

Anlage 9

Hydrogeologisches Gutachten

für

Erweiterung des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf in nordwestliche Richtung

Dokumentation

GLU Geologische Landesuntersuchung GmbH Freiberg



**Geologische
Landesuntersuchung
GmbH Freiberg**

Stand 03.11.2021



BGD ECOSAX GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Telefon: +49 351 4787898 00
Telefax: +49 351 4787898-99

Geschäftsführung:
Dieter Poetke
Dr. Uta Alisch

E-Mail: post@bgd-ecosax.de
Internet: www.bgd-ecosax.de

Steuernummer:
203/106/10942
USt-Ident-Nr.:
DE 160096319
HRB 8955
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
Commerzbank Dresden
Konto-Nr. 0159 7279 00
BLZ 850 800 00
IBAN: DE 14 8508 0000 0159 7279 00
SWIFT-BIC: DRESDEFF850

Bankverbindung:
HypoVereinsbank AG Dresden
Konto-Nr. 0027 0243 19
BLZ 850 200 86
IBAN: DE 84 8502 0086 0027 0243 19
SWIFT-BIC: HYVEDEMM496

Angaben zur Auftragsbearbeitung

- Bergbautreibender:** Quarzsandwerke Wellmersdorf GmbH & Co. KG
Brennereistraße 20
96465 Neustadt bei Coburg
- Ansprechpartner:** Herr Dipl.-Geow. Thomas Putzmann
CEMEX Deutschland AG
Sandkrug
39326 Rogätz
E-Mail: thomas.putzmann@cemex.com
- Auftraggeber:** GLU Geologische Landesuntersuchung GmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 31a
09599 Freiberg
- Ansprechpartner:** Herr Heinrich
Telefon: +49 3731 20782-50
J.Heinrich@glu-freiberg.de
- Auftragsnummer:** P202009MO.1276.DD1
- Auftragnehmer:** BGD ECOSAX GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden
- Projektleiter:** Dipl.-Ing. Matthias Beyer
Telefon: 0351 47878-9836
E-Mail: M.Beyer@bgd-ecosax.de
- Bearbeiter:** Dr.-Ing. L. Roger Nigang
Telefon: 0351 47878-9838
E-Mail: LR.Nigang@bgd-ecosax.de
- Fertigstellungsdatum:** 03.11.2021
- Verteiler:** GLU Geologische Landesuntersuchung GmbH Freiberg
BGD ECOSAX GmbH
Quarzsandwerk Wellmersdorf GmbH & Co. KG

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	8
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	8
1.2	Vorgehensweise	10
1.3	Datengrundlagen	11
2	Beschreibung des Untersuchungsgebietes	12
2.1	Lage und Morphologie	12
2.2	Geologie (geologisches Teilmodell)	12
2.2.1	Allgemeines	12
2.2.2	Methodik zur Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells	13
2.2.3	Aufbau des hydrogeologischen Strukturmodells	13
2.2.3.1	Verwendetes Programmsystem	13
2.2.3.2	Abgrenzung des Modellgebietes.....	13
2.2.3.3	Einpflegen von bestehenden geologischen und hydrogeologischen Informationen.....	13
2.2.3.4	Erstellung von Verbreitungen und Schichtflächen.....	15
2.2.3.5	Hydrogeologisches Raummodell	19
2.3	Hydrologie (Hydrologisches Teilmodell)	22
2.3.1	Fließende Gewässer	22
2.3.2	Standgewässer	23
2.3.3	Grundwasser	24
2.3.4	Wasserhaushaltsgrößen	26
3	Grundwasserströmungsmodellierung - Hydrogeologische Berechnung.....	30
3.1	Allgemeines	30
3.2	Simulationswerkzeuge	30
3.3	Aussage-, Modell- und Untersuchungsgebiet	30
3.4	Berechnungsverfahren	31
3.5	Übergang von der hydrogeologischen Modellvorstellung zum numerischen Modell	31
3.5.1	Horizontale und vertikale Modelldiskretisierung	31
3.5.2	Geohydraulische Modellparameter	32
3.5.3	Modellrandbedingungen	34
3.5.3.1	Randbedingung 1. Art (RB am Modellrand, Randstromlinien, Wasserbecken).....	35
3.5.3.2	Randbedingung 2. Art.....	35
3.5.3.3	Randbedingung 3. Art.....	36
3.5.3.4	Brunnenrandbedingungen	36
3.5.3.5	Tagebauentwässerung	36

3.5.3.6	Anfangsbedingungen.....	37
3.6	Modellkalibrierung – IST-Zustand	38
3.6.1	Gesamtbilanz und numerische Bilanz	38
3.6.2	Gegenüberstellung der berechneten und gemessenen Grundwasserstände	39
3.6.3	Berechnete Wasserbilanz für den Bereich der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf	46
3.7	Modellanwendung unter Berücksichtigung des bergbaulichen Eingriffes – Plan-Zustand	47
3.7.1	Quarzsandabbau auf dem Abbauabschnitt A2 der Erweiterungsflächen bis 311 m ü NN	47
3.7.2	Zustand nach Ende der Rekultivierung	53
4	Schlussfolgerungen.....	57
5	Quellenverzeichnis.....	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Abbaufelder des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf /13/	8
Abbildung 2: Darstellung der Erweiterungsfläche des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf .	9
Abbildung 3: Territoriale Lage des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf (Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) /15/	12
Abbildung 4: Lage der Bohrungen und Bohrtiefe sowie Modellgebiet	14
Abbildung 5: Ausmodellerte Geländeoberkante auf Basis des DGM25, DGM5 und DGM1 16	
Abbildung 6: Basisunterkante Sand im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweispunkten	17
Abbildung 7: Basisunterkante mittlerer Buntsandstein im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweispunkten	18
Abbildung 8: Basisunterkante Tonstein im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweispunkten	19
Abbildung 9: 3D-Raummodell zum hydrogeologischen Strukturmodell (5fach überhöht) .	20
Abbildung 10: Schnittpuren durch das 3D-Raummodell	21
Abbildung 11: Schematische Schnittdarstellung zum 3D-Raummodell des hydrogeologischen Strukturmodells mit ausgewählten Bohrungen (5fach überhöht)	22
Abbildung 12: Ganglinie der Röden - Pegel Mönchröden (Daten aus /12/)	23
Abbildung 13: Interner Wasserkreislauf Quarzsandtagebau Wellmersdorf (Stand 2016) /32/ 24	
Abbildung 14: Modellgebiet mit Hydroisohypsen (Quelle: LfU /8/).....	25
Abbildung 15: Ganglinien der Grundwasserstände im Bereich des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf.....	26
Abbildung 16: Mittlere Grundwasserneubildung (Auszug aus /7/)	27
Abbildung 17: Modellrandbedingungen des Strömungsmodells.....	35
Abbildung 18: Massenbilanz - Kalibrierung	39
Abbildung 19: X-Y-Plot zum Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserstände – Modellkalibrierung 03/2020.....	40
Abbildung 20: Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Wasserständen an Grundwassermessstellen – Modellkalibrierung 03/2020.....	41
Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen – Modellkalibrierung 03/2020	42

Abbildung 22:	Hydroisohypsenplan aus gemessenen GW-Ständen für den oberen Grundwasserleiter zur Stichtagsmessung 03/2020 für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf unter Berücksichtigung der Beckenwasserstände... 43
Abbildung 23:	Hydroisohypsenplan berechnet nach Modellkalibrierung für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf 44
Abbildung 24:	Berechnete Strombahnlinien vorwärts nach Modellkalibrierung ausgehend von den Erweiterungsflächen..... 45
Abbildung 25:	Bilanzzone für die Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf..... 46
Abbildung 26:	Abbauplanung Quarzsandwerk Wellmersdorf – Flächenerweiterung Nord /33/ 48
Abbildung 27:	Rekultivierung gemäß Planfeststellungsbeschluss 2006 49
Abbildung 28:	Berechnete Strombahnlinien rückwärts ausgehend vom Abbauabschnitt A2 der Erweiterungsflächen und vorwärts ausgehend vom südlichen Modellrand – PLAN-Zustand beim Quarzsandabbau auf dem Abbauabschnitt bis 311 m ü.NN 50
Abbildung 29:	Berechnete Druckdifferenzen im tiefen Grundwasserleiter zwischen Abbauzustand und Ist-Zustand 53
Abbildung 30:	Nutzung nach Rekultivierung auf den Erweiterungsflächen 54
Abbildung 31:	Berechnete Strombahnlinien vorwärts ausgehend von den Erweiterungsflächen – PLAN-Zustand nach Ende der Rekultivierung 55
Abbildung 32:	Berechnete Druckdifferenzen im tiefen Grundwasserleiter zwischen Rekultivierung und Ist-Zustand 57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Teufenklassierung der Aufschlüsse 14
Tabelle 2:	Übersicht zum Aufbau der Schichten des Strukturmodells (lithologisch) 16
Tabelle 3:	Zusammenstellung der verwendeten Modellparameter 34
Tabelle 4:	Brunnen mit Entnahmemengen..... 36
Tabelle 5:	Gemessene und berechnete Grundwasserstände an Grundwassermessstellen mit Differenzen – Modellkalibrierung 03/2020 40
Tabelle 6:	Wasserbilanz für die Bilanzzone der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf nach Modellkalibrierung (Ist-Zustand) 47
Tabelle 7:	Wasserbilanz für die Bilanzzone des Abbauabschnitts A2 der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf beim Quarzsandabbau bis 311 m ü. NN..... 51
Tabelle 8:	Wasserbilanz für die Bilanzzone der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf nach Rekultivierung..... 56

Anlagenverzeichnis

Anlage	Bezeichnung	Zeichnungsnr.
Anlage 9.1	Übersichtslageplan	202009G001
Anlage 9.2	Hydrogeologische Strömungsmodellierung	
Anlage 9.2.1	Lageplan mit Modellrahmen und aktivem Modellgebiet	202009G002
Anlage 9.2.2	Modellkalibrierung	
Anlage 9.2.2.1	Berechneter Hydroisohypsenplan nach Modellkalibrierung 03/2020	202009G003
Anlage 9.2.2.2	Berechneter Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf nach Modellkalibrierung 03/2020	202009G004
Anlage 9.2.3	Plan-Zustand beim Quarzsandabbau bis 311 m ü NN	
Anlage 9.2.3.1	Berechneter Hydroisohypsenplan beim Quarzsandabbau bis 311 m ü NN auf dem Abbauabschnitt A2	202009G005
Anlage 9.2.3.2	Berechneter Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf beim Quarzsandabbau bis 311 m ü NN auf dem Abbauabschnitt A2	202009G006
Anlage 9.2.3.3	Berechneter Grundwasserdifferenzenplan beim Quarzsandabbau bis 311 m ü NN auf dem Abbauabschnitt A2 im Vergleich zum Ist-Zustand	202009G007
Anlage 9.2.4	Plan-Zustand nach Ende der Rekultivierung	
Anlage 9.2.4.1	Berechneter Hydroisohypsenplan nach Ende der Rekultivierung	202009G008
Anlage 9.2.4.2	Berechneter Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf nach Ende der Rekultivierung	202009G009
Anlage 9.2.4.3	Berechneter Grundwasserdifferenzenplan nach Ende der Rekultivierung im Vergleich zum Ist-Zustand	202009G010

1 Einführung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Quarzsandwerk Wellmersdorf GmbH & Co. KG beabsichtigt den Tagebau Wellmersdorf in nordwestliche Richtung flächenmäßig zu erweitern. Für die geplante Erweiterung ist eine zusätzliche Flächeninanspruchnahme von ca. 7,7 ha angedacht. Mit der Erweiterung wird eine bessere und wirtschaftliche Nutzung der Lagerstätte angestrebt, da damit der derzeitige Standort der Aufbereitungsanlagen und der dienenden Anlagen weiter erhalten bleibt, bevor das Auffahren der Lagerstätte in südöstliche Richtung erfolgt, wofür eine bergrechtliche Genehmigung (Planfeststellungsbeschluss) vorliegt.

Die Lage der Gewinnungsfelder des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf ist der Abbildung 1 zu entnehmen. In der Abbildung 2 ist die Flächenerweiterung des Tagebaus dargestellt.

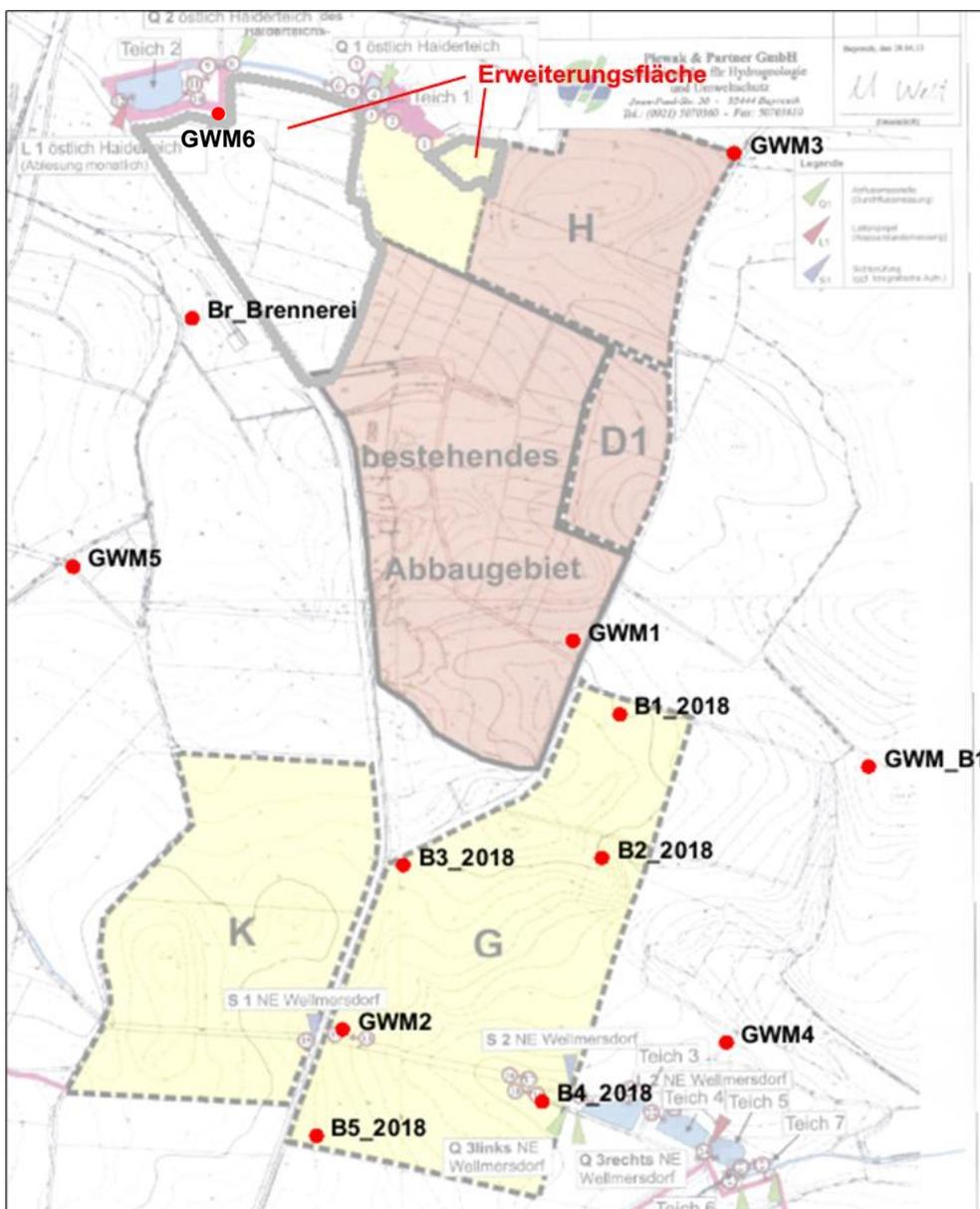


Abbildung 1: Lage der Gewinnungsfelder des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf /13/

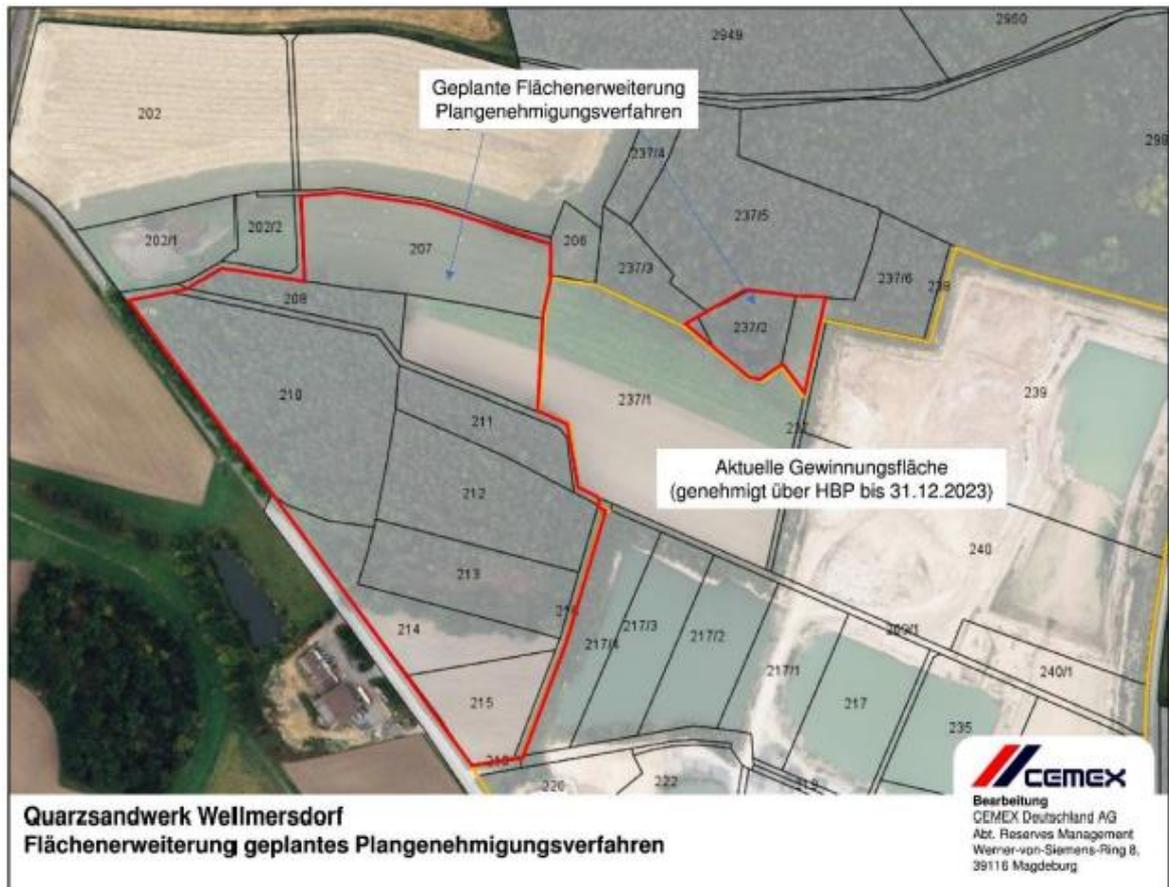


Abbildung 2: Darstellung der Erweiterungsfläche des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf

Die Vorräte der nordwestlichen Erweiterungsfläche werden auf 2,9 Mio. t geschätzt. Die jährliche Förderung beträgt ca. 320.000 t.

Im Rahmen der Vorbereitung eines bergrechtlichen Planfeststellungsverfahrens für die nordwestliche Erweiterung des Tagebaus Wellmersdorf wurde von der GLU GmbH Freiberg eine Tischvorlage zur Abstimmung des Inhaltes und des Umfangs der Antragsunterlagen erstellt und im Rahmen eines Scoping-Termins mit verschiedenen Behörden und Ämtern diskutiert. Entsprechend der behördlichen Forderungen ist ein hydrogeologisches Gutachten mit den Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren zu erbringen.

Da die Quarzsandgewinnung im Trockenschnitt erfolgen soll und der tiefer gelegene gespannte Grundwasserleiter hydraulisch weitgehend abgeschirmt ist, kann eine aktive Grundwasserabsenkung nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden. Dennoch hat die Erweiterung der Gewinnungsfläche möglicherweise Einfluss auf die Wasserhaushaltssituation (erhöhte Grundwasserneubildung bei fehlendem Oberflächenabfluss, Reduzierung der Schutzfunktion des sich darunter befindlichen gespannten Grundwasserleiters wegen Abbau der Deckschichten).

Während des Tagebaubetriebs fällt Sickerwasser (das durch die Gesteine sickernde Wasser aus Niederschlag und Grundwasserneubildung, Durchsickerung von den Absetzbecken) an. Das anfallende Sickerwasser wird im Pumpensumpf gesammelt und in das Speicherbecken abgeleitet. Das gehobene Sickerwasser erfolgt aus den oberen Schichten. Im unteren Grundwasserleiter erfolgt keine Sickerwasserentnahme.

Wie seitens der Behörde gefordert, wird im Rahmen des hydrogeologischen Gutachtens ein Grundwasserströmungsmodell auf Basis von Visual MODFLOW erstellt. Das Grundwasserströmungsmodell soll die Hydrodynamik unter den definierten Randbedingungen der zu erweiternden Gewinnungsfläche des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf nach Nordwesten abbilden.

Das hydrogeologische Gutachten soll u.a. die hydraulischen Auswirkungen der nordwestlichen Erweiterungsmaßnahme (Quarzsandgewinnung) auf die Schutzgüter untersuchen. Dazu werden Prognosen der Grundwasserstandsentwicklung in Abhängigkeit vom Quarzsandabbau in der Nordwesterweiterung durchgeführt. Weiterhin werden Aussagen zur Wasserstandsentwicklung in sensiblen Bereichen (Schutzgebiete) gemacht. In diesem Zusammenhang wird die mögliche Grundwasserabsenkung infolge der Erweiterungsmaßnahme des Tagebaus berechnet und ausgewertet.

Das hier zu erstellende hydrogeologische Gutachten ist Bestandteil der Planunterlagen, die im Rahmen des bergrechtlichen Planfeststellungsverfahrens zu erbringen und mit dem Rahmenbetriebsplan einzureichen sind.

Die derzeitige Rohstoffgewinnung im Quarzsandwerk Wellmersdorf findet auf der Basis eines Hauptbetriebsplanes statt. Für Erweiterungsbereiche, welche sich nördlich, östlich, südlich und südwestlich an das bestehende Gewinnungsgebiet anschließen, wurde bereits ein bergrechtliches Planfeststellungsverfahren durchgeführt. Der Planfeststellungsbeschluss liegt vor /17/.

Mit der südlichen und südwestlichen Erweiterung der Rohstoffgewinnung ist eine Verlegung der Aufbereitungsanlage des Werkes in südliche Richtung verbunden, so dass das unternehmerische Konzept derart geändert wurde, dass zunächst eine Nutzung der Rohstoffvorräte im nordwestlichen Bereich der Lagerstätte angestrebt wird. Dies soll auf einer ca. 7,7 ha großen Gewinnungsfläche geschehen, welche sich nordwestlich an das Werksgebäude anschließt und im Wesentlichen parallel zur Brennereistraße verläuft /17/.

1.2 Vorgehensweise

Im Rahmen der Erstellung des hydrogeologischen Gutachtens wurden zunächst die benötigten Daten zur Geologie, Hydrogeologie, Hydrodynamik für den Standort recherchiert.

Da die Quarzsandgewinnung ausschließlich im Trockenschnitt erfolgt, wird der untere Grundwasserleiter nicht direkt berührt. Von besonderer Bedeutung ist die Grundwasserneubildung, die aus dem Niederschlag resultiert. Da der Oberflächenabfluss im Bereich der Abbaufäche entfällt, wird sich wahrscheinlich die Grundwasserneubildung erhöhen und damit die Wasserverhältnisse beeinflussen. Das Sicker- und Niederschlagswasser im Tagebaubereich wird in einem Pumpensumpf gesammelt und in Speicherbecken eingeleitet.

Um den Einfluss des bergbaulichen Eingriffs im Bereich des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf auf die Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse sowie auf die Schutzgüter einschätzen zu können, wird ein vereinfachtes geohydraulisches Modell (Prinzipmodell) erstellt.

Zunächst wird auf der Grundlage der vorhandenen Bohrungen und Aufschlüsse am Standort sowie Informationen aus hydrogeologischen Karten ein geologisch-hydrogeologisches Strukturmodell (geologisches Teilmodell) erstellt. Aus Bohrinformationen werden die verschiedenen hydrogeologischen Einheiten zu Flächeninformationen (Schichten) verarbeitet. Die Bearbeitung des Strukturmodells erfolgte mit der Software GMS (Groundwater Modeling System) /1/.

Auf Basis des hydrogeologischen Strukturmodells wird das hydraulisch-numerische Grundwasserströmungsmodell mit dem Programmsystem Visual MODFLOW /2/ erstellt. Die Überführung der Strukturdaten zwischen GMS (Informationsmodell) und Visual MODFLOW (Berechnungsmodell) erfolgt über Datentransfer.

1.3 Datengrundlagen

Datenquellen für die Bearbeitung waren neben vorhandenen Daten des AG insbesondere das Bayerische Landesamt für Umwelt sowie das Wasserwirtschaftsamt in Kronach.

Folgende wesentliche Daten wurden für die Projektbearbeitung recherchiert und zusammengestellt:

- digitales Geländemodell DGM5, DGM25 und DGM1 gemäß /3/, /29/
- Angaben/Informationen zur Geologie/Hydrogeologie:
 - Bohrdaten für den Bereich Wellmersdorf, Umweltatlas Bayern /4/
 - Aufschlüsse für die Erkundungsbohrungen B1 bis B5 /5/
 - Aufschlüsse für die erweiterte Erkundung Wellmersdorf (Erweiterungsfläche Nord), Bohrung 1, Bohrung 2 und Bohrung 3, /6/
 - Aufschlüsse des StBA zu GWM 1/2019 und 2/2019 sowie 3/2020 im Wassergewinnungsgebiet der SÜC Energie und H₂O GmbH /24/
 - hydraulische Durchlässigkeiten der Messstellen Wellmersdorf /14/
 - Grundwasserneubildung /7/
 - Grundwasserdynamik /8/
 - Hydrogeologische Karten HK50 /9/
 - Digitale Hydrogeologische Karten dHK100 /10/
 - Grundwasserneubildung Teil Thüringen /11/
- GIS-Daten
- Pegeldata Röden (Pegel Mönchröden) und Steinach (Pegel Fürth am Berg) /12/
- Grundwasserstandsdaten /13/, /20/, /21/, /22/, /24/
- Daten zu Stichtagsmessungen /13/
- Entnahmemengen von Brunnen /20/, /21/, /22/, /23/
- Bestandsplan Quarzsandwerk Wellmersdorf /16/

2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

2.1 Lage und Morphologie

Das Quarzsandwerk Wellmersdorf liegt nördlich der Ortslage Wellmersdorf sowie ca. 3 km südlich von Neustadt bei Coburg, östlich der Verbindungsstraße zwischen beiden Ortslagen. Wellmersdorf ist ein Stadtteil der oberfränkischen Stadt Neustadt bei Coburg im Landkreis Coburg.

Das Areal liegt auf einem flachen, SSE-NNW verlaufenden Geländerücken mit Höhen bis 353 m ü. NN, der nach Norden leicht absinkt.

Die Flächen werden fast ausschließlich landwirtschaftlich genutzt (Acker, Grünland).

Das Planungsgebiet ist dem Naturraum Obermainisches Hügelland bzw. der naturräumlichen Untereinheit Steinach-Rodach-Talspinne zuzuordnen.

Die Lage des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf ist der Abbildung 3 zu entnehmen.

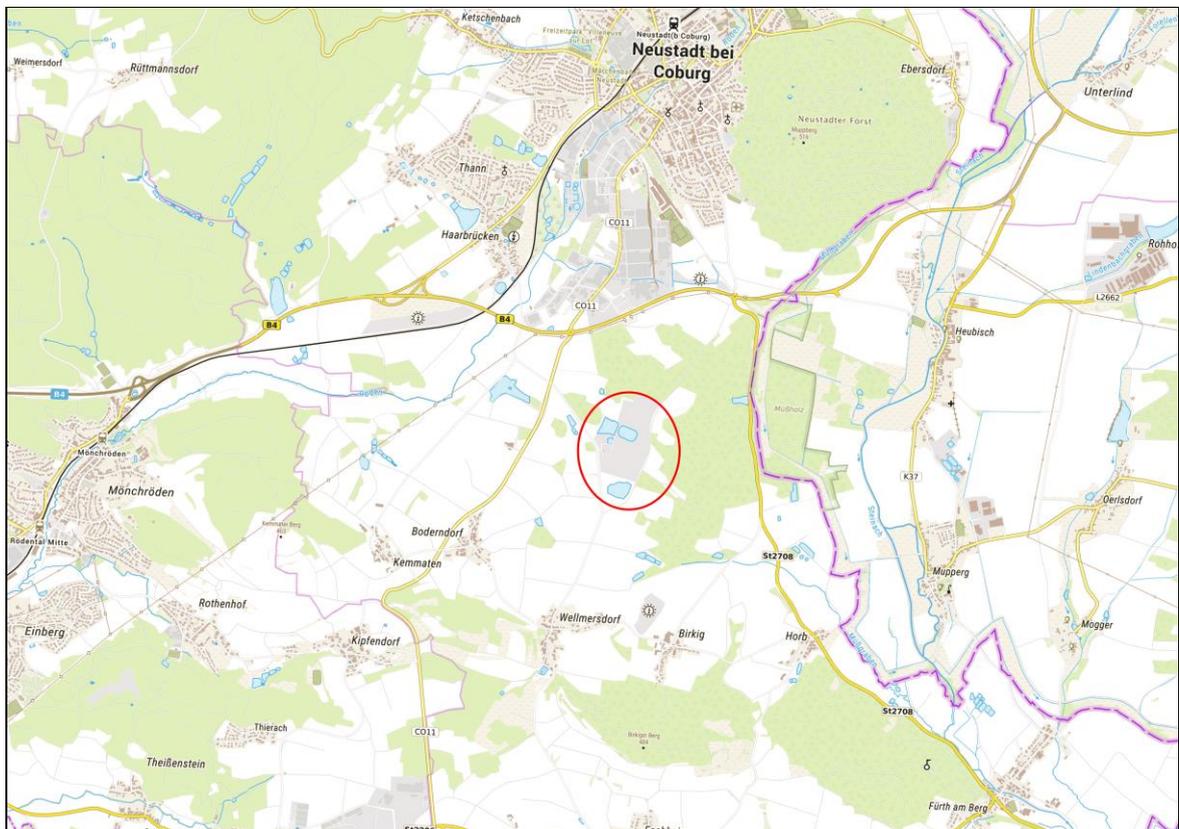


Abbildung 3: Territoriale Lage des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf (Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) /15/

2.2 Geologie (geologisches Teilmodell)

2.2.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet gehört regionalgeologisch dem nordwestlichen Abschnitt des Obermain-Bruchschollenlandes an. Das im Wesentlichen aus Schichten des Mittleren und Unteren Buntsandsteins aufgebaute Gebiet wird von den NW-SO streichenden Großstörungen der Fränkischen Linie und der Kulmbach-Eisfelder Störung eingerahmt.

2.2.2 Methodik zur Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells

Die Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells erfolgte in folgenden Schritten:

1. Datenrecherche/Datenaufbereitung (vgl. Kapitel 1.3)
2. Modellimplementierung der Bohrungen
3. Ableitung von Verbreitungsgrenzen und Entwicklung von Schichtflächen
4. Verschneidung zum 3D-Raummodell

Die Dokumentation der einzelnen Schritte erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

2.2.3 Aufbau des hydrogeologischen Strukturmodells

2.2.3.1 Verwendetes Programmsystem

Für die Strukturmodellierung wurde das räumliche Modellierungsprogramm GMS /1/ (Groundwater Modeling System) von Aquaveo™ verwendet.

GMS bietet die Möglichkeit, räumliche geologische, hydrogeologische und geochemische Daten vom Import der Ausgangsdatenbanken bzw. von der Generierung der Daten direkt zu dreidimensionalen Struktur-, Parameter-, Strömungs- und Transportmodellen zu entwickeln. Die Strukturmodellierung erfolgte in GMS unter Nutzung der im Programm implizierten Berechnungsverfahren. Dazu gehören insbesondere Interpolations- und Anpassungsalgorithmen. Im Einzelfall wird der Algorithmus verwendet, der zur optimalen Nachbildung der jeweiligen geologischen oder hydrogeologischen Struktur führt. Im vorliegenden Fall erwies sich die Verwendung der Natural-Neighbor-Interpolationsmethode als zielführend.

In den folgenden Kapiteln werden die Bearbeitungsschritte zur Strukturmodellierung kurz erläutert und die Ergebnisse vorgestellt.

2.2.3.2 Abgrenzung des Modellgebietes

Die Abgrenzung des Modellgebietes für das hydrogeologische Strukturmodell erfolgte ausgehend von den geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten des Standortes sowie unter Berücksichtigung der Anforderungen der sich anschließenden Grundwasserströmungsmodellierung.

Der Modellraum für die hydrogeologische Strukturmodellierung wurde so ausgewählt, dass einige im Untersuchungsgebiet vorhandenen Fließgewässer (Müßgraben und Röthenbach) die Modellgrenzen bilden. Die Fließgewässer sollten später als Randbedingungen für das Grundwasserströmungsmodell dienen.

2.2.3.3 Einpflegen von bestehenden geologischen und hydrogeologischen Informationen

Für das abzubildende vereinfachte Modell wurden insgesamt 59 Bohrungen recherchiert, aufbereitet und in GMS implementiert. Davon befinden sich 14 Bohrungen im Bereich des

Da es sich um ein vereinfachtes Strukturmodell handelt, wurden die Bohrungen hinsichtlich ihrer Lithologie klassifiziert und aufbereitet. Dabei wurde im Wesentlichen zwischen den lithologischen Schichtklassen Aufschüttung, Schluff, Sand, Kies, mittlerer Buntsandstein, Tonstein und unterer Buntsandstein unterschieden.

Die Aufschlüsse wurden nach Aufbereitung für die Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells verwendet. Für das zu erstellende Prinzipmodell wurden Vereinfachungen vorgenommen.

Im Rahmen der hydrogeologischen Strukturmodellierung wurden die Unterkanten der lithologischen Abfolgen ausmodelliert, wobei die Kontaktpunkte der entsprechenden lithologischen Einheiten verwendet wurden.

2.2.3.4 Erstellung von Verbreitungen und Schichtflächen

Die Schichtflächen (Tabelle 2) wurden in Anlehnung an die angetroffenen Lithologien ausmodelliert. Das Modell wurde lithologisch aufgebaut.

Entlang der Modellraumgrenze wurden Berechnungspunkte für die Triangulation in 10 m Abständen definiert. Anschließend wurde ein Dreiecksnetz (TIN) für das zu betrachtende Modellgebiet erstellt. Für die Erstellung der Schichtflächen der jeweiligen lithologischen Einheiten wurden die Kontaktpunkte auf das Dreiecksnetz interpoliert.

Die Geländeoberkante bildet die Modelloberkante. Diese wurde aus dem digitalen Geländemodell DGM1, DGM5 und DGM25 /3/, /29/ erstellt:

- für den Tagebaubereich das DGM5 (für die Aufgabenstellung ausreichend, da die Kantenlänge des Dreiecknetzes für das Strukturmodell 10 m beträgt)
- für den Modellrahmen in Bayern (ohne den Tagebau) das DGM25 und
- für den Modellrahmen in Thüringen das DGM1.

Außer dem Buntsandstein wurden die anderen lithologischen Einheiten nicht in allen Bohrungen angetroffen. Deshalb wurden ihre Verbreitungen nur im Bereich der Ansprache berücksichtigt.

Zur Modellierung der Schichtunterkanten wurden die Kontaktpunkte dieser lithologischen Einheit selektiert, und im Modellgebiet interpoliert. Für die lithologischen Einheiten, die nicht im gesamten Modellgebiet verbreitet sind, erfolgte die Ausmodellierung der Unterkante dieser Schicht indem in den Arealen der Verbreitung die Interpolation anhand der Kontaktpunkte durchgeführt wurde, während in Bereichen der Nichtverbreitung die Unterkante der darüber liegenden Schicht angesetzt wurde.

Im Ergebnis besteht das Strukturmodell aus 11 Schichten (Tabelle 2) mit einer horizontalen Auflösung von 10 m. Als Modellbasis wurde für den unteren Buntsandstein eine Höhe von 120 m ü. NN angenommen. Diese ist im Rahmen der späteren Strömungsmodellierung für die numerische Stabilität wichtig.

Tabelle 2: Übersicht zum Aufbau der Schichten des Strukturmodells (lithologisch)

Modellschicht	Modellschicht-Nr.
Aufschüttung	1
Schluff	2
Sand	3
Schluff 2	4
Kies	5
Sand 2	6
Schluff 3	7
Mittlerer Buntsandstein	8
Übergangsschicht	9
Tonstein / Schluffstein	10
Unterer Buntsandstein	11

Der Tagebau ist in den Schichten 1 bis 3 repräsentiert. Zu bemerken ist, dass die angegebenen hydrogeologischen Einheiten nicht auf dem gesamten Modellgebiet verbreitet sind. Modelltechnisch werden die Schichten durchgezogen, aber in den Gebieten der Nichtverbreitung mit den Eigenschaften der darunter liegenden Einheit parametrisiert. Die ausmodellierte Geländeoberkante ist in Abbildung 5 dargestellt.

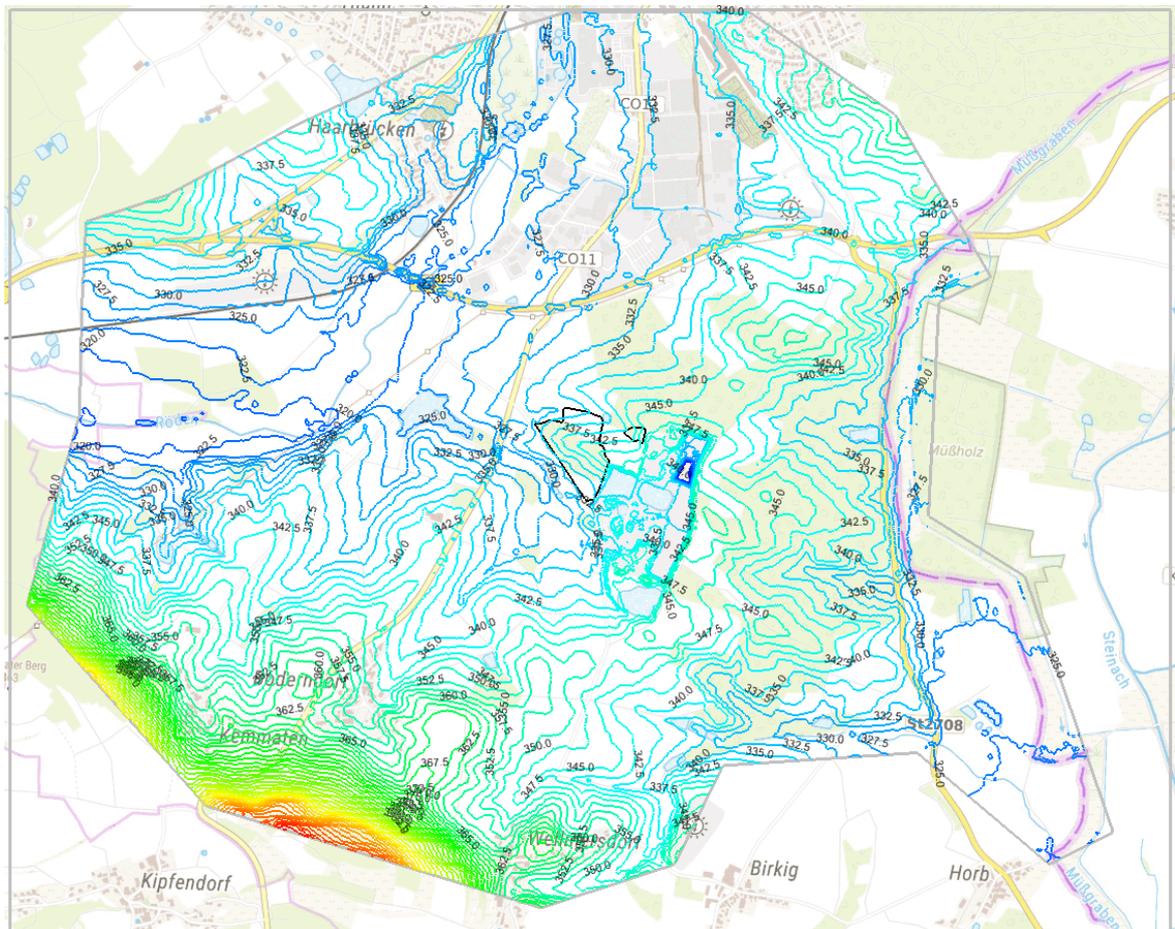


Abbildung 5: Ausmodellerte Geländeoberkante auf Basis des DGM25, DGM5 und DGM1

Die ausgewählten Basisisohypsen der ausmodellierten Schichtflächen und deren Verbreitung im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

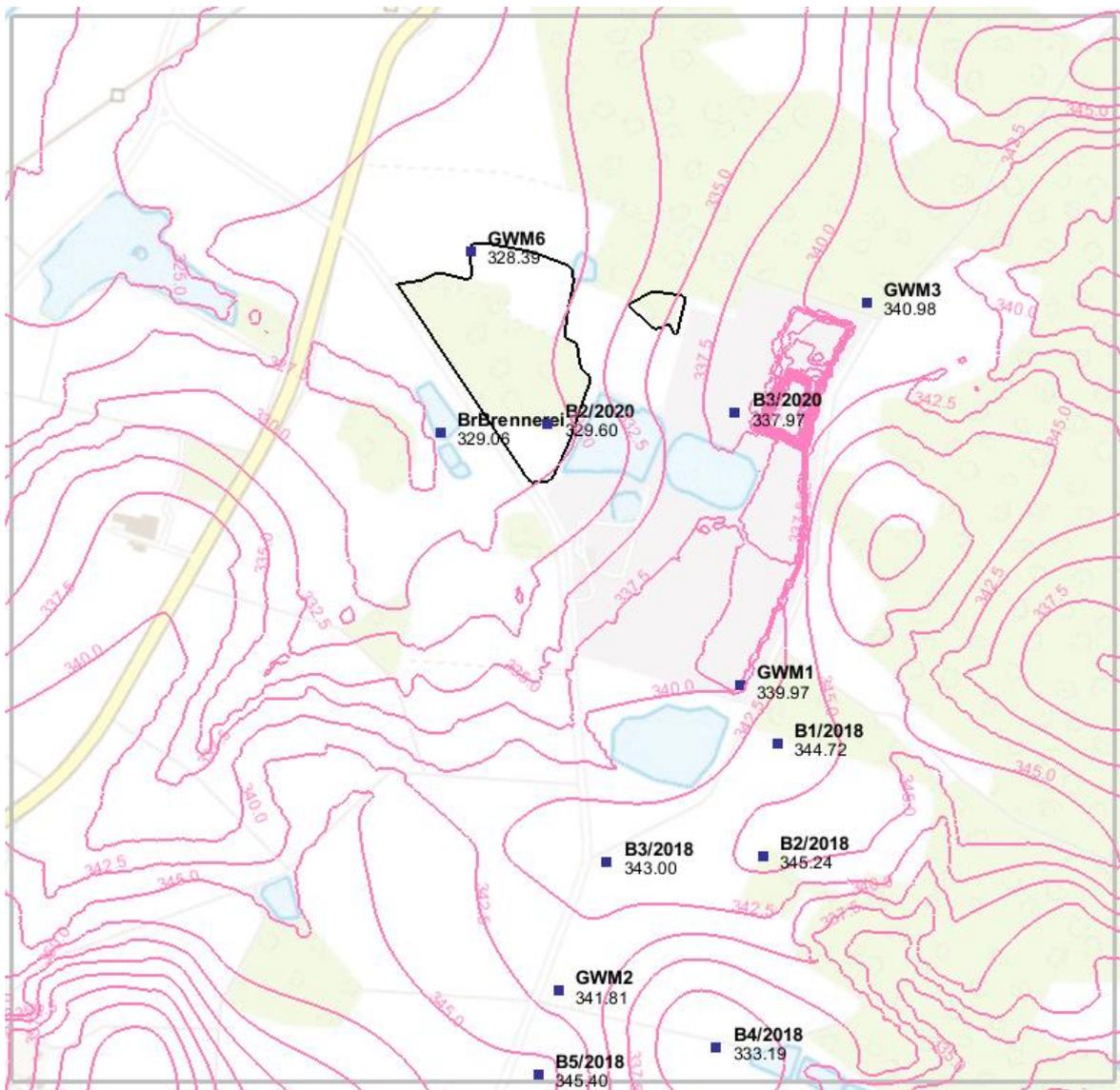


Abbildung 6: Basisunterkante Sand im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweis-
punkten



Abbildung 7: Basisunterkante mittlerer Buntsandstein im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweispunkten

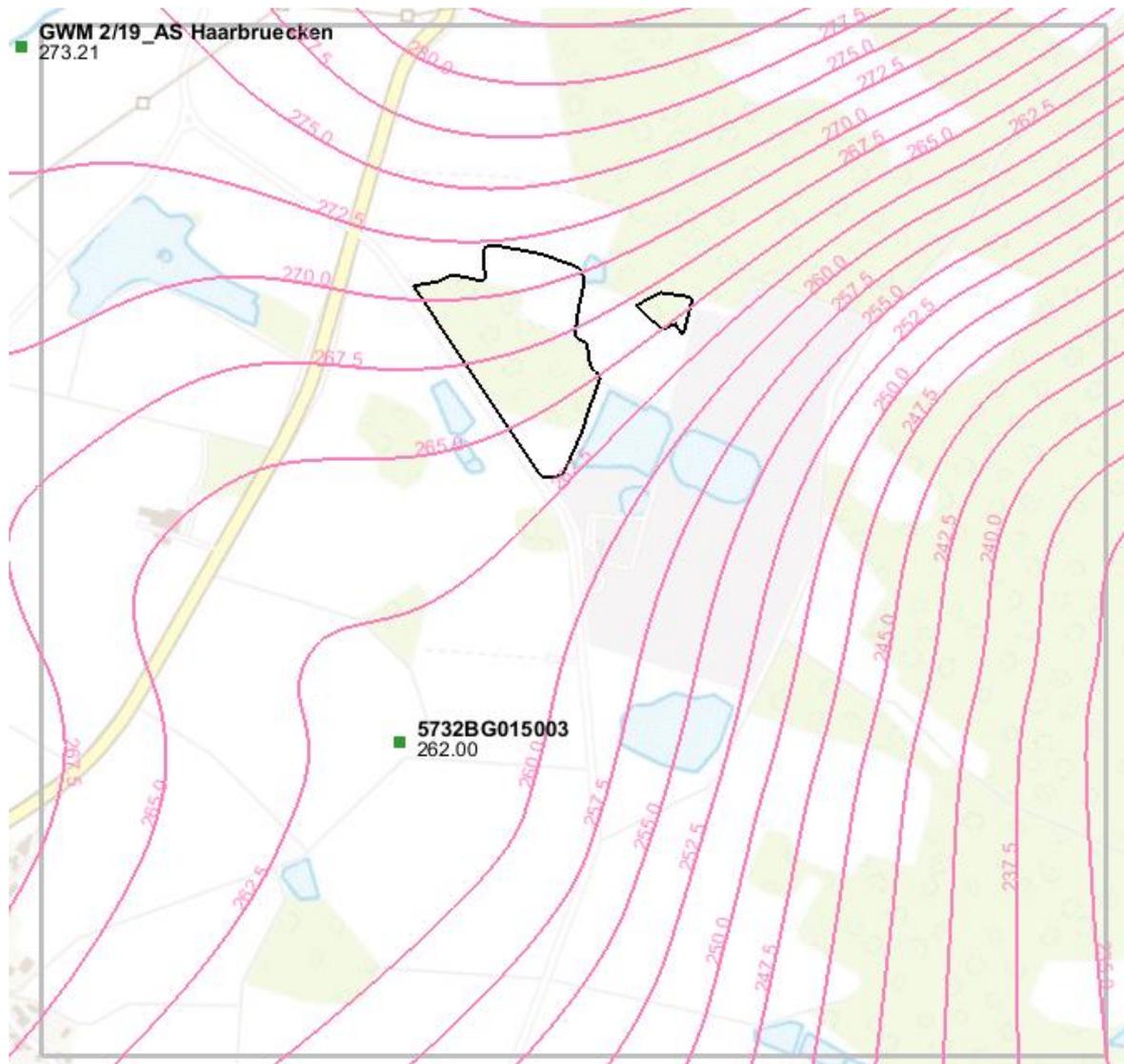


Abbildung 8: Basisunterkante Tonstein im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf mit Nachweispunkten

2.2.3.5 Hydrogeologisches Raummodell

Die erstellten Modellschichten wurden im letzten Schritt zu einem 3D-Raummodell verschnitten. Das Ergebnis ist in Abbildung 9 als Bockmodell und Abbildung 11 als Profilschnitte beispielhaft dargestellt. In der Abbildung 10 befinden sich die verwendeten Schnittspuren.

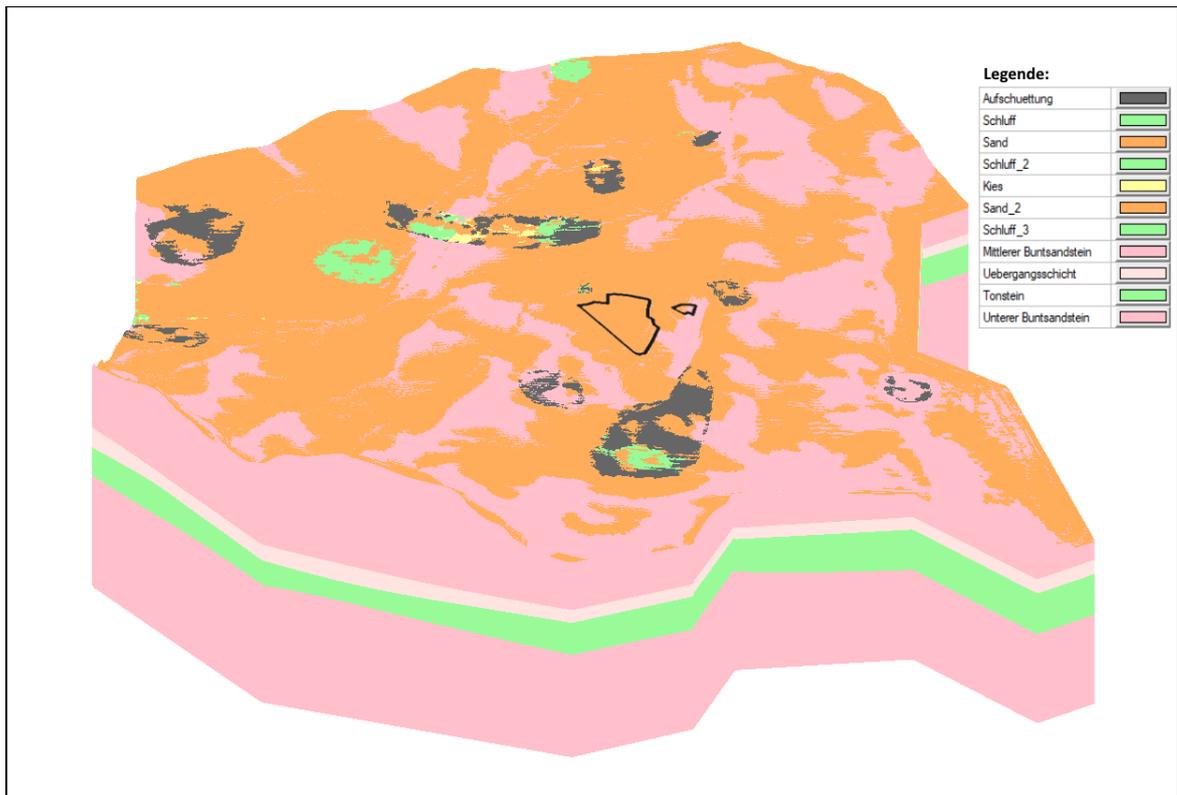


Abbildung 9: 3D-Raummodell zum hydrogeologischen Strukturmodell (5fach überhöht)

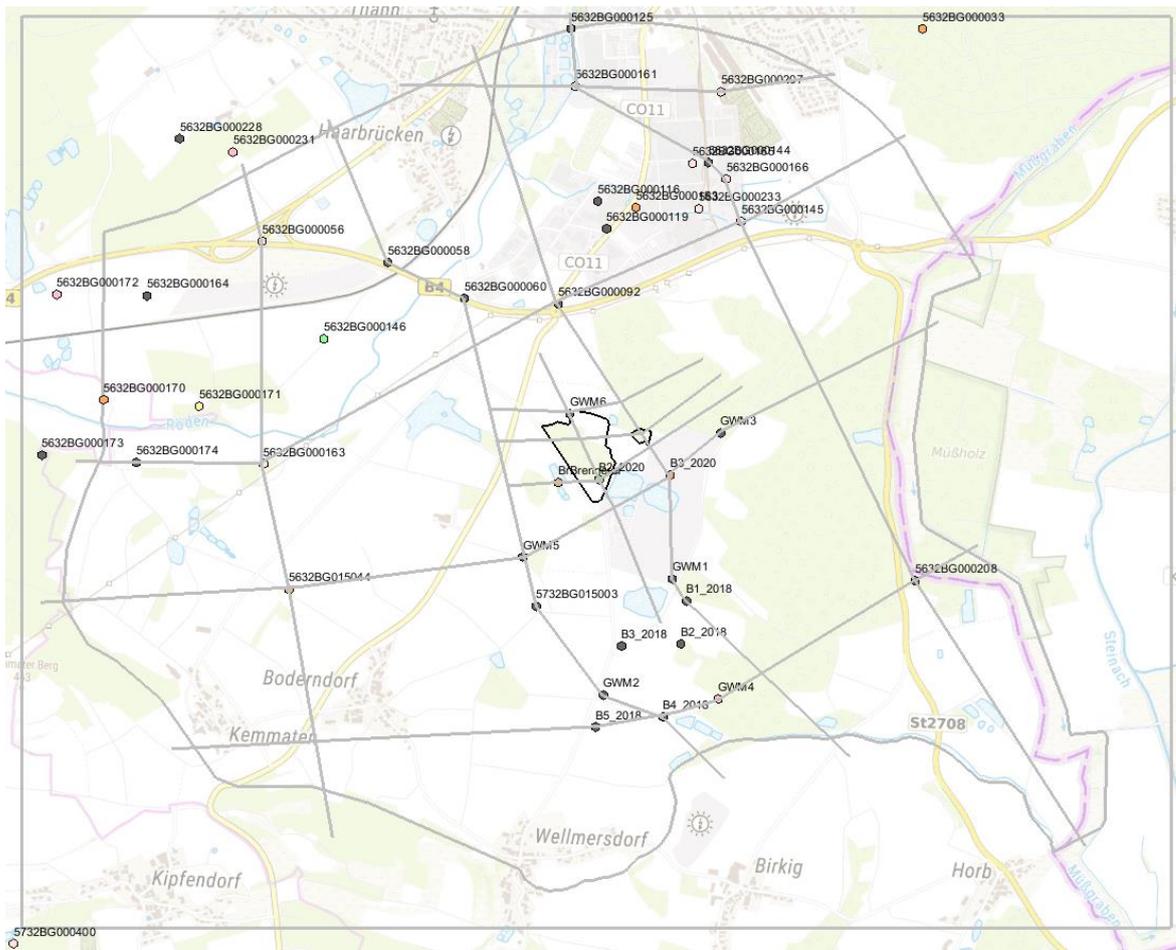


Abbildung 10: Schnittspuren durch das 3D-Raummodell

Y:\PROJEKT\2019\196016GT_1837.FG\1DOK\230_Berichte\06_A9_Hydrogeol_GA_BGD\2021-11-03_Wellmersdorf_A9_Hydrogeol-Gutachten_ora.docx

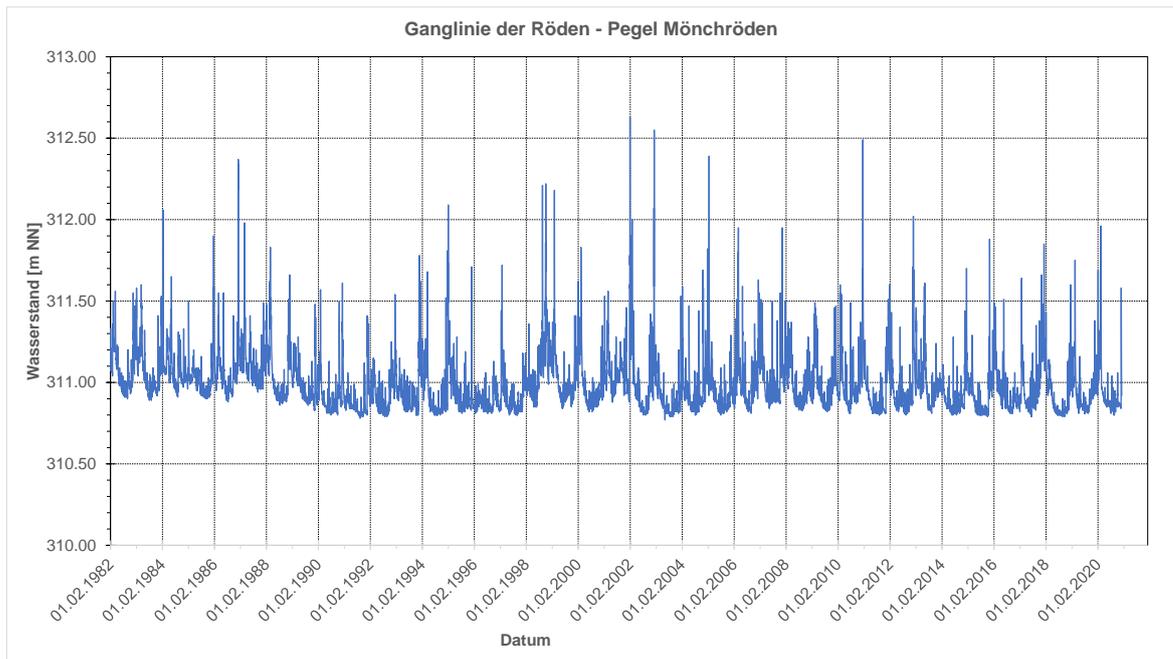


Abbildung 12: Ganglinie der Röden - Pegel Mönchröden (Daten aus /12/)

2.3.2 Standgewässer

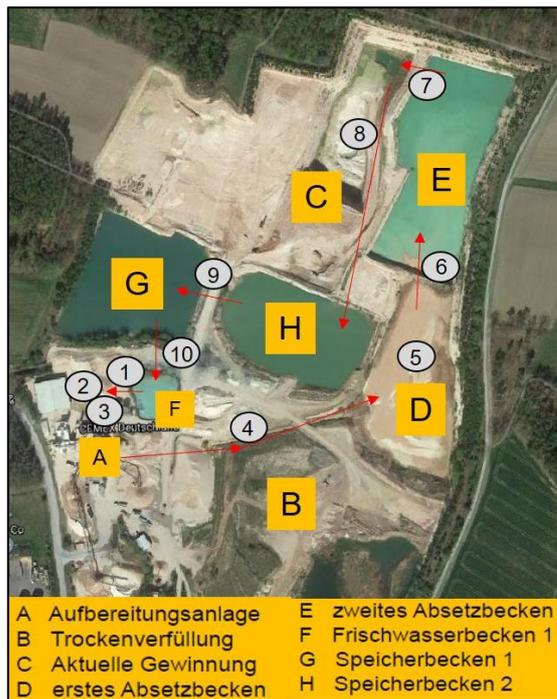
Im Abbaugbiet sind einige Teiche und Speicherbecken vorhanden.

Ca. 600 m westlich der Gewinnung befindet sich der Haiderteich mit Zufluss vom Kemmatener Graben aus südwestlicher Richtung. Östlich des Haiderteiches im Norden der Erweiterungsflächen befinden sich zwei Fischteiche.

Die südlich des Abbaugbietes gelegenen Fischweiher (Teiche nordöstlich Wellmersdorf) werden durch Drainagen und Interflow (Zwischenabfluss: in den oberen Bodenschichten fließendes, aus Niederschlägen stammendes Wasser, das erst Stunden oder Tage nach einem Niederschlagsereignis an den Vorfluter abgegeben wird) aus den umliegenden Ackerflächen gespeist, vorwiegend aus südlicher und südöstlicher Richtung.

Weiterhin befinden sich im Werksbereich des Quarzsandtagebaus Speicherbecken zur Speicherung des Niederschlags- und Sickerwassers aus den Pumpensämpfen sowie Absatzbecken.

Nach Angaben des Quarzsandwerkes sind durch Oberflächenabfluss, Schichtwasser und Niederschlag anfallenden Wassermengen so gering, dass es im internen Kreislauf verbleibt und kein überschüssiges Wasser in den Vorfluter eingeleitet werden muss /14/. In der Abbildung 13 befindet sich der interne Wasserkreislauf des Tagebaus Wellmersdorf.



Frisch- und Prozesswasserverfahren

1. Rund 300 m³/h Frischwasser wird aus Frischwasserbecken 1 mit Hilfe von vier Anlagenpumpen in die Aufbereitungsanlage gepumpt
2. In der Aufbereitungsanlage werden die Quarzsande gewaschen
3. Um das Zusetzen der Waschpumpen mit tonreichem Wasser zu verhindern, wird weiteres Frischwasser hinzugegeben
4. Das gebrauchte und tonreiche Wasser läuft im freien Gefälle Richtung Absetzbecken
5. Absetzen des Tones (Wasseranteil >80%) im ersten Absetzbecken kann aufgrund der hohen Zirkulationsmengen an Wasser nicht vollständig erfolgen (benötigt würde eine Ruhephase von ca. 4 Wochen)
6. Überlauf ins zweite Absetzbecken, weiterhin sehr hoher Tonanteil im Wasser, da Ton sich nicht abgesetzt hat
7. Überlauf zum Frischwasserbecken, aktuell mit tonreichem Wasser belastet
8. Frischwasserpumpe mit 45 kW zum Hinaufpumpen ins Speicherbecken 2
9. Verbindung Speicherbecken 1 und 2 mittels unterirdischer Durchlass
10. Verbindung Frischwasserbecken und Speicherbecken 1, unterstützt durch eine 30 kW Pumpe, damit der Anlage immer ausreichend Frischwasser zur Verfügung steht

Abbildung 13: Interner Wasserkreislauf Quarzsandtagebau Wellmersdorf (Stand 2021) /32/

Während des Tagebaubetriebs wird das anfallende Sickerwasser im Pumpensumpf gesammelt und in das Speicherbecken 2 (H) abgeleitet. Nach dem Durchlauf über zwei Speicherbecken wird das Wasser in das Frischwasserbecken (F) abgegeben und von dort der Aufbereitungsanlage zugeführt. Nach der Aufbereitungsstufe wird das Waschwasser in die Absetzbecken (D, E) abgeleitet, um es von absetzbaren Bestandteilen zu trennen. Nach der Absetzstufe, bestehend aus zwei Absetzbecken, wird das Wasser in dem Frischwasserbecken neben dem aktuellen Gewinnungsfeld gespeichert, um von dort dem Kreislauf wieder zugeführt zu werden.

2.3.3 Grundwasser

Die Abbildung 14 stellt einen Ausschnitt des vom LfU erstellten Hydroisohypsenplans für mittlere hydraulische Verhältnisse dar.

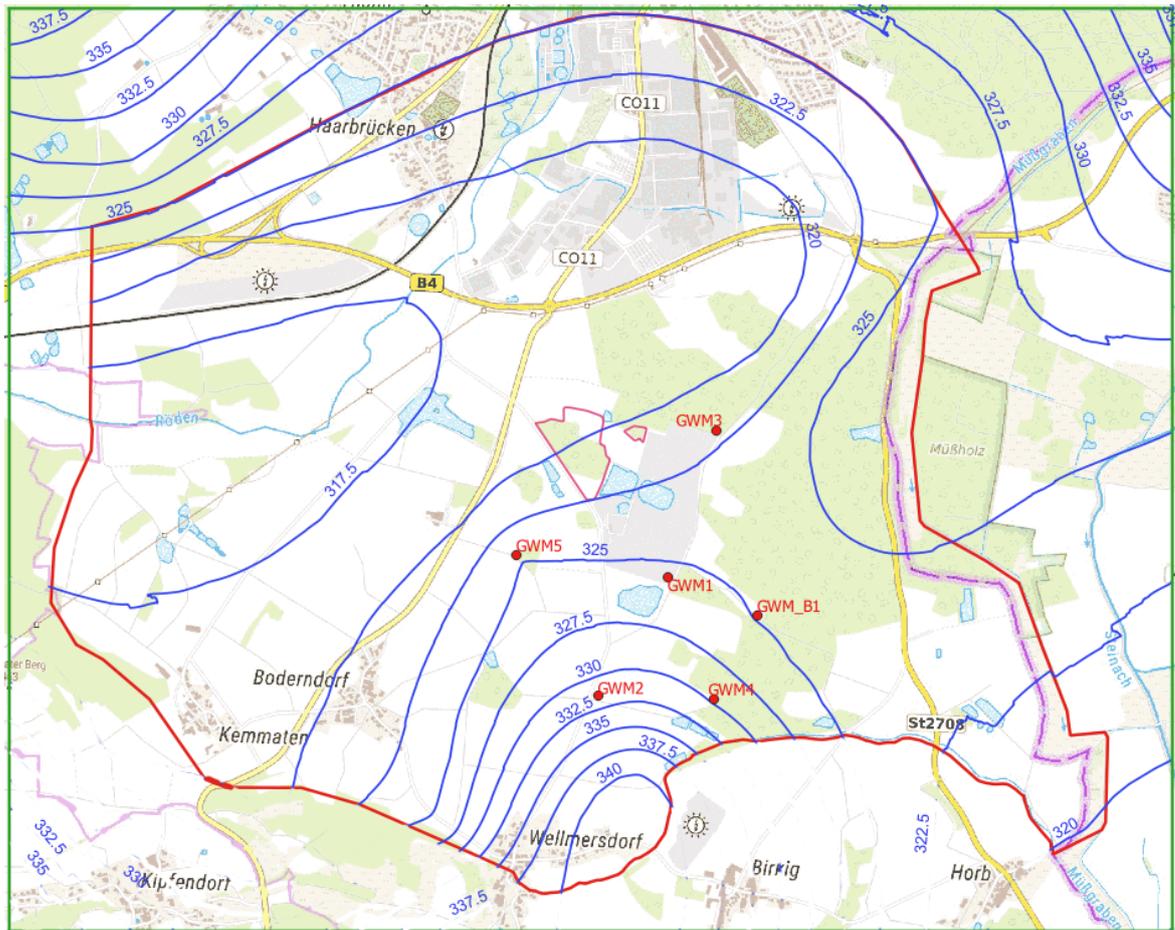


Abbildung 14: Modellgebiet mit Hydroisohypsen (Quelle: LfU /8/)

Der Hauptabfluss im Bereich des Gewinnungsfeldes erfolgt von Süden nach Norden, sowie im Bereich der westlichen Erweiterungsfläche auch nach Nordwesten.

Die Druckwasserhöhe im Bereich der Erweiterungsflächen liegt bei ca. 319,0 m ü. NN bis 322,5 m ü. NN.

In Abbildung 15 sind die Ganglinien der sich im Bereich des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf befindlichen Grundwassermessstellen dargestellt. Die Daten wurden im Rahmen der Stichtagsmessungen gemessen. Die Messwerte unterliegen Schwankungen zwischen 1,11 m und 2,50 m. Die größte Schwankung von 2,50 m wurde an der GWM 3 gemessen.

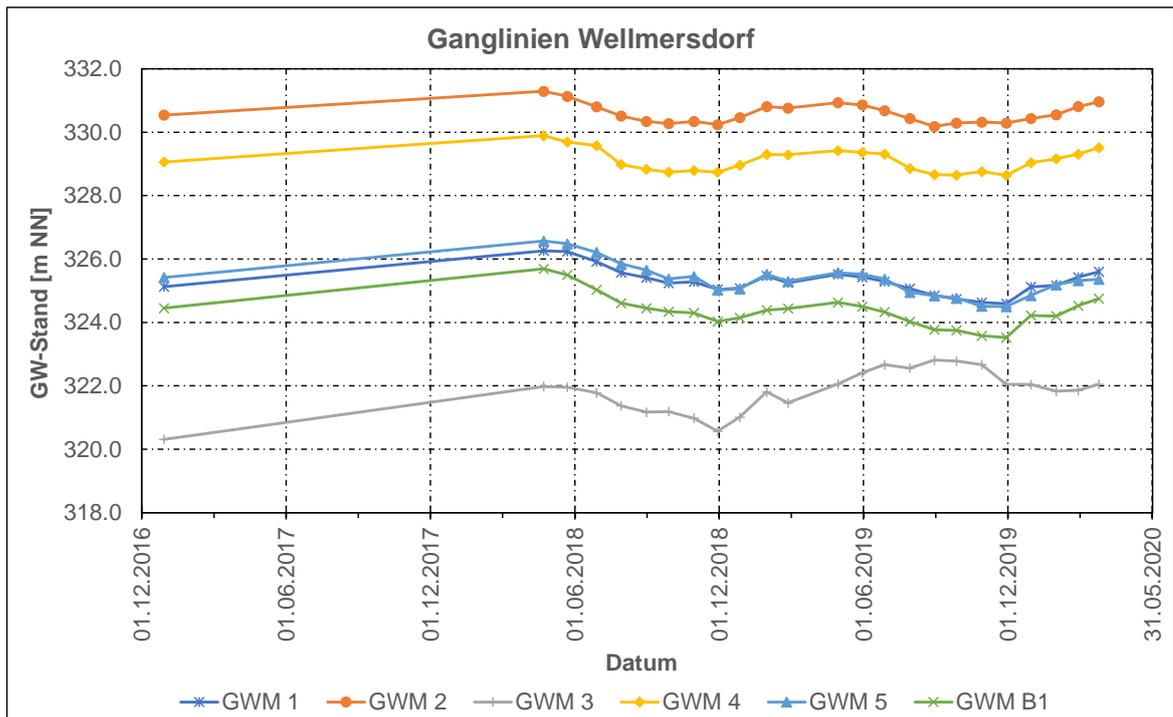


Abbildung 15: Ganglinien der Grundwasserstände im Bereich des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf

2.3.4 Wasserhaushaltsgrößen

Der langjährige Mittelwert des Niederschlags (vieljähriger Mittelwert 1991 bis 2020) für den Standort beträgt 741 mm/a an der Station Lautertal-Oberlauter /26/.

Von besonderer Bedeutung ist die Grundwasserneubildung. Die Grundwasserneubildung wurde als mittlere jährliche Grundwasserneubildung in der letzten modellierten Dekade 2009-2018 für den Bereich Bayern /7/ sowie dem Mittelwert der Grundwasserneubildung des Landkreis Sonneberg von 122 mm/a für den thüringischen Teilbereich des Modellgebietes verwendet /11/. Für den Bereich der Tagebauerweiterung liegen die Mittelwerte demnach zwischen -193,2 mm/a und 139,7 mm/a (siehe Abbildung 16). Für die Erweiterungsfläche des Tagebaus Wellmersdorf bedeutet das für den IST-Zustand eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von ca. 10,95 m³/d (modelltechnisch bezogen auf die Erweiterungsfläche des Tagebaus berechnet).

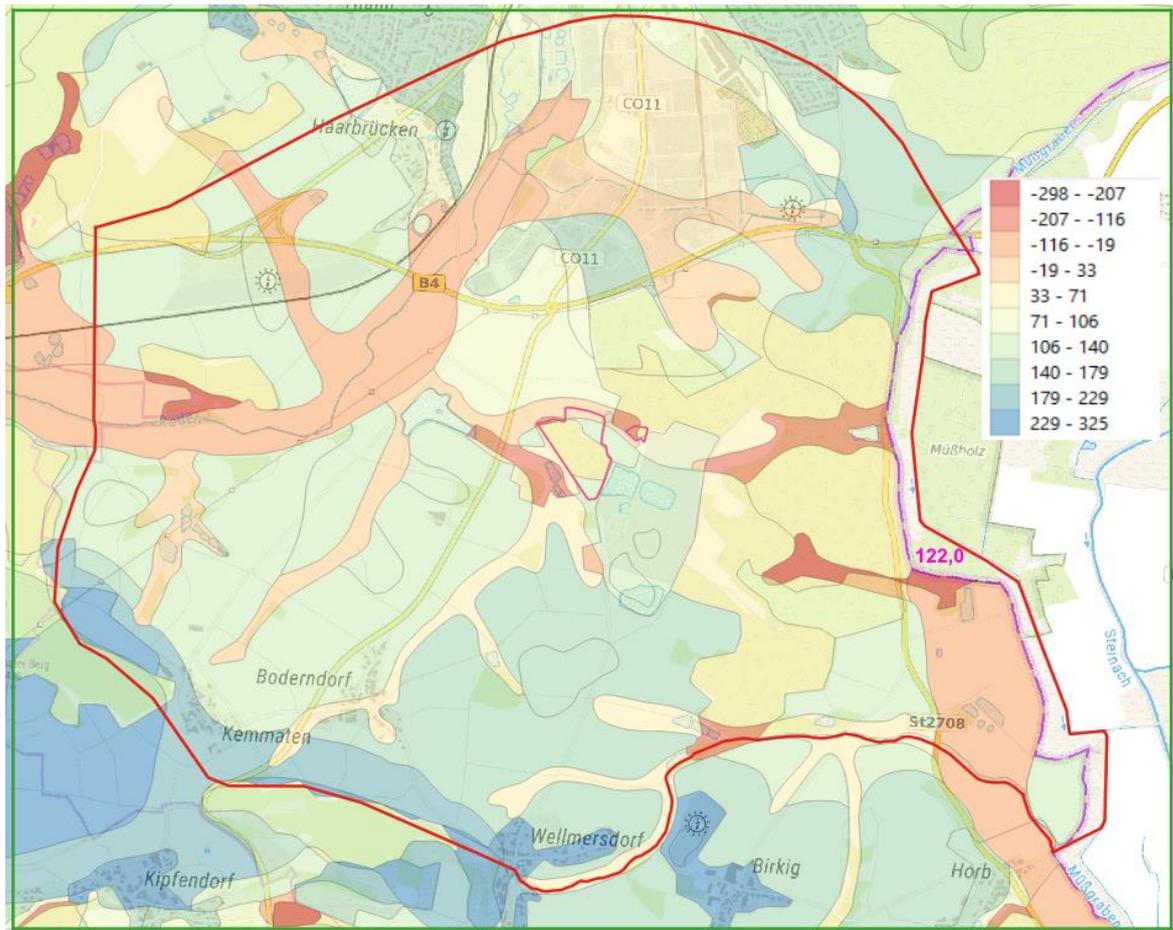


Abbildung 16: Mittlere Grundwasserneubildung (Auszug aus /7/)

Für die folgenden berechneten Wasserhaushaltsgrößen, wurden zwei Zustände betrachtet, die später für die Szenarienberechnungen verwendet werden:

- der Worst-Case, mit Quarzsandgewinnung auf dem Abbaubereich A2 der westlichen Erweiterungsfläche (siehe Abbildung 26) bis auf eine Tiefe von 311 m ü. NN und
- der Zustand nach der Rekultivierung.

Für die Gewinnung auf dem Abbaufeld A2 wird eine vollständig devastierte Fläche des Abbaubereichs A2 angenommen. Die tatsächliche Abbauplanung sieht eine scheibenweise Gewinnung mit sukzessiver Wiederverfüllung während des Gewinnungsprozesses vor. Eine Nassgewinnung findet nicht statt. Die während des Rohstoffabbaus entstehende Wassermenge (Sickerwasser und Niederschlagswasser) wird in einem Pumpensumpf gesammelt (offene Wasserhaltung) und in ein Speicherbecken abgeleitet.

Da der Oberflächenabfluss im Bereich der Abbaufäche nach Aufschluss des Tagebaus entfällt, wird sich wahrscheinlich für den PLAN-Zustand die Grundwasserneubildung erhöhen.

Für den PLAN-Zustand wurde die Grundwasserneubildung für mittlere Verhältnisse mit Hilfe des Modellansatzes nach BAGROV und GLUGLA /27/ abgeschätzt.

Für die Gewinnungsfläche auf den Erweiterungsflächen wurde von folgenden Angaben für den Trockenschnitt ausgegangen:

- Mittlerer Niederschlag 741 mm/a
- Korrekturfaktor¹ 1,10
- Verdunstungsvermögen 650 mm/a
- Effektivitätsbeiwert² 0,4

Damit ergeben sich für die Verdunstung und für die Grundwasserneubildung folgende Werte:

- Verdunstung 330 mm/a
- Grundwasserneubildung 485 mm/a

Für das Ende der Rekultivierung werden die Gewinnungsflächen in die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung sowie Grünland und Hecke überführt (siehe Abbildung 30). Weiterhin entsteht ein Restsee, der kleine Nordteich.

Für die landwirtschaftliche Nutzung wurde von folgenden Annahmen bei der Abschätzung der Grundwasserneubildung ausgegangen:

- Mittlerer Niederschlag 741 mm/a
- Korrekturfaktor 1,10
- Verdunstungsvermögen 650 mm/a
- Effektivitätsbeiwert 3,0

Damit ergeben sich für die Verdunstung und für die Grundwasserneubildung folgende Werte.

- Verdunstung 591 mm/a
- Grundwasserneubildung 224 mm/a

Für die forstwirtschaftliche Nutzung wurde von folgenden Annahmen bei der Abschätzung der Grundwasserneubildung ausgegangen:

- Mittlerer Niederschlag 741 mm/a
- Korrekturfaktor 1,10
- Verdunstungsvermögen 650 mm/a
- Effektivitätsbeiwert 3,7

¹ Korrekturfaktor des Niederschlages: Der Korrekturfaktor für die auf das Bodenniveau gemessene Niederschlagshöhe unter Berücksichtigung des Fehlers der Niederschlagssumme.

² Effektivitätsparameter nach BAGROV. Dieser berücksichtigt in der Berechnungsgleichung von BAGROV die regionale Wasserspeicherkapazität. Die unterschiedlichen Standortbedingungen für die Nutzung des Wasser- und Energieangebots werden durch den Effektivitätsparameter quantifiziert. Für den Effektivitätsparameter sind vorrangig der Interzeptionsspeicher mit der Interzeptionskapazität und der Bodenspeicher mit der nutzbaren Feldkapazität bestimmend.

Damit ergeben sich für die Verdunstung und für die Grundwasserneubildung folgende Werte.

- Verdunstung 607 mm/a
- Grundwasserneubildung 208 mm/a

Für das Grünland wurde von folgenden Annahmen bei der Abschätzung der Grundwasserneubildung ausgegangen:

- Mittlerer Niederschlag 741 mm/a
- Korrekturfaktor 1,10
- Verdunstungsvermögen 650 mm/a
- Effektivitätsbeiwert 3,3

Damit ergeben sich für die Verdunstung und für die Grundwasserneubildung folgende Werte.

- Verdunstung 599 mm/a
- Grundwasserneubildung 216 mm/a

Für das Hecke und Gehölz wurde von folgenden Annahmen bei der Abschätzung der Grundwasserneubildung ausgegangen:

- Mittlerer Niederschlag 741 mm/a
- Korrekturfaktor 1,10
- Verdunstungsvermögen 650 mm/a
- Effektivitätsbeiwert 2,0

Damit ergeben sich für die Verdunstung und für die Grundwasserneubildung folgende Werte.

- Verdunstung 552 mm/a
- Grundwasserneubildung 263 mm/a

Der bodeninterne (hypodermische) Abfluss ist hier im konkreten Fall der Quarzsandgewinnung, sofern überhaupt vorhanden, von untergeordneter Bedeutung. Vielmehr spielen die am Standort vorhandenen Oberflächengewässer eine dominierende Rolle.

Die berechneten Grundwasserneubildungsraten werden dann im Grundwasserströmungsmodell auf den Erweiterungsflächen für Szenarienberechnungen im PLAN-Zustand angesetzt. Aufgrund der Verfüllung der abgebauten Flächen mit neuem Bodenmaterial sind die berechneten Grundwasserneubildungsraten höher.

3 Grundwasserströmungsmodellierung - Hydrogeologische Berechnung

3.1 Allgemeines

Die grundwasserhydraulischen Berechnungen erfolgten mit dem Programmsystem Visual Modflow. Basis für das numerische Grundwasserströmungsmodell ist das erstellte hydrogeologische Strukturmodell.

Die Überführung der Struktur- und Parameter- sowie Ergebnisdaten zwischen GMS (Informationsmodell) und Visual Modflow (Berechnungsmodell) erfolgt problemlos über Datenexport.

Die Abgrenzung des Modellgebietes und Festlegung von äußeren Randbedingungen des Grundwasserströmungsmodells erfolgte ausgehend von geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten.

Mit dem Grundwasserströmungsmodell wird die Grundwassersituation im Modellgebiet dargestellt. Weiterhin können mit dessen Hilfe Aussagen getroffen werden, ob und inwiefern die geplante Tagebauerweiterung den Grundwasserkörper sowie Schutzgebiete beeinflusst.

3.2 Simulationswerkzeuge

Für die Strömungsmodellierung fanden folgende Programmcodes Anwendung:

- Strömungsmodellierung: Visual Modflow Pro, Version 4.6.0.169 /2/,
- Particle Tracking (konservativer Tracer): MODPATH /19/,
- Bilanzen: Zone Budget /18/.

3.3 Aussage-, Modell- und Untersuchungsgebiet

Das Aussagegebiet ist das Gebiet um den Tagebau Wellmersdorf. Dort wird später die geplante Tagebauerweiterung ins Modell integriert und dessen Auswirkungen auf das Grundwasser und Schutzziele bewertet.

Das Modellgebiet oder Bilanzgebiet entspricht dem Gebiet, in dem die Grundwasserströmungsmodellierung stattfindet. Dieses wurde anhand von hydraulischen Randbedingungen unter Berücksichtigung der zu schützenden Objekte definiert.

Die Grundlage zur Abgrenzung des Modellgebietes bildete der Hydroisohypsenplan aus der HK50 /9/ bzw. der dHK100 /10/ vom LfU, die Grundwassergleichenkarte des Neustädter Beckens aus dem hydrogeologischen Gutachten von PIEWAK und Partner GmbH (Anlage 6) /14/), sowie die am Standort durchgeführten Stichtagsmessungen /13/. Bei der HK50 und der dHK100 sind die Isolinien deckungsgleich und wurden laut LfU auf Basis der Karten 1:25.000 bzw. 1:50.000 erstellt. Zu bemerken ist, dass der großräumige Hydroisohypsenplan vom LfU mit Isohypsen in 10 m Abständen keine detaillierte Hydrodynamik enthält und deshalb nur zur groben Orientierung dienen kann. Aufgrund fehlender Grundwassermess-

stellen in Teilbereichen des Modellgebiets war das Erstellen eines aktuellen Hydroisohypsenplans für das gesamte Modellgebiet nicht möglich. Aktuelle Grundwasserstandsdaten liegen nur für den Bereich des Tagebaus vor. Für die Stichtagsmessung 03/2020 wurde für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf ein Hydroisohypsenplan konstruiert, der in den Außenbereichen aufgrund fehlender Messdaten unter Nutzung des Hydroisohypsenplans der HK50 extrapoliert wurde (siehe Abbildung 22).

Die nördliche und die südwestliche Modellgrenze bilden Festpotentialrandbedingungen. Als westliche Modellgrenze wurden eine Festpotentialrandbedingung sowie eine Randstromlinie verwendet, welche auf Basis des großräumigen Hydroisohypsenplans definiert wurde.

Die südöstliche Modellgrenze wurde durch den Röthenbach gebildet.

Die östliche Modellgrenze wurde durch den Müßgraben gebildet.

Das Modellgebiet erstreckt sich bis nordwestlich der Röden, damit die Entnahmebrunnen der SÜC Energie und H₂O GmbH sowie der PRYSMIAN Kabel und Systeme GmbH ins Modell integriert werden können.

Das Untersuchungsgebiet umfasst außer dem Modellgebiet noch einen erweiterten Bereich, in dem sich Aufschlüsse befinden, die v.a. für die Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells verwendet wurden.

In Anlage 9.2.1 ist das Modellgebiet dargestellt.

3.4 Berechnungsverfahren

Zur Durchführung der numerischen Berechnungen wurde ein 3D-Strömungsmodell mit dem Finite-Differenzen-Verfahren verwendet.

Beim Finite-Differenzen-Verfahren wird das zu modellierende Gebiet mit einem Raster aus Rechteckzellen überzogen und die DARCY-Gleichung für jedes einzelne Element berechnet. Die horizontale Diskretisierung ist an rechtwinklig angeordnete Zeilen und Spalten unterschiedlicher Breite gebunden. Die vertikale Diskretisierung in Form von Schichten kann den geologischen Schichtverläufen dadurch angepasst werden, dass die Ober- und Unterkanten für die einzelnen Zellen unabhängig definiert werden können.

Das Differenzenverfahren ist programmtechnisch relativ einfach zu handhaben und die numerische Lösung ist sehr stabil.

3.5 Übergang von der hydrogeologischen Modellvorstellung zum numerischen Modell

3.5.1 Horizontale und vertikale Modelldiskretisierung

Die Eckkoordinaten (Rechtswert, Hochwert) nach DHDN Gauß-Krüger/Bessel Zone 4 (EPSG: 31468) des Modells können wie folgt angegeben werden:

NW-Ecke:	4434400, 5576600	NO-Ecke:	4439400, 5576600
SW-Ecke:	4434400, 5572600	SO-Ecke:	4439400, 5572600

Der Modellrahmen des Modellgebietes ist in Anlage 9.2.1 dargestellt.

Die Rasterweiten des Strömungsmodells betragen 20 m. Das Modell erstreckt sich von Westen nach Osten auf einer Breite von 5.000 m und von Süden nach Norden auf einer Länge von 4.000 m. Insgesamt besteht das Grundwassermodell in der horizontalen Ausdehnung aus 200 Zeilen und 250 Spalten. Die Modellzellen, die sich außerhalb des Modellgebietes befinden, gelten für die Strömungsmodellierung als inaktive Zellen.

Vertikal wurde das Strömungsmodell in 11 hydrogeologischen Einheiten, entsprechend der hydrogeologischen Strukturmodellierung, gegliedert. Aufgrund der teilweise großen Mächtigkeiten der Buntsandsteine und im Hinblick auf die numerische Stabilität des Strömungsmodells wurden der obere Buntsandstein in zwei Schichten und der untere Buntsandstein in 3 Modellschichten unterteilt. Damit besteht das Grundwasserströmungsmodell aus 14 Modellschichten.

- Modellschicht 1: Auffüllung
- Modellschicht 2: Schluff
- Modellschicht 3: Sand
- Modellschicht 4: Schluff 2
- Modellschicht 5: Kies
- Modellschicht 6: Sand 2
- Modellschicht 7: Schluff 3
- Modellschichten 8, 9: oberer Buntsandstein
- Modellschicht 10: Übergangsschicht
- Modellschicht 11: Tonstein
- Modellschichten 12, 13, 14: unterer Buntsandstein

Die Modelloberkante wurde anhand der Daten des digitalen Geländemodells DGM1, DGM5 und DGM25 /3/, /29/ gebildet. Als Modellunterkante wurde eine Höhenlage von 120 m ü NN gewählt. Damit werden die Tiefbrunnen der SÜC Energie und H₂O GmbH sowie der PRYSMIAN Kabel und Systeme GmbH mit ihren Filterlagen gut abgebildet.

3.5.2 Geohydraulische Modellparameter

Die im Grundwasserströmungsmodell angesetzten k_f -Werte orientieren sich zunächst an Werten aus dem Internetportal des LfU /25/. Nach /25/ beträgt der k_f -Wert des mittleren Buntsandsteins $>1E-06$ m/s bis $1E-04$ m/s.

Weiterhin wurde sich an k_f -Werte orientiert, die an den Standorten der Grundwassermessstellen GWM 1 bis GWM 5 für den Buntsandstein im Rahmen von Pumpversuchen ermittelt wurden /14/. Hier liegen die Werte zwischen $1,8E-07$ m/s und $6,4E-06$ m/s mit einem Mittelwert von $2,9E-06$ m/s.

Jede Modellschicht wurde zunächst mit einem einheitlichen k_f -Wert im Bereich der Verbreitung der jeweiligen Lithologien belegt, der während der Modellkalibrierung auch unter Berücksichtigung von Literaturwerten modifiziert wurde. Tabelle 3 enthält die im Strömungsmodell verwendeten Modellparameter nach der Kalibrierung.

Tabelle 3: Zusammenstellung der verwendeten Modellparameter

Modell-schicht-Nr.	Schicht-Bezeichnung	Lithologie	k_x [m/s]	k_y [m/s]	k_z [m/s]	n [-]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	S_y [-]
1	Auffüllung, Boden	Auffüllung, Boden, ...	1,0E-5	1,0E-5	1,0E-6	0,35	0,25	1,0E-4	0,2
2	Schluff	Schluff	2,0E-6	2,0E-6	2,0E-7	0,40	0,1	5,0E-4	0,08
3	Sand	Mittelsand, Feinsand	5,0E-4	5,0E-4	5,0E-5	0,35	0,2	1,0E-4	0,15
4	Schluff	Schluff	2,0E-6	2,0E-6	2,0E-7	0,40	0,1	5,0E-4	0,08
5	Kies	Feinkies	2,0E-3	2,0E-3	2,0E-4	0,30	0,22	1,0E-4	0,17
6	Sand	Mittelsand, Feinsand	5,0E-4	5,0E-4	5,0E-5	0,35	0,2	1,0E-4	0,15
7	Schluff	Schluff	2,0E-6	2,0E-6	2,0E-7	0,40	0,1	5,0E-4	0,08
8, 9	Buntsandstein	Sandstein	4,0E-7 bis 9,0E-5	4,0E-7 bis 9,0E-5	4,0E-8 bis 9,0E-6	0,30	0,15	2,5E-5	0,12
10	Buntsandstein / Übergangsschicht	Sandstein	4,0E-7 bis 8,0E-5	4,0E-7 bis 8,0E-5	4,0E-8 bis 8,0E-6	0,30	0,15	2,5E-5	0,12
11	Tonstein / Schluffstein	Tonstein, Schluffstein	5,0E-7	5,0E-7	5,0E-8	0,40	0,10	5,0E-6	0,05
12, 13, 14	Buntsandstein	Sandstein	2,4E-7 bis 7,0E-5	2,4E-7 bis 7,0E-5	2,4E-8 bis 7,0E-6	0,30	0,15	2,5E-5	0,12

Einige lithologische Horizonte sind nicht im gesamten Modellgebiet verbreitet. Um die Konsistenz hinsichtlich der Schichtverbreitung im Strömungsmodell beizubehalten, wurden in den Bereichen der Nichtverbreitung eine Mächtigkeit von 0,10 m angesetzt und die k_F -Werte der darunter liegenden Modellschicht in den Bereichen der Nichtverbreitung übertragen.

3.5.3 Modellrandbedingungen

Die im Strömungsmodell berücksichtigten hydraulischen Randbedingungen sind in der Abbildung 17 dargestellt und in den folgenden Abschnitten beschrieben. Die wesentlichen Modellrandbedingungen bilden die Fließgewässer im Osten und Südosten des Modellgebietes sowie Festpotentialrandbedingungen im Norden, Westen und Südosten des Modellgebietes. Weiterhin wurden innere Randbedingungen für die Röden, die Förderbrunnen der SÜC und PRYSMIAN, die Wasserbecken sowie die Wasserhaltung (Fassung von Sickerwasser und Niederschlagswasser) im Bereich der aktuellen Gewinnung in das Modell implementiert.

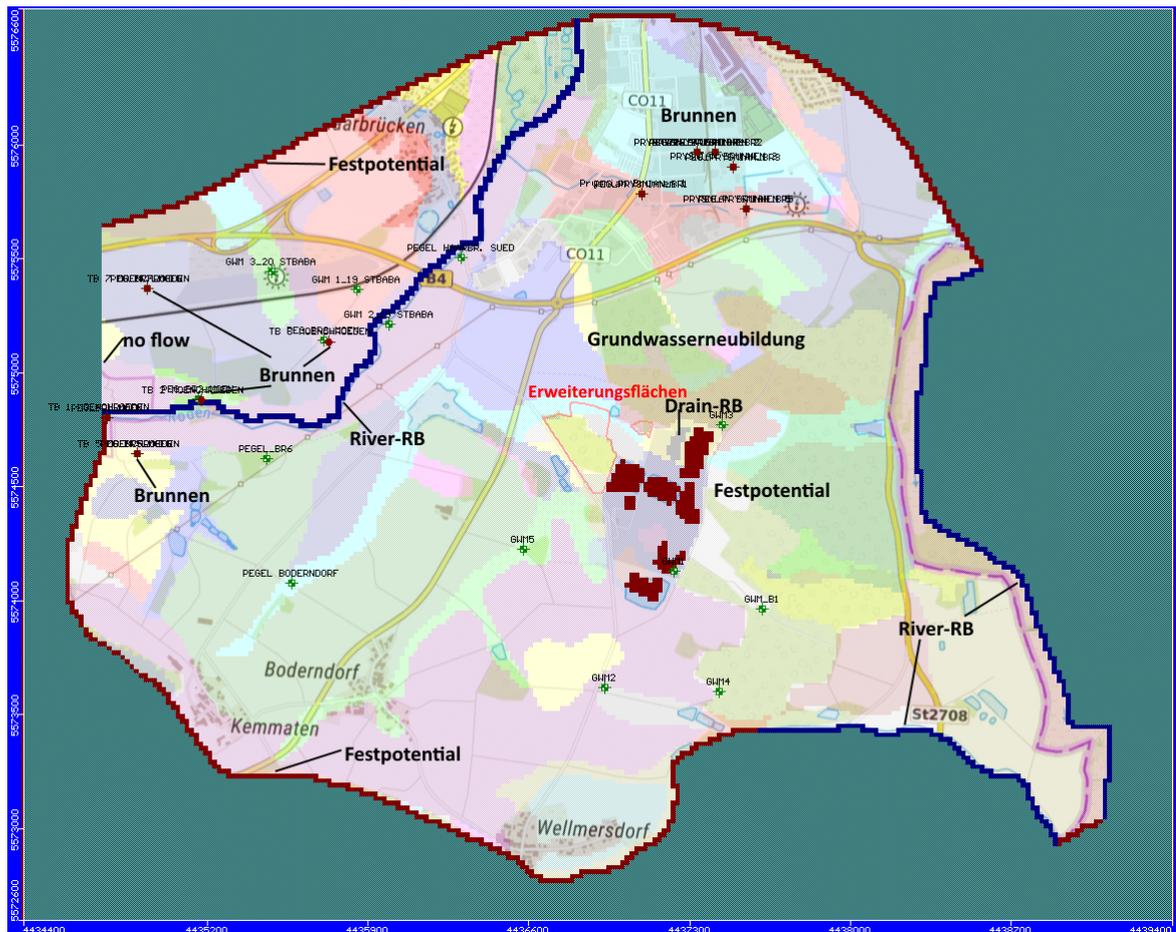


Abbildung 17: Modellrandbedingungen des Strömungsmodells

3.5.3.1 Randbedingung 1. Art (RB am Modellrand, Randstromlinien, Wasserbecken)

Die Randbedingung 1. Art wird angewendet, wenn Festpotentiale vorliegen (z. B. große Gewässer) oder wenn keine Rückwirkung auf die Strömung am Modellrand eintritt.

Die Festpotentialrandbedingungen wurden im Norden, Westen und Südosten des Modellgebietes angesetzt.

Im Nordwesten des Modellgebietes bildet die Randstromlinie einen Teil der Modellgrenzen. Dort findet kein Zu- und Abstrom statt (no-flow-Randbedingung).

Weiterhin wurden die Wasserbecken mit ihren bekannten Wasserständen aus dem Risswerk 10/2020 als Festpotentialrandbedingungen im Modell berücksichtigt.

3.5.3.2 Randbedingung 2. Art

Als Randbedingung 2. Art wurde die Grundwasserneubildung in das Modell integriert. Die Grundwasserneubildung wurde als mittlere jährliche Grundwasserneubildung in der letzten modellierten Dekade 2009-2018 (mm/a) für den Bereich Bayern /7/ am oberen Modellrand angesetzt. Für den thüringischen Teilbereich des Modellgebietes wurde der Mittelwert der Grundwasserneubildung des Landkreis Sonneberg von 122 mm/a verwendet /11/. Für den

Bereich der Tagebauerweiterung liegen die Werte zwischen -193,2 mm/a und 139,7 mm/a (Abbildung 16).

3.5.3.3 Randbedingung 3. Art

Die Fließgewässer bilden wichtige Randbedingungen im Modellgebiet. Im Grundwasserströmungsmodell wurden der Müßgraben und der Röthenbach als Randbedingungen 3. Art (sog. Fluss-Randbedingungen oder River-RB) am Modellrand berücksichtigt. Weiterhin wurden die Röden als weitere Randbedingungen 3. Art innerhalb des Modellgebietes angesetzt. Liegt der Grundwasserspiegel höher als die Flusssohle, erfolgt eine lineare Wechselbeziehung nach dem Darcy-Gesetz. Bei niedrigerem Grundwasserstand erfolgt eine konstante Versickerung entsprechend der Sohdurchlässigkeit, d.h., das Modell schaltet intern zur Randbedingung 2. Art um. Für den k_f -Wert der Kolmationsschicht wurde erfahrungsgemäß ein Wert von $1,0E-6$ m/s in den Modellzellen mit der Fluss-Randbedingung angesetzt.

Als Oberflächenwasserstände standen die Werte der Röden (Pegel Mönchröden) zur Verfügung /15/. Bei den anderen Oberflächengewässern wurden die Wasserstände aus der topografischen Karte abgeschätzt und im Rahmen der Modellkalibrierung angepasst.

3.5.3.4 Brunnenrandbedingungen

Im Modellgebiet befinden sich im Nordosten die Tiefbrunnen der PRYSMIAN Kabel und Systeme GmbH und im Nordwesten die Tiefbrunnen der SÜC Energie und H₂O GmbH, die für das Grundwasserströmungsmodell von Relevanz sind.

Im Grundwasserströmungsmodell wurden die beim Wasserwirtschaftsamt Kronach und bei den Brunnenbetreibern (SÜC und PRYSMIAN) recherchierten und in der Tabelle 4 enthaltenen relevanten Brunnen mit ihren Entnahmemengen implementiert.

Tabelle 4: Brunnen mit Entnahmemengen

Brunnen	Rechtswert GK4	Hochwert GK4	Mittlere Förderrate 03/2020 [m ³ /d]
TB 2 Mönchröden	4435173,00	5574880,00	385,19
TB 5 Mönchröden	4434897,00	5574645,00	411,07
TB 8 Mönchröden	4435729,00	5575135,00	951,27
TB 1 Mönchröden	4434765,00	5574805,00	575,34
TB 7 Mönchröden	4434940,00	5575370,00	198,68
Prysmian Brunnen 1	4437090,54	5575786,14	376,77
Prysmian Brunnen 2	4437409,29	5575967,78	553,23
Prysmian Brunnen 3	4437487,69	5575905,05	105,81
Prysmian Brunnen 4	4437330,15	5575968,71	105,81
Prysmian Brunnen 5	4437544,86	5575718,96	138,71

3.5.3.5 Tagebauentwässerung

Im Bereich des Tagebaus befinden sich zahlreiche Wasserbecken (Absetzbecken, Frischwasserbecken, Speicherbecken) sowie die Aufbereitungsanlage. Die Abbildung 13 zeigt

den internen Wasserkreislauf des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf einschl. Beschreibung.

Geplant ist eine Gewinnungssohle von 311 m ü. NN. Auf dieser Höhe soll der Sickerwasserspiegel auf der Abbaufäche gehalten werden. Im Modell wurde das mit Hilfe der Randbedingung Drain auf der Abbaufäche berücksichtigt. Laut Information von CEMEX wird im Gewinnungsfeld zum Trockenhalten des Tagebaus eine Wassermenge von ca. 100 m³/h über 16 Stunden (insgesamt 1.600 m³/d) abgepumpt. Im Rahmen der Modellkalibrierung soll diese Menge mit der Drain-Randbedingung modelltechnisch gefasst werden.

3.5.3.6 Anfangsbedingungen

Im gesamten Modellgebiet werden die folgenden 6 Grundwassermessstellen im Bereich des Tagebaus Wellmersdorf regelmäßig gemessen:

- GWM B1
- GWM1
- GWM2
- GWM3
- GWM4
- GWM5

Weiterhin wurden die Betriebswasserständen der Brunnen sowie die Wasserstände der neu errichteten Grundwassermessstellen des Straßenbauamtes Bamberg, die zu früheren Zeitpunkten gemessen wurden, berücksichtigt.

Mit den vorhandenen Messstellen konnte keine flächendeckende Interpolation der Grundwasserstände auf das gesamte Modellgebiet durchgeführt werden. Deshalb wurde der Anfangswasserstand zunächst auf Basis vom großräumigen Hydroisohypsenplan des LfU /8/ für mittlere Verhältnisse unter Berücksichtigung der gemessenen Wasserstände erstellt. Dieser Hydroisohypsenplan diente zur Orientierung (siehe Abbildung 14). Die Werte wurden auf die Modellzellen interpoliert.

Hinsichtlich der hydrologischen Verhältnisse im Modellgebiet für den Kalibrierzeitraum 03/2020 kann von mittleren Verhältnissen ausgegangen werden. Die Mittelwerte an den GWMS für die Messreihe 2016 bis 2020 weichen nur unwesentlich von den Messwerten vom 03/2020 ab (Mittelwert der Differenzen von ca. 0,28 m), und liegen somit innerhalb des natürlichen Schwankungsbereiches.

Zu bemerken ist, dass nur die Grundwasserstände im Bereich des Tagebaus zum Stichtag gemessen wurden. Die zusätzlich verwendeten Grundwasserstände der Förderbrunnen und der neuen Grundwassermessstellen des Straßenbauamtes Bamberg im Bereich der Brücke an der B4 dienen nur zur Orientierung, da sie zu früheren Zeitpunkten gemessen wurden.

3.6 Modellkalibrierung – IST-Zustand

Nach der Implementierung der Randbedingungen und Parametrierung des Strömungsmodells wurde die stationäre Modellkalibrierung anhand der Stichtagsmessung von 03/2020 durchgeführt. Diese Stichtagsmessung beschreibt einen mittleren Zustand hinsichtlich der hydrologischen Verhältnisse im Modellgebiet. Dieser Zustand stellt den IST-Zustand dar. Die Modellkalibrierung wurde in erster Linie mittels Anpassung der hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte und der Modellrandbedingungen im Modellgebiet durchgeführt. Weiterhin diente die Wassermenge, die über die Drain-Randbedingung im Abbaufeld gehoben wird, als Kalibriergröße. Dabei wurden die Drain-Parameter und die umgebenden Durchlässigkeitsbeiwerte angepasst, bis die modelltechnisch berechnete Wassermenge gleich der tatsächlichen Wassermenge von 1.600 m³/d ist.

Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden die k_f -Werte der hydrogeologischen Einheiten, vor allem des Buntsandsteins, angepasst. Die infolge der Modellkalibrierung angepassten k_f -Werte der Modellschichten sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Güte der Anpassung des Strömungsmodells an natürliche Verhältnisse wurde über den Modellfehler quantifiziert und nach Gegenüberstellung der berechneten und gemessenen Grundwasserstände bewertet.

3.6.1 Gesamtbilanz und numerische Bilanz

Geringe Fehler in der numerischen Massenbilanz sind das wichtigste Kriterium für ein ordnungsgemäßes numerisches Arbeiten des Modells. Hierbei werden für jeden Zeitschritt die Summen aller zu- und abströmenden Bilanzwassermengen gegeneinander aufgerechnet. Der Zeitbedarf des Modells für die Berechnung eines Zeitschritts ist u. a. abhängig von den je Zeitschritt notwendigen Iterationen des Gleichungslösers. Da das vorliegende Modell stationär ist, wird nur ein Zeitschritt berechnet.

Generell sollte der Bilanzfehler unter 1 % liegen. Im vorliegenden Fall betragen der Bilanzfehler und der kumulative Bilanzfehler (bezogen auf das Gesamtmodell) 0,02 % (Abbildung 18).

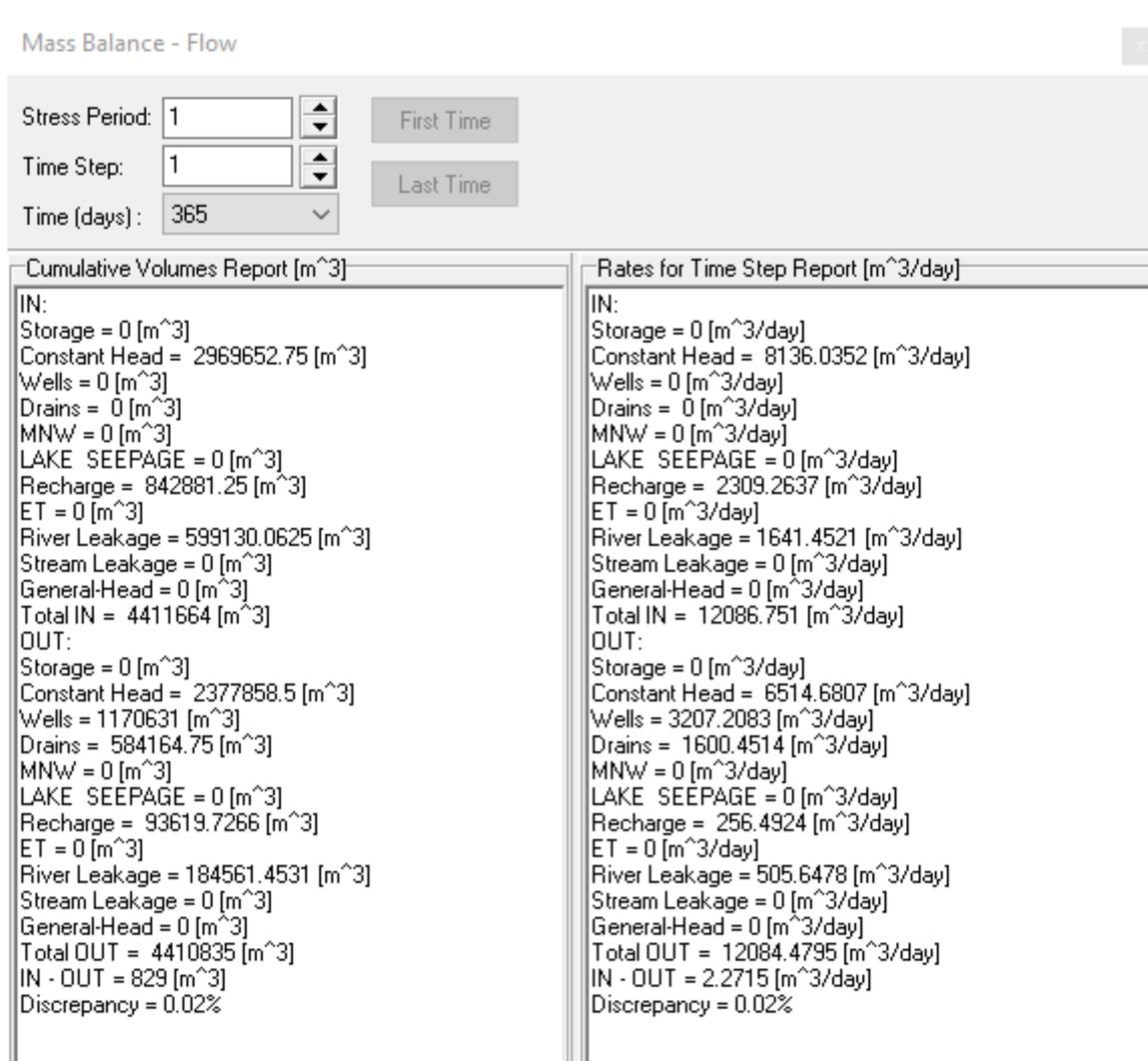


Abbildung 18: Massenbilanz - Kalibrierung

3.6.2 Gegenüberstellung der berechneten und gemessenen Grundwasserstände

Für die Modellkalibrierung wurden die o.g. Grundwassermessstellen im Modellgebiet verwendet.

Um die Kalibrierung des Modells weiterhin zu überprüfen, wurde der Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Grundwasserständen an den GWMS in einem X-Y-Plot grafisch dargestellt (Abbildung 19). Die berechneten Grundwasserstände an den GWMS wurden dabei auf der Ordinate und die gemessenen auf der Abszisse aufgetragen. Jedes in der Grafik dargestellte Symbol repräsentiert einen Messpunkt. Bei einer sehr guten Anpassung würden die Punkte alle auf der 45°-Diagonale oder eng um diese herum liegen. Ein Punkt oberhalb dieser Diagonale bedeutet ein zu hoch berechnetes hydraulisches Potential, bei einem darunter liegenden Punkt ist es entsprechend umgekehrt. Es wurde ein Korrelationskoeffizient von 0,995 für das kalibrierte Strömungsmodell berechnet. Dieser deutet auf eine sehr gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Werten hin.

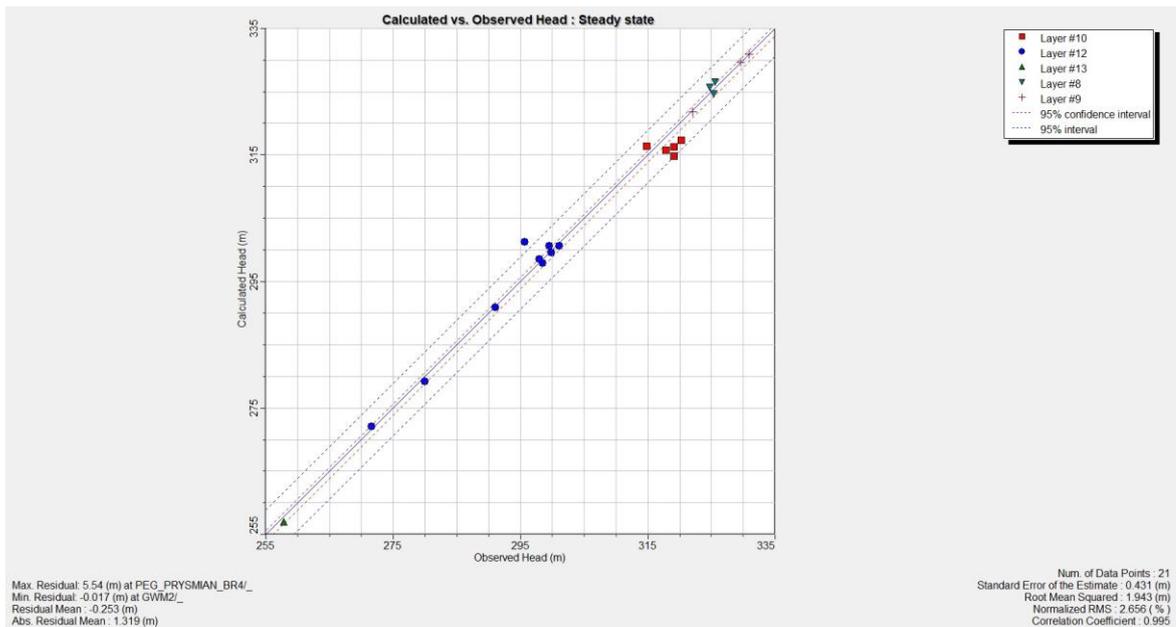


Abbildung 19: X-Y-Plot zum Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserstände – Modellkalibrierung 03/2020

Die Gegenüberstellung der gemessenen und im Rahmen der Modellkalibrierung berechneten Grundwasserstände an den Messstellen befindet sich in Tabelle 5 und Abbildung 20. Statistisch wurde ein Mittelwert der Differenz zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen von -0,25 m ermittelt. Die mittlere absolute Abweichung beträgt dabei 1,32 m. Die größten Abweichungen ergaben sich am Standort PRYMIAN_BR4 mit 5,54 m und an der Messstelle GWM3/20_StBaBa mit -4,29 m. Die Messwerte wurden zu früheren Zeitpunkten gemessen (es liegen keine aktuelle Werte vor) und sind deshalb für den ausgewählten Zeitpunkt nicht repräsentativ.

Für die Grundwassermessstellen im Bereich des Tagebaus wurde ein Mittelwert der Differenz zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen von +0,20 m mit einer Standardabweichung von 0,27 m ermittelt. Die mittlere absolute Abweichung beträgt dabei 0,50 m. Weiterhin wurde das hydraulische Regime gut abgebildet.

Tabelle 5: Gemessene und berechnete Grundwasserstände an Grundwassermessstellen mit Differenzen – Modellkalibrierung 03/2020

GWMS	Rechtswert	Hochwert	gemessen [m ü NN]	berechnet [m ü NN]	Diff. ber.-gem. [m]	Diff. abs. ber.-gem. [m]
GWM 1_19 STBABA	4435851,0	5575365,0	317,85	315,74	-2,11	2,11
GWM 2_19 STBABA	4435990,0	5575215,0	319,14	316,30	-2,84	2,84
GWM 3_20 STBABA	4435480,0	5575444,0	319,15	314,86	-4,29	4,29
GWM_B1	4437615,0	5573966,0	324,75	325,73	0,98	0,98
GWM1	4437230,0	5574131,0	325,60	326,56	0,96	0,96
GWM2	4436930,0	5573621,0	330,96	330,94	-0,02	0,02
GWM3	4437440,0	5574771,0	322,05	321,82	-0,23	0,23
GWM4	4437430,0	5573604,0	329,51	329,68	0,17	0,17
GWM5	4436579,0	5574228,0	325,36	324,70	-0,66	0,66
PEG_BR1_MOEN	4434765,0	5574805,0	301,10	300,57	-0,53	0,53
PEG_BR2_MOEN	4435163,0	5574888,0	299,83	299,56	-0,27	0,27
PEG_BR5_MOEN	4434897,0	5574645,0	291,10	290,84	-0,26	0,26
PEG_BR7_MOEN	4434940,0	5575370,0	298,53	297,91	-0,62	0,62

GWMS	Rechtswert	Hochwert	gemessen [m ü NN]	berechnet [m ü NN]	Diff. ber.– gem. [m]	Diff. abs. ber.– gem. [m]
PEG_BR8_MOEN	4435709,0	5575142,0	298,00	298,53	0,53	0,53
PEG_PRYSMIAN_BR1	4437091,0	5575786,0	271,64	272,06	0,42	0,42
PEG_PRYSMIAN_BR2	4437409,0	5575968,0	299,60	300,62	1,02	1,02
PEG_PRYSMIAN_BR3	4437488,0	5575905,0	280,00	279,15	-0,85	0,85
PEG_PRYSMIAN_BR4	4437330,0	5575969,0	295,68	301,22	5,54	5,54
PEG_PRYSMIAN_BR5	4437545,0	5575719,0	257,81	257,01	-0,80	0,80
PEGEL HAARBR. SUED	4436306,0	5575505,0	320,30	317,29	-3,01	3,01
PEGEL_BR6	4435461,0	5574626,0	314,78	316,36	1,58	1,58

Anzahl	21	21
Minimum	-4,29	0,02
Maximum	5,54	5,54
Mittelwert	-0,25	1,32
Standardabweichung	1,97 m	
Korrelationskoeffizient	0,995	

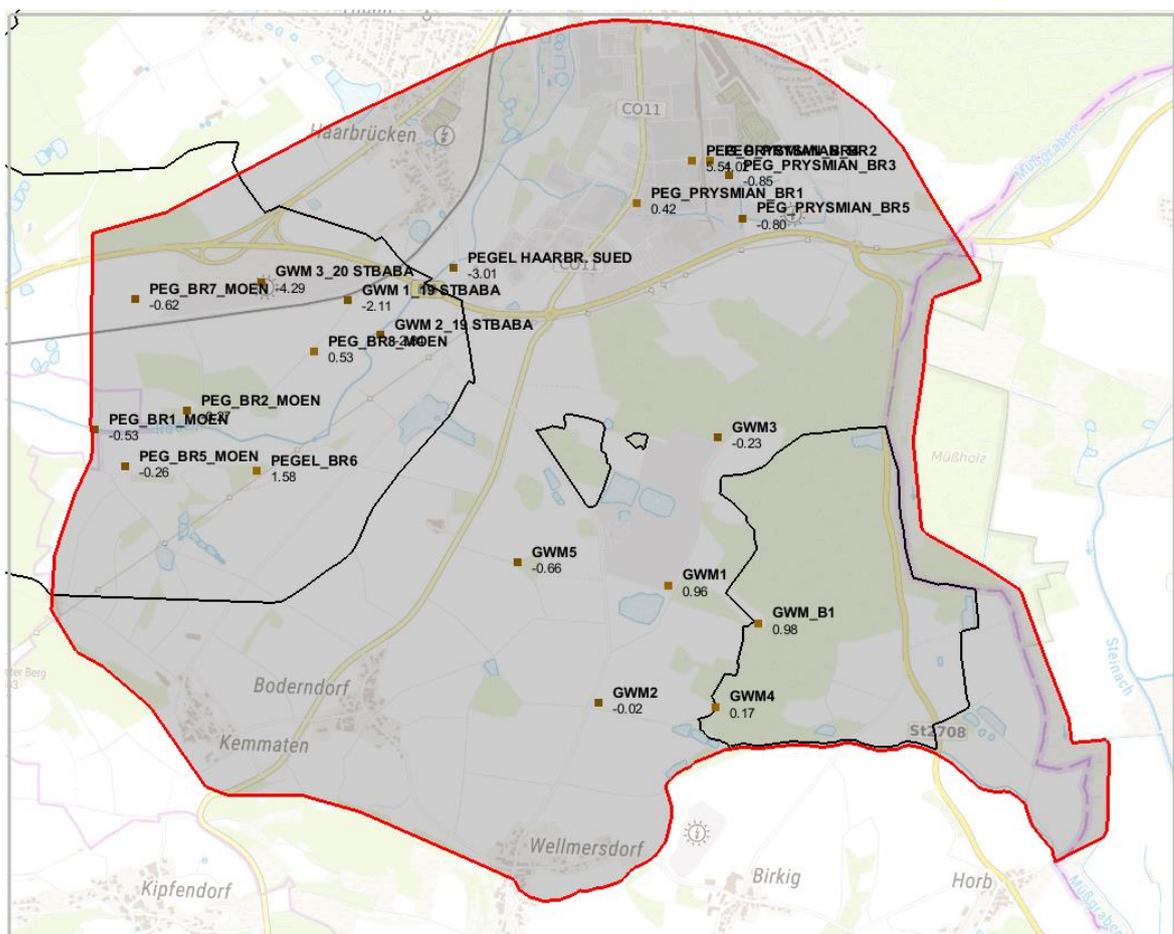


Abbildung 20: Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Wasserständen an Grundwassermessstellen – Modellkalibrierung 03/2020

Die Abbildung 21 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen. Ca. 30 % der Messstellen weisen Differenzen

von $> -0,50$ m bis $\leq 0,50$ m auf. Ca. 71 % der Differenzen befinden sich zwischen $> -1,5$ m und $\leq 1,5$ m.

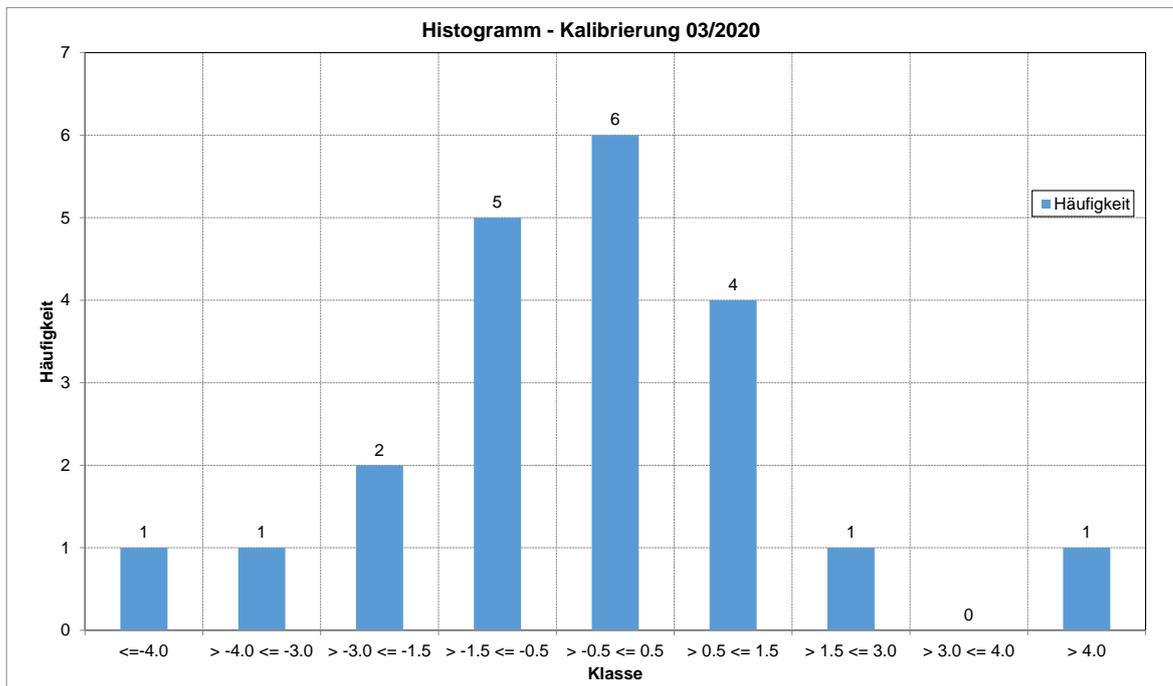


Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen – Modellkalibrierung 03/2020

Die Abbildung 22 zeigt den konstruierten Hydroisohypsenplan für den oberen Grundwasserleiter zur Stichtagsmessung 03/2020 für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf. Die Abbildung 23 zeigt den modelltechnisch berechneten Hydroisohypsenplan nach der Modellkalibrierung.

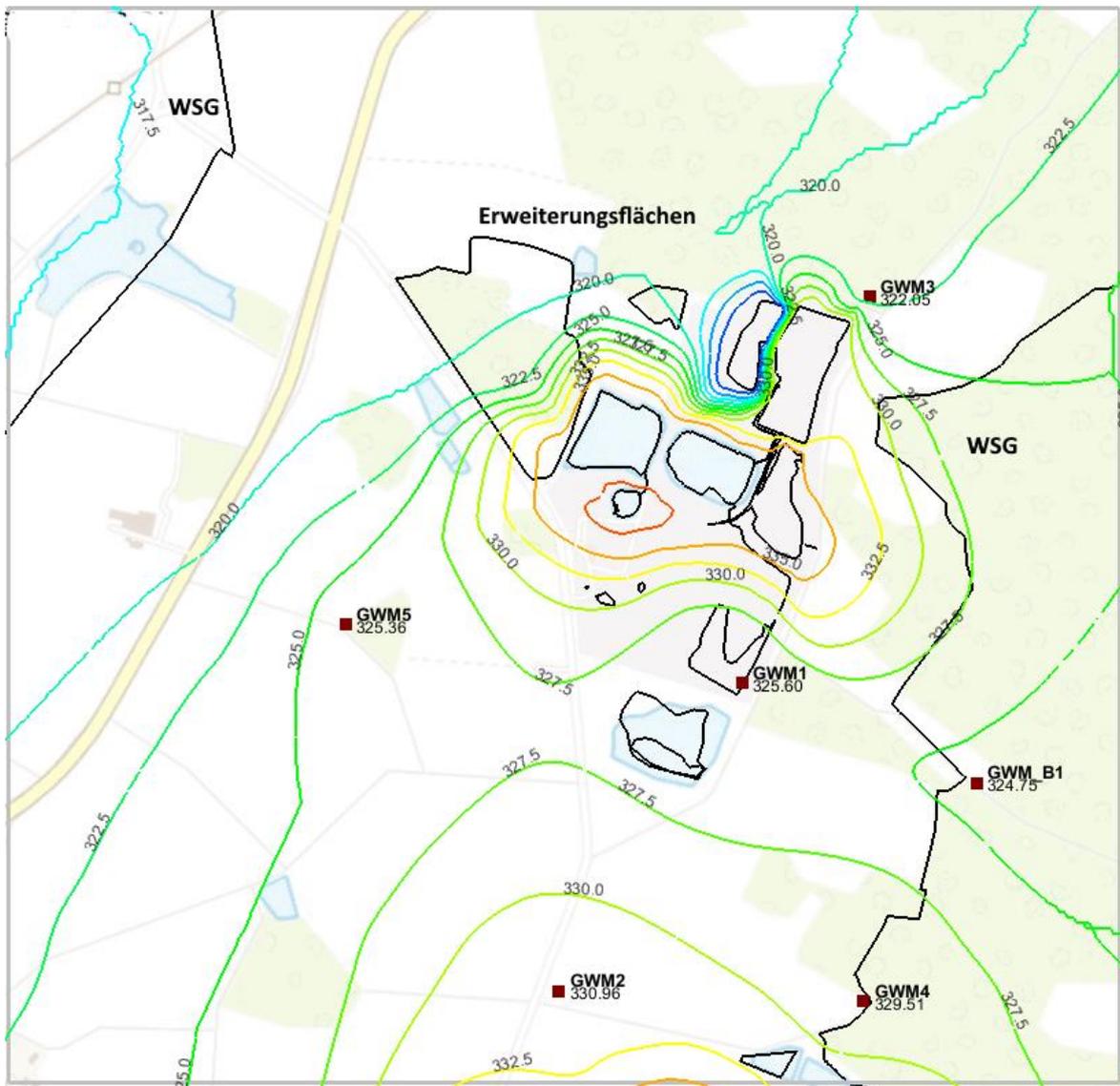


Abbildung 22: Hydroisohypsenplan aus gemessenen GW-Ständen für den oberen Grundwasserleiter zur Stichtagsmessung 03/2020 für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf unter Berücksichtigung der Beckenwasserstände

Y:\PROJEKT\2019\196016GT_1837.FG\1DOK\230_Berichte\06_A9_Hydrogeol_GA_BGD\2021-11-03_Wellmersdorf_A9_Hydrogeol-Gutachten_ora.docx



Abbildung 23: Hydroisohypsenplan berechnet nach Modellkalibrierung für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf

Der Vergleich zwischen berechneten Hydroisohypsen und Hydroisohypsen aus gemessenen Wasserständen für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf zeigt eine gute Übereinstimmung. Das hydraulische Fließregime wurde mit dem kalibrierten Modell gut abgebildet. Der Grundwasserabstrom im Bereich des Tagebaus erfolgt zunächst von Süden nach Norden. An der nördlichen Grenze des Tagebaus wird der Grundwasserstrom aufgrund der durch den aktiven Bergbau verursachten Senke geteilt. Ein Teil des Grundwassers strömt weiter in Richtung Norden und dann zum Standort der Brunnen PRYSMIAN. Ein anderer Teil des Grundwasserstroms wird nach Osten umgelenkt in Richtung des aktiven Bergbaus, wie Abbildung 24 mit den berechneten Strombahnlinien zeigt. Die Startpunkte für die Partikel wurden an den Grenzen der Flächenerweiterungen gesetzt.

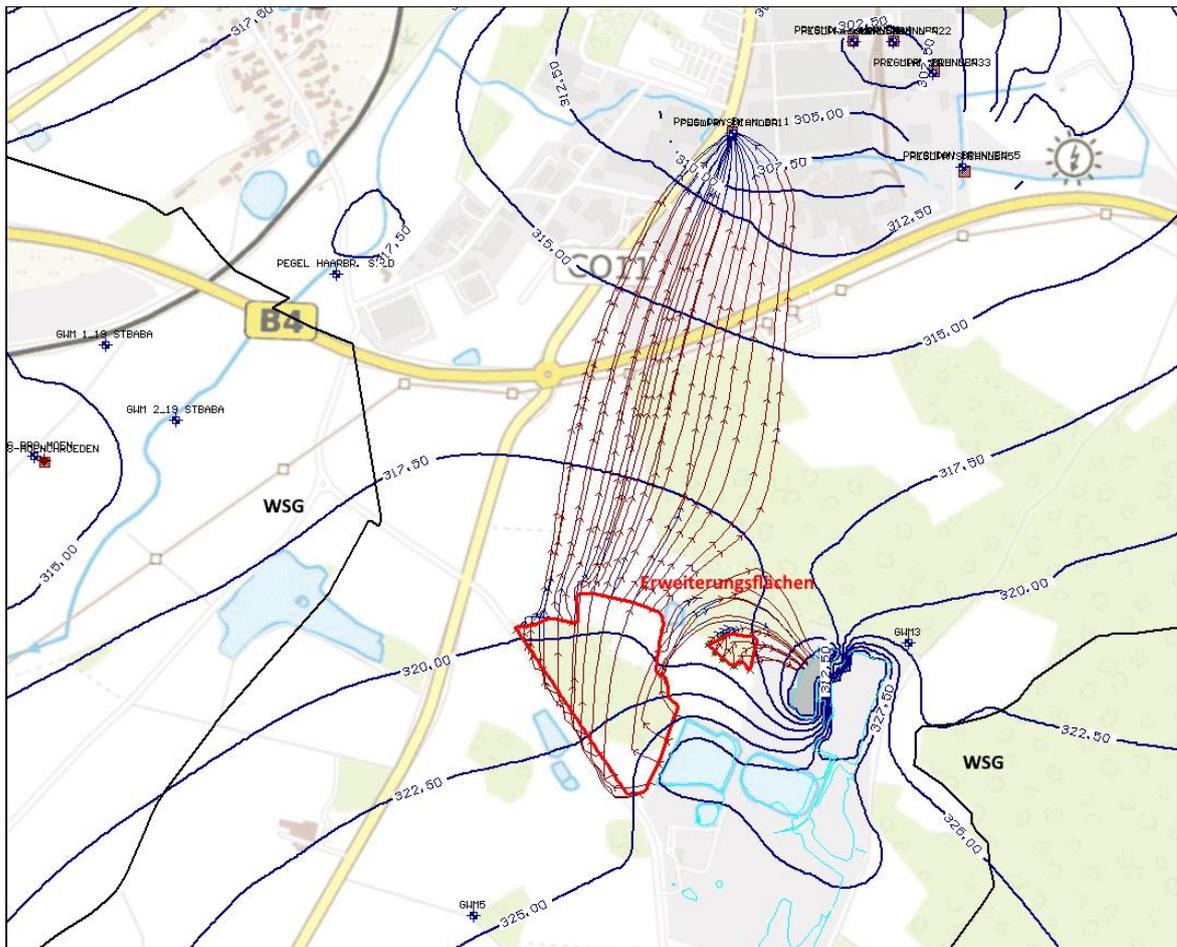


Abbildung 24: Berechnete Strombahnlinien vorwärts nach Modellkalibrierung ausgehend von den Erweiterungsflächen

Aufgrund der geringen Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Grundwasserständen (mittlere absolute Abweichung, Korrelationskoeffizient) sowie des modelltechnisch abgebildeten hydraulischen Fließregimes ist das Modell geeignet, für Variantenberechnungen eingesetzt zu werden.

Das Ergebnis der Simulationsrechnung nach Modellkalibrierung befindet sich in Anlage 9.2.2.1 als Hydroisohypsenplan. Am nördlichen Rand der Erweiterungsflächen beträgt das berechnete Druckpotential ca. 319 m ü. NN.

Die Anlage 9.2.2.2 stellt den Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus Wellmersdorf nach Modellkalibrierung dar. Auf den Erweiterungsflächen beträgt der berechnete Grundwasserflurabstand ca. 7,5 bis 21 m auf der westlichen und ca. 20 bis 27 m auf der östlichen Fläche. Die GOK befindet sich bei ca. 333 m ü. NN (im Nordwesten) bis 345 m ü. NN (im Osten) für die westliche Erweiterungsfläche sowie 340 bis 346 m ü. NN für die östliche Erweiterungsfläche.

3.6.3 Berechnete Wasserbilanz für den Bereich der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf

Für den IST-Zustand wurde modelltechnisch eine Bilanzzone für die Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf definiert (Abbildung 25) und die Wasserbilanz mit dem „Zone Budget“ /19/ berechnet.

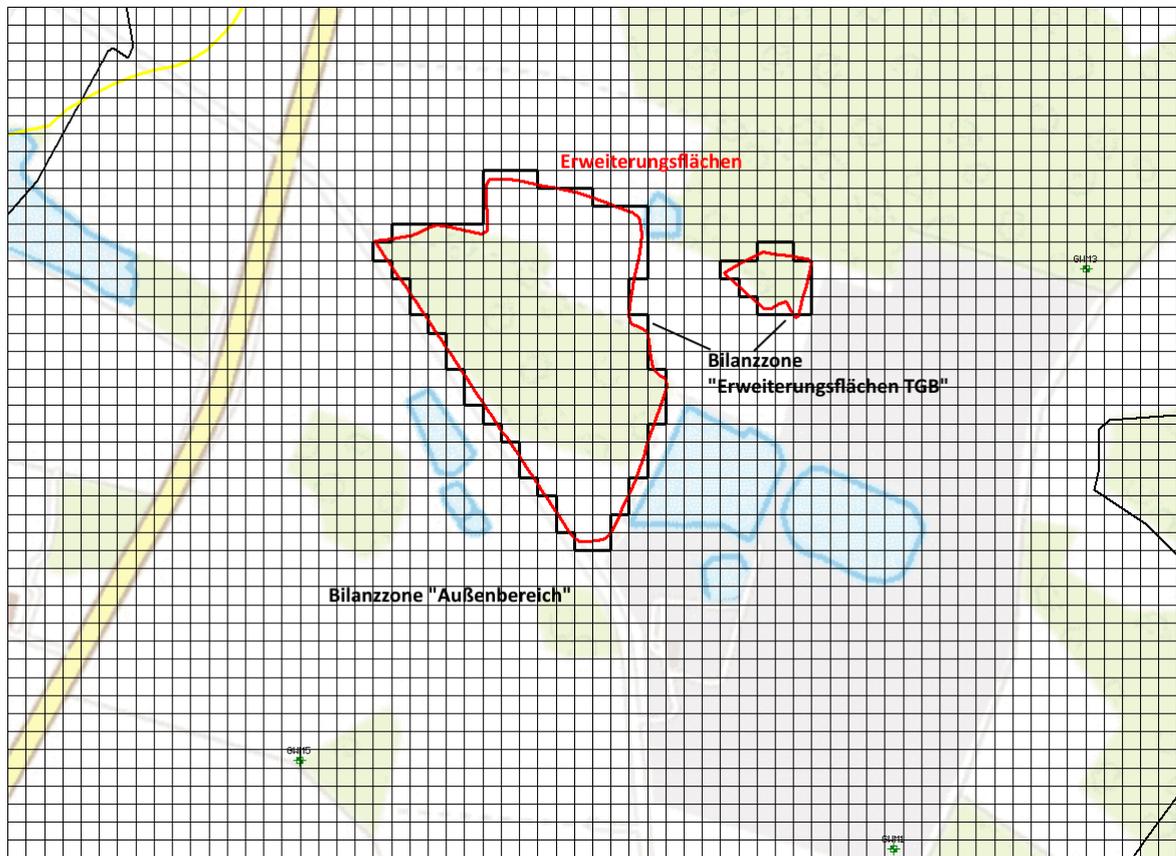


Abbildung 25: Bilanzzone für die Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf

Das Ergebnis der Wasserbilanzrechnung einschl. Abstrommengen ist in Tabelle 6 zusammenfassend dargestellt. Die Bilanzzone wurde vertikal bis in eine Tiefe von 311 m ü. NN, der späteren Gewinnungssohle, berücksichtigt. Der Input in diese Bilanzzone beträgt ca. 22,5 m³/d und besteht aus der Grundwasserneubildung und aus dem Zustrom vom Außenbereich (angrenzender oberer Grundwasserleiter, siehe Abbildung 25). Die mittlere Grundwasserneubildungsrate für die Erweiterungsflächen beträgt für den IST-Zustand ca. 11 m³/d. Der Zustrom vom Außenbereich liegt bei ca. 11,5 m³/d. Die gleiche Wassermenge verlässt die Bilanzzone wieder als Output über die Zone Außenbereich (ca. 21 m³/d) und über die Zehrung von ca. 1,5 m³/d.

Tabelle 6: Wasserbilanz für die Bilanzzone der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf nach Modellkalibrierung (Ist-Zustand)

Inflow		Outflow	
Bilanzglied	[m³/d]	Bilanzglied	[m³/d]
Grundwasserneubildung	10,95	Grundwasserneubildung	1,35
Zone "Außenbereich" nach Zone "Erweiterungsflächen TGB"	11,58	Zone "Erweiterungsflächen TGB" nach Zone "Außenbereich"	21,18
Summe Inflow	22,53	Summe Outflow	22,53

Differenz: Inflow - Outflow 0,001 m³/d

Diskrepanz 0,0 %

3.7 Modellanwendung unter Berücksichtigung des bergbaulichen Eingriffes – Plan-Zustand

Für den Pan-Zustand wurden 2 Szenarien berechnet:

- Quarzsandgewinnung auf dem Abbauabschnitt A2 der Erweiterungsflächen bis 311 m ü. NN
- Zustand nach Ende und Rekultivierung

3.7.1 Quarzsandgewinnung auf dem Abbauabschnitt A2 der Erweiterungsflächen bis 311 m ü NN

Die Rohstoffgewinnung ist in allen neuen Gewinnungsfeldern bis zu einer tiefsten Sohle bei 311 m ü. NN geplant.

Um die maximale Auswirkung der Gewinnung auf die Schutzgüter zu untersuchen, wurde modelltechnisch der Abbauabschnitt A2 als Abbaufäche in die Simulationsrechnung berücksichtigt (Abbildung 26). Dieser Abbauabschnitt wurde aufgrund seiner Nähe zum Wasserschutzgebiet der Wasserentnahme Mönchröden gewählt, um den Worst-Case zu simulieren, da davon auszugehen ist, dass sich dadurch die maximale Auswirkung der Gewinnung ergibt. Die Quarzsandgewinnung erfolgt dabei bis 311 m ü. NN auf dem Abbauabschnitt A2. Für den Worst-Case wurde von einer offenen Gewinnungsfläche ausgegangen, ohne sukzessive Wiederauffüllung. Somit kann die maximal mögliche Auswirkung der Gewinnung auf die Grundwasserverhältnisse ermittelt werden. Die Berücksichtigung des gesamten Abbauabschnitts als Abbaufäche ohne sukzessive Wiederauffüllung führt zu einer Überschätzung der Auswirkung der Gewinnung (Worst-Case).

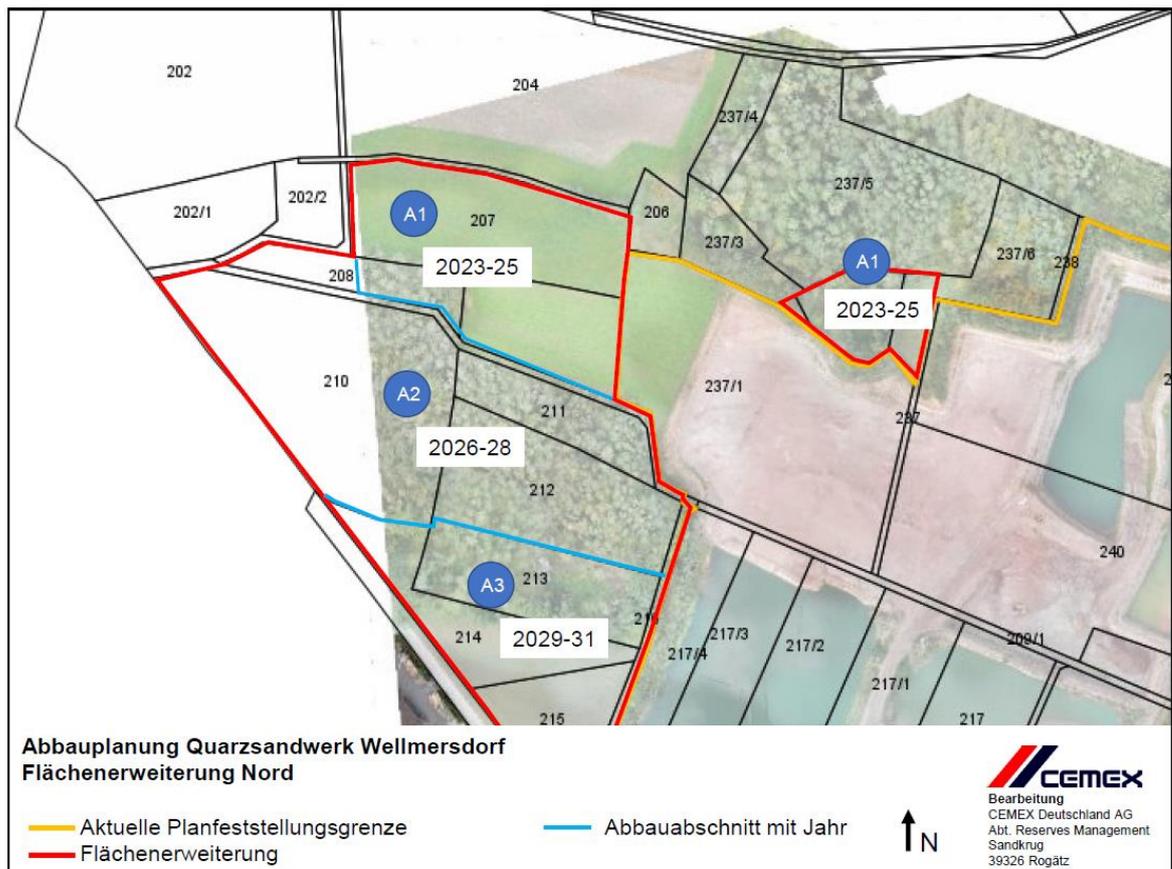


Abbildung 26: Abbauplanung Quarzsandwerk Wellmersdorf – Flächenerweiterung Nord /33/

Für dieses Szenario wurde modelltechnisch auf den betrachteten Abbauabschnitt die Hohlform des Tagebaus bis 311 m ü. NN erzeugt und ein k_f -Wert von 1 m/s in den betreffenden Modellzellen angesetzt. Weiterhin wurde die Randbedingung Drain auf der Sohle des Tagebaus berücksichtigt, um die Ableitung des dem Tagebau zufließenden Wassers (ähnlich einer Wasserhaltung) während der Gewinnung simulieren zu können. Somit wirkt die Drain-Randbedingung auf dem Abbauabschnitt der Erweiterungsfläche als Grundwassersenkung mit einem Druckpotential von 311 m ü. NN im Modell.

In Abstimmung mit dem AG unter Berücksichtigung des Planfeststellungsbeschlusses von 2006 /34/ und des Rekultivierungsplans /36/ wurden folgende Randbedingungen für dieses Szenario angesetzt (siehe Abbildung 27):

- Gewinnung auf dem Abbaufeld 2026-2028 (Abbauabschnitt A2) (westliche Erweiterungsfläche)
- Wasserhaltung (Fassung von Sickerwasser und Niederschlagswasser) im Gewinnungsfeld der Erweiterungsfläche auf 311 m ü. NN (Ableitung des zufließenden Wassers)
- Aktuelles Abbaufeld und aktuelles Absetzbecken werden verfüllt sein (GOK 332,5 m ü. NN), Landwirtschaftliche Nutzung
- Gewinnungsfeld 2023-2025 (Abbauabschnitt A1-West) wird neues Absetzbecken sein (WSP 332 m ü. NN)

- Entstehung des kleinen Nordteichs mit WSP von ca. 330 m ü. NN
- GOK der östlichen Erweiterungsfläche von ca. 332,5 m ü. NN (Abbauabschnitt A1)

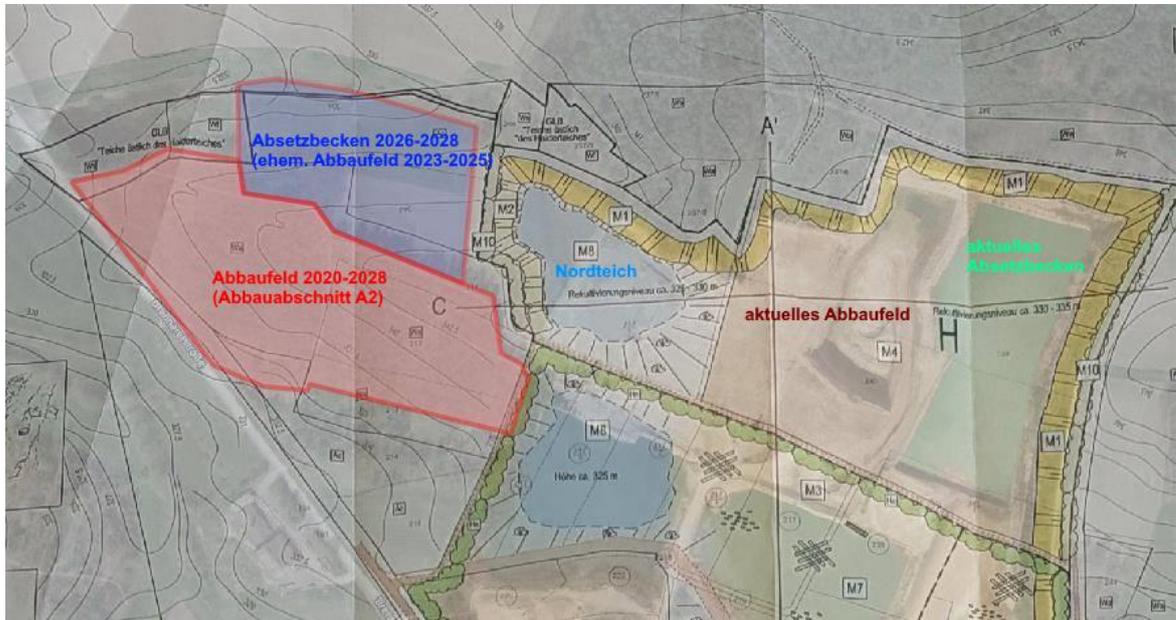


Abbildung 27: Rekultivierung gemäß Planfeststellungsbeschluss 2006

In der Anlage 9.2.3.1 befindet sich der berechnete Hydroisohypsenplan während der Quarzsandgewinnung bis 311 m ü. NN auf dem Abbauabschnitt A2 der Erweiterungsflächen.

Um die Wasserfließwege bis zum Abbauabschnitt A2 aufzeigen zu können, wurden Partikel an der Grenze der Abbauabschnitts gesetzt und die Strombahnlinien rückwärts berechnet. Weiterhin wurden Partikel am südlichen Modellrand gesetzt und vorwärts berechnet. Die Abbildung 28 stellt das Ergebnis der berechneten Strombahnlinien dar. Wie die Abbildung zeigt, ist das Einzugsgebiet des Abbauabschnitts A2 unter Berücksichtigung der angesetzten Randbedingungen in Abstromrichtung (in Richtung Norden) sehr begrenzt und erstreckt sich nach Norden nur auf ca. 100 m. Das gehobene Sickerwasser erfolgt aus den oberen Schichten. Im unteren Grundwasserleiter wurde keine Absenkung berechnet. In Richtung Osten grenzt das Einzugsgebiet an den Kleinen Nordteich. Der Anstrom zum Abbauabschnitt A2 erfolgt erwartungsgemäß aus der südlichen Richtung. Da das Gewinnungsfeld im Norden und Osten von Wasserflächen mit höheren Wasserständen umgeben ist (Absetzbecken mit 332 m ü. NN und Nordteich mit 330 m ü. NN), erfolgt aus diesen Richtungen auch ein Zustrom. Weiterhin haben die höheren Wasserstände der Becken eine stabilisierende Wirkung. Die Wasserschutzgebiete im Westen (Entnahmegebiet Mönchröden) und im Südosten der Erweiterungsflächen werden vom Einzugsgebiet des Abbauabschnitts A2 nicht berührt. Es findet keine Überschneidung der Einzugsgebiete statt. Das Einzugsgebiet des Abbauabschnitts A2 erstreckt sich in Richtung Westen auf ca. 130 m bis zur Brennereistraße. In Richtung Osten erstreckt sich das Einzugsgebiet des Abbauabschnitts A2 bis zum Kleinen Nordteich.

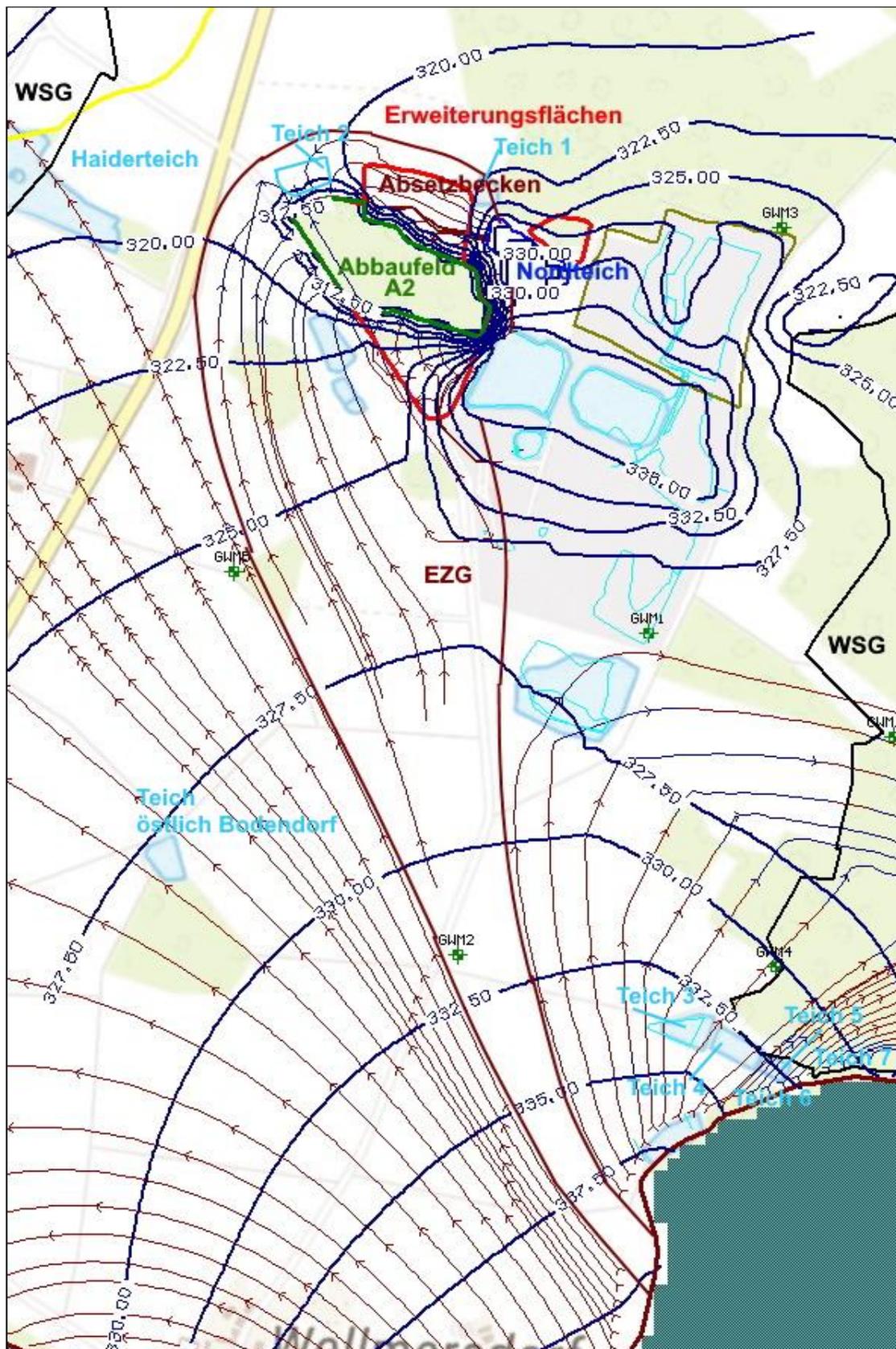


Abbildung 28: Berechnete Strombahnlinien rückwärts ausgehend vom Abbaubereich A2 der Erweiterungsflächen und vorwärts ausgehend vom südlichen Modellrand – PLAN-Zustand bei Quarzsandgewinnung auf dem Abbaubereich bis 311 m ü.NN

Y:\PROJEKT\2019\196016GT_1837.FG\1DOK\230_Berichte\06_A9_Hydrogeol_GA_BGD\2021-11-03_Wellmersdorf_A9_Hydrogeol-Gutachten_ora.docx

In Bezug auf die Oberflächengewässer ergibt sich für dieses Szenario keine Berührung des Einzugsgebietes des Abbaubereichs A2 mit dem Haiderteich (Abbildung 28). Da die Zuflussverhältnisse des Haiderteiches vom Kemmatener Graben aus südwestlicher Richtung resultieren, kann der Einfluss der Gewinnung auf den Haiderteich ausgeschlossen werden.

Die südlich des Abbaubereiches gelegenen Fischweiher (Teiche nordöstlich Wellmersdorf – Teich 3 bis Teich 7) werden nicht vom Einzugsgebiet des Abbaubereichs A2 berührt. Zudem werden die Fischweiher durch Drainagen und Interflow aus den umliegenden Ackerflächen gespeist, vorwiegend aus südlicher und südöstlicher Richtung /17/. Damit ist der Einfluss der Gewinnung auf diese Fischweiher auszuschließen.

Die Fischteiche östlich des Haiderteiches im Norden der Erweiterungsflächen (Teich 1 und Teich 2) befinden sich für dieses Szenario im Einzugsgebiet des Abbaubereichs A2. Da diese Teiche sowieso durch Zuflüsse aus Drainagen und durch weitere Zuflüsse im Grabenbereich aus den umliegenden Ackerflächen gespeist werden, kann der direkte Einfluss des Tagebaus auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse ausgeschlossen werden. Der höhere Wasserstand des Absetzbeckens im Abbaufeld A1 und des geplanten Nordteichs haben zudem eine stabilisierende Wirkung auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse.

Weiterhin liegt keine Berührung des Einzugsgebietes des Abbaubereichs A2 mit den Teichen östlich Bodendorf (südwestlich der Erweiterungsflächen) vor.

Hier ist noch einmal anzumerken, dass das berechnete Szenario ein Worst-Case darstellt, bei dem angenommen wurde, dass der Rohstoff aus dem gesamten Abbaubereich A2 gewonnen wird, ohne sukzessive Wiederverfüllung. Für den Normalbetrieb mit Gewinnung und sukzessiver Verfüllung wird sich das Einzugsgebiet der abgebauten Fläche noch weiter verkleinern. Damit ist die Überschneidung bzw. die Berührung mit den Wasserschutzgebieten und weiteren Schutzziele auszuschließen.

Die Wasserbilanzrechnung für den Abbaubereich A2 der Erweiterungsflächen bei der Quarzsandgewinnung bis 311 m ü. NN ist in der Tabelle 7 zusammenfassend dargestellt. Die Grundwasserneubildung beträgt dabei ca. 48 m³/d. Der berechnete Zustrom zum Abbaubereich infolge der Wasserableitung liegt bei ca. 233 m³/d. Die berechnete Entnahmerate über die Drain-Randbedingung für den Worst-Case beträgt ca. 281 m³/d. Zum Vergleich wird für den Ist-Zustand ca. 100 m³/h über 16 h (1.600 m³/d) Wasser aus dem aktuellen Gewinnungsfeld entnommen.

Tabelle 7: Wasserbilanz für die Bilanzzone des Abbaubereichs A2 der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf bei Quarzsandgewinnung bis 311 m ü. NN

Inflow		Outflow	
Bilanzglied	[m ³ /d]	Bilanzglied	[m ³ /d]
Grundwasserneubildung	47,84	Grundwasserneubildung	0,00
Drainage (Wasserhaltung)	0,00	Drainage (Wasserhaltung)	280,67
Zone "Außenbereich" nach Zone "Erweiterungsflächen TGB"	232,86	Zone "Erweiterungsflächen TGB" nach Zone "Außenbereich"	0,00
Summe Inflow	280,70	Summe Outflow	280,67

Differenz: Inflow - Outflow 0,027 m³/d

Diskrepanz 0,01 %

Die Anlage 9.2.3.2 stellt den berechneten Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus dar. Auf den Erweiterungsflächen liegt der berechnete Grundwasserspiegel im Bereich des Abbaubereichs A2 bei 311 m ü. NN. Der Grundwasserflurabstand ist dort für den betrachteten Worst-Case gleich Null.

Der Grundwasserdifferenzenplan im Vergleich zum Ist-Zustand (Kalibrierzustand) ist der Anlage 9.2.3.3 zu entnehmen. Auf der Erweiterungsfläche im Abbaufeld A2 wurden Druckminderungen zwischen PLAN- und IST-Zustand von bis ca. 18 m berechnet (devastierte Fläche). Ansonsten ergeben sich aufgrund des hohen Wasserspiegels im Absetzbecken (332 m ü. NN) und im Nordteich (330 m ü. NN) Druckerhöhungen in nordöstlicher Richtung, bedingt durch die Lage dieser Becken. An der Grenze zum Wasserschutzgebiet Mönchröden beträgt die Druckerhöhung im Vergleich zum Ist-Zustand noch ca. 0,50 m. An der Grenze zum östlichen Wasserschutzgebiet wurde eine Druckerhöhung von bis zu 1,25 m berechnet. Zu bemerken ist, dass die gemessene Grundwasserschwankung am Standort zwischen 1,11 m und 2,50 m liegt. Die berechneten Druckdifferenzen außerhalb der aktiven Tagebauflächen bewegen sich damit im Bereich der natürlichen Schwankungen. An den Standorten der Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN wurden keine merklichen Druckdifferenzen zum Ist-Zustand berechnet. Damit ist der Einfluss der Gewinnung auf die Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN selbst für den Worst-Case nicht gegeben.

Im tiefen Grundwasserleiter wurden geringe Druckerhöhungen außerhalb des Tagebaus berechnet (Abbildung 29).

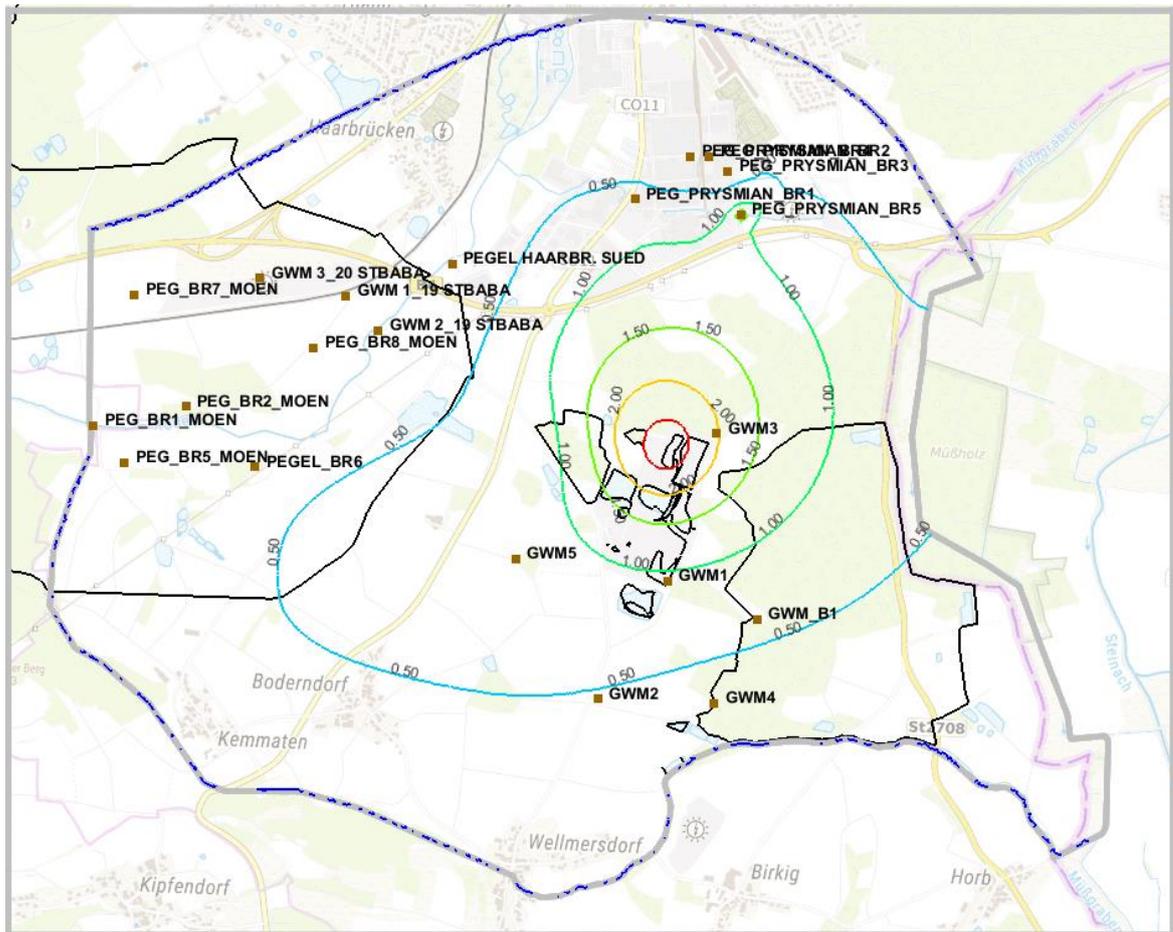


Abbildung 29: Berechnete Druckdifferenzen im tiefen Grundwasserleiter zwischen Abbauzustand und Ist-Zustand

3.7.2 Zustand nach Ende der Rekultivierung

Es ist geplant, nach erfolgter Rohstoffgewinnung auf den Erweiterungsflächen das Restloch mit Fremdmaterial zu verfüllen. Dabei sollen Inertstoffe mit den Zuordnungswerten Z 0 entsprechend des evaluierten Leitfadens zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen in seiner Version vom 15.07.2021.

Nach Wiederauffüllung der Erweiterungsflächen soll der alte Zustand wieder hergestellt werden. Auf den Erweiterungsflächen sollen landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächen sowie Grünland entstehen (siehe Abbildung 30).



Abbildung 30: Nutzung nach Rekultivierung auf den Erweiterungsflächen

Das hier betrachtete Rekultivierungsszenario stellt den Zustand nach Rekultivierung der Erweiterungsflächen und nicht den Zustand nach Ende der Bergbauaktivitäten am Standort.

Für dieses Szenario wurde modelltechnisch die geplante Geländehöhe von 332,5 m ü. NN auf den Erweiterungsflächen verwendet und ein k_f -Wert von $2,0E-06$ m/s in den betreffenden Modellzellen angesetzt. Die Grundwasserneubildung für die rekultivierten land- und forstwirtschaftlichen Flächen sowie Grünland wurde entsprechend den Berechnungen im Abschnitt 2.3.4 angesetzt.

In Abstimmung mit dem AG unter Berücksichtigung des Planfeststellungsverfahrens wurden folgende Randbedingungen für dieses Szenario angesetzt:

- Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung sowie Grünland auf Erweiterungsflächen
- kleiner Nordteich mit WSP von ca. 330 m ü. NN. Der kleine Nordteich wird laut Planer mit Wasser gespeist und dient im Rekultivierungsszenario als Zwischenbecken des betriebsinternen Wasserkreislaufes und stützt den Wasserspiegel der nördlichen Teiche.
- Aktuelles Abbaufeld und aktuelles Absetzbecken werden verfüllt sein (GOK 332,5 m ü. NN), landwirtschaftliche Nutzung
- GOK der Erweiterungsflächen von ca. 332,5 m ü. NN

Die Abbildung 31 stellt das Ergebnis der vorwärts berechneten Strombahnlinien in der Horizontalansicht dar. Die Partikel wurden an den Grenzen der Erweiterungsflächen gesetzt. Wie die Abbildung 31 zeigt, ist der Abstrom aus den Erweiterungsflächen dem Gradienten folgend in Richtung Norden gerichtet. Ein Teil des Abstroms wird zum Standort der Brunnen

SÜC und PRYSMIAN im Nordwesten und Nordosten des Modellgebietes umgelenkt. Vertikal auf einem Profil gesehen, ändert sich nach einer anfänglichen horizontalen Strömung die Strömungsrichtung vertikal nach unten. Die Entnahmebrunnen wirken dabei als Senken.

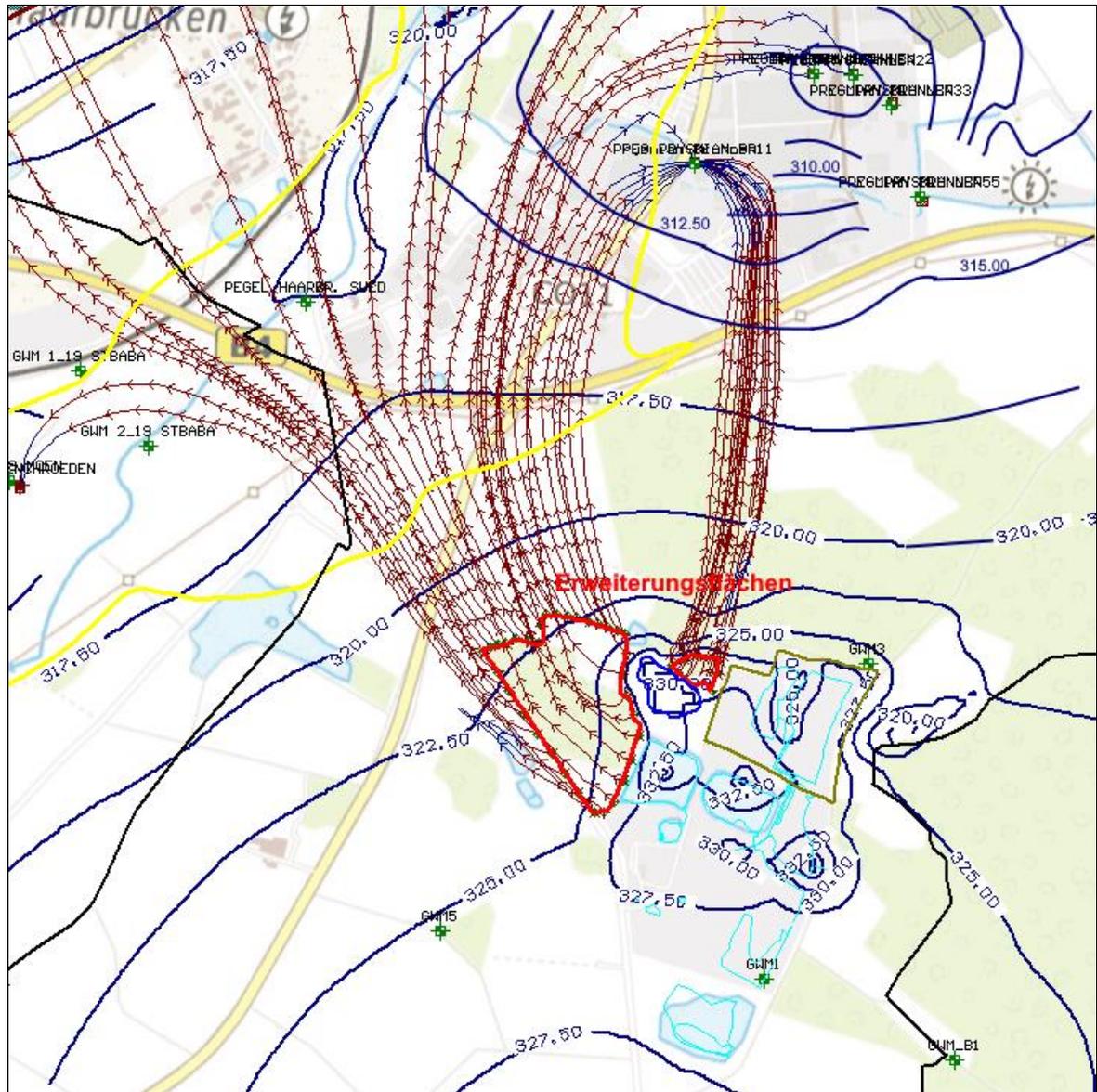


Abbildung 31: Berechnete Strombahnlinien vorwärts ausgehend von den Erweiterungsflächen – PLAN-Zustand nach Ende der Rekultivierung

Die berechnete Wasserbilanz für die Erweiterungsflächen für den Zustand nach der Rekultivierung befindet sich in der Tabelle 8. Die Grundwasserneubildung beträgt dabei ca. 47 m³/d. Der berechnete Zustrom zu den Erweiterungsflächen liegt bei ca. 37 m³/d. Der Abstrom aus den Erweiterungsflächen beträgt dabei ca. 84 m³/d. Zu bemerken ist, dass die Abstromverhältnisse auch von den hydraulischen Eigenschaften des Verfüllmaterials abhängig sind. Hierfür wurden im 1. Schritt Annahmen getroffen.

Tabelle 8: Wasserbilanz für die Bilanzzone der Erweiterungsflächen des Tagebaus Wellmersdorf nach Rekultivierung

Inflow		Outflow	
Bilanzglied	[m³/d]	Bilanzglied	[m³/d]
Grundwasserneubildung	47,17	Grundwasserneubildung	0,00
Zone "Außenbereich" nach Zone "Erweiterungsflächen TGB"	36,56	Zone "Erweiterungsflächen TGB" nach Zone "Außenbereich"	83,73
Summe Inflow	83,73	Summe Outflow	83,73

Differenz: Inflow - Outflow 0,00 m³/d

Diskrepanz 0,00 %

In der Anlage 9.2.4.1 befindet sich der berechnete Hydroisohypsenplan für den Zustand nach Ende der Rekultivierung auf den Erweiterungsflächen. Am nördlichen Rand der westlichen Erweiterungsfläche beträgt das berechnete Druckpotential ca. 322 m ü. NN. Ansonsten liegen die berechneten Druckpotentiale auf der westlichen Erweiterungsfläche zwischen 322 m ü. NN im Norden bis 325,5 m ü. NN im Süden. Auf der östlichen Erweiterungsfläche wurde ein Druckpotential von ca. 328,5 m ü. NN bis 329,5 m ü. NN berechnet.

Die Anlage 9.2.4.2 enthält den berechneten Grundwasserflurabstandsplan für den Bereich des Tagebaus. Für die Erweiterungsflächen liegen die berechneten Grundwasserflurabstände zwischen 7 m und 11,5 m (westliche Erweiterungsfläche) sowie 3 m bis 9 m (östliche Erweiterungsfläche).

Der Grundwasserdifferenzenplan im Vergleich zum IST-Zustand (Kalibrierzustand) ist der Anlage 9.2.4.3 zu entnehmen. Aufgrund des hohen Wasserspiegels des Nordteiches von 330 m ü. NN (durch Einspeisung) und der im Vergleich zum Ist-Zustand rekultivierten aktuellen Abbaufäche mit vorherigem Wasserstand von 311 m ü. NN und nun hohem Druckpotential ergeben sich Druckerhöhungen im Norden des Tagebaus. Auf der Fläche des aktuellen Absetzbeckens ergeben sich Druckminderungen, weil die Fläche nun rekultiviert ist und das Druckpotential niedriger ist als im Ist-Zustand. An der Grenze zum Wasserschutzgebiet Mönchröden beträgt die Druckerhöhung im Vergleich zum Ist-Zustand ca. 0,50 m. An der Grenze zum östlichen Wasserschutzgebiet wurde eine Druckerhöhung von bis zu 1,0 m berechnet. Die hier berechneten Druckdifferenzen außerhalb der aktiven Tagebauflächen bewegen sich im Bereich der natürlichen Schwankungen am Standort. An den Standorten der Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN wurden keine merklichen Druckdifferenzen im Vergleich zum Ist-Zustand berechnet. Die Reichweite der Druckerhöhung im Vergleich zum Ist-Zustand erstreckt sich in Richtung Westen bis zur Grenze des WSG Mönchröden und in Richtung Osten bis zum östlichen Wasserschutzgebiet mit ca. 0,50 m.

Insgesamt bestehen nach der Rekultivierung keine negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse und auf die Schutzziele im Untersuchungsgebiet. Der geplante Nordteich mit einem Wasserspiegel von 330 m ü. NN wirkt positiv auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse mit einer stabilisierenden Wirkung, wenn er ständig gespeist wird.

Im tiefen Grundwasserleiter wurden geringe Druckerhöhungen außerhalb des Tagebaus berechnet (Abbildung 32).

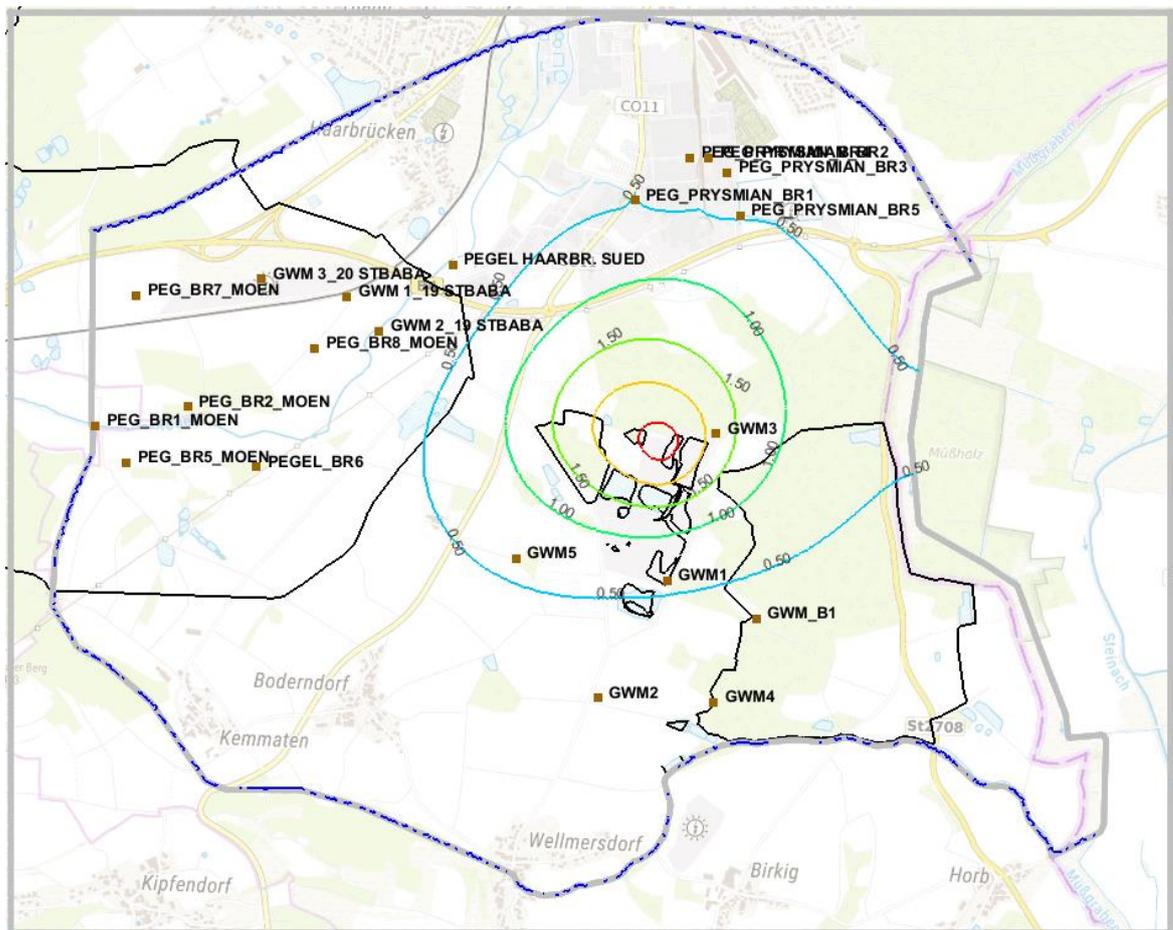


Abbildung 32: Berechnete Druckdifferenzen im tiefen Grundwasserleiter zwischen Rekultivierung und Ist-Zustand

4 Schlussfolgerungen

Die Quarzsandwerk Wellmersdorf GmbH & Co. KG beabsichtigt den Tagebau Wellmersdorf in nordwestliche Richtung flächenmäßig zu erweitern. Für die geplante Erweiterung ist eine zusätzliche Flächeninanspruchnahme von ca. 7,7 ha geplant. Mit der Erweiterung wird eine bessere und wirtschaftliche Nutzung der Lagerstätte angestrebt, da damit der derzeitige Standort der Aufbereitungsanlagen und der dienenden Anlagen weiter erhalten bleibt, bevor das Auffahren der Lagerstätte in südöstliche Richtung erfolgt, wofür ein Planfeststellungsbeschluss vorliegt. Die Quarzsandgewinnung wird weiterhin im Trockenschnitt erfolgen, so dass der tiefer gelegene gespannte Grundwasserleiter hydraulisch weitgehend abgeschirmt bleibt.

Wie seitens der Behörde gefordert, wurde im Rahmen des hydrogeologischen Gutachtens ein Grundwasserströmungsmodell auf Basis von Visual MODFLOW erstellt, das die Hydrodynamik unter den definierten Randbedingungen des Quarzsandtagebaus Wellmersdorf abbilden soll, um die Auswirkungen der Quarzsandgewinnung (auf den Erweiterungsflächen) auf die Grundwasserverhältnisse einschätzen zu können. Das Grundwasserströmungsmodell sollte die Hydrodynamik unter den definierten Randbedingungen des zu

erweiternden Quarzsandabbaus Wellmersdorf nach Nordwesten abbilden. Die hydraulischen Berechnungen wurden stationär für mittlere hydraulische Verhältnisse durchgeführt.

Zunächst wurde ein geologisch-hydrogeologisches Strukturmodell (Prinzipmodell) erstellt. Auf Basis des hydrogeologischen Strukturmodells wurde anschließend das hydraulisch-numerische Grundwasserströmungsmodell aufgebaut und kalibriert (IST-Zustand). Für die Kalibrierung des Grundwasserströmungsmodells wurde die Stichtagsmessung vom 03/2020 an den im Modellgebiet vorhandenen Grundwassermessstellen verwendet. Dieser Stichtag repräsentiert mittlere hydraulische Verhältnisse. Im Rahmen der Modellkalibrierung wurde das hydraulische Regime gut abgebildet.

Anschließend wurden für den Plan-Zustand Modellszenarien berechnet, bei denen auf der westlichen Erweiterungsfläche im Abbaufeld A2 die Gewinnung bis 311 m ü. NN (Worst-Case) sowie der Zustand nach der Rekultivierung simuliert wurden.

Das Vorhaben Wellmersdorf selbst liegt außerhalb von Schutzgebieten oder geschützten Landschaftsbestandteilen. Natur- oder Kulturdenkmäler liegen ebenfalls nicht im Vorhabensgebiet.

Für den Worst-Case wurden die Strombahnlinien ausgehend von der Grenze des Gewinnungsfeldes A2 rückwärts sowie am südlichen Modellrand vorwärts berechnet, um das Einzugsgebiet des Abbauabschnittes zu ermitteln. Das Ergebnis zeigt, dass das Einzugsgebiet des Abbauabschnittes A2 unter Berücksichtigung der angesetzten Randbedingungen in Abstromrichtung (in Richtung Norden) sehr begrenzt ist und sich nach Norden nur auf ca. 100 m erstreckt. In Richtung Osten grenzt das Einzugsgebiet an den geplanten Nordteich. Der Anstrom zum Abbauabschnitt A2 erfolgt aus der südlichen Richtung. Die Wasserschutzgebiete im Westen (Entnahmegebiet Mönchröden) und im Südosten der Erweiterungsflächen werden vom Einzugsgebiet des Abbauabschnittes A2 nicht berührt. Es findet keine Überschneidung der Einzugsgebiete statt. Die höheren Wasserstände des Absetzbeckens mit 332 m ü. NN und des Nordteiches mit 330 m ü. NN, die durch Einspeisung gehalten werden, haben eine stabilisierende Wirkung auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse.

Im Umfeld des Vorhabens befinden sich Teiche (siehe Abbildung 28): der Haiderteich westlich der Erweiterungsflächen, Teiche östlich des Haiderteiches im Norden der Erweiterungsflächen, die Bohlenteiche östlich Bodendorf südwestlich der Erweiterungsflächen sowie die Teiche nordöstlich Wellmersdorf südlich der Erweiterungsflächen am Modellrand.

Für den Worst-Case ergab sich keine Berührung des Einzugsgebietes des Abbauabschnittes A2 mit dem Haiderteich. Da die Zuflussverhältnisse des Haiderteiches vom Kemmatener Graben aus südwestlicher Richtung resultieren, kann ein Einfluss der Gewinnung auf den Haiderteich ausgeschlossen werden. Die südlich des Abbauggebietes gelegenen Fischweiher (Teiche nordöstlich Wellmersdorf) werden nicht vom Einzugsgebiet des Abbauabschnittes A2 berührt. Zudem werden diese Fischweiher durch Drainagen und Interflow aus den umliegenden Ackerflächen gespeist, vorwiegend aus südlicher und südöstlicher Richtung. Damit ist der Einfluss der Gewinnung auf die Teiche nordöstlich Wellmersdorf auszuschließen.

Die Fischteiche östlich des Haiderteiches im Norden der Erweiterungsflächen befinden sich für den Worst-Case im Einzugsgebiet des Abbaubereichs A2. Da diese Teiche durch Zuflüsse aus Drainagen und durch weitere Zuflüsse im Grabenbereich aus den umliegenden Ackerflächen gespeist werden, kann der direkte Einfluss des Tagebaus auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse ausgeschlossen werden. Während mehrerer Ortsbegehungen im Rahmen des Teichmonitorings wurden im Abbauzustand des Tagebaus keine Beeinflussung der wasserhaushaltlichen Verhältnisse festgestellt. Der höhere Wasserstand des Absetzbeckens auf der Erweiterungsfläche im Abbaufeld A1 (südlich der Fischteiche) und des geplanten Nordteiches haben zudem eine stabilisierende Wirkung auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse und damit auf die Fischteiche.

Weiterhin liegt keine Berührung des Einzugsgebietes des Abbaufeldes A2 mit den Teichen östlich Bodendorf (südwestlich der Erweiterungsflächen) vor.

Für den Worst-Case wurden auf der Erweiterungsfläche im Abbaufeld A2 Druckminderungen zwischen PLAN- und IST-Zustand von bis ca. 18 m berechnet, da dort die Gewinnung bis 311 m ü. NN erfolgt. Ansonsten ergeben sich aufgrund des hohen Wasserspiegels im Absetzbecken (332 m ü. NN) und im Nordteich (330 m ü. NN) Druckerhöhungen in nordöstlicher Richtung. An der Grenze zum Wasserschutzgebiet Mönchröden beträgt die Druckerhöhung im Vergleich zum Ist-Zustand noch ca. 0,50 m. An der Grenze zum östlichen Wasserschutzgebiet wurde eine Druckerhöhung von bis zu 1,25 m berechnet. Die berechneten Druckdifferenzen außerhalb der aktiven Tagebaufelder bewegen sich im Bereich der natürlichen Schwankungen am Standort von 1,11 m bis 2,50 m. An den Standorten der Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN wurden keine merklichen Druckdifferenzen zum Ist-Zustand berechnet. Damit ist der Einfluss der Gewinnung auf die Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN selbst für den Worst-Case nicht gegeben.

Entsprechend der Rekultivierungsplanung werden die Erweiterungsflächen wieder verfüllt und rekultiviert. Östlich der westlichen Erweiterungsfläche entsteht der Nordteich mit einem Wasserspiegel von 330 m ü. NN. Weiterhin wird das aktuelle Abbaufeld verfüllt und rekultiviert. Damit entfallen die aktuellen offenen Wasserflächen östlich der Erweiterungsflächen (Absetzbecken und Becken im Abbaufeld) mit festen Potentialen. Die berechneten Druckpotentiale auf der westlichen Erweiterungsfläche liegen zwischen 322 m ü. NN im Norden bis 325,5 m ü. NN im Süden. Auf der östlichen Erweiterungsfläche wurde ein Druckpotential von ca. 328,5 m ü. NN bis 329,5 m ü. NN berechnet. Die vorwärts berechneten Strombahnlinien zeigen in der Horizontalansicht, dass der Abstrom aus den Erweiterungsflächen dem Gradienten folgend in Richtung Norden gerichtet ist. Ein Teil des Abstroms wird zum Standort der Brunnen SÜC und PRYSMIAN im Nordwesten und Nordosten des Modellgebietes umgelenkt. Vertikal auf einem Profil gesehen, ändert sich nach einer anfänglichen horizontalen Strömung die Strömungsrichtung vertikal nach unten. Die Entnahmebrunnen wirken dabei als Senken. Aufgrund des hohen Wasserspiegels des geplanten Nordteiches von 330 m ü. NN und der im Vergleich zum Ist-Zustand rekultivierten aktuellen Gewinnungsfläche mit vorherigem Wasserstand von 311 m ü. NN und nun hohem Druckpotential ergeben sich Druckerhöhungen im Norden des Tagebaus. Auf der Fläche des aktuellen Absetzbeckens ergeben sich Druckminderungen, weil die Fläche nun rekultiviert ist und das Druckpotential niedriger ist als im Ist-Zustand. An der Grenze zum Wasserschutzgebiet der Wasserentnahme Mönchröden beträgt die Druckerhöhung im Vergleich zum Ist-Zustand ca.

0,50 m. An der Grenze zum östlichen Wasserschutzgebiet wurde eine Druckerhöhung von bis zu 1,0 m berechnet. Damit liegen die berechneten Druckdifferenzen außerhalb der aktiven Tagebauflächen im Bereich der natürlichen Schwankungen am Standort von 1,11 m bis 2,50 m. An den Standorten der Grundwasserentnahmen der SÜC und PRYSMIAN wurden keine merklichen Druckdifferenzen im Vergleich zum Ist-Zustand berechnet. Insgesamt bestehen für den Zustand nach der Rekultivierung keine negativen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse und auf die Schutzziele im Untersuchungsgebiet. Der geplante Nordteich mit einem Wasserspiegel von 330 m ü. NN wirkt stabilisierend und damit positiv auf die wasserhaushaltlichen Verhältnisse, wenn er ständig gespeist wird.

Wie die Berechnungen zeigen, wurde außerhalb des Tagebaubereichs keine Verminderung des Grundwasserdruckpotentials berechnet. Wegen der Verschiebung des Absetzbeckens auf der Erweiterungsfläche und der Entstehung des Nordteiches östlich der westlichen Erweiterungsfläche mit hohen Wasserspiegeln ist mit einer Erhöhung von Druckpotentialen zu rechnen. Trotz Gewinnung von bis ca. 35 m unter GOK im Tagebaubereich beträgt die Überdeckung bis zur Unterkante des Grundwasserhemmers noch ca. 50 m. Damit ist der tiefe Grundwasserleiter, aus dem die Grundwasserentnahme der SÜC und PRYSMIAN erfolgt, noch ausreichend geschützt. Weiterhin ist zu bemerken, dass infolge des Abbaus der Oberflächenabfluss im Tagebaubereich entfällt, dafür erhöht sich die Grundwasserneubildung, was wiederum positiv auf die Grundwassersituation auswirkt.

Weiterhin ist anzumerken, dass durch die Quarzsandgewinnung nur wenig Wasserverluste durch Verdunstung und Haftwasser (geschätzt ca. 3 bis 7 %) entstehen. Das gesammelte Sickerwasser verbleibt vor Ort und wird im Kreislauf geführt.

Dresden, den 03. November 2021

BGD ECOSAX GmbH

i. A. Dipl.-Ing. M. Beyer
Bereichsleiter Gewässermodellierung

i. A. Dr.-Ing. L. Roger Nigang
Bearbeiter

5 Quellenverzeichnis

- /1/ GMS 10.4.8 – Groundwater Modeling System. AquaVeo™, Utah, USA, 2020
- /2/ Waterloo Hydrogeologic Inc. (2018): Visual Modflow Pro, Version 4.6.0.169, April 2018
- /3/ Bayerische Vermessungsverwaltung: Geobasisdaten - Digitales Geländemodell DGM5 und DGM25
- /4/ LfU (2020): Bohrdaten für den Bereich Wellmersdorf, Umweltatlas Bayern (https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_geologie_ftz/index.html?lang=de), 2020
- /5/ PIEWAK & PARTNER (2018): Sandabbau Wellmersdorf, Rohstoffbohrungen Feld G – Profilaufnahme, 25.07.2018
- /6/ Bohrgesellschaft Roßla (2020): Aufschlüsse für die erweiterte Erkundung Wellmersdorf (Erweiterungsfläche Nord), 2020
- /7/ LfU (2020): Langjähriger Mittelwert der Grundwasserneubildung für das Untersuchungsgebiet, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 10.09.2020
- /8/ LfU (2020): Hydroisohypsenplan aus dHK100, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2020
- /9/ LfU (2008): Hydrogeologische Karte 1:50.000, Blatt 15732 (HK50), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ausgabe 2008
- /10/ LfU (2020): Digitale Hydrogeologische Karte von Bayern 1:100.000 (dHK100), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand 27.04.2020
- /11/ TLUG (2020): Grundwasserneubildung 1971 bis 2010 – Landkreis Sonneberg (Download am 29.10.2020)
- /12/ LfU (2020): Pegeldata Röden (Pegel Mönchröden) und Steinach (Pegel Fürth am Berg), Bayerisches Landesamt für Umwelt (Download am 02.11.2020 und 24.03.2021)
- /13/ PIEWAK & PARTNER (2020): Stichtagsmessungen Wellmersdorf vom 10.01.2007 bis 25.03.2020
- /14/ PIEWAK & PARTNER (2004): Hydrogeologisches Gutachten zur geplanten Erweiterung des Quarzsandwerkes Wellmersdorf, 15.03.2004
- /15/ Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020): Topographische Karte, (Datenquellen: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.pdf)
- /16/ Markscheider Dipl.-Ing. G. Kuhn (2019): Quarzsandwerk Wellmersdorf – Bestandsplan 10/2019, 22.10.2019
- /17/ GLU (2019): Quarzsandtagebau Wellmersdorf – Tischvorlage zur Abstimmung des Inhaltes und des Umfangs der Antragsunterlagen, 17.06.2019
- /18/ Harbaugh, A. W. (1990): A Computer Program for Calculating Subregional Water

- Budgets Using Results from the U. S. Geological Survey Modular Three-dimensional Finite-difference Groundwater Flow Model. U. S. Geological Survey, Reston, Virginia, 1990.
- /19/ Pollock, D. W. (1994): User's Guide for MODPATH / MODPATH-PLOT. A Particle Tracking Post-Processing Package for MODFLOW, the U. S. Geological Survey Finite – Difference Groundwater Flow Model. U. S. Geological Survey, Reston, Virginia, 1994.
- /20/ PRYSMIAN (2020): Brunnenförderraten und Grundwasserstandsdaten der PRYSMIAN Kabel und Systeme GmbH, Stand 24.11.2020
- /21/ SÜC (2020): Brunnendaten und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen, SÜC Energie und H₂O GmbH, Stand 04.12.2020
- /22/ SÜC (2021): Brunnendaten zu TB 1 und TB 7, SÜC Energie und H₂O GmbH, Stand 01.03.2021
- /23/ WWA Kronach (2020): Brunnendaten, Wasserwirtschaftsamt Kronach, Stand 24.11.2020
- /24/ StBA Bamberg (2020): Grundwassermessstellen GWM 1/2019 und 2/2019 sowie 3/2020 im Wassergewinnungsgebiet der SÜC Energie und H₂O GmbH, Staatliches Bauamt Bamberg, Servicestelle Kronach, 27.11.2020
- /25/ LfU (2020): HÜK250 Durchlässigkeit, Bayerisches Landesamt für Umwelt (<https://www.umweltatlas.bayern.de>)
- /26/ DWD (2020): Klimadaten Deutschland, Niederschlag – vieljährige Mittelwerte 1991 – 2020, https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder_9120_akt_html.html?view=naPublication&nn=16102 (Download am 20.03.2021)
- /27/ ATV-DVWK Regelwerk (1995): DVWK-Merkblatt 238/1996 – Ermittlung der Verdunstung von land- und Wasserflächen, Hennef 1995
- /28/ PIEWAK & PARTNER (2018): QSW Wellmersdorf – Beweissicherung Teiche, 11. Zwischenbericht April 17 bis März 18, 04.05.2018
- /29/ Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation: Geobasisdaten - Digitales Geländemodell DGM1, GDI-Th, dl-de/by-2-0
- /30/ DVGW (2004): Technische Regel Arbeitsblatt W 107, Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten, Bonn, Juni 2004
- /31/ FH-DGG-Fachsektion Hydrogeologie (2002): Hydrogeologische Modelle, Einleitfaden mit Fallbeispielen, Hannover 2002
- /32/ CEMEX (2021): Interner Wasserkreislauf Quarzsandtagebau Wellmersdorf – Stand 2016, 06.05. 2021
- /33/ CEMEX (2021): Abbauplanung Quarzsandwerk Wellmersdorf – Flächenerweiterung Nord

- /34/ Bergamt Nordbayern (2006): Planfeststellungsbeschluss; Regierung von Oberfranken – Bergamt Nordbayern, 03.01.2006
- /35/ Quarzsandwerk Wellmersdorf (2004): Rahmenbetriebsplan für die Erweiterung des Quarzsandwerkes Wellmersdorf; Fa. Quarzsandwerk Wellmersdorf GmbH & Co. KG & Piewak & Partner GmbH, 30.06.2004
- /36/ OPUS (2004): Maßnahmenplan Quarzsandwerk Wellmersdorf, 17.03.2004