



Hydrogeologisches Gutachten

für den

Quarzporphyrtagebau Niemberg/Brachstedt

Halle, den 26. Oktober 1995



GFE GmbH Halle
FG Hydrogeologie/Hydrologie
Tel. 0345/860 404

Bearbeitungsnachweis

Art des Dokumentes: Hydrogeologisches Gutachten

Objektkurzbezeichnung: Porphyrtagebau Niemberg

Auftraggeber: Mitteldeutsche Baustoffe GmbH
Köthener Str. 13
06193 Sennewitz

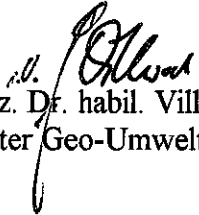
Auftragnehmer: GFE GmbH Halle
Köthener Str. 34
06118 Halle


Bearbeiter:

Dipl.-Hydrologe	Dr. M. Borkert
Fachgeol. f. Grundwasser	W. Häntze
Dipl.-Geologe (FH)	P. Hanzlik

Bearbeitungszeitraum:

- Stichtagsmessung:	10. 7./4. 9. 1995
- Wasserprobenahme:	04. 7. 1995
- Bodenprobenahme:	11. 9. 1995
- Bohrarbeiten:	11. 9. 1995
- Auswertung/Modellierung:	Sept./Okt. 1995


Doz. Dr. habil. Villwock
Leiter Geo-Umwelt-Technik


Scheibler
Leiter Hydrogeologie/Hydrologie



INHALTSVERZEICHNIS

ANLAGENVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis

- 1. Unterlagen**
- 2. Veranlassung und Zielstellung**
- 3. Geographische Angaben**
 - 3.1. Lage des Untersuchungsgebietes
 - 3.2. Morphologie
 - 3.3. Bodennutzung
 - 3.4. Klima
 - 3.5. Schutzgebiete
- 4. Hydrographische Angaben**
 - 4.1. Fließende Gewässer
 - 4.2. Stehende Gewässer
- 5. Durchführung der Untersuchungsarbeiten**
 - 5.1. Bohrarbeiten
 - 5.2. Bohrprobenahme
 - 5.3. Wasserprobenahme
 - 5.4. Markscheiderische Arbeiten
 - 5.5. Grundwasserspiegeleinmessungen
- 6. Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse**



7. Modellberechnung und Interpretation

- 7.1. Überblick über das verwendete mathematische Modell
- 7.2. Diskretisierung
 - 7.2.1. Horizontale Diskretisierung
 - 7.2.2. Vertikale Diskretisierung
- 7.3. Parameter des Modells und Modelleichung
 - 7.3.1. Durchlässigkeitsbeiwerte
 - 7.3.2. Grundwasserneubildung
 - 7.3.3. Wasserentnahmen
 - 7.3.4. Oberflächengewässer
 - 7.3.5. Modelleichung
- 7.4. Interpretation der Modellergebnisse
 - 7.4.1. Berechnung für den Ausgangszustand
 - 7.4.2. Simulation des Betriebs des Quarzporphyrsteinbruchs
 - 7.4.3. Simulation der Situation nach Betrieb des Quarzporphyrsteinbruchs
 - 7.4.4. Berechnung der Dauer des Wiederanstiegs
 - 7.4.4.1. Allgemeine Grundlagen
 - 7.4.4.2. Gewässerverdunstung
 - 7.4.4.3. Ergebnisse der Anstiegsberechnung

8. Wasserbeschaffenheit

- 8.1. Untersuchung der Karbidschlammablagerungen
- 8.2. Ergebnisse der Untersuchung von Grund- und Oberflächenwasser

9. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen



Anlagenverzeichnis

- Anlage 1:** Übersichtskarte
- Anlage 2:** Schichtenverzeichnis der Rammkernsondierung
- Anlage 3:** Koordinaten und Höhenverzeichnisse der Meßstellen mit Wasser-
spiegeleinmessungen
- Anlage 4.1:** Ergebnisse der Bodenprobenanalysen
- Anlage 4.2:** Ergebnisse der Wasseranalysen
- Anlage 5:** Hydrogeologische Schnitte
- Anlage 6.1:** Hydroisohypsenplan im Ausgangszustand
- Anlage 6.2:** Hydroisohypsenplan bei maximaler Absenkung
vor dem Abschalten der Pumpen
- Anlage 6.3:** Differenzenplan Anlage 6.2 - Ausgangszustand
- Anlage 6.4:** Hydroisohypsenplan bei maximaler Absenkung
nach dem Abschalten der Pumpen
- Anlage 6.5:** Differenzenplan Anlage 6.4 - Ausgangszustand
- Anlage 7:** Zusammenstellung der Parameter der Verdunstungsberechnung
- Anlage 8:** Amtliches Klimagutachten



1. Unterlagen

- 1.1. **Mc DONALD; G. und HARBOUGH, W.:**
A modular three-dimensional finite difference groundwater flow-model.-
United States Geological Survey, 1992;
- 1.2. **BÖHME, O.;**
Hydrogeologisches Gutachten Steintagebau Niemberg/Brachstedt.-
GFE GmbH Halle, 1994;
- 1.3. **BÖHME, O.:**
Hydrogeologische Begutachtung Steintagebau Schwerz.-
GFE GmbH Halle, 1993;
- 1.4. **BÜCHNER, L.:**
Ergebnisbericht Hartgestein Raum Halle.-
VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, 1970;
- 1.5. **BÜCHNER; L.:**
Ergebnisbericht über geologische Erkundungsarbeiten zur Ermittlung der wirtschaftlich vertretbaren Randbereiche der Hartgesteinslagerstätte Niemberg-Brachstedt (1. Erkundungsetappe).-
GFE GmbH Halle, 1993;
- 1.6. **DORSTEWITZ, S.:**
Projektstudie zur Tagebauplanung Hartgesteinsabbau Niemberg - Brachstedt.-
Sennewitz/Goslar, Juni 1995;
- 1.7. **KÜTTNER, A.:**
Ergebnisbericht über geologische Untersuchungen zur Rohstoffqualität der Hartgesteinslagerstätte Niemberg - Brachstedt (2. Erkundungsetappe).-
GFE GmbH Halle, 1994;



1.8. VÖLKERLING; L.:

Ergebnisbericht Wiedernutzbarmachung Steintagebaue Bezirk Halle.-
VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, 1976;

1.9. AUTORENKOLLEKTIV der ARGE, GFE GmbH, HPC:

Modellhafte Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Wiederanstieg der
Grundwasser im Bereich der ehemaligen Braunkohlentagebaue bei Bitterfeld
und den Auswirkungen auf das Altlast- und Grundwasserkontaminationsgebiet
Bitterfeld.
Halle, Mai 1995;

1.10. Hydrogeologische Karte der DDR - HK 50

Blatt 1106 - 1/2 Halle (Saale) NO/Bitterfeld;

1.11. Lithofazieskarte Quartär im Maßstab 1 : 50 000

Blatt 2465 - Bitterfeld;

1.12. Topographische Karte im Maßstab 1 : 10 000 und im Maßstab 1 : 25 000

Ausgabe AV -

Blätter 1106 - 111	Schortewitz
1106 - 112	Zörbig
1106 - 121	Zörbig - Ost
1106 - 113	Ostrau
1106 - 114	Stumsdorf
1106 - 123	Großzöberitz
1106 - 131	Oppin
1106 - 132	Niemberg
1106 - 141	Schwerz
1106 - 133	Halle-Mötzlich
1106 - 134	Hohenturm
1106 - 143	Landsberg
1106 - 11	Zörbig
1106 - 12	Zörbig - Ost
1106 - 13	Halle - Nordost
1106 - 14	Landsberg



1.13. KdT - Empfehlungen zur Ermittlung der Grundwasserneubildung.-
Zentrales Geologisches Institut, WTI-Sonderheft 5/81;

1.14. NAU - Atlas der DDR.-
Institut für Wasserwirtschaft Berlin, 1958

1.15. DVWK
Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen
DVWK - Merkblätter zur Wasserwirtschaft
Entwurf, Bonn, 1995

2. Veranlassung und Zielstellung

Die Mitteldeutsche Baustoffe GmbH beabsichtigt, im Dreieck zwischen den Gemeinden Niemberg, Brachstedt und Oppin Quarzporphyr abzubauen.

Für dieses Vorhaben wurde bereits im Mai 1994 ein Hydrogeologisches Gutachten (Lit. 1.2.) von der GFE GmbH erstellt. Darin waren die hydrogeologisch relevanten Fragestellungen bezüglich des eigentlichen zukünftigen Steinbruchs sowie dessen nähere Umgebung beantwortet worden.

Anlässlich der am 23. 11. 1994 stattgefundenen Antragskonferenz zum Raumordnungsverfahren wurden von Vertretern der Behörden Fragen zu den Auswirkungen des Steinbruchbetriebes auf die hydrogeologischen und geohydraulischen Verhältnisse der weiteren Umgebung (besonders im Norden) aufgeworfenen. Zu diesen komplexen Fragestellungen können nur mit Hilfe einer geohydraulischen Simulation unter Nutzung eines mathematischen Modells Aussagen getroffen werden.

Die Mitteldeutsche Baustoffe GmbH beauftragte deshalb die GFE GmbH, auf der Basis von Simulationen mit Hilfe eines mathematischen Grundwasserströmungsmodells die offenen Fragen im nun hier vorliegenden Gutachten zu klären.



Entsprechend des o.g. Schreibens und unter Beachtung der Anforderungen (Stellungnahmen) zur Antragskonferenz ergab sich folgende Aufgabenstellung:

- Darstellung der hydrodynamischen Verhältnisse durch Neumodellierung unter Berücksichtigung des Nachweises des Grades der Beeinflussung der Trinkwassergewinnungsanlage Zörbig;
- Berücksichtigung eventueller Einflüsse der Stilllegung der Steintagebaue Petersberg (2010) und Schwerz (2016) auf das Wasserwerk Zörbig bei Betreibung des Steintagebaues Niemberg/Brachstedt;
- Einbeziehung des Altsteinbruches (FND) in die qualitative Bewertung und Modellierung;
- Untersuchung des Grundwasserchemismus bezüglich der in der GWMS 2/94 vorgefundenen Nitratbelastung;
- Grad der Beeinflussung der Trinkwassernutzung "Flughafen Oppin" und alter Wasserrechte zur Grundwasserentnahme der ehemaligen LPG Niemberg/Brachstedt sowie ehemaligen ACZ Niemberg;
- Rückschlüsse zu Auswirkungen der GW - Spiegeländerungen (auch bei Wiederanstieg) auf Fauna und Flora sowie die Landwirtschaft;
- Weiterführende Untersuchung der Grundwasserdynamik und Wasserchemismus
- Einflüsse bei GW-Änderungen auf die Bausubstanz der benachbarten Orte;
- Berechnung des Grundwasserwiederanstiegs im Tagebau nach Produktionseinstellung;
- Einbeziehung eines Klimagutachtens, welches Aussagen zum Kleinklima in seiner Beziehung zu Fauna und Flora und den Flugplatzbetrieb treffen soll.



3. Geographische Angaben

3.1. Lage des Untersuchungsgebietes

Aus geohydraulischen Gründen wurden die Grenzen des Untersuchungsgebietes (Modellgebiet) wie folgt gewählt:

- *Ostgrenze:* Koordinaten 4502 000
- *Westgrenze:* Koordinaten 45 11 000
- *Nordgrenze:* Koordinaten 5724 000
- *Südgrenze:* Koordinaten 5711 600

Die angegebenen Koordinaten beziehen sich auf das System Gauß-Krüger-Bessel.

Das Modellgebiet ist in den Landkreisen Saalkreis und Bitterfeld gelegen, wobei letzterer, wie die Ergebnisse weiter unten zeigen, von den Auswirkungen auf die Grundwasserströmungsverhältnisse nicht betroffen ist.

Die durch die o.g. Koordinaten eingegrenzte, gegenüber dem Abbaugbiet unverhältnismäßig große Fläche des Untersuchungsgebietes war wegen der Notwendigkeit der Untersuchung eventueller Auswirkungen des geplanten Steinbruches auf den Betrieb der Wasserfassung Zörbig erforderlich. Das Abbaugbiet ist am Rand des Einzugsgebietes der Wasserfassung gelegen. Die Fläche mußte mindestens so groß sein, daß durch die zu simulierenden Veränderungen der Grundwasserströmung keine undefinierten Änderungen im Bereich der Randbedingung eintreten.

3.2. Morphologie

Morphologisch auffälligstes Element des Untersuchungsgebietes sind die etwa entlang der Linie Niemberg - Brachstedt verlaufenden Porphyrauftragungen. Nordwestlich dieses Gebietes besteht ein markanter Übergang (Steilabfall) zu einer flachwelligen Ebene. Weitere Porphyrkuppen befinden sich, weniger markant und durch Täler getrennt, östlich von Niemberg, bei Schwerz und Quetzdölsdorf.



Die Geländehöhen betragen rd. + 95 m NN im Süden und rd. + 80 m NN am Rand der Fuhneue im Norden. Die höchste Erhebung im Untersuchungsgebiet ist mit einer Höhe von + 139 m NN die Porphyrkuppe des Burgstetten westlich der Gemeinde Niemberg. Zwischen den auf der Linie Niemberg - Brachstedt sich befindenden Porphyrkuppen fällt das Gelände bis auf ca. + 110 m bis +114 m NN ab.

Die sich südwestlich der Hügelkette befindende ebene Fläche (Flugplatz Oppin), hat eine Geländehöhe von + 105 m NN bis + 110 m NN und ist als über dem Porphyr befindliche Lockergesteinswanne zu interpretieren.

3.3. Bodennutzung

Der überwiegende Teil der Flächen wird durch Ackerbau genutzt. Wo sich der Boden nicht dafür eignete, liegen andere "Nutzungsformen" vor. So sind auf den Porphyrkuppen Wiesen (meist Trockenrasen und Halbtrockenrasen) sowie Buschwerk vorherrschend. Größere Auen werden im Bereich der Fuhne ebenfalls als Wiese genutzt. Auch das Gelände des Flugplatzes Oppin besteht weitgehend aus Wiesenflächen. Größere Waldgebiete sind nicht vorhanden, erwähnenswert sind Obstbauflächen bei Zörbig.

3.4. Klima

Ausführliche Angaben zum Klima befinden sich im als Anlage 8 beigelegten amtlichen Klimagutachten. Folgende Angaben sollen der Übersicht halber das am Rand des Regenschattens des Harzes gelegene Untersuchungsgebiet charakterisieren:

Mittlere Jahrestemperatur:	8,8 °C
Mittlerer Niederschlag:	516 mm/a
Hauptwindrichtung:	210 - 240°, d.h. Südwest



3.5. Schutzgebiete

Natur- und Landschaftsschutz

Innerhalb des zu untersuchenden hydrologischen Einflußgebietes des geplanten Steintagebaus sind 3 als Flächennaturdenkmal ausgewiesene Schutzgebiete relevant:

- die höchste Erhebung des Gebietes, der Burgstetten westlich von Niemberg
- das ehemalige, nördlich der Straße Oppin - Niemberg gelegene Steinbruchgelände westlich von Niemberg
- der Schwerzer Berg am gleichnamigen Steinbruch.

Sie sind sämtlich als Trockenbiotop anzusehen.

Trinkwasserschutzgebiete

Auf dem Gelände des Flugplatzes Oppin wird ein 15 m tiefer Brunnen betrieben, der wird zur Entnahme von Brauchwasser genutzt wird. Die Schutzzone ist in Anlage 1 eingetragen.

Eine weitere Trink- und Brauchwasserfassung befindet sich in der Gemeinde Brachstedt. Sie wird seit Jahren nicht mehr genutzt. Da die Aufhebung der Schutzzone beantragt ist, wird im vorliegendem Gutachten nicht weiter darauf eingegangen.

Wesentlich für die Untersuchungen ist die Schutzzone des Wasserwerkes Zörbig. Die Schutzzone III ist ebenfalls in Anlage 1 eingetragen.

Weiterhin befindet sich ein Teil der Schutzzone III der Wasserfassung Zschepkau am Nordostrand des Untersuchungsgebietes.



4. Hydrographische Angaben

4.1. Fließende Gewässer

Das Gewässernetz im Untersuchungsgebiet ist in engem Zusammenhang mit geologischen Strukturen zu sehen. Im Lockergesteinsbereich ist die hydraulische Leitfähigkeit der mächtigen Grundwasserleiter so gut, daß lediglich die tiefgelegene Fuhne einschließlich eines Teils des Strengbachs als entwässerndes Element anzusehen ist. Die Entstehung weiterer Fließgewässer muß hingegen mit den wasserstauenden Eigenschaften des Porphyrs bzw. seines Zersatzes in Verbindung gebracht werden, welcher nicht in der Lage ist, das Sickerwasser unterirdisch abzuführen. Damit kommt es zur Bildung der Quellbäche von Rieda und Strengbach.

Westlich der Ortschaft Oppin entspringt die Rieda. In den topographischen Karten wird dieser Bach von der Quelle bis zur Ortschaft Rieda auch Reide genannt, ab Rieda wird er als Riedagraben bezeichnet. Um Verwechslungen mit der östlich von Halle nach Süden fließenden Reide vorzubeugen, wird der Bach im Gutachten nur noch als Rieda bezeichnet.

Die Rieda fließt von Oppin bis Niemberg nahezu in West-Ost-Richtung. Südöstlich von Niemberg erfolgt eine gravierende Richtungsänderung des Bachverlaufes nach Norden. Ca. 2 km nördlich von Niemberg wendet sie sich dann in nordwestliche Richtung.

Die Rieda durchfließt bzw. tangiert die Ortschaften Eismannsdorf, Schrenz, Siegeldorf und Stummsdorf. Hier erfolgt wiederum eine Richtungsänderung des Flußlaufes nach Westen über Werben nach Ostrau. Nördlich von Ostrau mündet sie in die Fuhne. Für eine Modellierung ist bedeutsam, daß die Rieda unterhalb Eismannsdorf nicht ständig Wasser führt. Nach Unterlage 1.9 wurden Wasserverluste von 12 l/s zwischen Niemberg und Schrenz gemessen, obwohl der auf dieser Strecke aus Hohen kommende Nebenbach sichtlich zusätzlich Wasser zuführte. Das Einzugsgebiet erhöht sich von 39,2 km² unterhalb der Mündung des Baches aus Hohen auf 68,4 km² in Schrenz.

Von Brachstedt aus fließt ein kleinerer Graben von West nach Ost ab, welcher bei Eismannsdorf in die Rieda mündet.



Die Fuhne, auch Landgraben genannt, ist der Hauptvorfluter des Gebietes. Ihr Verlauf ist am nördlichen Rand des Untersuchungsgebietes von Ost nach West. Als eigentlicher Quellfluß der Bernburger Fuhne ist der von Süden kommende Strengbach mit einem Einzugsgebiet von 154 km² anzusehen. Oberhalb dieser Stelle entwässert die Fuhne nur eine Fläche von 27,5 km². Der Oberlauf des Strengbachs fällt in Trockenperioden (siehe Unterlage 1.9) in Schwerz (81 km²). Nach Starkregen steigt der Durchfluß aber relativ schnell an, am 18. 8. 94 lag er bei 75 l/s.

4.2. Stehende Gewässer

Natürliche stehende Gewässer in Form von Seen sind nicht vorhanden. Es sind lediglich in vielen Gemeinden zahlreiche Dorfteiche und Feuerlöschteiche künstlich angelegt worden. Diese Teiche kommunizieren oftmals mit dem Grundwasser. Daneben hat sich in mehreren kleinen Steinbruch - Restlöchern Wasser angesammelt, so westlich von Niemberg und südlich der Straße Niemberg - Schwerz.

Während es sich beim Restloch westlich von Niemberg offensichtlich um Regenwasser handelt, finden im Zusammenhang mit dem Steinbruchbetrieb beim Schwerz im letztgenannten Restloch Wasserhaltungsmaßnahmen durch den Betreiber statt.

5. Durchführung der Untersuchungsarbeiten

5.1. Bohrarbeiten

Im Rahmen der Erarbeitung des Gutachtens wurde lediglich eine Rammkernsondierung (RKS) in einem auflässigen und mit Kalkschlamm, Bauschutt und Hausmüll verfüllten alten Steinbruch niedergebracht. Obwohl versucht wurde den Bohransatzpunkt soweit wie möglich in der Mitte des Steinbruches anzusetzen, erreichte die RKS nur eine Teufe von 2,55 m u. Gel. Die tiefste erbohrte Schicht besteht aus Faulschlamm, was auf den Grund des ehemals mit Wasser gefüllten Restloches schließen läßt. Das Schichtenverzeichnis befindet sich in Anlage 2.

Des weiteren wurden alle Grunddaten, welche zur Erstellung des Modells notwendig waren u.a. den Schichtenverzeichnissen von Bohrungen zur Rohstofferkundung entnommen.



Es wurden im Gebiet Bohrungen zur Quarzporphyrerkundung, Braunkohlenerkundung und Bohrungen zur Grundwassererkundung niedergebracht. Bohrungen zur Baugrunduntersuchung haben wegen ihrer geringen Teufe eine untergeordnete Bedeutung.

5.2. Bohrprobenahme

Aus dem in der RKS gewonnenen Bohrgut wurden insgesamt 5 Bohrproben genommen. Aus dem Material von 4 dieser Proben wurden 2 Mischproben hergestellt und im Labor der GFE GmbH 2 Analysen aus dem Eluat und eine Bodenanalyse angefertigt. Das restliche Probenmaterial wird als Rückstellprobe archiviert. Die Analyseergebnisse befinden sich in Anlage 4.

5.3. Wasserprobenahme

Insgesamt wurden im Rahmen vorliegenden Gutachtens 8 Wasserproben, davon 5 aus Grundwassermeßstellen, 2 aus Brunnen und eine aus einem Oberflächengewässer entnommen und im Labor der GFE GmbH auf wesentliche Inhaltsstoffe untersucht. Daneben konnten weitere Wasserproben aus Unterlage 1.2 zum Vergleich herangezogen werden. Die Entnahme der Wasserproben erfolgte nach DVWK-Richtlinie nach 15minütiger Konstanz der Parameter Leitfähigkeit, Temperatur, Redoxspannung und pH-Wert (Ausnahme: Schöpfproben). Die Analyseergebnisse befinden sich in Anlage 4.2.

5.4. Markscheiderische Arbeiten

Um das vorhandene und das zur ersten Begutachtung eingerichtete Meßnetz zur Wasserspiegelmessung zu verdichten bzw. zu ergänzen, wurden 9 weitere Wasserspiegelmeßstellen in Lage und Höhe eingemessen. Die in Anlage 3 angegebenen Koordinaten beziehen sich auf das Gauß-Krüger-Bessel-Netz. Die Höhen sind in m über NN angegeben.



5.5. Grundwasserspiegelmessung

Eine Stichtagsmessung wurde am 10. 7. 1995 durchgeführt und durch später erfolgte Aussagen ergänzt.

Die Meßergebnisse befinden sich zusammen mit den Ergebnissen einer ersten aus 1.2. bzw. 1.3. übernommenen Messung aus dem Jahre 1994 bzw. 1993 in der Anlage 3.

6. Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse

Aus hydrogeologischer Sicht kann das Untersuchungsgebiet in den Bereich der Festgesteinskörper (Porphyrkomplexe) und den Bereich der Lockergesteinskörper, welcher sich nördlich und südlich an die Porphyrkomplexe anschließt, geteilt werden. Sie stehen untereinander in einer gewissen Wechselwirkung, wobei im Normalfall Grund- und Schichtwasser vom Fest- zum Lockergestein fließen.

Das Grundwasser des Lockergesteinsbereiches südlich des Porphyrkomplexes kann nicht direkt in den Lockergesteinsbereich nördlich der Porphyerverbreitung gelangen, da dieser als Stauer wirkt. Es umfließt ihn teilweise östlich, Hauptentwässerungselement ist aber die Rieda. Sie wird zusätzlich zum Grundwasser, mit Schichtwasser, welches sich an der Grenze des kompakten Porphyrs und dessen Zersatzzone bzw. am Hangenden anderer grundwasserstauender Schichten (Geschiebemergel), bildet.

Im Bereich der Kuppen befindet sich, sofern der Porphyr nicht direkt ansteht, unter einer bis 1 m mächtigen Bodenschicht Porphyrzersatz, welcher hier meist in Form von Schutt oder Grus voliegt. Dieser Schutt oder Grus kann formal als grundwasserleitend eingestuft werden, führt aber tatsächlich nur zeitweise Wasser. In Mulden zwischen einzelnen Porphyrkuppen ist der Zersatz dagegen in Form von Kaolin vorhanden. Hier wäre er formal als Grundwasserstauer einzustufen (siehe Schnitt 1, Anlage 4, Blatt 1). Sieht man aber den Porphyr als Grundwasserleiter an, bestehen keine gravierenden Staueigenschaften.

Der kompakte Porphyr ist normalerweise im Verhältnis zu anderem Festgestein besonders schlecht grundwasserleitend, war aber hier als Kluftgrundwasserleiter zu betrachten.



Vorhandene Klüfte werden häufig durch kaolinische Verwitterungsprodukte, bei sauerstoffreichem Grundwasser auch durch Eisen abgedichtet. Es liegen störungsbedingt 2 senkrecht zueinander stehende Hauptkluftrichtungen vor (NNW-SSE und WSW-ENE), die wohl auch den Verlauf der Fließgewässer (Rieda, Bach aus Hohen) beeinflussen. Im Verhältnis zum Lockergestein ist die Grundwasserneubildung im Porphyrr sehr gering. Die unterirdische Abflußspende wird im allgemeinen mit $0,05 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ angesetzt. Ein Großteil des sich im oberen Bereich der Porphyrlagerstätte neubildenden Grundwassers fließt demzufolge an der Grenzfläche Lockergestein/Festgestein dem Lockergesteinskörper zu.

Im gesamten nördlich des Porphyrrkomplexes liegenden Untersuchungsgebiet ist der bis über 210 m mächtige oligozäne Rupelton vorhanden. Die darunter lagernden tertiären Grundwasserleiter (620 und 810) besitzen für die im Gutachten zu lösende Aufgabe keine Relevanz.

Über den Rupelton sind stellenweise die Bitterfelder Glimmersande (als Grundwasserleiter 503 und 504 in den Schnitten Anlage 4 bezeichnet) vorhanden. Sie sind oftmals mit dem darüber lagernden pleistozänen Hauptgrundwasserleiter in hydraulischer Verbindung, besitzen aber im Verhältnis dazu eine deutlich geringere Leitfähigkeit.

Dieser Hauptgrundwasserleiter besteht aus bis zu 20 m mächtigem Mittelsand bis Grobsand der Saale-Hauptterrasse (GWL 150 in Anlage 4). Im Hangenden befindet sich der Saale-II-Geschiebemergel. Er ist flächenhaft verbreitet, kann aber lokal fehlen (Bg Stk Bes 7/60, Anlage 4, Schnitt 1).

An diesen Stellen sind die Sande der Saale-Hauptterrasse mit den Schmelzwassersanden des nur örtlich bedeutsamen Grundwasserleiters 140, welcher sich im Normalprofil über dem Saale-II-Geschiebemergel anschließt, verbunden. Den Grundwasserleiter 140 überlagert der flächenhaft verbreitete Saale-I-Geschiebemergel.

Den Abschluß bildet letztlich der Mutterboden. In den Niederungen der Bäche sowie der Fuhne ist Auelehm vorhanden.



7. Modellrechnungen und Interpretation

7.1. Überblick über das verwendete mathematische Modell

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde das international verbreitete dreidimensionale instationäre Grundwasserströmungsmodell MODFLOW des US Geological Survey verwendet. Bei dem Modell handelt es sich um ein Finite-Differenzen-Modell. Das Untersuchungsgebiet ist somit in rechteckige Rasterfelder zu zerlegen.

Modellintern wurden die Maßeinheiten Meter und Tag verwendet. Höhenangaben beziehen sich generell auf m NN.

7.2. Diskretisierung

7.2.1. Horizontale Diskretisierung

Das Modell wurde für ein Gebiet zwischen den Koordinaten:

Rechts:	4502 600 - 4511 000
Hoch:	5711 600 - 5724 000

des Gauß-Krüger-Bessel-Netzes (Berechnungsgebiet) aufgebaut. Die Verwendung eines so großen Berechnungsgebietes war notwendig, da die Randbedingung in jedem Fall rückwirkungsfrei von den zu untersuchenden Auskiesungen liegen mußte. Die Ausdehnung nach Norden hatte zudem zum Ziel, eventuelle Auswirkungen auf die Fassungen des Wasserwerkes Zörbig nachzuweisen bzw. auszuschließen. Weiterhin war eine Einbeziehung des Steinbruches Schwerz gefordert worden. Die Berechnung erfolgte also auch für einen weit außerhalb des Abbaugbietes liegenden Bereich.

Der Übersichtlichkeit halber verläuft das gewählte Netz in West-Ost- und Nord-Süd-Richtung. Die Numerierung im Rasterfeld erfolgt modellintern nach Zeilen und Spalten, d.h. das oberste linke (nordwestliche) Element erhält die Nummern (Zeile, Spalte) 1,1.

Im Bereich des Abbaugbietes beträgt die Rasterweite 50 m. Mit zunehmender Entfernung vom Abbaufeld erhöht sich die Rasterweite schrittweise bis auf 500 m.



Die Darstellung der Modellergebnisse erfolgt für das gegenüber dem Berechnungsgebiet wesentlich kleinere, eigentlich interessierende Untersuchungsgebiet (siehe Anlagen 6.1 bis 6.5).

Abgesehen von der Anschaulichkeit liegt der Grund dafür in der maximal möglichen Zahl von Punkten bei der rechnerinternen Diskretisierung der Isohypsendarstellung mit der international üblichen Software (SURFER©). Bei Darstellung des Gesamtgebietes würde der Punktabstand für die Interpolation wesentlich über der Diskretisierungsweite des Modells liegen, was zu einer unzulässigen Glättung führt.

Die Rasterung hat zwangsläufig zur Folge, daß geographische Strukturen in Rechtecke gezwängt werden müssen. Während Fehler der Modellparameter durch Verwendung von Mittelwerten der Rasterfelder ausgeglichen werden, erfolgt eine Zuordnung der Wasserstände zum Zentrum der Rasterfelder. Dieser Effekt wird durch die Tatsache, daß wegen der variablen Rasterweiten Rasternetz und Darstellernetz nicht übereinstimmen können, örtlich verstärkt. Damit ist trotz des klein gewählten Rasters eine geringfügige Verschiebung der Lage von den Isohypsen unumgänglich. Dies wird besonders am Rand von Seen (durch die Interpolation immer etwas zum See verschoben) und in der Nähe von Bächen sichtbar.

7.2.2. Vertikale Diskretisierung

Die geologische Situation erforderte bzw. ermöglichte die Betrachtung in zwei Modellschichten mit einem Zwischenstauer, da an jedem Punkt des Gebietes jeweils maximal 2 Grundwasserleiter für vorliegende Aufgabe hydraulisch relevant sind.

Außerhalb der Porphyrverbreitung wurde als unterer (Haupt-) Grundwasserleiter grundsätzlich der GWL 150 der Saale - Hauptterasse verwendet. Oberer GWL ist allgemein (soweit vorhanden) der GWL 140.



Im Bereich des Festgesteines besteht der untere GWL immer aus Porphyry. Da dieser hydraulisch in eine obere, meist ca. 15 bis 20 m mächtige stärker geklüftete Schicht und eine untere kompaktere Zone zu untergliedern war, sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Ist kein Lockergestein im Hangenden grundwasserführend, wurde der kompaktere Porphyry als untere und der geklüftete als obere Modellschicht verwendet. Das Liegende wurde generell bei 40 m NN angesetzt.
- Bei grundwasserführendem Lockergestein ist der Porphyry insgesamt als untere Modellschicht anzusehen. Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) entspricht dem der geklüfteteren Schicht, das Liegende im Modell wurde soweit unter dem Liegenden der geklüfteteren Schicht angeordnet, daß zur Erhaltung der Permeabilität die Mächtigkeit der kompakteren Schicht im Verhältnis der k_f -Werte berücksichtigt wird (hier 10%).

7.3. Parameter des Modells und Modelleichung

7.3.1. Durchlässigkeitsbeiwerte

Im Lockergestein des GWL 150 wurde weiträumig ein Durchlässigkeitsbeiwert von $6 \cdot 10^{-4}$ m/s verwendet. Im Ergebnis der Modelleichung erhöhte sich der Wert örtlich auf $2 \cdot 10^{-3}$ m/s. Für Seen wurde $11,6 \cdot 10^{-1}$ m/s (= 100 km/d) angesetzt, wodurch eine Ausspiegelung erreicht werden konnte. Für den geringmächtigen oberen Grundwasserleiter, sofern echter GWL, wurden im Lockergestein $3,5 \cdot 10^{-4}$ m/s verwendet. Am Rand zum Festgestein (am Steilabfall) war für schluffig grüsiges Gemenge die Verwendung eines vertikal über beide GWL durchgängigen Rasterfeldes mäßiger Leitfähigkeit (10^{-5} m/s) günstig.

Für den klüftigeren Quarzporphyry wurden in Anlehnung an die Ergebnisse von Pumpversuchen (Unterlage /1.2/) $2 \cdot 10^{-7}$ m/s verwendet, bei kaolinischer Überdeckung 10^{-7} m/s. Die hydraulische Leitfähigkeit im kompakten Porphyry wurde eine Zehnerpotenz geringer angesetzt.

Der vertikale Durchlässigkeitswert des Geschiebemergels pro m Stauer wurde mit $5 \cdot 10^{-9}$ m/s festgesetzt.



7.3.2. Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung wurde nach dem Verfahren von BAGROV/GLUGLA berechnet. Der zugrunde liegende Niederschlagsmeßwert beträgt 516 mm/a, nach notwendiger Korrektur (Windfehler, Benetzungsverluste im Meßgerät) ergeben sich effektiv 562 mm/a. Die potentielle Verdunstung für dieses Gebiet (Meßtischblatt Landsberg beträgt nach der "Karte der langjährigen Mittelwerte der potentiellen Verdunstung für das Gebiet der DDR" ca. 550 mm/a. Damit ergibt sich für das lehmige, intensiv genutzte Ackerland (Effektivitätsparameter 3,0) ein Abfluß von 105 mm/a ($3,3 \text{ l/s/km}^2$). Für die extensiv genutzten Flächen des Flugplatzes wurden 115 mm/a verwendet, für kaum vorhandenen Wald 50 mm/a. Grundwassernahe Gebiete (Fuhneue) gingen mit 0 mm/a ein. Das Verfahren nach GLUGLA/BAGROV ist eigentlich eine Methode zur Berechnung der realen Verdunstung. Die Grundwasserneubildung ergibt sich dann als Differenz zwischen Niederschlagshöhe und der Summe aus realer Verdunstung und Direktabfluß. Im flachen Lockergesteinsbereich des Gebiets ist der Direktabfluß praktisch vernachlässigbar. Die Neubildung in größeren Orten (Zörbig, Niemberg) mit Kanalnetz wurde proportional zur versiegelten Fläche reduziert.

Das Verfahren nach GLUGLA/BAGROV gilt nur für Lockergestein. Sofern Porphy den oberen Grundwasserleiter bildete, wurde eine Grundwasserneubildungsrate von $0,5 \text{ l/s/km}^2$ angesetzt. Für den hier auftretenden Bilanzüberschuß war an Hand der Geländeverhältnisse zu prüfen, ob er mangels Gefälle verdunstet oder dem nächsten Oberflächengewässer zufließt. Wenn beides nicht eintraf, mußte der überschüssiger Abfluß (Schichtwasser) dem Niederschlag des hangabwärts liegenden Rasterfeldes zugeordnet werden. Damit ergab sich eine Simulation erhöhter Grundwasserneubildung am Hangfuß. Am Südhang erfolgte aber eine Reduzierung wegen der erhöhten Verdunstung.

7.3.3. Wasserentnahmen

Für die Fassung des Wasserwerkes Zörbig wurde eine Fördermenge von $1\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ (etwas mehr als 1994, Jahressumme $335\,000 \text{ m}^3$) angesetzt. Der angesetzte Wert entspricht der Trinkwasserzielplanung des Landes Sachsen - Anhalt. Der Brunnen des Flugplatzes Oppin entnimmt im Modell $144 \text{ m}^3/\text{d}$, was (sicherheitshalber, keine Meßwerte) über den realen Werten liegt.



7.3.4. Oberflächengewässer

Die Fuhne im Norden sowie Grundwasserstände im südlichen Bereich der Rieda bei Oppingen als Randbedingung in das Modell ein. Weitere Vorfluter wurden unter Berücksichtigung der rasterfeldspezifischen Länge, Breite und Sohlbeschaffenheit als Fluß (RIVER) im Modell behandelt. Im Gegensatz zur Randbedingung mit vorgegebenem Wasserstand kommt es nicht zum vollkommenen Wasserspiegelausgleich zwischen Grund- und Oberflächenwasser. Das ist deshalb bedeutsam, da im Bereich der Rieda unterhalb Eismannsdorf Versinkungen nachgewiesen wurden. Der Wurper Graben und weitere Kleingewässer wurden als Drainage berücksichtigt.

Die Wasserstände der Vorfluter wurden dafür an geeigneten Stellen durch nivellitische Einmessungen ermittelt, daneben wurden die Werte der Topographischen Karte 1 : 10 000 (Ausgabe Volkswirtschaft) berücksichtigt (Angaben in HN wurden selbstverständlich umgerechnet).

Die Wasserstände in den Restlöchern wurden durch erhöhte k_f -Werte ausgespiegelt und bei Bedarf (Zwangswasserstand) als "innere Randbedingung" mit dem Modellteil GHB simuliert.

7.3.5. Modelleichung

Eine Modelleichung erfolgte für die Wasserstände der Stichtagsmessung im Juli bzw. September 1995 unter Berücksichtigung der Wassermengen des Steinbruchs Schwerz und der (versickernden) Abflüsse der Rieda. Soweit eine Einschätzung an Hand langjährige Reihen möglich war, waren die Meßwerte mit Ausnahmen dem Mittelwasser (teilweise geringfügig höher) zuzuordnen.

Die Eichung gestaltete sich deshalb sehr kompliziert, da nicht ohne weiteres abzusehen war, wo im Bereich der Porphyerverbreitung das Lockergestein Grundwasser (oder aber Schichtwasser) führt. Im letzten Fall mußte die im Punkt 7.32 beschriebene Korrektur der Grundwasserneubildung erfolgen, ansonsten treten Bilanzverfälschungen und unreelle Aufstauerscheinungen auf.



Es mußten also sukzessiv Zelle für Zelle hangabwärts folgende Verfahrensgang durchgeführt werden:

- Modellrechnung
- falls trocken, Änderung von Neubildung und Schichtaufbau

Bei der Beurteilung der Modellgüte sollte beachtet werden, daß am Rand des Porphyrkörpers wegen des geringen Speichervermögens Wasserstandsschwankungen von bis zu 10 m auftreten können. Inhomogenitäten der Gesteinsstruktur liefern örtlich durch Rückstau erhöhte Wasserstände, die im Modell nicht im Detail nachvollziehbar sind. Weiterhin treten Gradienten von bis zu mehreren m pro Rasterfeld am Rand des Porphyrkörpers auf.

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der gemessenen Grundwasserstände mit den nach der Modelleichung berechneten Grundwasserständen.

Ergebnisse der Modelleichung

GWMS	Ort/ Bez.	Schicht	Zeile	Spalte	W			Differenz		
					am	gemessen	berechnet			
					(im Modellraster)					
					am	gemessen	am	gemessen	W	Differenz
					m NN			m NN		
N1	Brunnen Flugplatz	1	59	16	06.04.94	101,4	10.07.95	100,8	100,9	0,2
N3	36/70	2	48	32	06.04.94	111,4	10.07.95	(107,2)	110,0	(2,8)
N7	Brk Zör 57/85 u	2	17	35	06.04.94	87,8	10.07.95	n.mb.	88,3	
N8	Br. Wurp Mühle	1	25	13	06.04.94	114,9	10.07.95	114,1	112,3	-1,8
N9	Brunnenanl. Brachstedt Süd	1	22	6	06.04.94	113,9	10.07.95	113,4	113,5	0,1
N11	2/94 u	2	55	31	06.04.94	101,4	10.07.95	101,1	100,9	-0,2
N12	2/94 o	1	55	31	06.04.94	101,7	10.07.95	101,7	100,90	-0,8
N12	3/94 u	2	32	25	06.04.94	113,7	10.07.95	112,7	112,8	0,1
N13	3/94 o	2	32	25	06.04.94	113,8	10.07.95	112,9	112,8	-0,1
N14	1/94 o	1	34	13	06.04.94	112,7	10.07.95	110,8	110,8	0,0
N16	Br. Brachstedt Nord	2	20	6	06.04.94	113,8		n.mb.	113,7	
N19	Br. 1 Eismannsdorf (w.)	2	21	48	06.04.94	90,6	10.07.95	90,0	90,1	0,1
N20	Br. 2 Eismannsdorf (o.)	2	21	48	06.04.94	90,6	10.07.95	90,2	90,1	-0,1
N21	Br. Niemberg Nord	2	45	47	06.04.94	96,4		n.mb.	94,8	
N27	GWMS in Eismannsdorf	1	22	49			04.09.95	90,4	90,3	-0,1
N28	Br. Hohen Dorfstr. 2	1	22	25			04.09.95	110,7	109,8	-0,9
N30	Brücke in Siegeldorf	1	14	31			04.09.95	88,4	88,2	-0,2
N31	Teich Niembg.	1	59	48-49			04.09.95	94,2	94,7	0,5
S1	GWM 4a/76	2	45	54	27.09.93	89,7	10.07.95	91,3	91,0	-0,3
S7	Br. Getreidewirtschaft	2	54	51	27.09.93	93,1	10.07.95	93,6	94,5	0,9
S9 o	GWM 72/86 o	1	37	52	27.09.93	89,2	10.07.95	90,0	91,0	1,0
S9 u	GWM 72/86 u	2	37	52	27.09.93	91,3	10.07.95	91,7	91,7	0,0
	Hy Zoer 45	2	11	9	21.02.94	86,0	10.07.95	86,6	86,0	-0,6
	Brk Zoer 36	2	10	37	04.10.93	85,3	10.07.95	86,1	85,3	-0,8
	Brk Zoer 61/85	2	19	55	04.10.93	89,0		>89	89,3	
	Brk Zoer 51	2	14	58	28.09.93	86,1	14.07.95	86,3	85,90	-0,4
	Brk Zoer 96	2	6	56	04.10.93	80,2	14.07.95	80,5	80,8	0,3

mittlere Abweichung

-0,06

mittlerer Fehler (absolut)

0,56





7.4. Interpretation der Modellergebnisse

7.4.1. Berechnung für den Ausgangszustand

Die Ergebnisse der Berechnung für den Ist-Zustand wurden für den Hauptgrundwasserleiter in Anlage 6.1. dargestellt. Als Hauptgrundwasserleiter sind der Porphyry (im stationärem Fall kein Druckunterschied zwischen kompakter und geklüfteter Zone) und außerhalb der Porphyryverbreitung der GWL 150.

Der obere Grundwasserleiter (GWL 140) ist wegen zeitweisen Trockenfallens in weiten Flächen des Lockergesteins nicht darstellbar. Innerhalb der Verbreitung von grundwasserführendem Lockergestein über Porphyry (also auch am Flugplatz Oppin) traten unter stationären Verhältnissen im Modell keine signifikanten Druckunterschiede zwischen Fest- und Lockergestein auf. Das ist daraus erklärbar, daß der Porphyryersatz gegenüber dem Porphyry dort keine stauenden Eigenschaften aufweist.

Die Ergebnisse des Modells für den Ist-Zustand (Anlage 6.1) zeigen die Ausbildung eines markanten Gefälles am Rand der Porphyryverbreitung. Der Steinbruch Schwerz bildet einen steilen Absenkungstrichter, der gut mit den Ergebnissen von Unterlage 1.3 übereinstimmt. Es wurde eine Gesamtfördermenge von 149 m³/d berechnet.

Die Rieda wirkt (erkenntlich an der flüßaufwärts gebeulten Form der schneidenden Isohypsen) oberhalb Eismannsdorf entwässernd, unterhalb in das Grundwasser speisend. Insgesamt wurde eine Versinkung von 17,5 l/s berechnet, davon fallen aber nur 12,7 l/s auf die Rieda. Der Rest (ca. 4,8 l/s) im Bereich des Strengbachs wird diesem als Parallelströmung teilweise wieder zugeführt.

Aus dem Abstand der Isohypsen kann nicht auf Mengen geschlossen werden. Enge Abstände sind vielmehr Indiz für schlechte Durchlässigkeit. Auf dem Porphyry liegende Lockergesteins-GWL wirken auch ausgleichend auf die Druckverhältnisse im Festgestein (weite Abstände im westlichen Bereich).

Die Fließrichtung im Lockergestein außerhalb der Porphyryverbreitung ist nach Norden (zur Fuhne) bis Nordosten gerichtet.



7.4.2. Simulation des Betriebs des Quarzporphyrsteinbruchs

Anlage 6.2 zeigt den Zustand der Grundwasserverhältnisse bei maximaler Absenkung unmittelbar vor Ende des Steinbruchbetriebes bei einer Sohlhöhe von 50 m NN. Die Entwässerung ist noch in Betrieb. Für diesen Fall wird eine mittlere Fördermenge von 715 m³/d (ca. 30 m³/s) berechnet. Der überwiegende Teil dieses Wassers ist als Regenwasser anzusehen. Aus dem Grundwasser kommen lediglich 37 m³/d sowie 67 m³/d Schichtwasser, welches ohne Absenkung teilweise als Grundwasser anzusehen wäre. In der Summe ist das weniger als die angenommene Maximal - Fördermenge des Flugplatzes Oppin (144 m³/d). Den Angaben zum Regenwasser (611 m³/d) liegt die Annahme von 15 % Benetzungsverdunstung zugrunde.

Bei der Auslegung der Entwässerungskapazität sollte aber das lang- und innerjährliche Schwankungsverhalten der Niederschläge berücksichtigt werden. So entspricht die höchste gemessene Monatssumme (148 mm) dem 3,44 - fachen des langjährigen Mittels (516 mm / 12 Monate). Damit würden überschlägig 2 200 m³/d anfallen. Das anfallende Regenwasser ist im wesentlichen nur von der Fläche des Tagebaus abhängig. Bei geringerer Abbautiefe mindert sich die zu fördernde Wassermenge allerdings (vor allem im Sommerhalbjahr) durch erhöhte Verdunstung und größere Sohlfläche.

Die dem Grundwasser entzogene Grund- und Schichtwassermenge ist nicht nur wegen der geringen hydraulischen Leitfähigkeit so klein, maßgeblich ist vielmehr das in vielen Bereichen anzutreffende Fallen der Schichten mit zunehmender Entfernung. Lediglich im Osten ist ein kleines "Einzugsgebiet" für Schichtwasser vorhanden.

Da das geförderte Wasser in jedem Fall der Rieda zugeführt wird, erhöht sich die Versickerung in den Grundwasserleiter 140 und letztendlich 150 zumindest in den jetzt langperiodisch trockenen Bereichen. Es entsteht ein echter Bilanzgewinn, da es sich um Wasser handelt, welches der Verdunstung entzogen wird. Eine exakte Berechnung der Versickerung ist nicht möglich, mit dem Modell wurde eine zusätzliche Speisung von 175 m³/d berechnet, d.h. ca. 20 - 25 % der zusätzlichen Wasserführung.

Der Differenzenplan (Anlage 6.3) zeigt deshalb am Verlauf der 0 - Absenkungslinie einen Anstieg der Grundwasserstände im Lockergesteinsbereich. Wegen der guten hydraulischen Leitfähigkeit des GWL 150 liegt dieser aber unter 10 cm. Hauptelement des Differenzenplans ist der steile Absenkungstrichter des Steinbruchs.



Die Reichweite ist allerdings nur auf den naheliegenden Porphyrbereich beschränkt. An der Wasserfassung des Flugplatzes beträgt sie nur noch ca. 10 cm (auch im nicht dargestellten oberen GWL).

Da gemäß Aufgabenstellung der Wiederanstieg des Tagebaus Schwerz mit beachtet werden sollte, ist er auch im Isohypsenplan mit dargestellt. Berechnet wurde ein Endwasserstand von ca. 90 m NN. Obwohl der Wiederanstieg nicht zeitlich synchron mit dem Abbau des als Nachfolger geplanten Steinbruch Niemberg - Schwerz beendet sein dürfte, erscheint eine Darstellung in einem Differenzenplan gerechtfertigt, da der Wiederanstieg wegen der geringeren Größe und anderer hydraulischer Bedingungen schneller als im folgendem Abschnitt für den Steinbruch Niemberg - Brachstedt beschrieben vorsichgeht. Ein direkter oder indirekter hydraulischer Zusammenhang beider Steinbrüche ist absolut auszuschließen. Markant ist hier die Grundwasserabsenkung im Nordosten. Sie ist dadurch erklärbar, daß dort zur Zeit ein kleines Steinbruchrestloch mit einem Teil der Sumpfungswässer gefüllt wird, welches beim Wiederanstieg nicht mehr gegeben ist.

7.4.3. Simulation der Situation nach Betrieb des Quarzporphyrsteinbruchs

Unmittelbar nach Abschalten der Pumpen ändert sich die Situation insofern, daß die grundwasserstützende Funktion der erhöhten Wasserführung der Rieda entfällt. Diese Situation stellt den ungünstigsten Fall (d.h. den worst case) dar. Der Isohypsenplan (Anlage 6.4.) ändert sich gegenüber dem vor Abschaltung der Pumpen (Anlage 6.2) nur unwesentlich. Eine optische Änderung ergibt sich lediglich im Differenzenplan (Vergleich mit dem Ist-Zustand, Anlage 6.5) , wo die 0 - Differenz- Linie nach Nordost dreht. Diese Linie ist keineswegs als Begrenzung der Reichweite zu verstehen, sie trennt vielmehr positive und negative Werte, die dort im Bereich der rechnerinternen Zahlendarstellung liegen. (bei weniger als dem milliardsten Teil eines mm). Deshalb wurde zusätzlich die 1 cm Absenkungslinie als praktische Begrenzung der Reichweite dargestellt.

Wie aus der 1 cm Absenkungslinie sichtbar wird, reicht die praktische Absenkung durch den geplanten Steintagebau Niemberg - Brachstedt maximal bis zur Grenze der unterirdischen Verbreitung des Porphyrs. Da die Einspeisung der Rieda in das Grundwasser dort nicht relevant ist, treten hier Unterschiede zur Anlage 6.3 auf, da die Einspeisung in die Rieda dort nicht relevant war.



Der Unterschied zum Zustand vor Abschalten der Pumpen besteht lediglich darin, daß in der Bilanz der Grundwasserleiter im Lockergestein jene ca. 2 l/s weniger erhält, die als zusätzliche Speisung aus der vorher künstlich erhöhten Wasserführung der Rieda dem Lockergesteinsgrundwasserleiter zeitweilig zugeführt wurden. Da das nur 0,6 % der Gesamtbilanz des Lockergesteins sind, ist dieser Effekt in den Wasserständen praktisch nicht meßbar. Der im Extremfall im Vergleich zum Ist-Zustand eintretende Wasserentzug durch den Zufluß zum Tagebau während des Wiederanstiegs (ca. 1,05 l/s einschließlich Entzug von Grundwasserneubildung) macht sich außerhalb der Festgesteinsverbreitung natürlich erst recht nicht bemerkbar.

Aus dem Differenzenplan ist ersichtlich, daß im Bereich von Ortschaften keine stärkeren Absenkungen erfolgen. Die höchste Absenkung im Ortsteil Wurp (- 10 cm) auf.

Im Bereich der wassergefüllten Steinbruch - Restlöcher westlich von Niemberg (in der Karte in Anlage 1 identisch mit dem Wasserspiegel N6) treten Grundwasserabsenkungen von ca. 50 cm auf. Sofern der Wasserspiegel überhaupt mit dem Grundwasserstand korrespondiert, sind bei einer solchen Absenkung kaum negative ökologischen Auswirkungen zu erwarten.



7.4.4. Berechnung der Dauer des Wiederanstiegs

7.4.4.1. Allgemeine Grundlagen

Zur Berechnung der Dauer des Wiederanstiegs kann keineswegs die Wassermenge zugrunde gelegt werden, die während des Betriebs abzuführen war. Die entstehende Wasserfläche zwingt vielmehr zur Berücksichtigung der Gewässerverdunstung. Dabei kann folgende Gleichung verwendet werden:

$$Q = (N - E_w) * F_w + Q_B + Q_H + Q_D \quad (1)$$

Dabei bedeuten:

- Q = Bilanzzufluß
- N = Niederschlag (wie üblich korrigiert)
- E_w = Gewässerverdunstung
- F_w = Gewässerfläche
- Q_B = Basiszufluß (Grundwasser im Festgestein)
- Q_H = Schichtzufluß (im Lockergestein), wird bei hinreichender Füllung zum Grundwasser
- Q_D = Direktzufluß

Zur Berechnung des Wiederanstiegs erfolgte im ersten Schritt die stufenweise Berechnung des unterirdischen Zuflusses (Q_B, indirekt Q_H) mit dem mathematischen Grundwasserströmungsmodell.

Der Direktzufluß kann hier näherungsweise als das Produkt der nicht wasserbedeckten Fläche (F - F_w) des Steinbruchs mit dem um die Verdunstung EL reduzierten Niederschlags angesehen werden:

$$Q_D = (F - F_w) * (N - EL) \quad (2)$$

Für die Verdunstung (hier Evaporation) EL wurden für versiegelte Flächen übliche 15 % des Niederschlages angesetzt.



Der Berechnungsgang wird in der auf Seite 32 folgenden Tabelle veranschaulicht. Die Berechnung erfolgt in Lamellen von 7,5 m Höhe, zu beachten waren die abbautechnologisch sich nach 15 m bildenden Bermen.

7.4.4.2. Gewässerverdunstung

Da der unterirdische Zufluß zum entstehenden Restloch relativ gering ist, erhält die Verdunstung von der Gewässeroberfläche entscheidende Bedeutung. Deshalb kann keineswegs der nur für einen Flachsee berechnete Wert aus der Karte der Gewässerverdunstung der DDR verwendet werden. Zudem beeinflusst gemäß Klimagutachten der Steinbruch wesentliche Einflußfaktoren für die Verdunstung:

- Vergleichmäßigung der Wassertemperatur, d.h. gegenüber einem Flachsee niedrigere Wassertemperatur im Sommer
- verminderte Sonnenscheindauer und damit verminderte Globalstrahlung
- verminderte Windgeschwindigkeit
- auch dadurch erhöhte Luftfeuchtigkeit

Deshalb mußte eine gesonderte Berechnung der Gewässerverdunstung erfolgen. Da eine exakte kleinklimatische Prognose der zur Verdunstungsberechnung notwendigen Eingangsdaten nicht möglich ist, kann die Berechnung des Wiederanstiegs nur als grobe Abschätzung angesehen werden.

Die Berechnung der Gewässerverdunstung erfolgte (auf Monatsbasis) nach folgendem, dem als Entwurf vorliegenden DVWK - Merkblatt (Grundlage 1.15) entnommenen Verfahren. Da alle weiteren bekannten (komplizierteren) Verfahren neben Windfunktion und Dampfdruckdefizit zusätzliche Eingangsdaten benötigen, wurde das bekannte DALTON - Verfahren angewendet:

$$E_w = f(v) * (e_s - e) \quad (3)$$

mit: $f(v)$ = Windfunktion

e_s = Sättigungsdampfdruck bei Temperatur der Wasseroberfläche

e = Dampfdruck der Luft



Die Windfunktion wurde nach WMO - Richtlinie in der Form

$$f(v) = 0,13 + 0,094 * v \quad (4)$$

verwendet. Die Windgeschwindigkeit v bezieht sich auf 2 m Höhe über der Wasseroberfläche.

Die Temperatur der Wasseroberfläche T_w wurde nach der für Monatsmittel und Seen bis 30 m Tiefe gültigen Formel

$$T_w = 1,06 * T_k + 1,17 \quad (5)$$

berechnet, wobei T_k eine entsprechend der Wassertiefe zu korrigierende Lufttemperatur darstellt. Dabei war das Monatsmittel durch Hinzuziehung der m relevanten Tage der Vormonate zu korrigieren:

$$m = 1,14 * z - 0,4 \quad (6)$$

Für die Berechnung lagen die Monatsmittel Lufttemperatur im Klimagutachten vor. Als Eingangsdaten der Luftfeuchtigkeit wurden für den oberflächennahen Wasserspiegel die Werte der Station Halle - Kröllwitz übernommen. Für den Wasserspiegel 7,5 m über Grund des Tagebaus erfolgte eine Reduzierung um 8 % des Sättigungswertes, dazwischen wurde (nichtlinear) interpoliert. Die reduzierten Werte liegen innerhalb des üblichen Spektrums von Feuchtgebieten.

Exakte Daten zur Windgeschwindigkeit lagen nicht vor, laut Klimagutachten beträgt diese etwa 4 m/s. Es erfolgte eine gewisse Berücksichtigung des Jahresganges (Oktober - März 4,5 m/s, sonst 3,5 m/s. Diese Werte wurden für die oberflächennahe Wasserfläche verwendet, proportional zur Feuchtigkeit erfolgte eine Reduzierung bis auf 25 % dieser Werte 9,5 m über der Sohle.

Die mit dem genannten Verfahren berechneten Jahresmittel der Gewässerverdunstung sind ebenfalls in der Tabelle auf Seite 24 enthalten.



7.4.4.3. Ergebnisse der Anstiegsberechnung

Wie die folgende Tabelle zeigt, ist ein verhältnismäßig lang andauernder Wiederanstieg im Restloch zu erwarten. Dabei erfolgt der Anstieg bis zu einem Wasserspiegel von + 80 m NN (d.h. 30 m über der Sohle) relativ schnell. Der Wasserspiegel dürfte sich bei etwas über + 95 m NN einpegeln, bedingt durch die wegen der dortigen Berme erfolgende Wasserflächenvergrößerung und damit einher gehende erhöhte Verdunstung.

Abschätzung der Dauer des Wiederanstiegs

Höhe m NN	Wasser- fläche m ²	Rest (trocken) m ²	Füllvolumen		mittl. Tiefe	Gewässer- verdunstung mm/a	Zufluß auf der Wasserfläche		Direkt- zufluß m ³ /a	Basis- zufluß m ³ /a	Schicht- zufluß m ³ /a	Bilanzsumme in		Dauer		
			Lamelle m ³	kum. m ³			mm/a	m ³ /a				Höhe m ³ /a	Lamelle m ³ /a	pro Lamell	kumu- lativ	
110	456768	10450														
102,5	446417	20801	3309308	1,9E+07	43,5	645	-82	-36.754	9.944	0.731	3.375	-22.704	-8.849	-	-	
95	436065	31153		1,6E+07	36,9	611	-48	-21.120	14.893	2.922	8.310	5.006	-	-	-	
95	408028	59190	3027011	1,6E+07	39,5	611	-48	-19.762	28.297	2.922	8.310	19.767	41.453	73	165	
87,5	399175	68043	2960618	1,3E+07	32,7	552	11	4.311	32.530	5.844	20.454	63.138	87.355	34	92	
80	390323	76895		1,0E+07	25,9	466	96	37.563	36.762	12.775	24.472	111.572	-	-	58	
80	365564	101654	2709986	1,0E+07	27,7	466	96	35.181	48.598	12.775	24.472	121.026	137.121	20	58	
72,5	357099	110119	2646499	7400179	20,7	387	175	62.585	52.645	13.514	24.472	153.216	169.877	16	38	
65	348634	118584		4753680	13,6	299	263	91.861	56.692	13.514	24.472	186.539	-	-	22	
65	324987	142231	2407121	4753680	14,6	299	263	85.631	67.997	13.514	24.472	191.613	203.103	12	22	
57,5	316912	150306	2346559	2346559	7,4	232	331	104.748	71.857	13.514	24.472	214.592	220.550	11	11	
50	308837	158381	-	-	-	197	365	112.805	75.718	13.514	24.472	226.509				

Gesamtfläche 467218 m²
 Niederschlag 516 mm/a
 " korrigiert 562 mm/a





8. Wasserbeschaffenheit

8.1. Untersuchung der Karbidschlammablagerungen

Gemäß Angaben des Staatlichen Umweltamtes wurden in alte Steinbrüche im Bereich nördlich der Straße Niemberg - Brachstedt ca. 1000 t Karbidschlämme verkippt. Es war zu untersuchen, inwieweit (infolge Veränderung der Grundwasserfließrichtung) eine Beeinflussung des Sumpfungswassers durch diese Altlast ausgeht. Daneben war ursprünglich diese Altlast als Ursache für erhöhte Nitratgehalte im Grundwasser der Umgebung angesehen worden. Deshalb wurden 2 Eluatproben sowie eine Untersuchung des Gesamtgehaltes an relevanten Inhaltsstoffen durchgeführt.

Die Ergebnisse enthält Anlage 4.1. Danach besteht das Substrat nahezu ausschließlich aus Calciumsulfaten und -karbonaten. Die gefundenen Konzentrationen an Schadstoffen liegen mit Ausnahme des Phenolindex unter den als natürlichen Hintergrundwert der Böden anzusehenden Referenzwerten der Niederländischen Liste. Die im Eluat geringfügig bis zum zweifachen der Bestimmungsgrenze erhöhten Werte des Phenolindex liegen 2 Zehnerpotenzen unter dem Richtwert für die Einleitung von Maßnahmen.

Die noch deutlich unter dem Eingreifwert und dem Trinkwassergrenzwert liegenden, aber leicht erhöhten, Konzentrationen an Nickel und Kupfer im Eluat sind bei dem sehr hohem pH-Wert als normal anzusehen, da die Löslichkeit vieler Schwermetalle bei sehr hohen pH-Werten wieder steigt.

Die reichlich vorhandenen Sulfate sind als geringlöslich anzusehen.

Abgesehen von der Aufhärtung erfolgt durch die untersuchten Karbidschlammablagerungen keine Beeinflussung des Grundwassers.

8.2. Ergebnisse der Untersuchung von Grund- und Oberflächenwasser

Zur Charakterisierung der Qualität des Grundwassers wurden 8 Wasserproben entnommen, davon 5 aus Grundwassermeßstellen im Festgestein, eine aus einem Steinbruchrestloch sowie 2 aus Wirtschaftsbrunnen. Den in Anlage 4.2 zusammengestellten Analysenergebnissen wurden zum Vergleich die 1994 gewonnenen (Unterlage 1.2) Meßergebnisse beigelegt.



Das Wasser im Festgesteins - Grundwasserleiter des Porphyrs wird stark durch die Redoxverhältnisse geprägt. Während im südlichen Abstrom des Burgstetten wegen des starken Gefälles (Meßstelle Hy Nmb 2/94) relativ frische Wässer zirkulieren, in denen noch genügend Sauerstoff vorhanden ist, ist an der Meßstelle 3/94 im nordwestlichen Bereich nur eine geringe Strömung vorhanden. Die Bohrung Hy Nmb 1/94 nimmt nahe des als Drainage fungierenden Wurper Grabens in dieser Beziehung eine Zwischenstellung ein.

In der Meßstelle 2/94 sind deshalb hohe Nitratgehalte (1994 bis 140 mg/l, 1995 116 mg/l) typisch, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auf landwirtschaftliche Nutzung der nur geringe Adsorptionskraft besitzenden dünnen Bodenbedeckung zurückzuführen sind. Im Unterschied zum März 1994 lagen 1995 die hohen Werte ausschließlich im oberen Filterbereich vor, das Redoxpotential war vor allem im unteren Bereich geringer. Im Niederschlagsreichen März 1994 waren dagegen frische Wässer in beiden Filterbereichen vorhanden.. Abgesehen vom Nitrat waren keine kritischen Konzentrationen von Wasserinhaltsstoffen enthalten.

Die Wasserbeschaffenheit der Grundwassermeßstelle 3/94 ist dagegen in beiden Filterbereichen durch erhöhte Eisengehalte gekennzeichnet. Bei Zufuhr von Sauerstoff ist eine Autoabdichtung der Klüfte zu erwarten.

Die Meßstelle 1/94 zeigt neben mäßigen Eisengehalten eine deutlich geringere Mineralisation, was auf andersartige Genese deutet.

Die Probe am Flugplatz wurde aus der Leitung entnommen. Der AOX könnte deshalb auf Grund von Entkeimungsmaßnahmen erhöht sein.



Der nicht mehr betriebene Hausbrunnen in Eismannsdorf führt ein der ca. 100 m entfernt vorbeifließenden Rieda stark ähnelndes Wasser. Das ist deutlicher Hinweis auf die das Grundwasser speisende Funktion dieses Gewässers.

Das Wasser beider Steinbruchtümpel auf dem Burgstetten ist nach seiner mineralischen Zusammensetzung als abgestandenes Regenwasser zu bezeichnen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im Bereich landwirtschaftlicher Flächen hohe Nitratgehalte zu erwarten sind. Die Eisengehalte dürften mit Belüftung der Klüfte sinken. Da der überwiegende Anteil der dem Tagebau zufließenden Wasser als Oberflächenwasser zu bezeichnen sind, ist aus dem Grundwasserchemismus kein bedenklicher Einfluß für die aus dem Tagebau abzuführenden Wasser und den sich im Restloch bildenden See abzusehen.

9. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Für den geplanten Quarzporphyrtagebau Niemberg - Schwerz erfolgte als Ergänzung zu den bereits vorliegenden Gutachten die Anwendung eines mathematischen Grundwasserströmungsmodells. Mit Hilfe dieses Modells sollten mögliche Auswirkungen auf Wasserfassungen (Wasserwerk Zörbig und Flugplatz Oppin), eventuelle Zusammenhänge mit den bereits betriebenen Steintagebauen Petersberg und Schwerz sowie ggf. Auswirkungen veränderter Grundwasserstände auf die Bausubstanz in umliegenden Ortschaften geprüft werden.

Im Zusammenhang mit den Modelluntersuchungen war der Grundwasserchemismus in Hinblick auf die Nitratbelastung und in Verbindung mit einer nahegelegenen Altlast zu untersuchen.

Wichtiger Bestandteil war die Berechnung des Grundwasserwiederanstiegs im Tagebau. Daneben sollten Aussagen zu Auswirkungen der Veränderung der Grundwasserverhältnisse auf Flora und Fauna erfolgen. Vorliegender Arbeit ist ein amtliches Klimagutachten als Anlage beigelegt.



Unter Nutzung von Altunterlagen sowie der durchgeführten Stichtagsmessung und nivellitischen Einmessungen erfolgte die Eichung des Grundwasserströmungsmodells und Simulation der hydrologischen Ausgangssituation. Besondere Probleme ergaben sich im Zusammenhang mit der Notwendigkeit der Berücksichtigung von Schichtwässern in Bereichen mit zeitweilig trocken fallenden Lockergesteinsschichten. Dagegen erwiesen sich die in früheren Pumpversuchen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte als weitgehend repräsentativ. Die Berechnung des Ist - Zustandes bestätigte die auf Grund von Durchflußmessungen vermuteten Versinkungen der Rieda im Bereich Eismannsdorf - Schrenz.

Nach erfolgreicher Eichung erfolgte die Simulation des geplanten Tagebaus mit zwei Extremvarianten:

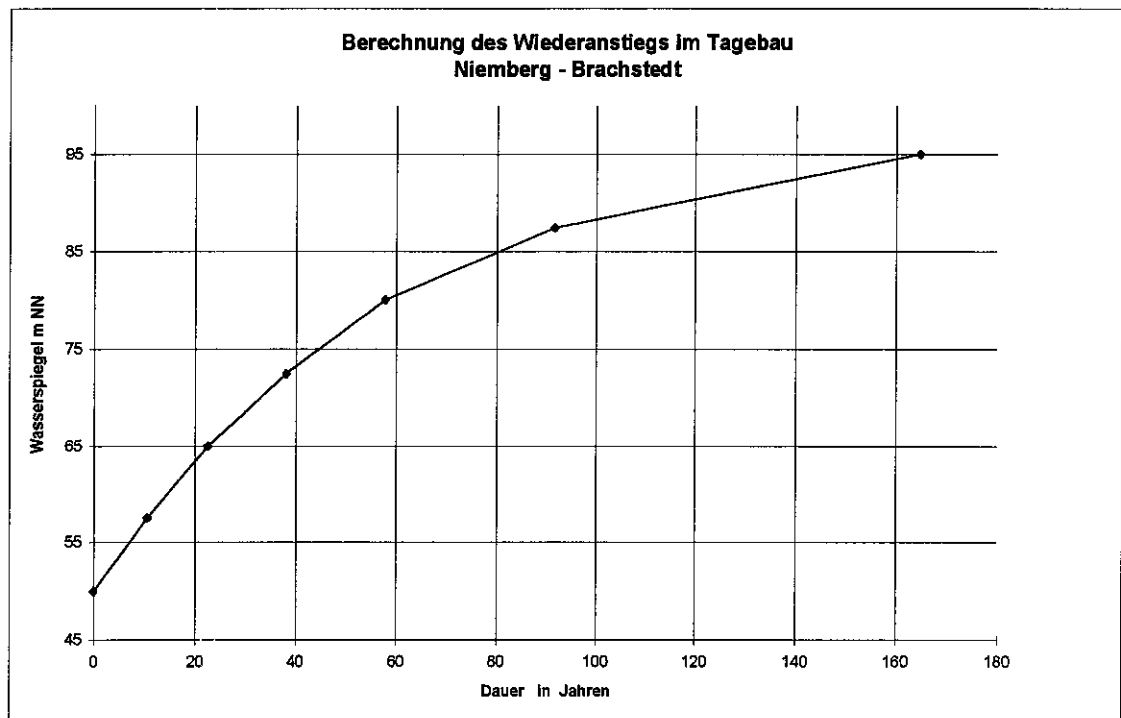
- unmittelbar vor Beendigung des Tagebaubetriebes
- nach Einstellung der Wasserhaltung

Die Simulation brachte folgende Ergebnisse:

- Im Tagebau fällt bei Abbau bis zur Sohle von ca. 50 m NN eine zu fördernde Wassermenge von im Mittel ca. 715 m³/d an. Es handelt sich hierbei überwiegend (zu 85 %) um Oberflächenwasser, 35 - 40 m³/d sind als Grundwasser des Festgesteins sowie 65 - 70 m³/d als Schichtwasser zu bezeichnen, wobei ca. 50 % des Schichtwassers ursprünglich (vor Trockenfallen des Lockergesteins) als Grundwasser anzusehen war. Ausgehend vom höchsten bisher gemessenen Monatsmittel des Niederschlags müßte eine Förderkapazität von ca. 2200 m³/d sicherheitshalber vorgehalten werden.
- Eine Auswirkung der Grundwasserabsenkung im Bereich des geplanten Porphyrtagebaus auf die Wasserfassung Zörbig ist auszuschließen. Es erfolgt vielmehr durch die infolge der abzuleitenden Sumpfungswässer des Steinbruchs erhöhte Wasserführung der Rieda zeitweilig (bis zur Einstellung der Wasserhaltung) sogar ein Grundwasseranstieg im cm - Bereich. Nach Einstellung der Einleitung in die Rieda ist außerhalb der unterirdischen Verbreitung des Niemberg - Brachstedter Porphyrkomplexes keine meßbare Absenkung gegenüber dem derzeitigen Zustand im Differenzenplan zu erwarten, da die berechnete Absenkung kleiner als 1 cm ist.



- Für den Bereich der Wasserfassung des Flugplatzes Oppin wurde unter Annahme einer Fördermenge von $6 \text{ m}^3/\text{s}$ eine geringfügige Absenkung des Grundwasserstandes infolge des Tagebaus von maximal ca. 10 cm berechnet.
- Ein geohydraulischer Zusammenhang mit den Porphyrtagebauen Schwerz und Petersberg ist völlig auszuschließen.
- Eine Beeinflussung alter Wasserrechte des ACZ Niemberg östlich von Niemberg ist mit Sicherheit auszuschließen. Im Bereich der Gemeinde Brachstedt wurde eine maximale Absenkung von 10 cm für den Ortsteil Wurp ermittelt. Brachstedt selbst liegt ist wie alle anderen nicht genannten Orte und Ortsteile außerhalb des Bereiches nennenswerter Grundwasserabsenkung.
- Einflüsse des Tagebaus auf die Bausubstanz benachbarter Orte infolge Änderung der Grundwasserflurabstände sind aus oben genannten Gründen mit Sicherheit auszuschließen.
- Die Grundwasserabsenkungen treten grundsätzlich im Bereich ohnehin grundwasserferner Standorte ein. Eine davon ausgehende Beeinträchtigung der Landwirtschaft ist auszuschließen.
- Wesentliche ökologische Veränderungen infolge der Grundwasserabsenkung werden aus hydrologischer Sicht ebenfalls nicht erwartet, da die zu schützenden Bereiche von Natur aus Trockenbiotope darstellen. Im Bereich der wassererfüllten Restlöcher im Steinbruchgelände westlich von Niemberg (FND) werden Absenkungen des Grundwasserspiegels von ca. 50 cm erwartet. Wesentliche ökologische Auswirkungen werden durch die dadurch möglicherweise eintretende Verminderung der Wassertiefe nicht eintreten.
- Durch den geringen Grundwasserzufluß zum Tagebau ist ein verhältnismäßig langsamer Wiederanstieg zu erwarten. Der Verlauf ist wegen der Veränderung der Eingangsgrößen (Luftfeuchte, Wind) zur Berechnung der Gewässerverdunstung nur näherungsweise prognostizierbar. Die Abschätzung gibt folgendes Bild:



Während der Anstieg bis zu einem Wasserstand von ca. 80 m NN noch relativ zügig erfolgt, verlangsamt er sich danach erheblich. Der Höchstwasserstand wird sich zwischen 95 und 100 m NN einstellen.

- Infolge des Grundwasserwiederanstiegs ist an keinem Ort eine Erhöhung der Grundwasserstände gegenüber dem Ist-Zustand zu erwarten.
- Im Bereich Niemberg werden derzeit, sofern ausreichend hohem Redoxpotential vorhanden ist, örtlich sehr hohe Nitratkonzentrationen angetroffen. Hauptgrund sind mit hoher Wahrscheinlichkeit landwirtschaftliche Nutzungen, die in diesem Zusammenhang untersuchten Karbidschlammablagerungen scheiden als Ursache aus. Bei niedrigem Redoxpotential sind im Festgestein dagegen hohe Eisengehalte typisch. Da die Speisung des Tagebaus überwiegend oberflächlich erfolgt, sind aus keinem der genannten Phänomene negative Einflüsse auf die Qualität der Sumpfungswässer zu erwarten.
- Die untersuchten Karbidschlammablagerungen sind als praktisch schadstofffrei zu bezeichnen.