen mehrfachverfilterten Grundwassergütemessstelle sowie der ursprünglich betriebenen Bodenwassermessstelle). Der Standort B, auf der gegenüberliegenden Seite, befindet sich im Anstrombereich des Rammpegels 1304, der im Zuge der Planungen zum Sickerschlitze errichtet wurde.

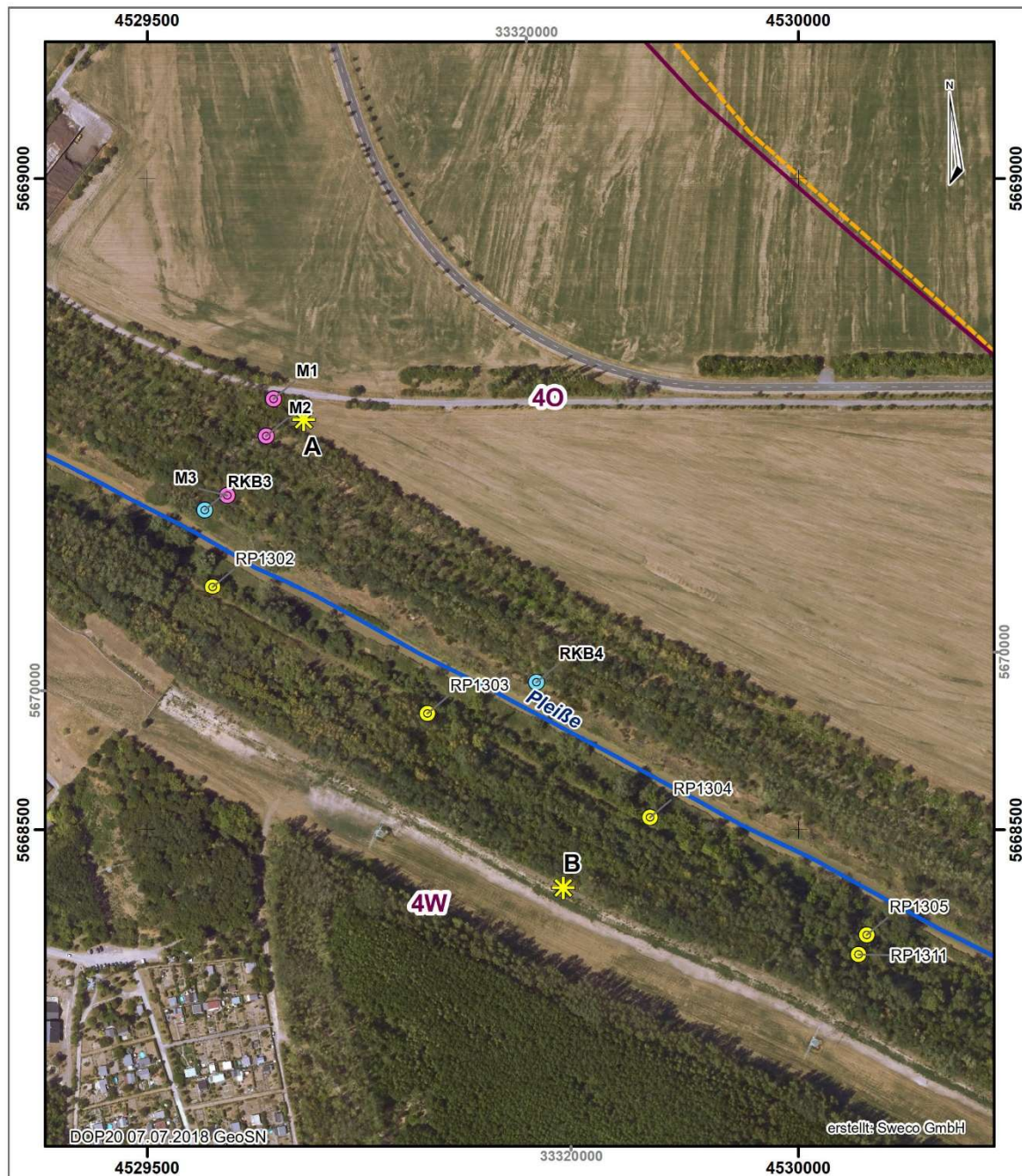


Abbildung 4-15: Lage der Standorte der Infiltrationsversuche mittels DSI-Lanzen beidseitig der Pleiße (Standort A, Standort B) gem. Planung [25b]

Für die Durchführung der Infiltration wurden folgende zu berücksichtigende Aspekte abgeleitet [25b]:

- Die Behandlung des Grundwassers möglichst nah am Oberflächengewässer bietet die Voraussetzung, dass das anströmende Grundwasser auch wirklich vollständig erreicht werden kann. Dennoch ist ein Abstand zwischen Infiltration und Grundwasseraustritt erforderlich, da die hydrochemischen/mikrobiellen Prozesse Zeit benötigen. Die Vermischung von Kohlenstoffquelle und Grundwasser sowie die Sulfatreduktion und Eisenfällung sind abhängig von der Fließgeschwindigkeit. Weiterhin ist zu beachten, dass als Zwischenreaktion Schwefelwasserstoff

entsteht, sodass eine gewisse Fließstrecke als Sicherheit zur Abreaktion von Vorteil ist, um einen Eintrag in das Oberflächengewässer ausschließen zu können.

- „Die Pleiße verläuft in einem etwa 20 m tiefen Einschnitt. Die Hänge dieses Einschnittes sind auf der rechten Seite tlw. bereits mit Leitungstrassen (z. B. Ethylen) belegt und mit Bäumen und Buschwerk bewachsen. Der links der Pleiße verlaufende schmale Weg ist seinerseits bereits zu nahe an der Pleiße. Deshalb dürfte es erheblich einfacher sein, eine Behandlung an den Hangschultern anzugehen.
- Die Pleiße selbst besitzt keinen flachen Überschwemmungsbereich, sodass bei Hochwasser zu nahe am Gewässer untergebrachte Anlagen beschädigt würden, besonders elektronische Anlagenteile (z. B. Steuereinheiten).
- Für den späteren Betrieb einer Behandlungsanlage ist es erforderlich, dass die benötigte Kohlenstoffquelle wie z. B. Glycerin ganzjährig angeliefert werden kann (Logistik). Ein Weg auf der Hangschulter dürfte wesentlich einfach zu realisieren sein als die Reaktivierung vorhandener, sehr schmaler Wegeführungen oder gar die Neuanlage eines Weges im Hang.
- Nachteilig ist hier, dass der Flurabstand hier etwa 16 m beträgt, d.h. der Aufwand für das Einspülen der DSI-Lanzen höher ist.“

Fazit und Empfehlungen des Bearbeiters [25b]

- Für die Einschätzung der Machbarkeit einer Behandlungsanlage zur mikrobiell induzierten Eisenretention sollen die vorhandenen Bohrdaten um insgesamt mindestens zwei durch Infiltrationsversuche ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte ergänzt werden. Die vorliegenden Bohrdaten erlauben eine Einschätzung lediglich anhand der Siebanalysen. Bereits die Bohrprotokolle weisen jedoch auf Heterogenitäten hin, d. h. aufgrund von Tonbrocken und Schluffklümpchen könnte die Wasserleitfähigkeit höher liegen, was für die Infiltration vorteilhaft wäre. Um dieses Defizit in den Daten zu beheben, ist eine Messung im Gelände unverzichtbar.
- Die Lage der Standorte für die Versuche orientiert sich an den Kriterien für eine spätere Behandlungslinie, nach in der Nähe befindlichen Messstellen sowie nach der einfachen Erreichbarkeit durch ein Bohrfahrzeug.

Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die geplante Vorgehensweise zur Behebung des Datendefizites in Bezug auf die tatsächliche Wasserleitfähigkeit des Kippenbodens ist plausibel. Wie vom Bearbeiter dargestellt, werden lediglich 2 Punktinformationen gewonnen, die es jedoch ermöglichen die gemessenen effektiven Wasserleitfähigkeiten den aus Siebanalysen berechneten Durchlässigkeiten gegenüberzustellen und damit eine bessere Einschätzung der vorliegenden Daten zu ermöglichen.

Die bereits mehrfach im Rahmen der Untersuchungen zur Exfiltrationsproblematik herausgestellte Heterogenität der Kippe ist bei der Beurteilung der grundsätzlichen Durchführbarkeit des Verfahrens zum mikrobiell induzierten Eisenrückhalt nicht nur in Bezug auf die Wasserleitfähigkeit zu berücksichtigen sondern auch auf bevorzugte Fließwege zu bewerten. Es ist u. a. die Frage zu klären inwieweit es mit einem vertretbaren Aufwand (Abstand der Lanzen in der Infiltrationslinie) gelingt, den Grundwasserzustrom zur Pleiße umfassend mit der infiltrierte Kohlenstoffquelle zu erfassen.

4.3 Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See (Maßnahme 5.7)

4.3.1 Ergebnisse der Vorplanung

Die Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See wurden in die Vorplanungsphase überführt. Folgende Ziele standen zu Beginn der Vorplanung mit der geplanten Umsetzung im Focus:

- Ziel 1: Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine EHS-Reduzierung in der Pleiße durch weitere Maßnahmen zu ermöglichen,
- Ziel 2: Gewährleistung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes (pH-Neutralität) im Hainer See,
- Ziel 3: Förderung des Tourismus.

Die fachliche Grundlage für die Umsetzung des Zieles 2 wurde mit dem Limnologischen Prognosegutachten für den Hainer See mit Teilbereich Haubitz sowie Kahnsdorfer See [17] erarbeitet.

Danach wurde als Ersatz für die ab 01.01.2019 eingestellte Wasserüberleitung der MIBRAG u. a. die Einleitung von Oberflächenwasser aus der Wyhra in die „Lagune Kahnsdorf“ hinsichtlich der hydrochemischen Prognose und der Trophieprognose untersucht.

Im Ergebnis der Prognosebetrachtungen wurde für den Ausgleich des berechneten Aciditätseintrags von ca. 13 Mio mol/a (2017) in den Hainer See unter Berücksichtigung einer mittleren Nettoalkalität im Wyhra-Wasser von 2,0 mmol/L, ab 2018 6,5 Mio m³/a (12,4 m³/min) ermittelt. Der Bedarf geht bis zum Jahr 2030 auf ca. 3,5 Mio m³/a und bis 2050 auf 1,1 Mio m³/a zurück. [17]

Zwischenzeitlich wurde der Hainer See im Jahr 2019 durch eine Inlake-Gewässerbehandlung durch Einbringen von rd. 1.000 t Kalksteinmehl neutralisiert bzw. der pH-Wert angehoben. Mit Stand 09/2020 wurde im Hainer See ein pH-Wert von 5,9 (im Teilbereich Haubitz von 6,1) ermittelt¹¹. Im Herbst 2020 erfolgte eine weitere Behandlung des Seewassers mit Kalksteinmehl.

Mit der vorliegenden Vorplanung von iKD [22a] wurden Lösungen untersucht, die die genannten Ziele erreichen. Im Planungsprozess wurde durch die Landesdirektion Sachsen die Bewirtschaftung der Gewässer des Südraumes Leipzig als weiteres Ziel vorgeschlagen. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass die Ziele 1 und 2 jeweils stark unterschiedliche Randbedingungen zur weiteren Variantenbetrachtung bilden. Es wurden daher zwei Grundsätzliche Zielstellungen (GZ) definiert:

- GZ1: Überleitung der maximal möglichen Wassermenge in den Hainer See unter Beachtung der maximalen Ausleitmengen über den bestehenden Ableiter Hainer See (2,2 m³/s); die GZ 1 fördert Ziel 1 maximal,
- GZ2: Überleitung der mindestens erforderlichen Wassermenge in den Hainer See zur Gewährleistung des Nachsorgeneutralisationsbedarfs gegen die natürliche Rückversauerung (im Jahresdurchschnitt 0,21 m³/s); die GZ 2 fördert Ziel 2 maximal.

Der geplante Überleiter setzt sich aus mehreren Bauwerken (BW) zusammen. Das Gerinne (BW 2) zwischen dem Abschlags- bzw. Entnahmebauwerk (BW 1) und der Lagune Hainer See bildet die Gewässerverbindung. Die Kreuzung der vorhandenen Wege erfolgt durch die Bauwerke 3 und 4.

Eine schematische Darstellung der Lage der Bauwerke ist aus der Abbildung 4-16 ersichtlich.

¹¹ <https://www.lmbv.de/index.php/suedraum-leipzig.html>

- der überzuleitenden Wassermenge,
- der erforderlichen Steuerungsmöglichkeiten,
- des Trassenverlaufes,
- des Gefälles,
- der Art der Einbindung im Bereich Hainer See und
- der Anforderungen an die ökologische Durchgängigkeit

Kahnsdorf

Lagune Kahnsdorf

Legende

- geplanter Umleitungsverlauf Wyhra
- Landinanspruchnahmegrenze ehem. Tagebau Witznitz II (LMBV)

Maßnahmen

- Neubau Abschlagsbauwerk
- Neubau Durchlass/Brücke
- Neubau Gewässerabschnitt

Innenkippe

Wyhra

1+500

1+000

Großzossen

Vorzugsvariante für die Grundsätzliche Zielstellung GZ 1 [22a]

Die Umleitung der Wyhra durch den Hainer See und den Ableiter Hainer See mit Wiedereinleitung in die Pleiße wird den drei Zielen gerecht. Diese Variante ist jedoch mit der Umverlegung der Wyhra als Gewässers 1. Ordnung und Querung eines Stillgewässers, mit der Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit des gesamten Fließweges durch den Hainer See und ggf. mit dem Umbau des Ableiters Hainer

See unter Beachtung wasserrechtlicher Anforderungen verbunden. Bei Priorisierung des Zieles 1 stellen die nachfolgend erläuterten Baumaßnahmen die Vorzugslösung (GZ1) dar (entspricht Variante 1b der Vorplanung, s. Tabelle 4-8):

In der Wyhra ist ein bewegliches gesteuertes Wehr als Abschlagsbauwerk zu errichten. Der Hochwasserschutz wird über die Abflussbegrenzung des Überleiters auf 2,2 m³/s durch ein gesteuertes Schütz gewährleistet. Der Hochwasserabschlag (> 2,2 m³/s) erfolgt somit weiterhin über das vorhandene Flussbett der Wyhra. Bei Niedrigwasser fällt der Abschnitt bis zur Mündung in die Pleiße trocken. Die Überleitung in den Hainer See erfolgt über eine geradlinige Trasse mit einem steileren Bereich - der als ökologisch durchgängige Sohlgleite ausgebaut wird. Die Einbindung in den Hainer See erfolgt nördlich des Wendehammers. Die Kreuzungen des neuen Gewässers (Bereiche BW 3 und BW 4) erfolgt durch Brücken bzw. ökologische durchgängige Durchlässe.

Neben der Umverlegung von Medien ist der Umbau des Dükers im Ableiter des Hainer Sees (Dükerung Ableiter unter Zulauf Stausee Rötha) sowie ggf. von drei Durchlässen im Ableiter zur Gewährleistung der ökologischen Durchlässigkeit erforderlich.

Vorzugsvariante für die Grundsätzliche Zielstellung GZ 2 [22a]

Diese Variante sieht eine Überleitung von Wasser aus der Wyhra von durchschnittlich mindestens 0,21 m³/s und maximal 0,42 m³/s in den Hainer See zur Gewährleistung der Nachsorgeneutralisation (Ziel 2) vor. Mit der maximalen Überleitung von 0,42 m³/s sollen auftretenden Schwankungen der Wasserverfügbarkeit ausgeglichen werden können (doppelter Wert der durchschnittlich notwendigen Überleitung).

Im Focus steht somit die Erfüllung des Zieles 2. Die damit verbundene geringe Reduzierung des Zuflusses der Wyhra in die Pleiße hat kaum Auswirkungen zur Erreichung des Zieles 1 (Eisen-Reduktion Pleiße). Ziel 3 (Förderung Tourismus) kann z. B. durch den Bau einer Bootsförderanlage erreicht werden. Der Hauptstrom der Wyhra verbleibt im derzeitigen Flussbett. Deshalb werden Maßnahmen zur Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit im Vergleich zur Vorzugsvariante (GZ 1) nicht erforderlich.

Die mit der Vorplanung abgeleitete Vorzugslösung (GZ 2) beinhaltet folgende Maßnahmen (entspricht Variante 1d der Vorplanung, s. Tabelle 4-8): Über eine Seitenentnahme mit gesteuertem Schütz wird der notwendige Abfluss in den Hainer See geführt. Die Überleitung in den Hainer See erfolgt über eine geradlinige Trasse mit konstantem Gefälle. Die Einbindung in den Hainer See erfolgt indirekt über die Einleitung in das Feuchtgebiet und den vorhandenen Durchlass südlich des Wendehammers. Die Kreuzungen des neuen Gewässers (Bereiche BW 3 und BW 4) erfolgen über Durchlässe.

Tabelle 4-8: Zusammenstellung der betrachteten Varianten zur Erfüllung der Grundsätzlichen Zielstellungen (nach [22a])

	GZ1		GZ2	
	Varianten		Varianten	
BW 1 (Vorzugs- variante)	bewegliches Wehr in der Wyhra in Kombination mit einem Hubschütz am Überleiter (jeweils gesteuert)		Seitenentnahme über einen Hubschütz (gesteuert)	
BW 2	1a	geradliniger Verlauf, durchgängig konstantes Gefälle, Direkteinbindung in den Hainer See	1c	geradliniger Verlauf, durchgängig konstantes Gefälle, Direkteinbindung in den Hainer See
	1b	geradliniger Verlauf, Bereich mit stärkerem Gefälle, Direkteinbindung in den Hainer See	1d	geradliniger Verlauf, durchgängig konstantes Gefälle, Einbindung in Feuchtgebiet
	2a	geschlängelter Verlauf, durchgängig konstantes Gefälle, Direkteinbindung in den Hainer See	2b	geschlängelter Verlauf, durchgängig konstantes Gefälle, Direkteinbindung in den Hainer See

Einschätzung der Erreichung der Ziele der Planung [22a]

Gem. Angaben des Bearbeiters der Vorplanung lassen sich die gestellten Ziele wie folgt erreichen:

- Ziel 1: Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine Reduzierung der Eisenfrachten in der Pleiße durch nachfolgende Maßnahmen zu ermöglichen:

Mit der Vorzugsvariante GZ 1 lässt sich das Ziel 1 am ehesten erreichen. Allerdings liegt noch keine beurteilungsreife Wirkungsabschätzung der nachfolgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenfrachten in der Pleiße vor.

Ziel 1 ist unter den vorhandenen Rahmenbedingungen durch das Projekt Wyhra-Überleitung in den Hainer See aus fachlicher Sicht der Landesdirektion nicht weiter zu verfolgen¹².

- Ziel 2: Deckung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes (pH-Neutralität) im Hainer See:

Ziel 2 lässt sich sowohl mit der Vorzugsvariante (GZ 1) als auch mit der Vorzugsvariante (GZ 2) erreichen.

- Ziel 3: Förderung des Gewässertourismus:

Nach der prioritären Festlegung der Parameter der Überleitung könnten Synergieeffekte hinsichtlich einer Förderung des Gewässertourismus geprüft werden.

¹² Stellungnahme der Landesdirektion Sachsen vom 30. Juli 2019 zur Vorplanung Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See (15.02.2019)

Bei der nicht bevorzugten GZ 1 könnte eine teilweise Befahrbarkeit des Überleitungsgewässers mit kleinen (Paddel-)Booten möglich sein. Für GZ 2 ist eine Befahrbarkeit des Gewässers mit Booten aufgrund der zu geringen Durchflüsse nicht realistisch. Hier bietet es sich jedoch an, in der Wyhra und im Hainer See Anlegestege zu schaffen und den für den Überleiter erforderlichen Unterhaltungsweg zum Boottransport über Land freizugeben.

Hierbei würde es sich in jedem Fall um ein Schnittstellenprojekt nach § 4 des Verwaltungsabkommens zur Braunkohlensanierung (Maßnahmen u. a. zur Erhöhung des Folgenutzungsstandards) handeln.

- Ziel: Bewirtschaftung der Gewässer des Südraums (Zielvorschlag LDS):

Eine Nutzung des Überleitungsgewässers im Rahmen der Bewirtschaftung der Gewässer des Südraumes Leipzig wird als grundsätzlich realistisch angesehen. Voraussetzung ist jedoch das Vorliegen abgestimmter Bewirtschaftungsgrundsätze für die Gewässer des Südraumes Leipzig als Rahmenbedingung der behördlichen Prüfung im Zuge des entsprechenden Genehmigungsverfahrens.

4.3.2 Weiterer Planungsprozess

Vorhabensanzeige „Nutzung von Wasser der Wyhra zur Beschaffenheitssteuerung Hainer See“ [22b]

Mit Bezug auf den Planfeststellungsbeschluss für das Vorhaben „Wasserwirtschaftliche Maßnahmen Tagebauterritorium Witznitz vom 22.09.2008 (Nebenbestimmung 3.3: Halten des pH-Wertes des Hainer Sees zwischen 6,0 und 8,0) zeigte die LMBV mit Schreiben vom 03.02.2020 [22b] bei der Oberen Wasserbehörde an, für die Beschaffenheitssteuerung des Hainer Sees Wasser aus der Wyhra zu nutzen.

Für die Vorzugslösung der Zielstellung 2 „Deckung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes im Hainer See“ (gem. Vorplanung [22a], Variante 1d) erfolgte durch die LMBV die Vorhabensanzeige und Bitte um Durchführung einer allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls nach § 5 UVPG sowie einer Prüfung zum Erfordernis bzw. zur Art eines wasserrechtlichen Zulassungsverfahrens.

„Die letztendliche Dimensionierung der Wasserentnahme und damit des Überleiters ist maßgeblich durch die behördlicherseits festzulegende Größe des nötigen Abflusses im verbleibenden Fließgewässer (= ökologischer Mindestabfluss) unterhalb der Wasserabzweigung bestimmt. In der ermittelten Vorzugslösung wird nach Auswertung der vorliegenden Abflussdaten der Wyhra davon ausgegangen, dass durch eine Dimensionierung auf bis zu 0,42 m³/s (also das Doppelte des notwendigen Jahresmittelwertes) die Menge der notwendigen Einleitung gewährleistet werden kann.“ Daher wurde zur Verifizierung und ggf. Anpassung der Dimensionierung in den weiteren Planungsschritten die Höhe des ökologischen Mindestabflusses in der Wyhra unterhalb der vorgesehenen Entnahmestelle abgefragt.

Ergebnis der allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls nach § 5 UVPG [22c]

Mit Schreiben der Landesdirektion Sachsen vom 23.06.2020 [22c] wurden die Sachverhalte der Vorhabensanzeige wie folgt bewertet:

- Hinweise zu den Antragsunterlagen/zur Planfortschreibung:
 - Weder die Zielerreichung (Überleitung von 6,5 Mio m³ Wasser aus der Wyhra im Jahr) noch die Vereinbarkeit mit den gesetzlichen Bewirtschaftungsvorgaben entsprechend WHG und SächsWG sind nachzuvollziehen.

- Die Thematik Mengenbewirtschaftung des Hainer Sees zur Sicherung der gewünschten Wasserstände auch in Trockenjahren, ist unbearbeitet.
- Die Überleitung von Wyhrawasser ist wesentlich vom einzuhaltenden Mindestabfluss der Wyhra, der Wasseraufteilung im Überleitungsfall und der nutzbaren Bewirtschaftungslamelle im Hainer See abhängig. Konkrete Aussagen zu diesem Bewirtschaftungsregime liegen jedoch nicht vor.
- Es kann im vorliegenden Fall kein ökologischer Mindestabfluss vorgegeben werden. „Dieser ist unter Beachtung der wasser- und fischereigesetzlichen Anforderungen vom Antragsteller gutachterlich herzuleiten.“
- Um nachzuweisen, dass mit der gewählten Lösung die gewünschten Ziele erreicht werden, braucht es eine iterative Langzeit-Bewirtschaftungssimulation, die neben der pH-Nachsorge auch die Mengenbewirtschaftung berücksichtigt.
- Mit den Ergebnissen der Simulation können geeignete Varianten abgeleitet, geprüft und bewertet sowie deren Wirtschaftlichkeit eingeschätzt werden. Erst mit der Betrachtung der vorgenannten Punkte wird die Erstellung einer Entwurfsplanung als sinnvoll erachtet.
- Weiterhin ist die zur Verfügung stehende Abflusskapazität des Hainer Ableiters unter Berücksichtigung der möglichen Bewirtschaftungslamelle (125,6 – 126,5 m NHN → unterhalb 125,87 m NHN aber aufgrund der Auslaufschwelle gar nicht bewirtschaftbar) zu überprüfen und zu aktualisieren.
- Feststellung Umweltverträglichkeitsvorprüfung:
 - Es besteht die Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung.
- Prüfung zum wasserrechtlichen Zulassungserfahren:
 - Die Festlegung des erforderlichen wasserrechtlichen Zulassungsverfahrens kann erst nach Festlegung eines geeigneten Überleitungsbauwerkes abschließend durchgeführt werden (Grundlage Klärung Sachverhalte s. o.)

4.3.3 Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Mit der vorliegenden Vorplanung [22a] zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See wurden umfangreiche Untersuchungen zur Ableitung einer Vorzugsvariante unter Berücksichtigung der vorgegebenen Randbedingungen, den im Planungsprozess konkretisierten Zielstellungen und den vorliegenden Kenntnissen zum Wasserhaushalt durchgeführt.

- ➔ Im Ergebnis der Vorplanung steht nachvollziehbar die Erreichung der Zielstellung 2: „Deckung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes (pH-Neutralität) im Hainer See“ klar im Fokus. Das Ziel 1 zur Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um Maßnahmen zur Reduzierung der Eisentrachten in der Pleiße zu unterstützen, wird wie in der Stellungnahme der LDS¹³ empfohlen, nicht weiterverfolgt.

Als Vorzugslösung wurde für die Zielstellung 2 die Variante 1d durch iKD [22a] ermittelt. In der folgenden Abbildung sind die wesentlichen Elemente der Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See im Bereich der Lagune Kahnsdorf ersichtlich.

¹³ Stellungnahme der Landesdirektion Sachsen vom 30. Juli 2019 zur Vorplanung Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See (15.02.2019)

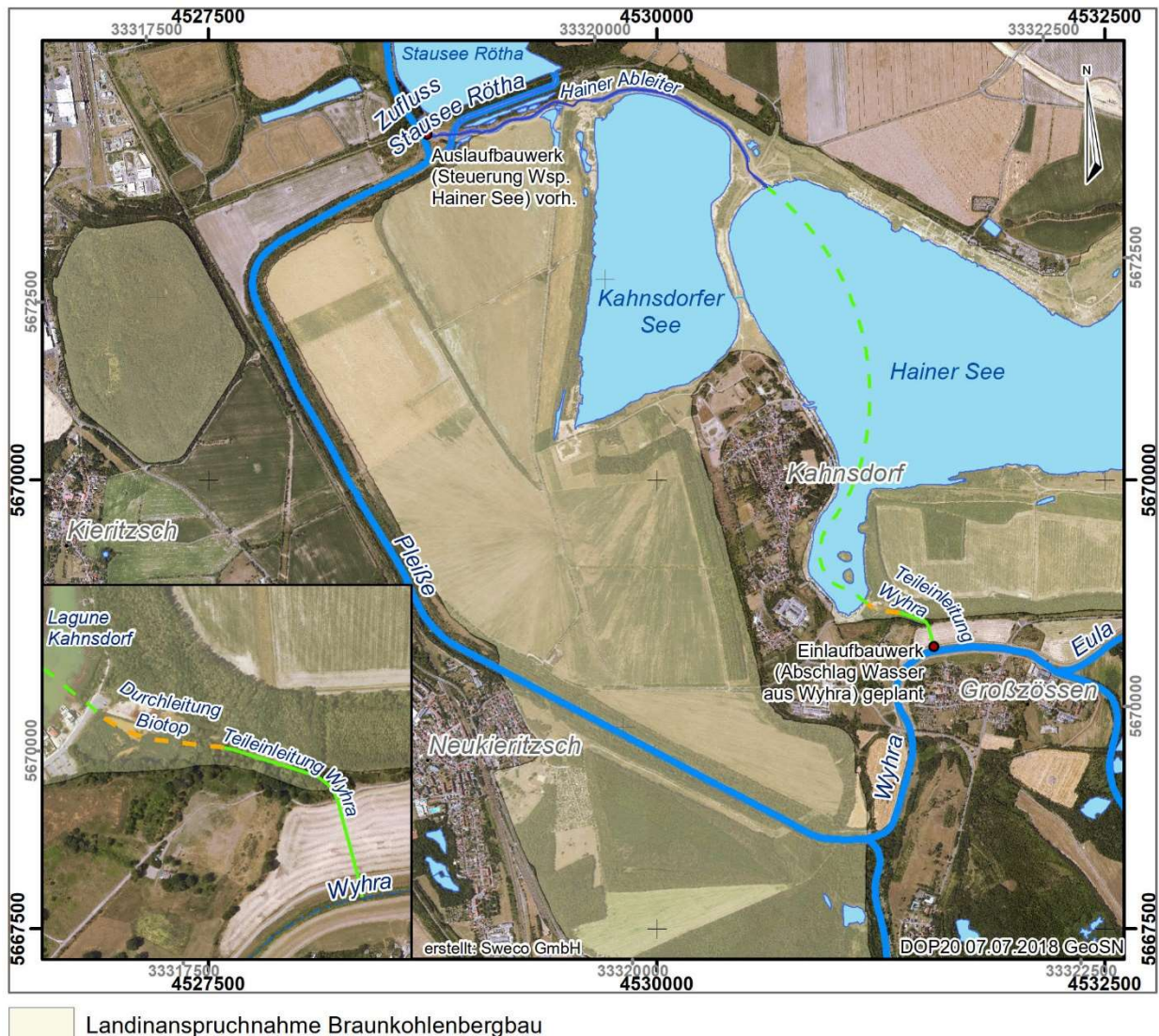


Abbildung 4-17: Lage der Trasse zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See, Vorzugslösung der Vorplanung ([22a] digitalisiert)

Die Vorzugsvariante beinhaltet die Überleitung von bis zu 0,42 m³/s Wasser aus der Wyhra bis zum Biotop südöstlich der Lagune Kahnsdorf. Dies entspricht der doppelten Menge des notwendigen Jahresmittelwertes dokumentiert im Limnologischen Prognosegutachten [17]. Gem. Vorplanung ist das Gerinne zur Verhinderung von Ex- und Infiltration bis zum Biotop mit einer Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn abzudichten.

Das Biotop (Stillgewässer südöstlich der Lagune Kahnsdorf) entwässert über einen Durchlass in den in den Hainer See.

Die chemische Gewässergüte des Biotops wird im Limnologischen Gutachten [17] beschrieben. Danach unterlag im betrachteten Zeitraum (2010-2016) der pH-Wert deutlichen Schwankungen zwischen pH 4,2 und 7,7. Die Basenkapazität schwankte ebenfalls stark, stieg aber im Sommer deutlich an und lag dann deutlich über der Säurekapazität. Somit lag dann eine Nettoacidität vor. Aus den ausgewerteten Daten war ersichtlich, dass das Gesamteisen fast vollständig in gelöster Form vorlag. Die Umsetzung des

gelösten Eisen in EHS ist temperatur- und zeitabhängig, so dass davon auszugehen ist, dass bei einem hohen Zufluss das über das Grundwasser eingetragene Eisen(II)-reiche Wasser nur in geringen Maße im Biotop oxidiert und somit erst in der Lagune Kahnsdorf die potentielle Acidität freigesetzt wird. Sichtbare Eisenhydroxidablagerungen am Ufer der Kahnsdorfer Lagune und am Auslass des Biotops verdeutlichen den Prozess. [17]

Die Einleitung von Wasser aus der Wyhra in das Biotop führt zur Verdünnung des deutlich bergbaulich beeinflussten Wassers und zur Beschleunigung des Prozesses der EHS-Bildung. Ein Teil der Alkalinität des Wyhra-Wassers wird also schon im Bereich des Biotops verbraucht und steht somit nicht für die Neutralisation des Wassers im Hainer See zur Verfügung. Ein zusätzlicher Eintrag von Acidität vom Biotop in den Hainer See ist damit auch weiterhin nicht ausgeschlossen.

- ➔ Daher ist bei der weiteren Planung die Notwendigkeit zur Abdichtung des Gerinnes vor allem im Bereich der Quering der Innenkippe (Linie Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau) zu untersuchen. Die Vorzugslösung zur Umsetzung der Zielstellung 1 beinhaltet bspw. die Abdichtung des Gerinnes von der Wyhra bis zur Einleitstelle nördlich des Wendehammers in Hainer See (Lagune Kahnsdorf).

Das vorliegende Limnologische Gutachten für die Seen im Tagebauterritorium Witznitz [17] weist in der Prognose für den Hainer See unter Berücksichtigung der Prognosen aus dem zugrundeliegenden hydrogeologischen Gutachten von 13,4 Mio mol im Jahr 2017 eine allmähliche Abnahme der Aciditätseinträge in den Hainer See bis auf ca. 2 Mio mol im Jahr 2050 aus.

Auf der Grundlage der Aciditätseinträge wurde sowohl der Aufwand für Konditionierungsmaßnahmen des Hainer See als auch die durchschnittlich notwendige Einleitungsmenge von Wyhra-Wasser mit [17] ausgewiesen.

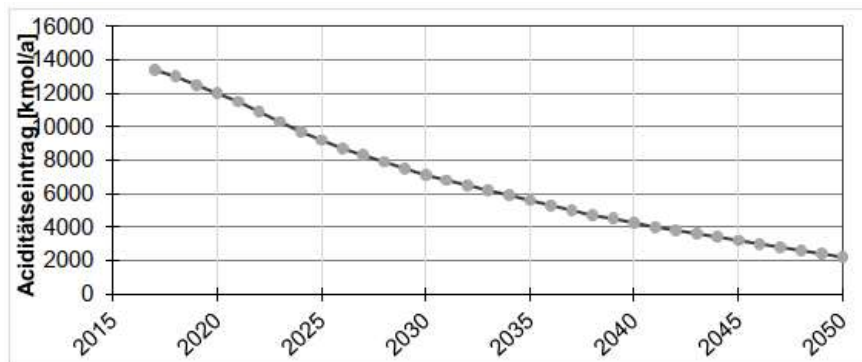


Abbildung 4-18: Entwicklung der Aciditätseinträge [kmol/a] in den Hainer See [17]

Der allmählich sinkenden Aciditätseintrag bis 2050 bedeutet auch einen sinkenden Nachsorgeaufwand. So verändert sich der in [17] ermittelte Bedarf von Kalksteinmehl in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad von 945 t/a bis 1080 t/a auf 170 t/a bis 190 t/a.

Der Bedarf an Wyhra-Wasser, der zum Ausgleich der Aciditätseinträge erforderlich ist, wurde in [17] unter Berücksichtigung der Aciditätseinträge wie folgt ermittelt: Im Jahr 2018 beträgt der Bedarf 6,5 Mio m³/a – das entspricht einer ganzjährig konstanten Einleitung von 12,4 m³/min (bzw. 0,21 m³/s). Der Bedarf geht bis 2030 auf ca. 3,5 Mio m³/a (bzw. 0,1 m³/s). und bis 2050 auf 1,1 Mio m³/a (bzw. 0,03 m³/s) bei konstanter Einleitung zurück. Dabei wurde von einer konstanten Einleitung von Wyhra-Wasser ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Verfügbarkeit ausgegangen.

Mit Stand 09/2020 wurde im Hainer See ein pH-Wert von 5,9 ausgewiesen¹⁰. Die letzte Seewasserbehandlung wurde zuvor 2019 durchgeführt. Insofern war zur Sicherstellung der angestrebten Wassergüte eine erneute Bekalkung durchzuführen. Die Seewasserbehandlung wurde im Herbst 2020 mit einem Bekalkungsschiff durchgeführt. Diese Verfahrensweise deckt sich mit den Ergebnissen des Limnologischen Gutachtes [17] wonach eine Konditionierung des Seewassers in der ersten Dekade möglichst in jährlichen Abständen erfolge sollte.

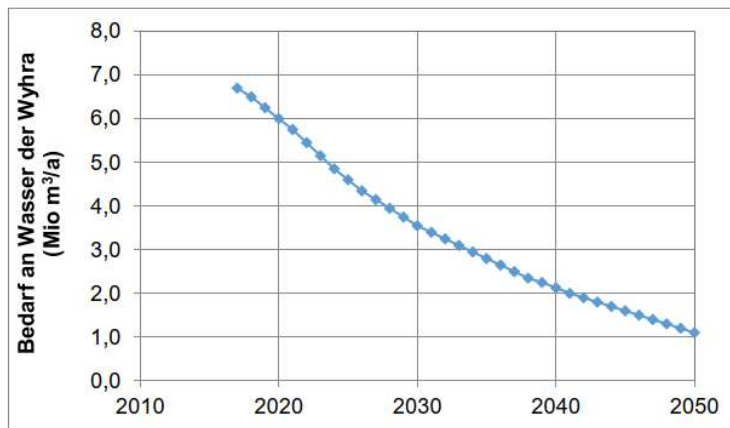


Abbildung 4-19: Bedarf an Wyhra-Wasser zur Aufrechterhaltung pH-neutraler Verhältnisse im Hainer See unter Berücksichtigung der GW-Prognose und Annahme konstanter GW-Beschaffenheit [17]

- ➔ Für die Konditionierung des Seewassers ist somit in den Anfangsjahren ein durchschnittlicher Abfluss von 0,21 m³/s notwendig. Für die Überbrückung von Zeiten mit einem geringen Wasserdargebot in der Wyhra (unter Berücksichtigung des ökologischen Mindestwasserabflusses) ist von einer höheren notwendigen durchschnittlichen Überleitung zum Hainer See bis 0,42 m³/s auszugehen.
Mit dem Klimawandel werden für die relevante Region weiter sinkende jährliche Niederschlagsmengen prognostiziert. Die Prognose auf der Basis von WETTREG 2010 (Szenario A1B) weist im Vergleich zur Klimanormalperiode von 1961 bis 1990 eine Änderung der jährlichen Niederschläge für das Tiefland von Westsachsen von -11,7 % bis -19,4 % für die Projektion 2041 bis 2050 aus.¹⁴
Vor diesem Hintergrund ist mit einem verminderten Wasserdargebot in der Wyhra zukünftig zu rechnen. Inwieweit unter diesen Voraussetzungen eine Gütebewirtschaftung des Hainer Sees ausschließlich mit Wasser aus der Wyhra möglich ist, ist auch unter Berücksichtigung des abnehmenden Bedarfes an einem Alkalinitätseintrag zur Neutralisierung zu untersuchen.
- ➔ Der flächenhafte Eintrag von Kalksteinmehl mit Gewässerbehandlungsschiffen ist eine erfolgreich praktizierte Maßnahme der LMBV zur Sicherung der Gewässergüte von bergbaulich beeinflussten Seen. Die relativ unkomplizierte Durchführung der Inlake-Seewasserbehandlung mit Bekalkungsschiffen steht als Ersatztechnologie zur Verfügung, wenn durch ein vermindertes Wasserdargebot in der Wyhra ein Steuern des angestrebten pH-Wertbereiches des Seewassers verhindert wird. Die Tabelle 4-9 zeigt die im Limnologischen Gutachten geschätzten Kosten für die wiederkehrende Konditionierung des Hainer Sees mit Kalksteinmehl im Vergleich mit den

¹⁴ Klimaanalyse für die Planungsregion Leipzig-West Sachsen und den Südraum Leipzig; Expertise zum Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ – Phase II (Verstetigung) RPV Leipzig-West Sachsen, 07/2012

im Rahmen der Vorplanung [22a] ausgewiesenen Nettobaukosten zur Realisierung des Überleiters von der Wyhra zum Hainer See. Der Vergleich zeigt, dass unter den im Rahmen der Vorplanung getroffenen Annahmen die Konditionierung des Seewassers über die Einleitung von Oberflächenwasser (Variante 1 d) deutlich günstiger ist. Die im Gutachten [17] geschätzten Kosten sind unter Berücksichtigung der tatsächlich angefallenen Kosten für das Konditionieren in 2019 und 2020 plausibel. Berücksichtigt man die Vorlaufzeit bis zur Realisierung des Vorhabens wird mit dem Ziel der Gütebewirtschaftung die Variante 1 b zunehmend unwirtschaftlich. Zukünftig könnte sich auch die Kombination beider Maßnahmen als wirtschaftlich herausstellen, wenn über die bisher geplanten Maßnahmen noch weitere darüber hinaus gehende Wasserbaumaßnahmen notwendig werden.

Tabelle 4-9: Vergleich der Kostenschätzungen [17] und [22a]

Kostenschätzung Nachsorgeaufwand Inlake-Behandlung mit Kalksteinmehl [17]		Kostenschätzung Baukosten (netto) Teileinleitung Wyhra [22a]	
Zeitraum		Variante 1 b max. 2,2 m³/s	Variante 1 d 0,21 m³/s bis 0,42 m³/s
2019-2028	1.400.000 €		
2029-2050	1.208.600 €		
	2.608.600 €	1.860.339 €	705.777 €

- ➔ Inwieweit zukünftig eine Mengenbewirtschaftung des Hainer Sees erforderlich wird, sollte über eine Hydrogeologische Berechnung der Schwankungslamelle der Seewasserstände in den Witznitzer Seen unter Berücksichtigung der Klimareihen bis Ende 2020 bzw. von Klimaprognosen ermittelt werden. Fallen die Seewasserstände unter zuvor definierte Grenzwerte wäre eine zusätzliche Mengenbewirtschaftung der Seen erforderlich.

Mit der aktiven Steuerung des Auslaufbauwerkes konnte der Seewasserstand des Hainer Sees auch in den letzten trockenen Jahren innerhalb der planfestgestellten Bewirtschaftungslamelle von 125,6 m NHN bis 126,5 m NHN gehalten werden.¹⁵

Inwieweit zusätzlich eine Stützung der Pleiße in den Sommermonaten möglich ist, hängt im Wesentlichen vom Wasserdargebot ab. Mit dem klimawandelbedingten in Zukunft prognostizierten verringerten Wasserdargebot und dem Wegfall der Einleitung von Wasser aus der GWRA der MIBRAG ist in Trockenperioden mit sehr geringen Abflüssen in der Pleiße zu rechnen.

Die Steuerung des Wasserspiegels im Hainer See erfolgt über ein Hubschütz im Auslaufbauwerk an der Pleiße. Das Auslaufbauwerk ist überwiegend geschlossen. Bei einem Wasserstand im Hainer See zw. 126,2 m NHN und 126,3 m NHN wird durch Öffnen des Schützes der Seewasserspiegel abgesenkt. Insofern Überschusswasser vorhanden ist, erfolgt auch eine Stützung der Pleiße bei Niedrigwasser im geringen Umfang.

¹⁵ Die untere Grenze von 125,6 m NHN verhindert das Trockenfallen des Hainer Ableiters. Die Obergrenze von 126,5 m NHN ist notwendig, um den Überlauf des Hainer Sees zum Kahnsdorfer See zu verhindern (PFB 22.09.2008 für das Vorhaben „Wasserwirtschaftliche Maßnahmen Tagebauterritorium Witznitz“). Darüber hinaus limitieren die am See etablierten Nutzungen die Bewirtschaftung des Sees in Richtung Obergrenze.

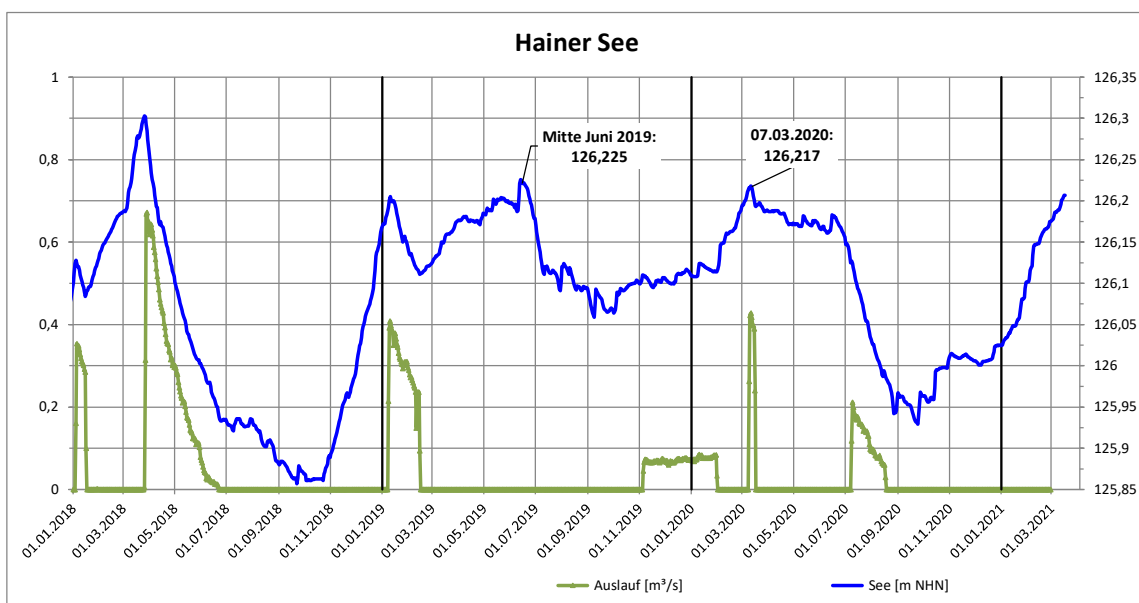
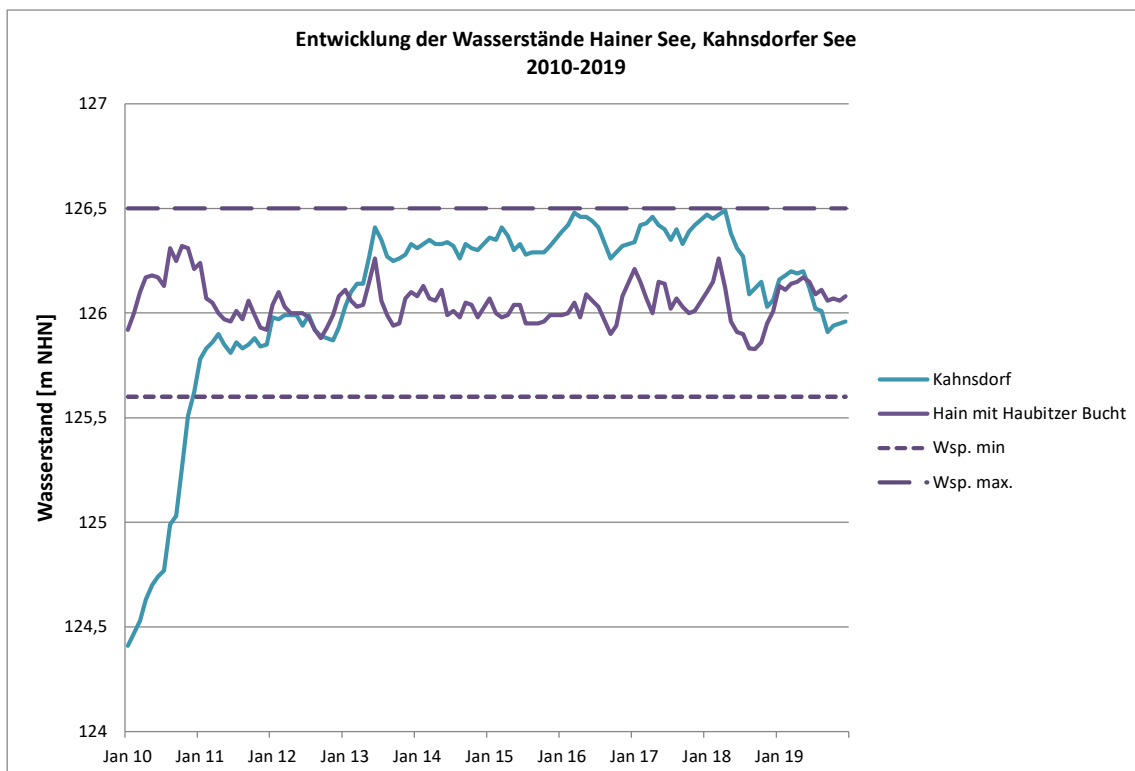


Abbildung 4-20: Entwicklung der Wasserstände im Hainer See (einschließlich Bewirtschaftungslamelle) sowie im Kahnsdorfer See [Messwerte LMBV, MHM]

Die tatsächlich bewirtschaftbare Lamelle liegt zwischen 125,87 m NHN und 126,3 m NHN. Darüber hinaus limitieren die am See etablierten Nutzungen die Bewirtschaftung des Sees in Richtung der planfestgestellten Obergrenze von 126,5 m NHN.

Die Abflussmenge am Auslaufbauwerk ist vom Wasserspiegel im Hainer See und den Abflussbedingungen im Hainer Ableiter (Verkrautungszustand etc.) einschließlich der Bauwerke

abhängig. Die folgende Abbildung 4-21 zeigt den Zusammenhang zwischen Wasserstand im Hainer See und dem Durchfluss am Auslaufbauwerk an der Pleiße. Aus den aufgetragenen Messwerten wird deutlich, dass unter der Maßgabe einer Obergrenze von 126,3 m NHN im Hainer See eine Gütebewirtschaftung mit durchschnittlich 0,21 m³/s als realistisch erscheint. Jedoch eine darüber hinaus gehende Mengenbewirtschaftung mit den vorhandenen Bauwerken sehr eingeschränkt möglich ist.¹⁶

Die von der LDS geforderte Erstellung einer iterativen Langzeit-Bewirtschaftungssimulation schafft in Bezug auf die Gütebewirtschaftung, die Gewährleistung des ökologischen Mindestwasserabflusses in der Wyhra und der von den Behörden gewünschten Mengenbewirtschaftung Klarheit.

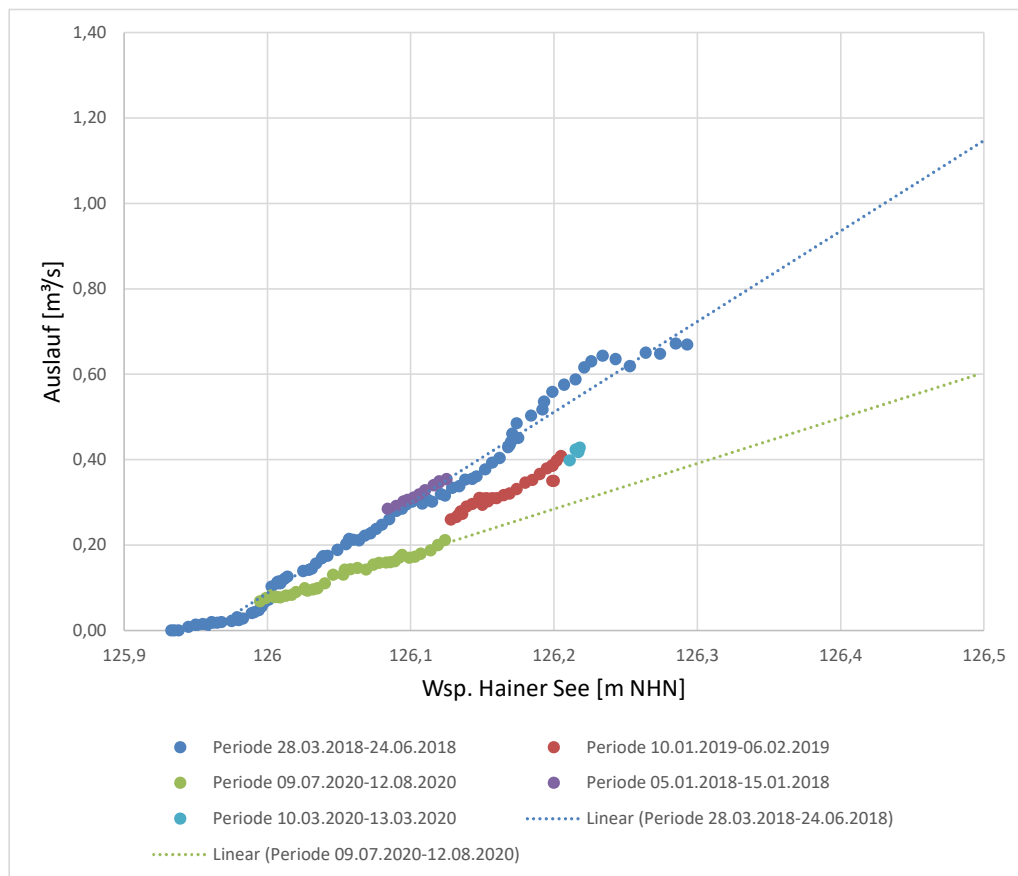


Abbildung 4-21: Beziehung zwischen Wasserstand im Hainer See und Durchfluss am Auslaufbauwerk [Messwerte LMBV, MHM]

- ➔ Grundsätzlich hat die geplante Maßnahme 5.7 (Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See) nur sehr begrenzte Auswirkungen auf den Abfluss in der Pleiße. Eine Unterstützung von Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit der Pleiße ist nicht abzuleiten. Die Gütebewirtschaftung des Haines Sees hat lediglich über die sicherzustellenden Ausleitkriterien des Hainer Sees einen indirekten Einfluss auf die chemische Gewässerqualität der Pleiße.

¹⁶ Die gem. PFB 22.09.2008 im Zusammenhang mit der Bewirtschaftungslamelle prognostizierten Abflüsse (Überschusswasser aus den Seen, Zufluss zur Pleiße) mit ausgewiesenen Schwankungen zwischen 0 und 0,2 m³/s mit Spitzen zwischen 0,5 und 0,72 m³/s stimmen gut mit den gemessenen Werten überein.

4.4 Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaus Witznitz II und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen (Maßnahme 5.8)

Die Untersuchungen zum Maßnahmenvorschlag „Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen“ wurden im Planungs- und Beteiligungsprozess von den Akteuren als eine der möglicherweise zielführenden und durchführbaren Maßnahmen zur Minimierung der Eisenbelastung in der Pleiße eingeschätzt. Die Ergebnisse der Untersuchungen, die in zwei Stufen bearbeitet wurden, sind in der Unterlage [21] dokumentiert. Die Herangehensweise wurde frühzeitig und begleitend im Rahmen von Workshops unter Beteiligung von Vertretern der anliegenden Kommunen, der LTV, dem RPV Leipzig-Westsachsen und der LMBV abgestimmt.

Mit der Verlegung der Pleiße aus dem Haupteintragsgebiet von stark bergbaulich beeinflusstem Grundwasser (Querung der Kippe) soll eine Verbesserung des Fließgewässersystems Pleiße erreicht werden. „Zudem würde sich durch die Anbindung der Pleiße an die Witznitzer Seen ein sich weitgehend selbst-regulierender Wasserhaushalt einstellen.

Gleichzeitig würde der bisherige Pleißeeverlauf – im Folgenden als Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch bezeichnet - nicht mehr bzw. nur bei größeren Abflüssen/Hochwasserabflüssen bespannt, wodurch sich der Durchfluss im Regelfall auf exfiltrierendes Grundwasser und den lokalen Oberflächenabfluss beschränkt.

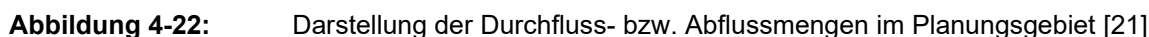
Da die Wirkung als Vorfluter grundsätzlich erhalten werden soll und das der Verlegungsstrecke zuströmende Grundwasser weiterhin sehr stark eisenbelastet ist, wird eine Aufbereitung des anfallenden, aufkonzentrierten Wassers notwendig. Im Falle einer Nutzung der Verlegungsstrecke zur Ableitung von Hochwasserabflüssen ist ein Austrag von Eisenhydroxidschlamm in das unterhalb liegende Gewässersystem im Hochwasserfall denkbar.“ [21]

Die Untersuchungen zur grundsätzlichen Machbarkeit erfolgten stufenweise, um frühzeitig auf der Basis des vorhandenen Kenntnisstandes Varianten, der Umsetzung aus objektiven Kriterien nicht möglich erscheint, ausschließen zu können [21]:

- | | |
|----------|--|
| Stufe 1: | Ermittlung von Varianten zur Einleitung der Pleiße in die Witznitzer Seen sowie Ermittlung und Bewertung der Raumwiderstände und technischer Rahmenbedingungen der Gewässerkorridore |
| Stufe 2: | Detailuntersuchungen für die Vorzugsvarianten aus Stufe 1 für eine auf 15 m³/s begrenzte Einleitung und diesbezügliche Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss und die verbleibende Verlegungsstrecke bei Neukieritzsch |

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Untersuchungen [21] zusammenfassend wiedergegeben.

Die nachfolgende Abbildung 4-22 zeigt die im Ist-Zustand vorherrschenden Verhältnisse der Durchfluss- und Abflussmengen im Betrachtungsraum.



In der ersten Bearbeitungsstufe erfolgte zunächst die Ermittlung von neuen Gewässerverläufen unter zuvor festgelegten Randbedingungen. „Unter anderem wurde dabei auf bestehende Gewässerverläufe, Geländehöhen, Schutzgebiete, Ortschaften und Infrastruktureinrichtungen geachtet, um weitestgehend vorhandene Strukturen zu nutzen. Weiterhin wurden der Abkopplungspunkt vom Wiedereinbindungspunkt in den bestehenden Pleiße Verlauf festgelegt.“ [21] Danach soll der Beginn der Umverlegung der Pleiße am jetzigen Wyhrazufluss zur Pleiße erfolgen. Das neue Gewässer wird dann in nördliche Richtung geführt und über verschiedene Varianten an den Kahnsdorfer See bzw. Hainer See angebunden. Die Ausleitung aus den Seen erfolgt grundsätzlich über die Trasse des bestehenden Hainer Ableiters, welcher unterhalb des Trachenauer Wehrs der Pleiße zufließt. Der bisherige Verlauf der Pleiße zwischen Wyhramündung und Trachenauer Wehr (Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch) würde nach der Verlegung nicht weiter als dauerhaft bespannter Gewässerverlauf genutzt.

V1 Kahnsdorfer See – Südufer:

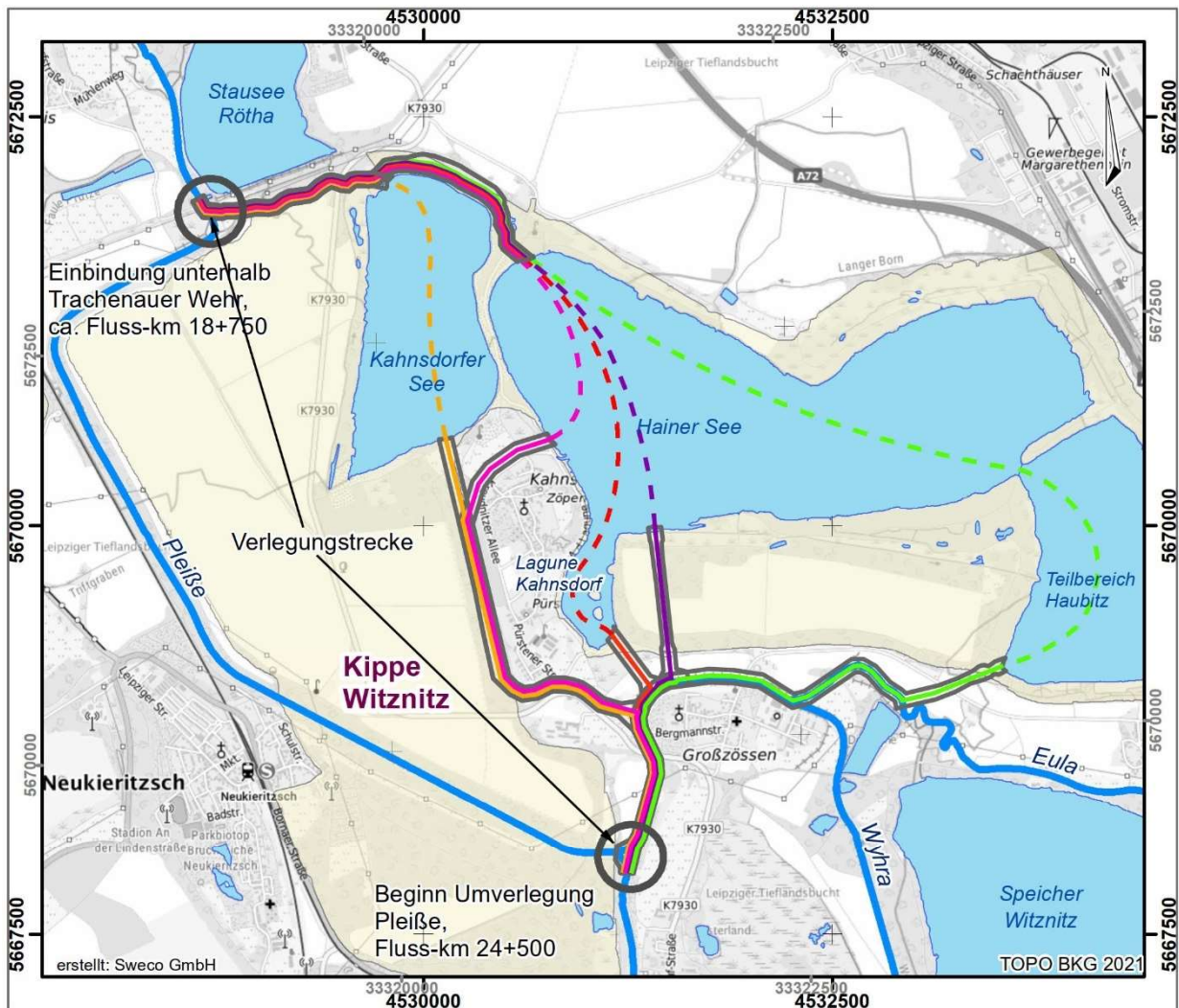
Ab der jetzigen Wyhamündung erfolgt der Verlauf in nördlicher Richtung im bestehenden Gewässerbett der Wyhra bis westlich von Großzössen. Anschließend wird die neue Gewässerstrecke in westlicher Richtung bis an das Kippengebiet geführt, verläuft dann in nördlicher Richtung am Rand des Kippengebietes entlang und mündet am Südufer in den Kahnsdorfer See.

V2 Hainer See – Westufer:

Die Variante V2 entspricht bis nordwestlich von Kahnsdorf der Variante V1, schwenkt dann in östliche Richtung, verläuft entlang der Kreudnitzer Allee und mündet am Westufer in den Hainer See.

V3 Hainer See – Lagune:

Ab der jetzigen Wyhramündung erfolgt der Verlauf in nördliche Richtung im bestehenden Gewässerbett der Wyhra bis nordwestlich von Großzössen. Die neu herzustellende Gewässerstrecke, welche im süd-östlichen Bereich der Lagune Kahnsdorf an den Hainer See angebunden wird, schließt sich daran an.



Varianten Gewässerverlauf

- V1 Kahnsdorfer See - Südufer
- V2 Hainer See - Westufer
- V3 Hainer See - Lagune
- V4 - Hainer See - Innenkippe
- V5 Hainer See - Haubitzer Bucht

Landinanspruchnahme
Braunkohlenbergbau

Abbildung 4-23: Darstellung der untersuchten Varianten des Gewässerverlaufes [nach 21]

V4 Hainer See – Innenkippe:

Ab der jetzigen Wyhramündung erfolgt der Verlauf in nördlicher Richtung im bestehenden Gewässerbett der Wyhra bis nördlich von Großzössen und im Anschluss wird eine direkte Verbindung zum Südufer des Hainer Sees geschaffen. Die neu herzustellende Gewässerstrecke quert dabei die Innenkippe.

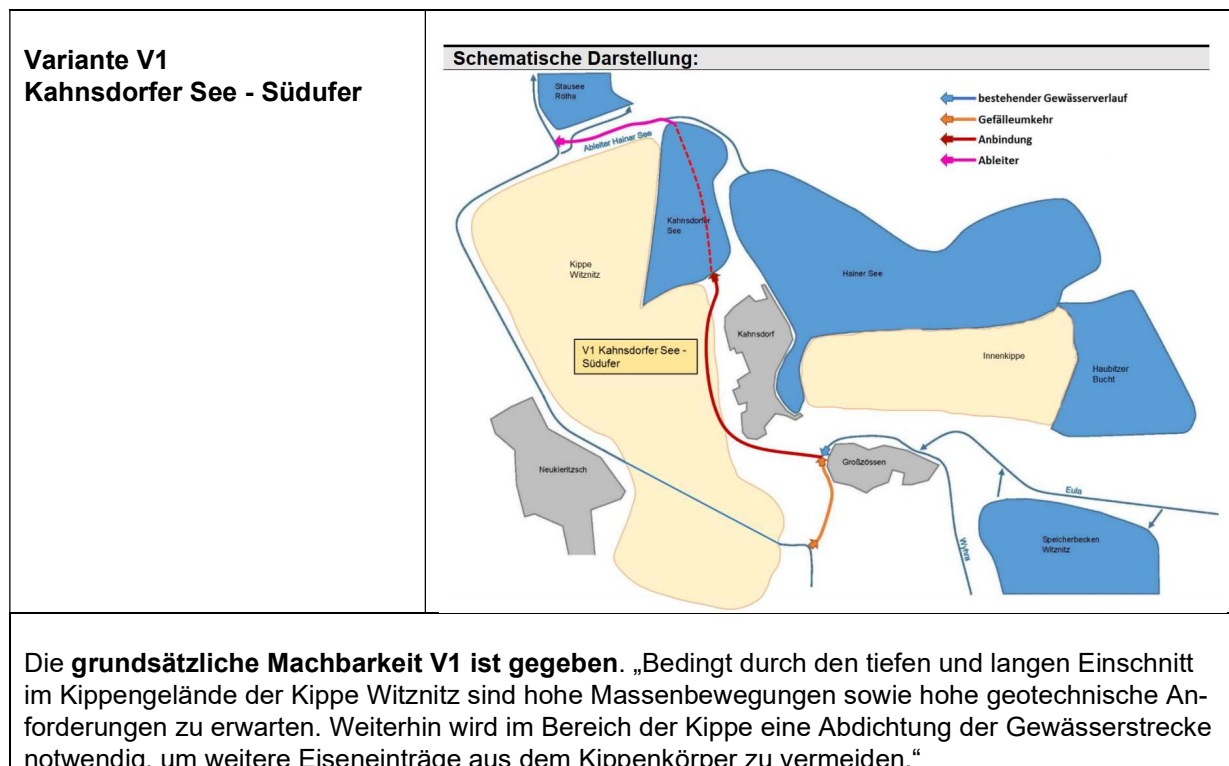
V5 Hainer See – Haubitzer Bucht:

Ab der jetzigen Wyhramündung erfolgt der Verlauf in nördliche Richtung im bestehenden Gewässerbett der Wyhra und danach weiter im bestehenden Gewässerbett der Eula. Nordwestlich des Speicherbeckens Witznitz wird eine neue Gewässerstrecke zur Anbindung an die Haubitzer Bucht geschaffen.

Die Bewertung der Varianten erfolgte über folgende Kriterien:

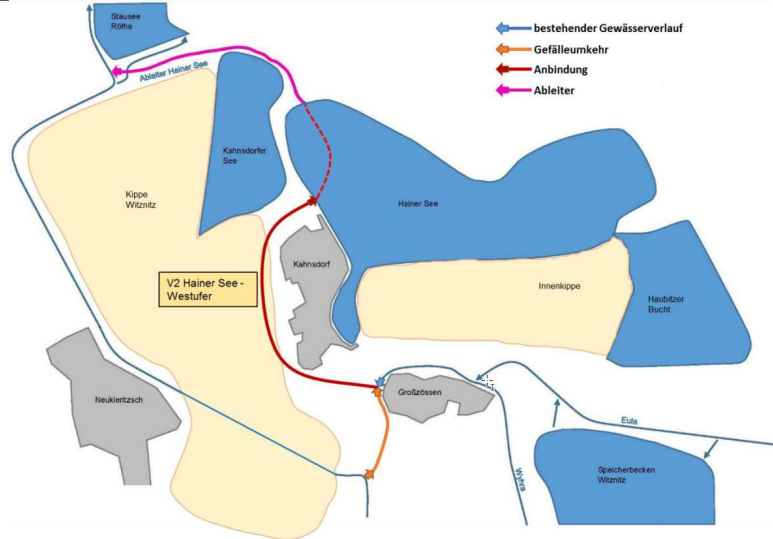
- Technische Machbarkeit/Beschreibung (Länge, Breite, Einschnitt, Gefälle);
- Ermittlung der Raumwiderstände unter Berücksichtigung der Schutzgüter/Themen: Mensch, Biologische Vielfalt und Landschaft, Sonstige Sachgüter, Boden sowie
- der Beschreibung sonstiger Widerstände wie: Bauwerke entlang der Strecke, Medien, Limnologie, Eiseneintrag, Grundwasserverhältnisse.

Die Ergebnisse der Bewertung werden nachfolgend als Fazit wiedergegeben. Die Erläuterungen/Begründungen im Detail sind in [21] dokumentiert.



Variante V2 Hainer See - Westufer

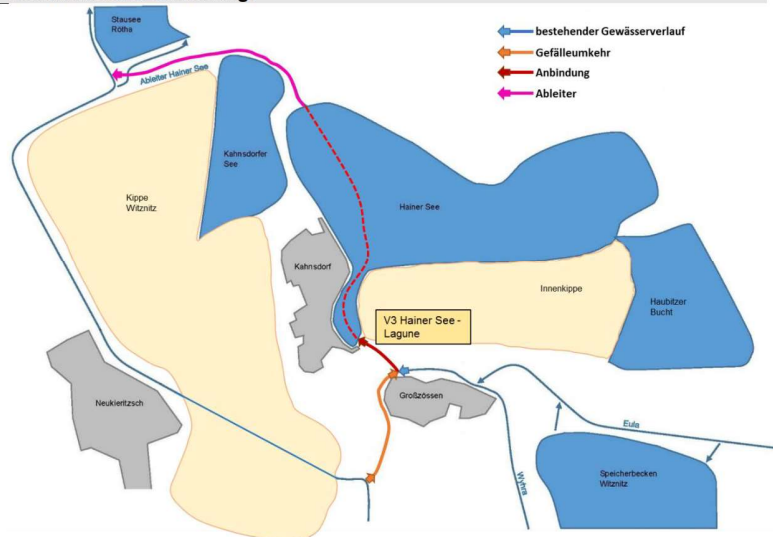
Schematische Darstellung:



Die **grundsätzliche Machbarkeit V2 ist nicht gegeben**. „Die Variante V2 ist mit den in Kraft getretenen Nutzungsarten laut Bebauungsplan im Norden von Kahnsdorf und mit der aktuellen Nutzung an der Einleitstelle am Westufer des Hainer See (Strandbereich) nicht vereinbar. Aus den genannten Gründen wird eine Weiterverfolgung der Variante nicht empfohlen.“

Variante V3 Hainer See - Lagune

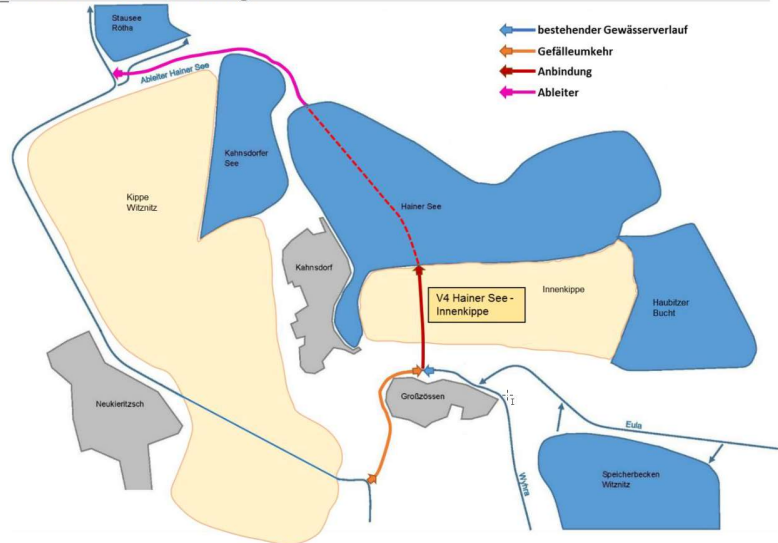
Schematische Darstellung:



Die **grundsätzliche Machbarkeit ist nicht gegeben**. „Die Variante V3 ist mit der aktuellen bzw. bestehenden Nutzung sowie der Beschaffenheit (Flachwasserbereich) der Lagune Kahnsdorf nicht vereinbar. Bei der sogenannten Lagune Kahnsdorf handelt es sich um einen Flachwasserbereich (max. Tiefe 3,5m) im südwestlichen Bereich des Hainer Sees. Hier wurden auf der Basis des genehmigten B-Planes „Lagune Kahnsdorf“ am unmittelbaren Seeufer diverse Wohngebäude errichtet.“ Mit der Durchleitung durch den Flachwasserbereich der Lagune ist eine Eutrophierung aufgrund der Phosphatfreisetzung zu besorgen.

Variante V4 Hainer See - Innenkippe

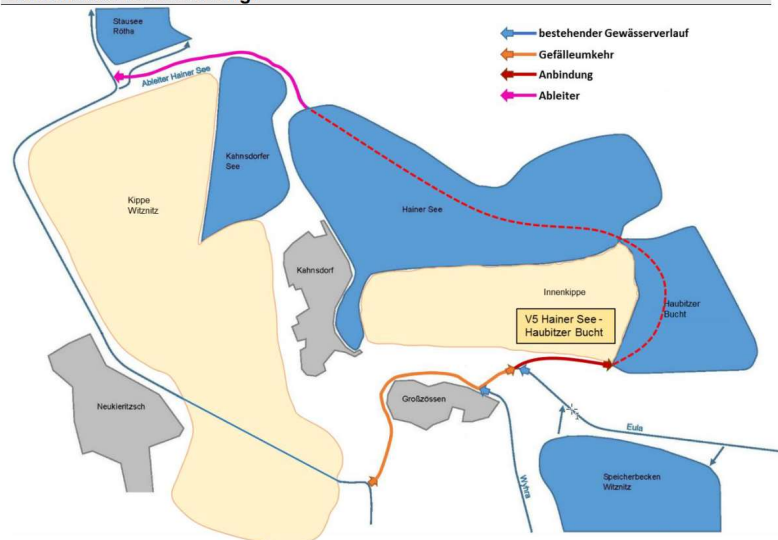
Schematische Darstellung:



Die **grundsätzliche Machbarkeit ist gegeben**. „Wie bei der Variante V1 ist auch für die Variante V4 ein langer und tiefer Einschnitt im Kippengelände, in diesem Fall der Innenkippe, notwendig. Dadurch sind hohe geotechnische Anforderungen zu erwarten und hohe Massenbewegungen notwendig. Zusätzlich ist im Bereich der Innenkippe eine Abdichtung der neuen Gewässerstrecke notwendig, um weitere Eiseneinträge aus dem Kippenkörper zu vermeiden.“

Variante V5 Hainer See – Haubitzer Bucht

Schematische Darstellung:



Die **grundsätzliche Machbarkeit ist gegeben**. „Aufgrund der Länge der auszubauenden Gewässerstrecke und der Querung des FFH-Gebietes Wyhraue und Frohbürger Streitwald ist mit erhöhten Raumwiderständen zu rechnen.“

Im Ergebnis der Bearbeitungsstufe 1 wurden somit die Varianten V2 und V3 als nicht durchführbar eingeschätzt. Die Variante V5 (Hainer See – Haubitzer Bucht) ist die Variante mit der längsten Fließstrecke. „Zusätzlich wird auch das FFH-Gebiet Wyhraue und Frohbürger Streitwald gequert, wodurch sich

insgesamt hohe Raumwiderstände ergeben und der Eingriff als sehr aufwendig eingeschätzt wird. Die grundsätzliche Machbarkeit ist gegeben, wobei diese Variante mit der geringsten Verhältnismäßigkeit bewertet wird.

„Die Varianten V1 Kahnsdorfer See – Südufer und V4 Hainer See – Innenkippe werden als grundsätzlich machbar eingestuft. Bei beiden Varianten ist ein tiefer und langer Einschnitt im Kippengelände nötig, wodurch hohe Massenbewegungen erforderlich und hohe geotechnische Anforderungen erwartet werden. Zusätzlich muss die Gewässerstrecke in dem Bereich abgedichtet werden, um erneute Eiseneinträge zu vermeiden. Aufgrund ähnlicher Bedingungen bei beiden Varianten, werden diese als gleichwertig eingeschätzt.“

4.4.2 Ergebnisse der Bearbeitungsstufe 2

Die beiden verbliebenen Varianten (V1 und V4) wurden in die Bearbeitungsstufe 2 überführt. Eingangs erfolgte hierfür die Definition der Randbedingungen für die Weiterbetrachtung im Rahmen des 3. Workshops („Braune Pleiße – Lösungsmöglichkeiten zur Gewässergüteverbesserung“) am 28.11.2018.

„Durch die festgelegten Randbedingungen ergaben sich für die Bearbeitungsstufe 2 weitere zwei zu betrachtende Teilaspekte [21]:

- Begrenzung der maximalen Einleitmenge in die Witznitzer Seen auf ca. 2,5 MQ und daraus folgend Erhalt der Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch als Vorflut und Hochwasserentlastungsstrecke (Abflüsse > 15 m³/s der Pleiße, Wyhra und Eula)
- Grundsätzliche Möglichkeiten der Fassung und Aufbereitung der eisenbelasteten Wässer – bei Normalabflüssen von <15 m³/s nur infiltrierendes Grundwasser und Oberflächenabfluss aus dem Einzugsgebiet der Verlegungsstrecke.“

Im Ergebnis der Betrachtung des 1. Teilaspektes erfolgte in [21] die Ableitung der Begrenzung der Einleitmenge in die Witznitzer Seen auf 15 m³/s. Entsprechend der durchgeführten statistischen Auswertungen wird für den Pleiße-Querschnitt unterhalb der Wyhramündung angenommen, dass ca. an 350 Tagen der Abfluss von 15 m³/s unterschritten wird. Damit sind im Vergleich mit den Ansätzen der Bearbeitungsstufe 1 geringere Raumwiderstände und geänderte technische Rahmenbedingungen in Bezug auf die Ausbaugröße der Gewässerkorridore verbunden.

„Durch die Begrenzung der Einleitmenge in die Witznitzer Seen ist eine Untersuchung zu den Möglichkeiten einer Ableitung von Abflüssen > 15 m³/s der Gewässer Pleiße, Wyhra und Eula erforderlich.

Aufgrund der Notwendigkeit der Ableitung dieser Abflüsse über das bisherige Pleißebett - Verlegungsstrecke Pleiße bei Neukieritzsch - ergeben sich entgegengesetzte Fließrichtungen:

- eine nördliche Richtung für den Normalabfluss der Pleiße zu den Witznitzer Seen und
- eine südliche Richtung für den Abfluss von > 15 m³/s (Summe der Abflüsse Pleiße, Wyhra und Eula) in Richtung der Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch.“ [21]

Ableitung des Hochwasserabflusses

Grundsätzlich wurden vom Bearbeiter [21] 3 unterschiedliche Varianten entwickelt, die sich im Wesentlichen durch die Lage des notwendigen „Gewässerkreuzes“ von Pleiße und Wyhra unterscheiden:

- **V-HW 1:** Ableitung der Abflüsse von Wyhra (und Eula) über eine zusätzliche Flutrinne
- **V-HW 2:** Zusammenfluss von Wyhra und Pleiße in einem Rückhaltebereich mit Hochwasserabschlag
- **V-HW 3:** Verlegung der Wyhra und der Eula südlich von Großzössen

Für die genannten Varianten wurde eine Erstbewertung vorgenommen. Die schematischen Darstellungen sind in der Abbildung 4-24 für einen Vergleich gegenübergestellt. Details sind der Unterlage [21] zu entnehmen.

Für die Varianten V-HW 1 und V-HW2 wären mehrere Absperrbauwerke (mit insgesamt komplexer Steuerung und Technik) sowie Brückenbauwerke zu errichten. Die Variante V-HW2 ist dahingehend weniger komplex, jedoch wäre die Realisierung mit der Herstellung und dem Rückbau langer Gewässerstrecken verbunden.

„Insgesamt handelt es sich bei allen untersuchten Varianten, welche die Ableitung von Durchflüssen $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ über das bisher bestehende Pleißebett realisieren, um sehr komplexe wasserwirtschaftliche Maßnahmen. Da im Rahmen der Bearbeitung nur die grundsätzliche Machbarkeit untersucht wurde, müssten die Varianten im Weiteren spezifiziert und entsprechende Auswirkungen auf die bestehenden Oberflächenwassersysteme, die Grundwasserverhältnisse, die naturschutzfachlichen Belange und alle anderen zu betrachtenden Belange detailliert untersucht werden.

Durch die Komplexität sind die Lösungsansätze mit sehr hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden, die Verhältnismäßigkeit im Zusammenhang mit der erreichten Reduzierung der Eisenfracht in der Pleiße muss nach derzeitigem Kenntnisstand in Frage gestellt werden.“ [21]

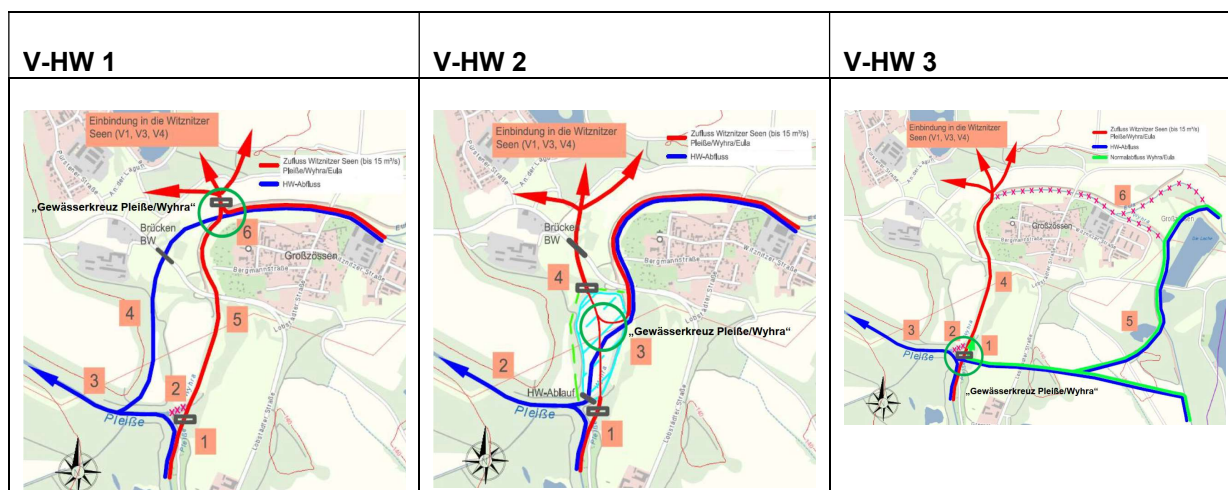


Abbildung 4-24: Schematische Darstellungen der Varianten zur Ableitung von $Q > 15 \text{ m}^3/\text{s}$, im Überblick [nach 21]

Untersuchungen zur Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch

Nach der Realisierung der Durchleitung der Pleiße durch die Witzenitz Seen wird der bisherige Pleiße-verlauf im Bereich der Kippe Witznitz (Verlegungsstrecke) für Abflüsse $< 15 \text{ m}^3/\text{s}$ nicht mehr als ökologisch durchgängiges Gewässer benötigt.

„Aufgrund der bisher bestehenden und auch nach Verlegung der Pleiße notwendigen Funktion als Vorflut (infiltrierendes Grundwasser und Oberflächenwasserabfluss aus dem Einzugsgebiet) sowie der notwendigen Nutzung zur Ableitung von Abflüssen $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ aus den Fließgewässern Pleiße/ Wyhra/ Eula muss die Verlegungsstrecke bei Neukieritzsch aber erhalten werden. Die im Normalfall zufließenden Wassermengen, welche dann zu großen Teilen nur noch aus dem infiltrierenden Grundwasser

bestehen, sind stark eisenbelastet und müssen vor der Einleitung in die Pleiße unterhalb des Trachenauer Wehres einer Reinigung/ Behandlung unterzogen werden.“ [21]

Die Grundwassermengen und Eisenkonzentrationen wurden in Auswertung der Dokumentation zur Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenbelastung der Pleiße [20] (vgl. Punkt 3) ermittelt.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 4-10: Zusammenfassung der Ergebnisse der Ermittlung der zu behandelnden Wassermengen [aus 21]

Szenario	Q [m³/s]	Eisenfracht [g/s]	Eisenkonz. [mg/l]
Ist-Zustand	0,021	16,98	810,73
Ist-Zustand + GWRA MIBRAG (durchschnittl. Einleitmenge 0,583 m³/s)	0,604	17,91	29,66
Ist-Zustand + GWRA MIBRAG (max. Einleitmenge 1 m³/s)	1,021	19,98	19,57
Referenzszenario (Jahr 2150)	0,036	19,83	558,33
Referenzszenario (Jahr 2150) + Stützwasser Stausee Rötha (0,15 m³/s)	0,186	20,16	108,67

Langfristig relevant ist die Außerbetriebnahme der Einspeisung der GWRA und die notwendige Abflussmenge zur Stützung des Stausees Rötha (mindestens 0,15 m³/s). Durch die ständige Zuleitung von ca. 0,15 m³/s gering eisenbelasteten Pleißewasser erfolgt eine nicht unwesentliche Reduzierung der Eisenkonzentration (Verdünnung). Nach der Umsetzung der Maßnahmen wären dauerhaft ca. 200 l/s stark bergbaulich beeinflusstes Wasser mit einer Eisenkonzentration von ca. 100 mg/l zu behandeln, um einen Abstrom in den Unterlauf der Pleiße zu verhindern.

Für die Behandlung des Wassers kommen entsprechend der Untersuchungen folgende grundsätzliche Varianten in Betracht [21]:

- V1: Reinigung in einer Wasseraufbereitungsanlage im Nebenschluss zur Verlegungsstrecke,
- V2: Nutzung des Rückstaubereiches des Trachenauer Wehres,
- V3: Errichtung und Nutzung von Absetzbecken im Bereich der Verlegungsstrecke.

Im Ergebnis der Betrachtung ist davon auszugehen, dass die dargestellten Konzentrationen und Durchflüsse mit einer Wasseraufbereitungsanlage gut beherrschbar sind und guten Reinigungsziele erreicht werden können. Neben den Kosten für die Errichtung der Anlage sind bedingt durch den langen Nutzungszeitraum hohe Betriebskosten und Reinvestitionskosten zu erwarten.

Zur gezielten Ableitung des anfallenden Wassers muss das Gewässerprofil des Verlegungsabschnittes verändert und in ein kleineres Gerinne umgebaut werden, welches ggf. zusätzlich mit einer seitlichen Drainage versehen wird. Aufgrund der vorgesehenen Ableitung von Abflüssen > 15m³/s ist ein stabiler Ausbau der Sohle notwendig. Durch das neugestaltete System ist der Umbau des Trachenauer Wehres notwendig. Weiterhin verliert die Fischtreppe ihre Funktion.

Bei den Varianten 2 und 3 kann es zu einer Remobilisation des Eisenhydroxidschlammes und damit zur Belastung des Unterlaufes der Pleiße kommen.

„Bei den vorgestellten Lösungsansätzen handelt es sich um technische Anlagen, wodurch der bisherige Pleißeverlauf seinen Gewässerstatus gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie verliert.“ [21]

4.4.3 Gesamtfazit der Bearbeiter der Untersuchung zur Umverlegung der Pleiße

Die Ergebnisse wurden in einem Facharbeitskreis, bestehend aus LMBV, LTV, LDS, LfULG und RPV, vorgestellt und diskutiert.

„Insgesamt handelt es sich bei dem Vorhaben um sehr komplexe wasserwirtschaftliche Maßnahmen mit folgenden wesentlichen Problemstellungen:

- sehr hohe Investitions- und Betriebskosten, keine nachsorgefreie Lösung – Anfall von Ewigkeitskosten,
- schwierige genehmigungsrechtliche Situation (z.B. naturschutzfachliche Auswirkungen, Zuständigkeit für Übernahme/ Betrieb, Grunderwerb, Auswirkungen auf Dritte),
- Wirksamkeit in Bezug auf die Eisenproblematik unter Beachtung Nutzen-Kosten-Verhältnis
- Stark zu bezweifelnde Verhältnismäßigkeit der notwendigen Eingriffe zur vorhandenen Eisentracht in der Pleiße

Derzeit liegt keine belastbare Zieldefinition für den Oberflächenwasserkörper Pleiße als erheblich verändertes Gewässer vor.

Daher ist auch für die „Nullvariante“ (Belassen des derzeitigen Zustands) das Gefährdungspotenzial in Bezug auf die Eisenproblematik nicht abschließend bestimmt.

Weiterhin sind zur Problemlösung das Gesamtsystem und die daraus resultierenden Konsequenzen zu beachten. Dies sind u.a.

- das zukünftige Wasserdargebot im Südraum Leipzig einschließlich der Bewirtschaftung/ Steuerung der Tagebaurestseen (Bewirtschaftungs-/Steuerungszentrale)
- „klimabedingte Auswirkungen“ auf den Wasserhaushalt/ die Fließgewässer,
- Veränderungen z.B. durch die begrenzten Laufzeiten der bergbaubedingten Einrichtungen wie die Grubenwasserreinigungsanlage der MIBRAG und die Muldewasserüberleitung.

Aus den genannten Gründen wurde in den vorher genannten Gremien beschlossen, die weitere Bearbeitung der Maßnahme einzustellen. Aus den vorliegenden Erkenntnissen ist die Verhältnismäßigkeit zur Umsetzung dieser Maßnahme im Vergleich zu den anderen Maßnahmen aus der Bewertungsmatrix nicht gegeben.“ [21]

4.4.4 Fazit aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die Untersuchung der grundsätzlichen Machbarkeit zur Umverlegung der Pleiße aus dem Haupteintragsgebiet bergbaulich beeinflusster Grundwässer erfolgte stufenweise über die Ermittlung von Varianten zur Einleitung der Pleiße in die Witznitzer Seen und anschließenden Detailuntersuchungen für die Vorzugsvarianten zur Ableitung des Hochwasserabflusses $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ und der Umgestaltung der Verlegungstrecke.

Vor allem die nachfolgend genannten Randbedingungen:

- Einleitung von Pleißewasser in die Witznitzer Seen $< 15 \text{ m}^3/\text{s}$, Ableitung der Hochwässer $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ über den Verlegungsabschnitt,

- begrenzte Ausleitkapazität des Hainer Ableiters,
- Funktion des Verlegungsabschnittes als Vorflut (oberirdisches Einzugsgebiet),
- Stützung des Stausees Rötha,
- geringer grundwasserbürtiger Zutritt von stark bergbaulich beeinflusstem Wasser (29 l/s linksseitig, 7 l/s rechtsseitig) auf einer Strecke von 5,7 km

führen im Ergebnis der Betrachtungen zu komplexen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und einer umfassenden Umgestaltung des bestehenden Gewässersystems. Ein sich weitestgehend selbstregulierender Wasserhaushalt kann durch die technischen Vorkehrungen zur Steuerung des Systems nur begrenzt erreicht werden. Mit der Umsetzung der Maßnahmen wären sehr hohe Investitionskosten und Betriebskosten verbunden, die aufgrund der Untersuchungstiefe, der Komplexität und des anspruchsvollen Baugrundes (Kippe, wassergesättigt) in dieser Phase nicht abgeschätzt werden konnten. Mit der Realisierung wären zudem großflächige Eingriffe in den Naturhaushalt und ein hoher Flächen- und Ressourcenverbrauch verbunden.

Auch wenn mit der Umsetzung der Maßnahme eine Reduzierung der Eisenfracht in der Pleiße deutlich möglich (prognostiziert) ist, wäre nach der Eisenabscheidung in der Behandlungsanlage trotzdem ein hoher Sulfatwert im Ausleitwasser in Richtung Stausee Rötha zu besorgen. Der erst nach Einstellung der Einleitung aus der GWRA der MIBRAG sinken wird.

Auch im Vergleich zu den anderen Maßnahmen, die in der Bewertungsmatrix dargestellt sind, ist die Verhältnismäßigkeit – wie im Bericht [21] resümiert – nicht gegeben.

5 Gesamtbetrachtung

Nach der Auswertung des Sachstandes erfolgt nunmehr die Gesamtbetrachtung aller Maßnahmen gem. Tabelle 1-1 mit dem Ziel der Ableitung von ggf. weiteren Handlungserfordernissen unter Schwerpunktsetzung auf Maßnahmen zur Minderung der Eiseneinträge durch Exfiltration bergbaubeeinflusster Grundwässer in die Pleiße.

5.1 Maßnahme 1 – Fließgewässermonitoring

Zielstellung

Mit der Zielstellung eine Eisenfrachtbilanzierung über das Gesamtjahr zu ermöglichen, erfolgte in den vergangenen Jahren die Beprobung an den Messstellen der Pleiße möglichst in allen Abflussklassen 1 bis 5.

Arbeitsstand

Die letzte Dokumentation der durchgeführten Wasseruntersuchungen des Jahres 2019 erfolgte mit dem Jahresbericht [4q].

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

Im vorliegenden Bericht wurden die Auswertungen der Wasseruntersuchungen, Abflüsse und Frachten für die wichtigsten bergbautypischen Parameter fortgeschrieben sowie im Ergebnis Trendanalysen der Eisen(ges.)-Frachten und Sulfatfrachten erstellt.

Empfehlung aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Für die weitere Untersetzung der Statistik und der Durchführung von Trendanalysen wird die Fortführung des Pleißemonitorings empfohlen. (Maßnahme 1 wurde am 18.10.2017 im 104. Regionalen Sanierungsbeirat (RSB) bis einschließlich 2022 genehmigt).

Die Handlungsempfehlungen von SGL [4q], insbesondere die Wartung des Pegels Böhlen und die ggf. erforderliche Nachjustierung der W-Q-Beziehung sind bei der Fortführung des Monitorings zu beachten (Krautung des relevanten Fließgewässerabschnitts, Durchführung der zusätzlichen Abflussmessung an PL 12).

5.2 Maßnahme 2 – Grundwassermonitoring

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 im Jahr 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 Sickerschlitze im Bereich der Hochkippe Neukieritzsch (südwestlicher GW-Anstrom zur Pleiße) errichtet wurden.

Arbeitsstand

Für den vorliegenden Sachstandsbericht wurden die Daten der bestehenden Grundwassermonitoringprogramme der LMBV und Dritter für das Jahr 2019 in die Datenbasis integriert und die Auswertung der Grundwasseranalysen in einem gesonderten Bericht dokumentiert [1p].

Empfehlung aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die Fortführung des Monitorings an den Mehrfachmessstellen und Rammpegeln auf der Kippe Witznitz wird empfohlen. 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 Ergebnisse aus den Analysen des MHM (Dynamik und Güte) bilden die wesentliche Grundlage für weitere Aktualisierung der Hydrogeologischen Modelle. (Auch diese Maßnahme 2 wurde am 18.10.2017 im 104. Regionalen Sanierungsbeirat (RSB) bis einschließlich 2022 genehmigt).

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

Zielstellung

Für die Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Eisenbelastung der Pleiße bestand die Aufgabe, ein geeignetes Modellwerkzeug zu entwickeln, welches auf der Grundlage eines einheitlichen Verfahrens eine objektive Bewertung der zu betrachtenden Maßnahmen ermöglicht.

Maßgebend für den Vergleich/die Bewertung der Maßnahmenwirksamkeit ist die Erreichung des Zieles zur Verringerung der Eisen(ges.)-Konzentrationen im Kontrollquerschnitt der Messstelle Pleiße 10A (uh. Trachenauer Wehr). Als Zielwert wurde der Orientierungswert (der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter) der OGewV von Eisen mit einer Konzentration von $\leq 1,8 \text{ mg/l}$ definiert.

Arbeitsstand

Es wurde ein Modellwerkzeug als vereinfachtes Bilanzmodell für den untersuchten Pleißeabschnitt bezogen auf Wassermenge und Eisenfracht entwickelt. Dabei wurden folgende wesentliche Bilanzgrößen berücksichtigt:

- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration (Hintergrundkonzentration) im Oberlauf der Pleiße und der Wyhra (Oberflächengewässer) – Messstelle PL 4 und PL 5,
- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration, die aus dem Grundwasser in die Pleiße strömt,
- Wassermenge und Eisen(ges.)-Konzentration aus sonstigen Zuflüssen (Einleitung aus der GWRA der MIBRAG, Ableiter aus dem Hainer See),
- Sedimentation von Eisenhydroxidpartikeln im Fließgewässerabschnitt (Berücksichtigung der Sedimentation als Restglied).

Die Kalibrierung des Bilanzmodells erfolgte auf Grundlage der mit dem HGMS (Hydrogeologisches Großraummodell Süd, HGMS 2015, Stand 2017) ermittelten beidseitigen Grundwasserzuflüssen sowie den Ergebnissen aus dem Oberflächenwassermonitoring Pleiße für ausgewählte Messreihen.

Auf der Basis des Kalibrierungsszenarios wurden Bilanzen für das Referenzszenario (stationäre Grundwasserverhältnisse 2150) sowie für ein Modellszenario (Abdichtung der Pleiße im Kippeneinschnitt) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Abflüsse in der Pleiße berechnet.

Empfehlung aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Mit dem vorliegenden Modell ist die Abschätzung der Wirksamkeit auf der Grundlage eines vereinfachten Konzentrationsmodells entlang der Pleiße von der Mündung der Wyhra bis zum Unterwasser des Trachenauer Wehrs (Messstelle PL 10A) möglich. Das vereinfachte Konzentrationsmodell bildet die Reduktion der Eisen(ges.)-Konzentration (Eisensedimentation) durch die Definition eines Restgliedes unabhängig vom Durchfluss ab. Daher ist davon auszugehen, dass mit dem Modell die Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen insbesondere bei Niedrigwasser bis mittlere Abflüsse belastbar möglich ist.

Von besonderer Bedeutung für das erstellte Modellwerkzeug ist jeweils die als Grundlage dienende hydrogeologische Berechnung, die für den Referenzzustand und für den Zustand nach Maßnahmenumsetzung den jeweiligen Grundwasserzustrom für die einzelnen Bilanzabschnitte ausweist. Die Implementierung der zu untersuchenden Maßnahmenvariante in das Hydrogeologische Modell stellt damit den größten Aufwand bei der Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit dar.

Derzeit ergibt sich aus den vorliegenden Untersuchungen kein weiterer Bedarf zur Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen mit dem vereinfachten Bilanzmodell (s. Punkt 6).

Für eine Prognose der zukünftigen der Pleiße zuströmenden Eisenfrachten im Grundwasser – Prognose der Nullvariante – ist vor dem Hintergrund der Klimaveränderung eine Aktualisierung des HGMS, ggf. auch für klimatische Szenarien zu empfehlen. Dabei ist die Anpassung der Laufzeit der Tagebaue der MIBRAG, der mit der Einstellung der Wasserhaltungen verbundene frühere Grundwasserwiederanstieg und die Beendigung der Einleitung von gehobenem Grundwasser in die Pleiße zu berücksichtigen.

Die Aktualisierung/Fortschreibung des HGMS bildet dann auch eine wesentliche Grundlage für die Bewirtschaftung der Oberflächengewässer südl. von Leipzig. Dabei steht neben der Mengenbewirtschaftung, vor dem Hintergrund der klimatischen Veränderungen, auch die Gütebewirtschaftung (Sulfat) im Fokus.

5.4 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. Durch den langjährigen Anbau von Luzerne auf den Flächen der Kippe Witznitz soll durch erhöhte Bodenwasserausschöpfung und Evapotranspiration die Grundwasserneubildung deutlich reduziert und somit die Exfiltration von eisenbelastendem Grundwasser in die Pleiße vermindert werden.

Ab 2018 wurde die seit 2012 laufende ingenieurtechnische Begleitung durch die LMBV mit der Erfolgskontrolle und der Prognosefortschreibung der Kippenbewirtschaftung Witznitz (2018 – 2022) mit folgenden Teilleistungen beauftragt:

- Weiterführung der Felduntersuchungen auf der Kippe Witznitz an den bestehenden Kontrollflächen K1-K8,
- Betrieb der Lysimeter der Station Brandis (Lys 14/2 und 14/4) und Witznitz (13/1),
- Koordination der Nachsorgemaßnahmen,
- Grundwassermodellierung sowie Bodenwasserhaushaltsmodellierung (1D + 3D).

Im Jahr 2019 wurde die Beauftragung um die Leistung „Erweitertes Monitoring zur Erfolgskontrolle der Wirkungsprognosen der Minderung der GW-Neubildung“ ergänzt. Anhand eines Sondermessprofils soll die Wirkung des Sickerwassereinflusses auf die Grundwasserneubildung auf der Kippe Witznitz untersucht werden.

Arbeitsstand

Die Teilflächen A, B, C und D wurde erstmalig 2014 mit Luzerne bepflanzt. 2015 erfolgte die Aussaat von Luzerne dann auf der Teilfläche E, sodass die Gesamtfläche etwa 225,5 ha betrug. Im Jahr 2017 folgten die Flächen F und G, sodass die vorhandene Luzerneanbaufläche im nordöstlichen Teil der Kippe Witznitz um 107 ha ergänzt wurde. Der Fruchtwechsel ist nun für die Flächen A, C und D erst im Jahr 2020 geplant. Daraus resultiert für die genannten Flächen ein Bewirtschaftungszeitraum von 5 Jahren. Um eine Umwandlung der Landwirtschaftsflächen von Acker in nicht förderfähiges Dauergrünland zu vermeiden, war ursprünglich lediglich eine Anbauphase von 4 Jahren vorgesehen.

Mit der Umsetzung der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU für den Zeitraum 2014 bis 2020 erfolgte in 2016 eine Änderung der Definition für Dauergrünland in Bezug auf eine neue Einstufung von Reinsaaten und Futterleguminosen: „Reinsaaten von Futterleguminosen (z.B. Klee, Luzerne, Luzerne-Klee-Gemische) gelten nicht als Grünfütterpflanzen im Sinne der Definition der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013. Flächen mit Reinsaaten dieser Kulturen gelten als Ackerflächen und werden damit auch nicht nach fünf Jahren zu Dauergrünland. Dabei gelten die Flächen auch noch als Reinsaaten, wenn im Laufe der Zeit ein geringfügiger Anteil von Gras aufgrund von Selbstsaatsaaten eingewachsen ist.“

Wissenschaftliche Begleitung

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Luzerneanbaus für das Jahr 2019 sind in [9p] dokumentiert.

Im Jahr 2019 war die klimatische Wasserbilanz (berechnet aus dem korrigierten Niederschlag minus der potenziellen Verdunstung) wie im Jahr 2018 negativ, was zu einer geringen Grundwasserneubildung führte:

- Brandis -258 mm
- Witznitz -267 mm

In Auswertung der mit den Lysimetern ermittelten Verdunstungshöhen für die verschiedenen Anbaukulturen der vergangenen Jahre ergaben sich folgende durchschnittliche Verdunstungshöhen (Mittelwerte):

- Luzerne 662 mm/a
- Knautgras-Luzerne 631 mm/a
- Winterweizen 626 mm/a
- Knautgras 609 mm/a
- Winterraps 605 mm/a
- Wintergerste 542 mm/a
- Mais 508 mm/a.

Vergleicht man die seit Juli 2013 bis Dezember 2018 gemessenen Sickerwassermengen der mit Luzerne bzw. Knautgras-Luzerne bewirtschafteten 14er Lysimeter und der konventionell betriebenen 12er Lysimeter, so ergeben summarisch folgende Mengen an Sickerwasser [9p]:

- 14/2 275,4 mm (Knautgras-Luzerne)
- 14/4 182,2 mm (Luzerne)
- 12er 226 mm (Mittelwert).

Bei der Auswertung der Sickerwassermengen der Luzerne-Lysimeter zeigt sich, dass sich diese kaum zu den konventionell betriebenen Lysimetern unterscheiden. Als Gründe werden hierfür gem. [9p] folgende Aspekte gesehen:

- ungünstige Witterungsbedingungen und Trockenschäden,
- bevorzugte Sickerwasserwege an der Lysimeterwandung oder in Schrumpfrissen,
- erhöhter Fremdbewuchs,
- begrenzte Durchwurzelungstiefen.

„Eine angestrebte Minderung der Sickerwassermenge auf 25 % gegenüber Getreide ist somit aus den vorliegenden Lysimeter-Ergebnissen bisher noch nicht ersichtlich. Der Vergleich der seit 2009 ermittelten TM-Erträge zeigt jedoch, dass die Erträge auf den Kontrollflächen im Mittel mit 134 dt TM/ha mehr als 60 % höher sind als auf den Lysimetern mit nur 82 dt TM/ha. Es ist davon auszugehen, dass die Aufwuchsbedingungen auf den Kippenflächen besser sind, so dass es dort zu einer höheren Evapotranspiration, d. h. einem höheren Sickerwasserrückhalt kommt.“

Deshalb erfolgte im Jahr 2019 die Errichtung und die Inbetriebnahme eines Sondermessprofils, um mit den gewonnenen Daten die Bewirtschaftungswirkung des seit 2017 umgesetzten Luzerneanbaus auf die Kippe evaluieren zu können.

Errichtung der Messstellen des Sonderprofils auf der Kippe, 2D-Bodenwasserhaushaltsmodellierung

Das Sondermessprofil besteht aus 4 GWMST wobei entlang eines Längsschnittes 2 GWMST neu errichtet wurden. An den 3 GWMST, die sich auf der Hochlage der Grundwasseroberfläche der Kippe Witznitz befinden, wurden paarweise in Tiefen von 1,0 m und 2,5 m jeweils ein Sensor zur Messung der Bodenfeuchte und der Saugspannung installiert. Nach Errichtung des Sondermessprofils wurde Ende 2019 ein 2D-Bodenwasserhaushaltsmodell erstellt und vorkalibriert. Seit der Errichtung des Sondermessprofils werden die Daten kontinuierlich aufgezeichnet und das Modell anhand der Messdaten kontinuierlich verifiziert. Aufgrund der anhaltenden Trockenheit konnte die Feinkalibrierung des Modells nicht abgeschlossen werden, daher wurden im Mai und Juni 2020 Insitu-Versickerungsversuche durchgeführt. Inwieweit mit der Auswertung der Infiltrationsversuche die Feinkalibrierung des 2-D-Bodenwasserhaushaltsmodells durch den Bearbeiter erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wird im nächsten Jahresbericht zur ingenieurtechnischen Begleitung dargestellt.

Laufendhaltung der Modelle - Grundwassermodell

Es erfolgte der Vergleich der Prognoserechnungen des geohydrologischen Modells HGMS mit Messwerten bestehender und zweier neu niedergebrachter Pegel. Dieser Vergleich dient der Validierung der Prognoseergebnisse. Die Hydroisohypsen für die Jahresscheibe 2019 wurden mit mittleren Grundwasserneubildungsverhältnissen unter Berücksichtigung der Klimareihe bis 2017 berechnet. Dadurch kommt es zu größeren Abweichungen zwischen den gemessenen und berechneten Werten, bedingt durch die real sehr trockenen Verhältnisse der letzten Jahre. Modellseitig werden für 2019 deshalb meist höhere Werte ausgegeben. Die geringen Niederschlagsmengen und hohe Verdunstungswerte führen gerade im Bereich der neu errichteten Pegel 7642 und 7645 zu modellseitigen Abweichungen von bis zu 3 m im Vergleich zu den gemessenen Werten.

Empfehlung aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die Weiterführung der Maßnahme 5.1 in dargestellter Form wurde vom 22. VAK bis 2022 bestätigt.

Die Rahmenbedingungen, die in der letzten Gesamtbetrachtung dargestellt wurden, haben sich nicht verändert. Daher wird eine weitere wissenschaftliche Begleitung des Luzerneanbaues als sinnvoll erachtet.

Die Bewirtschaftungswirkung soll mit dem errichteten Sondermessprofil, bestehend aus Grundwassermessstellen und Bodenwassermessstellen, im Realmaßstab evaluiert werden. Für die Überwachung der Sickerwassermengen sind die ausgewählten Standorte im Bereich der Grundwasserhochfläche grundsätzlich geeignet. Die bodenphysikalischen und die chemischen Parameter der Standorte der neuen Grundwassermessstellen verdeutlichen wiederum die Heterogenität der Kippe.

Bzgl. der notwendigen Verifizierung des HGMS auf der Basis der Fortschreibung der aktuellen Klimareihe wurde bereits im Punkt 5.3 eingegangen. Die mit dem Modell HGMS in der Form HGMS18p berechneten Grundwasserstände unter Berücksichtigung der Klimareihe bis 2017 erfassen die real sehr trockenen letzten Jahre nicht, so dass die Grundwasserstände modellseitig für 2019 als zu hoch ausgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der trockenen Jahre und der ggf. weiter fortschreitenden Änderung des Klimas ergibt sich die Frage, ob die bisher ausgewiesenen mittleren Grundwasserstände noch erreicht werden. Aus der Änderung der Prognose der Grundwasserstände im Bereich der Kippe Witznitz resultieren verringerte Volumenströme in Richtung Pleiße einschließlich der Eisenfrachten. Daher sind eine Verifizierung des HGMS und eine nachfolgende Berechnung der Szenarien zu empfehlen.

5.5 Maßnahme 5.4 – Machbarkeitsstudie zur Grundwasserbehandlung (mikrobiell induzierte Eisenretention)

Zielstellung

Das Verfahren zur Behandlung des Grundwassers durch eine mikrobiologische Sulfatreduktion und der damit verbundenen Eisenfällung wurde bereits unter anderen Standortbedingungen im Lausitzer Revier getestet. Die Hauptaufgabe der Machbarkeitsstudie besteht somit darin, die Übertragbarkeit des Verfahrens auf die spezifischen Standorteigenschaften der Kippe Witznitz zu prüfen.

Arbeitsstand

Gem. vorliegender Aufgabenstellung [25a] soll in einem ersten Schritt die grundsätzliche Machbarkeit des Einsatzes einer induzierten Eisenretention im Grundwasseranstrom zur Pleiße am Standort Kippe Witznitz zur Reduktion der Eisenbelastung in der Pleiße überprüft werden. Dafür sind im Rahmen der Untersuchung grundsätzliche Fragen/Problemstellungen zur Machbarkeit zu beantworten. Im Ergebnis des ersten Schrittes ist darüber zu entscheiden, ob eine Empfehlung zum Einsatz der Technologie und der diesbezüglichen weiteren Prüfung/Planung gegeben werden kann.

Die Standortverhältnisse der Kippe Witznitz sind entstehungsbedingt durch eine hohe Heterogenität der Verteilung der Sedimente mit unterschiedlichen Sedimentqualitäten geprägt. Daraus resultieren Unterschiede in den Wasserleitfähigkeiten (als Kennwert für das Infiltrationsvermögen des Sediments).

Nach Sichtung und Bewertung der geologischen Daten (Erkundungsbohrungen, berechnete Durchlässigkeitswerte aus Siebkennlinien) durch den Bearbeiter wurde konstatiert, dass die vorliegenden Bohrungen die Verhältnisse nur im Ansatz widerspiegeln und daher die Durchführung von Infiltrationsversuchen sinnvoll ist [25b]. Der empfohlene Infiltrationsversuch mittels DSI-Lanzen bietet die Möglichkeit, die tatsächliche Wasserleitfähigkeit im Gelände zu bestimmen. Die Infiltrationsversuche beidseits der Pleiße wurden im Jahr 2020 durchgeführt. Die Dokumentation der Ergebnisse liegt noch nicht vor.

Empfehlungen aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die geplante Vorgehensweise zur Behebung des Datendefizites in Bezug auf die tatsächliche Wasserleitfähigkeit des Kippenbodens ist plausibel. Wie vom Bearbeiter dargestellt, werden lediglich zwei Punktinformationen gewonnen, die es jedoch ermöglichen die gemessenen effektiven Wasserleitfähigkeiten den aus Siebanalysen berechneten Durchlässigkeiten gegenüberzustellen und damit eine bessere Einschätzung der vorliegenden Daten zu ermöglichen.

Die bereits mehrfach im Rahmen der Untersuchungen zur Exfiltrationsproblematik herausgestellte Heterogenität der Kippe ist bei der Beurteilung der grundsätzlichen Durchführbarkeit des Verfahrens zum mikrobiell induzierten Eisenrückhalt nicht nur in Bezug auf die Wasserleitfähigkeit zu berücksichtigen sondern auch auf bevorzugte Fließwege zu bewerten. Es ist u. a. die Frage zu klären inwieweit es mit einem vertretbaren Aufwand (Abstand der Lanzen in der Infiltrationslinie) gelingt, den Grundwasserzustrom zur Pleiße umfassend mit der infiltrierten Kohlenstoffquelle zu erfassen.

5.6 Maßnahme 5.7 – Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See

Zielstellung

Die Untersuchungen zur Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See wurden in die Vorplanungsphase überführt. Folgende Ziele standen zu Beginn der Vorplanung mit der geplanten Umsetzung zunächst im Focus:

- Ziel 1: Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine EHS-Reduzierung in der Pleiße durch weitere Maßnahmen zu ermöglichen,
- Ziel 2: Gewährleistung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes (pH-Neutralität) im Hainer See,
- Ziel 3: Förderung des Tourismus.

Mit der vorliegenden Vorplanung von iKD [22a] wurden Lösungen untersucht, die die genannten Ziele erreichen. Im Planungsprozess wurde durch die Landesdirektion Sachsen die Bewirtschaftung der Gewässer des Südraumes Leipzig als weiteres Ziel vorgeschlagen. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass die Ziele 1 und 2 jeweils stark unterschiedliche Randbedingungen zur weiteren Variantenbetrachtung bilden. Es wurden daher zwei Grundsätzliche Zielstellungen (GZ) definiert:

- GZ1: Überleitung der maximal möglichen Wassermenge in den Hainer See unter Beachtung der maximalen Ausleitmengen über den bestehenden Ableiter Hainer See (2,2 m³/s); die GZ 1 fördert Ziel 1 maximal,
- GZ2: Überleitung der mindestens erforderlichen Wassermenge in den Hainer See zur Gewährleistung des Nachsorgeneutralisationsbedarfs gegen die natürliche Rückversauerung (im Jahresdurchschnitt 0,21 m³/s); die GZ 2 fördert Ziel 2 maximal.

Arbeitsstand

Mit der vorliegenden Planung durch iKD [22a] wurden für die jeweiligen grundsätzlichen Zielstellungen Vorzugslösungen erarbeitet. Im Planungsprozess unter Beteiligung der LDS wurde von der ursprünglichen Zielstellung Ziel 1 (Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine Reduzierung der Eisenfrachten in der Pleiße durch nachfolgende Maßnahmen {effektiver} zu ermöglichen) aufgrund der Rahmenbedingungen Abstand genommen.

Daher erfolgte für die Vorzugslösung zur Erreichung der Zielstellung 2 zur Deckung des Nachsorgeneutralisationsbedarfes im Hainer See durch die LMBV eine Vorhabensanzeige auf der Basis der Vorplanung an die LDS. In der ermittelten Vorzugslösung wird nach Auswertung der vorliegenden Abflussdaten der Wyhra davon ausgegangen, dass durch eine Dimensionierung auf bis zu 0,42 m³/s (also das Doppelte des notwendigen Jahresmittelwertes) die Menge der notwendigen Einleitung gewährleistet werden kann.

Mit der Prüfung der Vorhabensanzeige durch die LDS wurde noch ein weiterer Untersuchungsbedarf festgestellt. Grundsätzlich wird von Seiten der LDS die Durchführung einer iterativen Langzeit-Bewirtschaftungssimulation (unter Berücksichtigung der pH-Nachsorge, der Mengenbewirtschaftung und des durch den Antragsteller zu begründenden ökologischen Mindestwasserabfluss in der Wyhra) gefordert. Mit den Ergebnissen der Simulation können geeignete Varianten abgeleitet, geprüft und bewertet sowie deren Wirtschaftlichkeit eingeschätzt werden. Dabei ist die reale Abflusskapazität des Hainer Ableiters zu berücksichtigen.

Gem. durchgeführter Umweltverträglichkeitsvorprüfung besteht die Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Über die Art des wasserrechtlichen Zulassungsverfahrens kann erst nach Festlegung eines geeigneten Überleitungsbauwerkes abschließend durch die Behörde entschieden werden.

Empfehlungen aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Die Vorzugsvariante der Vorplanung [22a] sieht den Bau eines Gerinnes bis zum Biotop südlich der Lagune des Hainers See und die anschließende Durchleitung über das Biotop bis zum vorhandenen Durchlass zum Hainer See vor. Gem. vorliegendem Limnologischen Gutachten ist das Wasser im Biotop deutlich bergbaulich geprägt. Die Einleitung von Wasser aus der Wyhra in das Biotop führt zur Verdünnung des deutlich bergbaulich beeinflussten Wassers und zur Beschleunigung des Prozesses der EHS-Bildung. Ein Teil der Alkalinität des Wyhra-Wassers wird also schon im Bereich des Biotops verbraucht und steht somit nicht für die Neutralisation des Wassers im Hainer See zur Verfügung. Ein zusätzlicher Eintrag von Acidität vom Biotop in den Hainer See ist damit auch weiterhin nicht ausgeschlossen.

- ➔ Daher ist bei der weiteren Planung die Notwendigkeit zur Abdichtung des Gerinnes vor allem im Bereich der Querung der Innenkippe (Linie Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau) zu untersuchen. Die Vorzugslösung zur Umsetzung der Zielstellung 1 beinhaltet bspw. die Abdichtung des Gerinnes von der Wyhra bis zur Einleitstelle nördlich des Wendehammers in Hainer See (Lagune Kahnsdorf).

Für die Konditionierung des Seewassers ist somit in den Anfangsjahren ein durchschnittlicher Abfluss von 0,21 m³/s notwendig. Für die Überbrückung von Zeiten mit einem geringen Wasserdargebot in der Wyhra (unter Berücksichtigung des ökologischen Mindestwasserabflusses) ist von einer höheren notwendigen durchschnittlichen Überleitung zum Hainer See bis 0,42 m³/s auszugehen.

Mit dem Klimawandel werden für die relevante Region weiter sinkende jährliche Niederschlagsmengen prognostiziert. Die Prognose auf der Basis von WETTREG 2010 (Szenario A1B) weist im Vergleich zur Klimanormalperiode von 1961 bis 1990 eine Änderung der jährlichen Niederschläge für das Tiefland von Westsachsen von -11,7 % bis -19,4 % für die Projektion 2041 bis 2050 aus.

- ➔ Vor diesem Hintergrund ist mit einem verminderten Wasserdargebot in der Wyhra zukünftig zu rechnen. Inwieweit unter diesen Voraussetzungen eine Gütebewirtschaftung des Hainer Sees ausschließlich mit Wasser aus der Wyhra möglich ist, ist auch unter Berücksichtigung des abnehmenden Bedarfes an einem Alkalinitätseintrag zur Neutralisierung zu untersuchen. Dabei ist der ökologische Mindestwasserabfluss in der Wyhra, die tatsächlich bewirtschaftbare Lamelle des Hainer Sees sowie die Ausleitkapazität des Hainer Ableiters zu berücksichtigen (s. Punkt 4.3.3). Inwieweit zukünftig eine Mengenbewirtschaftung des Hainer Sees erforderlich wird, sollte über eine Hydrogeologische Berechnung der Schwankungslamelle der Seewasserstände in den Witznitzer Seen unter Berücksichtigung der Klimareihen bis Ende 2020 bzw. von Klimaprognosen ermittelt werden. Fallen die Seewasserstände unter zuvor definierte Grenzwerte, wäre eine zusätzliche Mengenbewirtschaftung der Seen erforderlich.

Die von der LDS geforderte Erstellung einer iterativen Langzeit-Bewirtschaftungssimulation schafft in Bezug auf die Gütebewirtschaftung, die Gewährleistung des ökologischen Mindestwasserabflusses in der Wyhra und der von den Behörden gewünschten Mengenbewirtschaftung Klarheit.

Der flächenhafte Eintrag von Kalksteinmehl mit Gewässerbehandlungsschiffen ist eine erfolgreich praktizierte Maßnahme der LMBV zur Sicherung der Gewässergüte von bergbaulich beeinflussten Seen. Die relativ unkomplizierte Durchführung der Inlake-Seewasserbehandlung mit Bekalkungsschiffen steht als Ersatztechnologie zur Verfügung, wenn durch ein vermindertes Wasserdargebot in der Wyhra ein Steuern des angestrebten pH-Wertbereiches des Seewassers verhindert wird.

5.7 Maßnahme 5.8 – Untersuchung zur Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches des Tagebaues Witznitz und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen

Zielstellung

Das Ziel der Untersuchung ist in [21] formuliert:

„Zur Vermeidung des Eiseneintrags in die Pleiße, welcher maßgeblich im Bereich des ehemaligen Kippengeländes der Kippe Witznitz stattfindet, ist die Maßnahme „Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippengebietes und Durchleitung durch die Witznitzer“ als eine der möglicherweise zielführenden Maßnahmen aus der Bewertungsmatrix hervorgegangen.

Der Grundansatz ist, dass durch die Verlegung der Pleiße der Eintrag von Eisen über das Grundwasser in diesem Bereich verhindert und damit eine Verbesserung des Fließgewässersystems Pleiße erreicht wird. Zudem würde sich durch die Anbindung der Pleiße an die Witznitzer Seen ein sich weitgehend selbstregulierender Wasserhaushalt einstellen.

Gleichzeitig würde der bisherige Pleißeverlauf – im Folgenden als Verlegungsstrecke der Pleiße bei Neukieritzsch bezeichnet - nicht mehr bzw. nur bei größeren Abflüssen/Hochwasserabflüssen bespannt, wodurch sich der Durchfluss im Regelfall auf exfiltrierendes Grundwasser und den lokalen Oberflächenabfluss beschränkt.

Da die Wirkung als Vorfluter grundsätzlich erhalten werden soll und das der Verlegungsstrecke zuströmende Grundwasser weiterhin sehr stark eisenbelastet ist, wird eine Aufbereitung des anfallenden, aufkonzentrierten Wassers notwendig. Im Falle einer Nutzung der Verlegungsstrecke zur Ableitung von Hochwasserabflüssen ist ein Austrag von Eisenhydroxidschlamm in das unterhalb liegende Gewässersystem im Hochwasserfall denkbar.“

Arbeitsstand

Die Untersuchungen zur grundsätzlichen Machbarkeit erfolgten stufenweise, um frühzeitig auf der Basis des vorhandenen Kenntnisstandes solche Varianten, deren Umsetzung aus objektiven Kriterien nicht möglich erscheint, ausschließen zu können [21]:

- | | |
|----------|--|
| Stufe 1: | Ermittlung von Varianten zur Einleitung der Pleiße in die Witznitzer Seen sowie Ermittlung und Bewertung der Raumwiderstände und technischer Rahmenbedingungen der Gewässerkorridore |
| Stufe 2: | Detailuntersuchungen für die Vorzugsvarianten aus Stufe 1 für eine auf 15 m³/s begrenzte Einleitung und diesbezügliche Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss und die verbleibende Verlegungsstrecke bei Neukieritzsch |

Die Herangehensweise wurde frühzeitig und begleitend im Rahmen von Workshops unter Beteiligung von Vertretern der anliegenden Kommunen, der LTV, dem RPV Leipzig-West Sachsen und der LMBV abgestimmt. Die Untersuchungen sind abgeschlossen.

Die Ergebnisse wurden in einem Facharbeitskreis, bestehend aus LMBV, LTV, LDS, LfULG und RPV, vorgestellt und diskutiert.

„Insgesamt handelt es sich bei dem Vorhaben um sehr komplexe wasserwirtschaftliche Maßnahmen mit folgenden wesentlichen Problemstellungen:

- sehr hohe Investitions- und Betriebskosten, keine nachsorgefreie Lösung – Anfall von Ewigkeitskosten,
- schwierige genehmigungsrechtliche Situation (z.B. naturschutzfachliche Auswirkungen, Zuständigkeit für Übernahme/ Betrieb, Grunderwerb, Auswirkungen auf Dritte),
- Wirksamkeit in Bezug auf die Eisenproblematik unter Beachtung Nutzen-Kosten-Verhältnis
- Stark zu bezweifelnde Verhältnismäßigkeit der notwendigen Eingriffe zur vorhandenen Eisenerfracht in der Pleiße

Derzeit liegt keine belastbare Zieldefinition für den Oberflächenwasserkörper Pleiße als erheblich verändertes Gewässer vor.

Daher ist auch für die „Nullvariante“ (Belassen des derzeitigen Zustands) das Gefährdungspotenzial in Bezug auf die Eisenproblematik nicht abschließend bestimmt.

Weiterhin sind zur Problemlösung das Gesamtsystem und die daraus resultierenden Konsequenzen zu beachten. Dies sind u.a.

- das zukünftige Wasserdargebot im Südraum Leipzig einschließlich der Bewirtschaftung/ Steuerung der Tagebaurestseen (Bewirtschaftungs-/Steuerungszentrale)
- „klimabedingte Auswirkungen“ auf den Wasserhaushalt/ die Fließgewässer,
- Veränderungen z.B. durch die begrenzten Laufzeiten der bergbaubedingten Einrichtungen wie die Grubenwasserreinigungsanlage der MIBRAG und die Muldewasserüberleitung.

Aus den genannten Gründen wurde in den vorher genannten Gremien beschlossen, die weitere Bearbeitung der Maßnahme einzustellen. Aus den vorliegenden Erkenntnissen ist die Verhältnismäßigkeit zur Umsetzung dieser Maßnahme im Vergleich zu den anderen Maßnahmen aus der Bewertungsmatrix nicht gegeben.“ [21]

Empfehlungen aus Sicht der Gesamtbetrachtung

Im Vergleich zu den anderen Maßnahmen, die in der Bewertungsmatrix dargestellt sind, ist die Verhältnismäßigkeit – wie im Bericht [21] resümiert – nicht gegeben.

Die Durchführung der abschließenden Bewertung der Maßnahme 5.5 (Einbindung der Pleiße in den Kahnsdorfer See) wird daher empfohlen (s. Tabelle 1-1). Dabei wären folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Bau Zulaufgerinne zum Kahnsdorfer See einschl. Einlauf- und Auslaufbauwerk;
- Anlage zur Konditionierung (bei Ziel der Ausleitkonzentration Fe < 1,8 mg/l) im Zulaufgerinne oder am Kahnsdorfer See (Einsatz von Flockungshilfsmittel);
- Ableitung aus dem Kahnsdorfer See in die Pleiße über den neu auszubauenden Hainer Ableiter (Gewässerausbau einschließlich aller kreuzenden Ingenieurbauwerke), Dükerung des Zuleiters

Stausee Rötha, Neubau Auslaufbauwerk am Trachenauer Wehr unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse (Kippe, wassergesättigt);

- Ermittlung der Wirksamkeit unter Berücksichtigung des direkten Hochwasserabschlages über das Trachenauer Wehr;
- Kostenschätzung: Investitionskosten und Betriebskosten (100 a).

6 Betrachtung der Maßnahmenübersicht zur Minderung der Eisenkonzentration in der Pleiße

Zielstellung

Erstellung und Fortschreibung einer für Außenstehende nachvollziehbaren Auflistung möglicher Maßnahmen zur Minderung der bergbaubedingten Eisenfrachten in der Pleiße, 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.

Arbeitsstand

Bewertung der Maßnahmen in 3 Prüfschritten:

- Wirksamkeit
- Durchführbarkeit/Prognose zur Genehmigungsfähigkeit und Flächenverfügbarkeit
- Verhältnismäßigkeit (Herstellungsaufwand, Bewirtschaftungsaufwand)

Nach Bewertung der Maßnahmen anhand der genannten Prüfkriterien wurde die Weiterverfolgung für einen Großteil, vor allem aufgrund fehlender oder zu gering prognostizierter Wirksamkeit, eingestellt.

Derzeit werden folgende Maßnahmen weiter untersucht bzw. ist eine Fortführung gem. Punkt 4 vorgesehen (s. Bewertungsmatrix [18c] bzw. zusammenfassende Auflistung Tabelle 6-1):

LfdNr.	Maßnahmenbezeichnung
1.9	Mikrobiell induzierte Eisenretention Grundlagenermittlung hat stattgefunden, Infiltrationsversuche an 2 Standorten wurden durchgeführt, Dokumentation steht noch aus
2.12	Teileinleitung der Wyhra in den Hainer See und Wiedereinleitung in die Pleiße am Trachenauer Wehr Weitere Untersuchungsbedarf gegeben Schwerpunkt pH-Nachsorge Hainer See, ggf. Mengenbewirtschaftung Ziel 1 (Verringerung der Wassermenge in der Pleiße, um eine Reduzierung der Eisenfrachten in der Pleiße durch nachfolgende Maßnahmen zu ermöglichen) unter den gegebenen Rahmenbedingungen aus fachlicher Sicht nicht weiterverfolgt

Die Maßnahme **1.1** „Bewirtschaftung von Kippenflächen Kippe Witznitz (Luzerneanbau)“ läuft als großtechnische Umsetzung seit 2015 (ein Vertrag mit dem Flächenbewirtschafter liegt vor). Die wissenschaftliche Begleitung wird fortgeführt. Die Erfolgskontrolle wird mit einem erweiterten Monitoring an einem Sondermessprofil auf der Kippe Witznitz durchgeführt.

Die Maßnahmen **2.9.2** „Einbindung der Pleiße in den Kahnsdorfer See zur Sedimentation von EHS – unter Zugabe von sedimentationsfördernden Stoffen“ wurde aufgrund der zusätzlichen technischen Maßnahmen und der damit verbundenen dauerhaften Kosten, den Raumwiderständen (u. a. Aussagen der Flächeneigentümer) nicht weiterverfolgt. Eine abschließende Untersuchung zur Maßnahmenwirksamkeit und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird aus Sicht der Gesamtbetrachtung empfohlen.

Tabelle 6-1: Auflistung der Maßnahmen zur Minderung der Eisenexfiltration in die Pleiße (nach [18c])

lfd. Nummer	Übersicht zu Maßnahmen zur Minderung der Eisenexfiltration in die Pleiße
0	Nullvariante
1	eintragsmindernde Maßnahmen
1.1	Bewirtschaftung Kippenflächen Kippe Witznitz (Luzerneanbau)
1.2	Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße Prioritäre Fläche: 1W südliche Fläche
1.3	Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße Prioritäre Fläche: 2O nördliche Fläche
1.4	Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße Prioritäre Fläche: Flächenkomplex 5O mit 4O westliche Fläche
1.5	Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße Prioritäre Fläche: 4W
1.6	Auffanggräben (einseitig der Pleiße)
1.7	Sickerschlitze inklusive Neubau einer LMBV-eigenen Grundwasserreinigungsanlage
1.8	Auffanggräben bzw. Sickerschlitze ein- oder beidseitig der Pleiße
1.9	Mikrobiell induzierte Eisenretention (Machbarkeitsstudie)
1.10	Oberflächenabdichtung der Kippenflächen
1.11	Errichtung einer Dichtwand an der Kippe Witznitz parallel zur Pleiße
1.12	Abdichtung des Pleißeбетtes
2	stoffmindernde Maßnahmen
2.1	Räumung Nebenarm der Pleiße -Zulauf vom Trachenauer Wehr zum Speicher Rötha- (NSM 1) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.2	Räumung Rückstaubereich Trachenauer Wehr -Gewässerausbau und EHS-Entnahme- (FAM 1) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.3	Räumung Rückstaubereich Gauliser Wehr -Gewässerausbau und EHS-Entnahme- (FAM 2) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.4	Räumung Rückstaubereich AGRA Wehr (FAM 3) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.5	Räumung Rückstaubereich Connewitzer Wehr (FAM 4) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.6	Überleitung der Pleiße über Markleeberger See (VM 2) (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.7	Überleitung der Pleiße in Kahnsdorfer See 1. Trassenvariante (VM1-A) "vom Wyhraabsturz zum Kahnsdorfer See" (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.8	Überleitung der Pleiße in Kahnsdorfer See 2. Trassenvariante (VM1-B) "über die Kippe Witznitz" (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.9	Überleitung der Pleiße in Kahnsdorfer See 3. Trassenvariante (VM1-C) "oberhalb des Trachenauer Wehres zum Kahnsdorfer See" (Untersuchung von Sedimentationsräumen im Fließgewässer bzw. im Nebenschluss einschl. Untersuchungen zur Verwertung der EHS)
2.9.1	Einbindung der Pleiße in den Kahnsdorfer See zur Sedimentation von EHS
2.9.2	Einbindung der Pleiße in den Kahnsdorfer See zur Sedimentation von EHS - unter Zugabe von Sedimentationsfördernden Stoffen
2.10	Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereichs und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen
2.11	Nutzung des Stausees Rötha als Sedimentationsbecken mit Errichtung eines Auslaufbauwerkes am Westufer - keine weiteren baulichen Maßnahmen -
2.12	(Teil-)Einleitung der Wyhra in den Hainer See und Wiedereinleitung in die Pleiße am Trachenauer Wehr
2.13	Ausbaggerung des Stausees Rötha im Einlaufbereich zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit und Förderung der Sedimentation
2.14	Ausfällung des Eisens im bestehenden Pleißeбетt
2.15	Niveaueinhebung der Pleiße durch Anhebung des Trachenauer Wehres
2.16	Bau eines neuen Wehres vor dem Trachenauer Wehr
2.17	Flusskläranlage/ Grubenwasserreinigungsanlage für die Pleiße
	Maßnahme umgesetzt
	Untersuchungen zur Wirksamkeit der Maßnahme in Bearbeitung (2.9.2 Untersuchung der Wirtschaftlichkeit empfohlen)
	Maßnahme ohne relevante Wirkung in Bezug auf die Eisenkonzentrationen in der Pleiße, Maßnahme wird mit dem Fokus auf die Gütebewirtschaftung des Hainer See weiterverfolgt
	nach Prüfung der Maßnahme keine Weiterverfolgung

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Machbarkeit der Maßnahme **2.10** „Verlegung der Pleiße außerhalb des Kippenbereiches und Durchleitung der Pleiße durch die Witznitzer Seen“ wurden im Punkt 4.4 dargestellt. Aus den vorliegenden Erkenntnissen ist die Verhältnismäßigkeit zur Umsetzung dieser Maßnahme im Vergleich zu den anderen Maßnahmen aus der Bewertungsmatrix nicht gegeben. Die Maßnahme wird nicht weiterverfolgt.

Weiterer Verfahrensweg

Im Ergebnis der Untersuchungen zur Machbarkeit der Maßnahme 2.10 wurde durch den Facharbeitskreis¹⁷ bestehend aus RPV L-WS, LDS, LTV, LfULG und LMBV am 06.08.2019 der nachfolgende Verfahrensweg beschlossen:

„Durch das LfULG wird ein Vorhabens- und Sanierungsplan für den Oberflächenwasserkörper Pleiße erarbeitet.

Dabei erfolgt als erstes die Bewertung des Oberflächenwasserkörpers nach Wasserrahmenrichtlinie einschließlich einer Bewertung des Gefährdungspotenzials der „Nullvariante“ (keine Maßnahmen).

Im Ergebnis der Bewertung erfolgt die Ableitung eines Zielzustandes unter Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie, wobei u.a. das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot maßgeblich sind.

In Folge des definierten Zielzustandes sollen dann die im Verantwortungsbereich der LMBV liegenden notwendigen und auch verhältnismäßigen Maßnahmen zur Zielerreichung festgelegt werden. Zur Maßnahmenfindung wird unter anderem die von der LMBV erarbeitete Bewertungsmatrix herangezogen.“[21]

¹⁷ Protokoll: Fachbezogene Arbeitsgruppe zur Umverlegung der Pleiße, vom 06.08.2019



Auswertung der Datenbasis 2019

Parameter Eisen

Konzentration [mg/L]

Spezies: Fe(ges) / Fe(gel) / Fe(2+)

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

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

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

- unterird. TEZG Pleiße 2015 [IBGW 04/2017]
- unterird. TEZG Pleiße 2100 [IBGW 04/2017]

Bereiche mit möglichen Fremdeinflüssen auf die Grundwasserbeschaffenheit [IBGW 04/2017]

- Deponie RL 3
- Ascheverspülung Lobstädt Lachen
- Ökologisches Großprojekt Böhlen
- Auflandbecken Gaulis
- Industrielle Absetzanlage (IAA) Böhlen
- Deponie Böhlen
- Schuttkippe Espenhain (Lage nicht genau bek.)
- Deponie B2/B95

Monitoring Pleiße

- Messstellen Pleißemonitoring
- Messstellen nach Optimierung Monitoring
- Pleiße [Gewässerachse, LTV2004]

- Bauwerk
- Pegel
- relevante Zuflüsse

- Wasserflächen
- Landinanspruchnahme Braunkohlenbergbau

Anlage 1

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

Auftragnehmer:

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

Auftraggeber:

LMBV
Lausitzer und Mitteldeutsche
Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH

Sanierungsbereich Mitteldeutschland

DTK	Datum	Name / Abt.	Bestellnr.	Maßstab
DTK 50	11/2018	Seelig / V14		
themenatisch bearbeitet	12/2020	Schieffeld/Sweco		1:40.000
themenatisch bearbeitet				
themenatisch verändert	12/2020	Schieffeld/Sweco		

Auftragsnr.: 45050896

Zeichnungsnr.: -

DTK50-Vf: Geobasis-DE/BKG 2018

Benutzungssysteme:
Lage: HDX3 / ETR589 angepasst
Länge: DTM2011 (ca. 1990-1999)
Kartengrundlage:
DTK50-Vf: Stand: 2018-2018
Datum: 07/2018 [GDSN 2020]

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

Für die Richtigkeit der marksischen Unterlagen:

Leipzig, den..... Marksischer