

# **Anlage 15.2**

**Hydrologisches Großraummodell Jänschwalde HGMJaWa**

**Grundwasserströmungsverhältnisse in der  
Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde**

**Herleitung des 3-Seen-Konzeptes**

**- Sichtvermerk -**

**Landesamt für Bergbau,  
Geologie und Rohstoffe  
Brandenburg**



# Hydrogeologisches Großraummodell Jänschwalde HGM JaWa

Grundwasserströmungsverhältnisse in der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde  
Herleitung des 3-Seen-Konzeptes

**Auftraggeber:** LEAG - Lausitz Energie Bergbau AG  
Leagplatz 1  
03050 Cottbus

**Bestell-Nr.:** E64-4504058594

**Auftragnehmer:** Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH  
Nonnenstraße 9  
04229 Leipzig

**Projekt Nr.:** 2019/0077

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. A. Thom  
M.Sc. Hyd. S. Köhler  
Prof. Dr.-Ing. H. Mansel  
(Sachverständiger für Montanhydrologie)

**Unter Mitwirkung von:** LEAG  
Abteilung Geotechnik

Leipzig, 28.10.2021

Prof. Dr. Ing. H. Mansel  
Geschäftsführer

- Sichtvermerk -  
Landesamt für Bergbau,  
Geologie und Rohstoffe  
Brandenburg

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Veranlassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielstellung.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Methodik.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....</b>	<b>4</b>
4.1 Lage.....	4
4.2 Klima.....	5
4.3 Geologie.....	5
4.4 Bergbaulich unbeeinflusste Grundwasserverhältnisse.....	5
4.5 Gegenwärtige Grundwasserverhältnisse.....	6
<b>5 Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde.....</b>	<b>8</b>
5.1 Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde.....	8
5.2 Prämissen zur Bergbaufolgelandschaft gem. BKP.....	9
5.3 Grundzüge der geotechnischen Sanierung der Bergbaufolgelandschaft.....	9
5.4 Varianten der wasserwirtschaftlichen Restraumgestaltung der Bergbaufolgelandschaft.....	11
<b>6 Grundwassermodell.....</b>	<b>13</b>
6.1 Abgrenzung des Modellgebietes.....	13
6.2 Hydrogeologische Strukturmodell.....	13
6.3 Innere Randbedingungen.....	14
6.4 Abbildung der Bergbaufolgeseen.....	14
6.5 Abbildung der Wasserhaushaltsgrößen.....	15
6.6 Zeitliche Diskretisierung.....	15
<b>7 Nachbergbauliche Grundwasserströmungsverhältnisse.....</b>	<b>16</b>
7.1 Taubendorfer See (1-Seevariante gem. BKP).....	16
7.2 2-Seenvariante.....	18
7.3 3-Seenvariante.....	20
7.4 Vergleich der nachbergbaulichen Grundwasserströmungsverhältnisse.....	22
<b>8 Grundwasserflurabstand 3-Seenvariante.....</b>	<b>24</b>
<b>9 Zusammenfassung.....</b>	<b>26</b>



## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>1</b>	Lage des Untersuchungsgebietes	4
<b>Abbildung</b>	<b>2</b>	Bergbaulich unbeeinflusste Grundwassergleichen des HH-GWL mit konstruierter unterirdischer Wasserscheide	6
<b>Abbildung</b>	<b>3</b>	Zielkarte der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde (Land Brandenburg, 2002)	10
<b>Abbildung</b>	<b>4</b>	Darstellung der untersuchten Seenvarianten	12
<b>Abbildung</b>	<b>5</b>	Grundwasserströmungsverhältnisse - Taubendorfer See (gemäß BKP)	17
<b>Abbildung</b>	<b>6</b>	2-Seenvariante - Grundwasserströmungsverhältnisse und Hydrodifferenzen gegenüber dem Planzustand (BKP)	19
<b>Abbildung</b>	<b>7</b>	3-Seenvariante - Grundwasserströmungsverhältnisse und Hydrodifferenzen gegenüber dem Planzustand (BKP)	21
<b>Abbildung</b>	<b>8</b>	Verlauf der nachbergbaulichen Grundwasserscheide	23
<b>Abbildung</b>	<b>9</b>	Berechneter Grundwasserflurabstand der 3-Seenvariante im stationären Endzustand	25

~~- Sichtvermerk -~~

Landesamt für Bergbau,  
Geologie und Rohstoffe  
Brandenburg



## Literaturverzeichnis

**AQUAVEO** GMS User Manual (v8.3) - <http://www.aquaveo.com>. - Provo : AQUAVEO, 2012.

**Büro für Angewandte Hydrologie** ArcECGMO onlineDokumentation  
„<http://www.doku.arcegmo.de>“. - Berlin : Büro für Angewandte Hydrologie, 2016.

**Deutscher Wetterdienst** Meteorologische Daten ausgewählter Standorte - digitale Daten. -  
Cottbus : Deutscher Wetterdienst, 2018.

**Deutscher Wetterdienst** Mittlere jährliche Klimatische Wasserbilanz der Gewässeroberfläche  
(mittlere Tiefe 6 m). - Cottbus : Deutscher Wetterdienst, 2018.

**Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH** Aufbau eines Bodenwasserhaushaltsmodells zur  
Ermittlung der Grundwasserneubildung für das Gebiet der Tagebaue Jänschwalde und  
Cottbus-Nord. - Leipzig : Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, 2017.

**Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH** Hydrogeologisches Großraummodell Jänschwalde  
HGMJaWa 2017 - Modellbeschreibung. - Leipzig : [s.n.], 2018.

**Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH** PCGEOFIM - Anwenderdokumentation,  
Version 8.4. - Leipzig : [s.n.], 2003.

**Land Brandenburg** Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde. -  
Potsdam : Land Brandenburg, 2002.

**Lausitz Energie Bergbau AG** Reliefmodell mit Höhenlinien der Bergbaufolgelandschaft  
Jänschwalde. - Cottbus : Lausitz Energie Bergbau AG, 2018.



## Abkürzungsverzeichnis

ArcEGMO	GIS-gestütztes Einzugsgebietsmodell
BKP	Braunkohlenplan
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GWFA	Grundwasserflurabstand
GWGL	Grundwassergleichen
GWN	Grundwasserneubildung
HGMJaWa	Hydrogeologisches Großraummodell Jänschwalde
HptHangd.-GWL	Haupthangendgrundwasserleiter
LEAG	Lausitz Energie Bergbau AG
LMBV	Lausitzer u. Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
OL	Ortslage
PCGEOFIM	Simulationsprogramm für Geofiltration und Geomigration
uGOK	unter Geländeoberkante

## 1 Veranlassung

Die Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG) betreibt den Braunkohlentagebau Jänschwalde nord-östlich von Cottbus. Der Tagebau wird 2023 planmäßig seine Braunkohlenförderung beenden. In der Verordnung über den Braunkohlenplan (BKP) Tagebau Jänschwalde vom 5. Dezember 2002 wurden Ziele für die wasserhaushaltliche Sanierung festgelegt. Gemäß Ziel 14 dieser Verordnung werden in der Bergbaufolgelandschaft des Tagebaus Jänschwalde bedingt durch das Massendefizit der Klinger See (ca. 400 ha) und der Grubenteich (ca. 30 ha) im Süden und der Taubendorfer See im Norden (ca. 500 ha) entstehen.

Für den Klinger See existiert ein Planfeststellungsbeschluss zur Gewässerherstellung auf Antrag der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV). Der Taubendorfer See liegt im Verantwortungsbereich der LEAG und für den Grubenteich finden aktuell Kooperationsgespräche zwischen LMBV und der LEAG statt.

Der Herstellung eines Bergbaufolgesees in der Bergbaufolgelandschaft geht ein umfangreicher Prozess der Grundwassermodellierung voraus. Mit dem Grundwassermodell kann nachgewiesen werden, ob die wasserhaushaltliche Sanierung den vorgegebenen Rahmenbedingungen entspricht und somit eine nachhaltige Einbindung des Sees in den regionalen Wasserhaushalt gewährleistet ist.

Vor diesem Hintergrund wurde 2017 eine aufwendige Modellüberarbeitung des „Hydrogeologischen Großraummodells Jänschwalde“ (HGMJaWa) vorgenommen. Durch eine Neustrukturierung des 3D-Hydrogeologischen Strukturmodells sollen Unschärfen in der Berechnung der nachbergbaulichen Grundwasserströmungsverhältnisse minimiert werden. Das HGMJaWa wurde für die Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse, ihrer Entwicklung und die Prognose des Grundwasserwiederanstiegs nach Beendigung des aktiven Tagebaubetriebs aufgebaut.

Für die laufenden Anforderungen bei den Planungen in den Bereichen Grundwasserabsenkung, bodenmechanische Standsicherheit, Wasserbau und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Grundwasserwiederanstieg erfolgt eine regelmäßige Fortschreibung, Aktualisierung und Evaluierung des Hydrogeologischen Großraummodells Jänschwalde.

Mit dem HGMJaWa wurden die sich einstellenden nachbergbaulichen Grundwasserströmungsverhältnisse berechnet und auf Basis des aktuellen Kenntnisstands die Einbindung eines Bergbaufolgesees in den regionalen Wasserhaushalt bewertet. Die Ergebnisse der Prognoseberechnungen belegen, dass mit dem Taubendorfer See erhebliche Auswirkungen auf die Grundwasserdynamik sowie geschützte Landschaftsteile zu erwarten sind. Mit der geplanten Gestalt und Lage des Taubendorfer Sees kann der ursprüngliche Verlauf der unterirdischen Wasserscheide nicht erreicht werden.

Dies führt zur Prüfung von Alternativvarianten in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft. Zur Abmilderung der geohydraulischen Auswirkungen auf die wasserabhängigen Landschaftsteile im direkten Umfeld des Tagebaus wurden durch die LEAG verschiedene Varianten in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft erarbeitet.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens finden die durch die LEAG erarbeiteten Seevarianten Eingang in eine Neubewertung der zu erwartenden nachbergbaulichen Grundwasserströmungsverhältnisse. Auf Basis verschiedener Restseevarianten wird untersucht, wie sich die Änderung in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft auf den regionalen Wasserhaushalt auswirkt.



## 2 Zielstellung

Die bergbauliche Grundwasserabsenkung wirkt über den eigentlichen Abbaubereich hinaus und beeinträchtigt in diesem Wirkungsbereich Natur und Landschaft. Um dieser Beeinträchtigung nach Abschluss des Braunkohlenabbaus im Tagebau Jänschwalde entgegenzuwirken, ist die schnellstmögliche Wiederherstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes zu schaffen. Von einem sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalt kann dann ausgegangen werden, wenn die Flutung der Bergbaufolgeseen und die Wiederauffüllung des bergbaubedingt abgesenkten Grundwasserkörpers abgeschlossen ist und die Seen in das vorhandene Gewässersystem eingebunden sind.

Im vorliegenden Gutachten werden schwerpunktmäßig die sich einstellenden zukünftigen Grundwasserströmungsverhältnisse nach erfolgter Sanierung in den durch den Tagebau Jänschwalde in Anspruch genommenen Flächen betrachtet. Hauptaugenmerk liegt auf der Betrachtung der künftigen Bergbaufolgeseen im Kontext des nachbergbaulichen Wasserhaushaltes.

Die Abweichung von der ursprünglichen Planung des BKP resultiert aus der Notwendigkeit zur Wiederherstellung der unterirdischen Wasserscheide von Nordsee (Spree-Elbe) und Ostsee (Lausitzer Neiße-Oder). Durch die Umsetzung verschiedener Seevarianten ist der nachbergbauliche Verlauf der unterirdischen Wasserscheide gegenüber ihrer vorbergbaulichen Lage zu prüfen.

Die im Folgenden aufgezeigten Varianten zu Bergbaufolgeseen wurden durch die LEAG unter bergbautechnologischen und geotechnischen Richtlinien erarbeitet und sollen mit dem HGMJaWa im geohydraulischen Kontext geprüft werden.

Unter Berücksichtigung der im Braunkohlenplan verfassten wasserwirtschaftlichen Sanierungsziele sind die Ergebnisse der Seevarianten zu bewerten sowie die zu erwartende geohydraulische Entwicklung aufgrund der differenzierten Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft einzuschätzen. Als Maßstab werden die Ergebnisse mit den zu erwartenden Verhältnissen des im Braunkohlenplan beschriebenen Taubendorfer Sees verglichen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Auswirkungen auf sensible grundwasserabhängige Landschaftsteile im Umfeld des Tagebaus. Anhand des wasserhaushaltlichen Defizites im Vergleich zum Planzustand des BKP sollen mögliche Auswirkungen aufgezeigt werden.

### 3 Methodik

Die Modellierung der Grundwasserströmung erfolgt auf Basis eines dreidimensionalen Strömungsmodells mit PCGEOFIM, dessen Lösungsalgorithmus auf der Finiten-Volumen-Methode basiert. PCGEOFIM ist speziell für die Anforderungen der bergbaulichen und nachbergbaulichen Wasserwirtschaft entwickelt worden.

Die Betrachtung der zukünftigen Grundwasserströmungsverhältnisse im Rahmen dieses Gutachtens erfolgt rechnerisch unter Verwendung des bereits entwickelten Hydrogeologischen Großraummodell Jänschwalde (HGMJaWa) der LEAG. Das HGMJaWa wurde für die Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse, ihrer Entwicklung und die Prognose des Grundwasserwiederanstiegs nach Beendigung des aktiven Tagebaubetriebs aufgebaut. In seinen Grenzen bildet es die durch den Bergbau beeinflussten Gebiete im Großraum der Tagebaue Jänschwalde und Cottbus-Nord ab.

Ausgehend vom hydrogeologischen Grundwasserströmungsmodell HGMJaWa werden die stationären Grundwasserströmungsverhältnisse nach Beendigung der bergbaulichen Sumpfung berechnet. Formal wurde der Zeitpunkt 01/2100 gewählt, der lange genug nach dem tatsächlichen Erreichen stationärer Grundwasserströmungsverhältnisse liegt. Für die Prognoserechnung wurde die mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell (ArcEGMO) berechnete mittlere jährliche ortsdiskrete flurabstandabhängige Grundwasserneubildung auf Basis der Klimanormalreihe 1981-2010 angesetzt. Für die Fließgewässer und Standgewässer im Modellgebiet wurden mittlere Abflussverhältnisse verwendet.

Das Grundwassermodell besitzt in dem betrachteten Gebiet eine Auflösung von (100x100) m<sup>2</sup>. Die vertikale Modellstruktur orientiert sich an der lithofaziellen Gliederung des Gebietes. Es berücksichtigt im Hangenden 6 Grundwasserleiter und im Liegenden des zweiten Lausitzer Flözes drei tertiäre Grundwasserleiter. Schwebende bzw. kleinräumig abgegrenzte GWL bzw. Wasservorkommen bleiben im Modell unberücksichtigt.

Mittels des kalibrierten Grundwasserströmungsmodells werden die nachbergbaulichen stationären Grundwasserströmungsverhältnisse berechnet. Hierfür erfolgt die Implementierung der Bergbaufolgelandschaft in das dem HGMJaWa zugrunde liegende Hydrogeologische Strukturmodell und eine Kopplung der Randbedingung „Tagebaurestsee“ an das Grundwasserströmungsmodell. Die Hohlformen der Tagebaurestseen wurden mit dem nachbergbaulichen Parametermodell verschnitten. Modellparameter und Randbedingungen wurden im Rahmen der Bearbeitung mit der LEAG abgestimmt.

Im vorliegenden Gutachten werden die Grundwasserströmungsverhältnisse und die komplexe Wirkung der einzelnen Seevarianten im unterirdischen Einzugsgebiet prognostiziert. Untersucht werden dabei die jeweiligen Auswirkungen in Bezug auf den vorbergbaulichen Zustand sowie die Ausgangsvariante (Planzustand) Taubendorfer See.

Die Abweichungen werden als Hydrodifferenzen dargestellt. Zur Einschätzung der räumlichen Wiederherstellung der unterirdischen Wasserscheide werden die jeweiligen Berechnungsergebnisse miteinander verglichen.

## 4 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

### 4.1 Lage

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Land Brandenburg nordöstlich von Cottbus. Es erstreckt sich im Osten entlang der deutsch-polnischen Grenze und liegt in den Einzugsbereichen der Spree und der Lausitzer Neiße.

Es erfasst weite Teile der Lieberoser und Gubener Hochfläche im nördlichen Untersuchungsgebiet. Diese Hochflächen sind eine von Seen und Mooren durchzogene eiszeitlich geprägte Jungmoränenlandschaft. Südlich davon schließt sich die Spree-Malxe-Niederung an, im Südosten die Hornoer Hochfläche mit dem dort in Betrieb befindlichen Braunkohletagebau Jänschwalde. Das Spreetal im Süden und das Neißetal im Osten markieren die naturräumliche Grenze der Hochflächen.

Im südlichen Untersuchungsgebiet markiert der Verlauf der Spree die westliche Grenze. Im Osten wird das Untersuchungsgebiet durch die Neiße begrenzt. Innerhalb des Betrachtungsraums liegt die Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde.



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes

## 4.2 Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt im Übergangsbereich zwischen maritim und kontinental geprägtem Klima mit warmen Sommern und kalten Wintern. Langjährige Klimaaufzeichnungen stehen von der meteorologischen Station Cottbus des DWD zur Verfügung. Für die Klimanormalreihe 1981-2010 liegen die höchsten Durchschnittstemperaturen im Juli bei 19,4°C und die Tiefsttemperaturen im Januar bei 0,3°C. Der mittlere jährliche Niederschlag erreicht 568 mm/a (unkorrigiert).

Zur Ermittlung der räumlichen Verteilung des Niederschlags sind Messdaten weiterer Niederschlagsstationen verfügbar. Die mittlere korrigierte Niederschlagsmenge (nach Richter DWA-Merkblatt 504-1 [5]) variiert zwischen 617 mm/a im Niederungsraum der Neiße um die Ortslage Grießen und 696 mm/a im Bereich der Pinnower Hochlage.

Als meteorologischer Bezugszeitraum für die Berechnung des Wasserhaushaltes dient die klimatische Reihe 1981-2010. In der Prognoserechnung bilden die mittleren Verhältnisse der Klimareihe 1981-2010 die Grundlage.

## 4.3 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordosten des Lausitzer Braunkohlereviere. Die durch das Vorhaben Tagebau Jänschwalde beeinflussten hydrogeologischen Einheiten umfassen die ca. 200 m mächtige Lockergesteinsfolge des Tertiärs und des Quartärs. Die geologische Struktur im Untersuchungsgebiet bilden:

- Quartäre Horizonte fluviatilen und glazialen Ursprungs mit Mächtigkeiten von 50 bis 100 m,
- Tertiäre Schichten mit variierenden Mächtigkeiten von 100 bis 200 m, die auf einer allmählich nach Norden abtauchenden prätertiären Festgesteinsoberfläche lagern,
- Pleistozäne Rinnensysteme mit zum Teil tiefgreifender Erosion der tertiären Schichten,
- Kohleflöze außerhalb der pleistozänen Rinnen (Ausräumungszonen).

## 4.4 Bergbaulich unbeeinflusste Grundwasserverhältnisse

Im Jahr 1959 beginnend wurde die Lagerstätte Jänschwalde bis 1966 geologisch systematisch erkundet und für die Kohlegewinnung vorbereitet. Diese Erkundungsdaten lieferten auch erste zusammenhängende Darstellungen der angetroffenen Grundwasserhöhen. Die Detailerkundung Guben (DE Guben) des VEB Hydrogeologie Nordhausen aus den Jahren 1966/67 ergänzte die Darstellungen für den Raum nördlich von Grieben bis nach Guben hin. Somit lag um 1972, dem erstmaligen Beginn von Sumpfungmaßnahmen, ein geschlossener Grundwassergleichenplan für den künftigen Wirkraum des Tagebaus Jänschwalde vor.

Abbildung 2 zeigt einen Auszug des Grundwassergleichenplans im Untersuchungsraum. Auf Grundlage dieses Grundwassergleichenplans kann die bergbaulich unbeeinflusste unterirdische Wasserscheide konstruiert werden. Sie verläuft in Süd-Nord-Richtung zwischen den Flusseinzugsgebieten Spree und Lausitzer Neiße. Die Fließrichtung des Grundwassers verläuft vom maximalen Grundwasserstand von ca. +64,0 m NHN nach Osten zur Lausitzer Neiße hin sowie in Richtung Westen zu den Jänschwalder Laßzinswiesen.

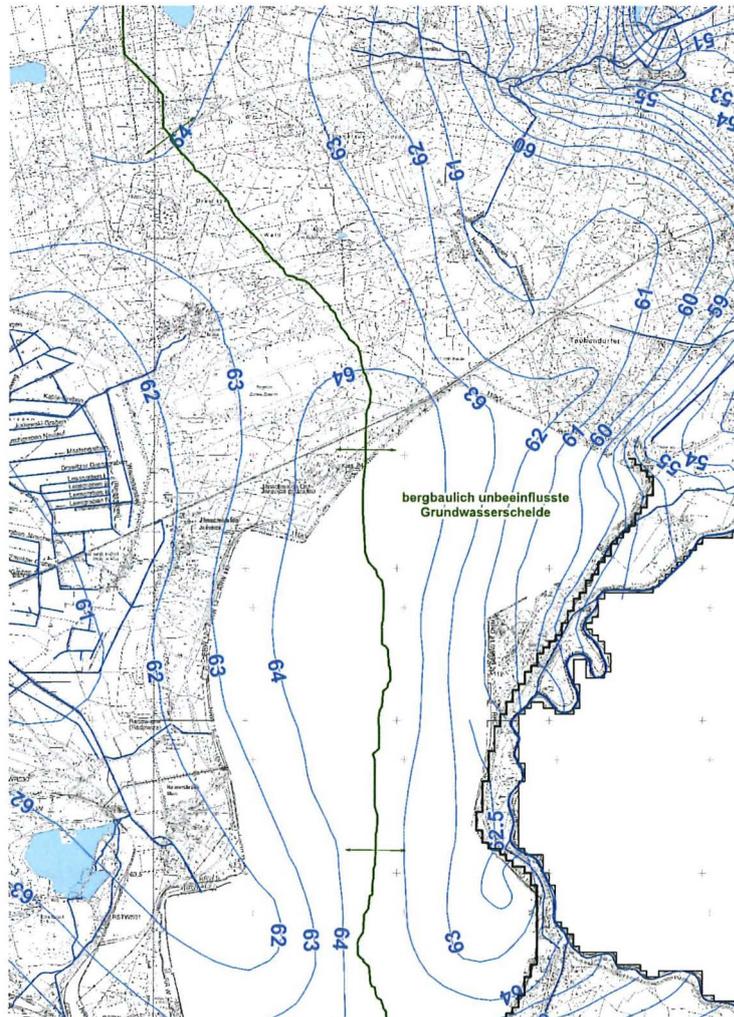


Abbildung 2: Bergbaulich unbeeinflusste Grundwassergleichen des HH-GWL mit konstruierter unterirdischer Wasserscheide

#### 4.5 Gegenwärtige Grundwasserverhältnisse

Die gegenwärtigen Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsraum sind durch die für den sicheren Tagebaubetrieb notwendige Grundwasserabsenkung gekennzeichnet. Die Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch den Tagebau Jänschwalde umfasst weite Bereiche des Untersuchungsraumes.

Der Grundwasserstrom im nördlichen Modellgebiet erfolgt aktuell von Nord/Nordosten in östliche Richtung zur Lausitzer Neiße und in südliche Richtung zur Malxe-Spree-Niederung. Sie bilden die natürliche Drainage der pleistozänen und tertiären Haupthangendgrundwasserleiter.

An der östlichen Markscheide sind sowohl der Tagebau als auch die angrenzenden Bereiche durch die Dichtwand geschützt. Um angrenzende Bereiche vor den damit verbundenen Auswirkungen zu schützen wurde längs der Neiße eine bis zu 80 Meter tiefe und ca. 12 Kilometer lange Dichtwand errichtet. Diese begrenzt eine Ausdehnung der Grundwasserabsenkung in Richtung Osten. In allen Bereichen, in denen die Dichtwand nicht wirksam wird, strömt das Grundwasser annähernd radial dem Tagebau Jänschwalde zu.

- Sichtvermerk -

Die gegenwärtigen Grundwasserstände reichen im Untersuchungsraum durch die Grundwasserabsenkungen von +10 m NHN bis +70 m NHN. Die tiefsten Grundwasserstände treten im derzeitigen Abbaubereich des Tagebaus Jänschwalde auf, während sich die höchsten Grundwasserstände im Süden und Norden des Untersuchungsraumes befinden. Durch die bergbaubedingte Grundwasserabsenkung treten großflächig Grundwasserflurabstände  $> 5$  m auf.

Im Nordraum des Tagebaus besteht im Bereich der Ortslagen Henzendorf und Göhlen eine morphologische (Lieberoser und Gubener Hochfläche) und hydrodynamische Hochlage und bedingt die Ausbildung einer Grundwasserscheide. Die südlich der Hochlage gelegenen Fließgewässer Schwarzes Fließ und Grano-Buderroser Mühlenfließ entwässern in die Neiße. Innerhalb der Auen erfolgt der Grundwasserstrom in östliche Richtung.

Das Schwarze Fließ bildet ein natürliches Drainagesystem im Bereich von Bärenklau bis Guben. Innerhalb der Flussaue fällt der Grundwasserspiegel westlich der Ortslage Bärenklau von +58...+59 m NHN nach Osten bis Guben auf +45...+46 m NHN ab. Westlich der Ortslage Bärenklau treten je nach Geländemorphologie Flurabstände  $> 3$  m auf. Nur unmittelbar in Gewässernähe der zwei Quellarme Bullgraben und Schäfergraben werden Grundwasserflurabstände von  $< 1$  m berechnet. Außerhalb der Flussaue werden aufgrund des rasch ansteigenden Geländes flurferne Grundwasserstände berechnet.

Westlich des Tagebaus Jänschwalde befinden sich die Jänschwalder Laßzinswiesen. Die Grundwasserstände im Bereich der Jänschwalder Laßzinswiesen liegen bei +56...+60 m NHN. Im östlichen Teilgebiet dieser erfolgt ein Grundwasserabstrom in Richtung der Westrandriegel des Tagebaus Jänschwalde. Die Grundwasserstände sinken hier von +56 m NHN im Bereich der Infiltrationsbrunnen auf ca. +10 m NHN im Bereich der Westmarkscheide.

In Abhängigkeit der Tagebauführung Jänschwalde ergeben sich im Nordosten des Abbaufeldes steile Potentialgefälle bis in den unmittelbaren Randbereich der in W-O-Richtung verlaufenden Taubendorfer Rinne. Das Grundwasserniveau sinkt von ca. +52 m NHN auf ca. +15...+20 m NHN im Bereich der aktiven Feldriegel. Entlang der westlichen Rand- und Kippenriegel Jänschwalde tritt auf engem Raum ein relativ steiles Potentialgefälle in Richtung der Teichgruppe Bärenbrück und der Jänschwalder Laßzinswiesen auf. Durch die Stützwasserbewirtschaftung der Jänschwalder Laßzinswiesen wird der Grundwasserstand auf +60 bis +62 m NHN gehalten. Durch Einleitung von Sumpfungswasser in die Teichgruppe Bärenbrück erfolgt eine Stabilisierung der Wasserstände auf ca. +64,0 m NHN.

## 5 Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde

Mit der „Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde“ (Land Brandenburg, 2002) wurden die Ziele der wasserhaushaltlichen Sanierung definiert. Wesentliches Ziel in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft ist die Gewährleistung der schnellstmöglichen Wiederherstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes.

### 5.1 Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde

#### **Ziel 9 - Natur und Landschaft außerhalb des Abbaubereiches:**

„Die grundwasserabhängigen, für den Arten- und Biotopschutz besonders wertvollen Feuchtgebiete der Jänschwalder Laßzinswiesen nördlich der Bahnlinie Cottbus-Peitz/Ost-Guben sind in ihrer Vielfalt und Prägung durch grundwasserabhängige Lebensgemeinschaften zu erhalten. Bei der Festlegung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen ist neben den Belangen des Biotop- und Artenschutzes die landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes zu berücksichtigen.

In den Grenzen des gemeldeten FFH-Gebietes innerhalb der Jänschwalder Laßzinswiesen (vgl. Anlage 3) sind nachteilige Auswirkungen der bergbaubedingten Grundwasserabsenkung auf die landwirtschaftliche und naturschutzfachliche Nutzung zu vermeiden. Für unvermeidbare nachteilige Auswirkungen in wertvollen Feuchtgebieten der Jänschwalder Laßzinswiesen südlich der Bahnlinie Cottbus-Peitz/Ost-Guben ist Ausgleich oder Ersatz zu schaffen.“ ( (Land Brandenburg, 2002), S. 705)

#### **Ziel 14 - Wasserwirtschaftliche Verhältnisse nach Beendigung des Tagebaus:**

„Nach Abschluss des Braunkohlenabbaus ist die schnellstmögliche Wiederherstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes zu gewährleisten. Die Auffüllung der durch das Massendefizit entstehenden Resträume, d.h., des zukünftigen Klinger und Taubendorfer Sees sowie die Auffüllung der entleerten Grundwasserleiter ist gezielt zu beschleunigen.

Für das Abbaugelände und die Tagebaurandbereiche ist in Anlehnung an die vorbergbaulichen Verhältnisse eine ausreichende Vorflut zu gewährleisten.“ ( (Land Brandenburg, 2002), S. 711)

#### **Ziel 29 - Flächennutzung:**

„Bei der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft sind landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche, fischereiwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Nutzungsinteressen als auch die Belange des Naturschutzes, der Landschaftspflege und der Erholung zu berücksichtigen. Für die unterschiedlichen Nutzungen werden folgende Größenordnungen vorgegeben:

<b>Landwirtschaft</b>	<b>25 %</b>
<b>Forstwirtschaft</b>	<b>47 %</b>
<b>Renaturierungsflächen</b>	<b>15 %</b>
<i>davon mind. 50 % mit dem Entwicklungsziel Wald</i>	
<b>Wasserflächen</b>	<b>12 %</b>
<b>Sonstige Flächen (Straßen, Wege)</b>	<b>1 %</b>

Nach Abschluss der bergbaulichen Tätigkeit ist eine Neuordnung der Flächen unter Berücksichtigung der dann vorliegenden Bedingungen vorzunehmen.“ ( (Land Brandenburg, 2002), S.721)

## 5.2 Prämissen zur Bergbaufolgelandschaft gem. BKP

Durch den Tagebaubetrieb (Aufschlussabraum auf Halde und Entnahme der Kohle) sowie technologisch bedingt durch das Offenhalten der Randschläuche und die Endstellung des Tagebaus entsteht ein offener Restraum (Massendefizit), der nicht geschlossen werden kann.

Entlang der Westmarkscheide wird ein Randschlauch offengehalten, in dem sich alle Anlagen für die Abförderung der Kohle in Richtung Verladung/Kraftwerk befinden. Die Bandanlagen befinden sich auf Höhe der Grubenarbeitsebene. Der verbleibende Freiraum zwischen Oberkante des Vorschnittes und der Oberkante der Förderbrückenkippe beträgt ca. 420 m. Die Wiedernutzbarmachung dieses Raumes kann erst nach Beendigung der Kohleförderung und dem Rückbau aller in diesem Bereich befindlichen Anlagen erfolgen. Die sog. Randschläuche werden als zukünftige Wasserflächen in die Bergbaufolgelandschaft eingebunden.

In der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde (Abbildung 3) entsteht eine klare nutzungsorientierte Gebietstrennung in land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie Renaturierungs- und Sukzessionsflächen. Am Südrand wird der künftige Klinger See entstehen. Im mittleren Bereich liegt das Flussbett der rückverlegten Malxe, die Bergbaufolgelandschaft von Südosten nach Nordwesten queren und damit annähernd ihren ursprünglichen Flussverlauf einnehmen wird.

Im Nordraum der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde ist gem. BKP ein großer Bergbaufolgesee geplant. Die Ziele des BKP können mit dem großen Bergbaufolgesee im Nordraum voraussichtlich nicht erreicht werden. Unter Berücksichtigung folgender Prämissen wurden verschiedene Seevarianten auf Machbarkeit untersucht, um eine verbesserte Umsetzung der o.g. Ziele zu ermöglichen:

- Erreichung möglichst hoher Wasserstände im Westen des Tagebaus zur Vermeidung einer nachbergbaulich bleibenden Beeinflussung des angrenzenden Umfeldes,
- Verminderung einer Verschiebung der unterirdischen Nordsee-Ostsee-Wasserscheide,
- Schaffung stabiler nachbergbaulicher Grundwasserverhältnisse,
- Beibehaltung der Land-Wasser-Verteilung (Flächenbilanzen) in der rekultivierten nachbergbaulichen Landschaft, wie im Braunkohleplan angezeigt,
- Berücksichtigung geotechnisch erforderlicher Maßnahmen zur Sicherung des Tagebauräumens durch die geforderte grundwasserfreie Überdeckung der Landbereiche,
- keine Durchleitung der Malxe durch den Tagebausee Heinersbrück.

**Die hydrologische Zielfunktion in der Gestaltung der geplanten Bergbaufolgeseen ist die Bildung sich selbst regulierender Gewässersysteme ohne dauerhafte Fremdwassereinführung.**

## 5.3 Grundzüge der geotechnischen Sanierung der Bergbaufolgelandschaft

Die Abraummächtigkeit im Tagebau Jänschwalde beträgt in der Endstellung des Tagebaus mehr als 90 m. Der überwiegende Teil dieses Abraums mit etwa 70 m wird durch eine Abraumförderbrücke (AFB) F60 gewonnen. Konstruktionsbedingt mit einer Stützweite der Brücke von ca. 270 m beträgt der Abstand von der Oberkante des 1. Brückenschnittes bis zur Oberkante der Brückenkippe etwa 700 m.

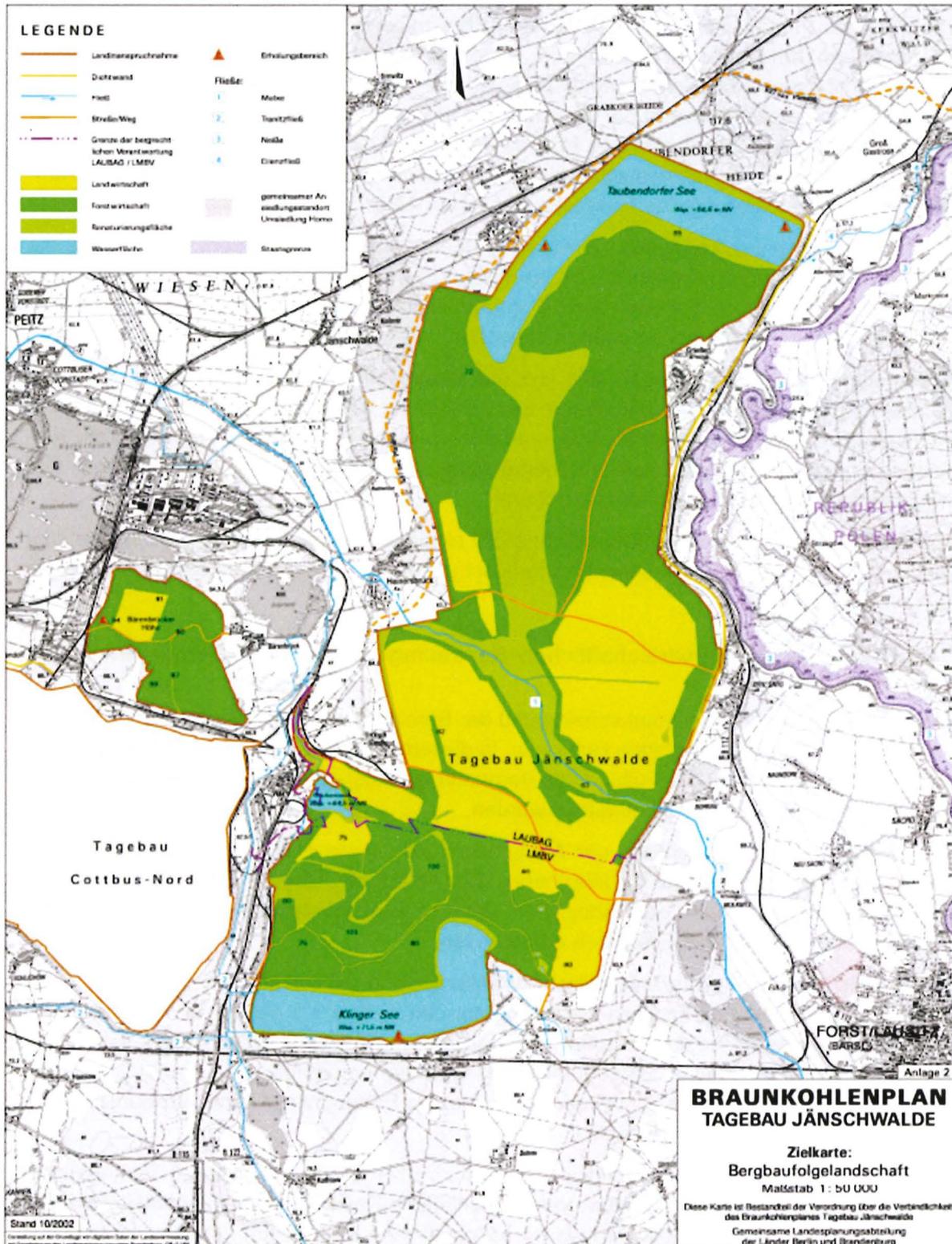


Abbildung 3: Zielkarte der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde (Land Brandenburg, 2002)

Im Liegenden des Tagebaus bei einer Teufe von mehr als 100 m verbleibt dabei ein offener Grubenraum in einer Breite von ca. 100 m. Über der AFB wird ein Vorschnitt mit einer Abtragsmächtigkeit von bis zu 30m betrieben. Der Versturz dieses Vorschnittabraums erfolgt im rückwärtigen Bereich des Tagebaus mit einem Bandabsetzer. Dieser sichert die geotechnisch vorgegebene Mindesthöhe für die grundwasserfreie Überdeckung in der Bergbaufolgelandschaft und schafft durch die Verkippung kulturfreundlichen Bodens die Möglichkeit einer späteren landwirtschaftlichen Nachnutzung. Dieser geometrisch bedingte Hohlraum verbleibt nach Beendigung der Kohleförderung in der Endstellung des Tagebaus und in den Ablaschungsbereichen.

In einem großen Teil des Tagebaus, dem sog. Grünen Herz, hat die Förderbrücke bereits die endgültigen Geländehöhen hergestellt, so dass dieser Teil bereits abschließend rekultiviert wurde bzw. werden kann. Mit dem Ziel Seen in die Bergbaufolgelandschaft zu integrieren, ist dies letztlich nur in den oben beschriebenen offenen Tagebauräumen möglich und sinnvoll.

Zum Erreichen dieser Zielstellungen sind größere Massenbewegungen nach Beendigung der Kohleförderung im Tagebau erforderlich. Die zur Schließung eines Teiles des verbleibenden offenen Tagebauraumes erforderlichen Bodenmassen werden von noch nicht rekultivierten Kippenflächen umlagert. Die kippenseitigen Uferbereiche sind aufwendig mittels Untergrund- und Oberflächenverdichtung geotechnisch zu sichern.

Aus geotechnischer und wirtschaftlicher Sicht ergibt sich hieraus das Ziel, Bergbaufolgeseen mit möglichst großem Anteil an gewachsenen Uferböschungen vorzusehen, um den Sicherungsaufwand zu minimieren.

#### **5.4 Varianten der wasserwirtschaftlichen Restraumgestaltung der Bergbaufolgelandschaft**

Der Randschlauch an der Westmarkscheide und der Bereich der Tagebauendstellung bilden einen nahezu komplett flutungsfähigen Hohlraum. In diesem soll gem. des BKP der Taubendorfer See (ca. 511 ha) entstehen. Die Füllung des Bergbaufolgesees soll durch eine Fremdwasserzuführung aus der Lausitzer Neiße unterstützt werden.

Der Taubendorfer See reicht entlang der Westmarkscheide in seiner südlichen Ausdehnung bis an die OL Jänschwalde (Ortsteil Kolonie) heran. Der Ablauf des Überschusswassers aus dem Bergbaufolgesee liegt aus geotechnischen sowie wasserwirtschaftlichen Kriterien bei +56,5 m NHN und wird an das Eilenzfließ angebunden.

Die bergbaulich unbeeinflusste unterirdische Wasserscheide (Abbildung 2) verläuft durch den Taubendorfer See, somit ist im Zusammenhang mit den in Kap 5.2 gesetzten Prämissen, die Gestaltung der Wasserfläche der Bergbaufolgelandschaft von entscheidender Bedeutung. Mit der geplanten Gestalt und Lage des Bergbaufolgesees kann der ursprüngliche Verlauf der unterirdischen Wasserscheide nicht erreicht werden. Dies führt zur Prüfung von Alternativvarianten in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft.

Unter Berücksichtigung des Massendefizits und des im BKP festgelegten Wasserflächenanteils innerhalb der Bergbaufolgelandschaft wurden verschiedene Restseevarianten abgeleitet und mit dem Grundwasserströmungsmodell im wasserhaushaltlichen Kontext geprüft. Die Konstruktion der Restseen erfolgte unter geotechnischen Gesichtspunkten, d.h. unter Berücksichtigung des Massendefizits und des Wasserflächenanteils. Eine Übersicht zur Lage der Restseevarianten liefert die Abbildung 4.

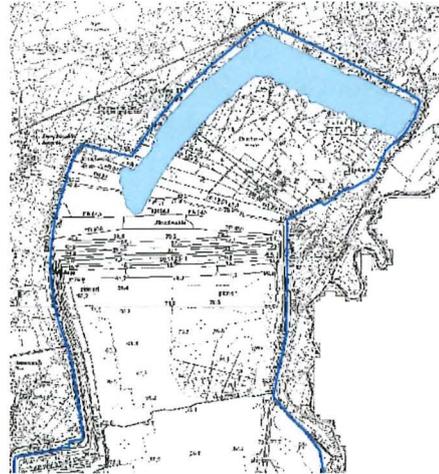
### 1-Seevariante (gem. BKP):

Taubendorfer See = +56,5 m NHN (511 ha)

Der zukünftige Taubendorfer See wird im Abstrom der Kippe Jänschwalde liegen. Gemäß des Braunkohlenplans reicht dieser weit in südlicher Richtung bis in den Bereich der OL Jänschwalde Ost. Die bergbaulich unbeeinflusste unterirdische Wasserscheide verläuft durch den südlichen Teil des Taubendorfer Sees.

Um entsprechende Regulierungsmöglichkeiten zu schaffen und den zukünftigen See in das vorhandene wasserwirtschaftliche System einzubinden, ist die Herstellung eines Ableiters in das Eilenzfließ vorgesehen.

Der südliche Randschlauch der Westmarkscheide wird verfüllt.



### 2-Seenvariante: (Wasserfläche gesamt: 510 ha)

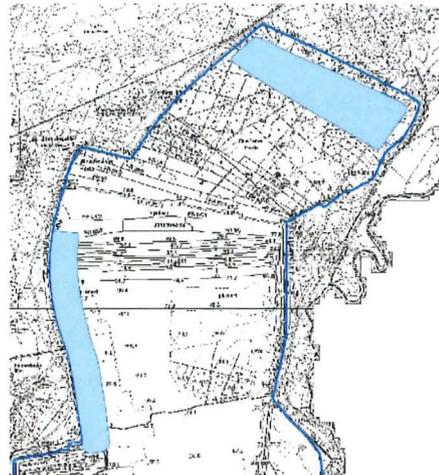
Heinersbrücker See = +61,9 m NHN (225 ha)

Taubendorfer See = +56,5 m NHN (285 ha)

Der nordöstliche Randschlauch an der Westmarkscheide im Bereich OL Jänschwalde wird geschlossen.

Der Taubendorfer See besitzt eine deutlich „verkürzte“ Gestalt der Uferböschung gegenüber der 1-Seevariante. Er liegt im verbleibenden Nordrandschlauch. Die Regulierung der Wasserspiegellage erfolgt über einen Ableiter in das Eilenzfließ.

Der südliche Teil des Westrandschlauchs bei OL Heinersbrück bleibt offen. Der Heinersbrücker See besitzt einen Überlauf in die Malxe. Gestalt und Lage orientiert sich am offen gehaltenen Randschlauch an der Westmarkscheide.



### 3-Seenvariante: (Wasserfläche gesamt: 511 ha)

Heinersbrücker See = +61,9 m NHN (120 ha)

Jänschwalder See = +61,9 m NHN (205 ha)

Taubendorfer See = +56,5 m NHN (186 ha)

Die Abweichung von der ursprünglichen Planung resultiert aus der Notwendigkeit zur Wiederherstellung der bergbaulich unbeeinflussten unterirdischen Wasserscheide.

Gegenüber der 2-Seenvariante wird die Fläche des Taubendorfer Sees nochmals verkleinert. Die Regulierung des Seewasserstand erfolgt wie in den o.g. Varianten über einen Ableiter in das Eilenzfließ. Bei der OL Jänschwalde-Kolonie wird der Jänschwalder See entstehen. Er erhält einen Kippenzuleiter sowie einen Ableiter im Hochwasserfall. Der Heinersbrücker See wird gegenüber der 2-Seenvariante deutlich verkürzt. Der Ableiter in die Malxe bleibt erhalten.

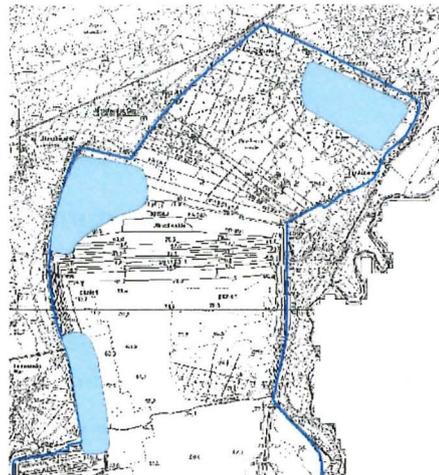


Abbildung 4: Darstellung der untersuchten Seenvarianten

## 6 Grundwassermodell

Das vorliegende Grundwasserströmungsmodell Jänschwalde HGMJaWa (Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, 2018) beschreibt die großräumigen Grundwasserströmungsverhältnisse im quartären Haupthangendgrundwasserleiter sowie in den tertiären Grundwasserleitern als 3D-Mehrschichtmodell.

Das Grundwasserströmungsmodell ist als ständig arbeitendes Modell (SAM) konzipiert, welches fortlaufend qualifiziert wird. Insbesondere die hoch sensitiven Eingangsparameter Tagebauentwässerung und Grundwasserneubildung haben großen Einfluss auf die sich prognostisch einstellenden Grundwasserstände.

### 6.1 Abgrenzung des Modellgebietes

In nördlicher Richtung wurde das Grundwassermodell auf die natürlichen Einzugsgebietsgrenzen des Haupthangendgrundwasserleiters erweitert. In südlicher Richtung wurde das HGMJaWa um den Bereich des vorhandenen geohydrologischen Großraummodells „Klinger See“ der LMBV erweitert.

Innerhalb des Modellgebietes liegen der aktive Tagebau Jänschwalde, der Tagebau Cottbus-Nord der LEAG Energie Bergbau AG und das Sanierungsgebiet B5 der LMBV. Der Modellraum orientiert sich an geologischen und hydrologischen Rändern und dort, wo kein derartiger Modellrand zugewiesen werden konnte, an in das Gebiet einfließenden oder ausfließenden Volumenströmen, die über die Einzugsgebiete bzw. hydraulischen Potentiale ermittelt wurden. Als Untersuchungsrahmen für die Modellaussagen wird folgender Koordinatenausschnitt betrachtet:

RW 5456000...5482000

HW 5728000...5774000 (*Gauß-Krüger-Bessel, Lagestatus 110*).

In den Fokusbereichen wird der Strömungsraum wie folgt verfeinert:

<i>Lupe 1</i>	<i>100x100 m</i>	<i>(Tagebau Jänschwalde)</i>
<i>Lupe 2</i>	<i>50x50 m</i>	<i>(Monitoringbereich B5 der LMBV)</i>
<i>Lupe 5</i>	<i>25x25 m</i>	<i>(Klinger See)</i>
<i>Lupe 6</i>	<i>25x25 m</i>	<i>(Cottbuser Ostsee – südlicher Bereich)</i>
<i>Lupe 7</i>	<i>25x25 m</i>	<i>(Cottbuser Ostsee – nördlicher Bereich)</i>

### 6.2 Hydrogeologische Strukturmodell

Die Erstellung des hydrogeologischen Strukturmodells erfolgte mit dem Programmsystem GMS (Groundwater Modeling System) von AQUAVEOTM (AQUAVEO, 2012). Die hydrogeologischen Verhältnisse des bergbaulich unbeeinflussten sowie des geplanten nachbergbaulichen Zustands werden in zwei separaten Modellen abgebildet.

Die vertikale Modellstruktur orientiert sich an der lithofaziellen Gliederung des Gebietes. Es berücksichtigt im Hangenden 6 Grundwasserleiter und im Liegenden des zweiten Lausitzer Flözes drei tertiäre Grundwasserleiter. Schwebende bzw. kleinräumig abgegrenzte GWL bzw. Wasservorkommen bleiben im Modell unberücksichtigt.

Vorhandene Kopplungen der Grundwasserleiter wurden insbesondere im Bereich der pleistozänen Erosionsrinnen und mögliche Kopplungen außerhalb der Erosionsrinnen durch eine entsprechende Parametrisierung der Stauer berücksichtigt. Hydraulisch miteinander verbundene Grundwasserleiter können in den Grundwassergleichen als ein einheitliches Grundwasserstockwerk zusammengefasst werden.

### 6.3 Innere Randbedingungen

An den Modellrändern können über das Grund- und Oberflächenwasser Austauschprozesse mit den angrenzenden Gebieten erfolgen. Die Wahl der Modellränder ist daher so zu definieren, dass eine Beeinflussung durch bergbauliche Prozesse ausgeschlossen werden kann. In der Regel eignen sich Wasserscheiden (Einzugsgebietsgrenzen), Fließ- oder Standgewässer.

Das Modellgebiet muss bezüglich seiner äußeren Ränder soweit nach außen gelegt werden, dass durch Geschehen im Aussagegebiet diese Ränder, also die zu wählenden Randbedingungen (RB), nicht (wesentlich) hydraulisch beeinflusst werden.

Innere Randbedingungen sind solche, die unabhängig vom äußeren Modellrand die Grundwaserdynamik durch Wasserstand oder Durchfluss im Innenbereich des Modells beeinflussen.

Die hydraulischen Randbedingungen wurden auf Basis der zur Verfügung stehenden klimatologischen und hydrologischen Daten fachgerecht nach dem Stand der Technik aufgebaut. Die Daten wurden durch recherchierte technologische Daten zu Wasserhaltungs- und Wasserversorgungs- und -ersatzmaßnahmen des aktiven und des Sanierungsbergbaus sowie Dritter ergänzt. Wesentliche innere Randbedingungen sind:

- Vorfluter (Fließgewässer, Zu- und Ableiter),
- Standgewässer, speziell wenn sie wasserstandsgesteuert sind (Überläufe),
- Wasserentnahmen/-einleitungen in Stand- und Fließgewässer,
- Versickerungen an der Geländeoberkante,
- Technologische Randbedingungen des Bergbaus (Brunnen, Drainagen, Dichtwände, Sanierungselemente usw.).

### 6.4 Abbildung der Bergbaufolgeseen

Für die korrekte Berechnung des Einflusses der Bergbaufolgeseen auf das Grundwasser wurde die Randbedingung See entwickelt (Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, 2003). Diese ermöglicht durch Digitalisierung der entstehenden Hohlform eine exakte Erfassung der limnologischen Basisdaten eines Bergbaufolgesees in der Berechnung. Als Randbedingung See werden neben den Bergbaufolgeseen auch natürliche Seen, Teichgruppen und Vernässungsflächen in grundwassererfüllten Geländesenken berücksichtigt.

Sie können wasserstand- oder durchflussgesteuert (h- oder Q-gesteuert) sein. Zeitliche Randbedingungen wie Flutungsbeginn etc. werden berücksichtigt. Die Abbildegenauigkeit der Wechselwirkungen See-Grundwasser richtet sich hierbei nicht nach der Ortsdiskretisierung des Modells, sondern ergibt sich aus der die Hohlform beschreibenden Datenbasis. Die Änderung des im Standgewässer vorhandenen Wassers berechnet sich aus der Summe der Flüsse zwischen dem horizontal und/oder vertikal gekoppelten Grundwasserkörper (Grundwassermodell) und dem Standgewässer plus Summe oberirdische Zuflüsse minus Zehrung.

## 6.5 Abbildung der Wasserhaushaltsgrößen

Die Grundwasserneubildung stellt die Randbedingung am oberen Modellrand des HGMJaWa dar. Einflussfaktoren wie Witterung und Klima, Landnutzung und Vegetation, Bodeneigenschaften, Morphologie und Grundwasserflurabstand (GWFA), die die Grundwasserneubildung (GWN) beeinflussen, werden mit der Grundwasserneubildung im Grundwasserströmungsmodell implizit berücksichtigt. Die Grundwasserneubildung wird mit ArcEGMO (Büro für Angewandte Hydrologie, 2016) berechnet und dem HGMJaWa übergeben. Die IBGW GmbH erstellte damit ein Bodenwasserhaushaltsmodell (BWHM) für das Modellgebiet Jänschwalde (Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH, 2017).

Als meteorologischer Bezugszeitraum für die Berechnung des Wasserhaushaltes dient die klimatische Reihe 1981-2010. In der Kalibrierungs- und Epignosephase werden auf Basis der klimatischen Reihe monatliche Grundwasserneubildungswerte angesetzt. In der Prognoserechnung bilden die mittleren Verhältnisse der Klimareihe 1981-2010 die Grundlage.

Die Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag und Gewässerverdunstung gehen in die Berechnung der oberirdischen Einflussgrößen der Seebilanzierung ein. Als meteorologischer Bezugszeitraum für die Berechnung dient die klimatische Reihe 1981-2010.

Im Betrachtungszeitraum 1993-2019 werden Monatswerte angesetzt (Deutscher Wetterdienst, 2018). In der Prognoserechnung gilt der meteorologische Bezugszeitraum der klimatischen Reihe 1981-2010.

Die Berücksichtigung der Gewässerverdunstung erfolgt tiefenabhängig. Folgende Verdunstungsraten (Deutscher Wetterdienst, 2018) werden dem Modell vorgegeben:

- 2 m → 777,6 mm/a
- 10 m → 769,2 mm/a
- 15 m → 759,0 mm/a.

## 6.6 Zeitliche Diskretisierung

Die Modellberechnung erfolgt für den Zeitraum 1993-2019 zeitabhängig. Für den Zeitraum 01/1995 bis 01/2005 erfolgt die Modellkalibrierung auf Basis der zur Verfügung stehenden Beobachtungspunkte. Anschließend wird für den Zeitraum 2005-2019 das Modell auf Basis der zur Verfügung stehenden Beobachtungspunkte auf Plausibilität geprüft.

In der Prognoserechnung wurden die zukünftig zu erwartenden Systemverhältnisse in Form von Szenarien auf Basis des kalibrierten Grundwasserströmungsmodells berechnet. Es werden die Randbedingungen gemäß der Planung, Entwicklungen bzw. verschiedener Szenarien angewendet. Formal wurde der Zeitpunkt 01/2100 gewählt, der lange genug nach dem tatsächlichen Erreichen stationärer Grundwasserströmungsverhältnisse liegt.

Für die Prognoserechnung wurde die mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell berechnete mittlere jährliche ortsdiskrete flurabstandabhängige Grundwasserneubildung auf Basis der Klimanormalreihe 1981-2010 angesetzt.

## 7 Nachbergbauliche Grundwasserströmungsverhältnisse

Der Klinger See wird einen voraussichtlichen Endwasserstand von +71,0...71,5 m NHN erreichen. Die Regulierung des Wasserstands erfolgt über Wasserein- und -ausleitung über die Tranitz. Der Wasserspiegel im Grubenteich wird sich im Zusammenhang mit dem Grundwasserwiederanstieg auf ein Niveau von +64,0 m NHN einstellen. Zur Regulierung des Wasserstandes ist eine Vorflutanbindung an die Tranitz vorgesehen.

Im mittleren Bereich der Bergbaufolgelandschaft entsteht als zentrales Element das künftige Flussbett der rückverlegten Malxe, die das Gebiet von Südosten nach Nordwesten queren wird und damit annähernd ihren ursprünglichen Flussverlauf einnimmt. Im nördlichen Teil soll gem. BKP der Taubendorfer See entstehen. Der Endwasserstand soll bei +56,5 m NHN liegen. Die Regulierung des Seewasserstands erfolgt über einen Ableiter zum Eilenzfließ.

Die im Folgenden aufgezeigten Seevarianten (Lausitz Energie Bergbau AG, 2018) stellen eine Optimierung der 1-Seevariante unter den geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Zielen gem. BKP dar. Es werden die Grundwasserhältnisse (sog. stationärer Endzustand) nach Erreichen des Endwasserstands in den Bergbaufolgeländen, der Grundwasserneubildung in den Kippen und nach Abschluss des Grundwasserwiederanstiegs diskutiert.

In den Abbildung 5 bis Abbildung 7 werden die prognostizierten Verläufe der nachbergbaulichen unterirdischen Wasserscheiden dem bergbaulich unbeeinflussten Verlauf gegenübergestellt. Die Unterschiede der optimierten Seevarianten werden in Form von Hydrodifferenzen dargestellt.

### 7.1 Taubendorfer See (1-Seevariante gem. BKP)

Der geplante Seewasserstand von +56,5 m NHN resultiert aus der Überlaufhöhe zum Eilenzfließ. Aufgrund der Regulierung des Endwasserstands wird der Taubendorfer See im Gewachsenen aus Nordwesten bzw. Westen angeströmt und kippenseitig aus südlicher Richtung. In den Modellrechnungen wurde keine Perforierung der an der Ostseite des Tagebaus befindlichen Dichtwand angesetzt, sodass die Grundwasserströmung in diesen Bereichen nach Norden gerichtet ist.

Im Kippenbereich wird ein maximaler Grundwasserstand von +67 m NHN prognostiziert. Auf der Innenkippe treten Grundwasserstände von +63 m NHN bis +67 m NHN auf. In Richtung des Taubendorfer Sees sinken die Grundwasserstände auf der Kippe um ca. 10 m auf +56,5 m NHN.

Im Umfeld des Taubendorfer Sees kommt es aufgrund der Wasserspiegelregelung des Sees zur Ausbildung deutlicher hydraulischer Gradienten. Nördlich des Sees liegen die prognostizierten Grundwasserstände 1 bis 2 m tiefer gegenüber den bergbaulich unbeeinflussten Grundwasserständen. Westlich der Bergbaufolgelandschaft im Bereich der OL Jänschwalde liegen die berechneten Grundwasserstände 3 bis 4 m tiefer. Die Planungsprämisse, am Westrand möglichst hohe Grundwasserstände zu erhalten, kann damit nicht erfüllt werden.

Der Süd-Nord-Verlauf der prognostizierten unterirdischen Wasserscheide bleibt gegenüber der bergbaulich unbeeinflussten bestehen, jedoch verläuft diese westlich der Ortslage Jänschwalde. In südlicher Richtung wird der Verlauf der Wasserscheide auf der Kippe durch den östlichen Zufluss, dem Düringsgraben, der rückverlegten Malxe in östlicher Richtung abgelenkt.

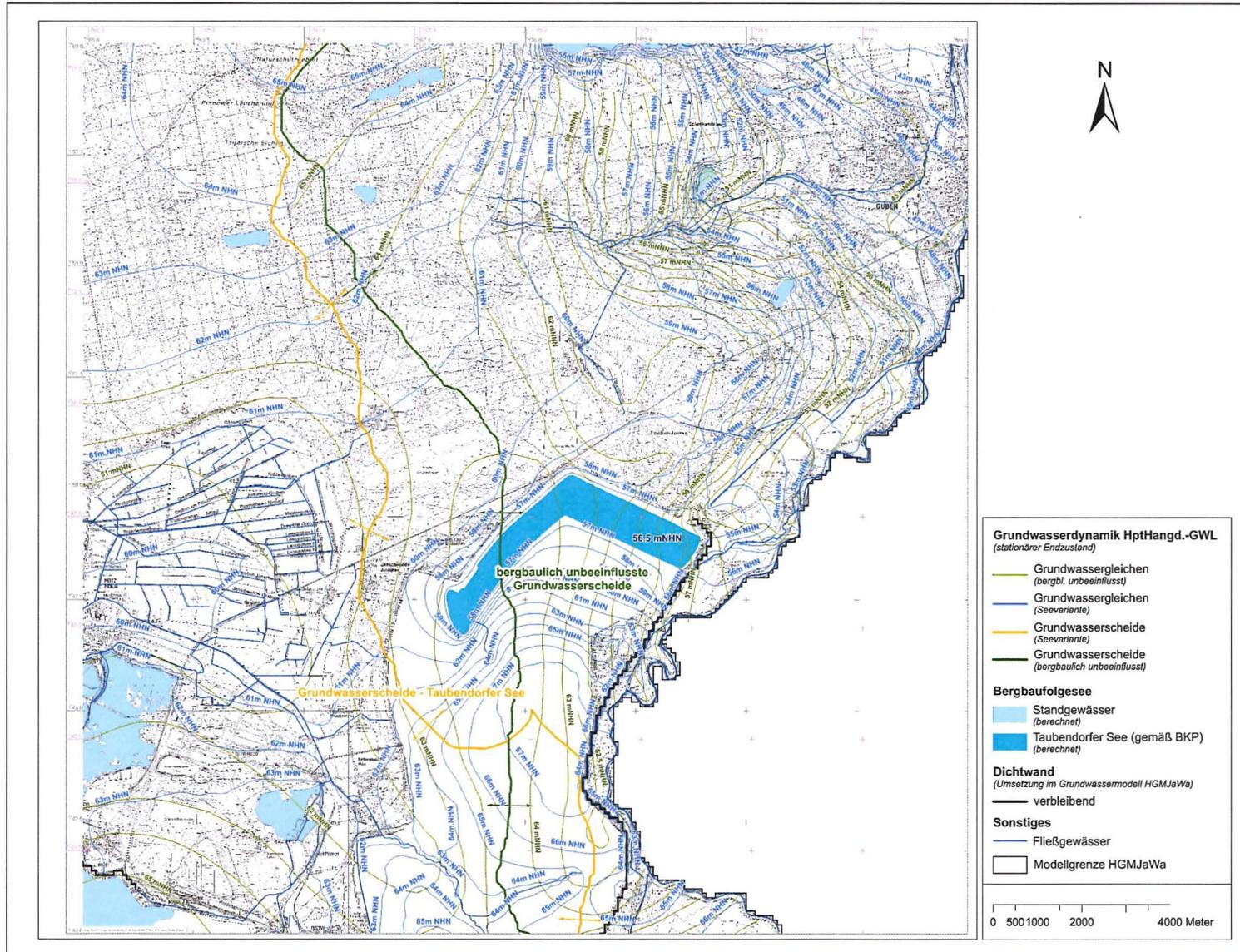


Abbildung 5: Grundwasserströmungsverhältnisse - Taubendorfer See (gemäß BKP)



## 7.2 2-Seenvariante

In der 2-Seenvariante entsteht neben dem Taubendorfer See der Heinersbrücker See an der südlichen Westmarkscheide bei Heinersbrück und Radewiese. Der Seewasserstand des Taubendorfer Sees liegt bei +56,5 m NHN und erstreckt sich entlang des Nordrands der Bergbaufolgelandschaft. Der am Westrand gelegene Heinersbrücker See erreicht einen Wasserstand von +61,9 m NHN. Gespeist werden die Bergbaufolgeseen über Kippenzuleiter. Das Überschusswasser beider Bergbaufolgeseen wird über entsprechende Ableiter abgeführt (Einleitung in die Malxe und Eilenzfließ).

Auf der Kippe wird ein maximaler Grundwasserstand von +68 m NHN prognostiziert und liegt damit 1 m höher gegenüber der 1-Seevariante (gemäß BKP). Die Ursache hierfür ist die Schließung des nordwestlichen Randschlauchs. Von der maximalen Potentialhöhe ausgehend, strömt das Grundwasser in Richtung der beiden Bergbaufolgeseen.

Die Wasserspiegellage vom Taubendorfer See führt auch in der 2-Seenvariante zu niedrigeren Grundwasserständen gegenüber den bergbaulich unbeeinflussten Grundwasserverhältnissen in der näheren Seeumgebung. Die Hydrodifferenzen gegenüber der 1-Seevariante reichen nördlich des Taubendorfer Sees bis zur Ortslage Drewitz. In westlicher Richtung werden bis zur OL Jänschwalde maximal 1 bis 2 m höhere Grundwasserstände prognostiziert. Im zentralen Kippenbereich bis zum Nordrand der rückverlegten Malxe sind durch die Wasserspiegelregelung des Heinersbrücker Sees (Ableitung des Überschusswassers in die Malxe) 1 bis 2 m tiefere Grundwasserstände auf der Innenkippe zu erwarten.

Durch die Lage der zwei Bergbaufolgeseen ist die Verschiebung der unterirdischen Wasserscheide in Richtung der Jänschwalder Laßzinswiesen gegenüber der 1-Seevariante deutlich geringer und nähert sich der bergbaulich unbeeinflussten Lage an.

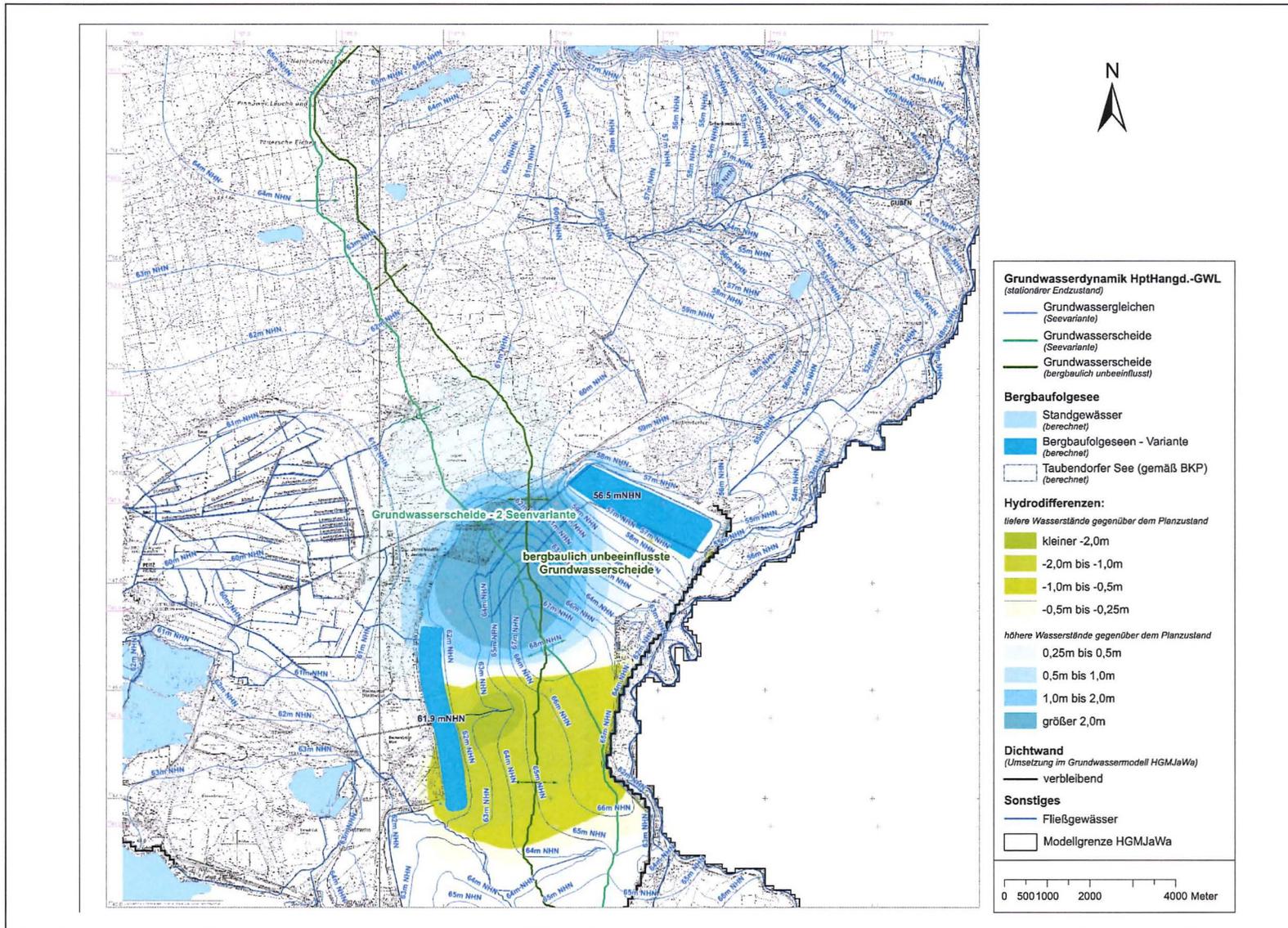


Abbildung 6: 2-Seenvariante - Grundwasserströmungsverhältnisse und Hydrodifferenzen gegenüber dem Planzustand (BKP)

### 7.3 3-Seenvariante

Im nördlichen Teil entstehen drei kleinere Bergbaufolgeseen bei Taubendorf, Jänschwalde und Heinersbrück. Die Grundwasserstände im Umfeld der Bergbaufolgelandschaft werden durch die Seewasserstände geprägt. Der Heinersbrücker See hat eine Überlaufhöhe Richtung Malxe von +61,9 m NHN. Für den abflusslosen Jänschwalder See stellt sich ein Wasserstand von +61,9 m NHN ein. Der Taubendorfer See wird durch den Überlauf in das Eilenzfließ auf einem Niveau von +56,5 m NHN gehalten.

Die Seen werden überwiegend kippenseitig gespeist. Lediglich der Taubendorfer See erhält, ähnlich der o.g. Seevarianten, einen Grundwasserzustrom aus dem Gewachsenen. Auf der Innenkippe wird ein maximaler Grundwasserstand von +65,0 m NHN berechnet und liegt damit ca. 1 m tiefer gegenüber der 2-Seenvariante. Grund hierfür ist die Lage des Jänschwalder Sees an der Westmarkscheide bei der OL Jänschwalde.

In nördlicher Richtung sinken die Grundwasserstände zum Taubendorfer See auf +56,5 m NHN. In westliche Richtung fällt der Grundwasserstand kippenseitig von +65,0 auf +62,0 m NHN. Der Grundwasserabstrom des Jänschwalder Sees sowie des Heinersbrücker Sees erfolgt in Richtung der Jänschwalder Laßzinswiesen, so dass in diesen durchweg Grundwasserstände von +61,0 m NHN gehalten werden können. Auf der Innenkippe im Bereich der OL Heinersbrück sind gegenüber der 1-Seevariante (gemäß BKP) um bis zu 2 m tiefere Kippenwasserstände zu erwarten.

Nordwestlich sind im Umfeld der Bergbaufolgelandschaft durch die 3-Seenvariante deutlich höhere Grundwasserstände zu erwarten. Verantwortlich dafür ist die deutliche Reduzierung der Wasserfläche des Taubendorfer Sees und der sich einstellende Endwasserstand des Jänschwalder Sees. Die ausgewiesenen Hydrodifferenzen zeigen bis in den Bereich Pastlingsee, OL DREWITZ und OL Jänschwalde um bis zu 1 m höhere Wasserstände gegenüber der 1-Seevariante. Am östlichen Rand der Jänschwalder Laßzinswiesen liegen die Grundwasserstände um bis zu 1 m höher.

Innerhalb der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde verläuft die unterirdische Wasserscheide in Süd-Nord-Richtung, östlich des Jänschwalder und Heinersbrücker Sees und südwestlich des Taubendorfer Sees. Auf Höhe der OL Briesnig erfolgt aufgrund des Düringgrabens eine leichte Verschiebung nach Osten, auf Höhe der OL Jänschwalde Ost eine leichte Verschiebung in Richtung Westen.

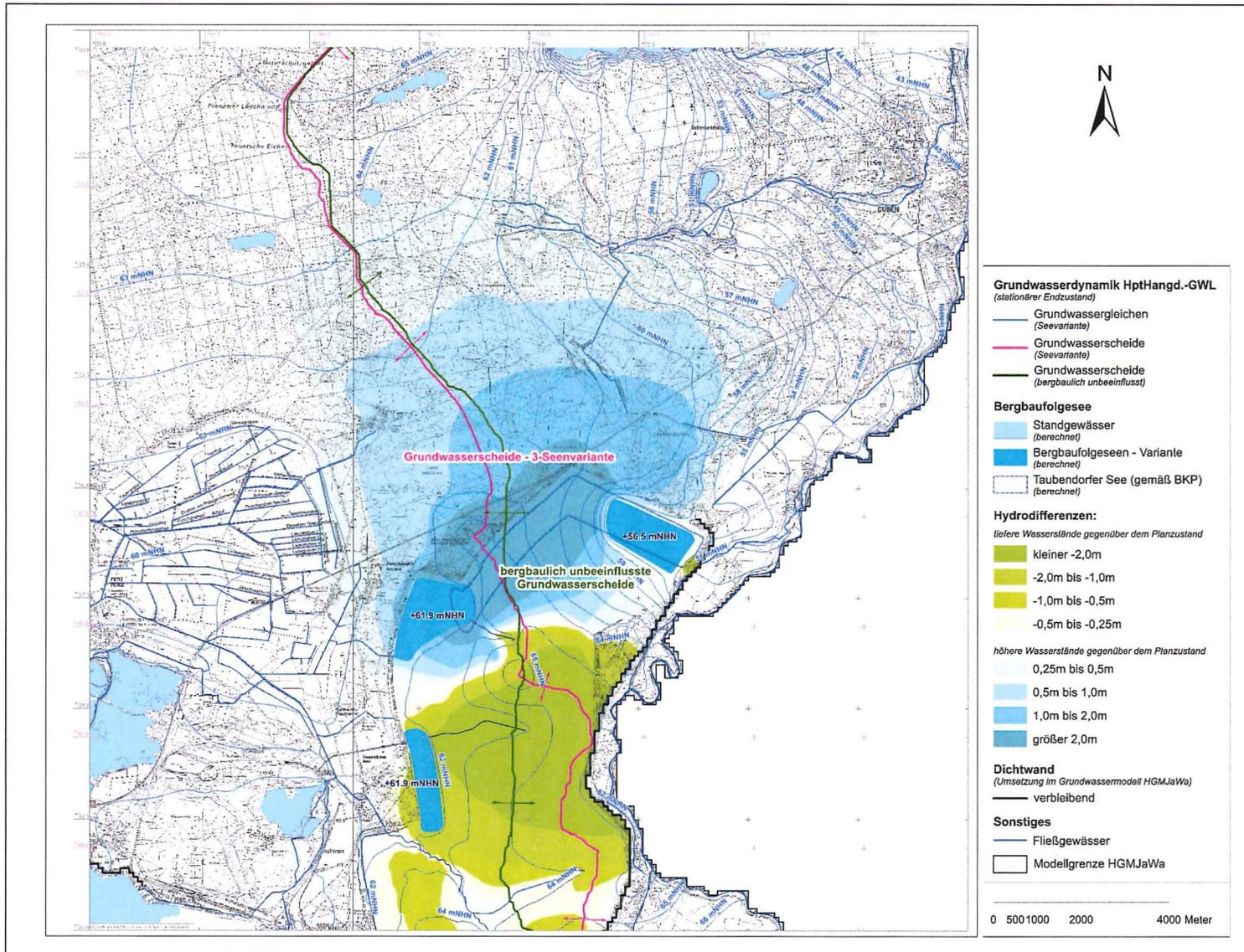


Abbildung 7: 3-Seenvariante - Grundwasserströmungsverhältnisse und Hydrodifferenzen gegenüber dem Planzustand (BKP)

#### 7.4 Vergleich der nachbergbaulichen Grundwasserströmungsverhältnisse

Die nachfolgende Abbildung 8 vergleicht den Verlauf der unterirdischen Wasserscheide der Seevarianten. Die nachbergbaulichen Verläufe werden dem bergbaulichen unbeeinflussten Verlauf gegenübergestellt.

Durch die 1-Seevariante mit dem Taubendorfer See gemäß BKP liegt der zu erwartende Verlauf nahe der Jänschwalder Laßzinswiesen. Durch die Aufteilung des geplanten 1-See-Konzeptes in 2 bzw. 3 Seeflächen mit unterschiedlichen Wasserständen wird eine Verschiebung der unterirdischen Wasserscheide in Annäherung an den bergbaulich unbeeinflussten Verlauf erreicht.

Mit der 2-Seenvariante wird lediglich westlich der Bergbaufolgelandschaft eine Lageverschiebung in östlicher Richtung erreicht. Die Ausprägung des Verlaufs in nordwestlicher Richtung bleibt durch die Lage des Taubendorfer Sees im des gesamten Nordrandschlauchs (Tagebauendstellung) nahezu identisch mit der 1-Seevariante.

Erst durch eine Verkleinerung der Wasserfläche und der östlichen Verschiebung der Lage des Taubendorfer Sees in der 3-Seenvariante kann sich in nördlicher Richtung die räumliche Lage der unterirdischen Wasserscheide dem bergbaulich unbeeinflussten Verlauf annähern. Die Herausbildung eines nahezu bergbaulich unbeeinflussten Verlaufs im Westen wird durch den Jänschwalder See erreicht.

Die 3-Seenvariante entspricht somit den im Braunkohlenplan festgehaltenen Zielen (siehe Abschnitt 5.1).

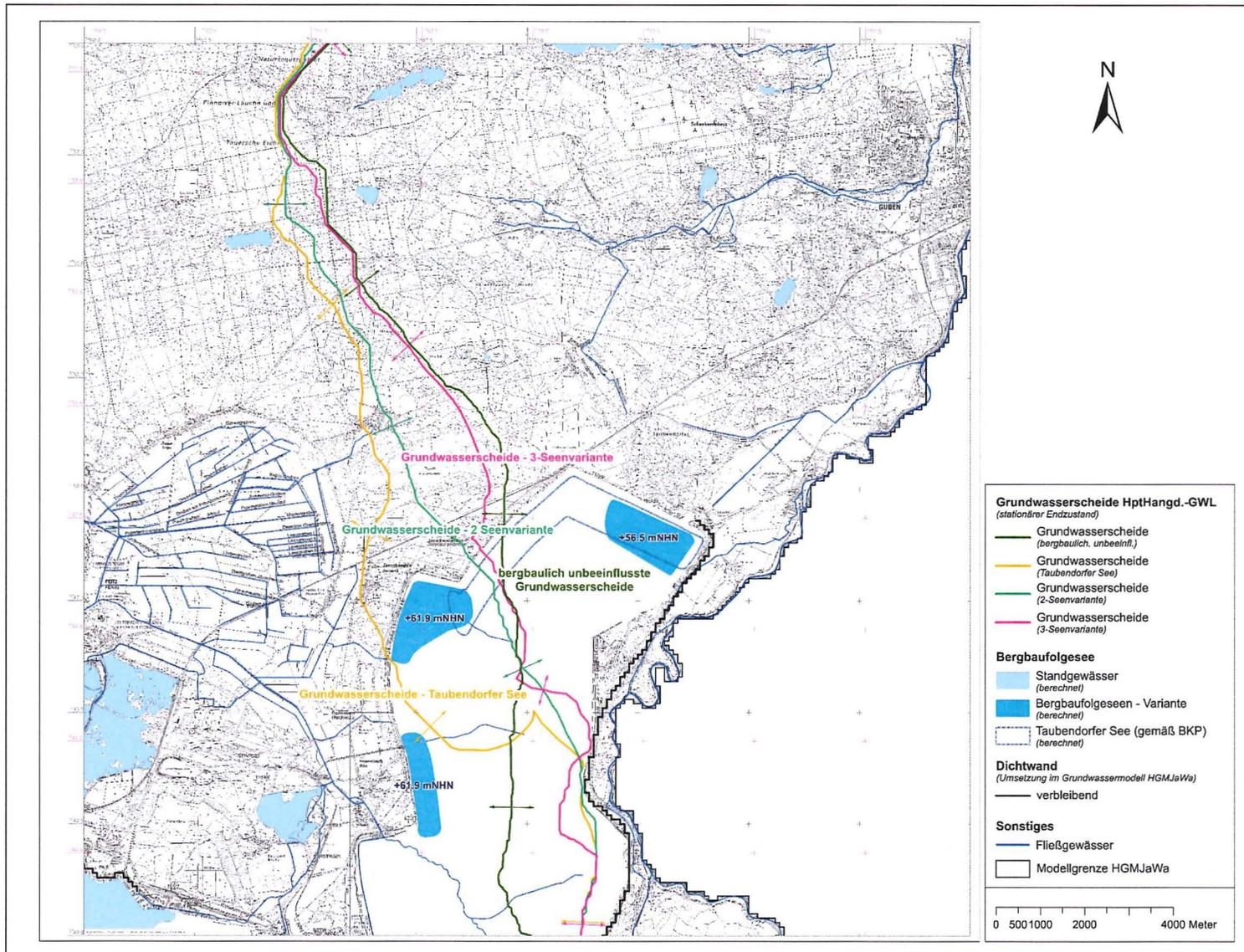


Abbildung 8: Verlauf der nachbergbaulichen Grundwasserscheide

## 8 Grundwasserflurabstand 3-Seenvariante

In der Abbildung 9 werden die Grundwasserflurabstände (GWFA) auf Basis der berechneten nachbergbaulichen GWGL der 3-Seenvariante dargestellt. Die Berechnung der GWFA erfolgt mit dem digitalen Geländemodell der Bergbaufolgelandschaft 3-Seen-Konzept (Lausitz Energie Bergbau AG, 2018).

Während die Niederungen und Vorflutbereiche überwiegend durch geländegleiche (<0 m uGOK) oder flurnahe Grundwasserverhältnisse (0 bis 3,0 m uGOK) gekennzeichnet sind, ergeben sich auf den umliegenden Hochflächen GWFA von 3,0 m bis 6,0 m uGOK. Grundwasserflurabstände größer 6 m uGOK werden in der Darstellung nicht berücksichtigt.

### **Geländegleiche GWFA**

Geländegleiche GWFA können als potentielle Vernässungsflächen interpretiert werden. Maßgebend für die Interpretation der tatsächlichen Grundwasserflurabstände ist die Berücksichtigung der Mächtigkeit bindiger Deckschichten bei gespannten Grundwasserverhältnissen. So treten häufig in Auengebieten halbgespannte bis gespannte Grundwasserverhältnisse durch holozäne Ablagerungen (Auenlehm, Torfe) auf. Flächendeckend verbreitete bindige Deckschichten (Auenlehmschichten) können Grundwasseraustritte verhindern. In Bereichen, wo die bindige Deckschicht fehlt bzw. nur ungenügend ausgebildet ist, ist dauerhaft bzw. temporär mit potentieller Vernässung zu rechnen. Folgende Bereiche werden mit geländegleichen GWFA ausgewiesen:

- Allg. in Flussauen (Moakse, Schwarzes Fließ, Neiße),
- Jänschwalder Laßzinswiesen,
- im Nahbereich von Seen (Bärenbrücker Teiche),
- in der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde im Bereich der rückverlegten Malxe
- Senke nördlich von Briesnig.

### **Flurnahe Grundwasserverhältnisse (0 bis 3,0 m uGOK)**

Innerhalb der Bergbaufolgelandschaft Jänschwalde werden im Bereich des zukünftigen Malxetals flurnahe Grundwasserverhältnisse berechnet. Darüber hinaus sind lediglich im unmittelbaren Uferbereich der Bergbaufolgeseen flurnahe Grundwasserstände anzutreffen.

Außerhalb der Bergbaufolgelandschaft treten flurnahe Grundwasserverhältnisse (grundwasser-nahe Standorte) in den Niederungsbereichen von Vorflutern auf. Es werden nahezu für den gesamten Bereich der Jänschwalder Laßzinswiesen  $GWFA \leq 3,0m$  uGOK berechnet. Im Bereich der kesselförmigen Beckenstrukturen der Grabkoer Seewiesen, des Pastlingsees und der Pinnow-Läuche werden flächenhaft flurnahe Grundwasserstände prognostiziert.

In der von Süden nach Norden verlaufenden Neißeau sind weitestgehend flurnahe Grundwasserstände anzutreffen. Die Grundwasserverhältnisse im HH-GWL werden direkt durch die Wasserspiegellage der Lausitzer Neiße bestimmt. An den Rändern des Neißetals steigen die Geländehöhen deutlich an. Die Grundwasserflurabstände liegen über 6 m uGOK.

### **Flurferne GWFA (3,0 bis 6,0 m uGOK)**

In der Bergbaufolgelandschaft in dem umgebenden Bereich des Malxetals einschließlich des Dürringsgrabens, werden Grundwasserflurabstände zwischen 3 und 6 m uGOK berechnet. An der Westmarkscheide und entlang der Grundwasserscheide im mittleren Bereich der Bergbaufolgelandschaft („Grünen Herz“) werden ebenfalls GWFA zwischen 3 und 6 m uGOK prognostiziert.

- Sichtvermerk -

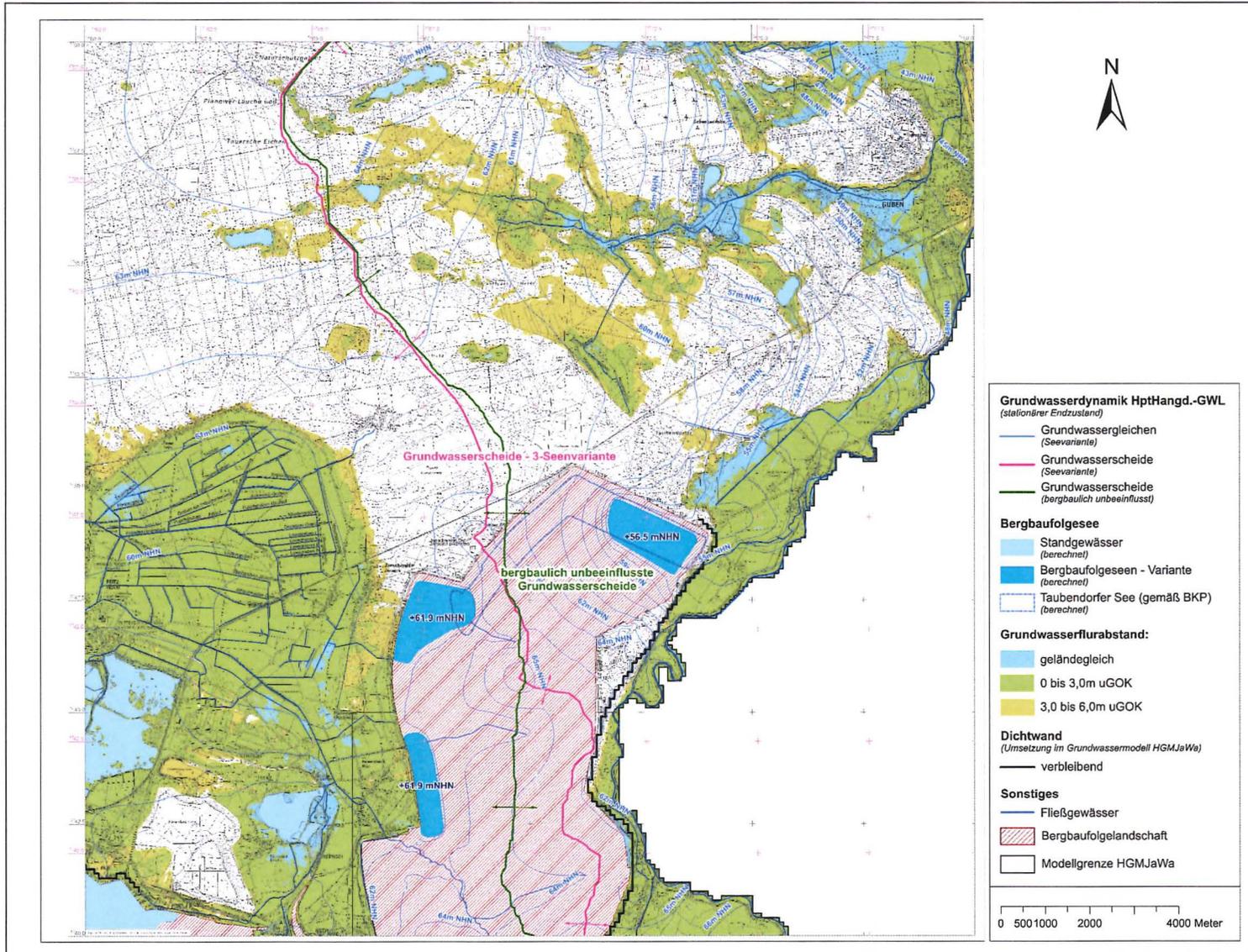


Abbildung 9: Berechneter Grundwasserflurabstand der 3-Seenvariante im stationären Endzustand

## 9 Zusammenfassung

Mit der „Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde“ wurden auch die Ziele der wasserhaushaltlichen Restraumgestaltung definiert. Wesentliches Ziel in der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft ist die Gewährleistung der schnellstmöglichen Wiederherstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes. Dabei sind die im BKP vorgegebenen Größenordnungen zur Flächennutzung einzuhalten. Weiterhin sind nachteilige Auswirkungen auf die Feuchtgebiete der Jänschwalder Laßzinswiesen zu vermeiden.

Durch den Tagebaubetrieb (Aufschlussabraum auf Halde und Entnahme der Kohle) sowie technologisch bedingt durch das Offenhalten der Randschläuche und die Endstellung des Tagebaus entsteht ein offener Restraum (Massendefizit), der nicht geschlossen werden kann. Der entstehende Randschlauch an der Westmarkscheide und der Bereich der Tagebauendstellung bilden einen nahezu komplett flutungsfähigen Hohlraum. In diesem soll gem. des BKP der Taubendorfer See (ca. 511 ha) entstehen. Der Taubendorfer See reicht entlang der Westmarkscheide in seiner südlichen Ausdehnung bis an die OL Jänschwalde (Ortsteil Kolonie) heran. Der Ablauf des Überschusswassers aus dem Bergbaufolgesee liegt aus geotechnischen sowie wasserwirtschaftlichen Kriterien bei +56,5 m NHN und wird an das Eilenzfließ angebunden.

Zur Umsetzung der Ziele gem. des BKP Tagebau Jänschwalde wurden verschiedene Prämissen erarbeitet, die mit der ursprünglich geplanten Bergbaufolgelandschaft nicht vollumfänglich erreicht werden können. Dies führte zur Erarbeitung von Alternativvarianten der Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft. Eine Abweichung von der ursprünglichen Planung der Bergbaufolgelandschaft resultiert außerdem aus der Notwendigkeit zur Wiederherstellung der unterirdischen Wasserscheide von Nordsee (Spree-Elbe) und Ostsee (Lausitzer Neiße-Oder). Durch die Umsetzung verschiedener Seevarianten wurde der nachbergbauliche Verlauf dieser geprüft und der bergbaulich unbeeinflussten Lage gegenübergestellt.

Im vorliegenden Gutachten wurden Alternativvarianten untersucht, welche unterschiedliche Lagen und Größen der Bergbaufolgeseen berücksichtigen. Unter Berücksichtigung des Massendefizits und des im BKP festgelegten Wasserflächenanteils innerhalb der Bergbaufolgelandschaft wurden zwei Alternativvarianten abgeleitet. In einem Variantenvergleich werden die Lage und Ausdehnung der künftigen Bergbaufolgeseen und damit auch die Integration in den Gebietswasserhaushalt mit dem Grundwasserströmungsmodell HGMJaWa geohydraulisch geprüft.

Das Grundwasserströmungsmodell HGMJaWa ist als ständig arbeitendes Modell (SAM) konzipiert, welches fortlaufend qualifiziert wird. Insbesondere die hoch sensitiven Eingangsparameter des Wasserhaushalts haben großen Einfluss auf die sich prognostisch einstellenden Grundwasserstände. Für die Grundwasserneubildung (GWN) in der Prognose wird die mittlere GWN des Zeitraumes 1980 bis 2010 angesetzt. Die tatsächliche GWN muss laufend fortgeführt und in der Prognose bei sich ändernden Planungsständen, insbesondere bei Änderungen der Landnutzung, angepasst werden.

Die sich einstellenden Grundwasserstände und daraus resultierenden Strömungsverhältnisse werden von den Wasserspiegellagen der Bergbaufolgeseen geprägt. Vergleicht man den Verlauf der unterirdischen Wasserscheide zeigt sich, dass durch nur einen Bergbaufolgesee (Taubendorfer See) die Grundwasserstände bis zur OL Jänschwalde deutlich tiefer gegenüber den bergbaulich unbeeinflussten Grundwasserständen liegen.



Deutlicher zeigt der Vergleich zwischen bergbaulich unbeeinflusster unterirdischer Wasserscheide und prognostizierter unterirdischer Wasserscheide beim 1-See-Konzept, dass die formulierten Planungsprämissen der Einhaltung möglichst hoher Grundwasserstände in Richtung der Jänschwalder Laßzinswiesen und Verminderung einer Verschiebung der unterirdischen Nordsee-Ostsee-Wasserscheide nicht erfüllt werden.

Durch eine Aufteilung des geplanten 1-See-Konzeptes in 2 oder 3 Seeflächen wird eine Verschiebung der unterirdischen Wasserscheide in Richtung des bergbaulich unbeeinflussten Verlaufs erreicht. Wobei mit der untersuchten 2-Seenvariante lediglich westlich der Bergbaufolgelandschaft eine leichte Lageverschiebung in östlicher Richtung erreicht werden kann und somit nur in diesem Bereich eine Sicherung stabiler Grundwasserverhältnisse erzielt wird. Erst durch eine Aufteilung der Wasserflächen des 2-Seen-Konzeptes in drei Bergbaufolgeseen kann eine annähernde Wiederherstellung des Verlaufs der bergbaulich unbeeinflussten Lage erreicht werden.