INGENIEURBÜRO für GRUNDWASSER GmbH

04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bericht

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Baseline- und Best-Case-Szenario

Auftraggeber:	**LMBV mbH** Sanierungsbereich Mitteldeutschland Walter-Köhn-Straße 2 04356 Leipzig
Bestell-Nr. AG:	45054274
Bestell-Datum:	05.08.2016
Auftragnehmer:	**IBGW GmbH** Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH Nonnenstraße 9 04229 Leipzig
Projekt-Nr.:	2016/0029
Projektbearbeiter:	Dipl.-Geoökol. Heike Büttcher Dipl.-Geogr. Andreas Kacirek

Leipzig, 7. April 2017

Dr.-Ing. H. Mansel
Geschäftsführer

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung 4

3. Aktualisierung des derzeitigen Modells zum Grundwasserzustrom zur Pleiße und der darin befindlichen Eisenfracht (Ist-Nutzung / Baseline-Szenario) 5

3.1 Mengenströmung – Hydrogeologisches Großraummodell Süd (HGMS) 5

3.1.1 Modellversion und Landnutzung 5

3.1.2 Unterirdisches Einzugsgebiet und Hydroisohypsen 5

3.1.3 Detailauswertung Witznitz 6

3.1.4 Wasserbilanz 6

3.2 IST-Eisen-Konzentrationen 8

3.2.1 Datenbasis 8

3.2.2 Ableitung von charakteristischen Konzentrationen 8

3.3 Berechnung der Eisen-Frachten im Grundwasserzustrom zur Pleiße 10

4. Modellierung des Wasserhaushalts bei Umstellung der Nutzung auf Luzerneanbau zur Ermittlung der Wirkung auf die Eisenfracht im der Pleiße (Best-Case-Szenario) 12

4.1 Methodik der Grundwasserneubildungsreduzierung 12

4.2 Wasserbilanz 12

4.3 Eisen-Frachten 14

5. Auswertung und Schlussfolgerungen 16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [1] 7

Abbildung 3-2: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Grundwasserleiter und Zustromrichtung 8

Abbildung 3-3: Mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen (Mittelwert und Standardabweichung) im Grundwasserzustrom zur Pleiße nach Bilanzgebiet, Grundwasserleiter und Richtung, unterschiedliche Skalierung Bilanzgebiete 1-5 und 6-9 9

Abbildung 3-4: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [1] 11

Abbildung 4-1: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Herkunft und Richtung für die Jahresscheiben 2027, 2040 und 2100 im Best Case – Szenario, Vergleich mit Baseline-Szenario 13

Abbildung 4-2: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Herkunft und Richtung für die Jahresscheiben 2027, 2040 und 2100 im Best Case – Szenario, Vergleich mit Baseline-Szenario, Bilanzgebiet 4W separate Betrachtung Fl. IIIa sowie IIIa+b 15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Bilanzgebiete zur Unterteilung des Grundwasserzustroms in die Pleiße 5

Tabelle 3-2: Mittlere im Modell enthaltene Grundwasserneubildung der prioritären Flächen [mm/a] 6

Tabelle 4-1: Bilanzierung der Eisenfrachten und Reduzierung nach Bilanzgebieten für den stationären Zustand 2100 14

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Prioritäre Flächen, Pleißeeinzugsgebiet und Hydroisohypsen

Anlage 1.1 Jahresscheibe 2015

Anlage 1.2 Jahresscheibe 2027

Anlage 1.3 Jahresscheibe 2040

Anlage 1.4 Stationärer Zustand

Anlage 2 Hydroisohypsen Kippe Witznitz 2015

Anlage 3 Ganglinien berechneter und gemessener Grundwasserstände Kippe Witznitz

Anlage 4 Mittlere Eisenkonzentrationen 2011 – 2016, Messstellen und Bilanzgebiete

Anlage 5 Berechnete Eisen ges. – Frachten im Zustrom zur Pleiße: 2015, 2027, 2040 und 2100

Anlage 6 Berechnete flurferne Grundwasserneubildung Fläche III bei Umwandlung der Waldflächen in traditionelle Landwirtschaft

Anlage 7 Tabelle: Grundwasserzutritte, Eisen-Konzentrationen und Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebiet, Herkunft und Jahresscheibe

Literaturverzeichnis

[1] IBGW GmbH, Wasserbeschaffenheitsmodellierung der Pleiße unter dem Einfluss der Eisenexfiltration aus Bergbaukippen, Leipzig, 2011

[2] IBGW GmbH, Auswirkungen des Grundwasserwiederanstiegs und der daraus folgenden Exfiltration eisenbelasteter Grundwässer aus den Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra, Teilbericht 4: Aufbau eines reaktiven Stofftransportmodells für den Kippenkörper Kahnsdorf und Prognose der zukünftigen Stoffeinträge aus dem Kippenkörper in die Pleiße, Leipzig, 2010

[3] GFI GmbH, Durchführung eines Pilotversuches zur Exfiltration von eisenbelastetem Grundwasser aus den Kippen des ehemaligen Tagebaus Witznitz in die Fließgewässer Pleiße und Wyhra, Dresden, 2014

[4] G.U.B. Ingenieur AG, Endbericht Planung zur Ableitung von Sanierungsstandorten in Abhängigkeit der Flächennutzung im Grundwassereinzugsgebiet der Pleiße, 2015

[5] IBGW GmbH, Hydrogeologische Modellierung Modell HGMS Süd, Modell HGMS2006, Leipzig, 2007

[6] GFI GmbH, IBGW GmbH, Reduzierung des Sickerwasserzustroms zum Oberflächengewässer Pleiße am Beispiel der Kippe Witznitz durch Einrichtung einer optimalen Wasserhaushaltsschicht, Leipzig, Dresden, 2011

[7] Büro für Angewandte Hydrologie & Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, Aufbau eines Bodenwasserhaushaltsmodells für den Sanierungsbereich Westsachsen/Thüringen – Südraum Leipzig, Leipzig, Berlin, 2006

1. Aufgabenstellung

Im Leipziger Südraum kommt es durch ansteigende Grundwasserstände zur Exfiltration von vornehmlich aus Kippengebieten stammendem eisen- und sulfatreichen Grundwasser in die Pleiße. Der Vorfluter wurde aufgrund des Bergbaus in weiten Teilen des Bearbeitungsgebietes aus seinem natürlichen Flussbett heraus um die Tagebaue herum sowie auch durch Kippengebiete hindurch verlegt und zur Unterbindung des Wasserverlustes aus dem Flussbett mit einer Lehmdichtung versehen, wobei der Grundwasserzutritt in diesen Bereichen vermutlich hauptsächlich oberhalb der Dichtung sowie möglicherweise auch durch Leckagen in der Dichtung erfolgt.

Die Eiseneinträge in die Pleiße wurden in einer Vorgänger-Studie bereits für das gesamte bergbaubeeinflusste Einzugsgebiet zwischen Regis-Breitingen und Leipzig modellgestützt unter Verwendung des Hydrogeologischen Großraummodells Süd (HGMS) in räumlicher und zeitlicher Differenzierung berechnet [1]. Für den Schwerpunktbereich Witznitz mit sehr hohen Eisenkonzentrationen und direkter Exfiltration in die Pleiße erfolgte zum Verständnis der mit dem Stoffaustrag verbundenen Prozesse eine Detailberechnung unter Verwendung eines gekoppelten Strömungs- und Stofftransportmodells anhand von 2D vertikal-ebenen Schnitten in Strömungsrichtung zur Pleiße [2].

Eine mögliche Sanierungsstrategie besteht in der Reduzierung der Grundwasserneubildung durch Landnutzungsänderungen. Eine Studie der GFI GmbH schlussfolgert auf eine Reduzierung der Neubildung um 75% bei Luzerneanbau bezogen auf traditionelle Landwirtschaft für den Bereich der Kippe Witznitz [3]. Inzwischen wird dies in einem Großversuch auf 225 ha umgesetzt. Weiterhin wurden durch G.U.B. zusätzliche drei prioritäre Flächenkomplexe ausgewiesen, die für eine Nutzungsänderung zur Reduzierung der Grundwasserneubildung geeignet erscheinen [4]. Ein zusätzliches Betrachtungsgebiet stellt darüber hinaus der Südteil der Kippe Witznitz mit der Hochhalde Neukieritzsch dar (Anlage 1):

- **Fläche I**: nordwestlich Regis-Breitingen (Bezeichnung Ast: 1W südliche Fläche)
- **Fläche II:** südöstlich Lobstädt (Bezeichnung Ast: 2O nördliche Fläche)
- **Fläche IIIa:** Südteil Kippe Witznitz – landwirtschaftliche Fläche (Bezeichnung Ast: 4W Teilfläche)
- **Fläche IIIb:** Südteil Kippe Witznitz – Wald, Sträucher und Heideland (Bezeichnung Ast: 4W Teilfläche)
- **Fläche IV:** Großversuch Kippe Witznitz inkl. Erweiterungsfläche A (Bezeichnung Ast: 4O + 5O)
- **Fläche V:** nördlicher Teil Kippe Witznitz (Bezeichnung Ast: 5O außerhalb Großversuch)

In der aktuellen Studie wird untersucht, inwieweit eine Nutzungsänderung auf den angegebenen Flächen mit Reduzierung der Grundwasserneubildung den Grundwasserzufluss und letztlich die Eisen-Fracht in die Pleiße reduzieren kann. Der hier vorliegende Teilbericht dokumentiert die dazu durchgeführte Modellaktualisierung und Berechnung des Baseline-Szenarios mit gegenwärtiger Nutzung sowie die Berechnung des Best-Case-Szenarios mit 75%iger Reduzierung der Neubildung auf den ausgewählten Flächen.

3. Aktualisierung des derzeitigen Modells zum Grundwasserzustrom zur Pleiße und der darin befindlichen Eisenfracht (Ist-Nutzung / Baseline-Szenario)

3.1 Mengenströmung – Hydrogeologisches Großraummodell Süd (HGMS)

3.1.1 Modellversion und Landnutzung

Basis der Modellbearbeitung ist das Hydrogeologische Großraummodell Süd in der Version HGMS2006 [5].

Die Flächenkomplexe, die gemäß Aufgabenstellung beurteilt werden sollen inkl. der Fläche des Großversuchs, werden im Modell als Nutzflächen mit konventioneller Landwirtschaft berücksichtigt. Eine Ausnahme stellt die Fläche IIIb dar, deren tatsächliche Landnutzung vorwiegend aus Wald besteht, welches entsprechend im Modell abgebildet wird.

3.1.2 Unterirdisches Einzugsgebiet und Hydroisohypsen

Das unterirdische, d.h. grundwasserbürtige Einzugsgebiet der Pleiße im Gewässerabschnitt zwischen Regis-Breitingen und Leipzig ist der Anlage 1 zu entnehmen, wobei nach den Jahrescheiben 2015 (Anlage 1.1), 2027 (Anlage 1.2), 2040 (Anlage 1.3) sowie dem Endzustand (Anlage 1.4) differenziert wurde. Es umfasst einen Streifen entlang der Pleiße mit einer Breite bis maximal 8 km und enthält die Kippenkomplexe Zwenkau, Espenhain, Witznitz, Deutzen, Regis, Borna-West, Haselbach und Schleenhain. Der Pleißezufluss erfolgt neben den Kippen aus den gewachsenen Grundwasserleitern 1, 2 und 3. Zur Bilanzierung von Wassermengen und Stofffrachten wurden analog zur Vorläufer-Studie [1] 9 Teil-Einzugsgebiete abgegrenzt (Tabelle 3-1, vgl. auch Nummern in Anlage 1).

Grundsätzlich vergrößert sich das Einzugsgebiet bis 2100. Dies betrifft insbesondere den westlichen Teil der Bilanzgebiete 1 und 2, deren Grundwasser gegenwärtig dem Absenkungstrichter des aktiven Tagebaus Vereinigtes Schleenhain zugeführt wird. Im stationären Endzustand erfolgt dann ein Zustrom in die Pleiße.

Gleiches gilt für die westlichen Teile der Bilanzgebiete 3 und 4, in denen es bis zum stationären Endzustand 2100 ebenfalls zu einer Vergrößerung des Einzugsgebietes im Bereich der Kippen Deutzen und Witznitz kommt. Innerhalb der Kippenkomplexe Zwenkau und Espenhain vergrößert sich das Pleiße-Einzugsgebiet in der Folge des allgemeinen Grundwasserwiederanstiegs. Dies betrifft die Bilanzgebiete 7 und 8. Im westlichen Teil des Bilanzgebietes 5 findet entgegen des allgemeinen Trends eine zukünftige Verkleinerung des Einzugsgebietes statt. Das in die Pleiße entwässernde Grundwasserstockwerk liegt im zukünftigen Abbaufeld des Tagebaus Vereinigtes Schleenhain.

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

Tabelle 3-1: Bilanzgebiete zur Unterteilung des Grundwasserzustroms in die Pleiße

Bilanzgebiet	Flussabschnitt	Fluss-Km
1	Straßenbrücke Regis-Breitingen bis Gefällestufe Deutzen	31,7 - 28,8
2	Gefällestufe Deutzen bis Eintritt ins Gewachsene bei Lobstädt	28,8 - 25,6
3	Eintritt ins Gewachsene bei Lobstädt bis Wyhramündung	25,6 - 23,8
4	Wyhramündung bis Kippenaustritt bei Neukieritzsch	23,8 - 21,5
5	Kippenaustritt bei Neukieritzsch bis Trachenauer Wehr	21,5 - 17,6
6	Trachenauer Wehr bis Göselmündung	17,6 - 14,2
7	Göselmündung bis Sohlabsturz Großdeuben	14,2 - 10,8
8	Sohlabsturz Großdeuben bis AGRA-Wehr	10,8 - 5,2
9	AGRA-Wehr bis Connewitzer Wehr	5,2 - 0,0

Die für den stationären Endzustand berechneten Hydroisohypsen des oberen hangenden Grundwasserstockwerks sowie der Kippenkomplexe ist für die betrachteten Jahresscheiben den Anlage 1.1-1.4 zu entnehmen. Die den Berechnungen zugrunde liegende mittlere potentielle Grundwasserneubildung für flurferne Grundwasserstände liegt im Bereich der für die Nutzungsänderung vorgesehenen prioritären Flächen zwischen 95 und 150 mm/a (Tabelle 3-2). Die weiterhin dargestellte tatsächlich berücksichtigte Neubildung für die Jahresscheiben 2015 und 2100 entspricht großenteils der potentiellen Neubildung. Ausnahmen stellen die Fläche II sowie untergeordnet Teile der Fläche V dar, auf denen flurnahe Grundwasserstände vorherrschen, die zu einer erhöhten Evapotranspiration und verringerten Grundwasserneubildung führen. Dies wird durch die Darstellung der Grundwasserflurabstände auf den prioritären Flächen für den stationären Endzustand bestätigt (Anlage 1.4). Für die Flächen I, III und IV liegen die Flurabstände vorwiegend bei > 5 m. Innerhalb des Flächenkomplexes II hingegen werden Flurabstände < 1 m sowie < 2 m angetroffen. Der östliche Teil der Fläche V weist ebenfalls flurnahe Wasserstände auf.

Tabelle 3-2: Mittlere im Modell enthaltene Grundwasserneubildung der prioritären Flächen [mm/a]

Fläche	2015	2100	potentiell (flurfern)
I	96	96	96
II	35	34	130
IIIa	150	150	150
IIIb	95	95	95
IV	105	104	107
V	96	94	107

3.1.3 Detailauswertung Witznitz

Im Zuge der Bearbeitung war das Grundwasserströmungsmodell auf seinen Kalibrierungszustand beispielhaft für den Bereich der Kippe Witznitz zu überprüfen. Die Auswertung wurde für den Zustand Jan. 2015 vorgenommen, für welchen in Anlage 2 die berechneten Hydroisohypsen im Kippenkörper dargestellt sind. Im Nordteil der Kippe liegen die höchsten berechneten Grundwasserstände bei +139 m NHN. Der Abstrom erfolgt zur Pleiße, zum Kahnsdorfer See sowie in Richtung der Ortslage Kahnsdorf. Die maximal berechneten Grundwasserstände im Südteil des Kippenkomplexes liegen bei +136 m NHN. Hier erfolgt der Abstrom maßgeblich zur Pleiße hin. Eine Gegenüberstellung von berechneten und gemessenen Grundwasserständen für den gewählten Auswertezeitpunkt Jan. 2015 zeigt weiterhin im Wesentlichen eine gute Übereinstimmung (Anlage 2). Die maximalen Wasserstände um +139 m NHN sowie auch der Südanstrom zu Pleiße werden mit guter Genauigkeit abgebildet. In Übergangsbereichen mit hohen hydraulischen Gradienten, wie z.B. an der Messstelle 61711 im Norden der Kippe, gibt es bedingt durch das Modellraster von 62,5 m Einschränkungen. Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass die tatsächlichen Verhältnisse mit hinreichender Genauigkeit im Modell abgebildet werden.

Für ausgewählte Grundwassermessstellen mit einem entsprechend langen Messzeitraum wurden darüber hinaus Ganglinien von gemessenen und berechneten Grundwasserständen dargestellt (Anlage 3), die die gute Abbildung des Grundwasserwiederanstiegs im Modell belegen.

3.1.4 Wasserbilanz

Die für das Baseline-Szenario ausgewiesenen Grundwasserzuflüsse in die Pleiße liegen bei maximal ca. 6 m³/min für das Bilanzgebiet 9 zwischen AGRA-Wehr und Connewitzer Wehr, in dem die Pleiße den Leipziger Auenwald durchfließt (Abbildung 3-1). In allen anderen Bilanzgebieten beläuft sich der Zufluss auf höchstens 1,5 m³/min. Abflüsse aus der Pleiße in das Grundwasser werden als negative Zuflüsse ausgewiesen und ergeben sich in den Bilanzgebieten 1 und 2 für die Jahresscheibe 2015 in den Absenkungstrichter Schleenhain sowie im Bilanzgebiet 5 für den Fließgewässerabschnitt vor dem Trachenauer Wehr, in welchem die berechneten Grundwasserstände unterhalb der Flusssohle liegen.

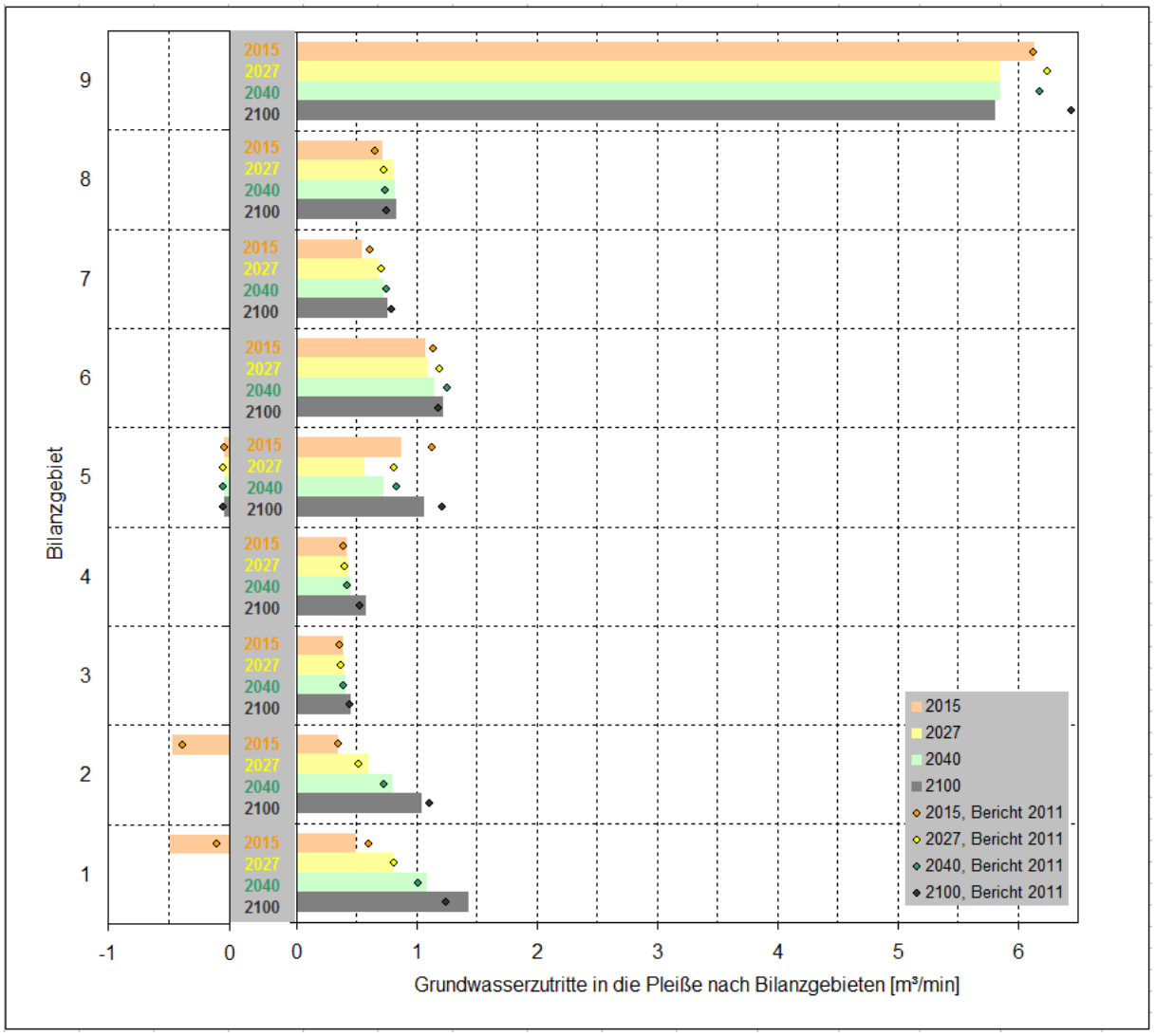


Abbildung 3-1: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [1]

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

Die ausgewiesenen Wassermengen zeigen insgesamt eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Vorgänger-Studie [1] (Abbildung 3-1). Die Abweichungen im Bilanzgebiet 5 sind auf veränderte Strömungsbedingungen im Bereich Schleenhain zurückzuführen. Auch im Bilanzgebiet 9 kommt es infolge von seit 2011 durchgeführten Modellanpassungen zu leichten Differenzen von max. 10%.

Zur detaillierteren Untersuchung wurden die Grundwasserzutritte in die Pleiße je Bilanzgebiet zudem nach links- und rechtsseitigem Ursprung sowie nach Herkunft aus direkt an die Pleiße angrenzenden Kippengebieten (Regis, Deutzen, Witznitz), indirekten Kippenzuflüssen über gewachsene Grundwasserleiter (Witznitz, Zwenkau, Espenhain) und gewachsenen Zuflüssen unterteilt (Abbildung 3-2).

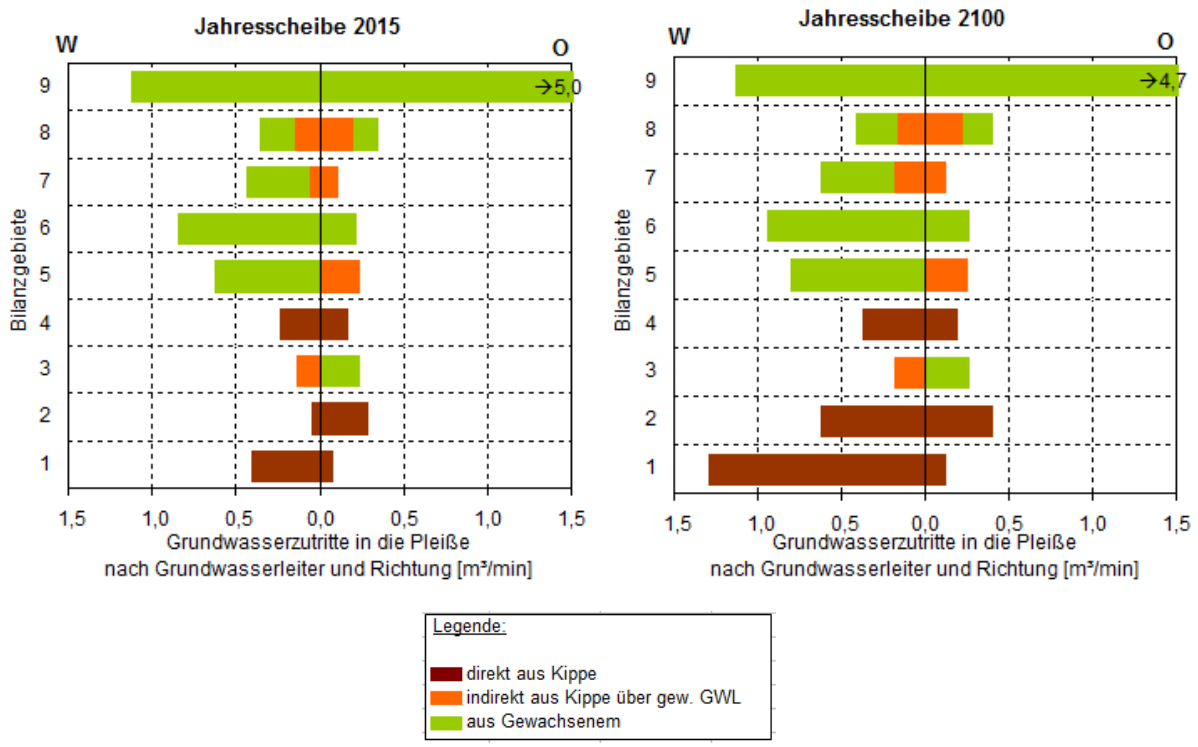


Abbildung 3-2: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Grundwasserleiter und Zustromrichtung

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

3.2 IST-Eisen-Konzentrationen

3.2.1 Datenbasis

Die vorhandene Beschaffenheits-Datenbasis der Vorgänger-Studie wurde im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung erweitert und fortgeführt. Alle verfügbaren Messwerte in weiterer Umgebung zur Pleiße aus folgenden Quellen fanden dabei Berücksichtigung:

- LMBV: Beschaffenheitsmessnetz (Flutung, Altlast und Grundwasserwiederanstieg)
- MIBRAG: Lobstädter Lachen, Kippe Schleenhain
- LEAG: IAA Ostausfahrt Böhlen
- Landestalsperrenverwaltung: Messnetze Speicher Borna und Lobstädt
- Staatliches Messnetz Sachsen

Die Datenbasis umfasst insgesamt 435 Messstellen mit 4980 Datensätzen, wobei 1731 Datensätze neu eingearbeitet wurden. Für die weitere Auswertung wurden Daten von insgesamt 136 Messstellen (davon 46 erstmalig berücksichtigt) verwendet, welche im direkten Grundwasserzufluss zur Pleiße liegen und für welche aktuelle Eisen ges. – Konzentrationen vorliegen, die über Querbezüge zu anderen Kennwerten auf Plausibilität geprüft wurden.

3.2.2 Ableitung von charakteristischen Konzentrationen

Zur Berechnung der mittleren charakteristischen Eisen ges. – Konzentrationen je Bilanzgebiet wurde zunächst für jede in der Bilanzierung berücksichtigte Messstelle eine mittlere aktuelle Eisenkonzentration (Median) unter Berücksichtigung der Messwerte der letzten 5 Jahre (2011 – 2016) berechnet. Der daraufhin gebildete Mittelwert aller in einem Bilanzraum gelegenen Messstellen lieferte

dann die charakteristische Zustromkonzentration zur Pleiße, wobei wie bei den Wassermengen nach rechts- und linksseitigem Zufluss sowie Herkunft nach Art der Grundwasserleiters unterschieden wurde. Die Ergebnisse sind der Abbildung 3-3 sowie der Anlage 4 zu entnehmen.

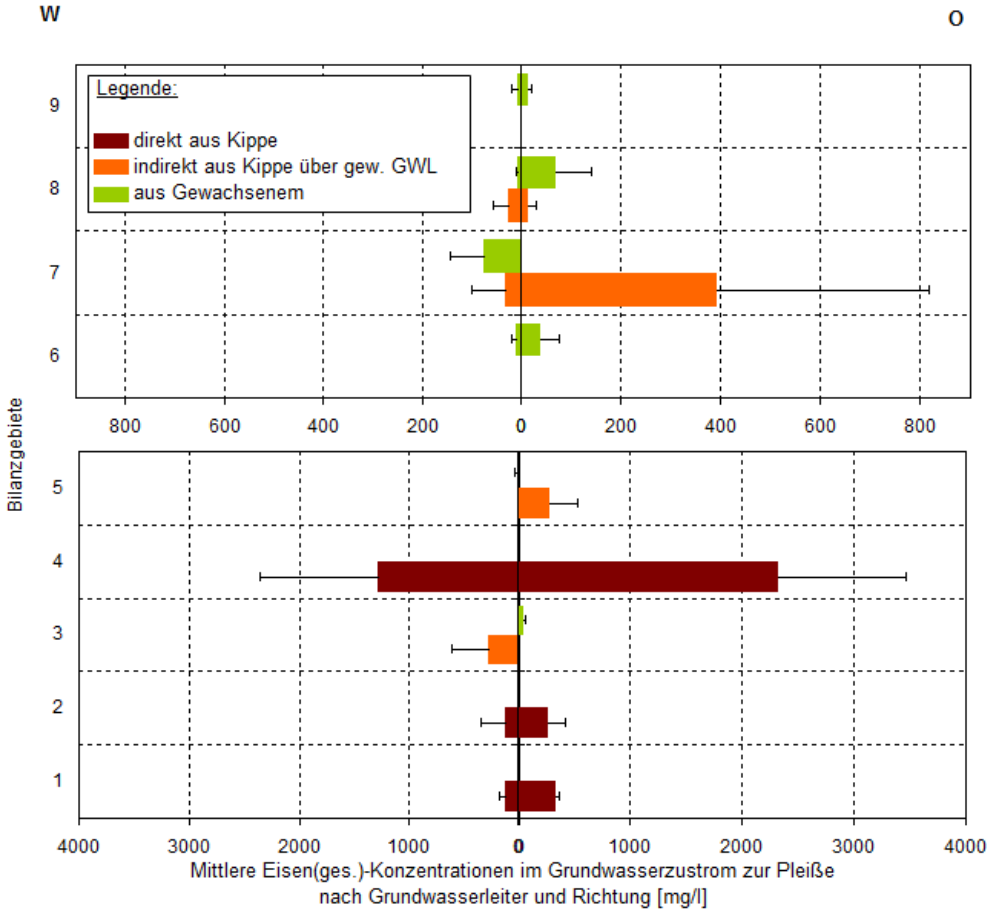


Abbildung 3-3: Mittlere Eisen(ges.)-Konzentrationen (Mittelwert und Standardabweichung) im Grundwasserzustrom zur Pleiße nach Bilanzgebiet, Grundwasserleiter und Richtung, unterschiedliche Skalierung Bilanzgebiete 1-5 und 6-9

Die höchsten Eisenkonzentrationen ergeben sich erwartungsgemäß bedingt durch die Pyritverwitterung und entsprechende Eisenfreisetzung für die Kippengebiete im Flusseinzugsgebiet. Überlagert wird dies teilweise durch verschiedene Fremdeinflüsse wie beispielsweise Ascheverspülungen im Bereich der Lobstädter Lachen und der IAA Böhlen, die selbst nur geringe Eisenkonzentrationen aufweisen und durch ihren alkalischen Charakter zusätzlich zufließendes Eisen aus dem Anstrom binden (vgl. Lage Fremdeinflüsse in Anlage 4). Weiterhin zu erwähnen sind das Ökologische Großprojekt Böhlen und die Deponie B2/95 mit erhöhten organischen Stoffkonzentrationen, deren Abbau zu stark reduzierenden Verhältnissen im Grundwasser führt, mit denen die Reduzierung von Sulfat zu Sulfid und die entsprechende Festlegung von Eisen einhergeht.

Das Bilanzgebiet 4 (Pleißequerung Kippe Witznitz) weist mit Abstand die höchsten Eisenkonzentrationen auf, welche hier aufgrund einer Vielzahl von Untersuchungen auch durch die entsprechende Messstellendichte belegt werden. Linksseitig (4W) werden im Mittel 1289 mg/l gemessen, rechtsseitig (4O) sogar 2322 mg/l. Die Konzentrationen im nördlichen Kippenteil Witznitz (Bilanzgebiet 5O) sind demgegenüber mit 273 mg/l deutlich geringer. Die Kippen im südlichen Einzugsgebiet (Regis, Deutzen, Borna-West) sind durch mittlere Eisenkonzentrationen zwischen 120 und 330 mg/l gekennzeichnet, während das nördliche Einzugsgebiet der Kippen Zwenkau und Espenhain (8W und O) vergleichsweise niedrigere Eisenkonzentrationen $\leq$ 70 mg/l aufweist. Eine Ausnahme bildet der südliche Teil der Kippe Espenhain (7O). Das Einzugsgebiet des grundwasserbürtigen Zuflusses zur Pleiße ist hier nur sehr schmal und verfügt selbst über keine Beschaffenheitsmessstelle. Mittlere

Eisenkonzentrationen der Messstellen in der Umgebung liegen zwischen <1 und 1000 mg/l. Der angesetzte Mittelwert von 390 mg/l ist mit entsprechender Unsicherheit behaftet. Die Kippe im Bilanzgebiet 7W ist aufgrund der Ascheverspülung IAA Ostausfahrt durch geringe Eisenkonzentrationen geprägt. Für die gewachsenen Grundwasserleiter schließlich ergeben sich mittlere Zustromkonzentrationen zur Pleiße von maximal 80 mg/l.

Im Vergleich zur Vorgänger-Studie [1] treten zum Teil Änderungen der mittleren Eisen-Konzentrationen je Bilanzgebiet auf (vgl. Werte in eckigen Klammern in Anlage 4). Dies ist weniger auf starke Trends an Einzelmessstellen als vielmehr auf die sich in Veränderung befindende Datenbasis zurückzuführen. So kamen speziell in den Bilanzgebieten 4 und 8 (Witznitz sowie Espenhain und Zwenkau) neue Messstellen hinzu. Andere Messstellen hingegen wurden aufgrund der Veränderung der Messprogramme oder eines schlechten Zustandes nicht mehr untersucht. Die Hauptaussagen bezüglich der Eisenverteilung bleiben jedoch erhalten und werden durch die vorliegende Untersuchung deutlich bestätigt.

3.3 Berechnung der Eisen-Frachten im Grundwasserzustrom zur Pleiße

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

Resultierend aus den hohen Eisenkonzentrationen ergeben sich für das Bilanzgebiet 4 (Pleißequerung Kippe Witznitz) die höchsten berechneten Eisenfrachten in die Pleiße, die in der Größenordnung um 1000 kg/d liegen (Abbildung 3-4). Prognostisch wird sogar ein weiterer Anstieg auf ca. 1350 kg/d berechnet, der auf den zukünftig zu erwartenden erhöhten Grundwasserzustrom aus dem Südteil der Kippe im Zuge des Grundwasserwiederanstiegs im Tagebau Vereinigtes Schleenhain zu erwarten ist. Weiterhin zu beachten sind die Frachten im südlichen Einzugsgebiet aus den Kippen Regis, Deutzen und Borna-West. Für das Bilanzgebiet 1 werden aktuell 112 kg/d berechnet. Durch den zukünftig erfolgenden Wiederanstieg Kippe Schleenhain werden es gemäß der Berechnung bis 2100 297 kg/d. Analog verhält sich die Dynamik im Bilanzgebiet 2 mit aktuell berechneten 118 kg/d und 271 kg/d für die Jahresscheibe 2100.

Die Bilanzgebiete 5 (Abstrom nördl. Teil Kippe Witznitz) und 7 (Abstrom südl. Teil Kippe Zwenkau und Espenhain) sind durch berechnete Eisenfrachten zwischen je 100 und 130 kg/d gekennzeichnet, wobei im Bilanzgebiet 7 die Unsicherheit der angesetzten Eisenkonzentration im Abstrom Espenhain in die Frachtenberechnung entsprechend mit übertragen wird (vgl. Abschnitt 3.2.2).

Für alle weiteren Bilanzgebiete werden Eisenzutritte von je < 100 kg/d berechnet. Dies betrifft das Bilanzgebiet 8 (nördl. Kippen Zwenkau und Espenhain) sowie die durch gewachsene Zuflüsse gekennzeichneten Gebiete 3, 6 und 9.

Im Vergleich zur Vorgänger-Studie [1] bestätigen sich die wesentlichen räumlichen Muster (Abbildung 3-4). Im Detail lassen sich folgende begründbare Unterschiede erkennen: Im Bilanzgebiet 4 (Pleißequerung Kippe Witznitz) wurden auf Basis der ausgewerteten Beschaffenheitsmessstellen aktuell etwas höhere Konzentrationen angesetzt, welches entsprechend zu einer etwa 15% höheren berechneten Eisenfracht führt. Die damalige Studie basiert im Zukunftsszenario auf einem speziell entwickelten Stofftransportmodell für die Kippe Witznitz [2]. Bis 2100 erfolgt dort ein leichter Rückgang der modelltechnisch berechneten Eisenfrachten aufgrund des rückläufigen Kippenvorrats. In der aktuellen Studie wurden gemäß Abstimmung mit dem AG nach einheitlicher Herangehensweise für das gesamte Bearbeitungsgebiet IST-Eisenkonzentrationen für die Frachtenberechnung angesetzt. Diese führen ggf. zu einer leichten Überschätzung der Frachtenentwicklung und stellen daher eine Art „worst case“ – Betrachtung dar.

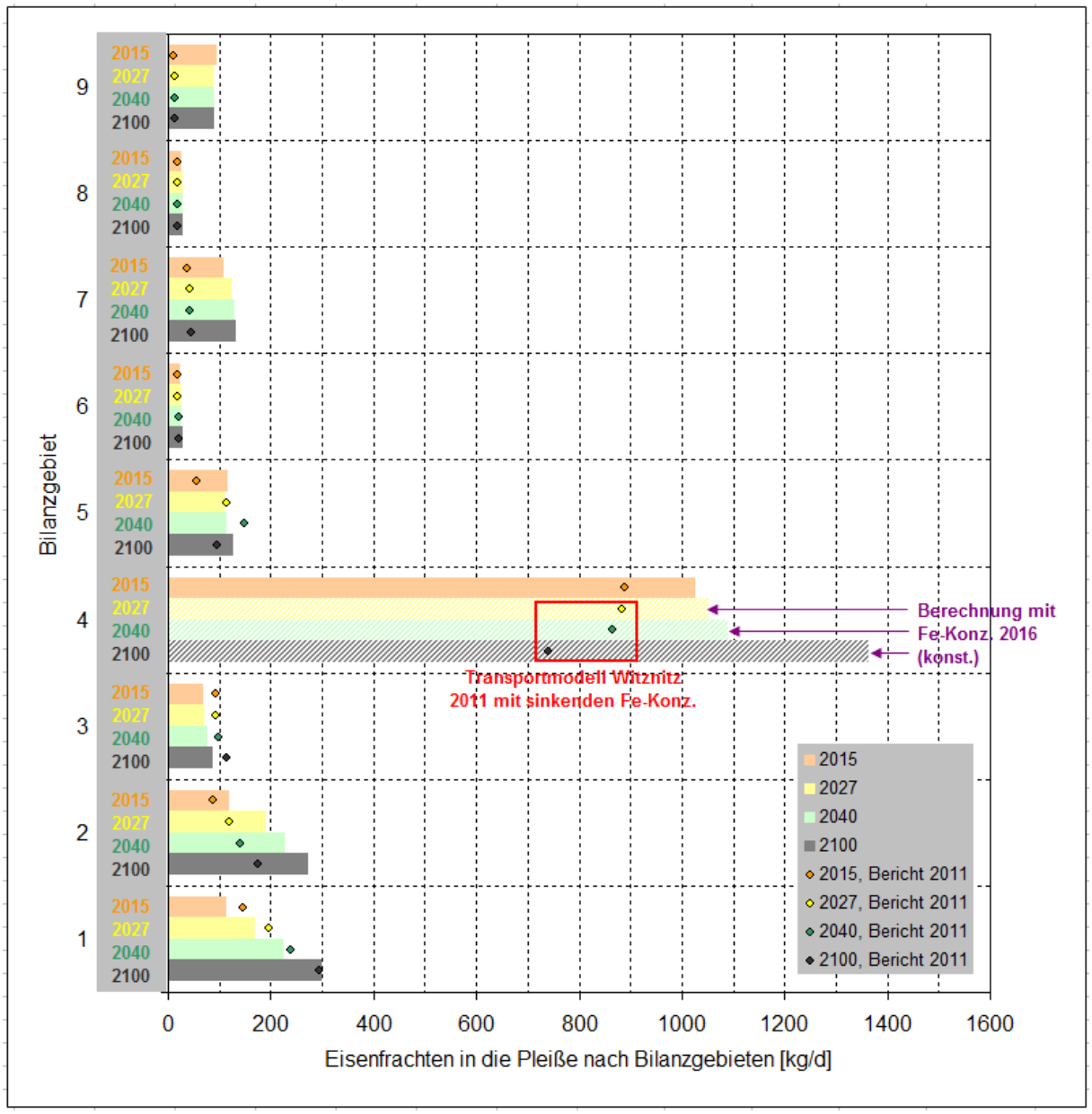


Abbildung 3-4: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten für die Jahresscheiben 2015, 2027, 2040 und 2100, Vergleich mit der Vorgänger-Studie 2011 [1]

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

Eine weitere Aufsplittung der Frachten nach Richtung und Herkunft ist der Anlage 5 zu entnehmen. Darüber hinaus erfolgt eine entsprechende Betrachtung im Rahmen des Szenariovergleichs in Abbildung 4-2.

4. Modellierung des Wasserhaushalts bei Umstellung der Nutzung auf Luzerneanbau zur Ermittlung der Wirkung auf die Eisenfracht im der Pleiße (Best-Case-Szenario)

4.1 Methodik der Grundwasserneubildungsreduzierung

Die Grundwasserneubildung der verwendeten HGMS-Version wird flurabstandsabhängig vorgegeben, d.h. pro Zelle werden für verschiedene Grundwasserflurabstände (0 m; 0,5 m; 1 m; 1,5 m; 2 m; 3 m; 4 m; 5 m) die entsprechenden Neubildungsraten angegeben. Die tatsächlich bei der Berechnung verwendete Neubildung wird dann auf Basis des zum betrachteten Zeitpunkt vorhandenen Flurabstandes angesetzt. Im Zuge der Umsetzung des Best-Case-Szenarios wurde die Flurabstandsfunktion im Bereich der prioritären Flächen mit einem 75%igen Reduktionsfaktor belegt, d.h. dass jede der angesetzten tiefenspezifischen Raten auf ¼ ihres Ausgangswertes gesetzt wird. Dies soll durch den Anbau von Luzerne auf den Flächen langfristig und nachhaltig umzusetzen sein und wurde entsprechend auch für die Fläche des Großversuchs im Bereich der Kippe Witznitz im Modell angesetzt.

Die Neubildungsreduzierung wird gemäß Absprache mit dem AG ab dem 01.01.2017 im Modell realisiert. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass sich die Neubildung nach einer Nutzungsänderung tatsächlich erst mit Verzögerung einstellt. Die neue Nutzungsart muss sich zunächst etablieren. Verringerte Sickerraten müssen nachfolgend über die ungesättigte Bodenzone weitergegeben werden. Je länger diese Zone ist, desto länger dauert es entsprechend, bis die Neubildungsänderung auch im Grundwasser wirksam wird. Untersuchungen für den Kippenkörper Witznitz haben gezeigt, dass die Verzögerung bei 2 m Sickerstrecke ca. 1,5 Jahre, bei 5 m ca. 3 Jahre sowie bei 20 m Sickerstrecke ca. 11 Jahre beträgt [6].

Die Flurabstände im Bereich des Flächenkomplexes I liegen überwiegend zwischen 6 und 10 m, was einer Verzögerung zwischen ca. 3 bis 6 Jahren entspricht. Der Flächenkomplex II ist durch flurnahe Grundwasserstände gekennzeichnet (vgl. Abschnitt 3.1.2, Anlage 2). Die ungesättigte Sickerstrecke ist entsprechend kurz und der Verzögerungseffekt vernachlässigbar. Im Bereich der Hochlagen der Kippe Witznitz (direkt nördlich Pleißeeinschnitt sowie Hochkippe Neukieritzsch) betragen die Flurabstände bis 20 m, was die Wirksamkeit der Maßnahme entsprechend verzögert. Die Flächen im nördlichen Teil mit flurnahen Grundwasserständen weisen wiederum kurze Sickerstrecken und geringe Verzögerungseffekte auf.

Die prioritären Flächen sind mit Ausnahme der Fläche IIIb im Südteil der Kippe Witznitz, welche Wald- und Heidebewuchs ausweist, bereits landwirtschaftlich genutzt. Zur Realisierung der Neubildungsreduzierung für diese Fläche musste zunächst eine traditionelle landwirtschaftliche Nutzung hinterlegt werden, um dann die entsprechende Neubildungsreduzierung umzusetzen. Dies erfolgte mit Hilfe des Programmsystems ArcEGMO unter Verwendung der für den Südraum bereits erarbeiteten Parametrisierung [7] (Anlage 6).

4.2 Wasserbilanz

Die berechnete Wasserbilanz für das Best-Case-Szenario weist für die Bilanzgebiete 1 und 2, in denen die prioritären Flächen I und II liegen, vergleichsweise geringe Änderungen zum Baseline-Szenario von 0,03 (Bilanzgebiet 1) bzw. <0,01 m³/min (Bilanzgebiet 2) auf (Abbildung 4-1).

Der Kippenkörper mit der Fläche I wird von Südwest nach Nordost durchströmt und erhält seinen Anstrom aus dem Bereich der Ortslage Breitingen. Die Grundwasserneubildung der vorgesehenen Maßnahmefläche ist im Vergleich zum lateral zufließenden Grundwasser gering. Die Maßnahme hat somit nur einen geringen Effekt.

Die Fläche II ist durch flurnahe Grundwasserstände mit entsprechend geringer Grundwasserneubildung gekennzeichnet (vgl. Tabelle 3-2). Demgemäß kann eine weitere Neubildungsreduzierung durch Nutzungsänderung keine wesentliche Veränderung herbeiführen. Weiterhin beinhaltet die Fläche einen nur verhältnismäßig kleinen Anteil der Gesamt-Kippenfläche des Bilanzgebiets 2 und kann daher anteilig nur eine geringe Wirksamkeit erzielen.

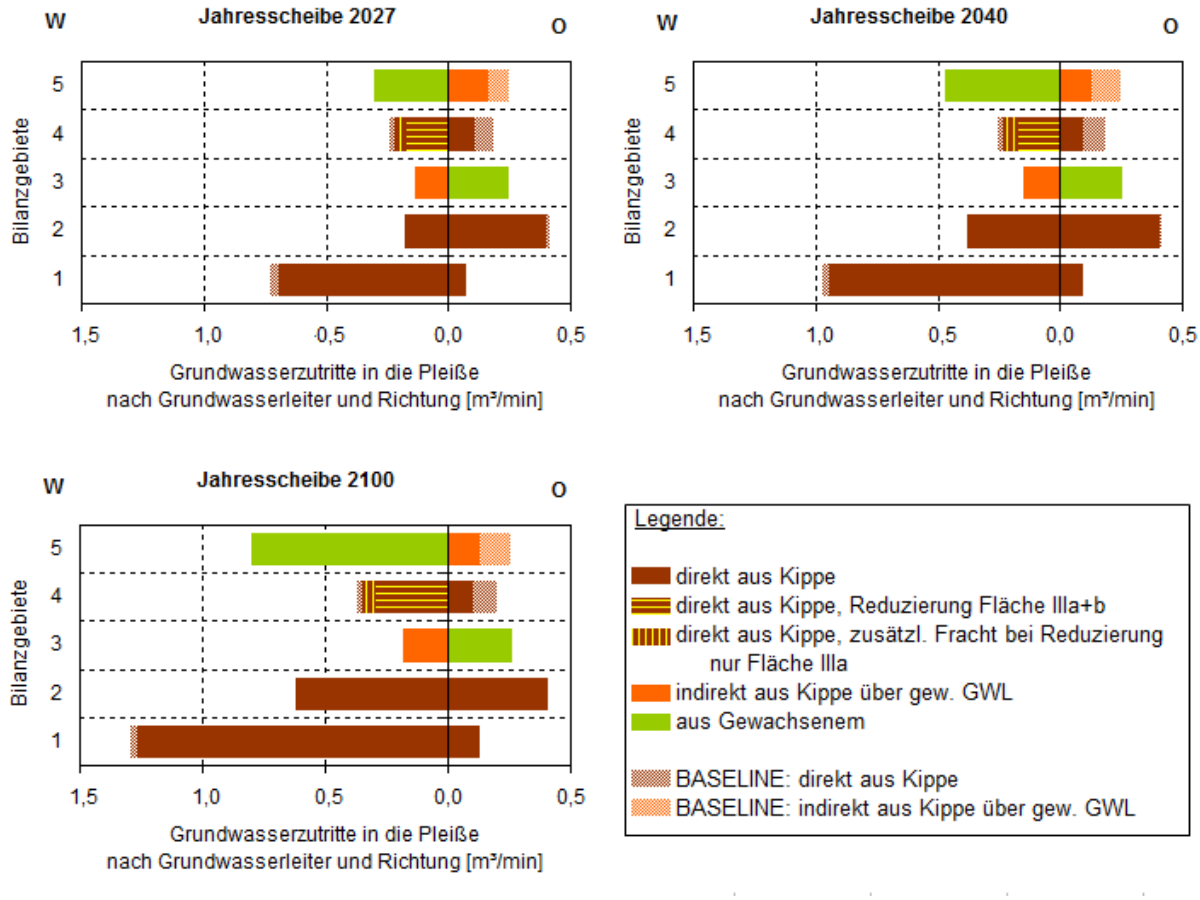


Abbildung 4-1: Grundwasserzutritte in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Herkunft und Richtung für die Jahresscheiben 2027, 2040 und 2100 im Best Case – Szenario, Vergleich mit Baseline-Szenario

Das Bilanzgebiet 4 (Pleißequerung Kippe Witznitz) beinhaltet die Flächenkomplexe IIIa, IIIb und IV (anteilig). Der Ostzustrom zur Pleiße kann durch die Neubildungsreduzierung auf der Fläche IV, die nahezu den gesamten Ostteil des Teileinzugsgebietes 4 umfasst, nachhaltig um 49% reduziert werden.

Der Westzufluss wurde in zwei Varianten untersucht: Wird nur die bereits ackerbaulich genutzte Fläche IIIa mit einer Neubildungsreduzierung belegt, verringert sich der Grundwasserzufluss zur Pleiße im Vergleich zum Baseline-Szenario um ca. 7%. Der vergleichsweise geringe Anteil resultiert aus dem geringen Anteil der Fläche IIIa an der Gesamtfläche des Bilanzgebietes. Erfolgt der Ansatz der reduzierten Neubildung auf beiden Flächen IIIa und b unter Umwandlung der Waldflächen in Luzerneanbau, ergibt sich eine Reduzierung des Grundwasserzustroms um ca. 20 – 30%. Zwar wird für nahezu das gesamte Teileinzugsgebiet ein Maßnahmenvollzug berücksichtigt, die im Baseline-Szenario vorhandenen Waldflächen weisen allerdings im Vergleich zu Ackerflächen bereits eine geringere Neubildung auf, die durch den Luzerneanbau nicht wesentlich unterschritten werden kann.

Im Bilanzgebiet 5, welches Teile des Flächenkomplexes IV sowie den Flächenkomplex V beinhaltet, kann der Kippenzustrom zur Pleiße durch die Maßnahme um 49% reduziert werden.

Entsprechend den Grundwasserflurabständen wird die im Zuge der Maßnahme reduzierte Neubildung tatsächlich verzögert auf die Grundwasseroberfläche aufgeprägt (vgl. Ausführungen zur Sickerstrecke in Abschnitt 4.1), welches in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt werden konnte. Für den Flächenkomplex II mit flurnahen Grundwasserständen und einer entsprechend kurzen Sickerstrecke spielt dies nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Anlage 1.4). Die Flurabstände im Flächenkomplex I liegen im stationären Endzustand bei 5 – 7, welches in Übertragung aus [6] einer Verzögerung um ca. 3 - 5 Jahren entspräche. Im Bereich der Hochkippe Neukieritzsch (Flächenkomplex III) treten Flurabstände bis 25 m auf. Dies resultiert in einer Verzögerung durch die Sickerstreckenpassage um bis zu 15 Jahren. Im Bereich des Flächenkomplexes IV treten Flurabstände bis 16 m auf, wodurch

sich die Wirksamkeit der Neubildungsreduzierung um etwa 10 Jahre verzögern kann. Für den Flächenkomplex V liegen die Flurabstände im stationären Zustand zwischen 1 und 7 m, was mit einer Verzögerung durch die Sickerstrecke von max. 5 Jahren verbunden ist.

4.3 Eisen-Frachten

Aus den berechneten Grundwasserzutritten in die Pleiße ergeben sich durch Multiplikation mit den IST-Eisenkonzentrationen die Stofffrachten in die Pleiße (Tabelle 4-1 und Abbildung 4-2).

Tabelle 4-1: Bilanzierung der Eisenfrachten und Reduzierung nach Bilanzgebieten für den stationären Zustand 2100

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

Danach resultiert die Maßnahmendurchführung für die Fläche I in einer Reduzierung der Eisenfracht um ca. 6 kg/d, für die Fläche II in den betrachteten Jahresscheiben um ca. 1 – 3 kg/d. Die Wirksamkeit ist damit als sehr gering einzustufen.

Anders verhält es sich in den Bilanzgebieten 4 und 5 der Kippe Witznitz. Aufgrund fehlender externer lateraler Grundwasserzuflüsse in den Kippenkörper sowie einer nahezu vollständigen Erfassung des Einzugsgebietes durch die Maßnahmeflächen verbunden mit hohen Eisenkonzentrationen ergibt sich für das Bilanzgebiet 4O eine Frachtreduzierung um bis 331 kg/d sowie für das Bilanzgebiet 5O eine Reduzierung um bis 50 kg/d. Das Bilanzgebiet 5O umfasst den nördlichen Teil der Fläche IV (Großversuch) sowie die Fläche V. Die durchgeführte Auswertung nach den in der Aufgabenstellung dargestellten und auch 2011 [1] verwendeten Bilanzgebieten lässt keine exakte Zuordnung der Frachtreduzierung auf die beteiligten Flächenkomplexe zu. Die Verteilung der Grundwasserflurabstände (Anlage 1.4) mit flurnahen Grundwasserständen insbesondere im Westteil des Flächenkomplexes V lässt jedoch den Schluss zu, dass dort aufgrund von Zehrung die Neubildung ohnehin gering ist. Weiterhin ergibt sich für die Kippe Witznitz (Bilanzgebiete 4 und 5) ein deutlicher Gradient mit steigenden Eisenkonzentrationen von Nord nach Süd (Anlage 4), so dass einer Nutzungsänderung innerhalb des Flächenkomplexes IV ein größerer Stellenwert beizumessen ist. Schließlich ist die Pleiße im Bereich des Flächenkomplexes V von der Kippe durch einen gewachsenen Streifen getrennt. Die Mischung des eisenhaltigen Kippengrundwassers mit gepuffertem Grundwasser quartären Ursprungs resultiert in einer Eisenfestlegung im Untergrund, welches an den Messstellen 61631, 61641 und 61651 mit Eisenkonzentrationen < 50 mg/l zu beobachten ist (Anlage 4).

Die Neubildungsreduzierung auf der Fläche IIIa (bereits landwirtschaftlich genutzt) verringert die Eisenfrachten aus dem Bilanzgebiet 4W um ca. 38 kg/d. Die zusätzliche Berücksichtigung der Fläche IIIb (aktuell Wald) resultiert gemäß den Berechnungen in einer weiteren Frachtenreduzierung um max. 106 kg/d.

Eine Übersicht aller berechneten Eisen-Frachten für die betrachteten Jahresscheiben, Bilanzräume und Herkunftsgebiete in der Anlage 5 zu entnehmen.

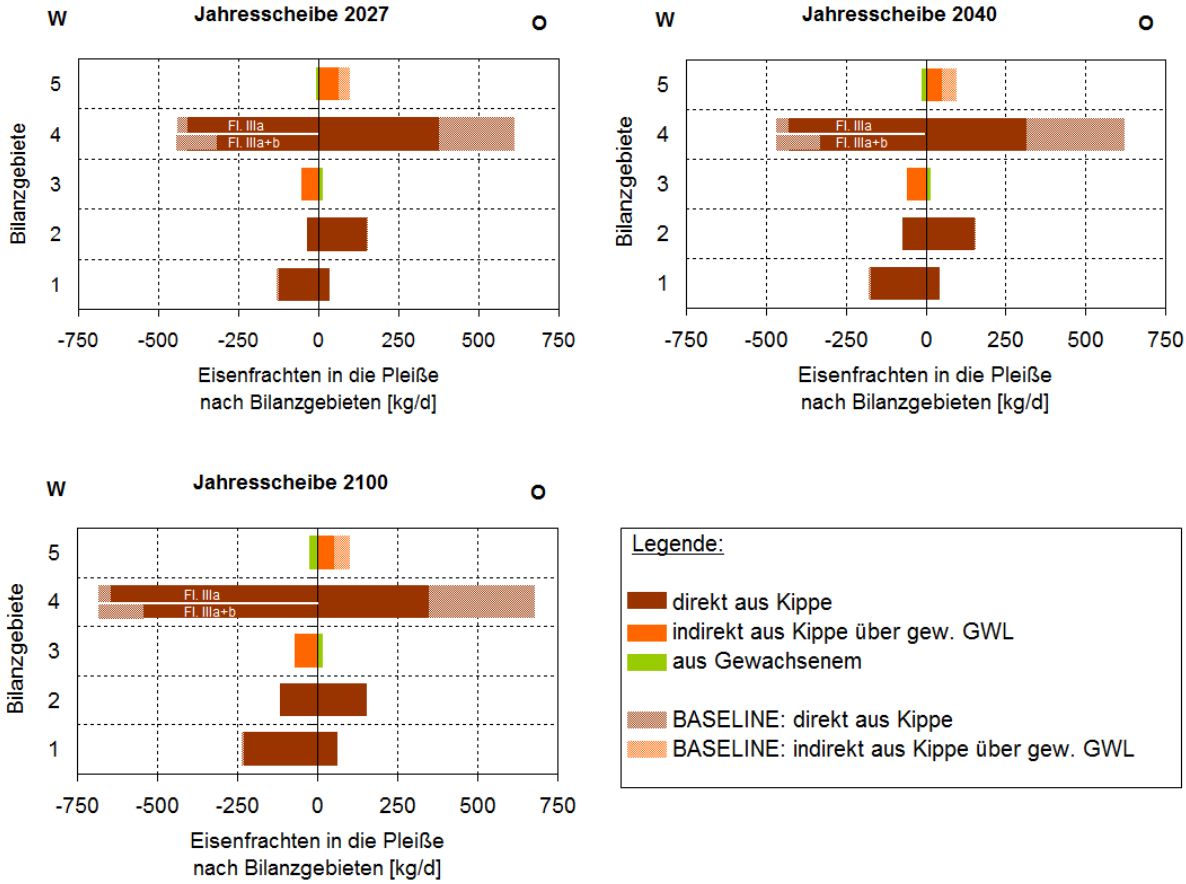


Abbildung 4-2: Eisen-Frachten in die Pleiße nach Bilanzgebieten, Herkunft und Richtung für die Jahresscheiben 2027, 2040 und 2100 im Best Case – Szenario, Vergleich mit Baseline-Szenario, Bilanzgebiet 4W separate Betrachtung Fl. IIIa sowie IIIa+b

5. Auswertung und Schlussfolgerungen

Eine tabellarische Zusammenstellung aller berechneten GW-Zutritte, Eisenkonzentrationen und Eisen-Frachten in den einzelnen Bilanzräumen ist der Anlage 7 zu entnehmen.

Als größte Unsicherheit des Berechnungsansatzes sind die ausgewiesenen mittleren Eisen-Konzentrationen der einzelnen Bilanzgebiete anzusehen. Insbesondere die Kippenkörper sind durch eine hohe räumliche Heterogenität geprägt. Innerhalb kurzer Distanzen können hohe Konzentrationsdifferenzen auftreten. Die zum Teil wenigen Kippenmessstellen repräsentieren meist auch nicht den direkten Grundwasserzufluss zur Pleiße, sondern wurden vor einem anderen Hintergrund errichtet, sind weiter entfernt von der Vorflut und ggf. teufenspezifisch nicht im direkten Zuflussbereich zur Pleiße. Allein im Bereich der Pleißequerung der Kippe Witznitz wurden rechts- und linksseitig des Ufers entsprechende Rammpegel errichtet, die den Übertritt ins Fließgewässer gut erfassen.

In einigen Bilanzgebieten ist die Dichte der Beschaffenheitsmessstellen zudem so gering, dass sich nur wenig belastbare mittlere Eisen-Konzentrationen ableiten lassen. Dies betrifft insbesondere das Gebiet 7O (Südteil Kippe Espenhain), aber auch die Gebiete 1O und 2W (Regis und Deutzen).

Weiterhin berücksichtigt der Berechnungsansatz für zukünftige Jahresscheiben zwar die entsprechenden prognostischen Wassermengen aus dem HGMS, zur Frachtenberechnung werden allerdings die IST-Eisenkonzentrationen verwendet. Inwieweit innerhalb des nächsten Jahrhunderts maßgebliche Beschaffenheitsänderungen an den einzelnen Messstellenstandorten zu erwarten sind, hängt im Wesentlichen vom Vorrat, der Menge der Grundwasserneubildung und der Durchströmung (kf-Wert sowie Anstrom aus dem Hinterland) ab und lässt sich im Vorfeld nur schwerlich abschätzen. Die durchgeführte Detail-Studie für die Kippe Witznitz resultierte insgesamt in einer ca. 35%igen Abnahme der Eisenkonzentrationen zwischen 2015 und 2100 [2]. Eine Reduzierung der Grundwasserneubildung, die zu einem verminderten Stoffaustag führt, schwächt entsprechend aber auch den Konzentrationsrückgang ab. Der einfache Berechnungsansatz konstanter Konzentrationen der vorliegenden Studie wurde aufgrund seiner Transparenz gewählt, er kommt ohne zusätzliche Annahmen aus und stellt eine Art „worst case“ dar.

Im Hinblick auf die Prognosegenauigkeit sind die ermittelten Größenordnungen der Frachten aus den einzelnen Teilgebieten als plausibel einzuschätzen, ebenfalls die damit verbundenen Hauptaussagen zur räumlichen Verteilung der Eisenfrachten sowie auch den Szenarienvergleich. Die absolut berechneten Frachten sind jedoch wie oben erläutert mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet und entsprechend zu verwenden.

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

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

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

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

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

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

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

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet

Zustand 2015

Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung

2015 gem. Studie 2011

Sonstiges

Berechnete Hydroisohypsen 2015, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN], mittlere Grundwasserneubildung

Pleiße

Standgewässer 2015

Standgewässer 2100

Devastierung

Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 1.1

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Prioritäre Flächen, Pleißeeinzugsgebiet und Hydroisohypsen zum Zeitpunkt 2015

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
04.04.2017

Maßstab 1 : 35000

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet

Zustand 2027

Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung

Sonstiges

Berechnete Hydroisohypsen 2027, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN], mittlere Grundwasserneubildung

Pleiße

Standgewässer 2015

Standgewässer 2100

Devastierung

Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 1.2

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Prioritäre Flächen, Pleißeeinzugsgebiet und Hydroisohypsen zum Zeitpunkt 2027

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
04.04.2017

Maßstab 1 : 35000

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet

Zustand 2040

Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung

Sonstiges

Berechnete Hydroisohypsen 2040, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN], mittlere Grundwasserneubildung

Pleiße

Standgewässer 2015

Standgewässer 2100

Devastierung

Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 1.3

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Prioritäre Flächen, Pleißeeinzugsgebiet und Hydroisohypsen zum Zeitpunkt 2040

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
04.04.2017

Maßstab 1 : 35000

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Grundwasserflurabstände der prioritären Flächen im stationären Endzustand [m], mittlere Grundwasserneubildung

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet

- Stationärer Endzustand 2100
- Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung
- 2100 gem. Studie 2011

Sonstiges

- Berechnete Hydroisohypsen 2100, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN], mittlere Grundwasserneubildung
- Pleiße
- Standgewässer 2015
- Standgewässer 2100
- Devastierung
- Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 1.4

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Prioritäre Flächen, Pleißeeinzugsgebiet und Hydroisohypsen im stationären Zustand

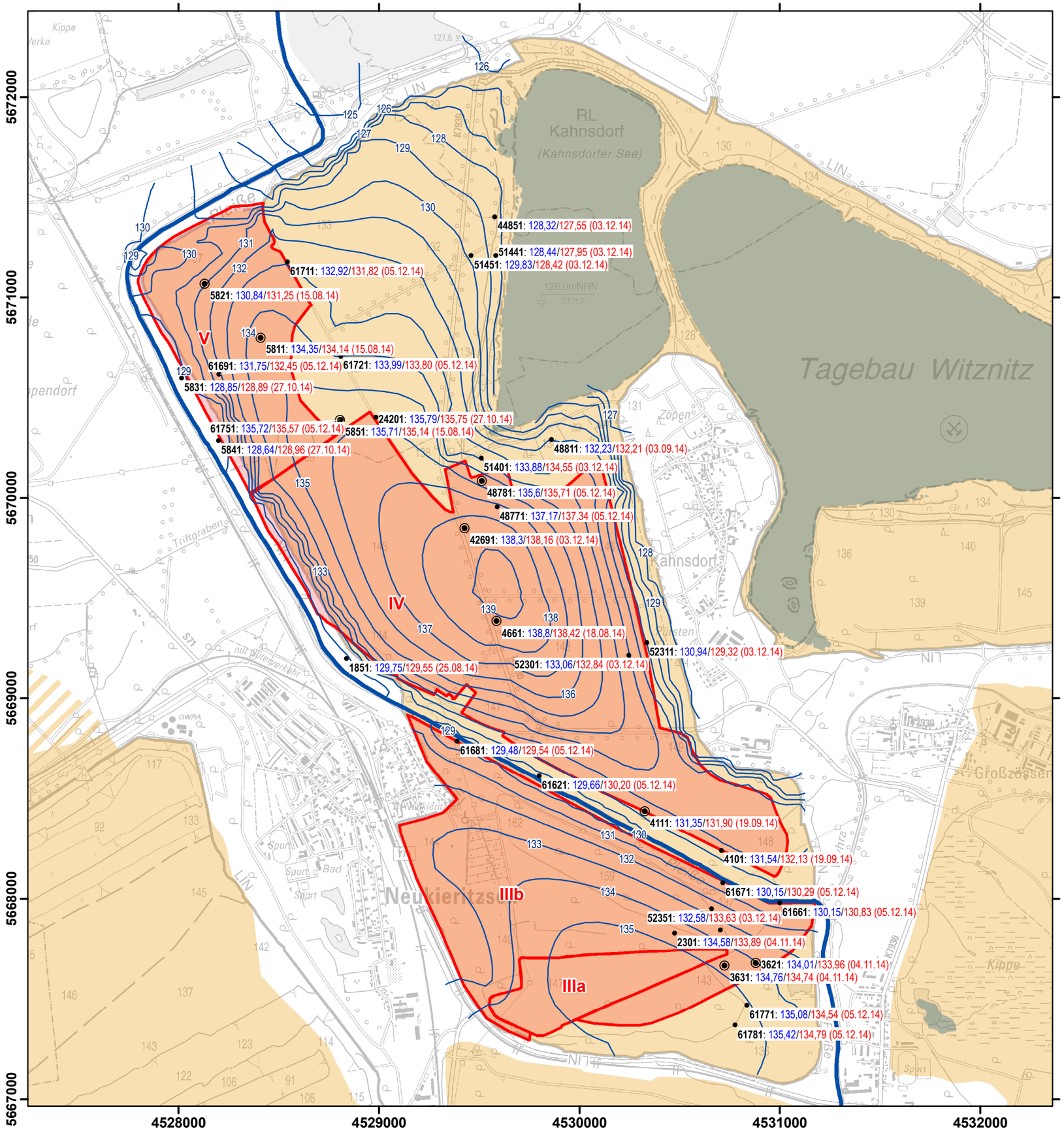
Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
04.04.2017

Maßstab 1 : 35000

5687000 5686000 5685000 5684000 5683000 5682000 5681000 5680000 5679000 5678000 5677000 5676000 5675000 5674000 5673000 5672000 5671000 5670000 5669000 5668000 5667000 5666000 5665000 5664000 5663000 5662000 5661000 5660000

4523000 4524000 4525000 4526000 4527000 4528000 4529000 4530000 4531000 4532000 4533000 4534000



Legende

- Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung
- Berechnete Hydroisohypsen 01.01.2015,Kippe Witznitz [m NHN]
  mittlere Grundwasserneubildung
- Grundwassermessstellen
  Name : Wasserstand berechnet / Wasserstand gemessen (Datum)"
- Grundwassermessstellen mit Darstellung der Ganglinie in Anlage 3

Sonstiges

- Pleiße
- Standgewässer 2015
- Devastierung
- Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:25000
Kartengrundlage:
DTK 25, Stand: 2007-2010 (Sachsen)
2003-2010 (Sachsen-Anhalt)
2003-2004 (Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2011
Erlaubnis des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt vom 07.04.2009 (A1-6017969/2012)
und vom 11.12.2008.
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Geobasisdaten © Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation 00289/2009
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 2

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

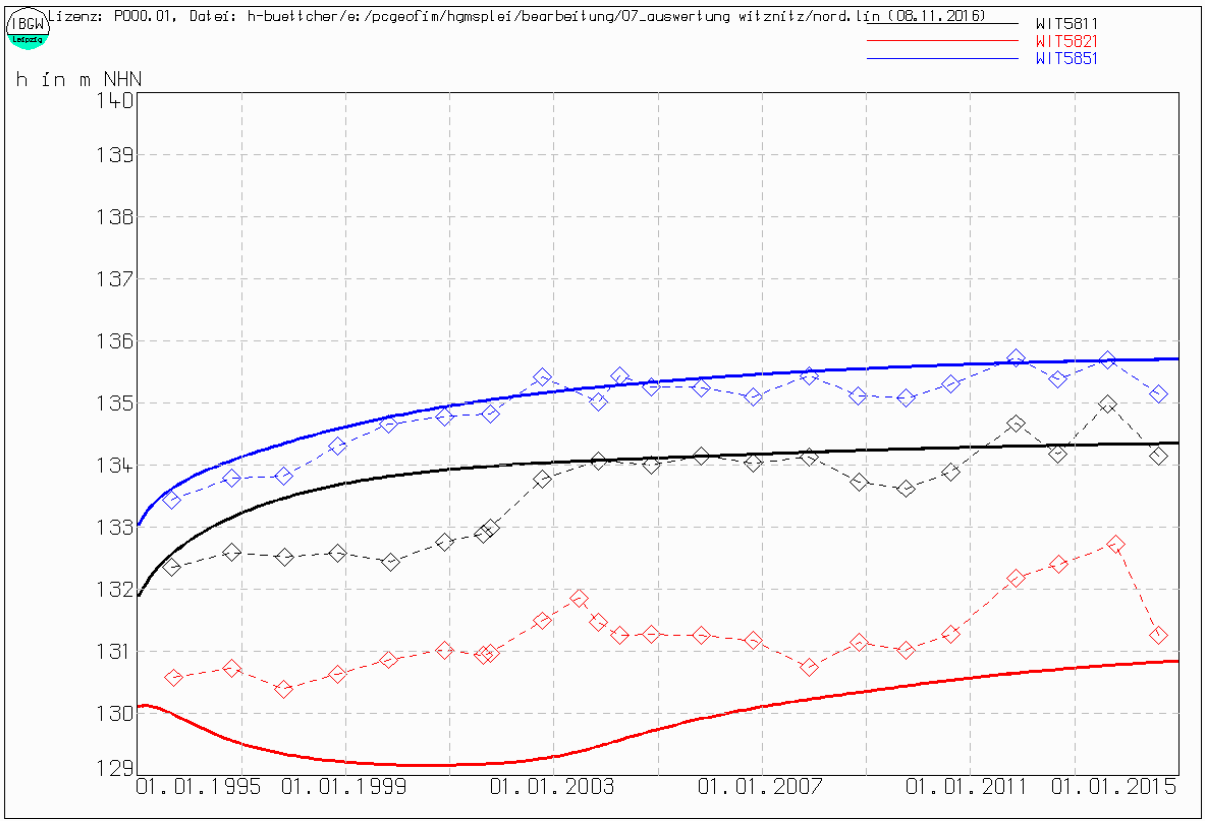
Hydroisohypsen Kippe Witznitz 2015

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

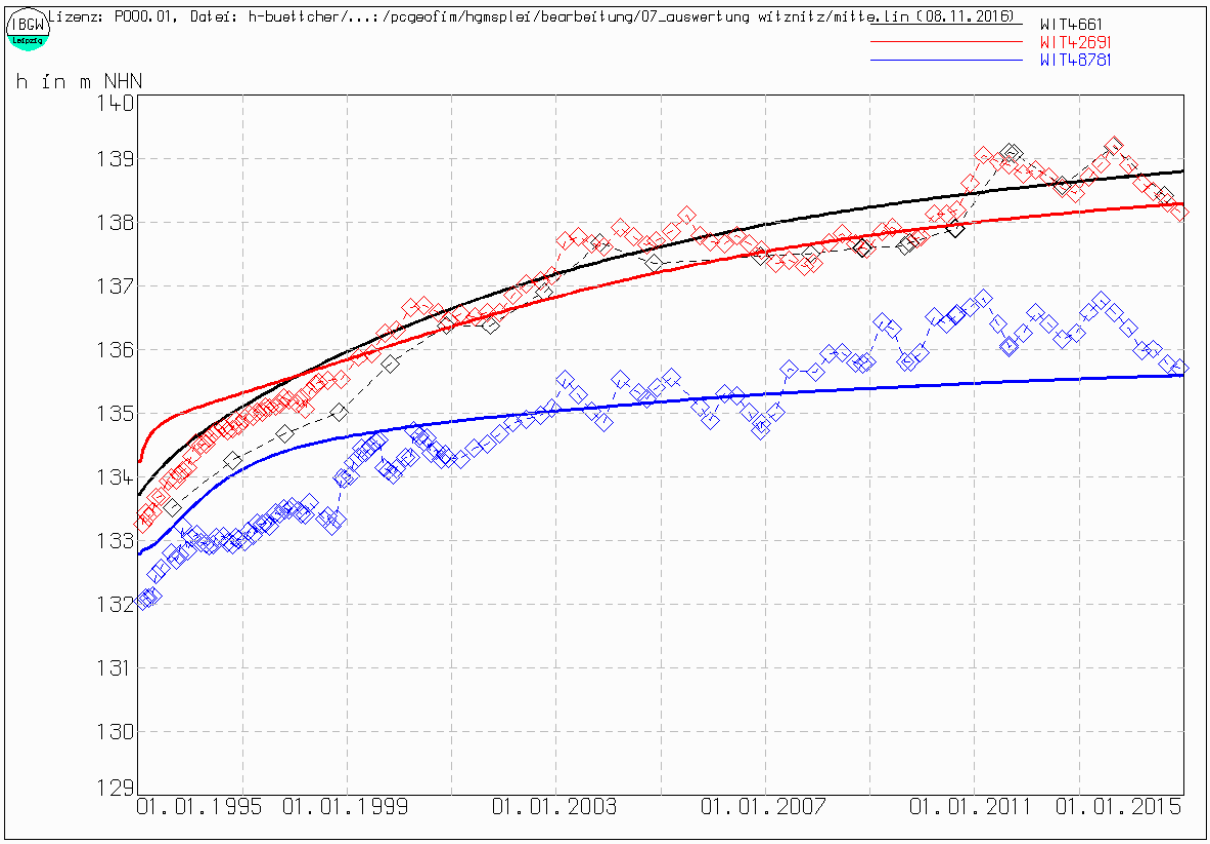
Bearbeiter: H. Büttcher
08.11.2016

Maßstab 1 : 20000

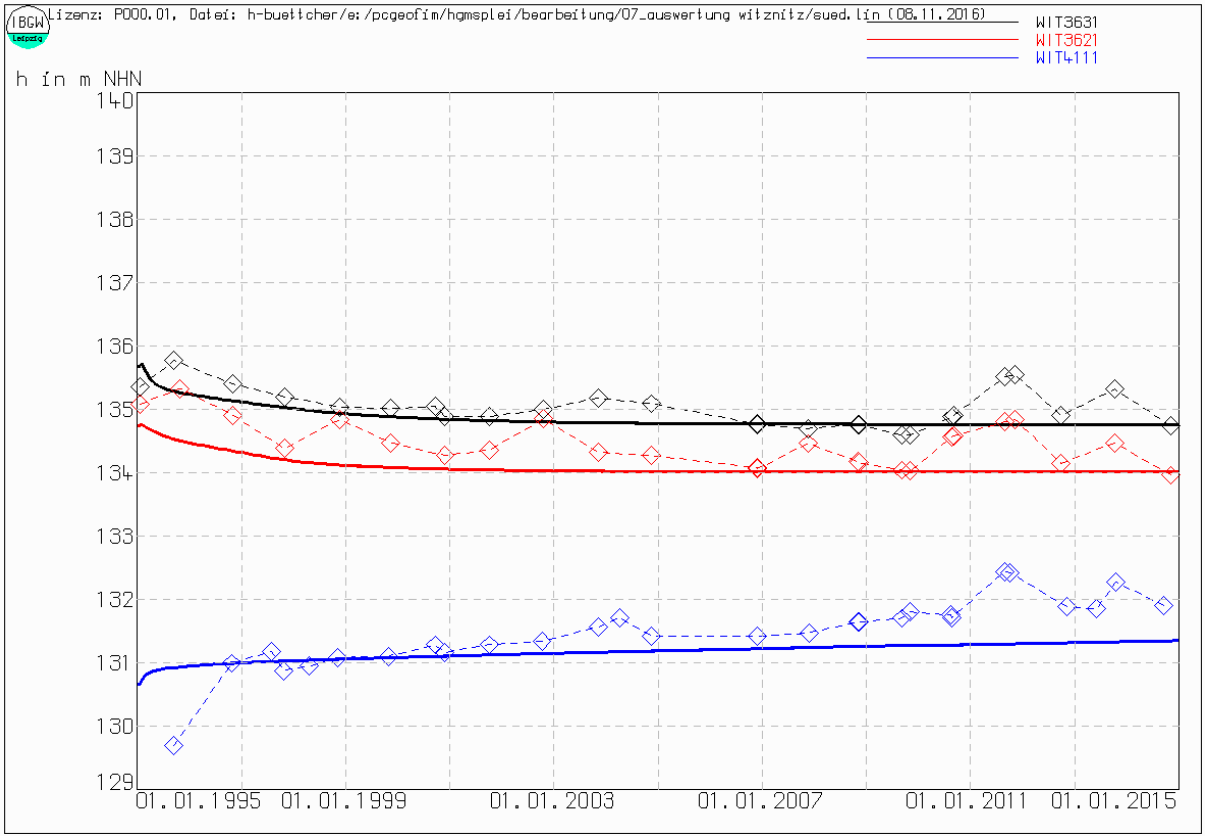
Nord:


Lizenz: P000.01, Datei: h-buettcher/e:/pcgeofim/hgmsplei/bearbeitung/07_auswertung witznitz/nord.lin (08.11.2016)
WIT5811
WIT5821
WIT5851
h in m NHN
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
01.01.1995
01.01.1999
01.01.2003
01.01.2007
01.01.2011
01.01.2015

Mitte:


Lizenz: P000.01, Datei: h-buettcher/...:/pcgeofim/hgmsplei/bearbeitung/07_auswertung witznitz/mitte.lin (08.11.2016)
WIT4661
WIT42691
WIT48781
h in m NHN
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
01.01.1995
01.01.1999
01.01.2003
01.01.2007
01.01.2011
01.01.2015

Süd:


Lizenz: P000.01, Datei: h-buettcher/e:/pcgeofim/hgmsplei/bearbeitung/07_auswertung witznitz/sued.lin (08.11.2016)
WIT3631
WIT3621
WIT4111
h in m NHN
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
129
01.01.1995
01.01.1999
01.01.2003
01.01.2007
01.01.2011
01.01.2015

9O (G1/2): 12 [1]

9W (G1/2): 6 [3]

8W (Ki): 25 [12]
8W (G1/2): 5 [7]

8O (Ki): 11 [23]
8O (G1/2): 67 [30]

7O (Ki): 390 [125]

7W (Ki): 30 [9]
7W (G1/2): 75 [22]

6W (G1/2): 8 [4]

6O (G1/2): 38 [35]

5W (G1/2): 20 [4]

5O (Ki): 273 [567]

4O (Ki): 2322 [2251]

4W (Ki): 1289 [1151]

3O (G1/3): 43 [87]

3W (Ki): 272 [318]

2W (Ki): 130 [64]

2O (Ki): 261 [192]

1O (Ki): 323 [297]

1W (Ki): 126 [138]

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Messstellenname: Median Eisen ges. [mg/l]
für Bilanzierung verwendet:

- 0 - 20
- 21 - 100
- 101 - 1000
- >= 1000

weitere Messstellen in der näheren Umgebung:

- 0 - 20
- 21 - 100
- 101 - 1000
- nicht verwendete Messstellen

Mittelwert Eisen ges. im Bilanzgebiet:

9W (G1/2): 6 [3] Bilanzgebiet mit Zustrom-Richtung West / Ost (GWL): Mittelwert Eisen ges. [mg/l] [mittlere Eisen ges. - Konz. der Studie 2011]

Fremdeinflüsse auf Grundwasserbeschaffenheit:

1: Deponie RL 3
2: Ascheverspülung Lobstädter Lachen
3: Ökologisches Großprojekt Böhlen
4: Auflandebecken Gaulis
5: Industrielle Absetzanlage IAA Böhlen
6: Deponie Böhlen
7: Schuttkippe Espenh. (Lage nicht genau bek.)
8: Deponie B2/B95

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet
Aktuelle Situation 2015
Stationärer Endzustand 2100
Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung
2015 gem. Studie 2011
2100 gem. Studie 2011

Sonstiges
Berechnete Hydroisohypsen 2100, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN]
Pleiße
Standgewässer 2015
Standgewässer 2100
Devastierung
Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 4

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Mittlere Eisenkonzentrationen 2011 - 2016
Messstellen und Bilanzgebiete

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
09.11.2016

Maßstab 1 : 35000

Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Mittlere Eisen ges. - Fracht aus dem Bilanzgebiet in die Pleiße:

4O	Szenario Baseline	Best-Case
	Kippe	Kippe
2015	584	
2027	612	376
2040	621	317
2100	678	347

Bilanzgebiet
Szenario
Herkunft aus Grundwasserleiter
Jahresscheibe / Eisen ges. - Fracht [kg/d]
...

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet
- Aktuelle Situation 2015
- Stationärer Endzustand 2100
- Teil-Einzugsgebiete 1 - 9 mit Nummerierung
- 2015 gem. Studie 2011
- 2100 gem. Studie 2011

Sonstiges
- Berechnete Hydroisohypsen 2100, oberes Grundwasserstockwerk [m NHN]
- Pleiße
- Standgewässer 2015
- Standgewässer 2100
- Devastierung
- Devastierung geplant

Darstellung auf der Grundlage derdigitalen Topographischen Karte 1:50000
Kartengrundlage:
DTK 50, Stand: 2004-2011 (Sachsen)
2006-2011 (Sachsen-Anhalt, Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2012
©Geobasis-DE / LVermGeo LSA, [2012, A9-6008216/2012]
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

9W Szenario Baseline (G1/2)

2015	9
2027	9
2040	9
2100	9

9O Szenario Baseline (G1/2)

2015	84
2027	79
2040	78
2100	78

8W Szenario Baseline

	Kippe	G1/2
2015	5	1
2027	6	2
2040	6	2
2100	6	2

8O Szenario Baseline

	Kippe	G1/2
2015	3	15
2027	4	16
2040	4	16
2100	4	17

7W Szenario Baseline

	Kippe	G1/2
2015	2	41
2027	6	44
2040	7	45
2100	8	47

7O Szenario Baseline

	Kippe
2015	63
2027	72
2040	74
2100	75

6O Szenario Baseline (G1/2)

2015	12
2027	13
2040	14
2100	15

6W Szenario Baseline (G1/2)

2015	10
2027	10
2040	11
2100	11

5O Szenario Baseline / Best-Case

	Kippe	Kippe
2015	95	
2027	99	65
2040	98	52
2100	101	51

5W Szenario Baseline (G1/2)

2015	18
2027	9
2040	14
2100	23

4O Szenario Baseline / Best-Case

	Kippe	Kippe
2015	584	
2027	612	376
2040	621	317
2100	678	347

4W Szenario Baseline / Best-Case (IIIa) / Best-Case (IIIa+b)

	Kippe	Kippe	Kippe
2015	439		
2027	440	409	315
2040	468	430	319
2100	684	646	539

3O Szenario Baseline (G1/3)

2015	15
2027	16
2040	16
2100	16

3W Szenario Baseline

	Kippe
2015	52
2027	53
2040	58
2100	70

2W Szenario Baseline

	Kippe
2015	9
2027	34
2040	71
2100	115

2O Szenario Baseline / Best-Case

	Kippe	Kippe
2015	109	
2027	156	152
2040	156	154
2100	156	154

1W Szenario Baseline / Best-Case

	Kippe	Kippe
2015	74	
2027	131	125
2040	177	171
2100	235	229

1O Szenario Baseline

	Kippe
2015	38
2027	36
2040	45
2100	62

Anlage 5

LMBV mbH

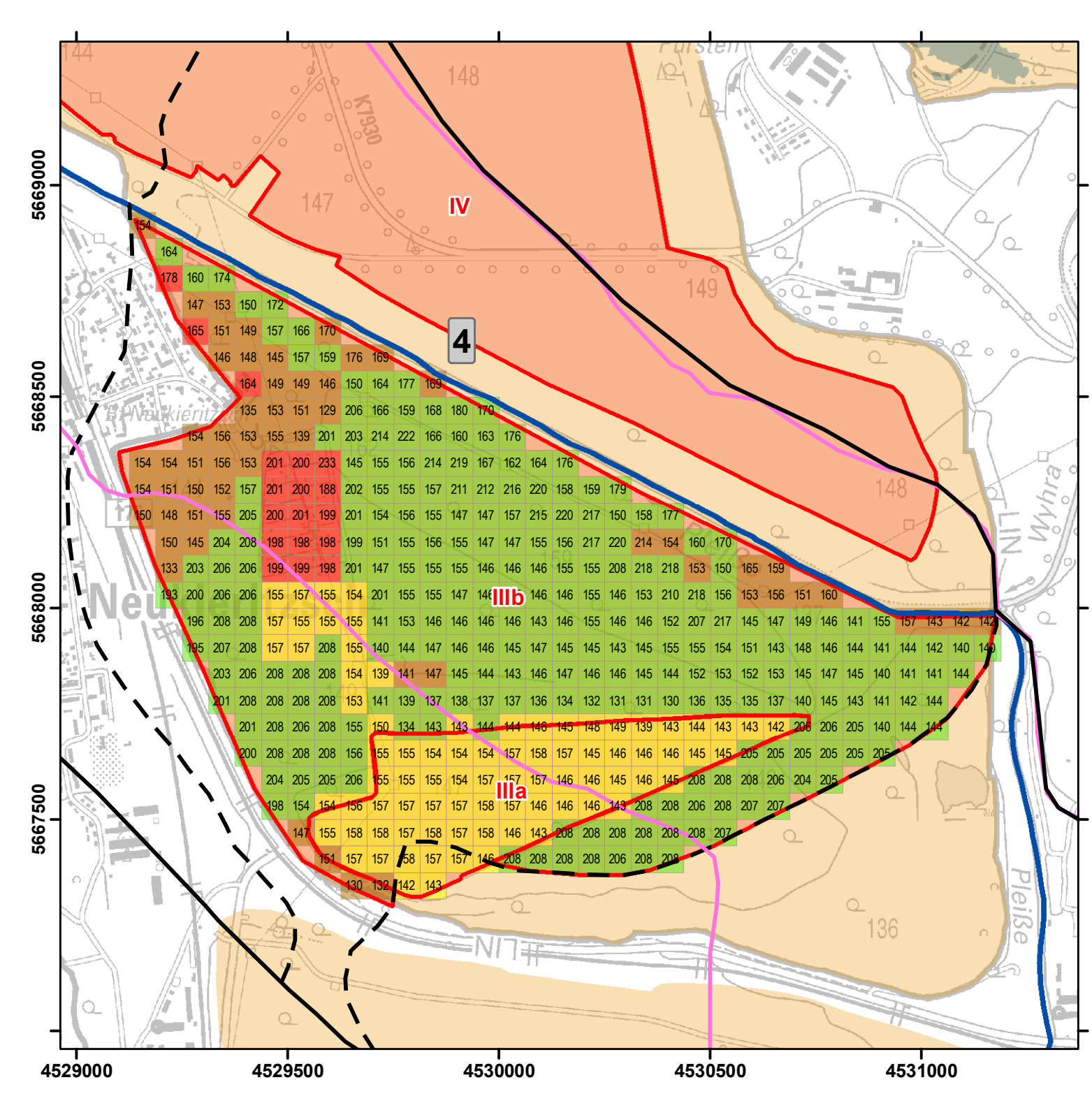
Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Berechnete Eisen ges. - Frachten im Zustrom zur Pleiße
2015, 2027, 2040 und 2100

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
14.11.2016

Maßstab 1 : 35000



Legende

Prioritäre Flächen mit Untersuchung der Nutzungsänderung

Flurferne GW-Neubildung Fläche IIIa und IIIb [mm/a] Umwandlung Wald in trad. Landwirtschaft (ArcEGMO)

- urspr. Wald mit Umwandlung in Landwirtschaft
- urspr. Heide und Sträucher mit Umwandlung in Landwirtschaft
- vorhandene Landwirtschaft
- Siedlungsflächen

Grundwasserbürtiges Pleiße-Einzugsgebiet und Sonstiges gem. Legende Anl. 1

Darstellung auf der Grundlage der digitalen Topographischen Karte 1:25000
Kartengrundlage:
DTK 25, Stand: 2007-2010 (Sachsen)
2003-2010 (Sachsen-Anhalt)
2003-2004 (Thüringen)
Genehmigung:
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2011
Erlaubnis des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt vom 07.04.2009 (A1-6017969/2012) und vom 11.12.2008.
Erlaubnisnummer: LVermGeo/A9-46681-2008-14
Geobasisdaten © Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation 00289/2009
Bezugssysteme:
Lage: Gauß-Krüger(Bessel) RD/83, LS110
Höhe: Deut. Haupthöhennetz 1992/DHHN92/HS160

Anlage 6

LMBV mbH

Hydrogeologische Modellierung zur Ableitung der Wirksamkeit einer flächenspezifischen Nutzungsänderung auf den Eiseneintrag in die Pleiße

Berechnete flurferne Grundwasserneubildung Fläche III bei Umwandlung der Waldflächen in traditionelle Landwirtschaft

Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH
04229 Leipzig, Nonnenstraße 9

Bearbeiter: H. Büttcher
14.11.2016

Maßstab 1 : 12500

Bilanzgebiet, Richtung, GWL			Grundwasserzutritte in die Pleiße [m³/min]								Mittl. Fe ges. - Konzentr. [mg/l]	Eisen ges. - Frachten in die Pleiße [kg/d]							
			Baseline-Szenario				Best-Case-Szenario					Baseline-Szenario				Best-Case-Szenario			
			2015	2027	2040	2100		2027	2040	2100		2015	2027	2040	2100		2027	2040	2100
Bilanzgebiet 1																			
	W	Kippe Regis (direkt)	0,41	0,72	0,97	1,29		0,69	0,94	1,26	126	74	131	176	235		125	171	229
	O	Kippe Regis (direkt)	0,08	0,08	0,10	0,13					323	38	35	45	62				
Bilanzgebiet 2																			
	W	Kippe Deutzen (direkt)	0,05	0,18	0,38	0,62					130	9	33	71	115				
	O	Kippe Deutzen / Borna-West (direkt)	0,29	0,41	0,41	0,41		0,40	0,41	0,41	261	109	155	155	155		152	154	154
Bilanzgebiet 3																			
	W	Kippe Deutzen / Witznitz (indirekt)	0,13	0,14	0,15	0,18					272	51	53	58	69				
	O	GWL 1.1 / 3	0,25	0,25	0,26	0,27					43	15	15	16	17				
Bilanzgebiet 4																			
	W	Kippe Witznitz (direkt)	0,24	0,24	0,25	0,37	(Fl. IIIa)	0,22	0,23	0,35	1289	439	440	467	684	(Fl. IIIa)	409	430	646
							(Fl IIIa+b)	0,17	0,17	0,29						(Fl IIIa+b)	315	319	539
	O	Kippe Witznitz (direkt)	0,17	0,18	0,19	0,20		0,11	0,09	0,10	2322	584	612	621	678		376	317	347
Bilanzgebiet 5																			
	W	GWL 1.5 / 1.6 / 1.8 / 2.7	0,62	0,30	0,47	0,80					20	18	9	13	23				
	O	Kippe Witznitz (indirekt)	0,24	0,25	0,25	0,26		0,17	0,13	0,13	273	95	99	98	101		65	52	51
Bilanzgebiet 6																			
	W	GWL 1.1 / 2.5 - 2.7	0,84	0,84	0,88	0,94					8	10	10	11	11				
	O	GWL 1.1 / 2.5 - 2.7	0,22	0,24	0,26	0,27					38	12	13	14	15				
Bilanzgebiet 7																			
	W	Kippe Zwenkau / Böhlen (indirekt)	0,05	0,14	0,17	0,18					30	2	6	7	8				
	W	GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7	0,38	0,41	0,42	0,43					75	41	44	45	47				
	O	Kippe Espenhain (indirekt)	0,11	0,13	0,13	0,13					390	63	72	74	75				
Bilanzgebiet 8																			
	W	Kippe Zwenkau / Böhlen (indirekt)	0,15	0,16	0,16	0,16					25	5	6	6	6				
	W	GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7	0,21	0,24	0,25	0,25					5	1	2	2	2				
	O	Kippe Espenhain (indirekt)	0,20	0,23	0,23	0,23					11	3	4	4	4				
	O	GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7	0,15	0,17	0,17	0,17					67	15	16	16	17				
Bilanzgebiet 9																			
	W	GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7	1,12	1,13	1,15	1,13					6	9	9	9	9				
	O	GWL 1.1 / 1.5 / 2.5 - 2.7	5,01	4,71	4,70	4,68					12	84	79	78	78				