

Abgrabungen Histenbruch und Vissel - Süd
- Gutachterliche Stellungnahme zu hydrogeologi-
schen und grundwasserhydraulischen Aussagen der
Genehmigungsplanung -

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Hydrogeologische und grundwasserhydraulische Gegebenheiten	3
3	Grundwassermodell und durchgeführte Modellrechnungen	4
4	Bewertung der rechnerischen Nachweise	5
5	Simulationsrechnungen	8
6	Zusammenfassung	9

1 Aufgabenstellung

Nordöstlich der Ortslage Bislich gibt es eine Vielzahl von Abgrabungsseen, die z.T. noch in Betrieb sind, z.T. auch schon rekultiviert wurden, wobei in Teilbereichen Verfüllungen mit Abraumböden vorgenommen wurden. Die vorhandene Seenlandschaft soll durch die Abgrabungen Histenbruch und Vissel - Süd erweitert werden. Im Vorfeld der Planungen hatten sich Risiken einer Vernässung von tiefliegenden Geländebereichen bei Hochwasser des Rheins ergeben, die auf die geplanten Abgrabungen zurückgeführt wurden. Dieser Fragestellung sollte mit einer Grundwassermodellierung weiter nachgegangen werden, die im Hydrogeologischen Gutachten der BORCHERT INGENIEURE GmbH & Co. KG von 2010 dokumentiert ist. Als Ziel der Untersuchungen sollte eine Eingrenzung der kritischen Geländebereiche erfolgen, die von Vernässung durch Übertreten des Grundwasserspiegels oberhalb des Geländeniveaus als Folge der geplanten Auskiesungen betroffen sein könnten. Folgende Abgrabungsszenarien sollten untersucht werden:

Als **Ist-Zustand** werden die derzeitige Abgrabungssituation und, jeweils getrennt für sich berechnet, die Abgrabungserweiterungen Histenbruch und Vissel - Süd bezeichnet. Das entspricht somit einer Betrachtung der geplanten Erweiterungen als Plan-Zustand vor dem Hintergrund der derzeitigen Abgrabungssituation (Stand Mai 2009).

Als **End-Zustand** wird die Herstellung aller geplanten Abgrabungen und Erweiterungen im Endzustand bezeichnet.

2 Hydrogeologische und grundwasserhydraulische Gegebenheiten

Die Untergrundmerkmale des Untersuchungsraumes entsprechen einer typischen Schichtfolge für den Niederrhein. Der quartäre Grundwasserleiter wird durch „sandig-kiesige Terrassenböden“ gebildet und ist sehr durchlässig. Das Liegende besteht aus tertiären schluffigen Feinsanden in „ca. 13,0 ... 28,5 m Tiefe“ unter Gelände. Der Grundwasserleiter ist gespannt bzw. bereichsweise gespannt, da oberhalb des Grundwasserleiters eine Auenlehmschicht „bis in ca. 1,50 ... 4,00 m Tiefe“ unter Gelände ausgeprägt ist. Die Grundwasserstände wurden an 14 Grundwassermessstellen bzgl. ihrer Amplitude ausgewertet, an 4 Grundwassermessstellen wurden Pumpversuche zur Ableitung der Durchlässigkeitsbeiwerte (bzw. Transmissivitäten) durchgeführt. Aus den Pumpversuchen ergab sich ein mittlerer k_f -Wert von $k_f = 8,2 \cdot 10^{-4}$ m/s. An 7 Lattepegeln standen Messdaten zu vorhandenen Abgrabungsseen zur Verfügung.

Die untere Randbedingung für die Grundwasserströmung ist der Rhein. Untersucht wurde die Grundwasserstandsentwicklung für Mittelwasser (MW) des Rheins und für den Ablauf eines Bemessungshochwassers (BHQ₂₀₀₄). Zusätzlich wurden auch die Auswirkungen des Hochwassers 1995, als bislang höchstes Hochwasser des Rheins der letzten Jahre, simuliert.

3 Grundwassermodell und durchgeführte Modellrechnungen

Das Grundwassermodell wurde in mehreren Schritten aufgebaut und kalibriert. Zuvor wurden im Gutachten die wesentlichen, das Modell beeinflussenden Parameter benannt:

- Seeuferverfüllungen mit verkipptem Abraum,
- offene Kiesfenster innerhalb der Abraumverkipfung,
- sich verändernde Seeflächen infolge des laufenden Abbaugeschehens,
- auf engem Raum wechselnde Mächtigkeiten des Grundwasserleiters,
- alte Verfüllungen von Abgrabungen im näheren Vorlandbereich des Rheins.

Im Gutachten der BORCHERT INGENIEURE wird dazu ausgeführt, dass es sich bei dem zu untersuchenden Modellgebiet um ein „*sehr komplexes Modell*“ (Seite 15) handelt. Im Zusammenhang mit einer Beschreibung der „*Grundlagen der Modellierung*“ steht dann auf Seite 19: „*Im vorliegenden Fall kann für die Berechnung aufgrund der geringen Komplexität des Untergrundes ein zweidimensionales Modell herangezogen werden.*“ Dieses wird dann um einen vertikalen Zufluss nach dem leaky-aquifer-Prinzip ergänzt.

Die Kalibrierung des Grundwassermodells ist in Abschnitt 3.4 („*Eichung des Grundwassermodells*“) des BORCHERT-Gutachtens dokumentiert. Der in diesem Abschnitt enthaltene Hinweis, dass „*außerdem die Wirksamkeit des Darcy'schen Gesetzes*“ angenommen wurde, ist an dieser Stelle verfehlt, da die zuvor in Abschnitt 3.3 aufgeführte Laplace'sche Differentialgleichung schon beinhaltet, dass als Bewegungsgleichung die Darcy-Gleichung gültig ist. Als Anlage 3 ist das gewählte Finite-Elemente-Netz dokumentiert. Die kleinsten Dreieckselemente weisen laut Gutachten eine Fläche von „*ca. 40 m³ auf*“ mit Kantenlängen (diese dürften mit „*Diagonalen*“ gemeint sein) von ca. 12 m. Bei der Kalibrierung wurden umlaufende verkippte Abraumböden sowie hydraulische Fenster „*abschnittsweise entlang der Seeufer*“ angesetzt. Die einzelnen Abgrabungsseen in der Abgrabungsfläche des Visselschen Feldes wurden modelltechnisch zu einem zusammenhängenden See mit umlaufender Abraumverkipfung zusammengefasst. Die eigentliche Kalibrierung ist unter Abschnitt 3.5: „*Sensitivitätsuntersuchungen*“ und zuvor unter Abschnitt 3.2 beschrieben. Demnach wurden zunächst folgende k_f -Werte angesetzt:

- Grundwasserleiter $k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$,
- Decklehmschicht $k_f = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$,
- Verkippte Abraumböden $k_f = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$.

Die Kalibrierung erfolgte für Mai 2008. Danach erfolgte eine Modellerweiterung nach Nordosten mit einem k_f -Wert von

- Grundwasserleiter (Nordosten) $k_f = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Im 2. Kalibrierschritt wurden die k_f -Werte modifiziert:

- Grundwasserleiter (Nordosten) $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s,
- Grundwasserleiter (übriger Bereich) $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s,
- Verkippte Abraumböden $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Im 3. Kalibrierschritt wurden die Abgrabungsverfüllungen im Deichvorland des Rheins einbezogen. Die k_f -Werte wurden weiter modifiziert:

- Grundwasserleiter (übriger Bereich) $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s,
- Grundwasserleiter (Nordosten) $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s,
- Verkippte Abraumböden $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s,
- Abgrabungsverfüllungen (Deichvorland) $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Die Kalibrierung wurde ab dann nicht mehr für die gemessene Situation des Mai 2008, sondern für den April 2007 durchgeführt.

Im Kapitel 3.5 finden sich dann weitere Hinweise auf eine Variation der k_f -Werte für die Abgrabungsverfüllung im Deichvorland, die jedoch wieder verworfen wurden, so dass es hier bei dem k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s geblieben ist. Zur Kalibrierung gibt es die Tabelle 4: „*Modell-Eichung Messwerte April 2007*“, in der eine Gegenüberstellung der Mess- und Rechenwerte erfolgt. Weiterhin sind als Anlage 4 ein gerechneter Gleichenplan und die aus Messungen abgeleiteten Grundwassergleichen 15,00 müNN, 15,50 müNN und 16,00 müNN für den zentralen Modellbereich dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass eine schlechte Übereinstimmung an der Grundwassermessstelle GWM 9 und am Lattenpegel Leckerfeld sowie an der GWM 12 (diese wurde nicht berücksichtigt) auch nach Kalibrierung verblieben ist.

Nachfolgend wurde das stationär kalibrierte Modell als prognosefähig auch für den hochgradig instationären Vorgang des Ablaufs von Hochwasserwellen im Rhein angesehen. Eine Kalibrierung des Modellparameters: effektive Porosität erfolgte nicht.

Im Abschnitt 3.6 „*Berechnungsergebnisse*“ werden für die Seeflächen die maximal errechneten Wasserstände für Mittelwasser (MW), Hochwasser 1995 (HW 95) und das Bemessungshochwasser (BHQ) des Rheins angegeben. Eine Auswertung des Flurabstände in der Fläche erfolgt nicht.

4 Bewertung der rechnerischen Nachweise

Das vorgelegte Gutachten der BORCHERT INGENIEURE vom 19.04.2010 erfüllt in keinsten Weise die Mindestanforderungen an die Dokumentation von Grundwassermodellen und erschließt sich von daher keiner fundierten fachlichen Überprüfung. Dennoch reichen die spärlichen aufgeführten Informationen aus, um gravierende Mängel der Modellierung zu erkennen, die zwangsläufig zu Fehleinschätzungen führen müssen. Diese sollen nachfolgend benannt werden:

1. Modellansatz

Gewählt wurde mit Hinweis auf die angeblich „geringe Komplexität des Untergrundes“ ein horizontal-ebenes (2 D) Modell mit der Erweiterung eines vertikalen Zustroms durch die Auenlehmschicht, der mit dem leaky-aquifer-Ansatz berechnet worden sein soll (Mengenangaben in der Fläche hierzu fehlen vollständig).

Tatsächlich ist für die Bewertung der Risiken einer entsprechend großen zusätzlichen Abgrabung entscheidend, dass mit der Abgrabung auch die Auenlehmschicht in der Fläche entfernt wird. Charakteristisch für die Grundwasserhydraulik wird der Wechsel von bereichsweise freiem und gespanntem Grundwasserleiter, wobei in den Abgrabungsseen jeweils eine Druckentspannung erfolgt und durch Anstieg des Wasserspiegels Wasser gespeichert werden kann. Dieser Wechsel von gespannt - ungespannt mit einem zeitweisen Überstau über Gelände und Auenlehmschicht ist sachgerecht mit einem echt dreidimensionalen Modellansatz (3 D) zu berechnen.

2. Randbedingungen

Zu den gewählten Randbedingungen findet sich in den Unterlagen der Satz (Seite 16): „Anschließend wurden an den Modellrändern bekannte Potenziale angesetzt“. Offensichtlich (siehe Anlage 3: FE-Netz) wurden der West- und Südrand durch den Flusslauch des Rheins gebildet und hier die Wasserstände des Rhein als Potentialrand (Randbedingung 1. Art) mit vorgegebenem Gefälle für das Grundwassermodell angesetzt. Hierbei wurden jedoch die zahlreichen Gewässer (siehe Anlage 4) mit direkter Fließverbindung zum Rhein übersehen, die als Randbedingung auf die Grundwasserströmung wirken und in die Modellierung fälschlicherweise nicht einbezogen wurden.

Der Ostrand (nach Anlage 4 könnte das auch ein Rand 2. Art sein?) wurde durch keine Messungen belegt, auch der Nord-Ostrand des Modells ist nicht aus Messungen abgeleitet. Zum Nord-Westrand und zur Wechselwirkung des Grundwasserleiters mit dem Graben „Bislicher Ley“ finden sich keine Angaben.

Bei der nicht nachvollziehbaren Abgrenzung des Modellraumes und Formulierung der Randbedingungen wurde grob gegen eine fachlich gebotene Vorgehensweise verstoßen, wonach zunächst einmal eine Dokumentation der Grundwasserströmungsverhältnisse mit Grundwassergleichenplänen für eine deutlich über den engeren Untersuchungsraum hinausgehenden Bereich und unterschiedliche Stichtage zu erarbeiten und durch Grundwasserbeobachtungen zu belegen ist. Dann erst erfolgt eine sachgerechte Abgrenzung des Modellraums so, dass die Randbedingungen die Simulationsrechnungen für Prognosen im engeren Untersuchungsraum nicht beeinflussen.

Offensichtlich wurde für die Modellrechnungen die Abgrabung Histenbruch nicht durch einen verbleibenden Aquiferbereich eines Straßendamms in Nord und Süd unterteilt, wie sich aus dem Antrag auf Planfeststellung entnehmen lässt. Von daher sind die Berechnungen zur Prognose der Seewasserstände fehlerhaft.

3. Kalibrierung

Die Kalibrierung eines Grundwassermodells erfolgt in der Regel in folgenden Schritten:

- Aus einer Analyse von Grundwasserstandsganglinien sämtlicher Messstellen und Bestandsaufnahme von Fördermengen und Randbedingungen wird ein Stichtag ausgewählt, der witterungsbedingt und in Bezug auf alle anderen Einflussgrößen weitgehend mittleren Verhältnissen mit wenig Dynamik entspricht.
- Dieser Zustand wird modellmäßig stationär nachgerechnet. Durch Variation der stationär maßgeblichen Modellparameter wird eine gute Übereinstimmung der Berechnungsergebnisse mit den Messungen angestrebt.
- Je nach Aufgabenstellung erfolgt im nächsten Schritt eine instationäre Kalibrierung über einen gewissen Zeitraum mit möglichst viel kennzeichnender Dynamik der Grundwasserverhältnisse durch Anpassung der instationär maßgeblichen Parameter.

Bei hinreichender Übereinstimmung: gerechnet-gemessen, wird davon ausgegangen, dass das Modell prognosefähig ist. Je vergleichbarer die im Rahmen der Kalibrierung berechneten Prozesse sind, umso aussagekräftiger ist das Modell. Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass ein Modell mathematisch unbestimmt sein kann, wenn z.B. keinerlei kennzeichnende Prozesse und Daten vorliegen, die den Zusammenhang von Abflussmenge (Q) und Grundwasserstandsgefälle betreffen (z.B. die lange beobachtete Absenkung bei einer Grundwasserentnahme).

Im vorliegenden Fall ist keiner der o.g. Schritte nachvollziehbar dokumentiert. Auf Seite 16 wurde ausgeführt: *„Die Modellberechnungen wurden mit den Messdaten für den Mai 2008 kalibriert, da für diesen Zeitabschnitt große Unterschiede, d.h. Messdaten mit niedrigen, mittleren und hohen Messwerten vorlagen.“* Inwieweit die Messdaten des Mai 2008 die o.g. Voraussetzungen für eine stationäre Kalibrierung erfüllen, kann nicht überprüft werden, da keine Grundwasserstandsganglinie dokumentiert wurde.

Vollkommen unverständlich wird der auf Seite 18 angeführte Hinweis, dass *„nunmehr der Zeitraum April 2007 der Eichung zugrunde gelegt wurde. Für diesen Zeitraum ergaben sich gegenüber den vorangegangenen Rechengängen tendenziell bessere Angleichungen der rechnerischen Grundwasserstände und Seewasserspiegel.“* Nun ist es üblicherweise nicht der fachlich gebotene Weg, den Stichtag der Ablesungen dem Rechenergebnis der Modellierung anzupassen, sondern umgekehrt, mit iterativer Anpassung der Modellparameter eine gute Anpassung an die Messergebnisse geeigneter Stichtage vorzunehmen. Weshalb erst nach Einbeziehung der Vorlandverfüllungen bemerkt wurde, dass der Mai 2008 kein geeigneter Bezugspunkt der Kalibrierung ist, bleibt unverständlich, der Hinweis auf *„Pumpaktivitäten“* erklärt dies nicht. Gerade *„Pumpaktivitäten“* hätten bei ihrer Einbeziehung in die Modellierung helfen können, das Maß der Bestimmtheit der Modellierung deutlich zu verbessern.

So bleiben ausschließlich die genannten 4 Pumpversuche, mit denen für den Aquifer ein Hinweis auf eine Durchflussmenge Q und ein Potentialgefälle (mit der Verknüpfung durch

den k_f -Wert) und damit eine Bestimmtheit gegeben sind. Diese Werte wurden jedoch nicht in die Modellierung übernommen, sondern gemittelt und aufgerundet zu **einem** Wert, $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s, wobei die Pumpversuche durchaus plausible Unterschiede (Faktor 3!) erbracht haben.

Zu einem überaus wichtigen Parameter der stationären Kalibrierung, der ebenfalls die Menge des strömenden Grundwassers betrifft, findet sich nichts in den Unterlagen: das ist die flächenhafte Grundwasserneubildung. Wie wurde sie in Abhängigkeit von der Landnutzung ermittelt und im Modell angesetzt?

Ein weiterer Mangel betrifft die Berücksichtigung des laufenden Abbaubetriebes der vorhandenen Seen. Je nach entnommener Menge Sand und Kies wird das Volumen durch nachströmendes Grundwasser ausgeglichen, der Abgrabungssee wirkt im Betrieb wie ein Brunnen. Da sich hierzu kein Hinweis in den Unterlagen findet, muss davon ausgegangen werden, dass dieser Effekt in der Kalibrierung gar nicht berücksichtigt wurde.

Vor diesem Hintergrund kann nicht davon ausgegangen werden, dass die komplexen Zusammenhänge des Zusammenwirkens von Seeuferverfüllung, offenen Kiesfenstern, laufendem Abbau, Verfüllungen im Vorland des Rheins zutreffend erkannt worden sind. Erforderlich gewesen wäre eine

- instationäre Kalibrierung

über einen Zeitraum mehrerer Jahre, die eine Differenzierung der Modellparameter überhaupt erst ermöglicht hätte. Sie wäre auch die Voraussetzung gewesen, um die instationäre Simulation einer Rheinwelle mit einer **kalibrierten** Porosität durchführen zu können. Das Modell kann aktuell nicht als prognosefähig angesehen werden.

5 Simulationsrechnungen

Ohne die Eingangsdaten der Simulationsrechnungen (Abschnitt 3.6: Berechnungsergebnisse) überprüft zu haben, lässt sich feststellen, dass die gerechneten Lastfälle der verschiedenen Hochwasserwellen nur einen Teilaspekt der Aufgabenstellung abdecken. Wie stellen sich die Auswirkungen der geplanten Abgrabungen bei einer Überlagerung von unterschiedlichen Rheinwasserwellen und landseitig witterungsbedingt hohen Grundwasserständen dar? Anscheinend wurden fälschlicherweise die landseitigen Randbedingungen immer konstant gehalten. Die Auswirkungen der Abgrabungen wurden damit nur unvollständig durch die Simulationen betrachtet.

6 Zusammenfassung

Der vorgelegte Antrag auf Planfeststellung der Abgrabung Histenbruch basiert ganz wesentlich auf den gutachterlichen Aussagen der Grundwassermodellierung des Büros BORCHERT INGENIEURE vom 19.04.2010. Das vorgelegte Gutachten kann jedoch nur als eine erste überschlägige Betrachtung potentieller Konflikte eingestuft werden.

Das zugrunde gelegte Grundwassermodell erfüllt in wesentlichen Punkten nicht die Anforderungen an eine fundierte Quantifizierung der Auswirkungen der geplanten Abgrabung, es ist in derzeitiger Ausprägung eindeutig nicht prognosefähig. Demgegenüber rücken technische Fragestellungen, z.B. der Dauerhaftigkeit von Abdichtungen durch Verkippung von Abraum im Böschungsbereich und deren Standsicherheitsnachweis (z.B. bei Wellenschlag) sowie der Ausprägung von Kiesfenstern und deren Dauerhaftigkeit usw. in den Hintergrund.

Vom Grundsatz her ist zu fordern, dass

- eine echte 3 D-Modellierung mit instationärer Kalibrierung

erfolgt. Hierbei sind die Modellabgrenzungen und Randbedingungen sorgsam und nachvollziehbar zu dokumentieren. Die Simulationen der Prognose haben den Lastfall landseitig hoher Grundwasserstände ebenfalls zu erfassen und in ungünstiger Konstellation zu berechnen. Die Berechnungsergebnisse sind in der Fläche (Flurabstandspläne) darzustellen und im Hinblick auf Konflikte zu bewerten. Erst auf einer entsprechend gesicherten Grundlage kann eine weitere Prüfung der Verträglichkeit der Planung erfolgen.

Brandt Gerdes Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, Juli 2017



Dr.-Ing. H. Gerdes