

Bericht

Vorhaben	Umverlegung der Pleiße im Bereich des ehemaligen Tagebaus Witznitz II zur Sedimentation von Eisenhydroxidschlämmen
Gegenstand	3D-Gewässermodellierung zur Sedimentation von EHS im Kahnsdorfer See - Südeinleitung
Auftraggeber	iKD Ingenieur-Consult GmbH Zur Wetterwarte 50, Haus 337/G 01109 Dresden
Bauherr	LMBV mbH Sanierungsbereich Mitteldeutschland Walter-Köhn-Straße 2 04356 Leipzig
Verfasser	GIP Grundwasser-Ingenieurbau-Planung GmbH Dresden Meraner Straße 10, 01217 Dresden
Datum	08.05.2018, Überarbeitung vom 12.07.2018

Dr. Uli Uhlig
Geschäftsführer

Dr. Thomas Luckner
Geschäftsführer

Anschrift:
GIP Grundwasser-Ingenieurbau-Planung GmbH
Dresden
im Grundwasser-Zentrum Dresden
Meraner Straße 10
01217 Dresden

www.GIP-Dresden.de / Info@GIP-Dresden.de

Kontakt:
Tel.: 0351 - 40 50 630
Fax.: 0351 - 40 50 639
Bankverbindung:
Deutsche Kreditbank AG
Konto-Nr.: 1020015259, BLZ: 12030000
IBAN: DE87 1203 0000 1020 0152 59
BIC: BYLADEM1001

Handelsregister:
Amtsgericht Dresden
HRB 28040
USt-IdNr.:
DE 267102338
Geschäftsführer:
Dr.-Ing. habil. Thomas Luckner
Dr.-Ing. Uli Uhlig

Inhaltsverzeichnis		Seite
	Verzeichnis der Anlagen	4
	Verzeichnis der Anhänge	4
	Abkürzungen	5
	Unterlagen / Literatur	6
1	Veranlassung	5
2	Untersuchungsgebiet und Modellrandbedingungen	7
2.1	Morphologische Randbedingungen.....	7
2.2	Meteorologische Randbedingungen.....	8
2.3	Vertikale Temperaturprofile des Kahnsdorfer Sees	9
2.4	Eintrag von Pleißewasser und Wasserentnahme	10
3	Modellaufbau	11
3.1	Verwendete Programme	11
3.2	Randbedingungen.....	12
3.2.1	Horizontale und vertikale Diskretisierung des Modellraumes.....	12
3.2.2	Kopplung von Wasserkörper und Atmosphäre	14
4	Berechnungsvarianten	16
5	Ergebnisse der hydraulischen Berechnung.....	21
6	Fazit und Empfehlungen.....	23

Verzeichnis der Anlagen

Folgende Anlagen sind Bestandteil des vorliegenden Berichts:

Nr.	Bezeichnung	Maßstab
A1 - 1.1	Strömungsvektoren Szenario 2 - Variante 1B	1:2500
A1 - 1.2	Strömungsvektoren Szenario 2 - Variante 2B	1:2500
A1 - 1.3	Strömungsvektoren Szenario 2 - Variante 3B	1:2500

Abkürzungen

ABP	Abschlussbetriebsplan
AST	Aufgabenstellung
GOK	Gelände Oberkante
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWRA	Grundwasserreinigungsanlage
MGWL	Modellgrundwasserleiter
NHN	Normalhöhennull
OK	Oberkante
UK	Unterkante

Unterlagen / Literatur

Folgende Unterlagen wurden für die Bearbeitung vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und für die Bearbeitung genutzt:

Nr. Bezeichnung

- [1] ARGE 2016: ARGE Gewässersanierung-LMBV, Methodik zur Ermittlung der Eisenfrachteinträge in den Kahnsdorfer See, Vorhaben: Bewertung der GW-Exfiltration Kippe Witznitz; Minderung der Eisen und Sulfateinträge in die Pleiße, 04.02.2016
- [2] GIP 2017: 3D-Gewässermodellierung zur Sedimentation von EHS im Kahnsdorfer See; 06.03.2017
- [3] IBGW 2017: Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße, 07.04.2017
- [4] GIP 2017: Quantifizierung des Absetzverhaltens von Eisenhydroxiden nach Einleitung von Wasser aus der Pleiße in den Kahnsdorfer See. Bericht, 13.06.2017
- [5] GIP 2017: Weiterführende Quantifizierung des Absetzverhaltens von Eisenhydroxiden nach Einleitung von Wasser aus der Pleiße in den Kahnsdorfer See. Bericht, 28.12.2017

1 Veranlassung

Nach der Einstellung der bergbaubedingten Wasserhaltungen zur Grundwasserabsenkung im Bereich der ehemaligen Braunkohlentagebaue steigt das Grundwasser großräumig wieder an und es stellen sich langfristig natürliche Grundwasserströmungsverhältnisse ein. Der Grundwasserspiegel ist nunmehr soweit angestiegen, dass es aufgrund der hydraulischen Kopplung des Grundwassers mit den oberirdischen Gewässern zu einer Exfiltration von saurem, eisen- und sulfatbelastetem Kippengrundwasser in die Pleiße kommt. Dies führt zu erhöhten Eisenkonzentrationen in der Pleiße und damit zu einer sichtbaren Braunfärbung des Gewässers. Durch umfangreiche Messungen im Oberflächengewässer wurde nachgewiesen, dass der Haupteiseneintrag in die Pleiße im Fließgewässerabschnitt zwischen der Wyhramündung und Neukieritzsch stattfindet [1], in dem die Pleiße in den 1960er Jahren direkt über die Kippe und entlang der Kippe des Tagebaus Witznitz II verlegt wurde.

Die Stofffrachten in der Pleiße führen neben der Verfärbung über lange Fließwege und der damit verbundenen negativen Beeinflussung der touristischen Nutzung der Gewässer auch zu einer Schädigung der aquatischen Lebensgemeinschaften von Fischen, Makrozoobenthos und Makrophyten.

In vorangegangenen Untersuchungen wurde die Maßnahme der Durchleitung der Pleiße durch den Kahnsdorfer See in Verbindung mit der Errichtung eines Zulaufgerinnes vom Trachenauer Wehr in den Kahnsdorfer See betrachtet. Zur Quantifizierung des Absetzverhaltens der Eisenhydroxidpartikel im Kahnsdorfer See wurde hierfür eine stationäre 3D-Modellierung durchgeführt und in [2] dokumentiert.

Eine weitere mögliche Maßnahme ist die Umverlegung der Pleiße aus dem Haupteintragsbereich der Kippe Witznitz zwischen der Wyhramündung und dem Trachenauer Wehr. Die Pleiße soll dann entlang der östlichen Grenze der Kippe Witznitz und dem Gewachsenen zum Kahnsdorfer See geführt und durch diesen durchgeleitet werden, um eine Minimierung des Eiseneintrages aus der Kippe Witznitz zu bewirken. Mit dem vorliegenden Bericht wird die in [2] dokumentierte stationäre 3D-Modellierung zur Quantifizierung des Absetzverhaltens im Kahnsdorfer See um das Szenario 3 - Umverlegung der Pleiße ab der Wyhramündung und Südeinleitung in den Kahnsdorfer See - ergänzt. Die Berechnungen basieren vollständig auf dem in [2] dokumentierten 3D-Modell.

Die bisher an den Gütemessstellen PL4 und PL5 (siehe Abb. 1), die unmittelbar vor der Passage der Kippe Witznitz liegen, gemessenen Eisenkonzentrationen liegen deutlich unter 2 mg/L. Nach aktuellen Berechnungen zur langfristigen Entwicklung der Grundwasserströmung und Beschaffenheit der IBGW [3] ist in Zukunft mit Frachterhöhungen oberstromig der Wyhramündung zu rechnen. Hierdurch lassen sich geringfügig erhöhte Eisenkonzentrationen im Zulauf ableiten. Weiterhin ist der zukünftige Grundwasserzustrom und Eiseneintrag in dem neu verlegten Pleißeabschnitt zu berücksichtigen, der im aktuellen Planungsstand noch nicht zu quantifizieren ist und des weiteren von der zu wählenden technischen Lösung (ggf. Dichtung bzw. Teildichtung des Gewässerabschnittes) abhängt.

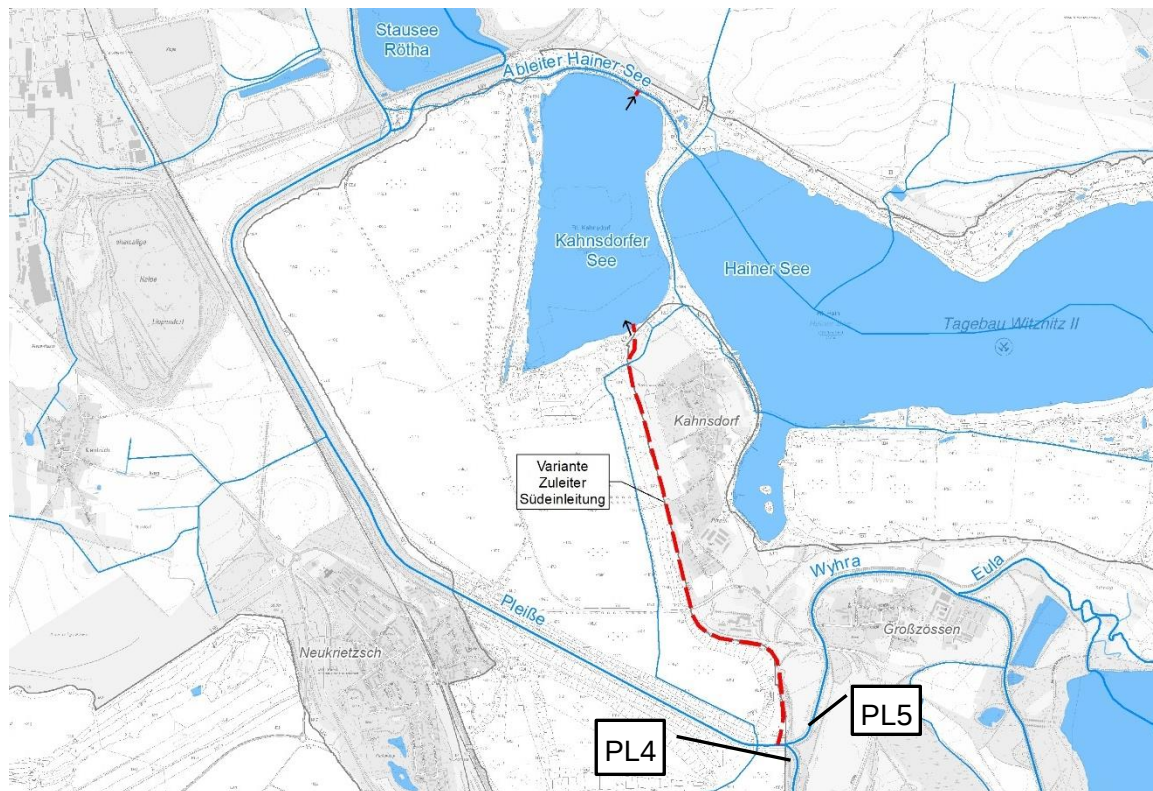


Abb. 1: Darstellung der Maßnahme „Südeinleitung“

Die vorliegenden Berechnungen dienen zur Quantifizierung des Absetzverhaltens für Eisenhydroxidpartikel im Kahnsdorfer See zur Abschätzung der Auswirkungen der Maßnahme auf die Wasserbeschaffenheit im Kahnsdorfer See. Die Berechnungen wurden für verschiedene Varianten unter Berücksichtigung einer plausiblen Spanne zukünftig erwartbarer Zulaufkonzentrationen durchgeführt.

2 Untersuchungsgebiet und Modellrandbedingungen

2.1 Morphologische Randbedingungen

Zur Erstellung eines digitalen Höhenmodells (siehe Abb. 2) der topographischen Gestalt des Kahnsdorfer Sees lagen als Bathymetrie Lotungsdaten der LMBV vor. Die hoch aufgelösten Daten der Lotung (1 x 1 m Grid) wurden auf eine 5 x 5m Grid interpoliert. Die Abb. 2 zeigt das digitale Höhenmodell, welches für das 3D-Seemodell verwendet wurde.

Bei einem mittleren End Wasserstand¹ von 126,5 m NHN beträgt die maximale Wassertiefe des Sees im südlichen Teil des Beckens 43,3 m.

Die Bathymetrie des Kahnsdorfer Sees ist typisch für ein Tagebaurestloch. Der technologiebedingte Randschlauch ist in der Beckenstruktur deutlich zu erkennen (Abb. 2).

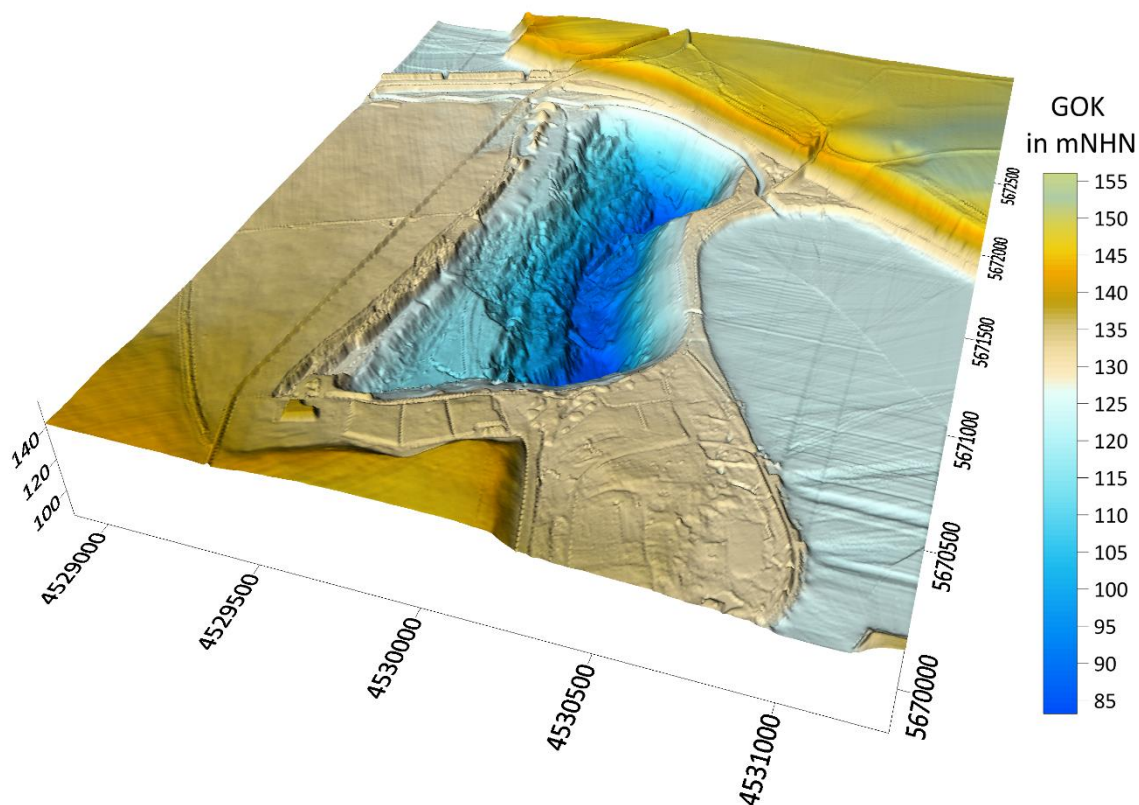


Abb. 2: digitales Höhenmodell des Kahnsdorfer Sees und des umliegenden Geländes

¹ Quelle: Tagebauseen der LMBV - aktualisiert mit Stand vom Dezember 2017 - <https://www.lmbv.de/index.php/suedraum-leipzig.html>

2.2 Meteorologische Randbedingungen

Für die Ableitung der meteorologischen Randbedingungen wurden in [2] die Daten der Wetterstation W1 Stausee Rötha, die einen Zeitraum von 04/2011 bis 12/2011 abbilden, verwendet. Die Station befindet sich im Bereich des Trachenauer Wehrs linksseitig der Pleiße (RW 4528740, HW 5671819) und damit in unmittelbarer Nähe zum Kahnsdorfer See. Die nächstgelegene Klimastation des DWD, an der auch Windgeschwindigkeiten gemessen werden, befindet sich in Leipzig-Holzhausen (Stations ID 02928) mit einem Abstand von 16 km. Für die begründete Ableitung von maßgebenden Windgeschwindigkeiten wurde daher die Wetterstation W1 am Stausee Rötha verwendet, da hier neben der örtlichen Nähe auch die örtlichen Gegebenheiten (Seefläche) vergleichbar sind.

Auf der Basis der verfügbaren Daten der Wetterstation W1 am Stausee Rötha wurde eine Windrose erstellt (siehe Abb. 3). Im Betrachtungszeitraum wurden Windgeschwindigkeiten bis 8,2 m/s aus den Richtungen Süd (S), über Südwest (SW) bis West (W) gemessen.

Bei den in [2] dokumentierten Berechnungen (Szenarien 1 und 2) wurden jeweils Windgeschwindigkeiten von 3 und 6 m/s aus Richtung SW gewählt. Dabei zeigte sich ein im Vergleich zu anderen Parametern geringer Einfluss. Aus diesem Grund wurde für die vorliegenden Berechnungen eine Windgeschwindigkeit von 6 m/s aus Richtung SW angesetzt.

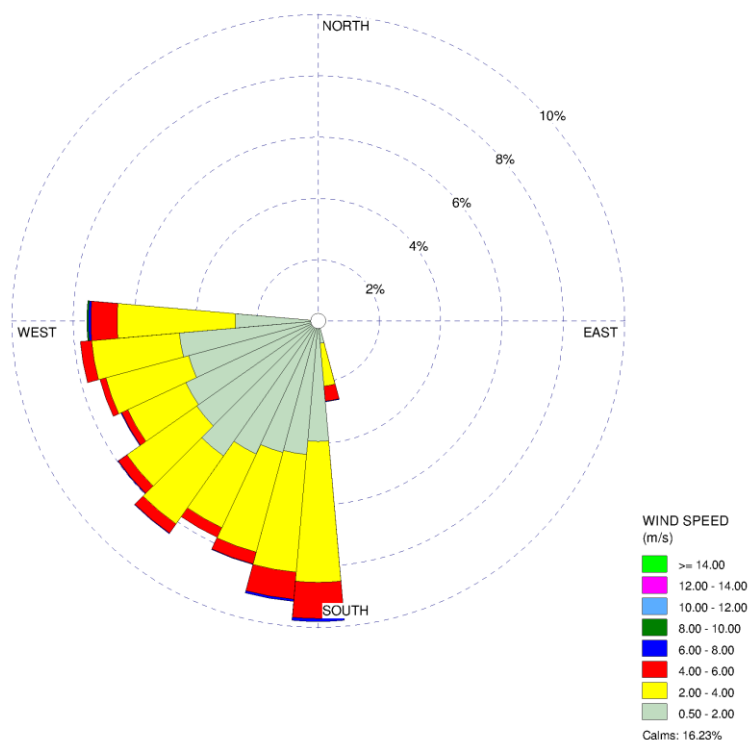


Abb. 3: Windrose der Daten an der Messstelle W1 (Trachenauer Wehr)

2.3 Vertikale Temperaturprofile des Kahnsdorfer Sees

Die gemessenen Epilimnionstiefen liegen im Bereich zwischen 3,9 und 10 m (siehe Abb. 4). Als Grundlage des Modells wird in [2] eine Schichtung mit einer Wassertiefe von 7 m angenommen. Die Schichtung wurde als Randbedingung zu Beginn der Berechnung vorgegeben. Eine Änderung der Wassertemperatur war nur durch den Eintrag von Pleißewasser mit einer Temperatur von 15 °C im Modell möglich. Damit konnte der Einfluss des Wassereintrages auf die Mächtigkeit des Epilimnions mit dem Modell berechnet werden.

Der Wärmeaustausch mit der Atmosphäre konnte in der vorliegenden stationären Modellierung nicht betrachtet werden. Der Eintrag von Grundwasser in den See und dessen Wirkung auf die Schichtung und die Fe-Konzentration wurde ebenfalls vernachlässigt.

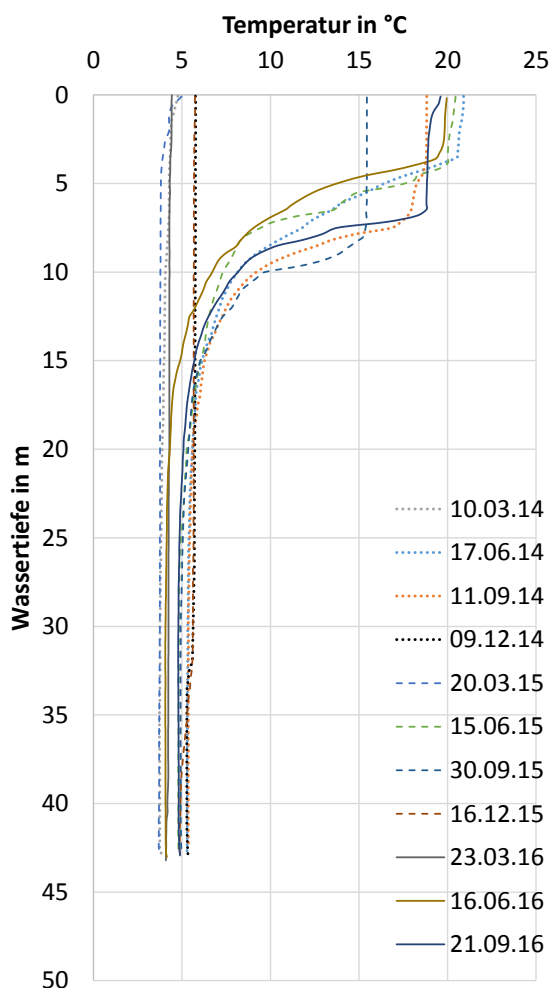


Abb. 4: Temperaturprofile der MST RWS1 im Jahresverlauf 2016

2.4 Eintrag von Pleißewasser und Wasserentnahme

Für den Eintrag von Wasser aus der Pleiße wurde der in Abb. 5 dargestellte südliche Eintragspunkt gewählt. Die Volumenströme des Eintrages richten sich nach den in Abschnitt 4 beschriebenen Berechnungsvarianten. Die daraus für den Zustrom in den Kahnsdorfer See resultierenden Vektoren sind im Abschnitt 5 in Abb. 13 und Abb. 14 dargestellt.



Abb. 5: Eintrags- und Entnahmepunkte der „Südeinleitung“ sowie Lage der Seewassermessstelle RWS1

3 Modellaufbau

3.1 Verwendete Programme

Zur numerischen Berechnung des Strömungsfeldes und der Fe-Verteilung wurde das Programm „MOHID - Water Modelling System“ verwendet. Es handelt sich um ein vom MARETEC (Marine and Environmental Technology Research Center) in FORTRAN entwickeltes 3D-Oberflächenwassermodellierungssystem. Das Programm MOHID ist durch die Verfügbarkeit des Quellcodes sehr gut dokumentiert.

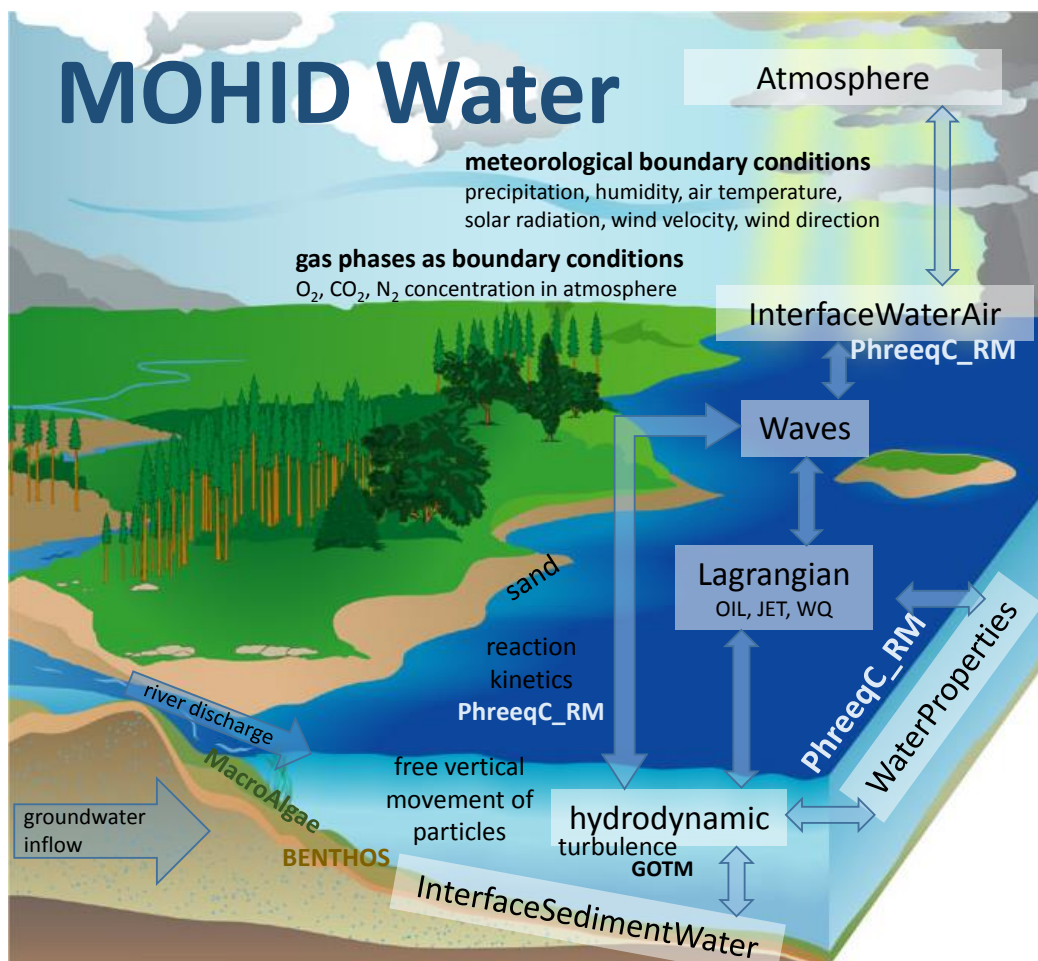


Abb. 6: Schema der im Programm berücksichtigten Zusammenhänge und Module

MOHID-Water berechnet auf Basis der finiten Volumen Methode Strömungsvorgänge in Wasserkörpern mit einer Grenzfläche zur Atmosphäre, wie z.B. Seen, Ozeane, Talsperren, Flussabschnitte oder Flussmündungen.

Die visuelle Darstellung der Simulationsergebnisse kann unmittelbar in MOHID-Water oder mit einem GIS-Programm erfolgen.

Als Datenausgabeformate sind *.txt, *.dat und *.hdf5 verfügbar. Der modulare Aufbau von MOHID gestattet die Definition von Rand- und Anfangsbedingungen in Skriptdateien, die für die verwendeten Module zu entwickeln sind. Mit MOHID ist es möglich ein-, zwei- und dreidimensionale Modelle zu erstellen.

In Abb. 6 sind die mit MOHID abbildbaren Zusammenhänge und Untermodule schematisch dargestellt. MOHID kann neben dem Energieaustausch zwischen Wasserkörper und Atmosphäre durch Strahlung, Windeinfluss, Niederschlag, Verdunstung auch Zu- und Abflüsse aus Grund- und Oberflächenwasser sowie den Transport von Feststoffen berücksichtigen.

Im Modell Kahnsdorf wird der Einfluss eines definierten Windes aus Richtung SW und der Impulseintrag mit dem Pleißewasser als Randbedingung festgelegt. Weitere Parameter des Modells enthält Abschnitt 4, in dem die Szenarien vorgestellt werden.

3.2 Randbedingungen

3.2.1 Horizontale und vertikale Diskretisierung des Modellraumes

Für die horizontale Diskretisierung des Wasserkörpers wurde in [2] ein Gitter mit einer Zellausdehnung in X- und in Y-Richtung von 50 m x 50 m erzeugt.

Zur vertikalen Diskretisierung wurde der Modellraum in 38 Schichten mit Schichtdicken zwischen 1 m (im Bereich des Epilimnions) und 2 m (im Bereich des Seebodens) unterteilt.

Die Abb. 7 zeigt die horizontale Diskretisierung mit den Wassertiefen und die Schnitte in XZ und YZ-Richtung die später für die Ergebnisdarstellung gewählt wurden.

In Abb. 8 sind die räumliche Diskretisierung und die Temperaturschichtung des Kahnsdorfer Sees im Querschnitt entlang der XZ-Schnittachse (siehe Abb. 7) dargestellt. Abb. 9 zeigt ebenfalls Temperaturschichtung und Modellgitter im Längsschnitt (Nord - Süd).

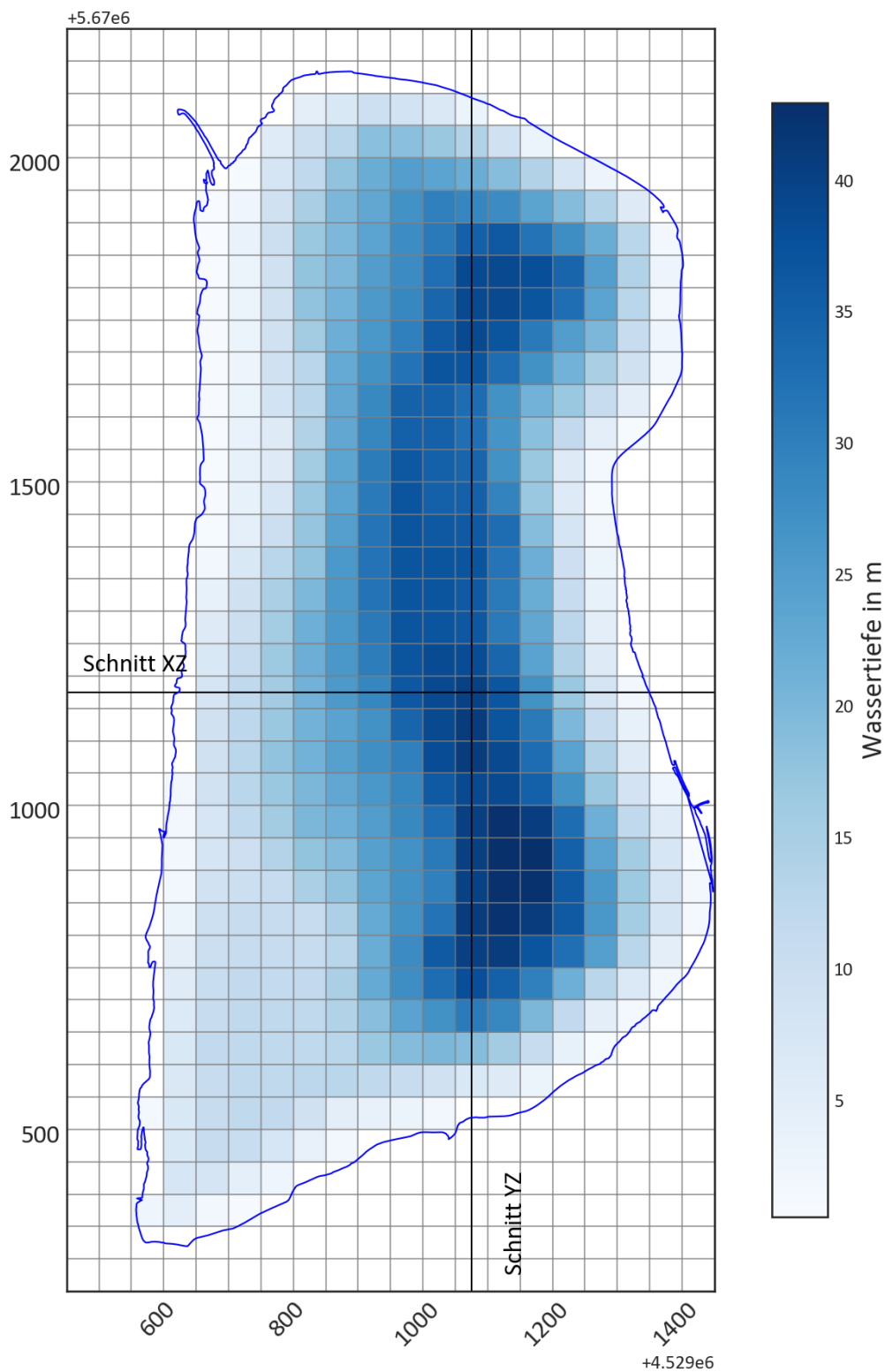


Abb. 7: Horizontale Diskretisierung des 100 m x 100 m Grids mit Uferlinie und den vertikalen Schnitten entlang der X-Achse (A-A' bzw. Schnitt XZ) sowie der Y-Achse (B-B' bzw. Schnitt YZ)

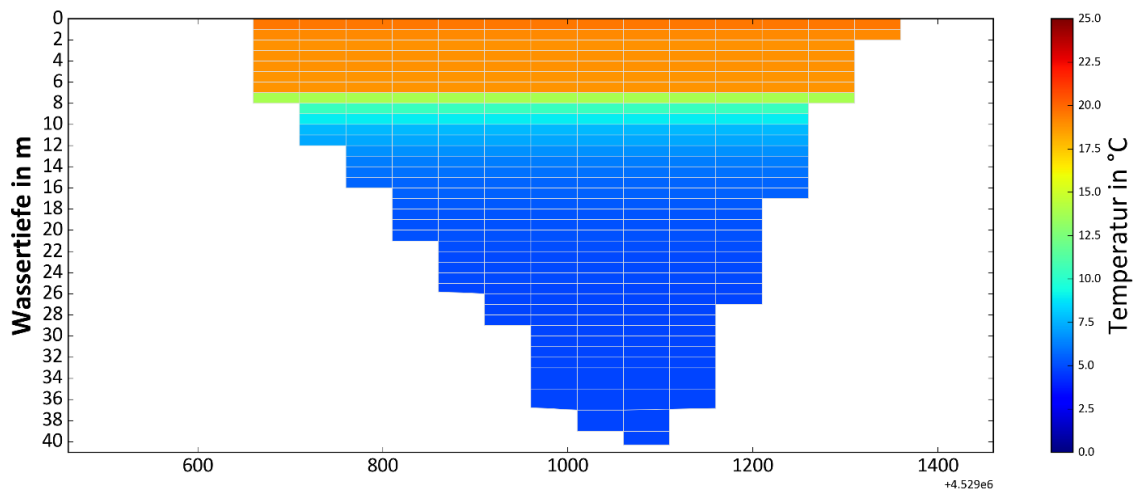


Abb. 8: Vertikale Diskretisierung des 50 m x 50 m Grids (XZ-Schnitt), die Z-Achse wird stark überhöht dargestellt

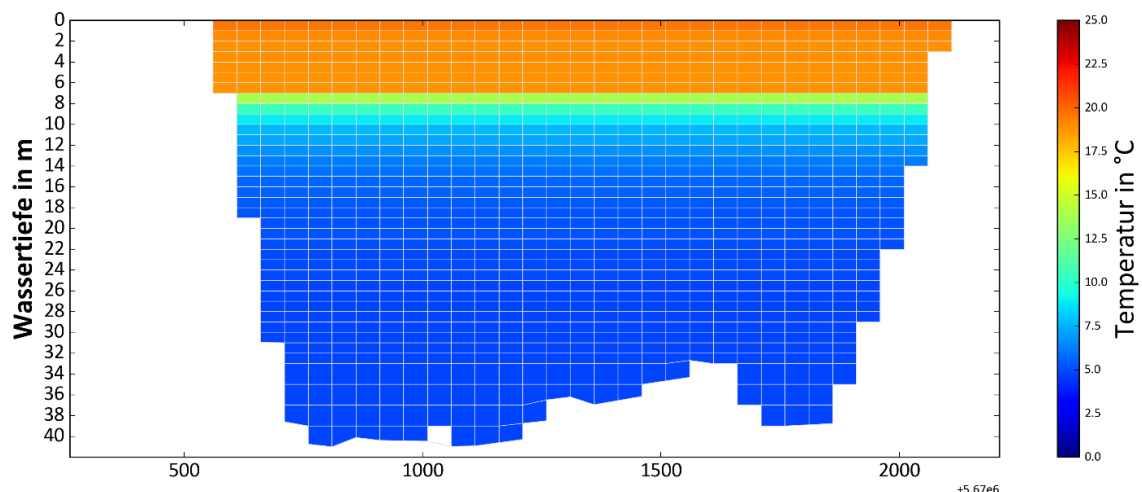


Abb. 9: Vertikale Diskretisierung des 100 m x 100 m Grids (YZ-Schnitt), die Z-Achse wird stark überhöht dargestellt

3.2.2 Kopplung von Wasserkörper und Atmosphäre

Das Seemodell beschreibt ein offenes System, in das am Eintragungspunkt Wasser aus der Pleiße eingetragen wird und aus dem am Entnahmepunkt Seewasser mit dem gleichen Volumenstrom entnommen wird.

Der Wärmeaustausch mit der Atmosphäre ist in einem stationären Modell nicht abbildbar und wurde deshalb in der vorliegenden Modellierung, auch in Analogie zu [2], vernachlässigt.

Dichteströmungen und Turbulenzen werden mit dem Turbulenzmodell GOTM (Global Ocean Turbulence Model) berechnet.

Die Dichte des Wassers wird mit der UNESCO equation of state (UNESCO 1983, UNESCO 2010) auf Grundlage der Leitfähigkeit und der Temperatur des Seewassers berechnet.

4 Berechnungsvarianten

Zielstellung der vorliegenden Berechnung war die Untersuchung des Absetzverhaltens für Eisenhydroxidpartikel im Kahnsdorfer See bei verschiedenen Zulaufkonzentrationen, als Grundlage für die weitere Planung der Maßnahme „Südeinleitung“.

Unmittelbar vor dem Zusammenfluss von Pleiße und Wyhra befinden sich die Gütemessstellen PL 4 (Pleiße) und PL 5 (Wyhra). Dabei zeigt sich keine Abhängigkeit der Eisenkonzentration vom Abfluss, d.h. die an diesen Messstellen derzeit gemessenen Eisengehalte entsprechen der Hintergrundkonzentration von 0,75 mg/l für die Pleiße an der PL4 und von 1,12 mg/l für die Wyhra an der PL5. Für die nachfolgenden Betrachtungen wurde entsprechend der jeweiligen Durchflüsse von Pleiße und Wyhra die Mischkonzentration nach dem Zusammenfluss berechnet. Wie aus Abb. 11 hervorgeht, liegen die Mischkonzentrationen im Mittel bei 0,9 mg/L und maximal² bei 1,6 mg/L.

Nach aktuellen Berechnungen zur langfristigen Entwicklung der Grundwasserströmung und Beschaffenheit der IBGW [3] ist in Zukunft mit nachfolgend aufgeführten maximalen Frachterhöhungen aus dem Grundwasser in die Pleiße oberstromig der Wyhramündung zu rechnen. Für die Wyhra wurden in [3] keine Erhöhung der grundwasserbürdigen Eisenzuströme ausgewiesen.

Tab. 1 Berechnete Eisen ges. - Frachten im Zustrom zur Pleiße für das Baseline-Szenario (Auszug aus [3], Anlage 7) Angaben in kg/d

	2015	2027	2040	2100
Bilanzgebiet 1				
<i>West Kippe Regis</i>	74	131	176	235
<i>Ost Kippe Regis</i>	38	35	45	62
Bilanzgebiet 2				
<i>West Kippe Deutzen</i>	9	33	71	115
<i>Ost Kippe Deutzen / Borna-West</i>	109	155	155	155
Bilanzgebiet 3				
<i>West Kippe Deutzen / Witznitz</i>	51	53	58	69
<i>GWL 1.1 / 3</i>	15	15	16	17
Summe	296	422	521	653
Faktor-Frachterhöhung	0	1,43	1,76	2,21

Aus diesen Ergebnissen wurde für die vorliegende Berechnung die anteilige Frachterhöhung gegenüber dem aktuellen Zustand (2015) abgeleitet. Um die zukünftig zu erwartenden Eisenkonzentrationen abzuschätzen, wurde die derzeitigen Hintergrundkonzentration der Pleiße von 0,75 mg/L mit dem Faktor der Frachterhöhung multipliziert. Mit der damit maximal erwartbaren Frachterhöhung der grundwasserbürdigen Eisenzuströme aus den Kippenbereichen in die Pleiße ist für das Jahr 2100 (stationären Endzustand) eine Konzentrationserhöhung um 0,9 mg/l zu erwarten. Zur Veranschaulichung des Einflusses auf

² Der Messwert vom 01.12.2015 mit 3,34 mg/L wurde dabei nicht mit betrachtet.

die Mischwasserkonzentration nach dem Zusammenfluss von Pleiße und Wyhra wurde diese Konzentrationserhöhung auf die bisher gemessenen Eisenkonzentrationen (Zeitreihe von 2014 bis 2017) aufgeprägt und die sich damit ergebende Mischkonzentration berechnet. Diese sind in Abb. 11 dargestellt. Demnach sind in der Pleiße nach dem Zusammenfluss mit der Wyhra (Beginn der Umverlegung) Eisenkonzentrationen im Mittel von 1,5 mg/l und maximal von 2,2 mg/l zu erwarten.

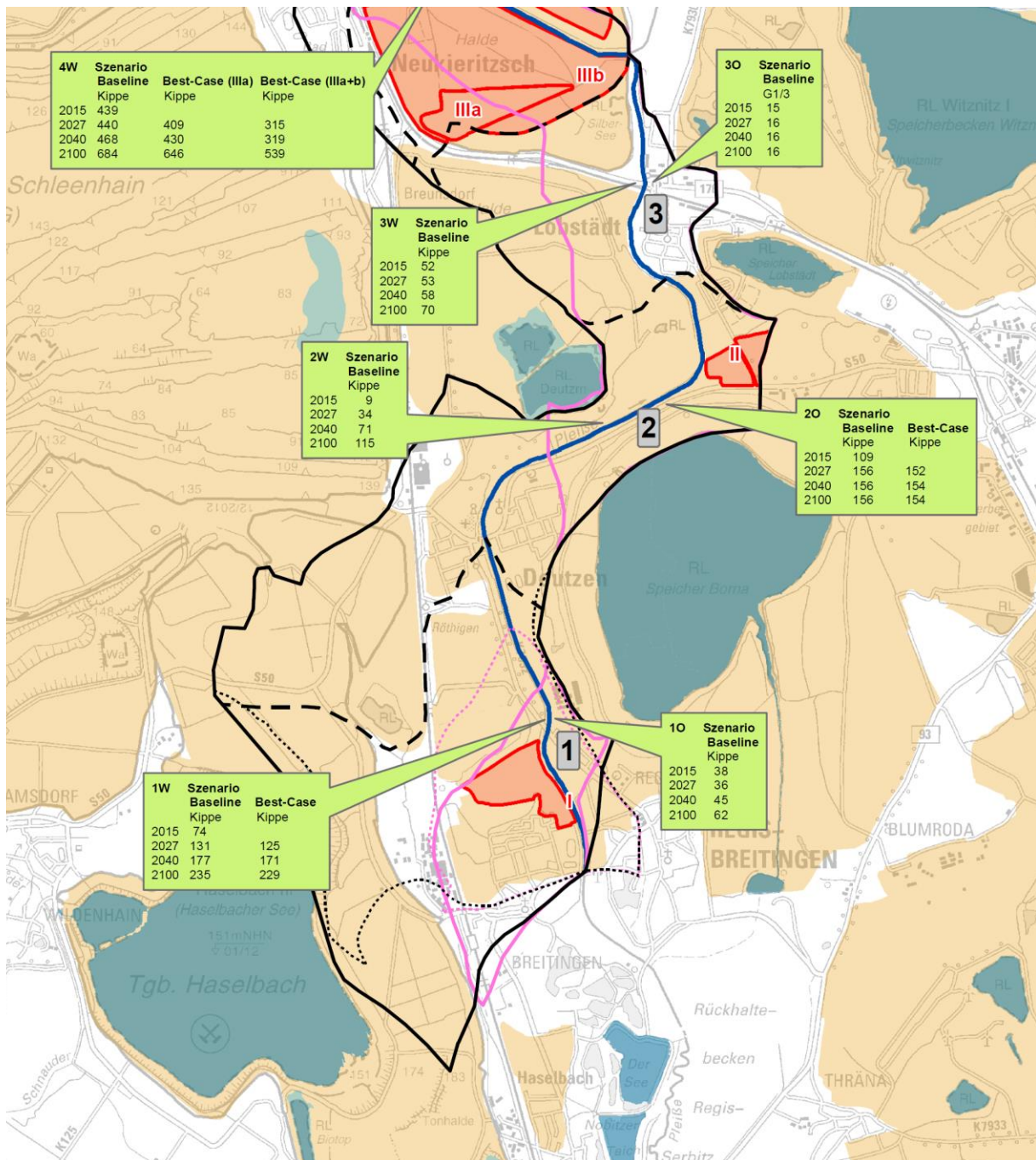


Abb. 10: Lage der Bilanzgebiete (Auszug aus IBGW [3], Anlage 5)

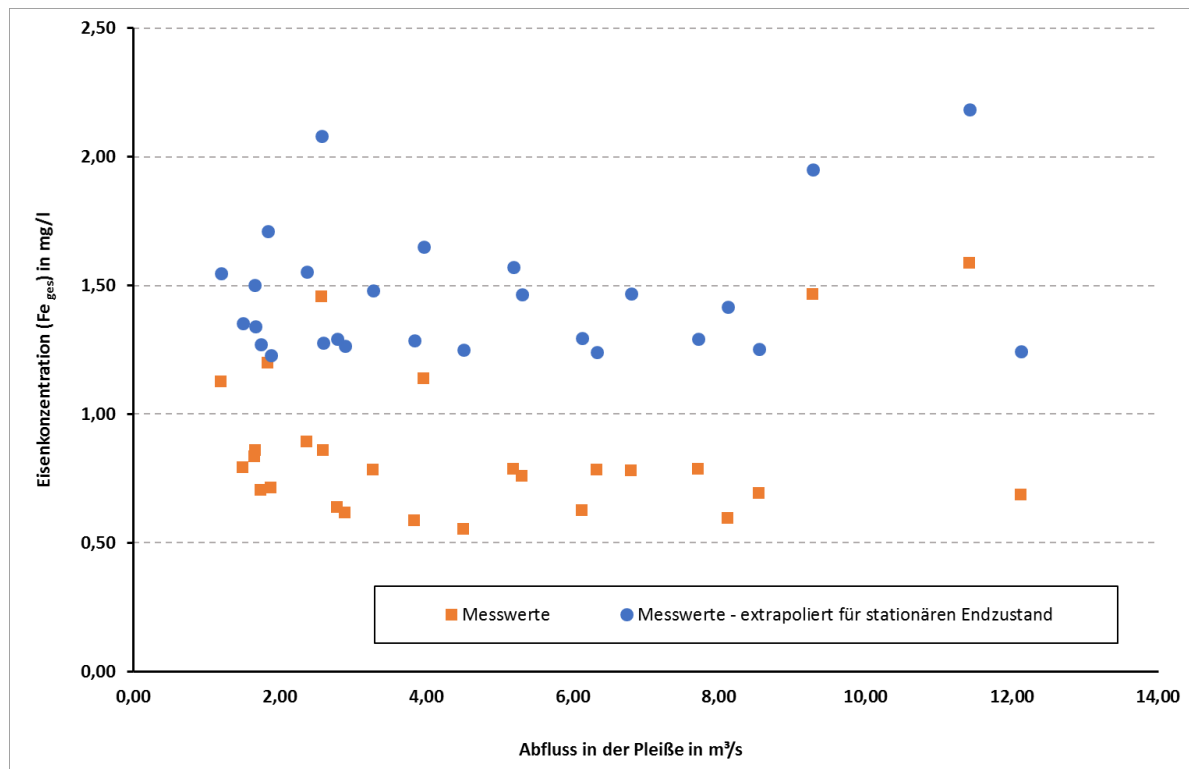


Abb. 11: Eisenkonzentrationen als Mischkonzentration beim Zusammenfluss der Pleiße mit der Wyhra für die aktuelle Situation und im stationären Endzustand

Für die möglichen Zulaufkonzentrationen zum Kahnsdorfer See ist für die vorliegende Berechnung weiterhin der zukünftige Grundwasserzustrom und Eiseneintrag in dem neu verlegten Pleißeabschnitt zu berücksichtigen, der im derzeitigen Planungsstand noch nicht zu quantifizieren ist. Hierfür wären gesonderte Berechnungen mit HGMS2015 erforderlich.

In Abb. 12 ist der aktuelle Hydroisohypsenplan für den Bereich der Kippe Witznitz dargestellt. Dabei zeigt sich eine Aufhöhung der Grundwasserstände in der Kippe Witznitz mit dem GW-Abstrom nach Westen zur Pleiße im jetzigen Verlauf und nach Osten in Richtung der geplanten Umverlegung. Aus diesem Grund wird augenscheinlich eine Dichtung des neuen Pleißeбетts bei der Umverlegung erforderlich. Für die Untersuchung, welchen zusätzlichen Eiseneinträge im Bereich des neu verlegten Pleißeбетts verkraftbar sind, wurden jeweils Szenarien für die maximale Konzentration im aktuellen Zustand (1,5 mg/L) und leicht erhöhte Eisenkonzentrationen (2,0 mg/L, 3 mg/L und 4,5 mg/L) betrachtet.

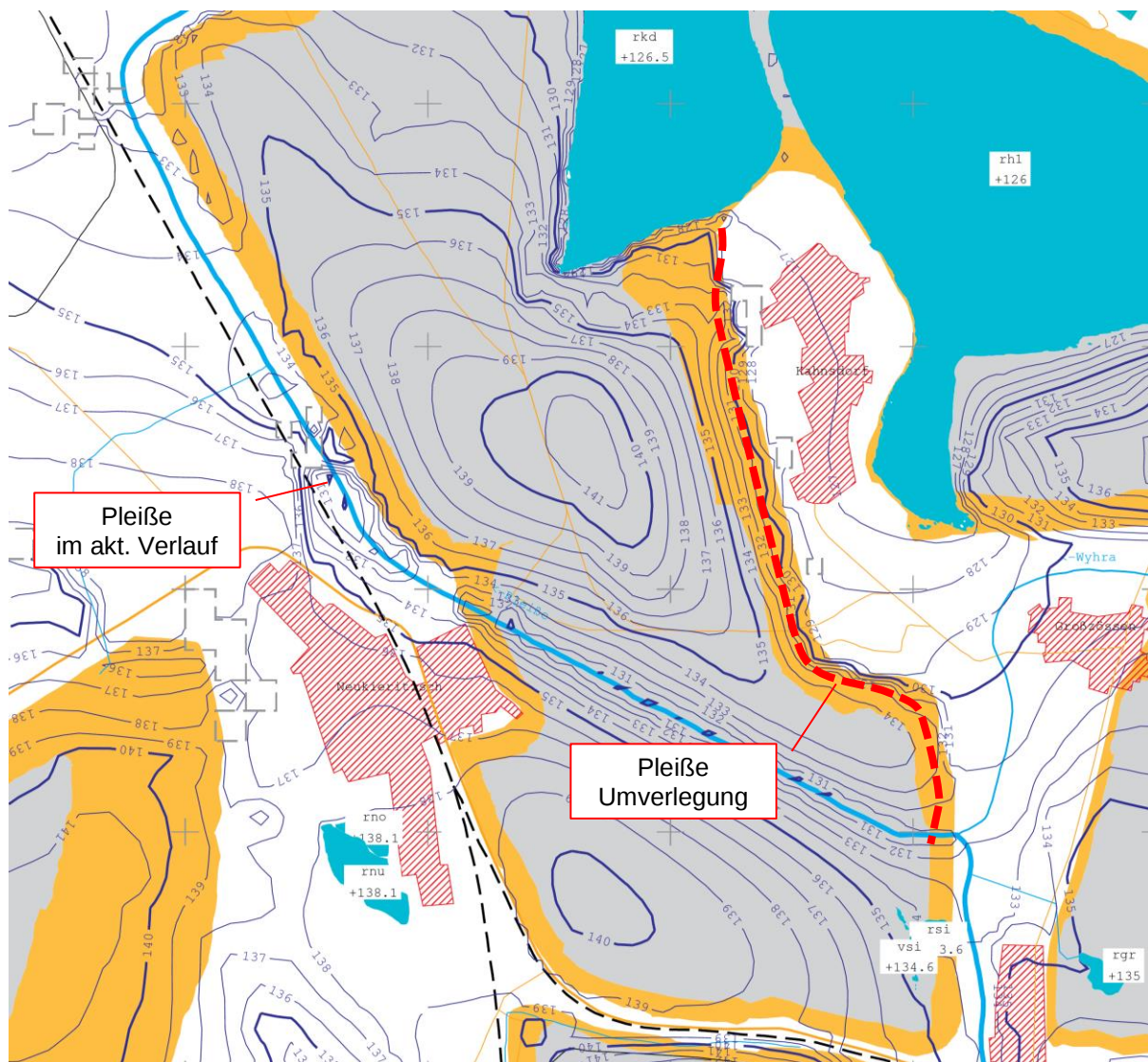


Abb. 12: berechneter Hydroisohypsenplan für den stationären Endzustand aus dem HGMS2015 (Stand 2017) (Quelle IBGW)

Daraus wurden die in Tab. 2 aufgeführten Szenarien³ abgeleitet.

³ Die Variantenbezeichnung aus [2] wurde im vorliegenden Bericht fortgeführt.

Tab. 2 Szenarien zur Quantifizierung des Eisenrückhaltes im Kahnsdorfer See

Szenarien	EINTRAG PLEIßE			WIND	PARTKEL			SEE
	Q	v	Temp,	WindG	v _{sed}		Fe-Konz.	
	m ³ /s	m/s	°C	m/s	m/s	cm/h	mg/L	See
Sz_03								
Sz_03_Var1	10,0	0,5	15,0	6,0	1,11E-06	0,4	1,5	Schichtung
Sz_03_Var2a	10,0	0,5	15,0	6,0	1,11E-06	0,4	2,0	Schichtung
Sz_03_Var2b	10,0	0,5	15,0	6,0	1,94E-06	0,6	2,0	Schichtung
Sz_03_Var3a	7,0	0,35	15,0	6,0	1,94E-06	0,6	3,0	Schichtung
Sz_03_Var3b	10,0	0,5	15,0	6,0	1,94E-06	0,6	3,0	Schichtung
Sz_03_Var4	7,0	0,35	15,0	6,0	1,94E-06	0,6	4,5	Schichtung

Dabei wurden:

- der Eintrags- respektive Entnahmevolumenstrom,
- Eisenkonzentrationen im Zustrom,
- Sedimentationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Eisenkonzentration

variiert.

Gemäß [4] wurde für Fe_{ges}-Konzentrationen < 2 mg/L eine Sedimentationsgeschwindigkeit von 0,40 cm/h abgeleitet. Für den Fe_{ges}-Konzentrationsbereich von 2,0 bis 5,0 mg/L wurde in [5] eine Sedimentationsgeschwindigkeit von 0,60 cm/h bestimmt.

Weitere die Sedimentation des Eisenhydroxid bestimmende Parameter wie:

- Windrichtung und -geschwindigkeit
- die Schichtung des Gewässers und
- der Wasserstand

wurden als Randbedingungen in der Berechnung als konstant angenommen.

5 Ergebnisse der hydraulischen Berechnung

Nachfolgend werden die Ergebnisse visualisiert und diskutiert. In der Diskussion der Ergebnisse wird auf die Darstellung:

- der Geschwindigkeitsvektoren in der XY-Ebene,
- der Fe-Verteilung und
- der Konzentrationsentwicklung an der Entnahmestelle

eingegangen. Die Diskussion basiert auf den in Abschnitt 4 definierten Varianten.

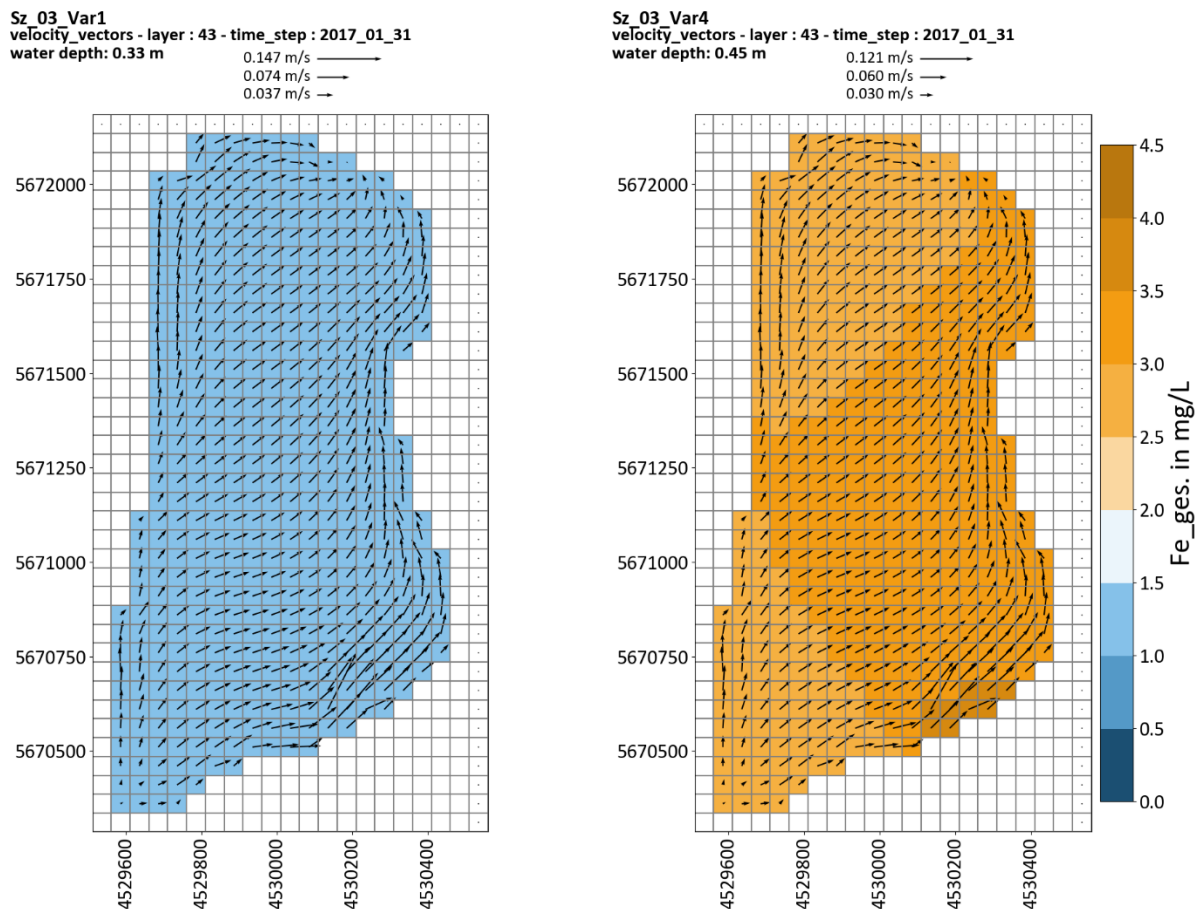


Abb. 13: Entwicklung der Partikelkonzentration im Kahnsdorfer See für die Varianten 1 und 4 mit der niedrigsten (1,5 mg/L) und höchsten (4,5 mg/L) Eisenkonzentration (Sz_03_Var1 und Sz_03_Var4 gem. Tab. 2)

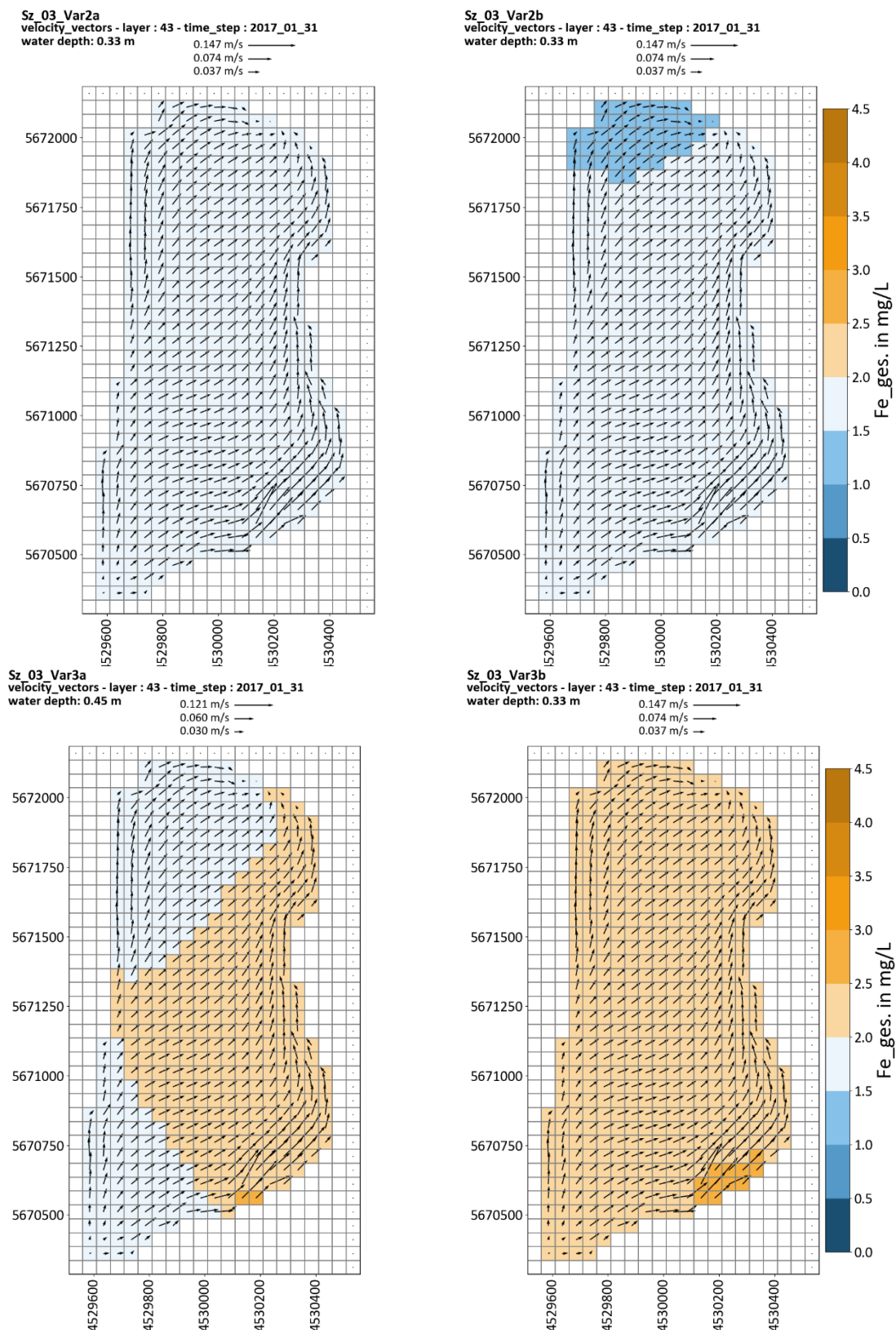


Abb. 14: Entwicklung der Partikelkonzentration im Kahnsdorfer See für die Varianten 2a/b und 3a/b (Sz_03_Var2a und Sz_03_Var2b gem. Tab. 2),

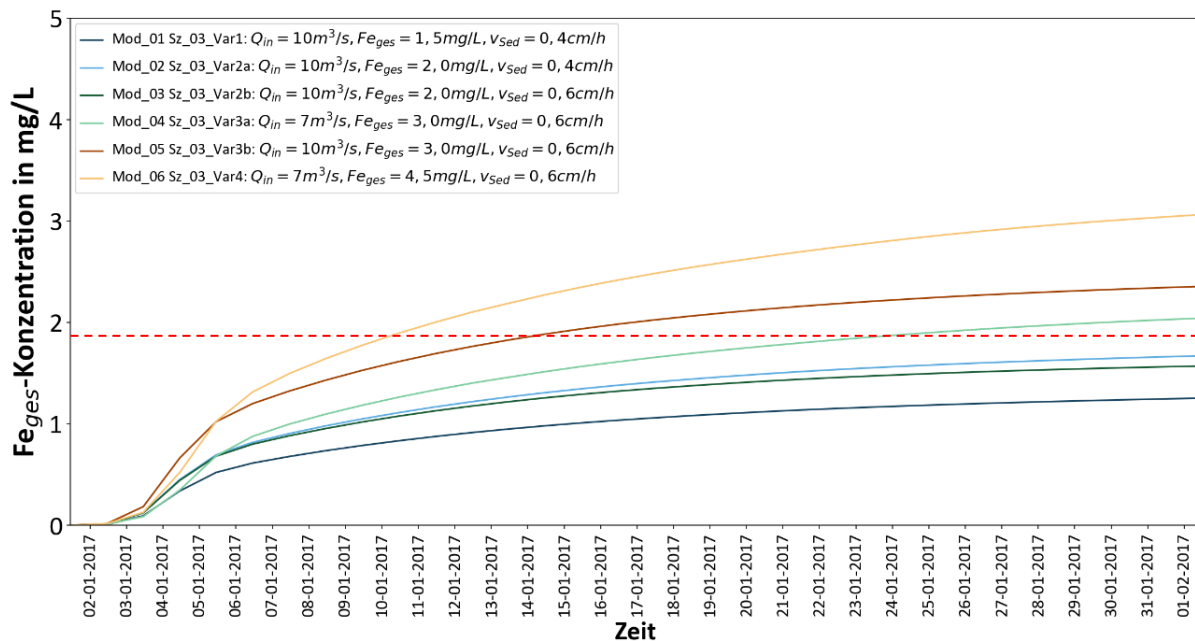


Abb. 15: Entwicklung der Partikelkonzentration am Ausleitpunkt des Kahnsdorfer Sees für die betrachteten Varianten

6 Fazit und Empfehlungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Modellierung zeigen, dass bei Eisenkonzentrationen im südlichen Zulauf des Kahnsdorfer See bis ca. 2 mg/L auch bei Volumenströmen von 10 m^3/s und einer sehr geringen Sedimentationsgeschwindigkeit von 0,4 cm/h am Ausleitpunkt Eisenkonzentrationen kleiner 1,8 mg/L erreichbar sind. Das bedeutet, dass selbst bei kleinen Hochwasserereignissen die Auslaufkonzentrationen unter dem Orientierungswert für Eisen-gesamt nach Anlage 7 OGeV [6] liegen. Dabei kommt es außer an der Einleitstelle zu keiner sichtbaren Braunfärbung des Seewassers. Ein geringer Eiseneintrag in die Pleiße im Bereich der Umverlegung ist damit zu kompensieren.

Ab Einleitkonzentrationen von ca. 3 mg/L würde es bei der für diesen Konzentrationsbereich ermittelten Sedimentationsgeschwindigkeit von 0,6 cm/h und einem Eintragsvolumenstrom von 7 m^3/s zu einer leichten Überschreitung des Orientierungswertes von 1,8 mg/L kommen. Bei einem Eintragsvolumenstrom von 10 m^3/s wäre mit einer deutlichen Überschreitung des Orientierungswertes und einer Braunfärbung des Kahnsdorfer Sees zu rechnen. Bei Einleitkonzentrationen bis 3 mg/L und Niedrig- bis Mittelwasserverhältnissen (< 5 m^3/s) ist noch eine ausreichende Sedimentation im Kahnsdorfer See gegeben.

Daraus ist abzuleiten, dass auch bei der gemäß Abschnitt 4 für den stationären Endzustand gem. [3] prognostizierten maximalen Eisenkonzentration von 2,2 mg/L im Zulauf die Eisenkonzentrationen am Ausleitpunkt des Kahnsdorfer See unter 1,8 mg/L bleiben. Außer an der Einleitstelle (bei maximalen Eisenkonzentration von 2,2 mg/L) kommt es zu keiner

sichtbaren Braunfärbung des Seewassers. Weitere Eiseneinträge in die Pleiße über den Grundwasserzustrom im Bereich des neu verlegten Gewässerabschnittes sind demnach durch eine technische Dichtung dieses Gewässerabschnittes zu verhindern.

Detailliertere Aussagen sind nur mit einer instationären Modellierung in Verbindung mit quantitativen Aussagen zu dem tatsächlich erwartbaren Grundwasserzustrom in dem neu verlegten Pleißebett am östlichen Rand der Kippe Witznitz zu treffen.