



HGN Beratungsgesellschaft mbH
Büro Nordhausen
Bäckerstraße 20
99734 Nordhausen

+49 (0)3631 473 06 30
info@hgn-beratung.de
www.hgn-beratung.de

Hydrogeologisches Gutachten

Kieswerk Merseburg „An der B91“

Auftraggeber: Mitteldeutsche Baustoffe GmbH
Köthener Straße 13
06193 Petersberg

Projekt: HyGa Kies Merseburg - AN22-083

Bearbeitung: Th. Lange

Bestätigt:

Marco Meinert
Geschäftsführer

Ort, Datum: Nordhausen, 25. September 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	6
2	Lage des Untersuchungsgebietes	6
2.1	Topografische Lage	6
2.2	Lage zu Schutzgebieten	7
2.3	Topographische Situation	7
3	Klimatische Verhältnisse	8
4	Gewässer	10
5	Geologisch - hydrogeologische Verhältnisse	11
5.1	Geologische Verhältnisse	11
5.2	Relevante hydrogeologische Strukturen	11
5.3	Grundwasserdynamik	13
5.4	Grundwasserneubildung	18
5.4.1	Grundwasserneubildung ÖGP	18
5.4.2	Ermittlung der Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504	18
6	Grundwasserströmungsmodellierung	20
6.1	Modellgrundlagen	20
6.1.1	Aufschlusssdatenbank MDSE	20
6.1.2	Alt- Datenbank HGN	20
6.1.3	FEFLOW- Strömungsmodell ÖGP LEUNA	20
6.2	Hydrogeologisches Modell	22
6.3	Modellabgrenzung	25
6.4	Randbedingungen	27
6.4.1	Grundwasserneubildung (RECHARGE) und Evapotranspiration (ETP)	27
6.4.2	Grundwassernutzung (WEL)	27
6.4.3	Vorfluter, Flächengewässer und Drainagen	28
7	Modellkalibrierung	28
7.1	Modellierungssoftware	28
7.2	Modellkalibrierung	28
7.3	Modellbilanz IST- Zustand	30
7.4	IST- Zustandsanalyse der Schadstoffverteilung	31
8	Prognoserechnungen	34
8.1	Abbauplanung für den Eingriffsbereich in das Grundwasser	34
8.2	Variante 1 - Auffahrung der Abbauscheiben 1-3	37
8.3	Variante 2 - Auffahrung der Abbauscheiben 1-4, Teilversatz und Versatz der Alt-Kiesseen	39
8.4	Variante 3 - Auffahrung der Abbauscheiben 5, Versatz Scheibe 4	41
8.5	Variante 4 - Auffahrung der Abbauscheibe 6, Versatz der Abbauscheibe 5	43
8.6	Variante 5 - Auffahrung der Abbauscheibe 10, Versatz der Abbauscheiben 6-9	45
8.7	Variante 6 - Versatz der Abbauscheibe 10 - Abbauende	47
9	Zusammenfassung	49
10	Datenanhang	50
11	Quellenverzeichnis	58

Tabellen

Tabelle 5-1:	Generelle Schichtenfolge und Stratigrafie im Bereich des Bewilligungsfeldes aus /2/	11
Tabelle 5-2:	Ergebnisse der WMKF- Regressionsuntersuchungen (ausgewählte GWM des UG)	14
Tabelle 6-1:	Übernahme und Zusammenfassung FEFLOW- Modellstrukturen (ÖGP LEUNA).....	24
Tabelle 6-2:	Modellrelevante Grundwasserentnahmen nach Wasserbuch Saalekreis	28
Tabelle 7-1:	Bilanzverteilung des stationären Strömungsmodells.....	30
Tabelle 7-2:	Sulfatgehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank).....	31
Tabelle 8-1:	Abbauvolumina/ Tonnagen und Auffüllhöhen nach Abbauplanung	35
Tabelle 8-8:	Bilanzänderung - Abbau-Variante 1.....	37
Tabelle 8-8:	Bilanzänderung Abbau-Variante 2.....	39
Tabelle 8-12:	Bilanzänderung - Abbau-Variante 3.....	41
Tabelle 8-13:	Bilanzänderung - Abbau-Variante 4.....	43
Tabelle 8-14:	Bilanzänderung - Abbau-Variante 5.....	45
Tabelle 8-15:	Bilanzänderung - Abbau-Variante 6.....	47
Tabelle 10-1:	Messstellenbezogene Modellabweichungen	53
Tabelle 10-2:	Ammonium-Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)	56
Tabelle 10-3:	Ammonium-N -Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)	56
Tabelle 10-4:	Chlorid -Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank).....	57
Tabelle 10-5:	Nitrat- Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank) ..	57

Abbildungen

Abbildung 3-1:	Innerjährliche Verteilung der klimatischen Wasserhaushaltskomponenten der KL-Station 02932	9
Abbildung 3-2:	Jährliche klimatische Wasserbilanz für Landflächen im Gebiet der KL-Station 02932	9
Abbildung 3-3:	Gefaltete klimatische Wasserbilanz über den Bilanzzeitraum 1988-2020	10
Abbildung 5-1:	Oberfläche der mesozoischen Grundgebirgsstruktur (FEFLOW, Slice 25, OK Buntsandstein)	12
Abbildung 5-2:	Grundwasserspiegelganglinien im An- und Abstrom des alten Kiesteiches Merseburg - Kies-Monitoring MDSE-Daten - GWM R1 und R6	15
Abbildung 5-3:	Grundwasserspiegelganglinien im Anstrom des alten Kiesteiches Merseburg im Vergleich zu staatlichem GW- Monitoring GWM 46370130 Geusa)	15
Abbildung 5-4:	Grundwasserspiegelganglinien im Vergleich GWM 46370130 Geusa (Lockergestein) und GWM 46371210 Knapendorf/Bundorf (Buntsandstein)	16
Abbildung 5-5:	Gewässer im Untersuchungsgebiet mit Grundwasserdynamik Land Sachsen-Anhalt	17
Abbildung 5-6:	Grundwasserneubildung – Vergleich links: ArcEGMO(FEFLOW), rechts ATV-DVWK M504)	19
Abbildung 6-1:	Blockschnitt durch das FEFLOW-Modell im Bereich der Kiesabbau Merseburg	21
Abbildung 6-2:	Mächtigkeitenverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 1, Mitte: Layer 2, Rechts: Layer 3).....	22
Abbildung 6-3:	Mächtigkeitenverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 4, Mitte: Layer 5, Rechts: Layer 6).....	23

Abbildung 6-4: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 7, Mitte: Layer 8, Rechts: Layer 9).....	23
Abbildung 6-5: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 10, Mitte: Layer 11, Rechts: Layer 12).....	23
Abbildung 6-6: Aufschlussituation im Aussagegebiet des Modells	25
Abbildung 7-1: Modellabweichung stationäre Kalibrierung	30
Abbildung 7-2: Berechnete Grundwasserdynamik und Strombahnen (Leuna-Halde) IST- Zustand – Abstrom des aktuellen Kiesabbaus	32
Abbildung 7-3: Berechnete Grundwasserdynamik (blau) und Strombahnen (magenta) – IST- Zustand – Bereich der geplanten Weiterführung	33
Abbildung 8-1: Geplante Abbauscheiben und Fortschritt der Auskiesung im Abbaufeld Merseburg Süd.....	34
Abbildung 8-10: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 1 (Zusammenhängender Abbau Scheibe 1-3)	38
Abbildung 8-11: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 2 – Zusammenhängender Abbau Scheibe 1-4.....	40
Abbildung 8-12: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 3 – Abbau Scheibe 5, Versatz Scheibe 4 und Randstege Scheiben 1-3.....	42
Abbildung 8-13: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 4 - (Abbau Scheibe 6, Versatz Scheibe 5).....	44
Abbildung 8-14: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 5 (Abbau Scheibe 10, Versatz Scheiben 6-9)	46
Abbildung 8-15: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 6 (Abbau-Ende - Weiterführungsfläche).....	48
Abbildung 10-1: WMKF- Regressionsanalyse für GWM R 6 – nördlicher Abstrom nördlicher Kiessee	50
Abbildung 10-2: WMKF- Regressionsanalyse für GWM R 1 – südlicher Anstrom nördlicher Kiessee	50
Abbildung 10-3: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 27A – östlich Halde Leuna	51
Abbildung 10-4: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 2228 – 700 m westlich IG Merseburg Süd	51
Abbildung 10-5: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 4549 – 700 m südlich Halde Leuna.....	52
Abbildung 10-6: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Sulfat; rechts: Chlorid (MDSE-Datenbank)	54
Abbildung 10-7: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Nitrat; rechts: Ammonium-Stickstoff (MDSE-Datenbank)	55
Abbildung 10-8: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Summe LHKW; rechts: Summe BTEX (MDSE-Datenbank)	55

Anlagen

Anlage 1	Übersichtskarte	1 : 30.000
Anlage 2	Modellabgrenzung	1 : 30.000
Anlage 3	Grundwasserneubildung nach BAGLUVA (max. Flurabstand)	1 : 50.000
Anlage 4	Liegendgrenze Kieslagerstätte und kalibrierte kf-Werte der Hauptterrasse	1 : 7.500
Anlage 5	Berechnete GW-Dynamik IST (Kalibrierung)	1 : 10.000
Anlage 6	Modell- Prognosevarianten	
Anlage 6.1	Modellvariante 1 – Abbau Abbauscheibe 1-3	1 : 10.000
Anlage 6.2	Modellvariante 2 – Abbau Abbauscheibe 1-4, Versatz 1-3 und Altseen	1 : 10.000
Anlage 6.3	Modellvariante 3 – Abbau Abbauscheibe 5, Versatz 4	1 : 10.000
Anlage 6.4	Modellvariante 4 – Abbau Abbauscheibe 6, Versatz 5	1 : 10.000
Anlage 6.5	Modellvariante 5 – Abbau Abbauscheibe 7-10, Versatz bis 9	1 : 10.000
Anlage 6.6	Modellvariante 6 – Abbauende	1 : 10.000

1 Aufgabenstellung

Die Mitteldeutsche Baustoffe GmbH (MDB) betreibt südlich der Stadt Merseburg das Kieswerk Merseburg „An der B91“. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Laufzeitverlängerung des Rahmenbetriebsplanes ist ein aktuelles hydrogeologisches Gutachten zu erstellen, um die Auswirkungen des geplanten Abbaus auf die Grundwasserverhältnisse zu ermitteln. Entsprechend der Stellungnahme der UWB zur Tischvorlage sind insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Entwicklung der Grundwasserstände in freien Wasserflächen, im unmittelbaren Umfeld und insbesondere als Prognose im Bereich der geplanten Rückverfüllung
- Vergleich mit IST-Zustand
- Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit insbesondere bezüglich der Entwicklung der Ammonium- und Chlorid- und Sulfatkonzentrationen

2 Lage des Untersuchungsgebietes

2.1 Topografische Lage

Der Standort der Kiesgewinnung befindet sich im Land Sachsen-Anhalt, Regierungsbezirk Halle, Landkreis Merseburg-Querfurt unmittelbar südlich der Ortslage Merseburg.

Die MDB betreibt im Landkreis Saalekreis südlich der Stadt Merseburg (Gemeinde) innerhalb der Gemarkung Merseburg (Flur 88, 89, 9) Gewinnungsarbeiten im Kiessand. In der Übersichtskarte in Anlage 1 sind die geplanten Kiesabbauflächen dargestellt.

Der Kiessandtagebau Merseburg „An der B91“ ist über das Gewerbegebiet Merseburg-Süd an die angrenzende B91 und A38 an das regionale und überregionale Verkehrsnetz angebunden. Die Abfrachtung erfolgt überwiegend über die B91 in Richtung Merseburg/Halle (Norden) beziehungsweise in Richtung Weißenfels und die A38 (Süden). Der geplante Abbau wird im südlichen Teil der Rahmenbetriebsplangrenze weitergeführt, ca. 40 m westlich der B91 und 40 m - 50 m östlich des Spergauer Weges. Im nördlichen Teil wird die abbaubegleitende Rekultivierung fortgesetzt. Zum nächstgelegenen Siedlungsrand Kötzschen im Norden beträgt die Entfernung ca. 800 m. Ungefähr 2,5 km südwestlich beginnt die Bergbaufolgelandschaft Geiseltal mit den Tagebaurestseen Runstedter-, Großkaynaer- und Geiseltalsee.

Östlich der B91 befindet sich direkt angrenzend die Hochhalde Leuna. Die bis ins Jahr 2000 als Mülldeponie genutzte Hochhalde wurde stillgelegt und vollständig rekultiviert. Die Hochhalde wird im Süden, Osten und Norden vom Industriepark Chemiestandort Leuna begrenzt.

2.2 Lage zu Schutzgebieten

Das Vorhabengebiet selbst liegt außerhalb von Schutzgebieten.

Folgende Natur- und Landschaftsschutzgebiete befinden sich im Umkreis des Vorhabens:

1. Besondere Schutzgebiete Sachsen-Anhalts nach den europäischen Richtlinien:
 - a) FFH Gebiet Nr. 144 "Geiselniederung westlich Merseburg"(ca. 1,3 km nordwestlich)
 - b) FFH Gebiet Nr. 141 „Saale-, Elster-, Luppe-Aue zwischen Merseburg und Halle“ (ca. 3,7 km nordöstlich)
2. Naturschutzgebiete (NSG):
 - a) NSG "Untere Geiselniederung bei Merseburg" (ca. 1,5 km nordwestlich)
3. Landschaftsschutzgebiete (LSG):
 - a) LSG "Geiselaue" (ca. 1,3 km nordwestlich)
 - b) LSG „Saale“ (ca. 2,5 km westlich)
4. Besonderes Schutzgebiet (SPA)
 - a) SPA „Saale-Elster-Aue südlich Halle“ (ca. 3 km westlich)

Nach vorliegenden Kenntnissen sind davon grundwasserseitig nur die Gebiete 1 a), 2 a) und 3 a) relevant. Alle anderen Gebiete befinden sich außerhalb der möglichen geohydraulischen Reichweite des Vorhabens. Die Schutzgebiete sind in Anlage 1 (Übersichtskarte) dargestellt.

Das Plangebiet befindet sich außerhalb von behördlich festgesetzten Wasserschutz- und Überflutungsgebieten. Das nächste Wasserschutzgebiet „Leuna-Daspig“ liegt ca. 3,7 km östlich der Vorhabensfläche.

2.3 Topographische Situation

Ausgehend von der naturräumlichen Lage des Standortes im Bereich der „Querfurter Platte“ und speziell innerhalb der lokalen Landschaftseinheit „Großkaynaer Ackerland“ (Landschaftsprogramm des Landesamt Sachsen-Anhalt) ist der Standort und dessen Umfeld durch Ackerflächen im Wechsel mit flachen Talauen und Niederungen geprägt.

Die topografischen Höhen im Bereich der Rahmenbetriebsplangrenze bewegen sich zwischen 107 m NHN und 110 m NHN. Im Umfeld überragen anthropogen geprägte Standorte in Form von Haldenkomplexen (Halde Beuna, Leuna-Halde etc.) das Gelände.

3 Klimatische Verhältnisse

In /1/, Seite 40ff, wurden Aussagen zu den klimatischen Verhältnissen im Untersuchungsgebiet getroffen, die auf den Daten der Klimastation Leipzig-Schkeuditz und auf Daten der Niederschlagsstation Merseburg basieren. Die Station Merseburg (RR-03259) wird jedoch seit 31.01.2006 nicht mehr beobachtet. Dort lag der gemessene mittlere jährliche Niederschlag im Zeitraum 1961-1990 bei 490 mm/a. Die Tagesmitteltemperatur betrug 8,8°C. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug zwischen 2,5 und 4,4 m/s.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Einflussbereich der Talau der Saale ist etwa 20 km SW des Flughafens Leipzig/Halle entfernt (KL-Station 02932). Die Standorte ähneln sich morphologisch und hydrografisch, so dass die Klimadaten der dort vom DWD betriebenen Klimastation KL02932-Leipzig/Halle direkt zur Beschreibung der klimatischen Verhältnisse herangezogen werden können. Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde festgestellt, dass die mittleren Niederschläge der Station Leipzig/Halle etwa 50 mm/a (ca. 10%) höher liegen als für die Niederschlagsstation Merseburg.

Zum Vergleich wurden zusätzlich die Daten der KL-Station Bad Lauchstädt ausgewertet. Diese Station wird aktuell beobachtet, jedoch fehlen seit 1990, neben anderen ca.75% der Daten für mittlere Windgeschwindigkeiten und 5% der Daten für die mittlere Luftfeuchte. Die Jahre 2007 bis einschließlich 2017 bilden eine Datenlücke. Damit kann diese Station nicht sicher zur Beschreibung langzeitiger klimatischer Verhältnisse herangezogen werden. Im verfügbaren Zeitraum seit 1990 und vor 2018 liegen dort die mittleren Niederschläge bei ca. 470 mm/a, die mittlere Temperatur bei 9,8°C, also sehr ähnlich für die im Folgenden beschriebenen KL- Station 02932 Flughafen Leipzig/Halle. Zur Weiterverarbeitung liegen die relevanten täglichen Klimadaten der KL-Station Flughafen Leipzig/Halle seit 1988 bis Ende 2020 für 33 Kalenderjahren nahezu lückenlos vor. Diese Daten betreffen die Niederschlagshöhe, die Tagesmitteltemperatur, die mittlere Luftfeuchte, die mittlere Windgeschwindigkeit und die gemessene Sonnenscheindauer.

Im betrachteten Zeitraum liegt der mittlere jährliche Niederschlag (unkorrigiert) bei 525 mm/a. Die mittlere Temperatur beträgt 9,96°C bei einer mittleren Luftfeuchte von 76%. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 4,2 m/s.

Über einen Zeitraum von 33 Kalenderjahren ergeben folgende durchschnittlichen Klimawerte nach ATV-DVWK M504 /7/ ermittelt:

Mittlerer korrigierter Niederschlag P (+10%)	577 mm/a
Potentielle Verdunstung von Landoberflächen ET0	742 mm/a
Potentielle Gewässerverdunstung EW	828 mm/a

Daraus ergibt sich eine klimatische Wasserbilanz

Landflächen	-164 mm/a
Gewässerflächen	-251 mm/a

In den Monaten Januar, Februar und von Oktober bis Dezember sind positive Bilanzwerte der KWB zu verzeichnen. Sonst herrscht ein potentielles Wasserdefizit im Monatsmaßstab.

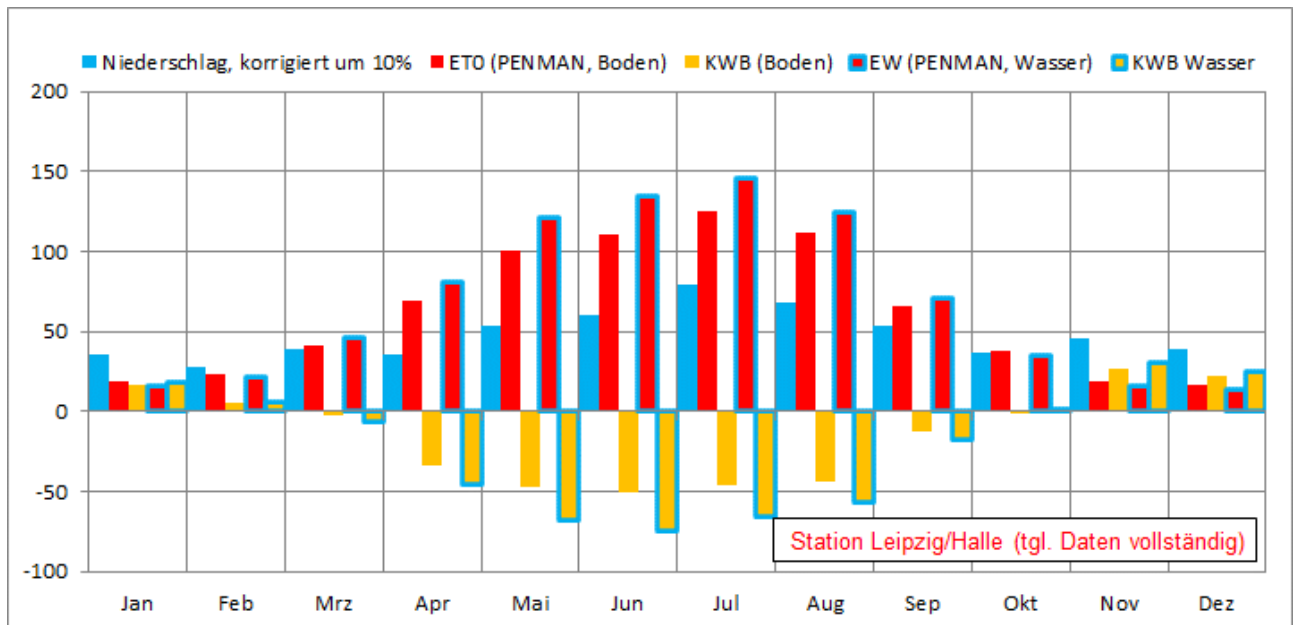


Abbildung 3-1: Innerjährliche Verteilung der klimatischen Wasserhaushaltskomponenten der KL-Station 02932

Im Verlauf der letzten 33 Jahre ist tendenziell ein deutlicher Rückgang des klimatischen Wasserdargebotes zu verzeichnen (Abbildung 3-2). In diesem Zeitraum gehen die mittleren Jahresniederschläge um 43 mm zurück (-7,4%) und gleichzeitig steigt die potentielle Verdunstung um 46-49 mm/a (+5,5 - 6,6%). Besonders deutlich wird dieser Rückgang ausgehend vom Feuchtjahr 2010. Seit diesem Zeitpunkt gehen die Jahresniederschläge deutlich von ca. 800 mm/a auf ca. 450 mm/a (-350 mm/a) zurück und die potentielle Verdunstung steigt von etwa 650 mm/a auf etwa 850 mm/a (+200 mm/a).

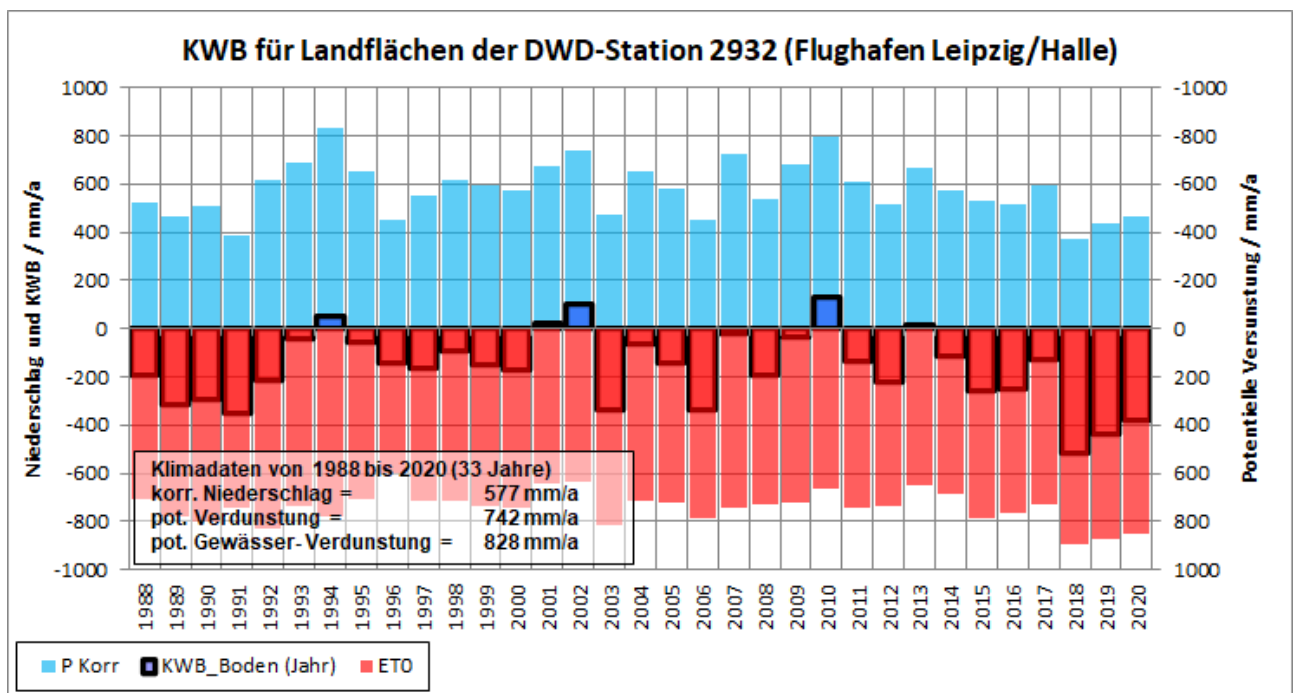


Abbildung 3-2: Jährliche klimatische Wasserbilanz für Landflächen im Gebiet der KL-Station 02932

Die relative Wirksamkeit der potentiellen Verdunstung und der korrigierten Niederschläge in den hydrologischen Verhältnissen zeigt die gefaltete KWB. In einem mittleren Jahr würden demnach 100% der Jahresniederschläge fallen und es würde 100% der potentiellen Verdunstung wirken. Die Faltungssumme (KWB) ergibt

dann NULL. Die Jahre mit deutlich erhöhter gefalteter KWB sind als Nassjahre einzustufen; Jahre mit negativer Bilanz als Trockenjahre. Die Wirksamkeit der KWB auf hydrologischen Verhältnisse bzw. Grundwasserspiegel im Untersuchungsgebiet ist messtechnisch im Grundwasserregime nachweisbar (siehe auch Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3).

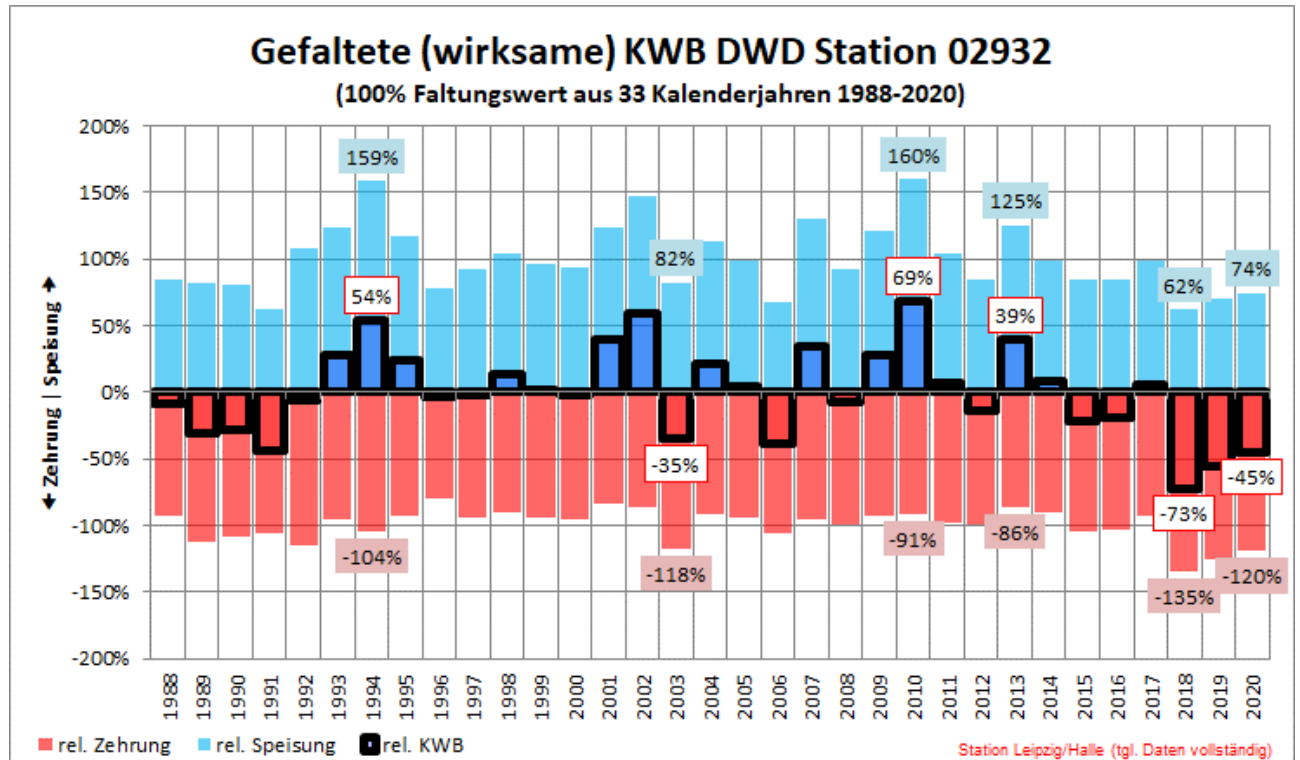


Abbildung 3-3: Gefaltete klimatische Wasserbilanz über den Bilanzzeitraum 1988-2020

4 Gewässer

Das Vorhabengebiet befindet sich auf der Merseburger Platte. Es wird im Osten durch die Saale begrenzt. Im Nordwesten des Strömungsraumes bildet der Verlauf der Geisel die hydraulische Berandung. Diese mündet weiter nördlich in die Saale. Im Westen und Südwesten liegen die Tagebaurestseen Runstedter und Großkayna See. Der Wiederanstieg in den beiden Restseen ist vollkommen abgeschlossen. Des Weiteren befinden sich die Restseen von 3 ehemaligen Kiesabbauern nördlich des geplanten Vorhabens. Die Lage der Vorfluter und Seen ist in Anlage 1 dargestellt.

5 Geologisch - hydrogeologische Verhältnisse

5.1 Geologische Verhältnisse

Zur Weiterführung des bereits begonnenen Kiesabbaus im Bergbaufeld Merseburg Süd wurde eine Tischvorlage /2/ angefertigt, in der alle wesentlichen Aspekte des Kiesabbaus umrissen sind.

Regionalgeologisch ist der Bereich des Kieswerks der „Merseburger Buntsandsteinplatte“ zuzuordnen. Diese wird von eozänen Schichten des Tertiärs sowie von quartären Schichten der Saale- und Weichselkaltzeit überlagert. Der Geröllbestand setzt sich aus Quarz und Quarzit sowie Vulkaniten (Porphyre) und z.T. quarzitisches ausgebildeten Sandsteinen, Metamorphiten und Kieseliefer zusammen. Daneben kommen Muschelkalkgerölle vor.

Die fluviatil abgelagerten Kiessande weisen ein weites Kornspektrum auf. Dominierend sind mittelsandige und grobkiesige Fraktionen. Grobsand und Feinkies sind unterrepräsentiert. Für den Standort weisen Erkundungsbohrungen (HPC GMBH, 1991) die Quartärbasis im Niveau von 94,1 m NHN aus (GOK 107 m – 110 m NHN).

Zu betrachten ist eine geplante Weiterführung der Kiesabbaufäche südlich des bestehenden Alt- Abbaus mit einer Fläche von ca. 10,55 ha. Das Kieslager wird hauptsächlich durch Hauptterrassensedimente der Saale-Kaltzeit mit einer Mächtigkeit von zwischen 6,3 – 9 m dargestellt. Nach /3/ gelten für die Sande und Kiese des Grundwasserleiters k_f - Werte von zwischen $5E-4$ und $1E-3$ m/s bei einem Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen von durchweg unter 2%.

Die Lagerstätte ist hauptsächlich von sandigem Löß, Lößschwarzerde und Mutterboden bedeckt. Partiiell ist ein Geschiebelehm der Saale-Kaltzeit im Bereich der beiden bestehenden südlichen Kies- Restseen eingelagert, der im Bereich des geplanten Abbaus jedoch keine Relevanz hat. Die Gesamtmächtigkeit der Hangend- sedimente liegt im Bereich des geplanten Abbaus bei 5,3 – 6,7 m. Im Liegenden der Hauptterrasse befinden sich entweder Schichtenfolgen des Geiseltal- Flözkomplexes mit bis zu 3 eingeschalteten Grundwasserleitern im nördlichen Bereich bzw. direkt die Zersatzzone des Mittleren Buntsandsteins im südwestlichen Bereich. Die Saale- Hauptterrasse (Kies- Lagerstätte) bildet dabei den dominanten Hauptgrundwasserleiter des Grundwasserströmungssystems.

Tabelle 5-1: Generelle Schichtenfolge und Stratigrafie im Bereich des Bewilligungsfeldes aus /2/

Horizont	Stratigrafie		Mittlere Mächtigkeit	Zuordnung	
Mutterboden	Quartär	Holozän	0,5 m	Abraum	
Löß und Lößschwarzerde		Pleistozän	Weichselkaltzeit		3,8 m
Geschiebemergel, -lehm			Saalekaltzeit		1,3 m
Kiessand, lokal mit Schluff- Zwischenmittel		(Saalehauptterrasse)	6,0 m	Nutzhorizont	
Schluff, feinsandig - tonig Braunkohleeinschlaltungen	Tertiär	Eozän	> 10,0 m	Liegendes	
Mittlerer Buntsandstein					

5.2 Relevante hydrogeologische Strukturen

Die Basis des hydrogeologischen Strömungsraumes stellen die mesozoischen Sedimente des Mittleren Buntsandsteins dar, die großräumig salztektonisch überprägt (gestört) sind. Im südlichen Bereich ist mit dem

Aufdringen dieser Strukturen bis nahe der Geländeoberfläche zu rechnen. Die mesozoischen Blöcke weisen Sprunghöhen von bis zu 110 m auf (siehe Abbildung 5-1). In die Senken haben sich die Schichtenfolgen des Tertiärs, Flöze und zwischengelagerte feinsandige Grundwasserleiter der tertiären Geiseltalsedimente, eingelagert. Diese wurden dann im Quartär flächig und teilweise rinnenförmig erodiert und mit bindigen und rolligen Quartärsedimenten der Saale- Eiszeit und jüngerer Stadien abgedeckt, die u.a. auch die Kieslagerstätte (saalezeitliche Hauptterrasse) darstellen. Im Hangenden sind eher bindige lößhaltige, teilweise lehmige Sedimente verbreitet. Die Strukturen sind im verfügbaren Strukturmodell des ÖGP Leuna zur Weiterverarbeitung im regionalen FEFLOW- Strömungsmodell des ÖGP LEUNA /4/ aufbereitet. Auf die dort verarbeiteten Modellstrukturen wurde im hier beschriebene Prognosemodell für den Kiesabbau in leicht modifizierter Form zurückgegriffen (siehe Kapitel 6.1.3, Seite 20ff).

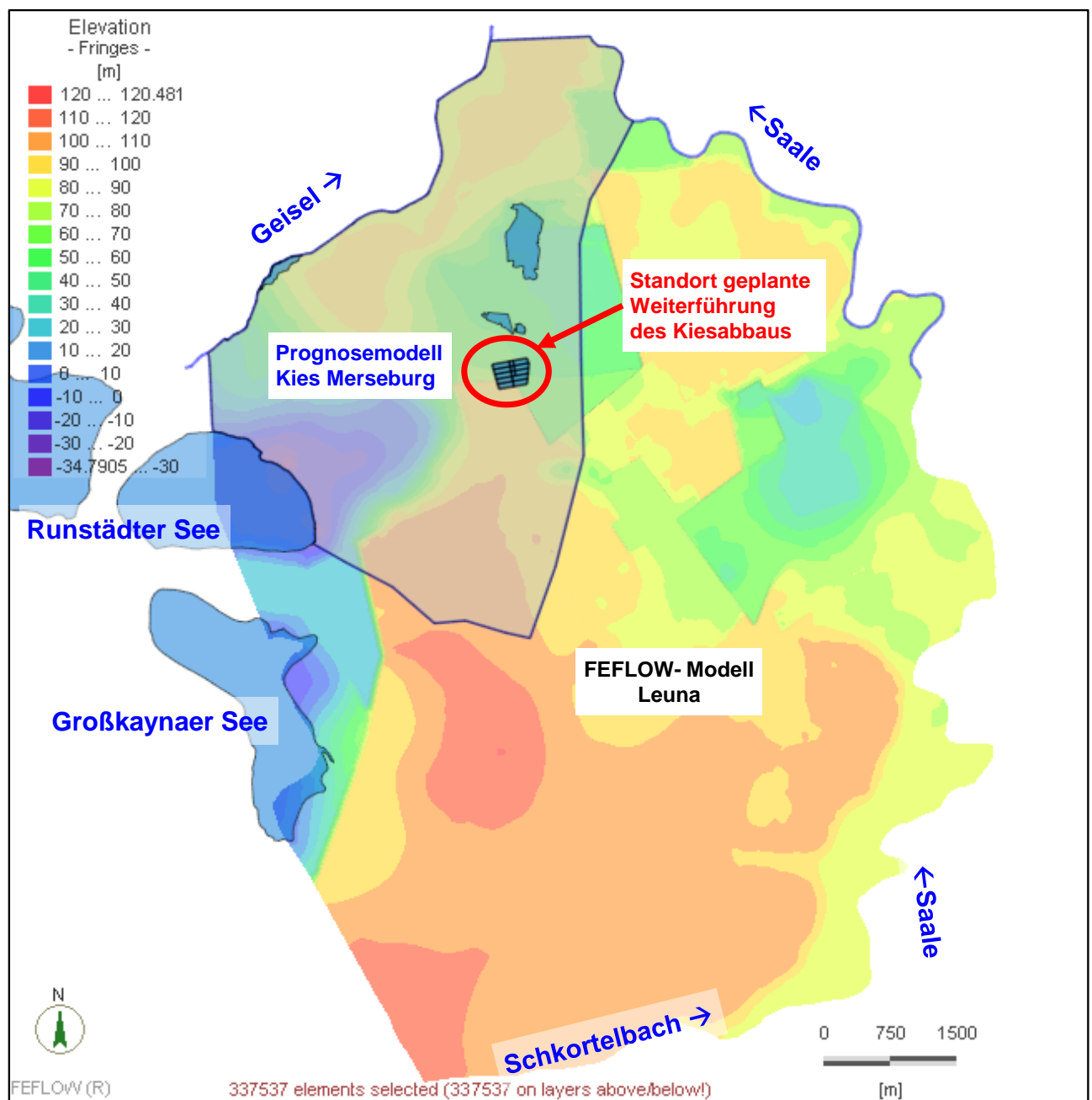


Abbildung 5-1: Oberfläche der mesozoischen Grundgebirgsstruktur (FEFLOW, Slice 25, OK Buntsandstein)

5.3 Grundwasserdynamik

Zur Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse wurde seitens der Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH (MDSE) eine Aufschlussdatenbank mit Messwerten zur Grundwasserdynamik und Hydrochemie übergeben. Die Datenbank enthält Messreihen von Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb des Untersuchungsgebietes. Des Weiteren wurde für die Bearbeitung das verfügbare FEFLOW- Strömungsmodell vom Standort ÖGP- LEUNA zur Verfügung gestellt.

Die Monitoringmessungen am Standort erfolgen i.A. ein bis zweimal jährlich (siehe Abbildung 5-2). Danach ist anhand der Grundwasserganglinien im An- und Abstrom des alten Kiessees (GWM R1 und R6) zu erkennen, dass die Grundwasserschwankungen scheinbar eher geringfügig bei +/- (10 – 20) cm innerhalb des Jahresganges liegen. Eine Ausnahme bildete die Feuchtperiode der Jahre 2010/2011, bei der die Grundwasserspiegel regional innerhalb eines Jahres um etwa einen Meter stiegen. Bis ins Jahr 2020 war dann ein mehr oder weniger konstanter regionaler Rückgang der Grundwasserspiegel zu verzeichnen. Innerjährliche Schwankungen lassen sich in der Periode der zurückgehenden Wasserspiegel in den vorliegenden Messreihen kaum erkennen.

Des Weiteren wurden Grundwasserspiegelganglinien staatlicher Messstellen ausgewertet /5/. Diese Messstellen befinden sich fast ausschließlich außerhalb des Untersuchungsgebietes, aber dennoch innerhalb der gleichen bzw. ähnlicher hydrogeologischer Strukturen. Die Messreihen weisen i.A. eine höhere Messdichte auf (Abbildung 5-3). Es wird nun ersichtlich, dass die innerjährlichen Schwankungen innerhalb quartärer bzw. oberflächennaher Grundwasserleiter durchaus fast in der gleichen Größenordnung auftreten wie der regionale Wasserspiegelmrückgang der letzten 10 Jahre mit innerjährlichen Schwankungen von etwa **+/- 50 cm**.

Das gab Anlass dazu, die dynamischen Verhältnisse etwas näher zu beleuchten. Als Arbeitsmittel diente ein WIENER Mehrkanalfilteransatz (WMKF), mit dem versucht wurde eine Korrelation zwischen den Messwerten der Monitoring GWM des ÖGP Leuna (MDSE) und der staatlichen GWM herzustellen. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in den Abbildung 10-1 bis Abbildung 10-5, Seite 50ff dargestellt. Eine Regression gelingt mit einem mittleren Fehler von zwischen 20% und 30%. Unter Nutzung der gewonnenen Multi-Regressionsparameter wurden dann die Fehlstellen der Monitoring- Ganglinie aufgefüllt. Die Regressionsmatrix bestand mit 6 x 6 Zellen was der Nutzung von 6 Referenzmessstellen unter Berücksichtigung der jeweils zurückliegenden 6 Monats- Mittelwerte entsprach.

Die Referenzmessstellen des Landes zur Regressionsanalyse waren:

46370130 Geusa
46376000 Merseburg
46380196 Trebnitz
46380504 Meuschau
47380013 Wengelsdorf
46381010 Zöschen

Die untersuchten Messstellen repräsentieren die hydrogeologischen Verhältnisse im Umfeld der Kiesabbaus. Die ermittelten Hauptwerte sind in Tabelle 6-1 dargestellt. Demnach schwanken die Messwerte der GWM aufgrund der geringen zeitlichen Messdichte durchweg um weniger als 1 dm zwischen MNW und MHW. Füllt man die Datenlücken anhand der ermittelten Parameter der multilinenaren Regressionsanalyse auf, dann erreichen die mittels Regression ermittelten Schwankungen ähnliche Werte wie die deutlich zeitlich höher auflösend beobachteten staatlichen Messstellen

(Beispiele: 46370130 Geusa: MHW: 95.56 - MNW: 94.71 = dH: 0.85 m
46380196 Trebnitz: MHW: 83.24 - MNW: 81.68 = dH: 1.56 m)

Die statistisch ermittelten Höhenunterschiede zwischen MNW und MHW liegen anstatt bei 0,1 m nun bei Werten um 0,3 bis 0,6 m. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die vorliegenden Messwerte durchschnittlich 1x im Jahr genommen wurden, so dass relativ unsicher ist, wo der gemessene Höhenwert einzuordnen ist. Es ist daher davon auszugehen, dass auch bei den Monitoringmessstellen des ÖGP Leuna im Umfeld des Vorhabens ähnliche Schwankungsbreiten vorliegen wie bei den Referenzmessstellen – also mindestens doppelt so hoch, wie statistisch ausgewiesen. Damit muss der anzupassende Mittelwasserwert um 0,5 - 0.6 m angehoben werden.

Tabelle 5-2: Ergebnisse der WMKF- Regressionsuntersuchungen (ausgewählte GWM des UG)

GWM	MNW Messwerte / m	MW Messwerte / m	MHW Messwerte (MHW-MNW) / m	MNW synth. Werte / m	MW synth. Werte / m	MHW synth. Werte (MHW-MNW) / m	dH MNW MW MHW
GWM R6	97.29	97.33	97.37 (0.08)	97.30	97.45	97.61 (0.31)	+0.01 +0.12 +0.24
GWM R1	98.60	98.65	98.69 (0.09)	98.62	98.8	98.97 (0.35)	+0.02 +0.15 +0.28
GWM 27A	98.94	98.96	98.98 (0.04)	98.97	99.11	99.25 (0.28)	+0.04 +0.15 +0.27
GWM 2228	98.50	98.53	98.56 (0.06)	98.54	98.76	99.01 (0.47)	+0.04 +0.01 +0.45
GWM 4549	102.56	102.61	102.66 (0.10)	102.49	102.82	103.18 (0.61)	-0.07 +0.21 +0.52

Die Hauptwerte der Grundwasserspiegel liegen damit deutlich gestreuter, als die lokalen Monitoringdaten vermuten lassen. Die maximale natürliche, klimabedingte Schwankungsbreite liegt bei etwa 1,8 m im Zeitraum zwischen 2000 – 2022. Ein signifikanter Unterschied besteht zur GWM Knapendorf 46371210 (Abbildung 5-4). Nach der HK50 /6/ befindet sich die Messstelle am westlichen Zufahrtsweg zum Flugplatz Merseburg und ist dort im Unteren Buntsandstein, Bernburg-Folge, in einer Teufe von 17 m u GOK ausgebaut. Die verhältnismäßig schlechten Durchlässigkeitsverhältnisse im Bereich des Festgesteins dämpfen die innerjährlichen Schwankungen des Grundwasserstandes signifikant. Globale (Klima-) Änderungen bzw. lange Feucht- und Trockenperioden spiegeln sich jedoch durch einen globalen Druckanstieg/-abfall innerhalb der Grundwasserleiters wider.

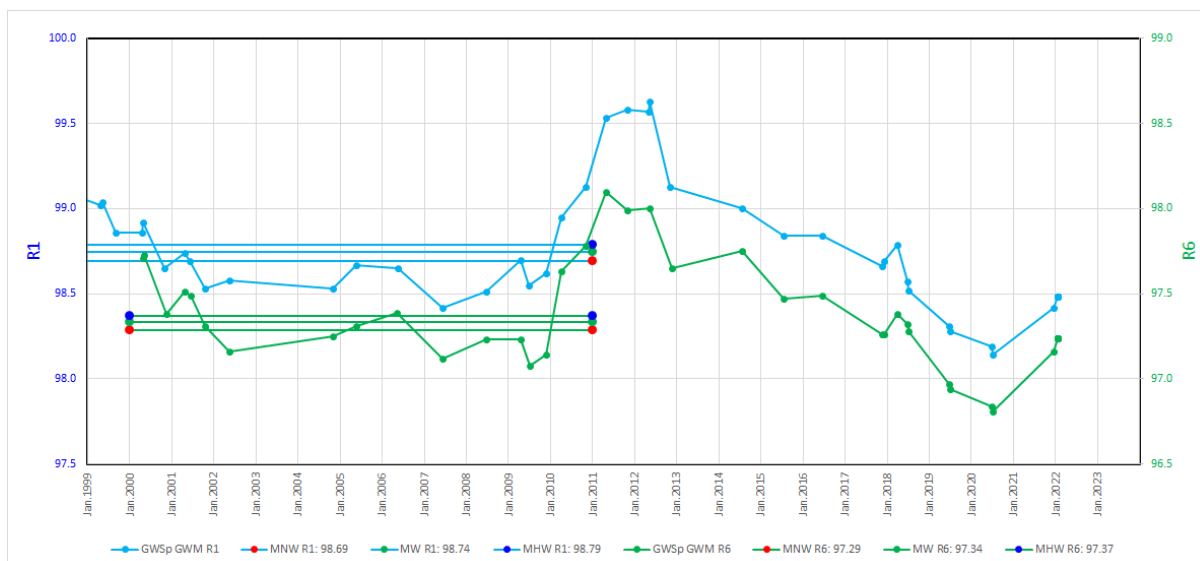


Abbildung 5-2: Grundwasserspiegelganglinien im An- und Abstrom des alten Kiesteiches Merseburg - Kies- Monitoring MDSE-Daten - GWM R1 und R6

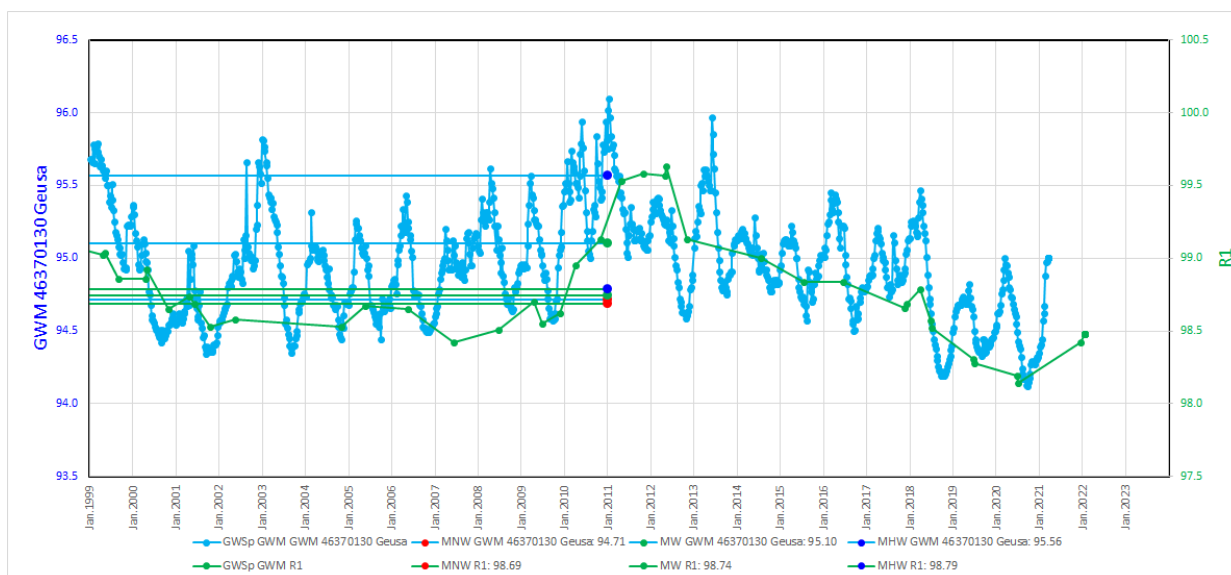


Abbildung 5-3: Grundwasserspiegelganglinien im Anstrom des alten Kiesteiches Merseburg im Vergleich zu staatlichem GW- Monitoring GWM 46370130 Geusa)

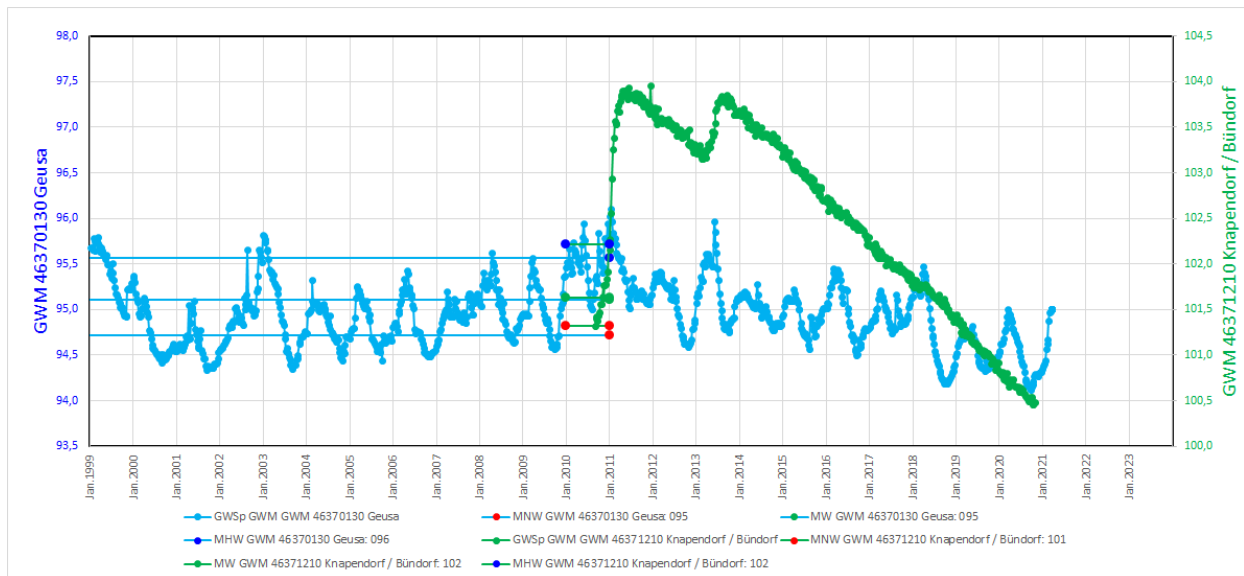


Abbildung 5-4: Grundwasserspiegelganglinien im Vergleich GWM 46370130 Geusa (Lockergestein) und GWM 46371210 Knapendorf/Bündorf (Buntsandstein)

Die regionale Grundwasserdynamik lässt sich anhand der Landesdynamik (Abbildung 5-5) und anhand der Modellinformationen des FEFLOW- Strömungsmodells erläutern.

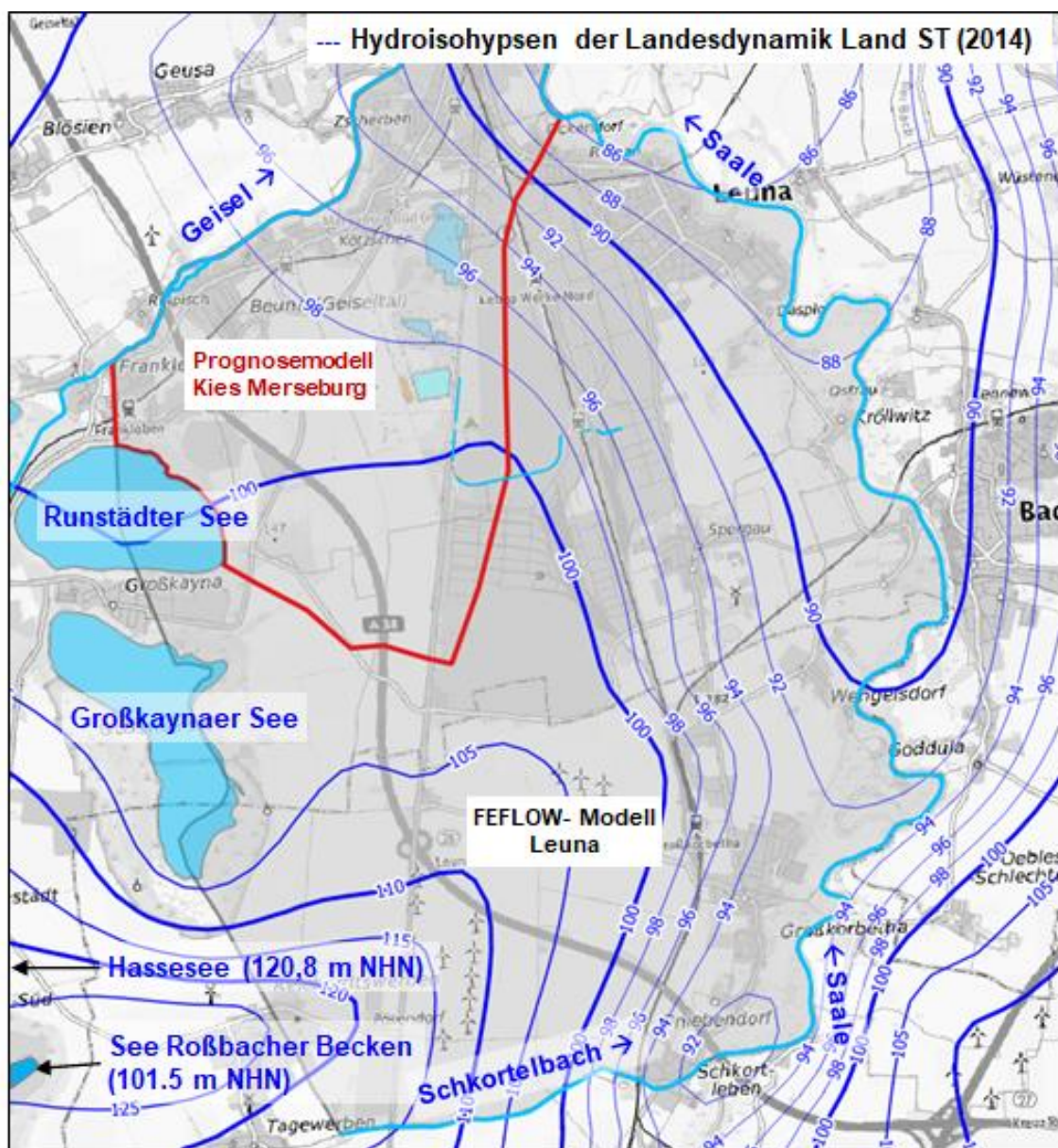


Abbildung 5-5: Gewässer im Untersuchungsgebiet mit Grundwasserdynamik Land Sachsen-Anhalt

Auf der westlichen Seite des Untersuchungsgebietes befinden sich die Restseen Großkaynaer See und Runstädter See. Die Wasserspiegel der Seen liegen nach dem FEFLOW-Modell zwischen 98,0 bzw. 97,5 m NHN. Entsprechend der Landesdynamik befindet sich südlich des Großkaynaer Sees eine Grundwasserscheide zum Schkortelbach. Hierbei scheint es sich um eine lokale Grundwasserhochlage zu handeln. Ausgehend erfolgt hier ein Teilabstrom nach Norden bzw. Nordosten in Richtung Vorhabengebiet. Im Bereich der Hochhalde Leuna verläuft eine von Süd nach Nord streichende Grundwasserscheide. Innerhalb des geplanten Abbaus erfolgt eine von Süd nach Nord gerichtete Grundwasserströmung zur Geisel/Saale.

5.4 Grundwasserneubildung

5.4.1 Grundwasserneubildung ÖGP

Die Grundwasserneubildung ist die primäre Grundlage für die Regenerierung der Grundwasservorräte, neben der Infiltration aus angebundenen Vorflutern.

Das FEFLOW- Strömungsmodell berücksichtigt eine mittels ArcEGMO ermittelte Grundwasserneubildung. Die Grundwasserneubildung beträgt +7.310 m³/d auf flurfernen Standorten und -3.545 m³/d aus flurnahen Standorten/Gewässer. Summarisch liegt die Grundwasserneubildung bei +3.765 m³/d. Das entspricht einer mittleren Rate von 0,6 l/s/km². Die Verteilung der Grundwasserneubildung ist aus Abbildung 5-6 ersichtlich.

Eine Plausibilisierung der Grundwasserneubildung zeigte, dass bei gegebenen hydrogeologischen Bedingungen mit kiesigen Grundwasserleiter und aufgemessenen Gefälle deutlich größere Strömungsmengen zu erwarten sind, als durch die Grundwasserneubildung verfügbar sind. Bei gegebenen Gradienten von etwa 2‰ auf einer durchströmten Breite von 2500 - 3.000 m und einer durchströmten kiesigen Mächtigkeit von ca. 10 m ($k_f = 1E-3$ m/s) ergeben sich nach DARCY (Grabenströmungs-) Raten von >50-60 l/s bzw. >4.300-5.200 m³/d.

Da das potentielle Einzugsgebiet nach Süden begrenzt ist, muss diese Strömungsmenge über die Grundwasserbildung auf der Fläche des Untersuchungsgebietes erzeugt werden muss. Damit sind die im ÖGP- Modell angesetzten Grundwasserbildung als zu gering zu werten.

5.4.2 Ermittlung der Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK-M 504

Es erfolgte daher eine Neuberechnung der Grundwasserneubildung nach ATV-DVWK M504 /7/ durchgeführt. Dazu wurden die relevanten Nutzungsklassen Ackerbau, Wiese, städtische Bebauung, nicht städtische Bebauung, devastisierte Flächen und Wälder bzw. Wasserflächen für die Berechnung ermittelt. Als Datensätze zur täglichen klimatischen Wasserbilanz kommen die Daten der 20 km entfernten DWD- Klimastation Flughafen Leipzig/Halle zum Ansatz.

Die klimatischen Parameter der Berechnung ergeben sich dabei wie folgt:

<u>Berechnungsgrundlagen:</u>			
Landoberflächenabfluss:	US-SCS-Verfahren (MANIAK 1993)		
reale Verdunstung:	BAGLUVA (ATV-DVWK-M 504)		
<u>Klimadaten:</u>			
	DWD-Station 2932 Leipzig/Halle (Flughafen)	von	1988
		bis	2020
	Korrekturfaktor Niederschlag		1.10
	Jahresniederschlag (korrigiert)	PkJ	576 [mm/a]
	Sommerniederschlag(korrigiert)	PkS	352 [mm]
	Grasreferenzverdunstung	ET0	740 [mm/a]
	Gewässerverdunstung	EW	827 [mm/a]
	Verhältniss ET0(Sommer)/ET0(Jahr)		0.75 [-]

Für große Grundwasserflurabstände (>2,6m für sandig lehmige Böden = Löß) ergeben sich bei einem korrigierten Niederschlag von etwa 580 mm/a im Mittel

	Reale Verdunstung	GWN (BAGLUVA)
für bebaute Gebiete	ca. 400 mm/a	180 mm/a (5,7 l/s/km ²)
für landwirtschaftliche Nutzflächen und Äcker	ca. 470 mm/a	100 mm/a (3,2 l/s/km ²)
für bewaldete Gebiete	ca. 435 mm/a	140 mm/a (4,4 l/s/km ²)
für Gewässerflächen	ca. 830 mm/a	-250 mm/a (-8 l/s/km ²)

Im Bereich der bebauten Gebiete im Norden und der Industrieanlagen von Leuna bzw. auf devastierten (Erdstoff-) Lagerflächen ergeben sich damit aufgrund der Versiegelung bzw. fehlender Vegetation maximale Neubildungsraten von etwa 10-12 l/s/km² (FEFLOW: 1-5 l/s/km²). Im Bereich der Ackerflächen werden, selbst bei Einsatz von schluffigem Bodenmaterial mit hoher kapillarer Aufstiegsraten Grundwasserneubildungsraten von 3 – 6 l/s/km² (FEFLOW: 1-2 l/s/km²) ermittelt. Nach BAGLUVA beträgt die Grundwasserneubildung auf der Gesamtfläche des FEFLOW- Modells (ca. 73,5 km²) etwa 25.000 und 30.000 m³/d (im Mittel 4,0 – 4,7 l/s/km²). Das entspricht etwa dem 10-fachen der im FEFLOW implementierten Grundwasserneubildung.

Auf der Modellteilfläche für das vorliegende Prognosemodell des Kiesabbaus ergeben sich somit nach ATV-DVWK M504 eine jährliche Grundwasserneubildung von maximal 9.000 m³/d (+9.210 m³/d auf 18,5 km² und -210 m³/d auf 0,3 km²) und minimal 2.930 m³/d (+4770 m³/d auf 10,8 km² und -1840 m³/d auf 8 km²). Die maximale Grundwasserneubildung erfolgt bei flächendeckenden Grundwasserflurabständen > 2,6 m. Minimale Grundwasserneubildung erfolgt bei Grundwasserflurabständen von flächendeckend < 1,0 m. Die vor Ort beobachteten Grundwasserflurabstände liegen zumeist aber deutlich über 3 – 4 m, womit auf dem Großteil der Modellfläche die hohen Neubildungsraten zur Wirkung kommen werden. Mit der neuen GWN-Berechnung liegen die mittleren GWN-Raten auf der Modellfläche von 18,8 km² bei etwa 5,5 l/s/km² (Abbildung 5-6).

Die hydrotopbezogene Verbreitung der Grundwasserneubildung ist ebenfalls in Anlage 3 dargestellt.

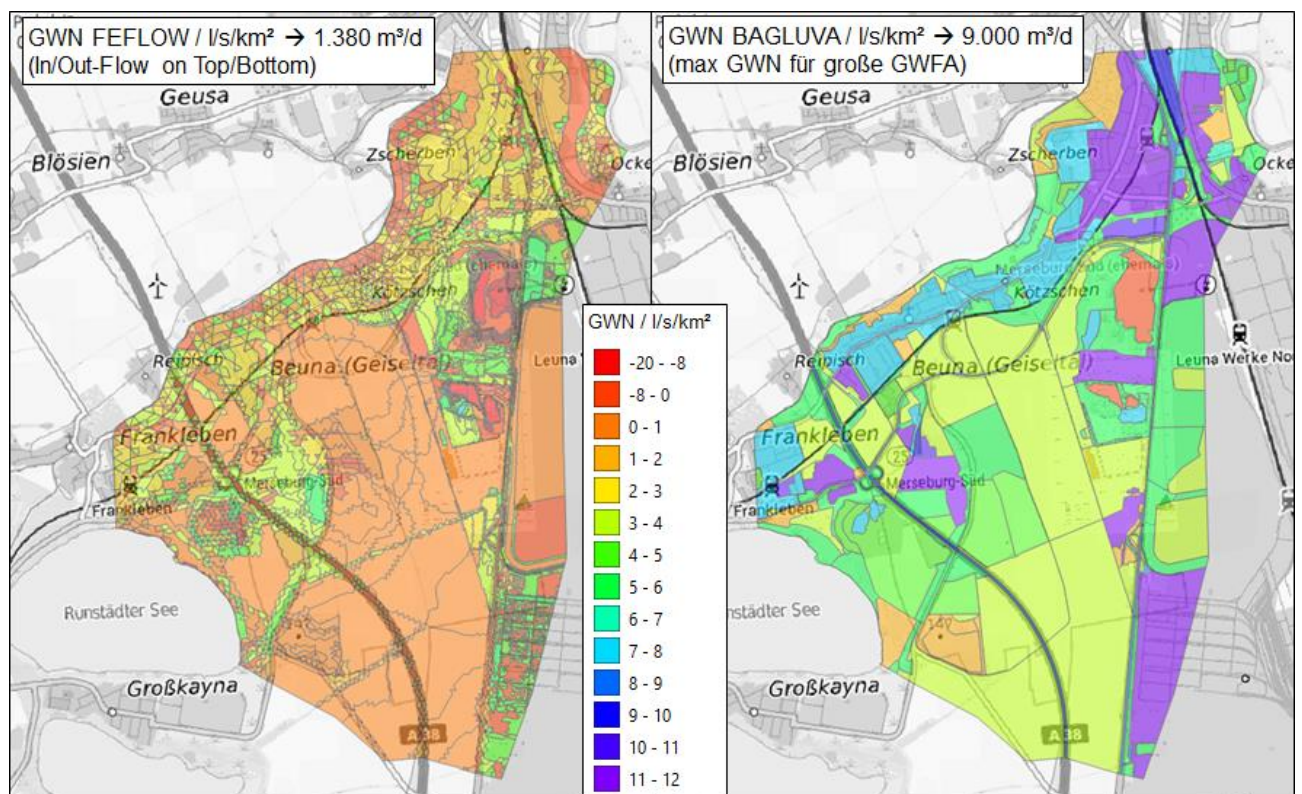


Abbildung 5-6: Grundwasserneubildung – Vergleich links: ArcEGMO(FEFLOW), rechts ATV-DVWK M504)

6 Grundwasserströmungsmodellierung

6.1 Modellgrundlagen

6.1.1 Aufschlussdatenbank MDSE

Es wurde seitens der MDSE eine GeODin- Aufschlussdatenbank übergeben. Sie enthält Daten zu 164 Aufschlüssen, davon 126 Bohrungen mit Angaben zur Geologie. Für 168 Filterbereiche bzw. Messstellen, teilweise Mehrfachausbauten, liegen Angaben zum Grundwasserstand (für 137 Filterbereiche) bzw. zur Hydrochemie (für 86 Filterbereiche) vor.

6.1.2 Alt- Datenbank HGN

Weiterhin wurde in der vorliegenden Alt-Datenbank recherchiert. Dort konnten im Umfeld (ca.: RW: 703'000 – 719'000 und HW: 56'77'000 – 56'95'000) etwa 250 Alt- Aufschlüsse mit hydrogeologischen Angaben unterschiedlicher Qualität ermittelt werden.

6.1.3 FEFLOW- Strömungsmodell ÖGP LEUNA

Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb des Strömungsmodells (FEFLOW) für den Standort ÖGP Leuna /4/. Es bestand die Absicht, das Modell zur geohydraulischen Beurteilung der Eingriffe des geplanten Kiesabbaus direkt heranzuziehen. Die Prüfung des Modells nach Übernahme hat gezeigt, dass der Modellbilanzfehler mit allen voreingestellten Parametern und Randbedingungen 3.270 m³/d beträgt. Der Bilanzfehler liegt damit deutlich über den auszuweisenden bzw. erwarteten Änderungen durch den Eingriff des geplanten Kiesabbaus.

Das Modell arbeitet mit ungesättigter Strömung (RICHARDS- Gleichung) unter Berücksichtigung eines modifizierten van GENUCHTEN- Parameteransatzes. Die Saugspannungs- Parameter sind über alle Modellelemente konstant: $\alpha=0,04\text{m}^{-1}$, $m=0.4908$, $n=1.964$, $\delta=3.4$. Die Durchlässigkeitsbeiwerte überspannen einen Wertebereich von 5E-9 – 605 m/d (1E-9 - 7E-3 m/s für Sedimente; lokal technisch 5.8E-14 m/s für Dichtungsstrukturen im Werksgelände von LEUNA). Im Bereich des geplanten Kiesabbaus liegen die k_f - Werte bei etwa 1.3 m/d bzw. 1.5E-5 m/s, was für einen kiesig-sandigen Grundwasserleiter innerhalb einer Hauptterrassenbildung als viel zu gering einzuschätzen ist - siehe Blockschnitt in Abbildung 6-1. Aus diesem Grund erfolgte eine Nachrechnung und eine Analyse der Bilanzkomponenten des Modells.

Die Modellfläche beträgt ca. 73,5 km². Die im Modell verwendete wirksame Grundwasserneubildung beträgt summarisch 3.880 m³/d. Darunter befinden sich Zehrgebiete (zumeist Seen) mit Zehrraten von summarisch -3540 m³/d und Speisungsgebiete mit Raten von summarisch +7.310 m³/d. Daraus resultiert eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von 52,7 m³/d/km² bzw. 0,61 l/s/km². Das erscheint hinsichtlich der vorliegenden Klimadaten (Kapitel 3) und der Neuberechnung der Grundwasserneubildung als (Kapitel 5.4) nicht plausibel.

Im Modell arbeiten Brunnen mit summarischen Entnahmeraten von -3430 m³/d und Infiltrationsraten von ca. +200 m³/d. Damit wäre die verwendete Grundwasserneubildung durch die Grundwasserbewirtschaftung im Strömungsraum bilanzseitig komplett aufgebraucht, ohne Reserven für den Grundwasserabfluss zu natürlichen hydraulischen Senken / Vorfluter.

Durch die Vorflut (Saale) erfolgt hauptsächlich ein Zustrom zum Grundwasser, womit praktisch das durch die GWN verursachte Grundwasser- Defizit wieder aufgehoben wird (CAUCHY- BC Saale: +14.750 m³/d im Oberwasser und -10.370 m³/d im Unterwasser des Wehres Bad Dürrenberg. Als weiterer Vorfluter ist im nördlichen Modellbereich die Geisel implementiert, die in den Grundwasserleiter mit +1850 m³/d infiltriert.

Das Modell wird im Süden durch eine potentialkonstante Randbedingung gespeist (DIRICLET-BC), die das Modell durch die eine Grundwassermenge von mehr als $+5.000 \text{ m}^3/\text{d}$ speist. Gleichzeitig entlastet der im hangenden befindliche Schkortelbach (CAUCHY-BC), im Kurzschluss zu dieser Randbedingung, mit $-1.400 \text{ m}^3/\text{d}$. Morphologisch befindet sich dieser Bach in einer deutlichen Geländesenke, wohin ein Grundwasserstrom entlasten sollte. Durch die 1.Art- RB. wird jedoch ein regionaler Zufluss zum Modell erzeugt, der in der gleichen Größenordnung liegt, wie die verwendete Grundwasserneubildung.

Die bisher vorhandenen, frei aufgehenden Kieselseen sind im Modell über CAUCHY- BC Höhenrandbedingungen berücksichtigt. Am nördlichen Alt-See wird eine Rand- Potentialhöhe von $97,94 \text{ m NHN}$ verwendet. Die Gewässerverdunstung von $-264 \text{ m}^3/\text{d}$ wird über die Potential- RB. mit $+300 \text{ m}^3/\text{d}$ ausgeglichen. Die beiden südlichen Alt- Kieselseen gleichen bei einem Randpotential von $98,6 \text{ m NHN}$ das Verdunstungsdefizit von $-110 \text{ m}^3/\text{d}$ durch einen Zufluss von $+70 \text{ m}^3/\text{d}$ über die Randbedingung aus. Die Herkunft dieses Wassers ist ungeklärt, da die Seen nicht an Fließgewässer angeschlossen sind, die diese Mengen liefern könnten. Auch differieren die verwendeten Gewässerverdunstungsraten zwischen -12 und -21 l/s/km^2 , was nicht nachvollzogen werden kann (Differenz bei gleicher Gewässerverdunstung und Niederschlag).

Aufgrund dieser Unstimmigkeiten konnte das vorhandene FEFLOW- Strömungsmodell des ÖGP LEUNA nicht direkt zur Berechnung der Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Grundwasser verwendet werden. Es wurde aber auf die vorhandene Strukturmodell zurückgegriffen, da die Informationen aus den vorliegenden primären Aufschlussdaten nicht ausreichend wären, um die vorhanden komplexen hydrogeologischen Strukturen reproduzieren zu können. Das Modell enthält 28 Schichtgrenzen (Slices) bzw. 27 Schichten (Layer). Das entspricht mehr oder weniger der Anzahl der im Modell berücksichtigten hydraulischen Einheiten, die oft nur partiell auf der Grundfläche des Modells ausgebildet sind.

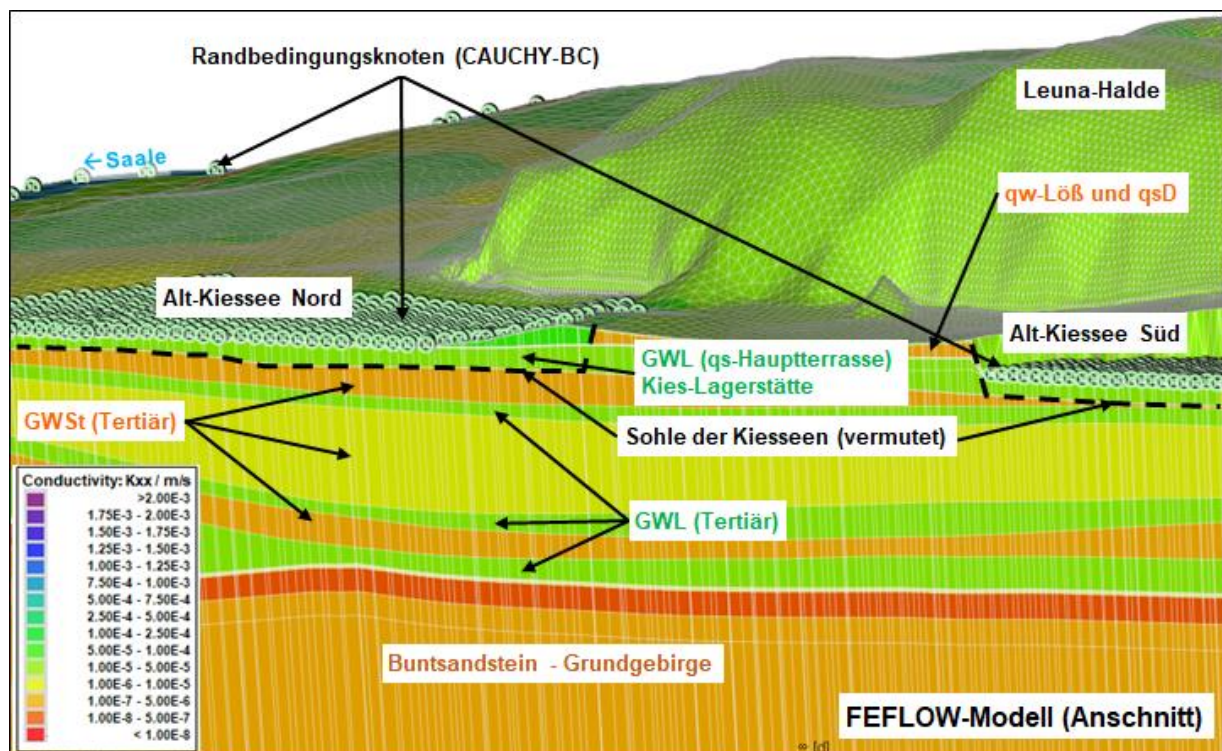


Abbildung 6-1: Blockschnitt durch das FEFLOW-Modell im Bereich der Kiesabbau Merseburg

6.2 Hydrogeologisches Modell

Zum Aufbau des hydrogeologischen Modells wurde hauptsächlich auf das vorliegende ÖGP- Modell vom Standort LEUNA zurückgegriffen. Dazu wurden die Schichten des FEFLOW- Modells für das hydrogeologische Modell unter MODFLOW zur Bewertung des geplanten Kiesabbaus wie folgt zusammengefasst:

(„Layer“ = FEFLOW- Modell; „Schicht“ = MODFLOW- Prognosemodell Kies B91)

Schicht 1 werden aus Layer 1 und 2 des FEFLOW- Modells abgeleitet. Sie beinhalten hauptsächlich Auelehm bzw. Bodenbildungen und oberflächennahe Bedeckungen geringerer Mächtigkeit auf dem Gelände des Leuna-Werkes, den Versatz des alten Kiesabbaus Merseburg und die sehr mächtige Kippe des Werkes bzw. eine Flankenkippe am Ost-Rand der ehemaligen Tagebaue. Eliminiert man dabei die anthropogenen morphologischen Strukturen mit Ausnahme der Halde Leuna verbleibt nur eine geringmächtige Schicht.

Layer 3 beinhaltet die bindigen Ablagerungen des Drenthe-Stadiums. Diese werden grundsätzlich unaggregiert in die Schicht 2 übernommen. Ausnahme bilden die Bereiche der östlichen Seitenkippen des Großkaynaer und Runstedter Sees. Durch die im FEFLOW Modell im hangenden eingebrachten Kippen innerhalb Layer 1 und/oder 2 werden die Schichten der Drenthe-Ablagerungen (qs) im Bereich der Braunkohlerestseen unter die See-Sohle abgedrängt (NULL-Schichten). Diese Strukturen werden aus dem Datenbestand herausgeschnitten, so dass eine weitgehend horizontale Interpolation der Lage der natürlichen Schichtgrenze erfolgen kann.

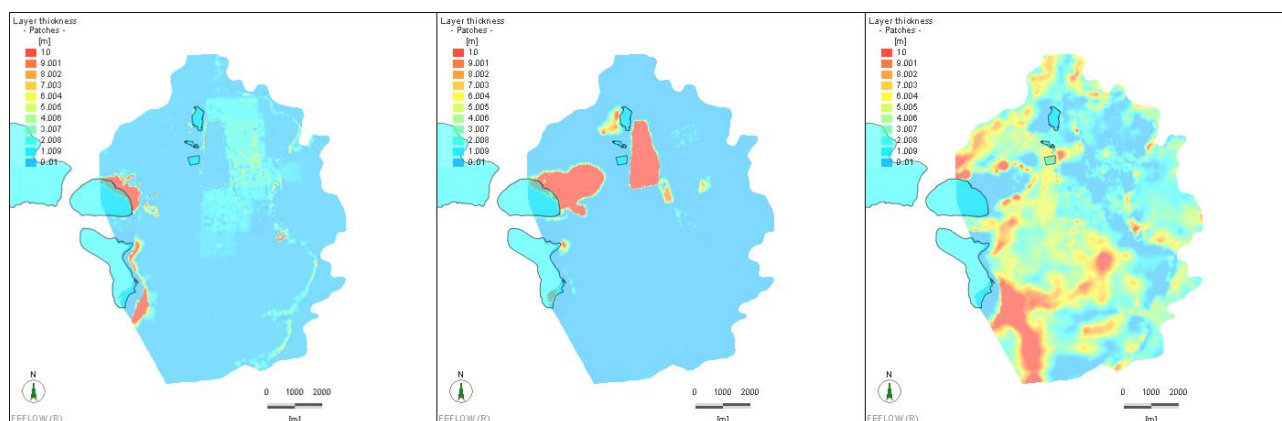


Abbildung 6-2: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 1, Mitte: Layer 2, Rechts: Layer 3)

Die Layer 4-7 besitzen im Bereich der Kiesabbaue faktisch keine Verbreitung (NULL-Mächtigkeit). Layer 4 beinhaltet die (qw) Weichsel- Auensedimente der Saale-Aue bzw. Sand- und Kies Verbreitungen im südlichen Modellbereich und dort ggf. auch einen begleitenden (qs) Saale-zeitlichen Geschiebemergel. Diese Strukturen sind irrelevant für die zu betrachtende Kies- Lagerstätte. Der Layer 5 beinhaltet ausschließlich NULL- Mächtigkeiten. Für das Prognosemodell werden die Layer in Schicht 3 zusammengefasst. Der Layer 7 besitzt im Bereich der Kies- Lagerstätte ebenfalls keine Verbreitung. Die Schicht bildet den Hangendbereich des Kieslagerstätte.

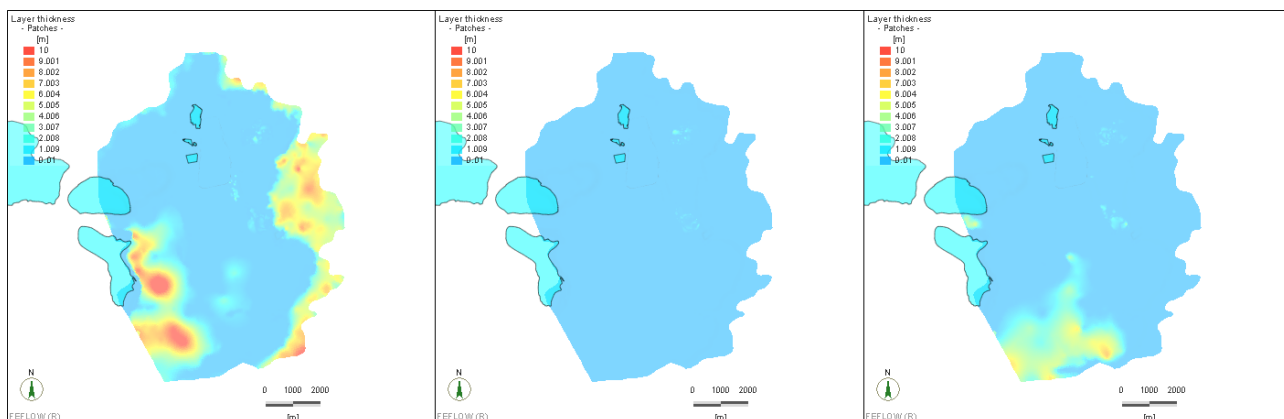


Abbildung 6-3: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 4, Mitte: Layer 5, Rechts: Layer 6)

Die Layer 8-11 besitzen mehr oder weniger unregelmäßige Verbreitung und sind zumeist als Grundwasserleiter gehalten. Eine klare vertikale Trennung (qs- Geschiebemergel) scheint nicht zu existieren. Im FEFLOW-Modell werden sie zu einer grundwasserleitenden Schicht 4 zusammengefasst. Sie enthalten das Kieslager der Lagerstätte Merseburg.

Im FEFLOW-Modell sind innerhalb dieser Schichten k_f - Werte von zwischen $1E-5$ m/s (liegend) und $1E-4$ m/s (hangend) eingesetzt. Die Schichten im Hangenden und Liegenden des genannten Schichtenpaketes (qsDBi und tolHBi) wurden mit k_f - Werten von etwa $1E-7$ m/s parametrisiert, was deren Zusammenfassung rechtfertigt.

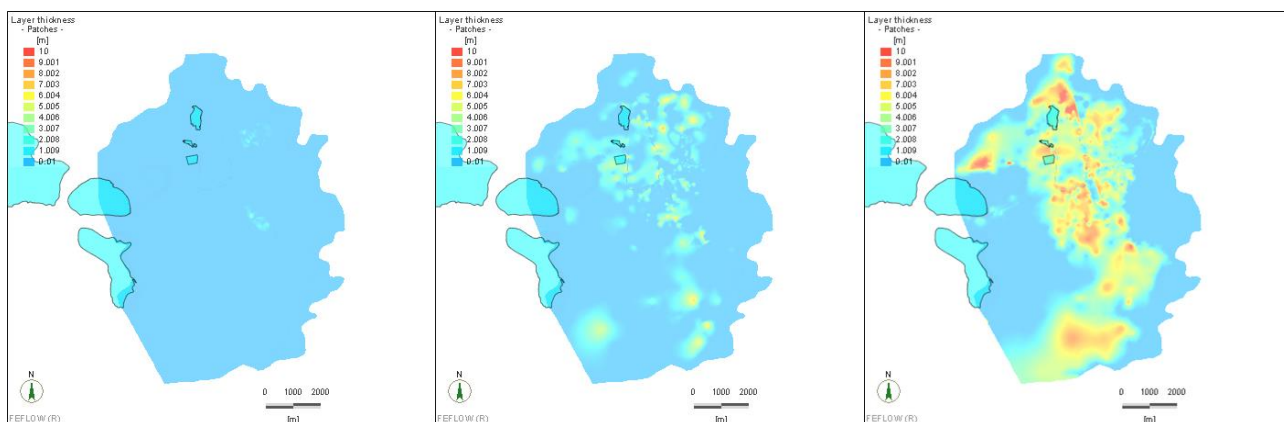


Abbildung 6-4: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 7, Mitte: Layer 8, Rechts: Layer 9)

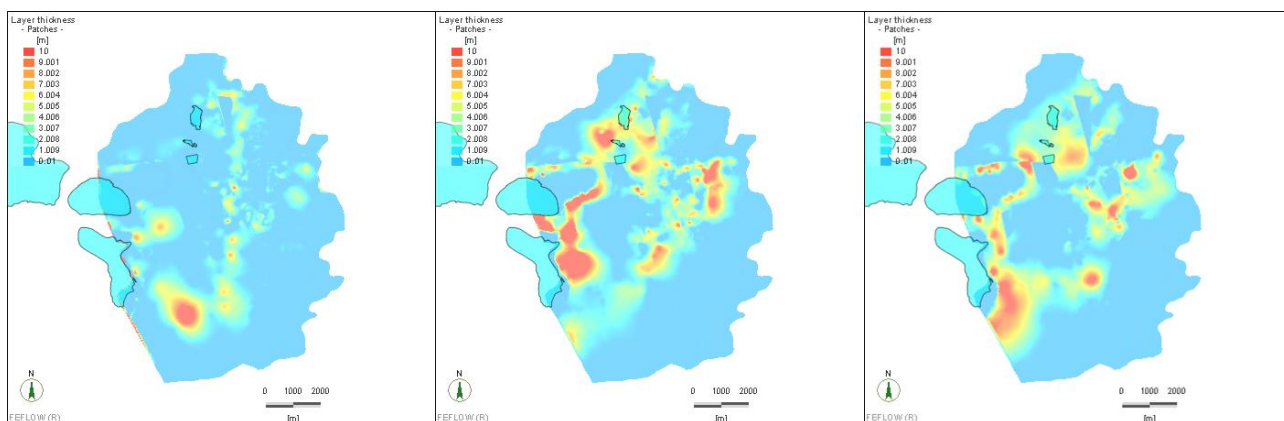


Abbildung 6-5: Mächtigkeitsverbreitung des FEFLOW- Modells (Links: Layer 10, Mitte: Layer 11, Rechts: Layer 12)

Als nächstes folgen im Liegenden 6 Schichten des Tertiärs (Layer 11- 16). Diese Schichten wurden direkt übernommen. Dabei blieben die Informationen zu Schichtgrenzen im unverschnittenen Bereich des Gebirges komplett erhalten. In Bereichen, in denen die Schichtgrenzen im FEFLOW- Modell durch Braunkohle- Tagebau und -kippen zum Liegenden hin verschoben sind, wurden die Daten hingegen eliminiert. Die Struktur der natürlichen Lagerungsform wurde durch erneute Extrapolation weitgehend wiederhergestellt. Bei den Schichten handelt es sich im Hangenden zunächst um bindige Schichten des Tertiärs (teoHBi), gefolgt von den eozänen Grundwasserleitern 1-3 mit deren Zwischenmitteln teoMBi und teoUBi (mitte-bindig; unten-bindig). Der liegende GWL teoGWL3 liegt entsprechend der Modellvorstellungen direkt auf den mesozoischen Festgesteinen, Obere Buntsandstein, auf (Schicht 11). Das mesozoische Festgestein wird im Prognosemodell nicht weiter differenziert. Die im Kies- Prognosemodell verwendete Schichtenabfolge ist in Tabelle 6-1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6-1: Übernahme und Zusammenfassung FEFLOW- Modellstrukturen (ÖGP LEUNA)

Modellschicht FEFLOW (Slice)	Modellschicht MODFLOW (Oberkante – Top)	Bemerkungen
(1)	(1)	Geländeoberfläche unverschnitten (schrkantige Böschungen, Gräben, Auffahrungen entfernt – über- interpoliert)
(2-3) Layer 1 + 2	(2) Schicht 1	Unterkante Boden, Auffülle, Halde Leuna tiefste Unterkante für $M > 0,1\text{m}$ (NULL) aggregiert
(4) Layer 3	(3) Schicht 2	Unterkante qsDBi – qs Drenthe, zumeist bindige bindige Sedimente
(5-7) Layer 4-6	(4) Schicht 3	Unterkante qw (betrifft nur die Flussauen) Unterkante lokaler GWL südlich Leuna (NULL im Bereich Kies Merseburg) Unterkante Hauptterrassensedimente östlich und südlich von Leuna wird zu Hangendbereich der rolligen Kieslagerstätte
(8-11) Layer 7 - 10	(5) Schicht 4	Kies-Lagerstätte qMs + GWL0
(12) Layer 11	(6) Schicht 5	Unterkante teoHBi Grundwasserhemmende Trennschicht zwischen Quartär im Hangenden und Tertiär GWL1
(13) Layer 12	(7) Schicht 6	teoGWL1
(14) Layer 13	(8) Schicht 7	teoMBi
(15) Layer 14	(9) Schicht 8	teoGWL2
(16) Layer 15	(10) Schicht 9	teoUBi
(17) Layer 16	(11) Schicht 10	teoGWL3
	(12) Schicht 11	Konstant 0 m NHN, integrale Berücksichtigung des Grundgebirgsblocks Hangendschichten zumeist oberer Buntsandstein, Mittlerer Buntsandstein Detfurth-Wechselfolge

Das entstandene hydrogeologische Modell wurde anhand der vorhandenen Bohrungsdaten auf Plausibilität geprüft. In Abbildung 6-6 ist die Aufschlussituation im Aussagegebiet des Modells im visuellen Vergleich zum entstandenen Strukturmodell dargestellt. Es kann festgestellt werden, dass die Schichtenfolgen der verfügbaren Aufschlüsse prinzipiell in keinem Widerspruch zu den Strukturen des FEFLOW- Modells stehen. Allein auf

Basis der verfügbaren Aufschlussdaten wäre jedoch die Ableitung der dargestellten Modellstrukturen nicht möglich gewesen.

Die Berücksichtigung der tertiären Grundwasserleiter im Liegenden der Kiessandlagerstätte sind relevant, da sich im Bereich der geplanten Süderweiterung des Kies- Abbaus direkte hydraulische Fenster zum hangenden Grundwasserleiter der tertiären Schichten bestehen. Weiterhin befindet sich am Südrand der geplanten Erweiterung eine Buntsandstein- Hochlage. Diese ist relevant für den südlichen Anstrombereich, da die hangenden Quartärschichten bzw. die Hauptterrasse zumeist trockenengefallen sind. Die Liegendgrenze der Hauptterrasse sedimente ist in der Anlage 4 dokumentiert.

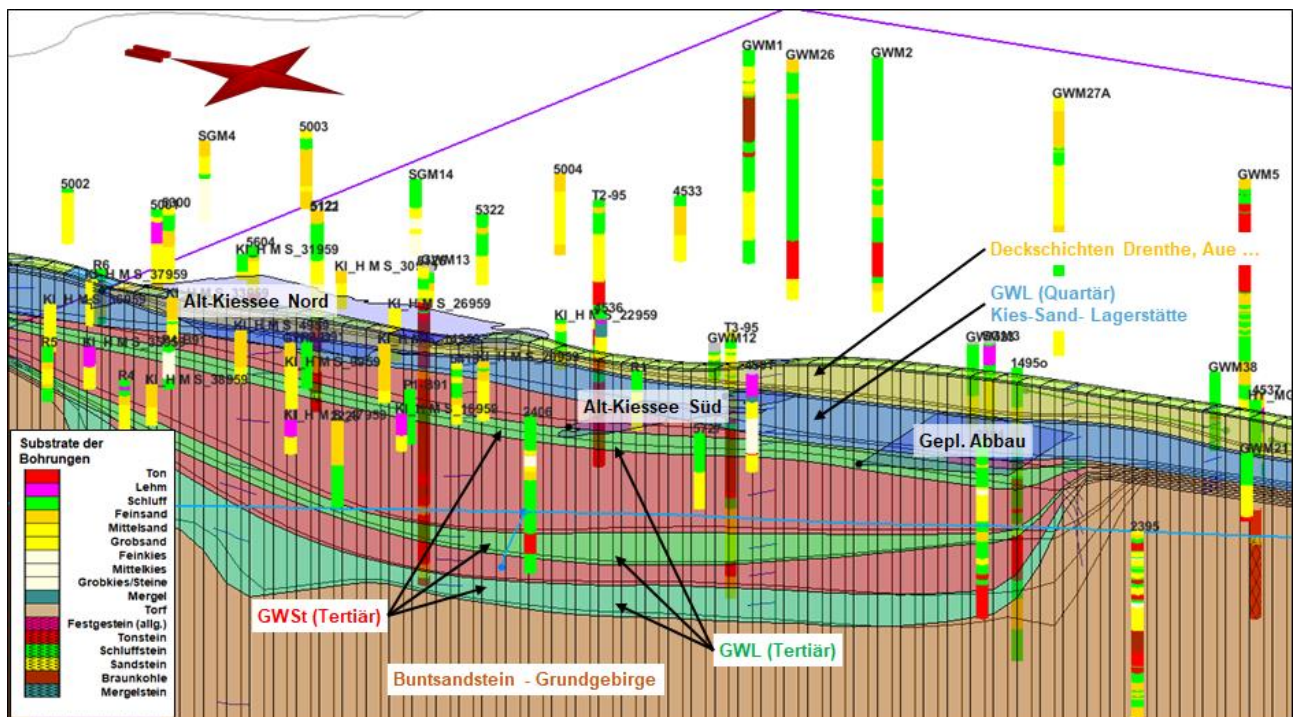


Abbildung 6-6: Aufschlussituation im Aussagegebiet des Modells

6.3 Modellabgrenzung

Die bekannte Grundwasserdynamik zeichnet sich durch eine Potentialhochlage südlich des Großkaynaer Tagebaurestsees aus. Vermutlich wird diese Hochlage durch Grundwasserneubildung und durch eine Speisung aus mesozoischen Gesteinen vom Westen her gebildet. Etwa 3 km westlich der ausgewiesenen 120 m NHN-Isopyse befindet sich innerhalb der 125 m NHN-Isopyse der Ton-Tagebau Roßbach-Süd mit einem Restsee von ca. 20ha Größe und einem Potential von 101,5 m NHN. Das lässt vermuten, dass durch die 125 m NHN-Isopyse eine lokale Grundwasserhochlage ohne externes Einzugsgebiet markiert wird (siehe ebenfalls Abbildung 5-5). Vor dort aus fließt das Grundwasser allseits nach Süden (zum Schkortelbach bzw. Richtung Weißenfels), nach Osten zur Saale, und nach Norden zu den Tagebaurestseen Großkaynaer See bzw. Rundstädter See bzw. der Geisel ab. Im zentralen Bereich, etwa ab Höhe des Großkaynaer Sees, kommt es entlang der Längsachse der Hochhalde Leuna zur Ausbildung einer Grundwasserscheide zwischen der Saale im Osten und den Tagebaurestseen im Westen. Diese Grundwasserscheide verläuft von Süd-Südwest nach Nord-Nordost über den Haldenkörper des Leuna- Werkes hinweg und scheint eine stabile Lage zu haben. Damit

befindet sich der Prognoseräum des Modells zwischen der Leuna- Hochhalde im Osten und den Tagebaurestseen im Westen bzw. der Geisel im Nordwesten.

Das Modell wird daher wie folgt abgegrenzt:

Im Süden kommt die Lage der 102 m NHN- Randpotentiallinie zum Ansatz. Über diese Linie scheint jedoch kaum Grundwasserströmung zu erfolgen, da sie sich auf einer Festgesteins- Hochlage befindet von der vermutlich ein allseitiger Abfluss erfolgt. Nach gezeichneter Hydrodynamik in Bezug zu den neu berechneten GWN-raten können die Zu- bzw. Abflussraten bei etwa +/-400 m³/d liegen. Diese Rate gilt für das Modell als Min/Max- Limitierung für Zu- oder Abflüsse über diese Linie.

Von dieser Potentiallinie aus verlaufen Randstromlinien bzw. Grundwasserscheiden, die nach Nordwesten zum Runstädter See und nach Nord-Nordosten über die Halde Leuna zur Saale verlaufen.

Die LEUNA- Hochhalde wird im südlichen Bereich von Drainagegräben umsäumt und das Wasser zu einer Wasseraufbereitungsanlage ableitet. Die Sohlagen befinden sich nach FEFLOW- Modell zwischen 99,8 und 101 m NHN. Die Drainagegräben haben im westlichen Haldenbereich etwa eine Länge von 1.500 m. Die Drainagesohlen wurden entsprechend implementiert und haben im Modell nur das Potential zur Grundwasserentlastung.

Von den beiden Tagebaurestseen wird nur der nördliche Runstädter See berücksichtigt. Dieser bewirkt nach vorliegendem Kenntnisstand (DGM2) mit etwa 97 - 98 m NHN eine deutliche Entlastung des Grundwasserstroms in Richtung Westen. Das Potentialniveau liegt niedriger, als es bei den Kiesteichen an der B91 in Merseburg zu erwarten ist. Das Potential wird im Modell im Mittel mit 97,5 m NHN definiert. Der See geht frei auf und erzeugt eine Kippungsfläche zwischen den höheren Zustrompotentialen aus Richtung des Großkaynaer Sees aus Richtung Süden, der Grundwasserneubildung in seinem östlichen Einzugsgebiet und den Abstrompotentialen in Richtung Geisel bei ca. 97 m NHN unmittelbar im Norden des Sees.

Der Nord-West-Rand des Modells wird durch die Geisel gebildet, die durchweg entlastenden Charakter hat. Die Wasserspiegel in der Geisel liegen am nordöstlichen Modellrand (Frankleben, Ernst-Thälmann-Str.) bei etwa 97 m NHN und im Norden (Merseburg, Thomas-Müntzer-Str.) bei etwa 91 m NHN.

Die Nordspitze des Modells ist zwischen Geisel im Westen und Saale im Osten eingespannt.

Die Saale wird als nordöstlicher Modellrand zwischen Ockendorf im Süden (85,5 m NHN) und Merseburg auf Höhe Abbéstraße im Norden (85,25 m NHN) berücksichtigt.

Die Modellabgrenzung ist aus Anlage 2 ersichtlich.

6.4 Randbedingungen

6.4.1 Grundwasserneubildung (RECHARGE) und Evapotranspiration (ETP)

Das Modell- bzw. Untersuchungsgebiet wird hauptsächlich durch die Grundwasserneubildung gespeist. Zwischen den regionalen Grundwassersenkungen

- der Geisel im Norden (Hauptentlastung des Grundwassers bei zwischen 97 m NHN im Westen bei Frankleben und ca. 91 m NHN im Norden in Merseburg)
- dem Schkortelbach im Süden (Grundwassersenke im Süden und südliche Modellgrenze des FEFLOW- Modells mit Potentialen zwischen 115 im Osten und 95 m NHN an der Mündung zur Saale)
- der Saale im Osten (größtenteils Grundwassersenke mit Potentialen zwischen 86,4 m NHN bei Ostrau und 82,25 im Norden bei Merseburg)
- den Tagebau- Restseen Kayna und Runstädt mit frei aufgehenden Potentialen um 98 m NHN

existieren keine weiteren (höherliegenden) Grundwasseranreicherungsmöglichkeiten bei gemessenen Potentialen von bis zu über 125 m NHN (siehe Abbildung 5-5, Seite 17).

Die Neuberechnung der Grundwasserneubildungsraten wurden nach Merkblatt ATV-DVWK M504 /7/ durchgeführt. (Siehe Kapitel 5.4, Seite 18).

Nach den Ergebnissen der progressiven Neuberechnung (ausschließlich große Flurabstände) steht mit Berücksichtigung der Gewässerverdunstung eine Grundwasserneubildung von bis zu 9.000 m³/d zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung minimaler Flurabstände (konservative Methode) liegt die summarische Grundwasserneubildung bei 2.930 m³/d. Die hydrotopbezogene Differenz zwischen maximaler und minimaler Grundwasserneubildung wird dem Grundwasserströmungsmodell als potentielle, grundwasserflurabstandsabhängige Evapotranspiration zugrunde gelegt. Die Verdunstung von freien Wasseroberflächen und aus Bereichen mit flurnahen Grundwasserständen beträgt ca. 800 m³/d.

Die Verteilung der Grundwasserneubildung ist in Anlage 3 dargestellt.

6.4.2 Grundwassernutzung (WEL)

Im Wasserbuch sind für das Untersuchungsgebiet zahlreiche Wasserentnahmen eingetragen. Zumeist handelt es sich bei den Angaben um Q_{\max} - Werte. Aktuell gemessene Förderdaten stehen nicht zur Verfügung. So verteilen sich die gegebenen Raten insgesamt wie folgt:

- Mittlere Entnahmemenge aus Oberflächenwasser: 180.000 m³/d
- Maximale Entnahmemengen aus Oberflächenwasser: 428.094 m³/d^{***}
- Maximale Entnahmemenge aus Grundwasser 17.011 m³/d
(davon Modellrelevant 372 m³/d; Rest: Leuna Werke und Wasserhaltungen östlich davon).

*** Standorte Oberflächenwasser schließen einander aus: Summe OW (Max + Mittel = 608.094 m³/d)

Für das Modellgebiet sind davon die in Tabelle 6-2 aufgelisteten Entnahmestandorte relevant. Die Fassung mit laufender Nr. 1 befindet sich im Industriegebiet Merseburg Süd und könnte ggf. mit dem Kiesabbau konkurrieren. Sie wird mit voller Erlaubnismenge berücksichtigt. Die übrigen Fassungen gehen mit der halben Erlaubnismenge in das Modell mit ein.

Tabelle 6-2: Modellrelevante Grundwasserentnahmen nach Wasserbuch Saalekreis

Nr.	Standort mit Angabe (Min-Max)	X (UTM Zone 32 Nord)	Y (UTM Zone 32 Nord)	GOK (DGM1)	Förderrate im Modell / m ³ /d
1	576/011/22 (Industriegebiet Merseburg Süd) (Q _{max} 168 m ³ /d)	707963.0	5689506.0	101.5	-168.0
2	575/017/18 (Beuna Q _{max} 24 m ³ /d)	705879.0	5689833.0	100.0	-12.0
3	575/024/14 (Merseburg Süd Q _{max} 180 m ³ /d)	706097.0	5688268.0	105.0	-90.0

6.4.3 Vorfluter, Flächengewässer und Drainagen

Als äußerer nordöstlicher Modellrand wird die Saale als RIVER- Randbedingung implementiert. Die Gefälleverhältnisse sind im Kapitel 6.3 erläutert. Es wird eine durchschnittliche repräsentative Wassertiefe von 2,5 m angenommen. Aufgrund des deutlich entlastenden Charakters des Vorflutabschnittes wird keine Kolmation berücksichtigt.

Am gesamten nordwestlichen Modellrand verläuft das Gerinne der Geisel. Die Gefälleverhältnisse sind ebenfalls im Kapitel 6.3 erläutert. Es wird eine durchschnittliche Wassertiefe von 0,5 m berücksichtigt.

Der Runstedter See bleibt als Seekörper im Modell unberücksichtigt. Sein Uferverlauf wird über die Gesamteufe des Sees als potentialkonstante Randbedingung mit einer Höhe von 97,5 m NHN im Prognosemodell berücksichtigt.

Am östlichen Modellrand wirkt im Modell ein Teilabschnitt der Drainage der LEUNA- Hochhalde. Die Höheninformationen wurden dem ÖGP- FEFLOW- Modell entnommen. Die Drainagehöhen liegen demnach zwischen 99,8 und 101,0 m NHN.

7 Modellkalibrierung

7.1 Modellierungssoftware

Als Modellierungssoftware kommt GMS /8/ in der Version 10.4 zum Einsatz. Unter anderem wird dort der Simulator MODFLOW in verschiedenen Programmversionen unterstützt. Im konkreten Fall kommt MODFLOW/NWT /9/ zum Einsatz. In dieser Version wurde ein numerisch stabilerer Ansatz für das Trockenfallen und Neubenetzen von Modellzellen gefunden (NEWTON/RAPHSON-Verfahren) als in den bis dahin verfügbaren Versionen von MODFLOW (MODFLOW96, MODFLOW2K, MODFLOW2005 ...) der Fall war. Der Quellcode basiert auf MODFLOW2005. Im verwendeten Modell wird nur gesättigte Strömung berücksichtigt.

7.2 Modellkalibrierung

Das Modell in eingegrenzten Modellraum für den Kies-Sand- Abbau Merseburg wurde stationär kalibriert.

Als Hauptquelle für die Grundwasserströmung ist die Grundwasserneubildung einzustufen. Sie wurde nach ATV-DVWK M504 /7/ hydrotopbezogen ermittelt und liefert im Mittel ca. 9.000 m³/d auf der Modellfläche. Im Modellgebiet existieren 75 Grundwassermessstellen, deren korrigierte mittlere Potentialesswerte als Zielfunktion zur Kalibrierung eingesetzt worden sind. Es ergibt sich eine Modellabweichung von 2,9% bei Berücksichtigung der mittleren Absolutabweichung (MAE), bei der alle Modellabweichungen gleich gewichtet sind. 3,7%

Modellabweichungen ergeben sich bei Berücksichtigung des mittleren Quadratfehlers (RMS), wo Ausreißern größeres Gewicht zugeordnet wird.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_{i, \text{mes}} - h_{i, \text{calc}})^2}; \quad MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |h_{i, \text{mes}} - h_{i, \text{calc}}|$$

$$F_{rel}(RMS) = \frac{RMS}{(h_{max} - h_{min})}; \quad F_{rel}(MAE) = \frac{MAE}{(h_{max} - h_{min})}$$

F_{rel}	<i>mittlerer relativer Modellfehler in Prozent</i>
RMS	<i>mittlerer Quadratfehler „root mean square error“ / m</i>
MAE	<i>mittlerer Absolutfehler „mean absolute error“ / m</i>
$h_{i, \text{mess}}$	<i>gemessener Grundwasserstand am i-ten Messpunkt / m</i>
$h_{i, \text{calc}}$	<i>berechneter Grundwasserstand am i-ten Messpunkt / m</i>
h_{max}	<i>maximal gemessener Grundwasserstand / m</i>
h_{min}	<i>minimal gemessener Grundwasserstand / m</i>
n	<i>Anzahl der Messwerte</i>
i	<i>Zählindex</i>

Das Modell ist danach als prognosefähig einzustufen. Die Modellabweichungen liegen in diesem Bereich bei etwa 30 cm, gemessen an den geschätzten gemessenen Mittelwasserlagen (vergleiche Kapitel 5.3 bzw. Tabelle 5-2, Seite 14). Die aktuellen IST- Förderraten der Grundwasserfassungen im Modellgebiet sind nicht im Detail bekannt, sondern liegen insbesondere im Wasserbuch des Saalekreises zumeist nur in Form von maximal genehmigten Mengen vor. Auch sind die im Untersuchungsgebiet verfügbaren Grundwasserspiegelmesswerte aufgrund der geringen innerjährlichen Messdichte nur wenig belastbar hinsichtlich der Ableitung sicherer Modellzielfunktionen (MHW). Generell ist die modelltechnisch dargestellte Charakteristik der Grundwasserdynamik aber als plausibel einzustufen. Daher ist das Modell zur Ableitung von modelltechnischen Prognosen zur Berechnung der relativen Auswirkungen der Bergbautätigkeit als hinreichend genau einzustufen. Die messstellenbezogenen Abweichungen sind in Tabelle 10-1 dargestellt. Die kalibrierte Durchlässigkeitsverteilung für den Bereich der Saale- Hauptterrasse ist in Anlage 4 dargestellt. Die berechnete Dynamik (IST- Zustand) ist in Anlage 5 dokumentiert.

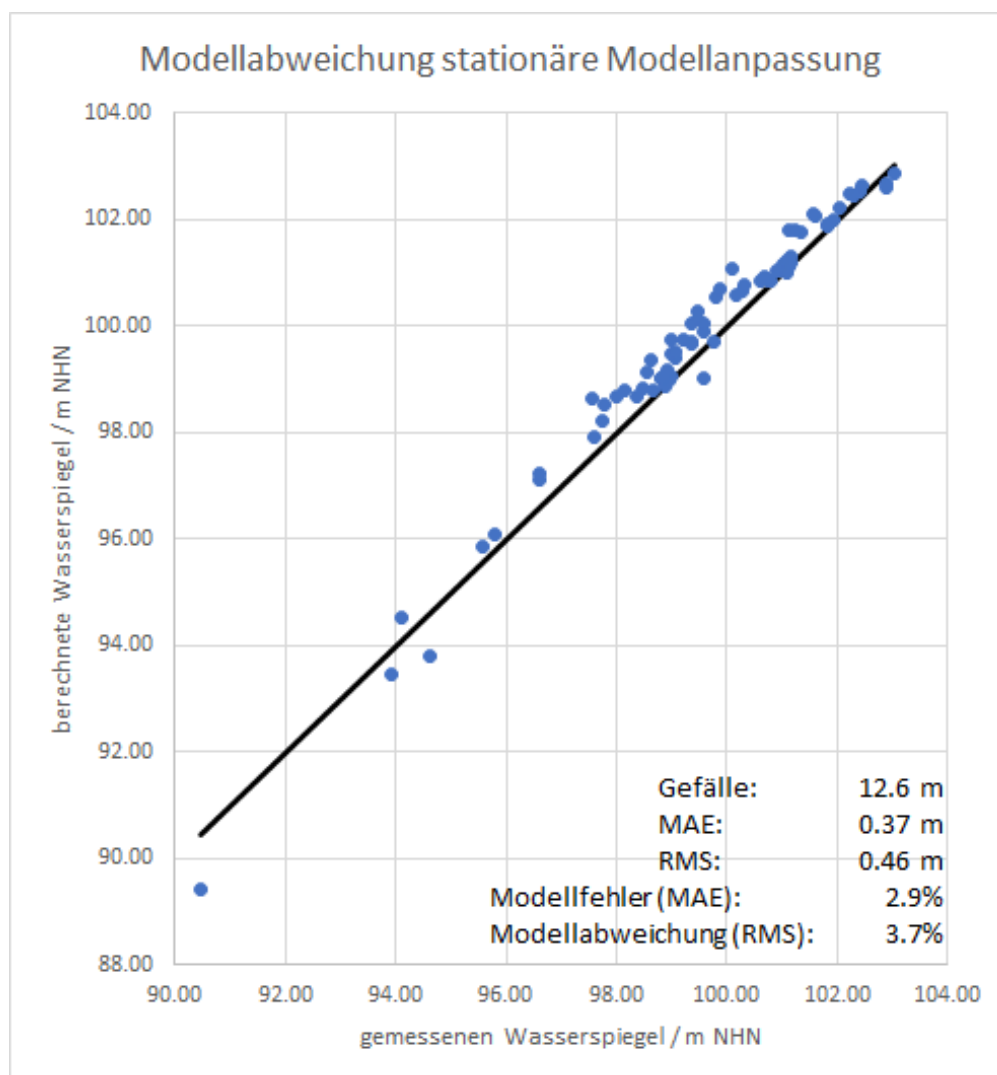


Abbildung 7-1: Modellabweichung stationäre Kalibrierung

7.3 Modellbilanz IST- Zustand

Das Modell weist für den Kalibrierungszustand (IST) einen Bilanzfehler von $< 1 \text{ m}^3/\text{d}$ auf. Die Gesamtbilanz des Modells verteilt sich wie folgt:

Tabelle 7-1: Bilanzverteilung des stationären Strömungsmodells

Randbedingung	Summe	Anteil	Anteil	Bemerkung
Potentialränder 1. Art	809	+7	-816	(+) Zu- und (-) Abfluss Runstädter See
2. Art Randbedingungen	-684	-284 (a)	-400 (b)	a) Wasserbuch; b) Abfluss über 102 m Potential im Süden + Wasserbuch
DRAIN- Randbedingung	-465			Drainage Leuna-Halde
RIVER- Randbedingung	-6378	-3035 (a)	-3357 (b)	a) Saale, b) Geisel
RECHARGE- Randbedingung	8861	9084 (a)	-203 (b)	a) GWN Land max. Flurabstand; b) Gewässerverdunstung
ETP	-546	0	0	Flurabstandsabhängige Zehrung für Gebiete mit kleinen Flurabständen (hauptsächlich Geiseltal)

Damit werden im Modell täglich 9.106.3 m³ Grundwasser umgesetzt. Das Modell arbeitet also konsistent und stabil.

7.4 IST- Zustandsanalyse der Schadstoffverteilung

Die Strombahnenberechnung für den IST- Zustand mit Start am südlichen Fuß der Leuna- Hochhalde zeigt, dass sich die vorhandenen Kiesseen nördlich des geplanten Vorhabens im Hauptabstrom der Hochhalde LEUNA befinden. Die Strombahnen ziehen am südöstlichen See-Ufer in den See hinein (Abbildung 7-2). Dort erfolgt eine Durchmischung im vorhandenen Kiessee. Der Kiessee speist dann am gesamten nördlichen Seeufer nach Nordwesten, Norden und Nordosten den Grundwasserleiter. Dadurch erfolgt praktisch eine mechanische Dispersion der gelösten Wasserinhaltsstoffe. Diesen Prozess belegen auch chemische Analysen des Grundwassers, die in der folgenden Tabelle für den direkten Anstrom der Kiesseen für Sulfate bzw. den Tabellen auf Seite 56ff für Ammonium, Chlorid und Nitrat gelistet sind. Die Stoff-Verteilungen sind weiterhin in den auf Seite 54, Abbildung 10-6 bis Abbildung 10-8 dargestellten Karten für Sulfat und Chlorid, Nitrat und Ammonium-N und für Schadstoffe LHKW und BTEX als messstellenbezogene Mittelwerte visualisiert.

Tabelle 7-2: Sulfatgehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaubereiches (MDSE-Datenbank)

GWM (Lage von Nord nach Süd)	GOK / m NHN	GWFA / m	Sulfat- Grundwasseranalytik / mg/l			
			# Werte	Min	Mittel	Max
R6 (Abstrom Alt-Kiessee)	100.90	3,5	28	1,8	1.444	1.904
5604 (NE- Ecke Abstrom Alt- Kiessee)	101.73	3,9	20	560	983	1.750
5125 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.87	4,5	20	773	1.100	1.381
GWM13 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.88	4,4	40	1.044	1.574	2.300
GWM22 (Baustoffdeponie westl. See)	102.45	4,0	32	14.4	1.341	3.298
4536 (Westrand Halde – Südzustr. Kiessee)	101.82	3,7	43	1,8	1.683	2.650
P1-B91 (NW-Ecke IG MBG- Süd)	102.72	4,0	22	1,7	1.521	2.196
5419 (Nord-Seite IG MBG-Süd)	102.54	4,0	26	380	783	1.111
GWM12 (Westrand Halde, SE-Ecke IG MBG Süd)	101.54	2,7	40	234	2.308	5.467
T3-95 (Westrand Halde – SE-Ecke IG MBG Süd)	101.94	3,2	19	1780	2.010	2.308
GWM23 (Westrand Halde, NE-Ecke Kies- Planungsfeld)	108.70	9,7	8	1030	1.119	1.300
R1 (zentraler Anstrom Brunnen IG Merseburg-Süd)	101.90	3,1	33	1,8	1.761	2.236
GWM27A (Zentrale GWM Halde Leuna)	142.73	43,7	8	518.0	2.011	2.400

Rot – unsicher Werte (g/l?)

Im Abstrombereich des Alt- Kiessees (GWM R6 – 1.450 mg/l, 5604 – 1.000 mg/l) befinden sich bereits hohe Sulfat- Gehalte, deren Ursprung mit hoher Wahrscheinlichkeit die Leuna Halde darstellt. Auch im Bereich der Baustoffdeponie westlich des Alt-Kiessees (GWM 22 – bis zu 3300mg/l) werden erhöhte Sulfat- Belastungen nachgewiesen. Im Anstrom des Alt-Kiessees (R1 – 1800 mg/l und GWM 12 – 2300 mg/l) liegen die Sulfatgehalte auf ähnlichem Niveau. Die Sulfatgehalte sind alle weitgehend konstant. Die visuelle Konzentrationsfahne (eingefärbte Messstellenpunkte in Abbildung 10-6) zeigt eine weit aufgefächerte Sulfatbelastung des Grundwasserleiters. Es ist davon auszugehen, dass während des aktiven Braunkohletagebaus im Bereich des Geiseltals ein von der Hochhalde nach Westen bzw. Nordwesten gerichtete Grundwasserströmung stattfand, die entsprechende Schadstoffe migrativ innerhalb der Grundwasserleiter verlagerte und die partiell heute noch dort wiederzufinden sind. Generell ist in den Karten- Abbildungen (Seite 54ff), ausgehend vom südlichen Abschnitt der Leuna- Halde, eine nordwestliche Verlagerung der Schadstoffe in Richtung Geisel zu erkennen.

Dabei geht die Fahne augenscheinlich sogar an der Westflanke des Alt- Kiesees vorbei. Der Alt- Kiesee bewirkt dabei wahrscheinlich eine mechanische Dispersion der Schadstofffronten bzw. verdünnt die Wasserinhaltsstoffe.

Auffällig erscheinen die vergleichsweise niedrigen Sulfatkonzentrationen südlich der Hochhalde. Aufgrund dieser Auffälligkeit wurden die Schadstoffe BTEX und LHKW ebenfalls analysiert (Abbildung 10-8). Die Analyse zeigt, dass sich in diesem Bereich die höchsten Schadstoffkonzentrationen des Leuna- Werkes im verfügbaren Datenausschnitt befinden. Das beweist auch die Verbreitung der Nitrat- und Ammonium- Konzentrationen in Abbildung 10-7. Dort wo sich hohe Schadstoffkonzentrationen befinden, existieren nur noch geringe Gehalte an Stickstoff- und Sulfat- Verbindungen. Das belegt intensive Abbauvorgänge von BTEX- und LHKW- Schadstoffen innerhalb des Grundwasserleiters, die unter Sauerstoffverbrauch, Denitrifikation, Eisen-III- und Sulfat-Reduktion und Methanogenese ablaufen. Die Sulfatgehalte werden dann scheinbar im weiteren Abstrom unterhalb des Haldenkörpers nach Norden hin wieder angereichert.

Bei Ansatz der aktuellen Grundströmungsrichtung sind die mittleren Altseen und der Bereich des geplanten Abbaufeldes im Süden nicht von direkten Schadstoffverlagerungen aus dem Haldenbereich betroffen. Die mittlere Sulfat- Konzentration beträgt im Bereich der geplanten Abbauerweiterung nach Süden ca. 1.600 - 1.700 mg/l SO₄ (GWM 1495o/u) bzw. in dessen südlichen Anstrom bei 1.100 mg/l (GWM 21) und 750 - 1.000 mg/l SO₄ (GWM 21, 37 und 4537).

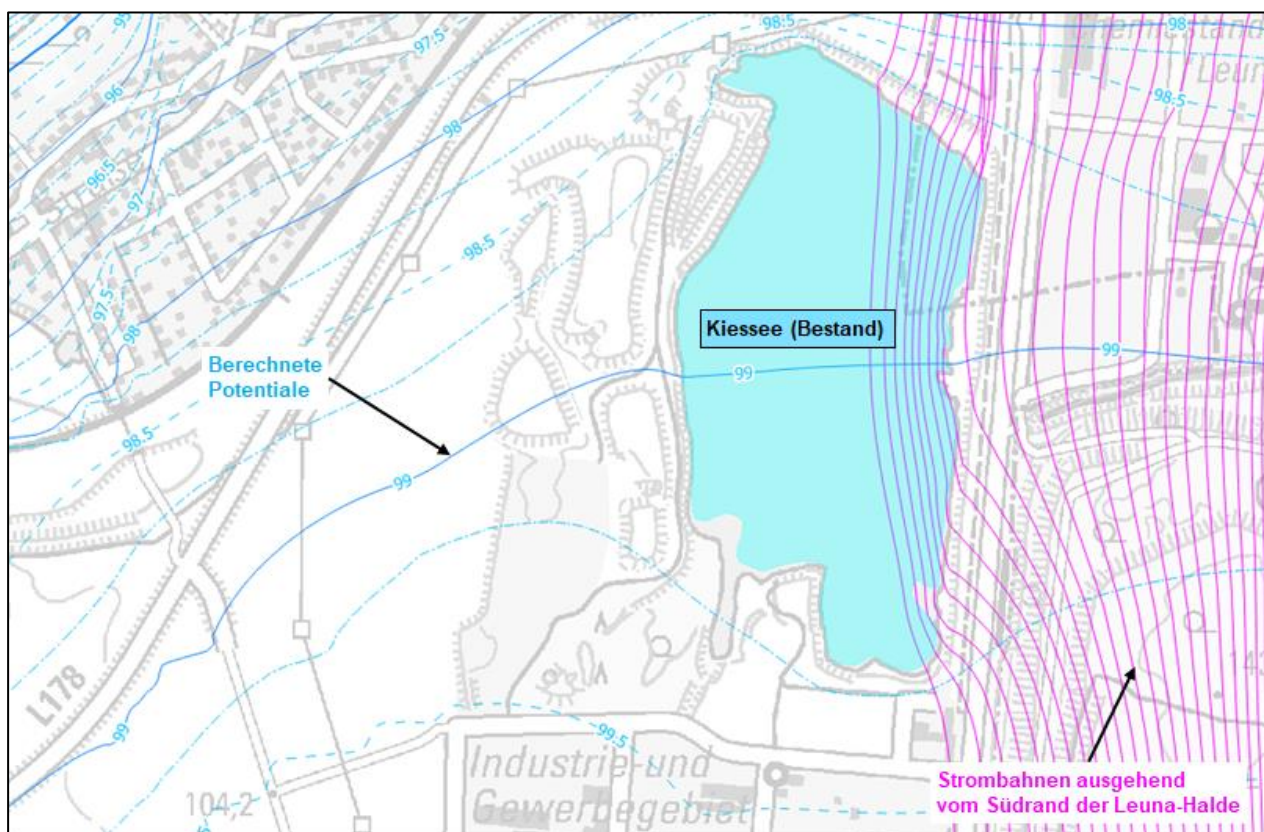


Abbildung 7-2: Berechnete Grundwasserdynamik und Strombahnen (Leuna-Halde) IST- Zustand – Abstrom des aktuellen Kiesabbaus

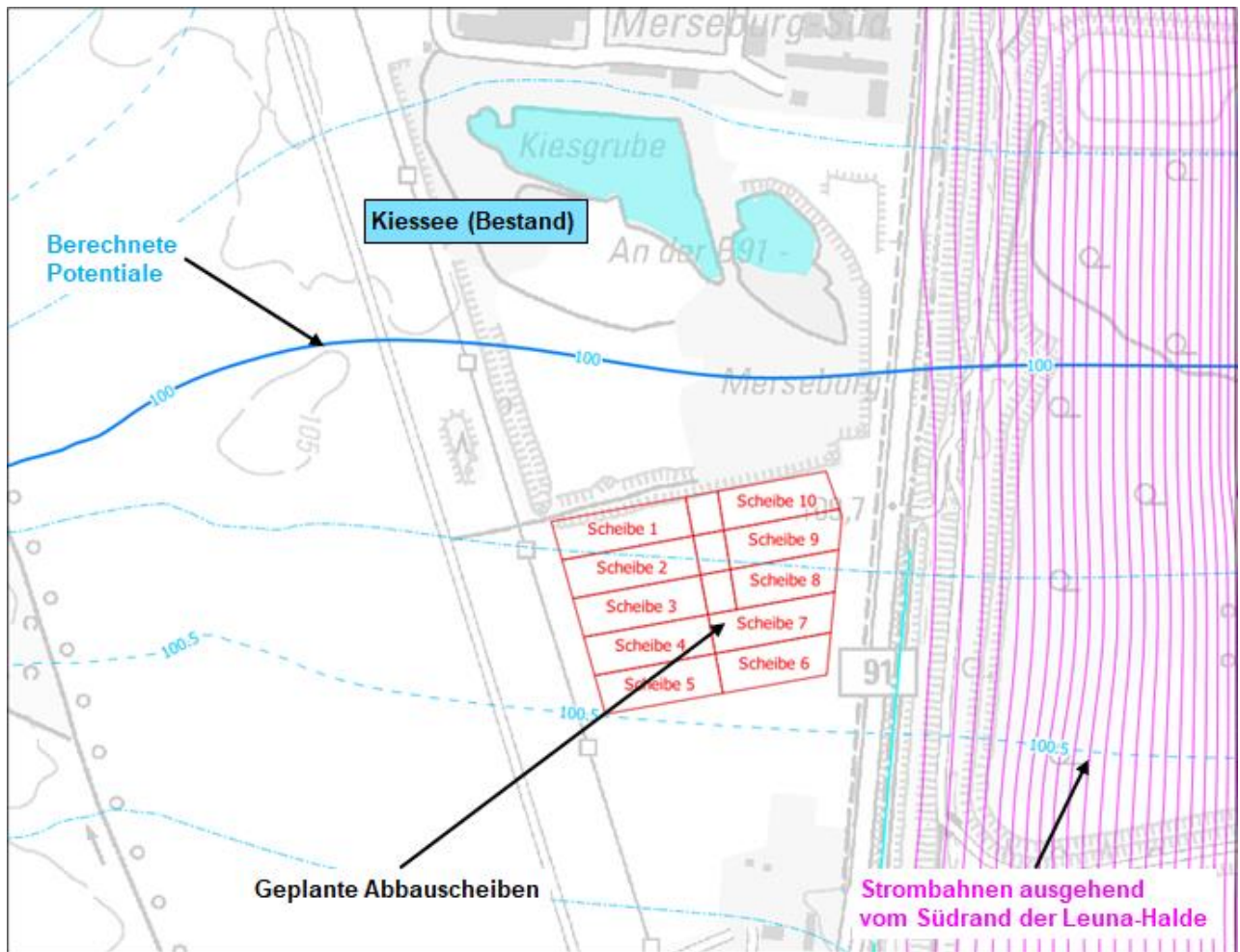


Abbildung 7-3: Berechnete Grundwasserdynamik (blau) und Strombahnen (magenta) – IST- Zustand – Bereich der geplanten Weiterführung

8 Prognoserechnungen

8.1 Abbauplanung für den Eingriffsbereich in das Grundwasser

Das geplante, grundwasserwirksame Nassabbaufeld der Weiterführung der Kies-Sand- Lagerstätte Merseburg Süd besitzt eine Fläche von ca. 10,5 ha. Nach vorliegender Planung sollen darin etwa 1 Mill. t Rohstoff enthalten sein. Derzeit wird eine jährliche Förderung von 125.000 t angenommen. Das Gesamtvolumen an Kiesen und Sanden beträgt nach derzeitigem Kenntnisstand ca. 1,52 Mio. t. Danach wurde die Gesamtfläche in 10 Abbauscheiben unterteilt, die beginnend im Nordwesten nach Südwesten und dann von Südosten nach Nordosten abgebaut werden und die Weiterführung damit in eine Ost- und eine Westhälfte aufteilen (Abbildung 8-1). Planmäßig erfolgt immer eine unmittelbare Rückverfüllung, sodass jeweils immer ca. 1 ha als offene Tagebausee existiert. Der Versatz soll bis mindestens 2 m über MHW- Wasserspiegel stattfinden, so dass sich dort nachbergbaulich wieder normale Grundwasserneubildungsverhältnisse einstellen. Eine Ausnahme bildet der nordwestliche Bereich des geplanten Abbaus (Abbauscheibe 1 und 2). Hier ist der Verbleib eines Restsees vorgesehen. Die Prognoserechnung erfolgte für die einzelnen Abbauscheiben stationär.

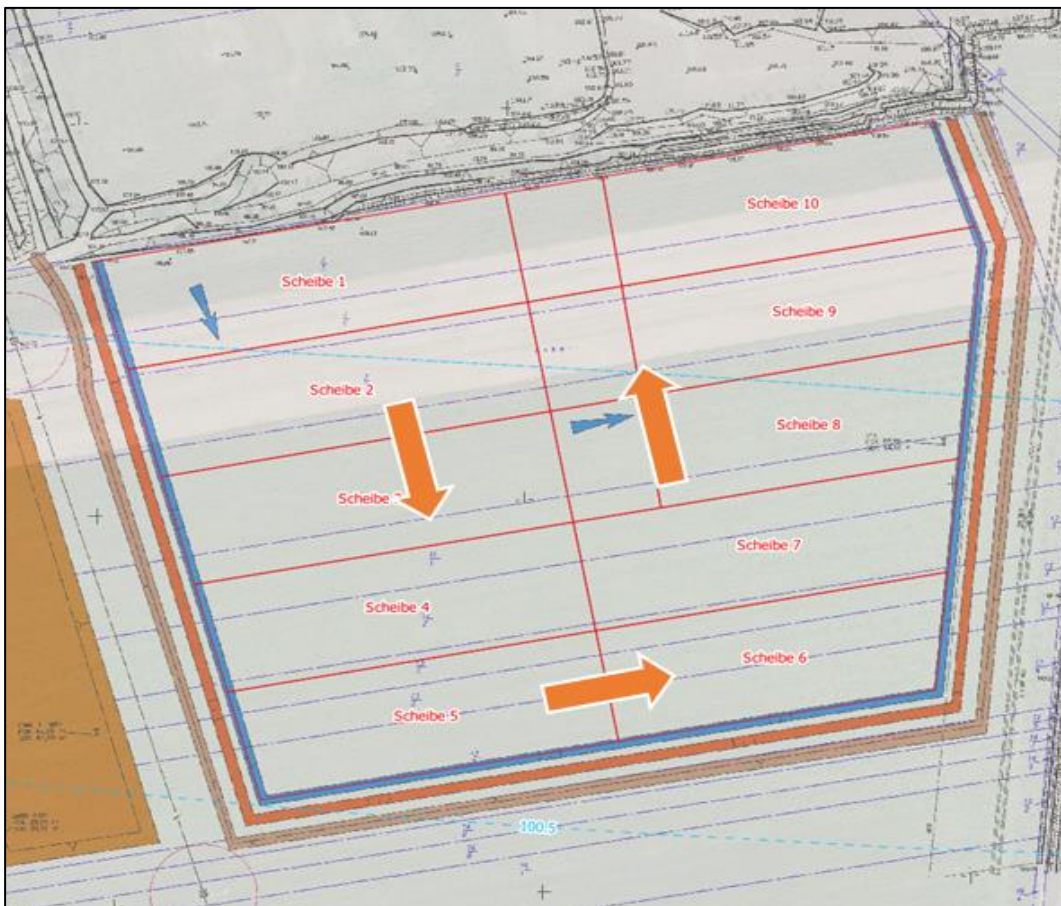


Abbildung 8-1: Geplante Abbauscheiben und Fortschritt der Auskiesung im Abbaufeld Merseburg Süd

Während des aktiven Kiesabbaus werden dynamisch Volumenanteile des Gebirges (Saale-Hauptterrasse) entnommen. Die Sohle der Kieslagerstätte befindet sich nach vorliegendem Modell zwischen ca. 93 m NHN im Norden und etwa 97 m NHN im Süden. Im Norden liegt der tertiäre Grundwasserleiter direkt im Kontakt zum Kieslager. Im Süden wird das Kieslager von der Zersatzzone des Buntsandsteins unterlagert. Die Hangendgrenze des Kieslagers wird sehr wahrscheinlich durch eher bindige Drenthe-Sedimente (qS) gebildet. Deren Liegendgrenze befindet sich bei etwa 103 m NHN. Die Grundwasseroberfläche wurde bei zwischen 99,5 und

100 m NHN eingeschätzt. Zur Volumen – und somit Förderraten- und Massenabschätzung wurde eine Schüttdichte von 1,8 t/m³ und eine Porosität von 15% für die Drenthe- Sedimente bzw. 25% für Kies-Sande angesetzt. Die Abbauvolumina und sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Der kiesige Grundwasserleiter hat entsprechend der Ergebnisse der Modellkalibrierung im geplanten Abbaubereich plausible k_f - Werte von um 1,1E-3 m/s. Für feinkörniges Versatzmaterial wird ein k_f - Wert von 5E-5 m/s angenommen.

Während der stationären Modellvarianten wurden:

- Kies- und Abdeckschichten (Schicht 1 bis Schicht 4) durch einen hydraulischen Kurzschluss belegt ($k_{f \text{ Layer}} \gg k_{f \text{ Kies}}$) und die Vertikale Anisotropie wird auf 1 gesetzt (horizontal ungeschichtetes Material)
- Die bereits im Vorfeld abgebauten Lagerstättenteile (Abbauscheiben) werden jeweils bis > 2 m über GWSp mit Abraummaterial verfüllt (Annahme k_f - Wert = 5E-5 m/s, vertikale Anisotropie = 1 – regellos geschüttet), womit hier wieder ein klassischer Grundwasserleiter nach der Auskiesung zur Wirkung kommt.

Im jeweils aktuell aufgefahrenen Teil des Kieseesees (Abbauscheibe) wird über einen Brunnen Wasser aus dem GWL entnommen, dessen Förderrate dem Wasseräquivalent der Kiesgewinnung entspricht (Tabelle 8-1)

- Die Grundwasserneubildung auf der Fläche des Kieseesees auf Gewässerverdunstung gesetzt und stattdessen die flurabstandsabhängige Evapotranspiration ausgeschaltet.
- Für rückverfüllte Bereiche wird wieder die normale Grundwasserneubildungsrate angesetzt.

Der Kalibrierungszustand mit den vorhandenen Alt- Kies-Seen bildet den Referenzzustand für die Auswirkungsprognose. Basierend auf dieser Potentialverteilung werden stationäre Druckdifferenzen ausgewiesen. Weiterhin werden für alle Strömungszustände ausgehend vom Südrand der Leuna-Halde innerhalb der Kies-schichten gestartet. Der Vergleich dieser Stromlinien zu denen der Variantenrechnungen zeigt lokale Veränderungen der Strömungsrichtungen und lässt damit Rückschlüsse zur Schadstoff- bzw. Sulfat- Problematik zu.

Tabelle 8-1: Abbauvolumina/ Tonnagen und Auffüllhöhen nach Abbauplanung

	Fläche / m ²	Grenzen / m NHN (Modell- Schichtgrenzen)				Volumen / m ³	
		Hangendabraum		Hauptterrasse (HT)		Hangend	HT Va)
		Oberkante	Unter- kante	Ober- kante	Unterkante	644.654	Σ Va) 846.149
Abbauscheibe 1	10890	108,70	102,00	102,00	93,10	72.963	96.921
Abbauscheibe 2	10621	108,70	102,25	102,25	93,55	68.505	92.403
Abbauscheibe 3	10410	108,70	102,50	102,50	94,00	64.542	88.485
Abbauscheibe 4	10020	108,70	102,95	102,95	95,55	57.615	74.148
Abbauscheibe 5	9845	108,70	103,40	103,40	97,10	52.179	62.024
Abbauscheibe 6	9202	108,70	103,40	103,40	97,10	48.771	57.973
Abbauscheibe 7	9839	108,70	102,95	102,95	95,55	56.574	72.809
Abbauscheibe 8	11108	108,70	102,50	102,50	94,00	68.870	94.418
Abbauscheibe 9	11793	108,70	102,25	102,25	93,55	76.065	102.599
Abbauscheibe 10	11727	108,70	102,00	102,00	93,10	78.571	104.370

Fortsetzung Tabelle 8-1: Abbauvolumina/ Tonnagen und Auffüllhöhen nach Abbauplanung

**Referenz GWsp = 99.5 m NHN	Volumen / m ³	Volumen / m ³	Förderrate / m ³ /d	Masse / t (*34,3% Abraum = ΣVa)•1,8t/m ³ - 1Mio.t)			
Schütt-Dichte = 1,8 t/m ³	Abraum Hangend	Kies, Nassabbau **	Kies/Wasser Äquivalent	Abraum trocken	Abraum Nass	Kies / Rohstoff	Abraum gesamt*
	V•(1-phi)	390.463	Ø 107 m³/d	1.160.377	523.068	1 Mio.	1.683.445
Abbauscheibe 1	62,019	52,272	-143	131,333	59,914	114,544	191,248
Abbauscheibe 2	58,230	47,396	-130	123,310	57,121	109,204	180,431
Abbauscheibe 3	54,861	42,941	-118	116,176	54,699	104,574	170,875
Abbauscheibe 4	48,973	29,684	-81	103,707	45,836	87,630	149,543
Abbauscheibe 5	44,352	17,721	-49	93,921	38,341	73,301	132,263
Abbauscheibe 6	41,455	16,564	-45	87,787	35,837	68,513	123,624
Abbauscheibe 7	48,088	29,148	-80	101,834	45,008	86,047	146,842
Abbauscheibe 8	58,539	45,821	-125	123,965	58,367	111,586	182,332
Abbauscheibe 9	64,655	52,626	-144	136,917	63,424	121,254	200,341
Abbauscheibe 10	66,785	56,290	-154	141,428	64,519	123,347	205,947

ΣVa = Gesamtvolumen * Dichte = Gesamt- Tonnage – 1 Mio. t Rohstoff = Anteil Abraum (34,3 %)

Fortsetzung Tabelle 8-1: Abbauvolumina/ Tonnagen und Auffüllhöhen nach Abbauplanung

End- Wasserspiegel ca. 99.5- 100.0 m NHN	Fläche / m ²	Abbaubasis / m NHN	Abraum- Volumen / m ³	Auffüllhöhe / m	Oberfläche aufgefüllt / m NHN
Abbauscheibe 1	10890	93.10	106,249	9.8	102.9
Abbauscheibe 2	10621	93.55	100,239	9.4	103.0
Abbauscheibe 3	10410	94.00	94,930	9.1	103.1
Abbauscheibe 4	10020	95.55	83,080	8.3	103.8
Abbauscheibe 5	9845	97.10	73,479	7.5	104.6
Abbauscheibe 6	9202	97.10	68,680	7.5	104.6
Abbauscheibe 7	9839	95.55	81,579	8.3	103.8
Abbauscheibe 8	11108	94.00	101,296	9.1	103.1
Abbauscheibe 9	11793	93.55	111,301	9.4	103.0
Abbauscheibe 10	11727	93.10	114,415	9.8	102.9

122-083_Merseburg_HyGA_Kies\500_Arbeit\GMS_Lok_MF\Ergebnis\Modellergebnis_mBilanz.xlsx

8.2 Variante 1 - Auffahrung der Abbauscheiben 1-3

Modellmodifikationen:

- Abbau in Abbauscheiben 1 - 3 (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1)
- Kein Versatz
- Aktive Kiesentnahme aus Abbauscheibe 3 (Wasseräquivalent 144 m³/d bei Abbaudauer von summarisch etwa 3 Jahren für diese Scheiben, Scheiben 1-2 sind passive Seebereiche)
- GWN = Gewässerverdunstung, EVT(GWFA) = 0 auf Seefläche
- Original (normale) GWN- und ETP- raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt 31,8 m³/d weniger Grundwasser (von 3.021,2 auf 2.989,4 m³/d)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um 16 m³/d (von 842,4 auf 826,4 m³/d) und im LSG um 47,6 m³/d (von 2.514,5 auf 2.467,0 m³/d)

- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um 35,1 m³/d von positiven Neubildungsraten mit 32,1 m³/d auf Zehrraten von -3,0 m³/d aufgrund der großen Seefläche
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde verringert sich um 58,5 m³/d von 464,8 auf 406,3 m³/d
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung ETP(GWFA) verringert sich um 0,8 m³/d (von 263,4 auf 263,6) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-2: Bilanzänderung - Abbau-Variante 1

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m/d	von / m ³ /d	auf m ³ /d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	31.8	-3021.2	-2989.4	1.05%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	16.0	-842.4	-826.4	1.90%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	47.6	-2514.5	-2467.0	1.89%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	58.5	-464.8	-406.3	12.59%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	35.1	32.1	-3.0	109.29%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	0.8	-263.4	-262.6	0.30%

Aufgrund der Auskiesung erfolgen ausschließlich Absenkungen, verursacht durch die laufende Kies-Entnahme und durch die Verdunstung auf entstandenen offenen Wasserflächen. Sie betragen im Bereich der Weiterführungsfläche bis zu 30 cm. Im Bereich der nördlichen Restseen sind noch 15 cm Absenkung zu verzeichnen.

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 12 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kiesesees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 8 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen nur geringfügig. Die Schadstofffahne wird voraussichtlich nicht abgelenkt (Abbildung 8-2). Im Bereich des nördlichen Alt- Kies-Sees bleibt die Situation unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand, wonach etwa die Hälfte des Zuflusses zum See Inhaltsstoffe der Hochhalde enthalten kann.

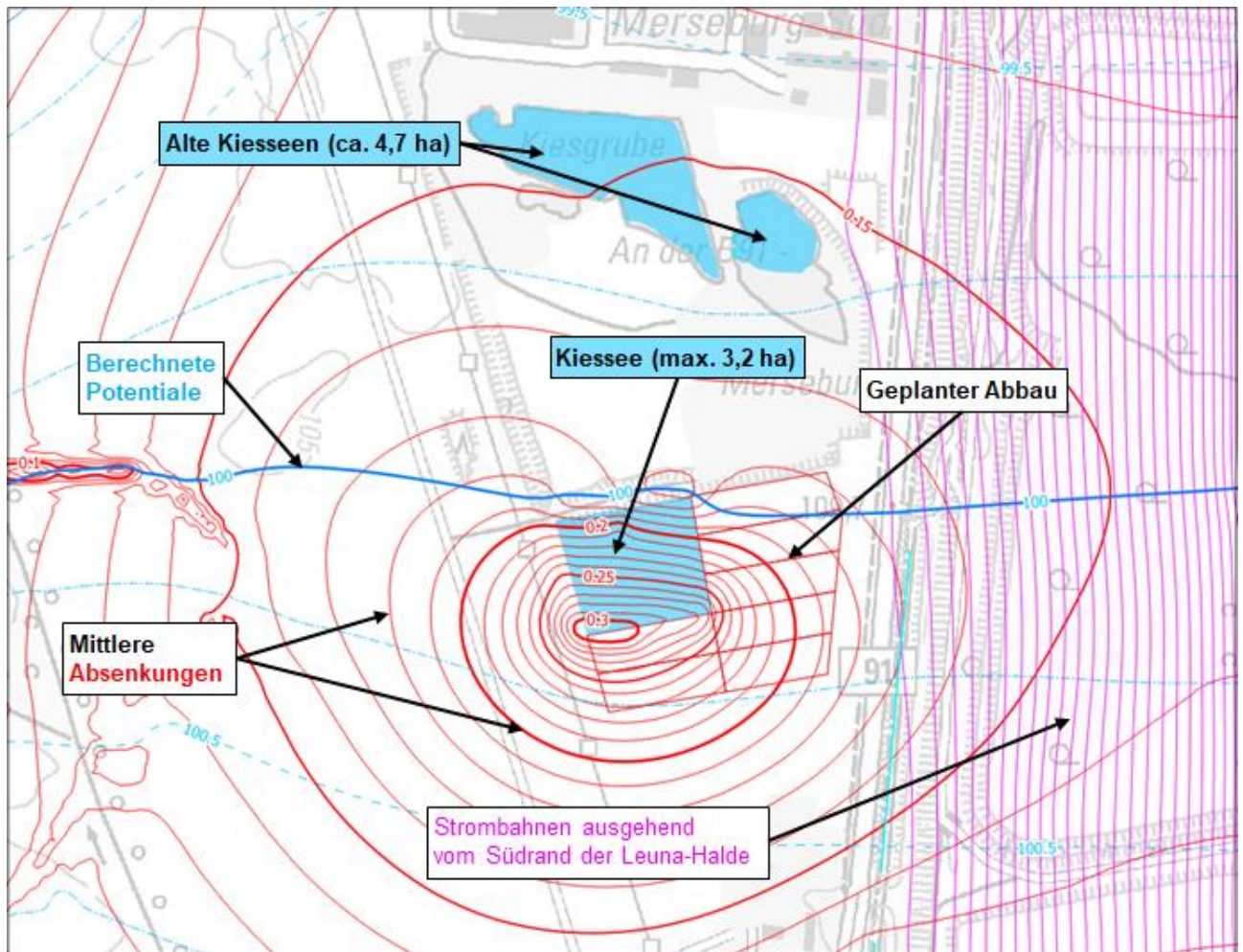


Abbildung 8-2: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 1 (Zusammenhängender Abbau Scheibe 1-3)

8.3 Variante 2 - Auffahrung der Abbauscheiben 1-4, Teilversatz und Versatz der Alt-Kiesseen

Modellmodifikationen:

- Abbau in Abbauscheiben 1 - 4 – See- Fläche ca. 3,7 ha (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1)
- Teilversatz am Ost-Rand der Scheiben 1-3 (Fläche ca. 0,5 ha)
- Vollständiger Versatz der Altkiesseen im nördlichen Bereich der Alt-Abbaufäche (Versatzmaterial mittlerer k_f - Wert = $5E-5$ m/s, vertikale Anisotropie = 1)
- Aktive Kiesentnahme aus Abbauscheibe 3 (Wasseräquivalent $82 \text{ m}^3/\text{d}$ bei Abbaudauer von summa- risch etwa 4 Jahren für die Scheiben 1-4 sind passive Seebereiche, wobei die westlichen Reste der Scheiben 1-3 etwa den permanent verbleibenden Restsee darstellen (Fläche ca. 2,5 ha)
- GWN = Gewässerverdunstung, $EVT(\text{GWFA}) = 0$ auf Seefläche
- Original (normale) GWN- und ETP- Raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite und auf dem Versatz Anwendung der im Umfeld berechneten GWN- und ETP- Raten
 - o GWN 3 l/s/km^2 im Bereich der Weiterführung, $5,3 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Altseen,
 - o $ET_{\max} = 5,2 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Weiterführung und $3,9 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Alt-Seen).

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt $22,6 \text{ m}^3/\text{d}$ weniger Grundwasser (von $3.021,2$ auf $2.998,7 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um $10,4 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $842,4$ auf $832,1 \text{ m}^3/\text{d}$) und im LSG um $11,5 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $2.514,5$ auf $2.503,1 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um $38,9 \text{ m}^3/\text{d}$ von positiven Neubildungsraten mit $32,1 \text{ m}^3/\text{d}$ auf Zehrraten von $-6,8 \text{ m}^3/\text{d}$ aufgrund der großen Seefläche
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde verringert sich um $11,2 \text{ m}^3/\text{d}$ von $464,8$ auf $453,6 \text{ m}^3/\text{d}$
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung $EVT(\text{GWFA})$ verringert sich um $4,7 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $263,4$ auf $258,7 \text{ m}^3/\text{d}$) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-3: Bilanzänderung Abbau-Variante 2

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m^3/d	von / m^3/d	auf m^3/d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	22.6	-3021.2	-2998.7	0.75%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	10.4	-842.4	-832.1	1.23%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	11.5	-2514.5	-2503.1	0.46%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	11.2	-464.8	-453.6	2.41%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	38.9	32.1	-6.8	121.06%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	4.7	-263.4	-258.7	1.78%

Aufgrund des Auskiesung ergibt sich im Bereich der Weiterführung eine Kippungsfläche bzw. Ausspiegelung der Wasserstände auf einem mittleren Niveau von etwa $100,3 \text{ m}$ NHN. Am Südrand des entstandenen Sees sind Absenkungen von bis zu 12 cm zu verzeichnen. Am Nordrand erfolgt eine Aufhöhung von ca. 6 cm .

Nördlich der Weiterführung werden die beiden Alt- Kiesseen versetzt. Durch die Verschlechterung der Durchlässigkeitsbeiwerte erfolgt ein Aufstau der Grundwasserströmung. Dieser bewirkt im Anstrom der verfüllten

Strukturen einen Grundwasseraufstau von bis zu 15 cm und in seinem Abstrom Grundwasserabsenkungen von bis zu 25 cm.

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 10 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kiessees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 5 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen nur geringfügig. Durch den Versatz der beiden Altseen werden die Strombahnen um etwa 70 m weiter nach Osten gedrückt. Die Schadstofffahne damit nur unwesentlich abgelenkt (Abbildung 8-3). Im Bereich des nördlichen Alt-Kies-Sees bleibt die Situation unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand, wonach etwa die Hälfte des Zuflusses zum See Inhaltsstoffe der Leuna-Hochhalde enthalten kann.

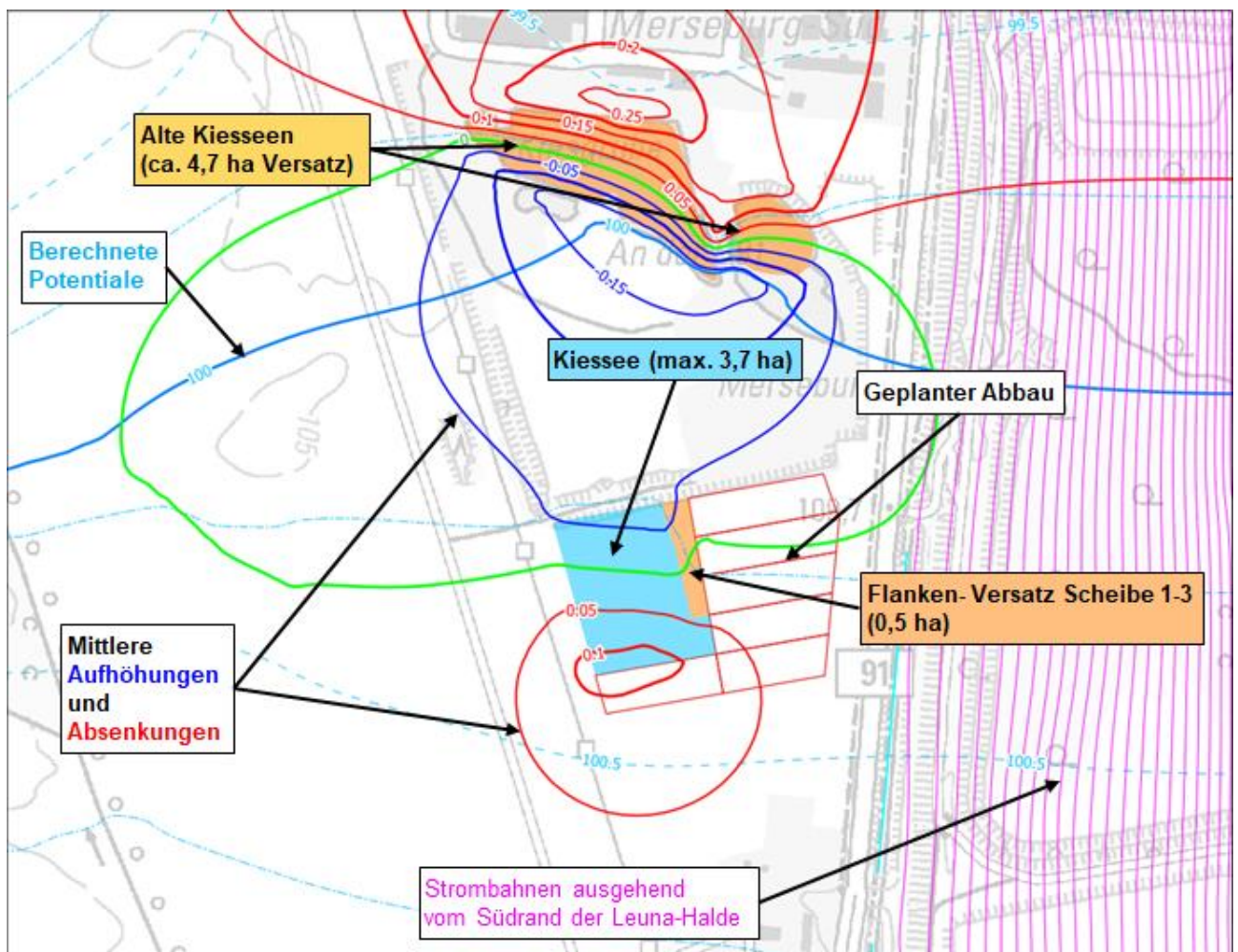


Abbildung 8-3: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 2 – Zusammenhängender Abbau Scheibe 1-4

8.4 Variante 3 - Auffahrung der Abbauscheiben 5, Versatz Scheibe 4

Modellmodifikationen:

- Abbau in Abbauscheibe 5 – Abbau- See- Fläche ca. 1 ha (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1); westliche Teile der Scheiben 1-3 (ca. 2,5 ha verbleiben als Restsee)
- Versatz der Scheibe 4 (Fläche ca. 1 ha - Versatzmaterial mittlerer k_f - Wert = $5E-5$ m/s, vertikale Anisotropie = 1)
- Aktive Kiesentnahme aus Abbauscheibe 5 (Wasseräquivalent $50 \text{ m}^3/\text{d}$) bei Abbaudauer von etwa 1 Jahr, wobei die westlichen Reste der Scheiben 1-3 genau den permanent verbleibenden Restsee darstellen (Fläche ca. 2,5 ha)
- GWN = Gewässerverdunstung, EVT(GWFA) = 0 auf Seeflächen
- Original (normale) GWN- und ETP- Raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite und auf dem Versatz Anwendung der im Umfeld berechneten GWN- und ETP- Raten
 - o GWN 3 l/s/km^2 im Bereich der Weiterführung, $5,3 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Altseen,
 - o $ET_{\max} = 5,2 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Weiterführung und $3,9 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Alt-Seen).

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt $18,6 \text{ m}^3/\text{d}$ weniger Grundwasser (von $3.021,2$ auf $3.002,6 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um $8,5 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $842,4$ auf $833,9 \text{ m}^3/\text{d}$) und im LSG um $5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $2.514,5$ auf $2.508,8 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um $40,8 \text{ m}^3/\text{d}$ von positiven Neubildungsraten mit $32,1 \text{ m}^3/\text{d}$ auf Zehrraten von $8,7 \text{ m}^3/\text{d}$ aufgrund der großen Seefläche
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde erhöht sich um $3,7 \text{ m}^3/\text{d}$ von $464,8$ auf $468,5 \text{ m}^3/\text{d}$
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung ETP(GWFA) verringert sich um $4,5 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $263,4$ auf $258,9 \text{ m}^3/\text{d}$) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-4: Bilanzänderung - Abbau-Variante 3

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m/d	von / m^3/d	auf m^3/d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	18.6	-3021.2	-3002.6	0.62%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	8.5	-842.4	-833.9	1.01%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	5.7	-2514.5	-2508.8	0.23%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	-3.7	-464.8	-468.5	-0.79%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	40.8	32.1	-8.7	126.94%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	4.5	-263.4	-258.9	1.70%

Die Trennung der neu entstandenen Kiesseen bewirkt im Bereich der Weiterführungsfläche eine nahezu vollständige Neutralisierung der hydraulischen Auswirkungen auf Grundwasserdynamik. Die Kippungsflächen pegeln sich auf einem mittleren Niveau von etwa $100,3 \text{ m NHN}$ im nördlichen Teilbereich und bei etwa $100,45 \text{ m NHN}$ im südlichen Teilbereich ein. Die Absenkungen bzw. Aufhöhungen liegen bei $\pm 5 \text{ cm}$.

Im Bereich der beiden versetzten Alt- Kiesseen erfolgt im Anstrom der verfüllten Strukturen einen Grundwasseraufstau von bis zu 20 cm und in seinem Abstrom Grundwasserabsenkungen von bis zu 20 cm .

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 12 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kiessees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 4 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen nur geringfügig. Durch den Versatz der beiden Altseen werden die Strombahnen um etwa 70-80 m weiter nach Osten gedrückt. Die Schadstofffahne damit nur unwesentlich abgelenkt (Abbildung 8-4). Im Bereich des nördlichen Alt-Kies-Sees bleibt die Situation unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand, wonach etwa die Hälfte des Zuflusses zum See Inhaltsstoffe der Leuna- Hochhalde enthalten kann.

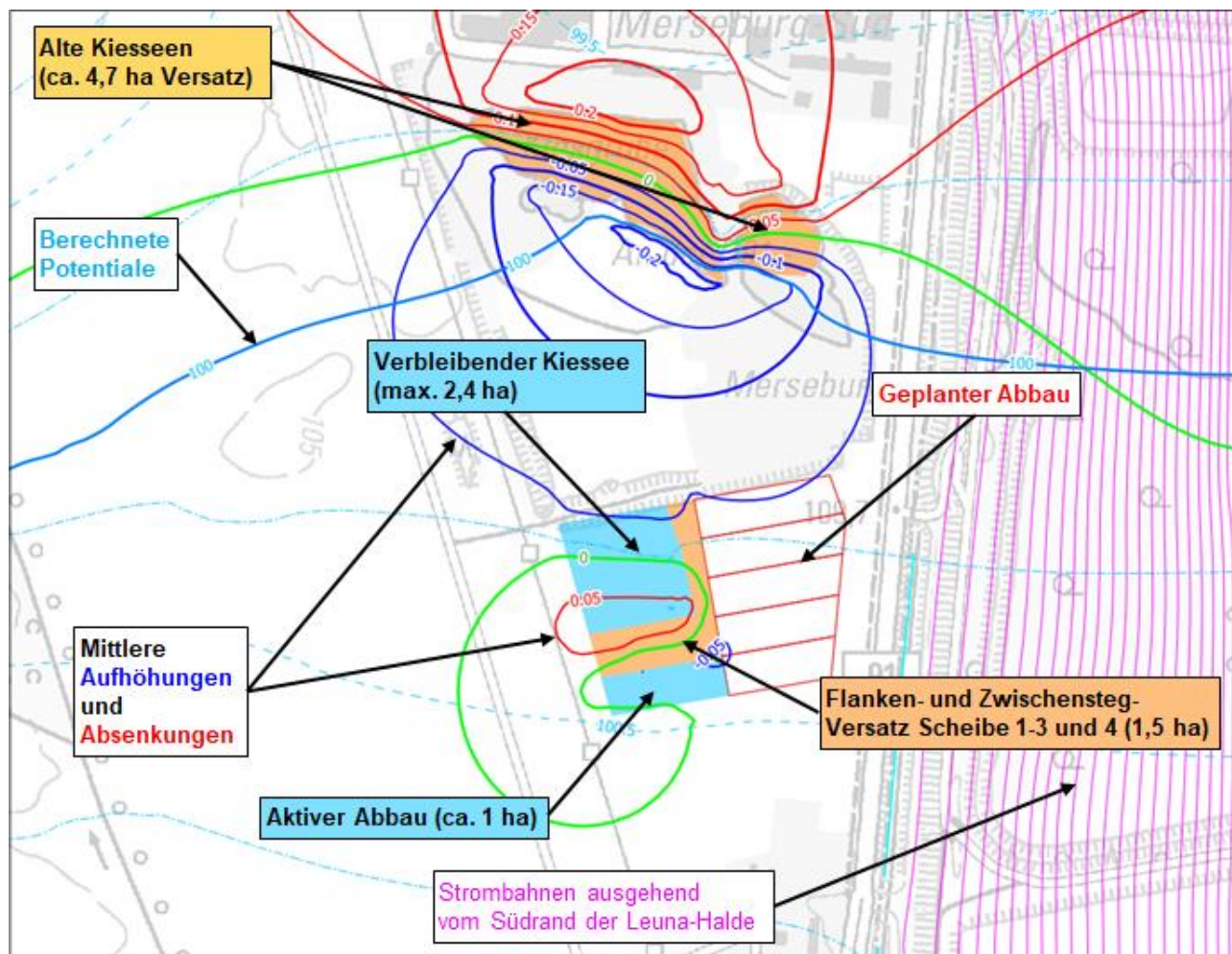


Abbildung 8-4: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 3 – Abbau Scheibe 5, Versatz Scheibe 4 und Randstege Scheiben 1-3

8.5 Variante 4 - Auffahrung der Abbauscheibe 6, Versatz der Abbauscheibe 5

Modellmodifikationen:

- Abbau in Abbauscheiben 6 See- Fläche incl. Verbleibendem Restsee max. 3,5 ha (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1)
- Teilvervatz am Ost-Rand der Scheiben 1-3 (Fläche ca. 0,5 ha)
- Vollständiger Versatz der Altkiesseen im nördlichen Bereich der Alt-Abbaufäche (Versatzmaterial mittlerer k_f - Wert = $5E-5$ m/s, vertikale Anisotropie = 1)
- Aktive Kiesentnahme aus Abbauscheibe 6 mit einer Fläche von ca. 1 ha (Wasseräquivalent $45 \text{ m}^3/\text{d}$ bei Abbaudauer von 1 Jahr)
- Verbleibender Restsee mit einer Fläche von ca. 2,5 ha
- GWN = Gewässerverdunstung, $EVT(GWFA) = 0$ auf Seefläche
- Original (normale) GWN- und ETP- Raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite und auf dem Versatz Anwendung der im Umfeld berechneten GWN- und ETP- Raten
 - o GWN 3 l/s/km^2 im Bereich der Weiterführung, $5,3 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Altseen,
 - o $ET_{\max} = 5,2 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Weiterführung und $3,9 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Alt-Seen).

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt $18,2 \text{ m}^3/\text{d}$ weniger Grundwasser (von $3.021,2$ auf $3.003 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um $8,2 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $842,4$ auf $834,2 \text{ m}^3/\text{d}$) und im LSG um $3,2 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $2.514,5$ auf $2.511,3 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um $40 \text{ m}^3/\text{d}$ von positiven Neubildungsraten mit $32,1 \text{ m}^3/\text{d}$ auf Zehrraten von $-7,9 \text{ m}^3/\text{d}$ aufgrund der großen Seefläche
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde erhöht sich um $5,7 \text{ m}^3/\text{d}$ von $464,8$ auf $470,5 \text{ m}^3/\text{d}$
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung $ETP(GWFA)$ verringert sich um $4,4 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $263,4$ auf $259 \text{ m}^3/\text{d}$) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-5: Bilanzänderung - Abbau-Variante 4

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m/d	von / m^3/d	auf m^3/d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	18.2	-3021.2	-3003.0	0.60%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	8.2	-842.4	-834.2	0.98%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	3.2	-2514.5	-2511.3	0.13%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	-5.7	-464.8	-470.5	-1.23%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	40.0	32.1	-7.9	124.59%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	4.4	-263.4	-259.0	1.68%

Die Trennung der neu entstandenen Kiesseen bewirkt im Bereich der Weiterführungsfläche eine nahezu vollständige Neutralisierung der hydraulischen Auswirkungen auf Grundwasserdynamik. Die Kippungsflächen pegeln sich auf einem mittleren Niveau von etwa $100,3 \text{ m NHN}$ im Bereich des verbleibenden Kiessees und im Teilbereich der Abbauscheibe 6 bei etwa $100,4 \text{ m NHN}$ ein. Die Absenkungen bzw. Aufhöhungen liegen bei $\pm 7 \text{ cm}$ im Bereich des verbleibenden Restsees und bei $\pm 3 \text{ cm}$ im Bereich der Abbauscheibe 6.

Im Bereich der beiden versetzten Alt- Kieselseen erfolgt im Anstrom der verfüllten Strukturen einen Grundwassersaufstau von bis zu 21 cm und in seinem Abstrom Grundwasserabsenkungen von bis zu 24 cm.

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 8 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kieselsees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 3-4 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen nur geringfügig. Durch den Versatz der beiden Altseen werden die Strombahnen um etwa 70 m weiter nach Osten gedrückt. Die Schadstofffahne damit nur unwesentlich abgelenkt (Abbildung 8-5). Im Bereich des nördlichen Alt- Kies-Sees bleibt die Situation unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand, wonach etwa die Hälfte des Zuflusses zum See Inhaltsstoffe der Leuna-Hochhalde enthalten kann.

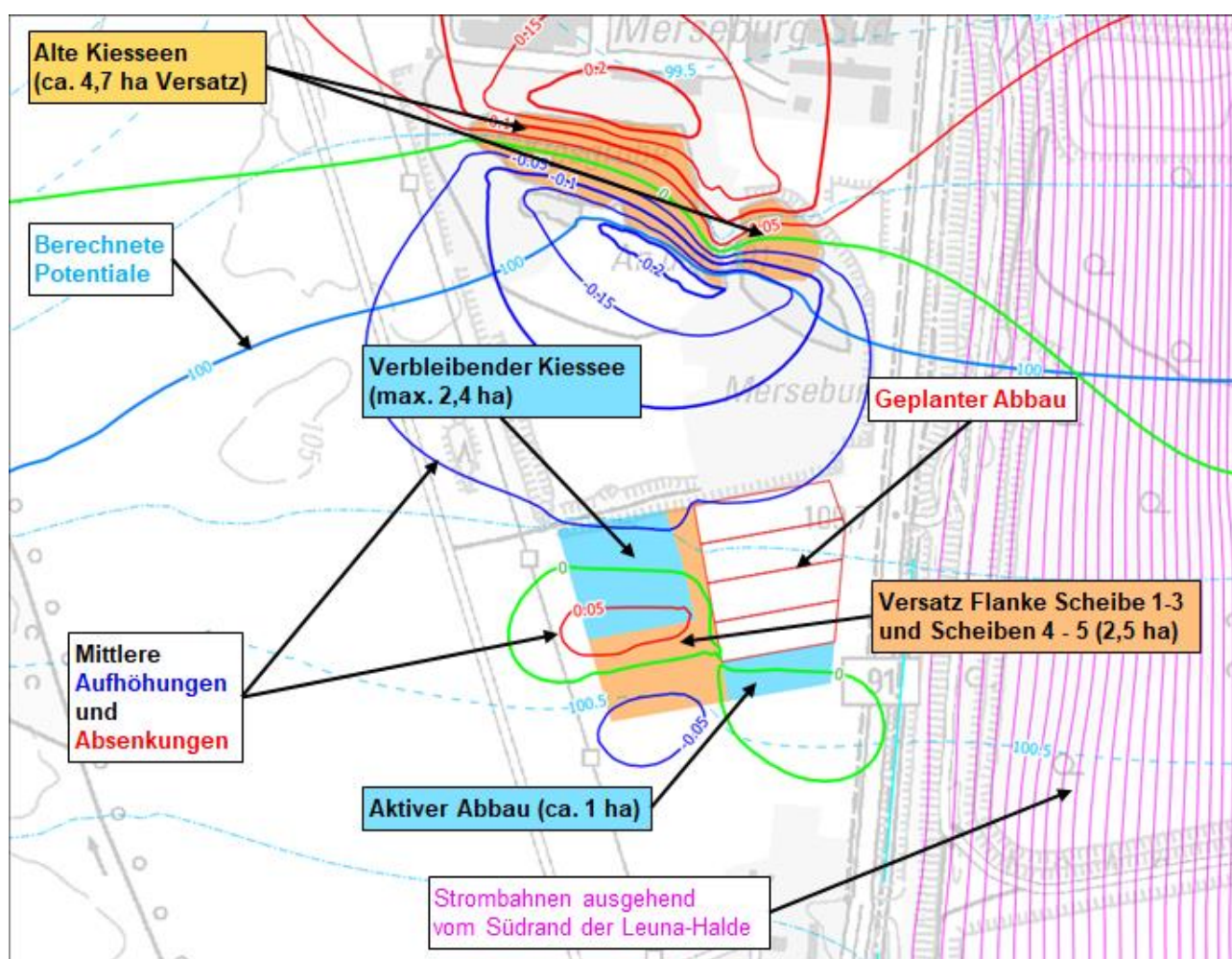


Abbildung 8-5: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 4 - (Abbau Scheibe 6, Versatz Scheibe 5)

8.6 Variante 5 - Auffahrung der Abbauscheibe 10, Versatz der Abbauscheiben 6-9

Modellmodifikationen:

- Abbau in Abbauscheiben 10 See- Fläche incl. Verbleibendem Restsee max. 3,5 ha (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1)
- Teilversatz am Ost-Rand der Scheiben 1-3 (Fläche ca. 0,5 ha) und vollständiger Versatz der Scheiben 4-9
- Vollständiger Versatz der Altkiesseen im nördlichen Bereich der Alt-Abbaufäche (Versatzmaterial mittlerer k_f - Wert = $5E-5$ m/s, vertikale Anisotropie = 1)
- Aktive Kiesentnahme aus Abbauscheibe 10 mit einer Fläche von ca. 1 ha (Wasseräquivalent $155 \text{ m}^3/\text{d}$ bei Abbaudauer von 1 Jahr)
- Verbleibender Restsee mit einer Fläche von ca. 2,5 ha
- GWN = Gewässerverdunstung, $EVT(GWFA) = 0$ auf Seefläche
- Original (normale) GWN- und ETP- Raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite und auf dem Versatz Anwendung der im Umfeld berechneten GWN- und ETP- Raten
 - o GWN 3 l/s/km^2 im Bereich der Weiterführung, $5,3 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Altseen,
 - o $ET_{\max} = 5,2 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Weiterführung und $3,9 \text{ l/s/km}^2$ im Bereich der Alt-Seen).

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt $48,2 \text{ m}^3/\text{d}$ weniger Grundwasser (von $3.021,2$ auf $2.973 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um $22,7 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $842,4$ auf $819,7 \text{ m}^3/\text{d}$) und im LSG um $37 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $2.514,5$ auf $2.477,6 \text{ m}^3/\text{d}$)
- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um $42,9 \text{ m}^3/\text{d}$ von positiven Neubildungsraten mit $32,1 \text{ m}^3/\text{d}$ auf Zehrraten von $-10,8 \text{ m}^3/\text{d}$ aufgrund der großen Seefläche
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde verringert sich um $12,2 \text{ m}^3/\text{d}$ von $464,8$ auf $452,6 \text{ m}^3/\text{d}$
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung $EVT(GWFA)$ verringert sich um $6 \text{ m}^3/\text{d}$ (von $263,4$ auf $257,4 \text{ m}^3/\text{d}$) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-6: Bilanzänderung - Abbau-Variante 5

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m^3/d	von / m^3/d	auf m^3/d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	48.2	-3021.2	-2973.0	1.60%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	22.7	-842.4	-819.7	2.70%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	37.0	-2514.5	-2477.6	1.47%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	12.2	-464.8	-452.6	2.62%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	42.9	32.1	-10.8	133.59%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	6.0	-263.4	-257.4	2.27%

Die neu entstandenen Kiesseen bewirken im Bereich der Weiterführungsfläche hauptsächlich eine Absenkung des Grundwasserspiegels um bis zu 30 cm.

Im Anstrom der verstezten Abbauscheiben 5 und 6 erfolgt aufgrund des Aufstaus der Grundwasserströmung eine geringfügige Aufhöhung von ca. 5 cm. Die Kippungsflächen pegeln sich auf einem mittleren Niveau von

etwa 100,15 m NHN im Bereich des verbleibenden Kiessees und im Teilbereich der Abbauscheibe 10 bei etwa 99,9 m NHN ein.

Im Bereich der beiden versetzten Alt- Kiesseen erfolgt im Anstrom der verfüllten Strukturen einen Grundwasseraufstau. Dieser kompensiert die Absenkungen durch den Abbau in Abbauscheibe 10. Im Bereich des Abstroms ereignen sich durch den Aufstau Absenkungen bis zu 37 cm.

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 21 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kiessees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 10 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen deutlich, hervorgerufen durch den Versatz der südlichen Abbauscheiben. Die Strombahnen um etwa 100 m weiter nach Osten gedrückt. Die Schadstofffahne damit nur unwesentlich abgelenkt (Abbildung 8-6). Im Bereich des nördlichen Alt- Kies-Sees bleibt die Situation unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand, wonach etwa die Hälfte des Zuflusses zum See Inhaltsstoffe der Leuna- Hochhalde enthalten kann.

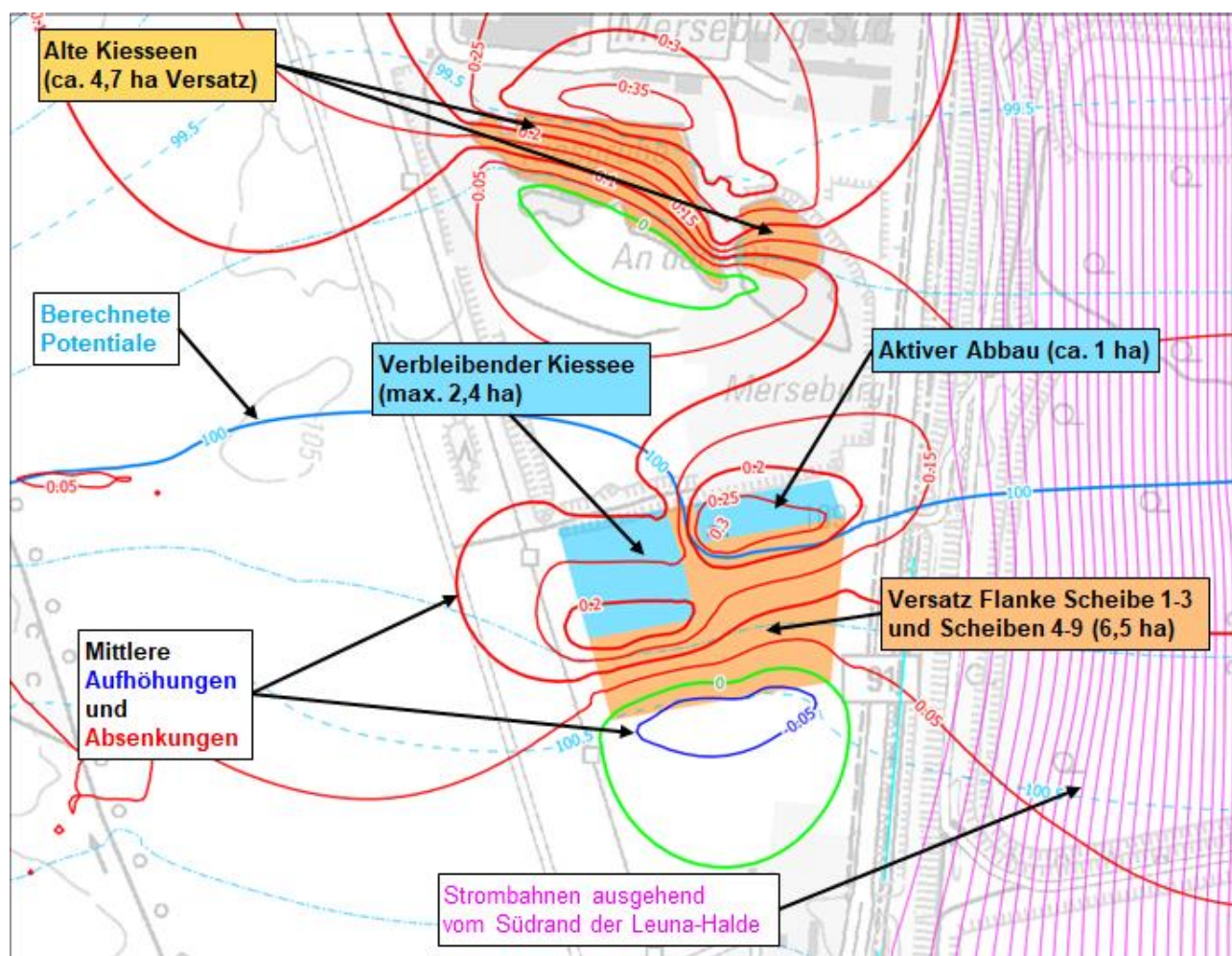


Abbildung 8-6: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 5 (Abbau Scheibe 10, Versatz Scheiben 6-9)

8.7 Variante 6 - Versatz der Abbauscheibe 10 - Abbauende

Modellmodifikationen:

- Abbau in den Abbauscheiben der Weiterführungsflächen ist beendet und bis auf den verbleibendem Restsee mit einer Fläche von ca. 2,5 ha versetzt (k_f Schicht 1-4 = Kurzschluss, vertikale Anisotropie Schicht 1-4 = 1)
- Das Versatzmaterial wird mit einem mittlerer k_f - Wert = $5E-5$ m/s und einer vertikalen vertikale Anisotropie von 1 berücksichtigt.
- GWN = Gewässerverdunstung, $EVT(GWFA) = 0$ auf Seefläche
- Original (normale) GWN- und ETP- Raten auf unverritztem Gebirge auf der OST- Seite und auf dem Versatz Anwendung der im Umfeld berechneten GWN- und ETP- Raten
 - o GWN 3 l/s/km² im Bereich der Weiterführung, $5,3$ l/s/km² im Bereich der Altseen,
 - o $ET_{max} = 5,2$ l/s/km² im Bereich der Weiterführung und $3,9$ l/s/km² im Bereich der Alt-Seen).

Bilanzänderungen (rechnerisch zum IST- Zustand):

- Die Saale entnimmt 14.4 m³/d weniger Grundwasser als im Zustand vor der Weiterführung des Abbaus (von $3.021,2$ auf $3.006,8$ m³/d)
- Die Geisel verringert ihre Entlastung im FFH-Gebiet um $6,1$ m³/d (von $842,4$ auf $836,3$ m³/d) und im LSG erhöht sich die Entlastung um $7,1$ m³/d (von $2.514,5$ auf $2.521,6$ m³/d)
- Auf dem Gebiet der geplanten Weiterführung verringern sich die Neubildungsraten um $29,3$ m³/d von positiven Neubildungsraten mit $32,1$ m³/d auf Zehrraten von $2,8$ m³/d aufgrund der Seefläche des permanent verbleibenden Restsees
- Entnahmerate Halden- Drainage Leuna-Halde erhöht sich permanent um $36,9$ m³/d von $464,8$ auf $501,7$ m³/d um knapp 10% im Vergleich zum IST-Zustand
- Die flurabstandsabhängige Verdunstung $EPT(GWFA)$ verringert sich um $4,2$ m³/d (von $263,4$ auf $259,2$ m³/d) im Bereich der alten und neuen Kiesabbau bzw. Schutzgebiete.

Tabelle 8-7: Bilanzänderung - Abbau-Variante 6

Objekt	Pot. Wirkung	Verringerung um / m/d	von / m ³ /d	auf m ³ /d	Anteil
Saale (RIVER)	Entnahme	14.4	-3021.2	-3006.8	0.48%
Geisel FFH (RIVER)	Entnahme	6.1	-842.4	-836.3	0.72%
Geisel LSG (RIVER)	Entnahme	-7.1	-2514.5	-2521.6	-0.28%
Drainage Leuna-Halde (DRN)	Entnahme	-36.9	-464.8	-501.7	-7.94%
GWN gepl. Abbau (RCH)	Speisung	29.3	32.1	2.8	91.22%
ETP (Abbaue + Schutzgebiete)	Entnahme	4.2	-263.4	-259.2	1.59%

Aufgrund des Auskiesung ergibt sich im Bereich der Weiterführung eine Kippungsfläche bzw. Ausspiegelung der Wasserstände auf einem mittleren Niveau von etwa $100,35$ m NHN im Bereich des permanent verbleibenden Restsees. Am Südrand der versetzten Weiterführungsfläche sind Aufhöhungen von bis zu 20 cm zu verzeichnen. Am Nordrand im Bereich des neuen Kiesees erfolgt eine effektive Aufhöhung von ca. 5 cm.

Nördlich der Weiterführung werden die beiden Alt- Kieseeseen versetzt. Durch die Verschlechterung der Durchlässigkeitsbeiwerte erfolgt ein Aufstau der Grundwasserströmung. Dieser bewirkt im Anstrom der verfüllten

Strukturen einen Grundwasseraufstau von bis zu 22 cm und in seinem Abstrom Grundwasserabsenkungen von bis zu 23 cm.

Die Absenkungsbeträge reichen im Norden mit Beträgen von ca. 6 cm bis in den Bereich des großen Alt-Kiessees. Im Bereich der nordwestlich gelegenen FFH- und LSG- Gebiete sind Absenkungen von bis zu 2-3 cm zu verzeichnen.

Die Strombahnen der Leuna Halde ändern ihre Bahnen. Durch den Versatz der beiden Altseen und der Breite der Weiterführungsfläche werden die Strombahnen um etwa 100 m weiter nach Osten gedrückt. Die Schadstofffahne damit nur unwesentlich abgelenkt (Abbildung 8-7). Im Bereich des nördlichen Alt-Kies-Sees bleibt die Situation weitgehend unverändert im Vergleich zum derzeitigen Zustand. Der Zufluss zum See aus Richtung der Hochhalde Leuna kann geringfügig verringert werden.

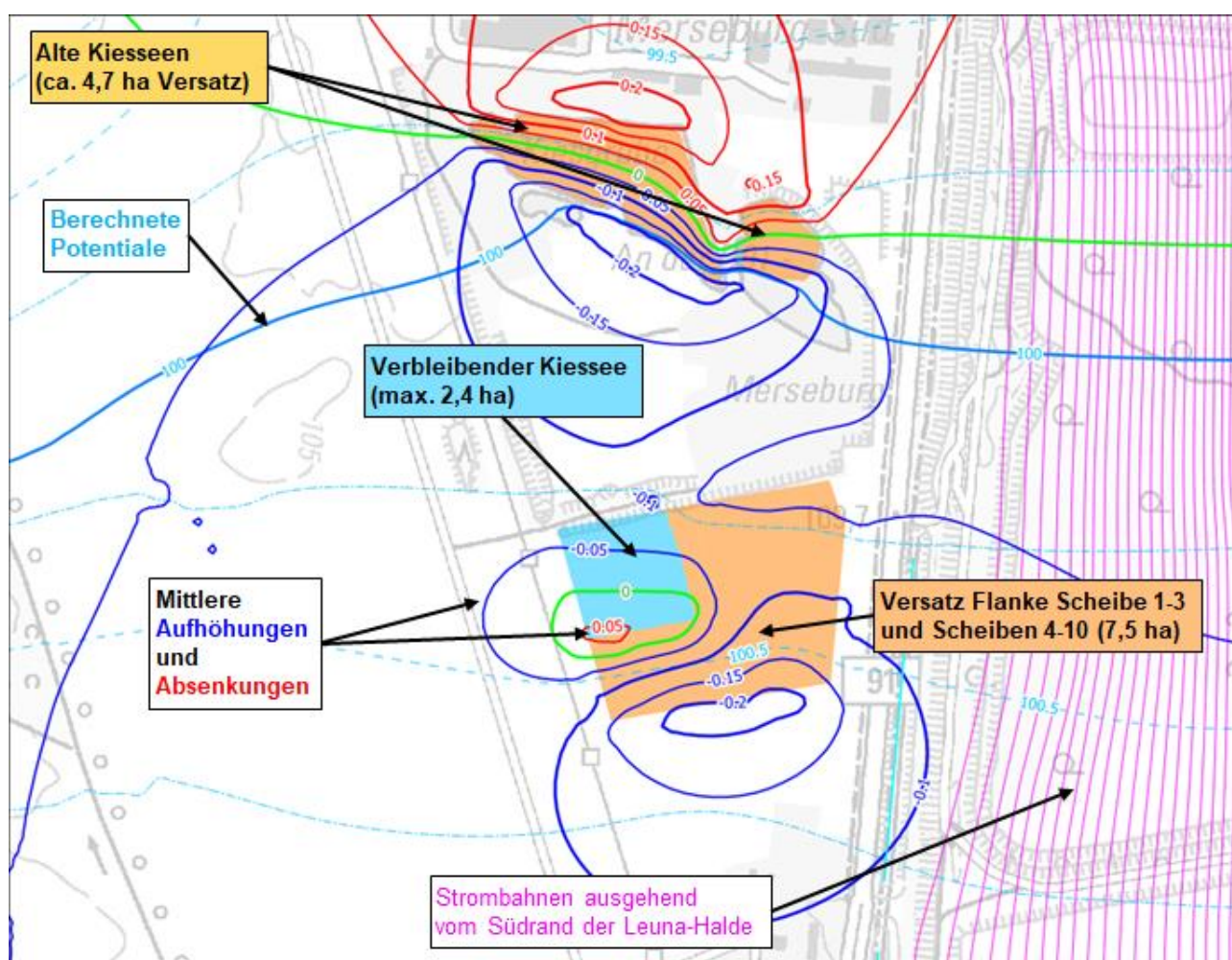


Abbildung 8-7: Potentialverteilung, Absenkungen und Strombahnen Modellvariante 6 (Abbau-Ende - Weiterführungsfläche)

9 Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden hydrogeologischen Gutachtens wurden die grundwasserseitigen Auswirkungen der geplanten südlichen Weiterführung des Kiesabbaus Merseburg-Süd an der B 91 auf das Grundwasser untersucht. Dazu wurde ein geohydraulisches Modell aufgebaut. Für dieses Modell wurden die kanozoischen hydrogeologischen Strukturen des vorhandenen Grundwasserströmungsmodell des ÖGP LEUNA übernommen. Die mesozoischen Strukturen (Buntsandstein) wurden in Form eines Grundgebirgsblockes integral berücksichtigt. Es erfolgte eine erneute Modellkalibrierung auf einer verkleinerten Modellfläche, für die die vorliegenden Monitoringdaten der MDSE vom Standort LEUNA und Ganglinien staatlicher Messstellen des LHW als Zielfunktion dienten. Die Kalibrierung erfolgte für mittlere Strömungsverhältnisse.

Eine Analyse der Strömungsfelder und der Daten zur Verbreitung der Wasserinhaltsstoffe zeigen eine diffuse, von der Hochhalde LEUNA ausgehende, nordwestlich gerichtete Chlorid- und Sulfat- Haupt- Fahne. Diese Fahne lässt sich mit der derzeitigen Grundwasserdynamik nicht ohne weitere Schadstoffquellen oder Strömungsrandbedingungen erklären, da die derzeit aufgemessene Grundwasserdynamik Nord-Süd gerichtet ist. Weiterhin erfolgt an der Nordspitze der Hochhalde LEUNA ein nordöstlicher Abstrom von Schadstoffen Richtung Saale. Diese Transportrichtung lässt sich mit der modelltechnisch ermittelten Grundwasserdynamik gut belegen. Generell herrschen im Bereich des geplanten Kiesabbaus und der vorhandenen Alt- Kiessee erhöhte Salzbelastungen (SO_4 , Cl, NH_4), deren Hauptquelle zweifellos der Hochhalde zuzuordnen sind.

Zur Ermittlung der Auswirkungen des geplanten Kiesabbaus auf die hydrodynamischen Bedingungen wurden modelltechnisch unterschiedliche Abbauplanen untersucht. Dazu wurde der geplante Abbau in 10 Abbauscheiben unterteilt. Die einzelnen Abbauscheiben entsprechen damit in etwa der jährlichen Abbaumenge von bis zu 125.000 t/a. Die Abbauplanung ermöglicht optional den Erhalt eines Restsee aus naturschutzfachlichen Gründen im nordwestlichen Bereich der Erweiterungsfläche. Parallel mit dem Abbaubeginn (Abbauscheiben 1 – 4) werden die beiden bestehenden Restseen nördlich der Erweiterungsfläche rückverfüllt.

Die Ergebnisse der Prognoserechnungen zeigen, dass im südlichen Anstrom der Erweiterungsfläche Grundwasserabsenkungen von bis zu 0,2 m zu erwarten sind. Im nördlichen Abstrom erfolgt eine Aufhöhung von bis zu 0,45 m, wobei die beiden rückverfüllten Altseen nördlich der Erweiterungsfläche die Aufhöhung z.T. entgegenwirken-

Die Hauptströmungsrichtung östlich der geplanten Weiterführung wird bei dem vorgesehenen Abbauregime durch das Einbringen des Versatzmaterials um etwa 100 m nach Osten verlagert. Eine Verschlechterung der Schadstoffsituation ist durch die Erweiterung des Kiesabbaus nicht zu erwarten.

Auswirkungen auf Schutzgebiete, insbesondere auf FFH- und Naturschutzgebiete im Bereich der Geisel, sind auch nicht zu erwarten.

Die Schaffung eines 2,5 ha großen Restkiessees im nordwestlichen Bereich der geplanten Weiterführung führt zu keinen negativen Auswirkungen hinsichtlich der Schadstoffsituation, da der eingebrachte Versatz südlich des Restsees die Grundwasserströmung nach Osten verlagert und somit die hydraulische Wirkung des entstandenen Sees weitgehend kompensiert wird.

10 Datenanhang

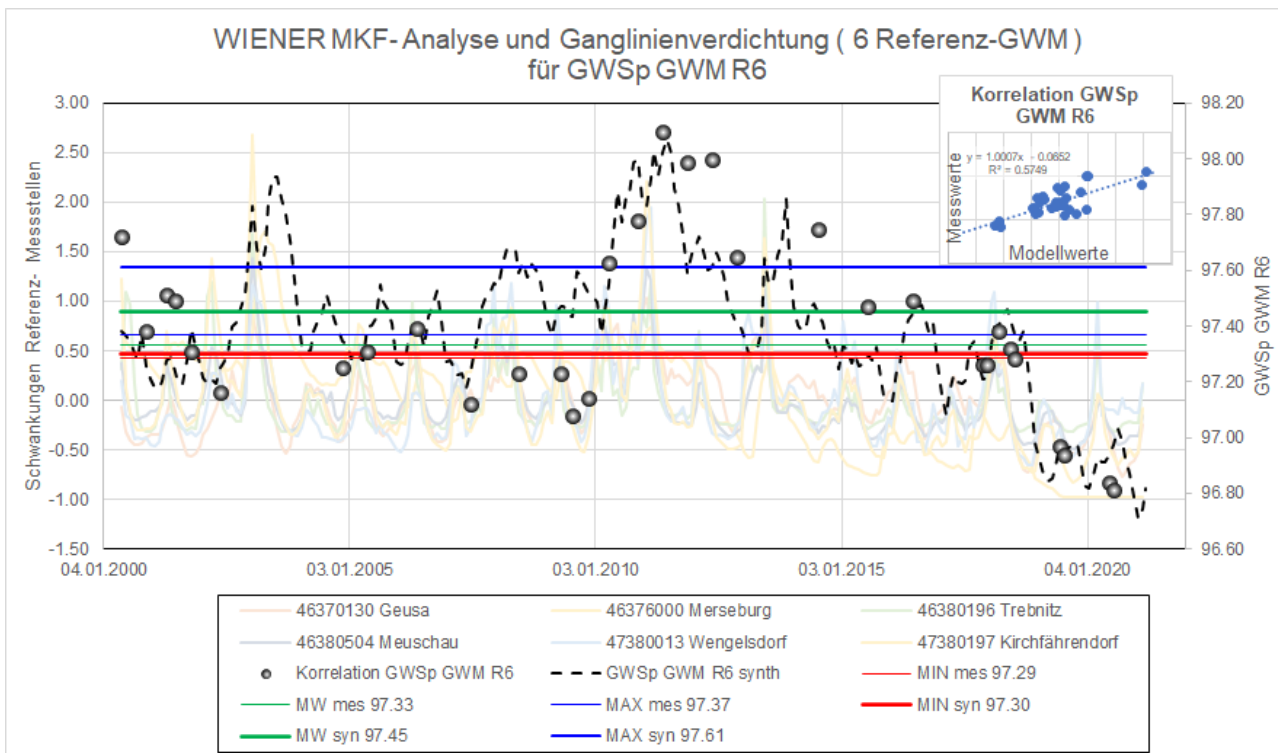


Abbildung 10-1: WMKF- Regressionsanalyse für GWM R 6 – nördlicher Abstrom nördlicher Kiessee

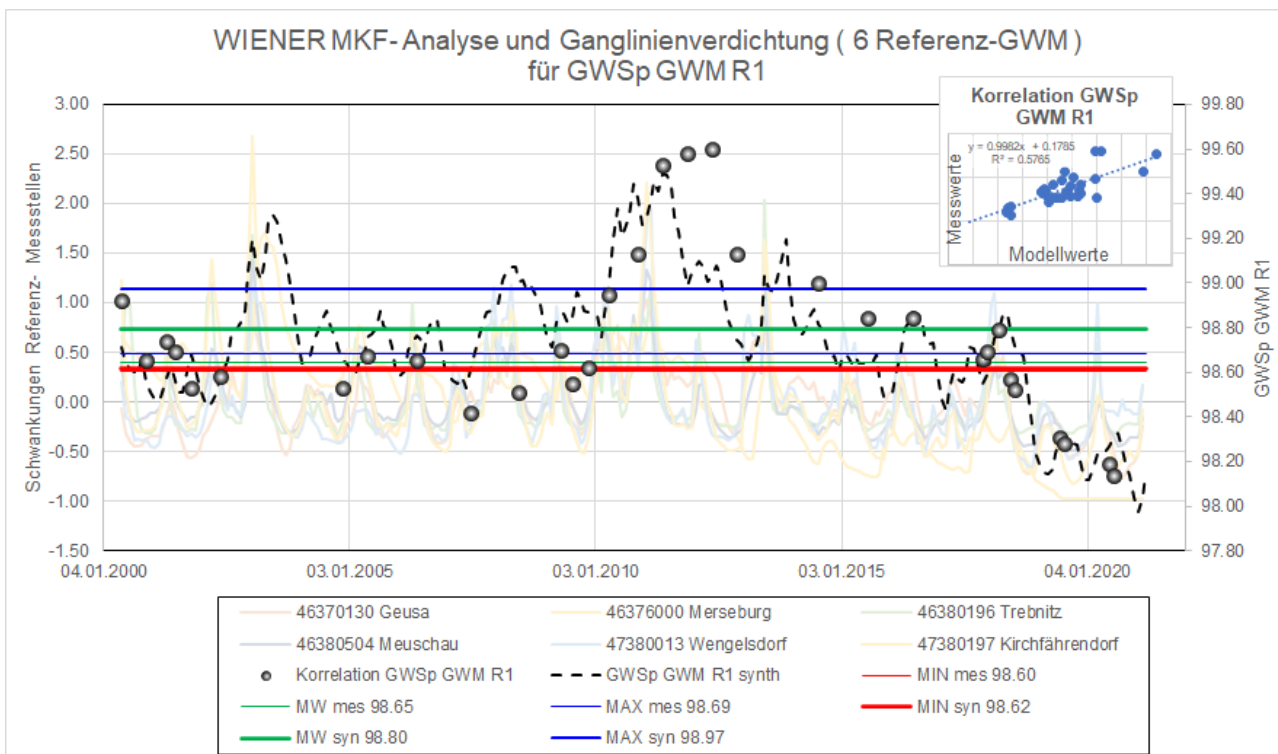


Abbildung 10-2: WMKF- Regressionsanalyse für GWM R 1 – südlicher Anstrom nördlicher Kiessee

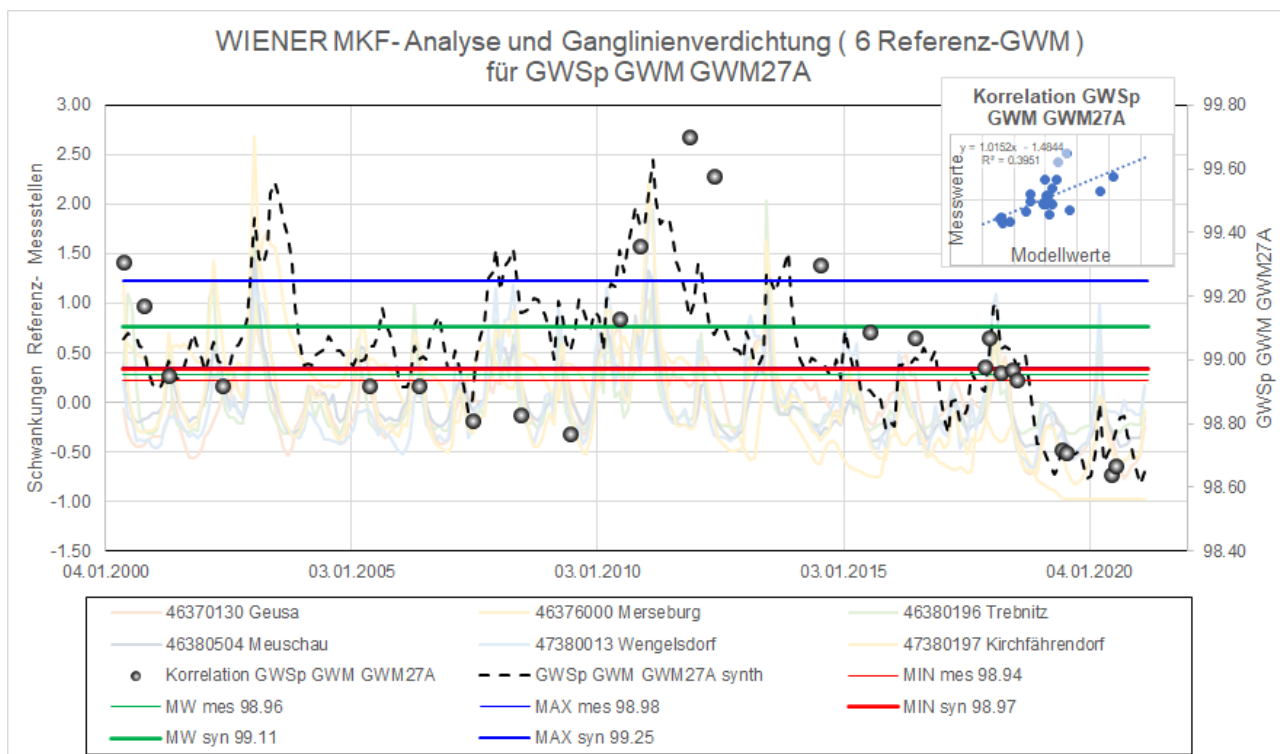


Abbildung 10-3: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 27A – östlich Halde Leuna

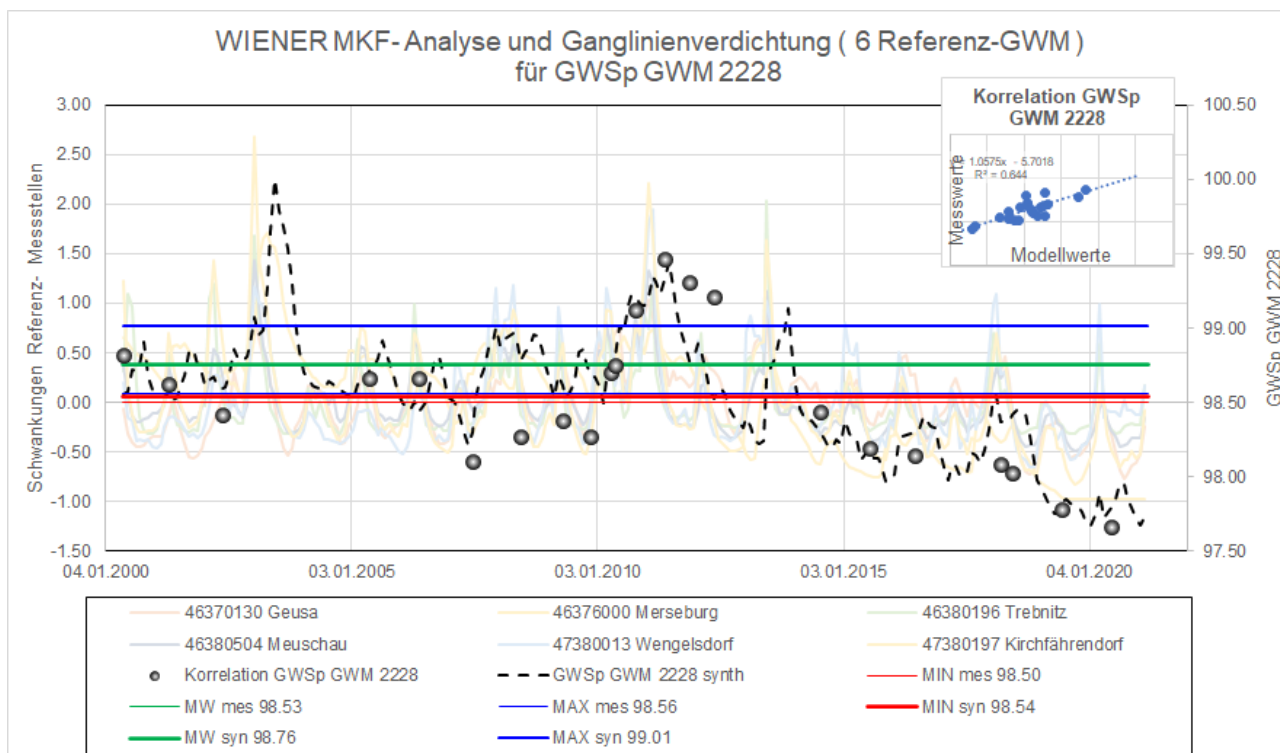


Abbildung 10-4: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 2228 – 700 m westlich IG Merseburg Süd

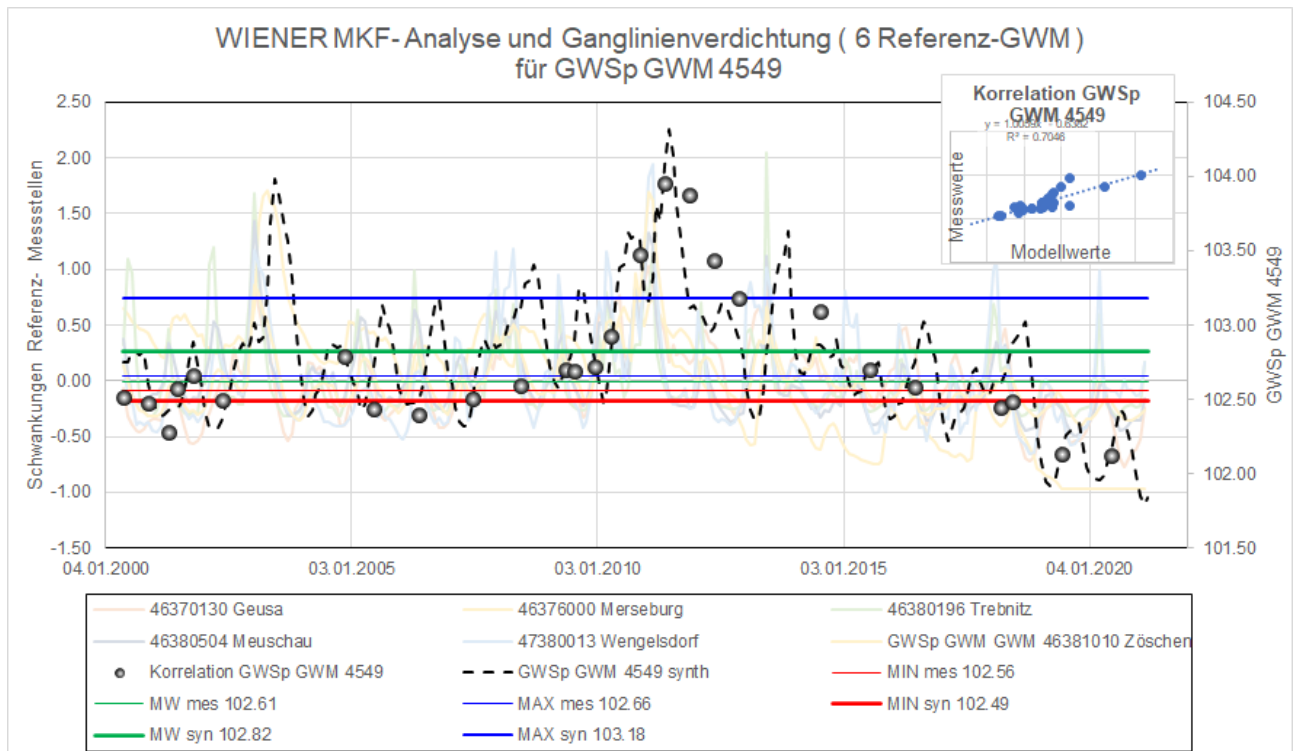


Abbildung 10-5: WMKF- Regressionsanalyse für GWM 4549 – 700 m südlich Halde Leuna

Tabelle 10-1: Messstellenbezogene Modellabweichungen

Name	X	Y	MW	Modell	Abweichung	Absolut- Abweichung	quadrati- sche Abweichung
2228	707342.21	5689570.29	99.08	99.40	0.32	0.32	0.10
2394	707730.28	5688424.96	99.81	100.55	0.74	0.74	0.54
2395	707295.98	5687820.26	100.10	101.08	0.98	0.98	0.97
2406	707508.5	5689258.8	99.00	99.75	0.75	0.75	0.57
4053	708439.81	5690355.47	98.65	98.80	0.15	0.15	0.02
4054	708422.67	5690086.68	99.58	99.03	-0.55	0.55	0.30
4056	708637.04	5690139.02	98.96	98.98	0.02	0.02	0.00
4057	708857.4	5690407.21	97.79	98.52	0.73	0.73	0.53
4501	707942.96	5689052.7	99.60	99.89	0.29	0.29	0.09
4536	708313.03	5689607.92	98.61	99.37	0.76	0.76	0.57
4537	708178.15	5688109.11	100.31	100.76	0.45	0.45	0.20
4806	708157.62	5687266.8	101.83	101.90	0.07	0.07	0.01
5001	708482.68	5690668.98	96.60	97.10	0.50	0.50	0.25
5020	708641.63	5687286.59	101.13	101.80	0.67	0.67	0.45
5031	708370.18	5687341.21	101.33	101.75	0.42	0.42	0.18
5032	708422.31	5687502.55	101.10	101.24	0.14	0.14	0.02
5121	708622.3	5690410.66	97.55	98.64	1.09	1.09	1.20
5123	707903.36	5687798.07	100.89	101.05	0.16	0.16	0.03
5125	708391.29	5690038.36	98.94	99.05	0.11	0.11	0.01
5126	708797.94	5687844.16	100.76	100.87	0.11	0.11	0.01
5137	708529.53	5687524.69	101.18	101.22	0.04	0.04	0.00
5138	708738.84	5687568.48	100.95	101.04	0.09	0.09	0.01
5300	708500.68	5690655.53	96.60	97.24	0.64	0.64	0.42
5322	708725.18	5690120.55	98.80	99.01	0.21	0.21	0.04
5419	707840.76	5689624.18	98.99	99.49	0.50	0.50	0.25
5524	708636.24	5687545.47	101.02	101.16	0.14	0.14	0.02
5604	708380.35	5690398.14	98.16	98.81	0.65	0.65	0.43
5605	708102.35	5687200.08	101.94	101.99	0.05	0.05	0.00
5727	707554.32	5688923.47	99.37	100.06	0.69	0.69	0.48
1495o	708170.85	5688624.81	99.46	100.29	0.83	0.83	0.69
1501o	708070.18	5687275.98	101.82	101.87	0.05	0.05	0.00
GWM12	708251.47	5689326.11	99.35	99.70	0.35	0.35	0.12
GWM13	708401.06	5690035.01	99.01	99.07	0.06	0.06	0.00
GWM14	708180.44	5687571.58	101.17	101.30	0.13	0.13	0.02
GWM15B	708572.88	5687293.87	101.24	101.81	0.57	0.57	0.32
GWM18	708775.18	5690201.8	98.87	98.87	0.00	0.00	0.00
GWM2	708776.19	5689301.38	99.78	99.72	-0.06	0.06	0.00
GWM21	707862.51	5687937.82	100.68	100.95	0.27	0.27	0.07
GWM22	707808.43	5689963.07	98.92	99.16	0.24	0.24	0.06
GWM23	708278.27	5688785.97	99.48	100.14	0.66	0.66	0.43
GWM27A	708742.18	5688890.4	99.57	100.06	0.49	0.49	0.24
GWM28	708747.19	5688174.1	99.89	100.70	0.81	0.81	0.66
GWM31	708420.95	5687925.31	100.80	100.85	0.05	0.05	0.00
GWM35	708783.38	5687615.59	100.72	100.89	0.17	0.17	0.03
GWM36	708269.74	5687627.99	101.12	101.13	0.01	0.01	0.00
GWM37	708232.89	5687900.61	100.61	100.86	0.25	0.25	0.06
GWM38	708272.48	5688262.36	100.27	100.65	0.38	0.38	0.14
GWM5	708470.73	5688321.26	100.16	100.59	0.43	0.43	0.18
P1-B91	707636.3	5689597.39	99.07	99.53	0.46	0.46	0.21
P2-B91	707857.72	5689957.46	98.55	99.14	0.59	0.59	0.35
P4-B91	707694.28	5690152.82	98.49	98.84	0.35	0.35	0.12
R1	707988.99	5689329.1	99.21	99.74	0.53	0.53	0.28
R3	707796.86	5690580.55	97.60	97.91	0.31	0.31	0.10
R4	707423.41	5690078.81	98.35	98.66	0.31	0.31	0.10
R5	707591.42	5690349.28	97.76	98.23	0.47	0.47	0.22
R6	708119.96	5690566.18	98.00	98.67	0.67	0.67	0.44
T3-95	708318.39	5689332.15	99.35	99.68	0.33	0.33	0.11
5002	708698	5690998	93.90	93.48	-0.42	0.42	0.18
5003	708953.166	5690752.64	94.60	93.80	-0.80	0.80	0.64

Name	X	Y	MW	Modell	Abweichung	Absolut- Abweichung	quadrati- sche Abweichung
9198	706938	5690292	95.80	96.10	0.30	0.30	0.09
101	709148.76	5691107.91	90.46	89.44	-1.02	1.02	1.04
1054	708615.78	5690823.11	95.56	95.88	0.32	0.32	0.10
2332	706414.74	5687729.45	101.10	101.02	-0.08	0.08	0.01
4081	708183.98	5686726.65	102.42	102.55	0.13	0.13	0.02
4549	708406.2	5686329.97	103.04	102.85	-0.19	0.19	0.03
4707	708314.27	5687078.11	102.06	102.24	0.18	0.18	0.03
5007	708375.22	5686880.22	102.24	102.50	0.26	0.26	0.07
5014	708454.2	5686744.79	102.46	102.64	0.18	0.18	0.03
5030	708486.67	5687169.55	101.61	102.09	0.48	0.48	0.23
5038	708610.378	5686864.06	102.30	102.45	0.15	0.15	0.02
5135	708646.44	5687130.68	101.56	102.12	0.56	0.56	0.31
GWM39	708108.48	5686313.29	102.88	102.70	-0.18	0.18	0.03
SGM2	708180.85	5686343.59	102.89	102.62	-0.27	0.27	0.07
SGM4	708899.72	5690826.35	94.10	94.53	0.43	0.43	0.19
708	708085.211	5690121.82	98.80	99.01	0.21	0.21	0.04
Anzahl					75	75	75
Summe					20.89	28.02	15.82
Abweichung / m					ME	MAE	RMS
Modellfehler					0.28	0.37	0.46
Modellfehler						3.0%	3.7%
ME ... mean error			MAE ... mean absolute error		RMS ... root mean square error		

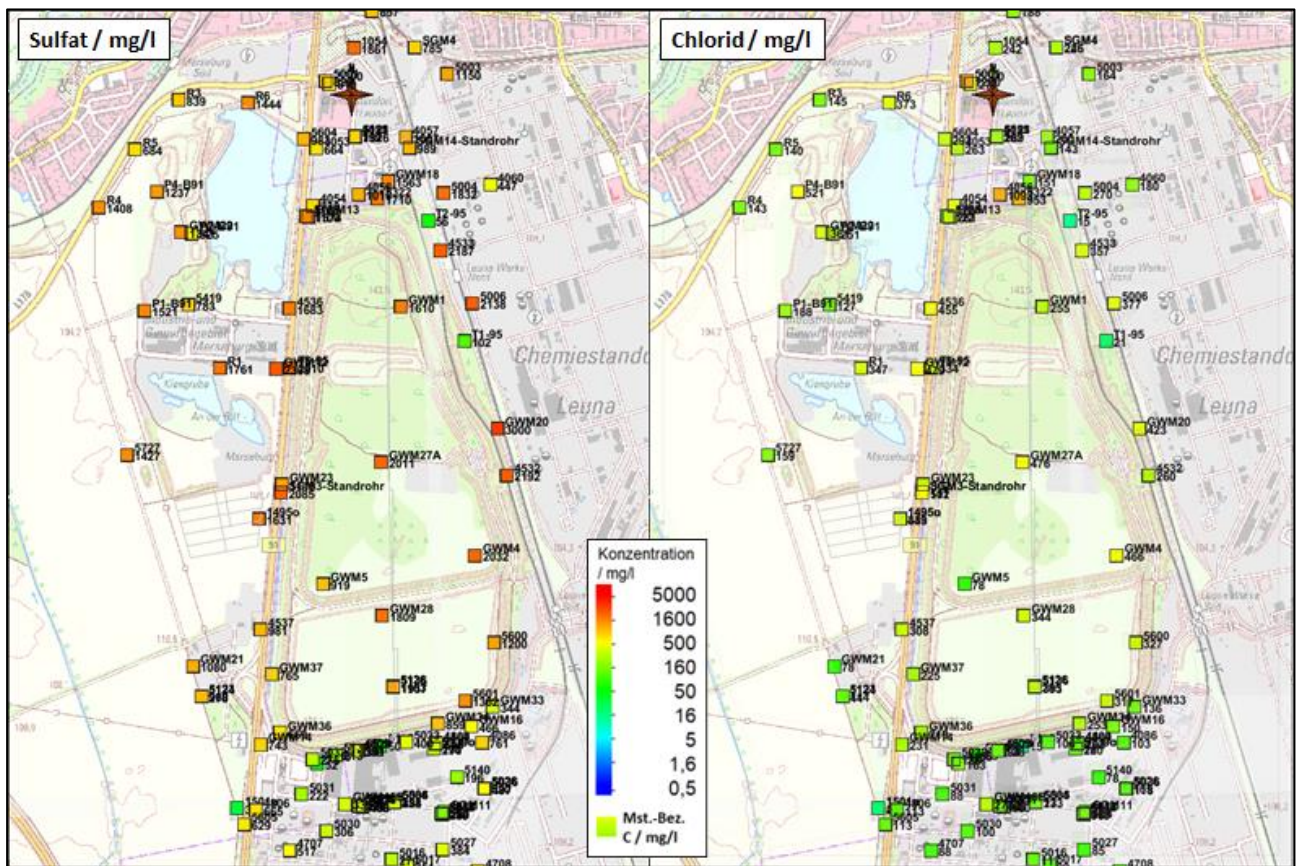


Abbildung 10-6: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Sulfat; rechts: Chlorid (MDSE-Datenbank)

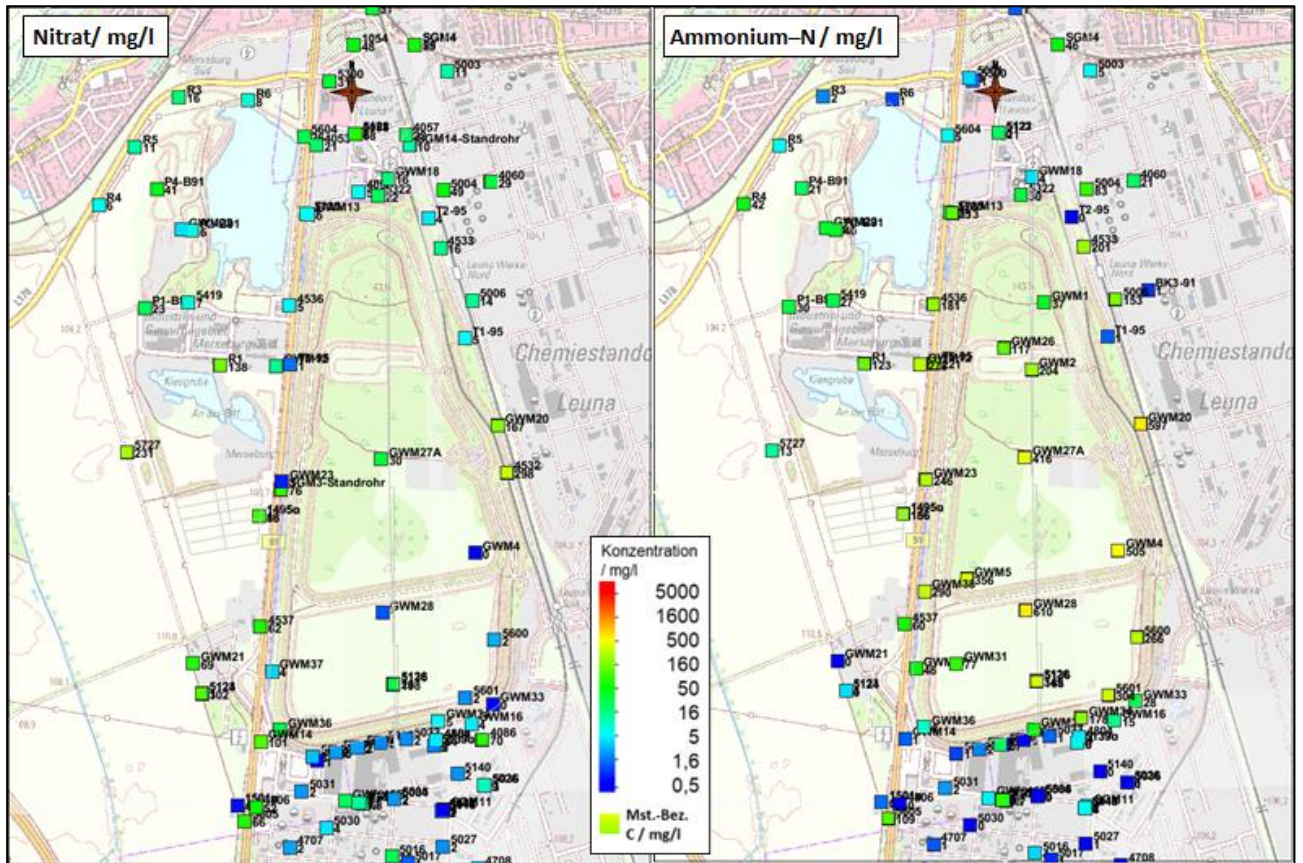


Abbildung 10-7: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Nitrat; rechts: Ammonium-Stickstoff (MDSE-Datenbank)

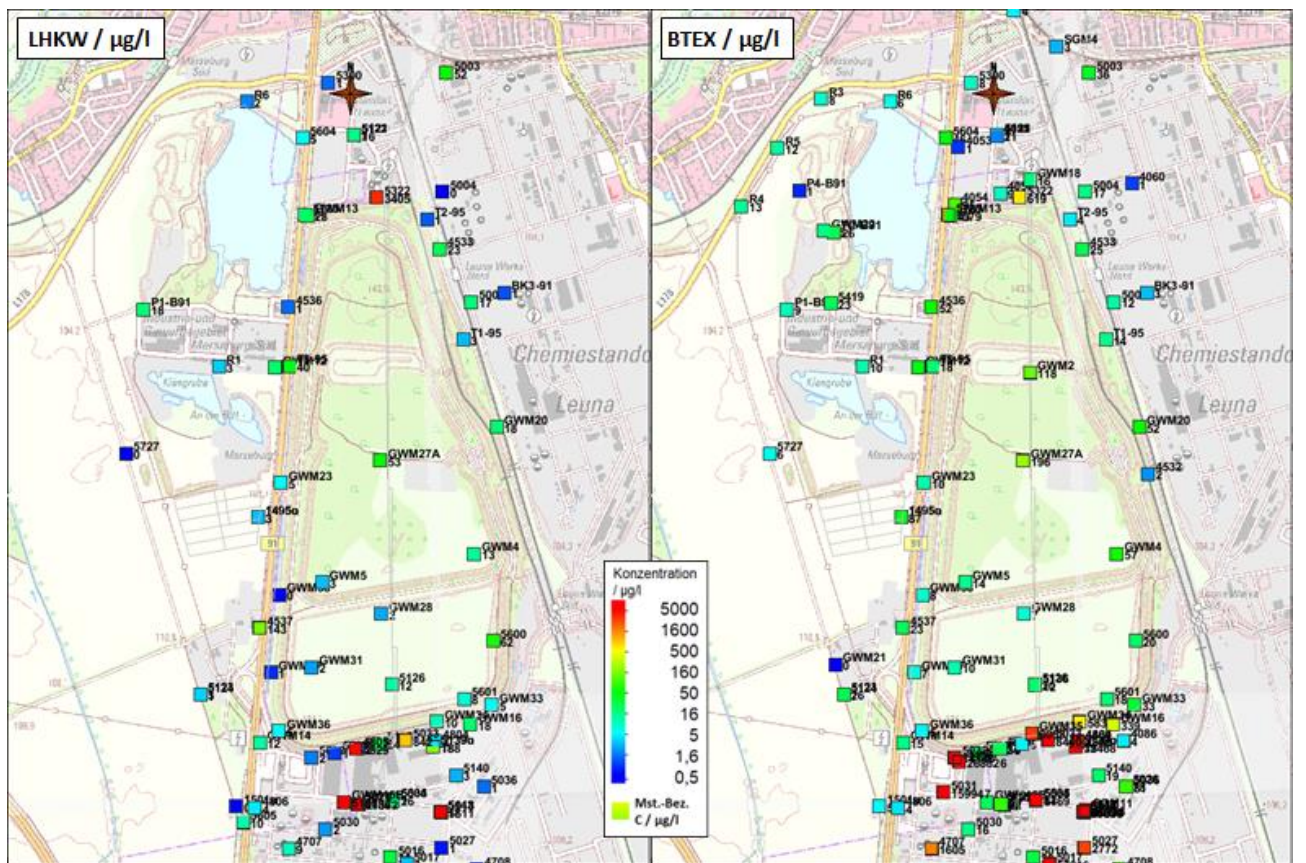


Abbildung 10-8: Messstellenbezogene Inhaltsstoffe, links: Summe LHKW; rechts: Summe BTEX (MDSE-Datenbank)

Tabelle 10-2: Ammonium-Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)

GWM (Lage von Nord nach Süd)	GOK / m NHN	GWFA / m	Ammonium Grundwasseranalytik / mg/g			
			# Werte	Min	Mittel	Max
R6 (Abstrom Alt-Kiessee)	100.90	3.5	8	0.1	1	2
5604 (NE- Ecke Abstrom Alt- Kiessee)	101.73	3.9	16	0.1	5	10
5125 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.87	4.5	7	1.9	21	35
GWM13 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.88	4.4	46	12.0	164	855
GWM22 (Baustoffdeponie westl. See)	102.45	4.0	13	0.3	47	129
4536 (Westrand Halde – Südzustr. Kiessee)	101.82	3.7	21	75.9	234	789
P1-B91 (NW-Ecke IG MBG- Süd)	102.72	4.0	6	6.1	28	66
5419 (Nord-Seite IG MBG-Süd)	102.54	4.0	17	0.7	32	52
GWM12 (Westrand Halde, SE-Ecke IG MBG Süd)	101.54	2.7	19	200.0	335	709
T3-95 (Westrand Halde – SE-Ecke IG MBG Süd)	101.94	3.2	3	168.0	212	293
GWM23 (Westrand Halde, NE-Ecke Kies- Planungsfeld)	108.70	9.7	14	46.0	227	867
R1 (zentraler Anstrom Brunnen IG Merseburg-Süd)	101.90	3.1	12	20.0	152	378
GWM27A (Zentrale GWM Halde Leuna)	142.73	43.7	12	296.0	486	748

Tabelle 10-3: Ammonium-N -Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)

GWM (Lage von Nord nach Süd)	GOK / m NHN	GWFA / m	Ammonium-N Grundwasseranalytik / mg/g			
			# Werte	Min	Mittel	Max
R6 (Abstrom Alt-Kiessee)	100.90	3.5	28	0.04	1	4
5604 (NE- Ecke Abstrom Alt- Kiessee)	101.73	3.9	15	0.1	5	13
5125 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.87	4.5	27	4.2	25	41
GWM13 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.88	4.4	61	7.4	113	259
GWM22 (Baustoffdeponie westl. See)	102.45	4.0	37	0.2	34	100
4536 (Westrand Halde – Südzustr. Kiessee)	101.82	3.7	36	40.3	181	613
P1-B91 (NW-Ecke IG MBG- Süd)	102.72	4.0	20	4.8	30	50
5419 (Nord-Seite IG MBG-Süd)	102.54	4.0	21	0.5	27	41
GWM12 (Westrand Halde, SE-Ecke IG MBG Süd)	101.54	2.7	34	151.6	278	551
T3-95 (Westrand Halde – SE-Ecke IG MBG Süd)	101.94	3.2	16	183.0	221	294
GWM23 (Westrand Halde, NE-Ecke Kies- Planungsfeld)	108.70	9.7	19	36.0	246	673
R1 (zentraler Anstrom Brunnen IG Merseburg-Süd)	101.90	3.1	38	13.0	123	294
GWM27A (Zentrale GWM Halde Leuna)	142.73	43.7	16	230.9	416	641

Tabelle 10-4: Chlorid -Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)

GWM (Lage von Nord nach Süd)	GOK / m NHN	GWFA / m	Chlorid Grundwasseranalytik / mg/g			
			# Werte	Min	Mittel	Max
R6 (Abstrom Alt-Kiessee)	100.90	3.5	30	162.00	373	1409
5604 (NE- Ecke Abstrom Alt- Kiessee)	101.73	3.9	20	130.0	292	435
5125 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.87	4.5	20	96.1	122	166
GWM13 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.88	4.4	36	151.0	261	450
GWM22 (Baustoffdeponie westl. See)	102.45	4.0	32	21.1	361	1993
4536 (Westrand Halde – Südzustr. Kiessee)	101.82	3.7	43	215.0	455	803
P1-B91 (NW-Ecke IG MBG- Süd)	102.72	4.0	22	100.0	188	261
5419 (Nord-Seite IG MBG-Süd)	102.54	4.0	21	79.2	127	166
GWM12 (Westrand Halde, SE-Ecke IG MBG Süd)	101.54	2.7	36	270.0	479	686
T3-95 (Westrand Halde – SE-Ecke IG MBG Süd)	101.94	3.2	19	268.0	334	410
GWM23 (Westrand Halde, NE-Ecke Kies- Planungsfeld)	108.70	9.7	4	280.0	302	329
R1 (zentraler Anstrom Brunnen IG Merseburg-Süd)	101.90	3.1	33	141.0	347	550
GWM27A (Zentrale GWM Halde Leuna)	142.73	43.7	8	228.0	476	650

Tabelle 10-5: Nitrat- Gehalte im Grundwasser im Bereich des Kies-Abbaugbietes (MDSE-Datenbank)

GWM (Lage von Nord nach Süd)	GOK / m NHN	GWFA / m	Nitrat- Grundwasseranalytik / mg/g			
			# Werte	Min	Mittel	Max
uR6 (Abstrom Alt-Kiessee)	100.90	3.5	7	0.85	8	17
5604 (NE- Ecke Abstrom Alt- Kiessee)	101.73	3.9	17	5.0	26	57
5125 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.87	4.5	2	3.5	7	11
GWM13 (Westrand Halde – Mitte Kiessee)	102.88	4.4	14	0.1	5	24
GWM22 (Baustoffdeponie westl. See)	102.45	4.0	8	0.1	4	10
4536 (Westrand Halde – Südzustr. Kiessee)	101.82	3.7	13	0.1	5	21
P1-B91 (NW-Ecke IG MBG- Süd)	102.72	4.0	6	1.4	23	43
5419 (Nord-Seite IG MBG-Süd)	102.54	4.0	6	0.3	7	29
GWM12 (Westrand Halde, SE-Ecke IG MBG Süd)	101.54	2.7	12	0.1	14	149
T3-95 (Westrand Halde – SE-Ecke IG MBG Süd)	101.94	3.2	2	0.1	1	3
GWM23 (Westrand Halde, NE-Ecke Kies- Planungsfeld)	108.70	9.7	4	0.5	1	1
R1 (zentraler Anstrom Brunnen IG Merseburg-Süd)	101.90	3.1	14	3.9	138	255
GWM27A (Zentrale GWM Halde Leuna)	142.73	43.7	6	2.4	30	69

11 Quellenverzeichnis

- /1/ Hanson Germany GmbH & Co.KG; TERRA MONTAN Gesellschaft für angewandte Geologie mbH; 1.Ergänzung zum RBP für das Vorhaben „Kiessandabbau an der B91 bei Merseburg“; Suhl, 31.01.2007
- /2/ Tischvorlage zum Scopingtermin: Verlängerung der Planfeststellungsbeschlüsse bis einschließlich 31.12.2055, >> Weiterführung der bergbaulichen Arbeiten im Kieswerk Merseburg „An der B91“ bis zur vollständigen Auskiesung <<; TERRA MONTAN Gesellschaft für angewandte Geologie mbH; Petersberg, 31.10.2021
- /3/ Dr. Werner Wohlfarth, Unternehmensberatung Umweltschutz; Hydrogeologisches Gutachten für geplante Kiessandgewinnung der Arge ROBA Kieswerk Merseburg; Leipzig, Oktober 1996
- /4/ DHI; ÖGP Leuna M 05.04/12 L; „Modellpflege und -anwendung“, Aktualisierung, Fortschreibung und Anwendung des Leunamodells, Aktualisierung des Grundwasserströmungsmodells incl. Revision des Grundwasserneubildungs- und Teilrevision des hydrogeologischen Strukturmodells HSM 2.1, GWNM 2.1 und GSM 2.1; September 2018
- /5/ LHW; Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt; Gewässerkundlicher Landesdienst; Grundwasser – Grundwasserstand – Grundwassermessstellen; <https://gld.lhw-sachsen-anhalt.de/>
- /6/ Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik, Blatt 1105-3/4; Maßstab 1 : 50.000
- /7/ ATV-DVWK M504; Merkblatt ATV-DVWK M504; Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden; September 2002; ISBN 3-936514-03-8
- /8/ GMS, Groundwater Modeling System, Version 10.4; © www.aquaveo.com/gms
- /9/ MODFLOW/NWT unter GMS; <https://www.aquaveo.com/software/gms-modflow>