

**Kurzbericht
für die
KNAUF GIPS KG**

**Rahmenbetriebsplan und Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau
Lüthorst - Portenhagen, Antragsunterlagen PFV
- Hydrogeologisches Gutachten -
Aktualisierung 2014**

Teilbericht 1:

Hydrogeologische Bewertung der geologischen Barrieren

| IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | | |
|---|---|---|
| <i>Niederlassung Halle-Merseburg</i> Passendorfer Weg 1 D-06128 Halle/Saale Telefon: (0345) 52088-0 Telefax: (0345) 5208821 | <i>Büro Nordhausen am Harz</i> Am Sportplatz 1 D-99734 Nordhausen Telefon: (03631) 8906-0 Telefax: (03631) 890629 | <i>Büro Dresden</i> Reichenbachstraße 55 D-01069 Dresden Telefon: (0351) 448850 Telefax: (0351) 4488515 |
| IHU – Kurzberichterstattung | | |
| Rahmenbetriebsplan und Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen, Antragsunterlagen PFV – Hydrogeologisches Gutachten – Aktualisierung 2014 Teilbericht 1: Hydrogeologische Bewertung der geologischen Barrieren | | |
| Land: | Niedersachsen | |
| Landkreis(e): | Northeim | |
| Projekt/Vorhaben (Kurztitel): | Hy GA Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen | |
| Projektnummer: | 20130241 | |
| Projektart: | Hydrogeologisches Gutachten | |
| Projektbeginn: | 02/2014 | |
| Projektabschluss: | 04/2014 | |
| Ansprechpartner: | Dr. rer. nat. A. Schroeter (Telefon: +49 363189060; Telefax: +49 3631890629; E-mail: aschroeter@ihu-gmbh.com) | |
| Auftraggeber: Ansprechpartner: | KNAUF GIPS KG Herr J. Menken, Leitung Werk Städtoldendorf (Telefon: +49 5532500262; Telefax:+49 5532500237; E-Mail: menken.joerg@knauf.de) Herr Prof. Dr. Reimann, Bereichsleitung Rohstoffsicherung (Telefon: +49 932331209; Telefax: +49 932331560; E-Mail: reimann.matthias@knauf.de) | |
| IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | | |
|  | | |
| Dr. A. Schroeter Geschäftsführer Halle (Saale) - Nordhausen am Harz – Dresden, den 20. 03. 2014 | | |
| Verteiler: 2 x KNAUF GIPS KG; 1 x IHU GmbH | | |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Veranlassung | 5 |
| 2 | Aufgabenschwerpunkte..... | 5 |
| 3 | Geologische Ausbildung der Schichtverbände im Umfeld des geplanten Gipsabbaus | 7 |
| 4 | Geohydraulische Bewertung des Gipsverbandes | 15 |
| 5 | Hydrodynamik im Bereich des geplanten Gipsabbaus (Ausgangszustand) | 16 |
| 6 | Hydrogeologisches Einzugsgebiet des Zechsteinvorkommens | 19 |
| 7 | Grundwasserneubildung | 21 |
| 8 | Hydraulische Parameter und Randbedingungen für die geohydraulischen Berechnungen | 23 |
| 8.1 | Geplante Wasserhaltung | 23 |
| 8.2 | Hydrogeologische Profile für die geohydraulischen Berechnungen | 23 |
| 8.3 | Grundwasserneubildung | 26 |
| 9 | Zusammenfassung..... | 27 |
| 10 | Literatur- und Quellenverzeichnis..... | 28 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Eigenschaften Deckgebirge (t/q) im Auslaugungstal und im Bereich Ravensberg | 8 |
| Tabelle 2: Eigenschaften Deckgebirge (t/q) im Bewertal | 9 |
| Tabelle 3: Eigenschaften Oberer Muschelkalk (mo) | 10 |
| Tabelle 4: Eigenschaften Röt 3 (so3)..... | 10 |
| Tabelle 5: Eigenschaften Röt 2 (so2)..... | 11 |
| Tabelle 6: Eigenschaften Röt 1 (so1) mit tonigen Grenzschichten (smS4 bzw. smS(T))..... | 11 |
| Tabelle 7: Eigenschaften Röt ungegliedert (so) | 12 |
| Tabelle 8: Eigenschaften Bausandstein (smS3) | 13 |
| Tabelle 9: Eigenschaften Überschiebungsbrekzie | 14 |
| Tabelle 10: Eigenschaften Roter Salzton (T4) | 14 |
| Tabelle 11: Geohydraulische Parameter nach Pumpversuchsauswertung (IHU GmbH, 2003). | 15 |
| Tabelle 12: Grundwassermessstellen im Auslaugungstal..... | 16 |
| Tabelle 13: Grundwassermessstellen im Bereich des Ravensberges | 17 |
| Tabelle 14: Grundwassermessstellen im Bewertal | 18 |
| Tabelle 15: Randbedingungen Nord-Süd-Schnitt B-B' | 24 |
| Tabelle 16: Randbedingungen West-Ost-Schnitt E-E' | 25 |

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Abgedeckte geologische Karte mit geplantem Abbaubereich
- Anlage 2: Hydrogeologische Schnitte
 - Anlage 2.1: Schnitt A-A'
 - Anlage 2.2: Schnitt B-B'
 - Anlage 2.3: Schnitt E-E'
 - Anlage 2.4: Schnitt E-F'
- Anlage 3: Hydroisohypsenplan
- Anlage 4: Detaillierte Angaben zur Ausbildung der umliegenden Schichtverbände

1 Veranlassung

Die IHU GmbH wurde von der Knauf KG am 25. 10. 2013 darüber informiert, dass der hydrogeologische Teil der Planantragsunterlagen zum bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit UVP für den Abbau von Gips in Lüthorst-Portenhagen gemäß § 52 Abs. 2a BbergG der Firma Knauf Gips KG zu überarbeiten ist.

Mit Schreiben vom 05. 11. 2013 übersandte die Fa. Kölling & Tesch Umweltplanung im Auftrag der Knauf Gips KG den aktuellen Stand der Antragsunterlagen (Stand 4/2013). Diese Unterlagen und Daten wurden gesichtet und hinsichtlich der Schwerpunkte der Überarbeitung/Präzisierung der Antragsunterlagen bewertet.

Zur Abstimmung der Schwerpunkte zur Überarbeitung und der weiteren Vorgehensweise sowie des Zeitplanes erfolgte am 29. 01. 2014 eine Projektanlaufberatung bei der Knauf Gips KG in Stadtoldendorf, nach der zwischen dem 4. 02. 2014 und dem 26. 02. 2014 weitere Daten und Unterlagen an IHU übersandt wurden.

Auf Basis der o. g. Grundlagen wurden die anstehenden Arbeitsschwerpunkte und die Aufgabenstellung abgeleitet, welche nach Prüfung sowie der Bestätigung vom 03. 02. 2014 durch die Knauf Gips KG der hydrogeologischen Bearbeitung zu Grunde gelegt wird. Die Beauftragung der IHU GmbH durch die Knauf Gips KG erfolgte mit der Bestellung per Auftragsnummer 4501565472-036 vom 19. 02. 2014.

2 Aufgabenschwerpunkte

Im Ergebnis der Beratung zur Vollständigkeitsprüfung am 10. 12. 2013 beim LBEG (unter Beachtung der Hinweise des Gewässerkundlichen Landesdienstes und dem LK Northeim) mit Vertretern der Firma Knauf und dem Ingenieurbüro Kölling & Tesch wurde vereinbart, dass die Antragsunterlagen zu verschiedenen Fragestellungen und Sachverhalten nachmals überprüft und bei Bedarf ggf. präzisiert werden (s. Protokoll zum 10. 12. 2013, Auswahl):

1. Dichtheit der geologischen Barriere (Anmerkung LK Northeim Nr. 6)
2. Wasserwirtschaftliche Belange (Anmerkung GLD)
3. Hydrogeologische Situation (Anmerkung LK Northeim, Nr. 1)
4. Erläuterung zur inhomogenen hydraulischen Barriere/Grundwasserstände (Anmerkung LK Northeim, Nr. 2)
5. Langfristige Auswirkungen auf veränderte Wasserspiegel/Grundwasserstände (Anmerkung LK Northeim, Nr. 3)
6. Auswirkungen auf Absenkungsbereich (Anmerkung LK Northeim, Nr. 4)

7. Unterirdische Verbindung zwischen Erdpfehl und dem 2. Stockwerk im Auslaugungstal (Anmerkung LK Northeim, Nr. 5)

u. a. m.

Zwischen dem LBEG, dem GLD, dem LK Northeim und der Fa. Knauf wurde vereinbart, dass der vorliegende PFV-Antragsentwurf mit Stand 2013 entsprechend den Ergebnissen der Vollständigkeitsüberprüfung und der o. g. Punkte überarbeitet bzw. ergänzt wird.

Für die IHU GmbH sind insbesondere die o. g. Punkte 4., 5. und 6. relevant, wobei hierzu die tangierenden Anstriche 1, 2, 3 sowie 7 inhaltlich zu berücksichtigen sind.

Die Schwerpunkte zur Überarbeitung der hydrogeologischen Unterlagen zum Planantrag aus dem Jahr 2003/2004 sind entsprechend den Festlegungen der Abstimmungsberatung vom 29. 01. 2014 bei der Knauf Gips KG zu folgenden Komplexen vorzunehmen:

- I. Genereller Umgang mit den zu überarbeitenden Textpassagen/weitere Ergänzungen
- II. Klärung der Bezeichnung „Hellenberger Graben“
- III. Abklärung von möglichen Grundwasserzuflüssen aus Nachbargebieten
- IV. Modellierung eines durch den Abbau entstehenden Absenkungstrichters

Zusammenfassend stehen folgende Aufgabenschwerpunkte zur Bearbeitung an, die unter methodischen, fachtechnischen Gesichtspunkten durch den Gutachter IHU in zwei Arbeitsabschnitten bearbeitet werden sollen:

Arbeitsschritt 1

- Hydrogeologische Bewertung der um den geplanten Abbaubereich ausgebildeten, das Rohstoffgewinnungsfeld umschließenden geologischen Schichtverbände auf Grundlage der vorliegenden Daten des Auftraggebers
 - Datenerfassung und -aufbereitung zur Hydrogeologie
 - Aufstellung von hydrogeologischen Referenzschnitten an ausgewählten Böschungsbereichen und Abschnitten der geologischen Barrieren (k_f -Wert $\leq 10^{-7}$ m/s) des Gipstagebaus (Endzustand, offene bergbauliche Hohlform, d. h. ohne Innenkippen und Verfüllungen sowie Anstützungen); Umfang: fünf hydrogeologische Profilschnitte
 - Erarbeitung eines abstrahierten, hydrogeologischen Modells (Prinzipmodell) mit den Böschungsbereichen und den Abschnitten der geologischen Barrieren des Gipstagebaus (Endzustand)

- Hydrogeologische Bewertung der geohydraulischen Wirksamkeit der geologischen Barriere im Hinblick auf mögliche hydrologische Auswirkungen im Randbereich des geplanten Gipsabbaus (Grundwasserzuflüsse, Grundwasserabsenkungstrichter)
- Teilbericht 1 „Hydrogeologische Bewertung der geologischen Barrieren“ – Ergänzung der PFV–Antragsunterlagen (Berichterstattung an AG)

Arbeitsschritt 2

- Geohydraulische Berechnungen zur hydrogeologischen Abschätzung der möglichen Ausbildung einer bergbaulich bedingten Grundwasserabsenkung und hydrologischer Auswirkungen im Tagebaumfeld (2D-Vertkalschnittberechnungen auf hydrogeologischen Profilschnitten)

Der Arbeitsschritt 2 und die daraus resultierenden geohydraulischen Berechnungsergebnisse werden in einem gesonderten Bericht dargestellt, daher wird auf die Erläuterung der hierzu gehörigen Bearbeitungsschritte verzichtet.

Des Weiteren sei auf die Festlegungen der Beratung vom 29. 01. 2014 (Protokoll Blatt 1 - 3, Email IB Tesch und Kölling vom 30. 01. 2014, Schreiben der IHU an Knauf GK vom 31. 01. 2014; Email vom 03. 02. 2014) verwiesen.

3 Geologische Ausbildung der Schichtverbände im Umfeld des geplanten Gipsabbaus

Für den geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen der Knauf Gips KG wurden im Rahmen der UVS eine geologische Karte (Karte 3) und in Karte 4 insgesamt fünf geologische Schnitte erarbeitet, von denen vier das geplante Vorhabensgebiet queren. Drei Schnitte befinden sich im Bereich des geplanten Tage- bzw. Tiefbaus. Ein weiterer Schnitt (Karte 6 der UVS) stellt eine Variation eines der fünf Schnitte dar, in welchem der Ostteil einen anderen Verlauf aufweist.

Schnitt A-A' quert das Gebiet ca. N-S am unmittelbaren Ostrand des Tiefbaubereiches, Schnitt B-B' quert den Tagebau ca. N-S und Schnitt E-E' bzw. E-F' quert sowohl Tiefbau- als auch Tagebaubereich ca. von NW nach SE. In diese Schnitte wurden unter Beachtung der Karte 6 der UVP sowie des Rahmenbetriebsplanes in etwa die Konturen des Tage- und des Tiefbaubereiches eingetragen. Außerdem erfolgte eine Eintragung der Wasserstände des Gebietes (s. Anlagen 2.1-2.4).

Es ist geplant, die Erschließung so durchzuführen, dass im Bereich des Gipsvorkommens immer mindestens 3 m Gips bestehen bleiben und die benachbarten Schichten nicht verletzt

werden. Unter Beachtung der dadurch entstehenden Konturen des Abbaus befinden sich in unmittelbarer Umgebung des Abbaus folgende Schichten:

- Deckgebirge mit Tertiär und Quartär (im Bereich der Böschungen im Deckgebirge)
- Oberer Muschelkalk im Süden der Lagerstätte als Deckgebirgsscholle
- Röt 3 im Westen des Tiefbaubereiches
- Röt 2 westlich des Tiefbaus sowie an der Südostecke des Vorhabens
- Röt 1 mit tonigen Grenzschichten (smS4) vor allem im Norden der Lagerstätte und lokal an der Südostecke
- Röt (ungegliedert) im Süden der Lagerstätte
- Bausandstein der Solling-Folge
- Überschiebungsbrekzie im Norden der Lagerstätte
- Roter Salzton

Deckgebirge mit Tertiär und Quartär (t / q)

- Bereich Auslaugungstal und Ravensberg

Tertiär und Quartär überlagern sowohl das Auslaugungstal mit der Gipslagerstätte als auch teilweise den Mittleren Buntsandstein am Ravensberg (s. Schnitte A-A', B-B' und E-E'), wobei in Richtung Ravensberg die Lockergesteinsmächtigkeiten stark abnehmen bzw. reliefbedingt stark schwanken. Dominant sind im Auslaugungstal die tertiären Sedimente.

Eine Abschätzung der Verbreitung der tertiären und quartären Sedimente im Bereich des Auslaugungstales und seiner näheren Umgebung wird in Anlage 1 als Umgrenzungslinie dargestellt. Die Umgrenzung wurde anhand der Bohrerergebnisse der Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf Gips KG, der Schichtenverzeichnisse der GWM sowie der Schnitte A-A' bis E-E' bzw. E-F' festgelegt.

Das Lockergestein wird mit den Böschungen des Tagebaus in den Deckschichten angeschnitten und innerhalb des Tagebaus als Abraum abgebaut. Die Böschungen im Gips besitzen keinen Kontakt zum Lockergestein.

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Eigenschaften im Deckgebirge zusammen, eine ausführlichere Darstellung enthält jeweils Anlage 4.

Tabelle 1: Eigenschaften Deckgebirge (t/q) im Auslaugungstal und im Bereich Ravensberg

| | | Datenquelle |
|--------------------------|--|-------------------------------|
| Lithologische Ausbildung | Sandige Schluffe bis Tone, östlich des Vorhabensgebietes Hangschutt (ohne detaillierte Beschreibung im Schichtenverzeichnis) | GWM 1-4 |
| | Ton bis Ton, sandig | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf |
| | Hangschutt = Fließerde (Mischung Ton bis Kies) | GK 4124 |

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|----------------------------------|
| | restliches Quartär: Löß, Torf Tertiär (oberes Oligozän): Schluff bis Sand | |
| | lehmig-tonig | IHU (2003) |
| Hydraulische Eigenschaften | Grundwassergeringleiter (Löß, Fließerden) | GK 4124, Kap. 6.3 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | $5 \cdot 10^{-5}$ bis 10^{-8} m/s für sandigen Schluff bis schluffigen Ton | BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993) |
| | 10^{-6} bis 10^{-8} m/s für „gering durchlässig“ (oder auch schwach durchlässig) | DIN 18 130 Teil 1 |

Bei den im Jahr 2003 an den GWM im Gips durchgeführten Pumpversuchen an den GWM-Standorten 1 und 3 reagierte der Wasserspiegel in den benachbarten GWM, die im überlagernden Lockergestein ausgebaut waren, nur minimal.

Die Wasserspiegel der GWM im Gips und den benachbarten GWM im Lockergestein (GWM 1/1a sowie 3 und 3a) sind annähernd gleich.

- Bewertal

Im Bewertal sind nur minimale Quartärablagerungen vorhanden, die in den Schnitten aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit nicht mehr darstellbar waren (s. Schnitte A-A' und B-B'). Dieses Lockergestein besitzt keinen Kontakt mit den Böschungen des Tagebaus.

Tabelle 2: Eigenschaften Deckgebirge (t/q) im Bewertal

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|----------------------------------|
| Lithologische Ausbildung | sandiger Schluff, durch verwittertes Festgestein (Sandstein, Tonstein) unterlagert | GWM 6-9 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-7} m/s (Auelehm des Bewertals) | Nach VÖLKER in UVS (2013) |
| | $5 \cdot 10^{-5}$ m/s für sandigen Schluff | BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993) |

Der Durchlässigkeitsbeiwert aus dem Laborversuch liegt etwas unter den theoretisch aus der Literatur ermittelten Parametern, dem Laborversuch soll aufgrund der höheren Repräsentanz der Vorzug gegeben werden.

Oberer Muschelkalk (mo)

Der Obere Muschelkalk lagert als Deckgebirgsscholle auf dem südlichen Teil der Lagerstätte und wird in den Abbau einbezogen. (s. Schnitt B-B'). Es verbleibt nur ein Teil des Muschelkalkes außerhalb des Abbaubereiches (s. Anlage 1).

Auch der Muschelkalk wird mit den Böschungen des Tagebaus in den Deckschichten angeschnitten. Er überlagert im Südteil des geplanten Abbaus direkt den abzubauenen Gips (s. Schnitt B-B') und wird zum Großteil mit abgebaut.

Tabelle 3: Eigenschaften Oberer Muschelkalk (mo)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|
| Lithologische Ausbildung | Mergelstein | GWM 2, 2a |
| | Kalkstein und Tonstein | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf |
| | Kalkstein und Mergelstein | GK 4124 |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen mittel bis groß | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-2} bis 10^{-6} m/s für durchlässig bis stark durchlässig (Wasserleitvermögen mittel bis groß) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | 10^{-6} bis 10^{-8} m/s für schwach durchlässiges Gestein | DIN 18 130 Teil 1 (Erläut. s. u.) |

Bei den im Jahr 2003 an der GWM 2 im Gips und dem unteren Bereich des Mergelsteins des Oberen Muschelkalks durchgeführten Pumpversuch war die Bohrung nach 15 Minuten bei einer Absenkung von 16,5 m leergepumpt. Der Wasserspiegel der direkt benachbarten GWM 2a, im oberen Teil des Mergelsteins, zeigte dabei eine Absenkung von 1 cm. Dies spricht dafür, dass am konkreten Standort eine geringe Durchlässigkeit vorliegt, was die Ausbildung als Mergelstein (kalkhaltiger Tonstein) belegt.

Die Wasserspiegel der GWM im Gips/Mergelstein (unterer Teil des mo) und der benachbarten GWM im oberen Teil des Mergelsteins (GWM 2 und 2a) zeigen seit Beobachtungsbeginn eine Differenz der Wasserspiegel von ca. 0,9 m, wobei der hangende Wasserstand der höhere ist. Auch dies spricht eher für eine geringe Durchlässigkeit.

Röt 3 (so3)

Die Schichten des Röt 3 stehen nie im direkten Kontakt mit dem Abbauvorhaben, sind aber im Schnitte E-E' westlich des Tiefbaubereiches zu erkennen.

Tabelle 4: Eigenschaften Röt 3 (so3)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|--|
| Lithologische Ausbildung | Ton und Tonstein | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf 1 und 10 |
| | Tonstein | GK 4124 |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen gering bis sehr gering (für gesamten Röt) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s für schwach bis sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen gering bis sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $< 10^{-9}$ m/s unter Voraussetzung, dass Tonstein nicht geklüftet ist sollte k_f -Wert mindestens dem von Ton entsprechen | HÖLTING & COLDEWEY (2009) für Ton |
| | $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s für ungeklüfteten Tonstein | Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie |
| | $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s für Ton- und Schluffstein | MATTHESS & UBELL (1983) |

Röt 2 (so2)

Die Schichten des Röt 2 haben ebenfalls nie einen direkten Kontakt mit dem Abbauvorhaben, sind aber im Schnitt E-E' westlich des Tiefbaubereiches zu erkennen und stehen auch nahe der Südostecke des geplanten Tagebaus an.

Tabelle 5: Eigenschaften Röt 2 (so2)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|--|
| Lithologische Ausbildung | Ton und Tonstein | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf |
| | Tonstein, Anhydrit, Gips | GK 4124 |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen gering bis sehr gering (für gesamten Röt) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s für schwach bis sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen gering bis sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $< 10^{-9}$ m/s unter Voraussetzung, dass Tonstein nicht geklüftet ist sollte k_f -Wert mindestens dem von Ton entsprechen | HÖLTING & COLDEWEY (2009) für Ton |
| | $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s für ungeklüfteten Tonstein | Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie |
| | $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s für Ton- und Schluffstein | MATTHESS & UBELL (1983) |
| | 3 bis $7 \cdot 10^{-6}$ m/s | Pumpversuche im obersten Bereich des Gipses (GWM 1 und 3) |

Röt 1 (so1) mit tonigen Grenzschichten (smS4 bzw. smS(T))

Die Sedimente des Röt 1 sowie der tonigen Grenzschichten stehen sowohl nördlich als auch südöstlich des geplanten Tagebaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Röt und tonige Grenzschichten werden durch den Tagebau nicht angeschnitten. Die Einblendung der Tagebaukontur mit den Böschungsbereichen im Deckgebirge täuscht einen lokalen Anschnitt der Schichtfolge vor, der jedoch nur dadurch entsteht, dass das Lockergestein in dieser Karte nur als Kontur dargestellt wird. Die Schnitte A-A' und B-B' dokumentieren, dass kein Anschnitt dieser Schichten erfolgen wird.

Tabelle 6: Eigenschaften Röt 1 (so1) mit tonigen Grenzschichten (smS4 bzw. smS(T))

| | | Datenquelle |
|--------------------------|--|-------------------------------|
| Lithologische Ausbildung | Ton und Tonstein, z. T. Gipseinschaltungen (so1) Ton/Tonstein mit gelegentlichen sandigen Beimengungen (smS4) | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf |
| | Tonstein | GWM 4/4a |
| | Tonstein, Anhydrit, Gips (so1) Tonstein (smS4) | GK 4124 |

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|--|
| | Ton- und Schluffsteine | UVS (2013) |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen gering bis sehr gering (für gesamten Röt), keine separate Einschätzung für smS4 | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s für schwach bis sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen gering bis sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $< 10^{-9}$ m/s unter Voraussetzung, dass Tonstein nicht geklüftet ist sollte k_f -Wert mindestens dem von Ton entsprechen | HÖLTING & COLDEWEY (2009) für Ton |
| | $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s für ungeklüfteten Tonstein | Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie |
| | $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s für Ton- und Schluffstein | MATTHESS & UBELL (1983) |
| | 3 bis $7 \cdot 10^{-6}$ m/s | Pumpversuche im obersten Bereich des Gipses (GWM 1 und 3) |

Frau Matthias vom LBEG bestätigte mit ihrer Email vom 16. Dezember 2013, dass die hydraulische Wirksamkeit und die durchgehende Dichtigkeit der hydrogeologischen Barriere (Tonsteine des Oberen Buntsandsteins (so), der tonigen Grenzschichten (smS(T)) sowie der Überschiebungsbrekzie) gewährleistet ist, solange der geplante Abbau die genannten Schichten nicht berührt.

Röt (ungegliedert) - so

Ungegliederter Röt steht südlich des geplanten Tagebaus an (s. Anlage 1 und Schnitt B-B' in Anlage 2).

Tabelle 7: Eigenschaften Röt ungegliedert (so)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|--|
| Lithologische Ausbildung | Ton | Erkundungsbohrung 55 Fa. Knauf |
| | Tonstein, Anhydrit, Gips | GK 4124 |
| | Ton- und Schluffsteine | UVS (2013) |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen gering bis sehr gering (für gesamten Röt) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s für schwach bis sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen gering bis sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $< 10^{-9}$ m/s unter Voraussetzung, dass Tonstein nicht geklüftet ist sollte k_f -Wert mindestens dem von Ton entsprechen | HÖLTING & COLDEWEY (2009) für Ton |
| | $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s für ungeklüfteten Tonstein | Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie |

| | | Datenquelle |
|--|--|---|
| | $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s für Ton- und Schluffstein | MATTHESS & UBELL (1983) |
| | 3 bis $7 \cdot 10^{-6}$ m/s | Pumpversuche im obersten Bereich des Gipses (GWM 1 und 3) |

Bausandstein der Solling-Folge (smS3 bzw. smS(S))

Die Solling-Folge steht am Ravensberg oberflächlich nördlich des geplanten Gipsabbaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Weiterhin ist er außerdem in größeren Tiefen anzutreffen (s. Schnittdarstellungen).

Tabelle 8: Eigenschaften Bausandstein (smS3)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|---|
| Lithologische Ausbildung | Sandstein | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf, GWM 4 |
| | Feinsandstein | GWM 10 |
| | Ton- und Sandstein, bis 20 m Tiefe trocken | GWM 9 |
| | Dickbankiger Sandstein | GK 4124 |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen mittel bis groß (für Mittleren Buntsandstein) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | 10^{-2} bis 10^{-6} m/s für durchlässig bis stark durchlässig (Wasserleitvermögen mittel bis groß) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $5 \cdot 10^{-6}$ bis ca. 10^{-10} m/s für Sandstein | HEATH (1988) |
| | 10^{-4} bis 10^{-8} m/s für Sandstein, engerer Bereich: 10^{-5} bis 10^{-6} m/s | MATTHESS & UBELL (1983) |
| | 3 bis $7 \cdot 10^{-6}$ m/s | Pumpversuche im obersten Bereich des Gipses (GWM 1 und 3) |

Ein im Jahr 2002 durchgeführter Pumpversuch an GWM 4 zeigte erst nach 9 h eine Beharrung bei einer maximalen Absenkung von 0,4 m. Eine Auswertung des Pumpversuches liegt nicht vor. Der benachbarte Hangendpegel 4a reagierte auf den Pumpversuch im Liegendpegel mit einer Absenkung von 0,6 m.

Überschiebungsbrekzie

Die Überschiebungsbrekzie steht nördlich des geplanten Gipsabbaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Die Brekzie selbst wird durch den Tagebau nicht angeschnitten. Die Einblendung der Tagebaukontur mit den Böschungsbereichen im Deckgebirge täuscht einen Anschnitt der Brekzie vor, der jedoch nur dadurch entsteht, dass das Lockergestein in dieser Karte nur als Kontur dargestellt wird. Die Schnitte A-A' und B-B' dokumentieren, dass kein Anschnitt der Brekzie erfolgen wird.

Tabelle 9: Eigenschaften Überschiebungsbrekzie

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|---|--|
| Lithologische Ausbildung | Mischungen von Ton/Tonstein mit Gips und Kalkstein, seltener Sandstein | Erkundungsbohrungen Fa. Knauf |
| | Durchbewegter Zechstein mit Trias- und Juraschollen | GK 4124 für Zechsteinausstrich inkl. Brekzie |
| | fest verkittete Durchmischung toniger und kalkiger Bestandteile | UVS (2013) |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen unterschiedlich, i. A. sehr gering (für durchbewegte Karbonat- und Sulfatgesteine mit Residualgesteinen) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | $< 10^{-8}$ m/s für sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |

Auch für diesen Schichtkomplex gilt die von Frau Matthias (LBEG) getätigte Aussage zur hydraulische Wirksamkeit und der durchgehende Dichtigkeit der hydrogeologischen Barriere (s. S. 12).

Roter Salzton (T4)

Der Rote Salzton steht lokal an der Ostböschung des geplanten Gipsabbaus oberflächlich an (s. Schnitt E-E' in Anlage 2.3). Der Rote Salzton wird an dieser Stelle durch den Tagebau angeschnitten.

Tabelle 10: Eigenschaften Roter Salzton (T4)

| | | Datenquelle |
|-------------------------------|--|--|
| Lithologische Ausbildung | Ton | Erkundungsbohrung 46 Fa. Knauf |
| | Tonstein | GK 4124 |
| Hydraulische Eigenschaften | Wasserleitvermögen unterschiedlich, i. A. sehr gering (für durchbewegte Karbonat- und Sulfatgesteine mit Residualgesteinen) | GK 4124, Tabelle 7 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f | $< 10^{-8}$ m/s für sehr schwach durchlässig (Wasserleitvermögen sehr gering) | DIN 18 130 Teil 1 |
| | $< 10^{-9}$ m/s unter Voraussetzung, dass Tonstein nicht geklüftet ist sollte k_f -Wert mindestens dem von Ton entsprechen | HÖLTING & COLDEWEY (2009) für Ton |
| | $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s für ungeklüfteten Tonstein | Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie |
| | $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s für Ton- und Schluffstein | MATTHESS & UBELL (1983) |

Im Fazit ist zu erkennen, dass die direkt an das Gipsvorkommen angrenzenden Gesteine keine Grundwasserleitereigenschaften besitzen, sondern als Grundwassergeringleiter anzusehen sind.

4 Geohydraulische Bewertung des Gipsverbandes

In den Anlagen 1 und 2 dieser Berichterstattungen wurden nach den Angaben der UVS (2013) aus den Anlagen 3 und 4 der Zechstein als A3 (Hauptanhydritgips) bzw. als RA2-4 (Residualanhydritgips) bezeichnet. Nach HÖLTING & COLDEWEY (2009) ist Gips als Gestein ein Grundwassernichtleiter, kann aber im Gesteinsverband, falls er verkarstet ist, zum Grundwasserleiter werden.

Hinweise auf Verkarstung, wie Dolinen oder Erdfälle sind im eigentlichen geplanten Abbaubereich nicht vorhanden. Die Spülwasserstände der Erkundungsbohrungen waren geländegleich oder die Bohrungen liefen kurzzeitig über, Spülwasserverluste traten nicht auf. Letzteres wäre als Hinweis auf Verkarstung zu werten gewesen.

Im oberen Bereich zeigen sich geringe Wasserwegsamkeiten, wie die GWM 1 und 3 dokumentieren. Die Auswertung von zwei Kurzpumpversuchen im Jahr 2003 an den GWM 1 und 3 belegten folgende Parameter:

Tabelle 11: Geohydraulische Parameter nach Pumpversuchsauswertung (IHU GmbH, 2003)

| <i>GWM</i> | <i>Transmissivität T und Durchlässigkeitsbeiwert k_f</i> | | | |
|------------|---|--|---|--|
| | <i>THEIS / HANTUSH</i> | | <i>Straight Line</i> | |
| 1 | $T = 1,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ | $k_f = 5,94 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ | $T = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ | $k_f = 7,12 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ |
| 3 | $T = 3,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ | $k_f = 3,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ | $T = 7,40 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ | $k_f = 5,92 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ |

Die in den Pumpversuchen bestimmten k_f -Werte belegen die geringe Durchlässigkeit des Gesteinsverbandes, Werte von $k_f < 10^{-5} \text{ m/s}$ charakterisieren den getesteten Bereich als Grundwassergeringleiter oder Grundwasserhemmer.

An GWM 1 wurden bei einer Filterlänge von 10 m insgesamt 17 m Gips aufgeschlossen, an GWM 3 sind dies bei 6 m Filterlänge insgesamt 12,5 m. Diese Mächtigkeiten wurden zur Ermittlung des T-Wertes aus dem k_f -Wert genutzt. Die in der obigen Tabelle dokumentierten Parameter besitzen jedoch nur eine Gültigkeit für den oberen Bereich des Gipses, für den darunter liegenden Bereich ist von geringen Durchlässigkeiten auszugehen.

Am Standort 2 (Ausbau im Gips und unterem Teil des mo) wurde ein Pumpversuch durchgeführt, bei dem innerhalb von 15 Minuten das Bohrloch mit einer Absenkung von 16,5 m leer gepumpt wurde. Das bedeutet, hier ist keine Wasserwegsamkeit vorhanden.

Beim Abbau ist geplant, einen Mindestrest Gips von 3 m nicht in den Abbau einzubeziehen, um die hydraulische Sicherheit der umliegenden Schichten zu gewährleisten. Abbautechnisch ist diese Verfahrensweise ohnehin unumgänglich.

Die an den GWM 1-3 im Gips angetroffenen Wasserspiegel sind seit 2003 bis heute nahezu geländegleich. Die Wasserstände in Gips und der benachbarten Lockergesteins-GWM 1a, 2a und 3a unterscheiden sich nur minimal. An Standort 2 entstehen Unterschiede von knapp 1 m

zwischen dem Festgesteins- und dem Hangend-Pegel, hier ist jedoch keine direkte Vergleichbarkeit zu den Standorten 1 und 3 gegeben, da am Standort 2 sowohl im Hangend- als auch im „Gips“-Pegel der Obere Muschelkalk mit einbezogen wurde.

Die Leitfähigkeiten des Wassers im Gips sowie im überlagernden Deckgebirge sind ähnlich, was die hydraulische Verbindung der beiden Bereiche belegt.

Durch den Kurzbericht der IHU GmbH (2003) wurde für den Abbau des Gipses davon ausgegangen, dass ein Brunnen eine Absenkung von ca. 30 m erzielen muss und dazu eine Fördermenge von ca. 0,5 bis 1,4 l/s notwendig ist. Zur Sicherheit wird seitens der Fa. Knauf eine Fördermenge von 3 l/s (10,8 m³/h) eingeplant (s. UVS, 2013).

Im Fazit ist der obere Bereich des Gipses aufgrund der Pumpversuchsergebnisse mit k_f -Werten zwischen 3 und $7 \cdot 10^{-6}$ m/s als Grundwasserhemmer/Grundwasseringeleiter, aber nicht als geologische Barriere anzusehen. Für den darunter befindlichen Bereich wird einem kompakten Gesteinsverband ohne wasserwegsame Klüftung ausgegangen, und dafür einen theoretischer k_f -Wert $\leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s an (hydrogeologische Annahme: Gebirgsdurchlässigkeit entspricht \pm der Gesteinsdurchlässigkeit) angesetzt. Hier wird angenommen, dass der Gips die Eigenschaften eines Grundwassernichtleiters (s. HÖLTING & COLDEWEY, 2009) besitzt – wie auch der Pumpversuch an GWM 2 belegt.

5 Hydrodynamik im Bereich des geplanten Gipsabbaus (Ausgangszustand)

Auslaugungstal

Im Auslaugungstal ist von zwei Grundwasserstockwerken auszugehen:

1. Lockergestein (Quartär/Tertiär)
2. Festgestein (Gips)

Wie im Kapitel 5 erläutert, ist das Lockergestein vorwiegend lehmig-tonig ausgebildet. Der Gips besitzt oberflächlich ein geringes wirksames Wasserleitvermögen.

Im Auslaugungstal sind folgende GWM vorhanden:

Tabelle 12: Grundwassermessstellen im Auslaugungstal

| GWM | GWL | Messwert lt. Karte 5 UVS (mNN) | Messwert 6/2012 (mNN) |
|------------|--|---|----------------------------------|
| 1 | Gips | 225,5 | 225,24 |
| 1° | Quartär/Tertiär | 225,5 | 225,12 |
| 2 | Gips / mo (unterer Bereich) – Versturzgebirge | 221,6 | 221,14 |
| 2a | mo (oberer Bereich) | 222,5 | 222,0 |
| 3 | Gips | 212,4 | 212,47 |
| 3a | Quartär/Tertiär und Gipszersatz | 212,4 | 212,58 |

Die in Karte 5 der UVS (2013) angegebenen Wasserspiegel stellen für die GWM 1-3 und 1a-3a einen Mittelwert der Jahre 2002 bis 2003 dar. Der Vergleich mit dem jeweiligen Messwert aus dem Juni 2012 zeigt jedoch, dass nur minimale Unterschiede zu den ca. 10 Jahre älteren Werten bestehen. An den Standorten 1 und 3 sind die Wasserspiegel auch weiterhin nahezu gleich, am Standort 2 ist die Differenz von ca. 0,9 m erhalten geblieben. Die gemessenen Wasserspiegel liegen an den Standorten 1 und 3 knapp unter Gelände, an GWM 2 ca. 2,5 m u. Gel. sowie am Hangendpegel 2a ca. 1,5 m u. Gel..

Der in Anlage 3 dieser Berichterstattung dargestellte Hydroisohypsenplan basiert auf der Darstellung in Karte 5 der UVS (2013). Der Plan der UVS bezog auch die Spülwasserstände der Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf mit ein. In der aktuellen Darstellung wurden jedoch nur die Wasserstände an den GWM für Juni 2012 eingeblendet. Der Plan stellt nach Karte 5 der UVS (KÖLLING & TESCH, 2013) eine Darstellung für das Lockergestein (Tertiär) im Auslaugungstal dar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass im oberflächennahen Gips eine nahezu gleiche Dynamik ausgebildet ist. Das Grundwasser fließt von Nordwest nach Südost, die GWM 1 und 1a im westlichen Teil des geplanten Abbaus zeigen Wasserstände um 225 m NN, die GWM 3 und 3a unmittelbar östlich des geplanten Abbaus ca. 212 m NN.

Ravensberg

Auch im Bereich des Ravensberges treten ein Lockergesteins- und ein Festgesteins-GWL auf. Das Festgestein wird hier durch Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins gebildet, das Lockergestein besteht ähnlich wie im Auslaugungstal aus vorwiegend lehmig-tonigen Bildungen, wobei hier geringere Mächtigkeiten vorliegen.

Im Bereich des Ravensberges sind folgende GWM vorhanden:

Tabelle 13: Grundwassermessstellen im Bereich des Ravensberges

| GWM | GWL | Messwert lt. Karte 5 UVS (mNN) | Messwert 6/2012 (mNN) |
|------------|--------------------------------|---|----------------------------------|
| 4 | smS | 213,5 | 211,9 |
| 4a | Quartär/Tertiär bis so1/smS(T) | 220,5 | 218,61 |
| 5 | smS | 215,7 | 213,72 |
| 10 | smS | 220,7 | 219,32 |

Die in Karte 5 der UVS (2013) angegebenen Wasserspiegel stellen für die Standorte 4, 5 und 10 Werte aus dem Dezember 2008 dar. Der Vergleich mit dem jeweiligen Messwert aus dem Juni 2012 zeigt, dass die Wasserspiegel 2012 etwas niedriger sind. Dies ist vermutlich als zeitverzögerte Reaktion dafür anzusehen, dass das Jahr 2007 ein sehr niederschlagsreiches und das Jahr 2011 ein vergleichsweise niederschlagsarmes Jahr waren. Außerdem liegen im Juni i. d. R. auch generell geringere Wasserspiegel als im Dezember vor. Die Schwankungen stellen

also einen normalen Grundwasserspiegelgang dar. Am Standort 4 ist die Wasserspiegeldifferenz zwischen Hangend- und Liegendpegel von ca. 7 m erhalten geblieben.

Bezogen auf das Geländeniveau befinden sich die Buntsandsteinwasserspiegel zwischen 12 (GWM 4 und 5) und 30 m u. Gel. (GWM 10). Der Hangendpegel 4a zeigt einen Wasserstand von ca. 3 m u. Gel.

Die Fließrichtung ist auch hier von Nordwest nach Südost gerichtet, jedoch liegen die Wasserspiegel im Festgestein deutlich niedriger als im Auslaugungstal und im Bewertal (s. auch Schnitte A-A' und B-B'). An GWM 10 im Nordwesten wurden im Juni 6/2012 219,32m NN und an GWM 4 im Südosten 211,9m NN gemessen. Der Wasserspiegel im Lockergestein (GWM 4a) liegt dagegen auf einem ähnlichen Niveau wie im Auslaugungstal.

Bewertal

Im Bewertal (auch Wiesental) wird nur von einem GWL ausgegangen, der durch den verwitterten Buntsandsteinersatz unter dem Auelehm der Bewer gebildet wird. Der Buntsandstein in diesem Bereich (smS südlich der Störung, smH und smD nördlich der Störung) ist wasserfrei, was GWM 9 belegt, wo bis zur Teufe von 20 m in der Solling-Folge kein Wasser angetroffen wurde.

Im Bewertal sind folgende GWM vorhanden:

Tabelle 14: Grundwassermessstellen im Bewertal

| GWM | GWL | Messwert lt. Karte 5 UVS (mNN) | Messwert 6/2012 (mNN) |
|------------|-------------------------|---|----------------------------------|
| 6 | Auelehm und Zersatz smS | 227,5 | 227,75 |
| 7 | Auelehm und Zersatz smS | 224,5 | 225,17 |
| 8 | Auelehm und Zersatz smS | 219,4 | 219,2 |
| 9 | Auelehm und Zersatz smS | 228,2 | 228,08 |

Die in Karte 5 der UVS angegebenen Wasserspiegel stellen für die Standorte 6-8 Mittelwerte von 2002-2003 und am Standort 9 Mittelwerte von 2007-2008 dar. Der Vergleich mit dem jeweiligen Messwert aus dem Juni 2012 zeigt, dass die Wasserspiegel sich nur unwesentlich verändert haben.

Die Wasserspiegel in der Talaue liegen nahe der Geländeoberfläche bzw. maximal 1,5 m unter Gelände.

Die Fließrichtung ist auch hier von Nordwest nach Südost gerichtet, jedoch liegen die Wasserspiegel im Festgestein deutlich höher als am benachbarten Ravensberg. Der nordwestlichste Standort GWM 9 zeigt einen Wasserstand von 228,08 m NN und der südöstlichste GWM 8 219,2 m NN.

Die vorliegenden Angaben stellen eine grobe Einschätzung der Grundwasserdynamik im Ausgangszustand dar. Eine Abschätzung der Verhältnisse während des Abbaus sollen die geohydraulischen Berechnungen liefern.

6 Hydrogeologisches Einzugsgebiet des Zechsteinvorkommens

In der Karte 5 der UVS (2013) sowie Anlage 3 dieser Berichterstattung wurde das oberirdische Einzugsgebiet für den Bereich der Gipslagerstätte nach Angaben der Fa. Knauf ausgewiesen. Das unterirdische Einzugsgebiet umfasst jedoch nur den Bereich der Zechsteinverbreitung selbst. Schon durch IHU (2003) wurde dargelegt, dass bei einer Längserstreckung von ca. 1500 m und einer mittleren Breite von 120 m sich ca. 142.000 m² ergeben. Wenn der unter der Muschelkalkscholle des Steinbergs lagernde Zechstein hinzugerechnet wird, beträgt die flächenhafte Ausdehnung des Zechsteins ca. 185.000 m² = 0,185 km². Jedoch wird nicht der komplette Bereich des Zechsteins in den geplanten Gipsabbau einbezogen.

Die Abgrenzung dieses Bereiches ergibt sich daraus, dass das Zechsteinvorkommen durchgängig von undurchlässigen Schichten eingeschlossen wird:

Im Norden schließen sich an den Zechstein eine Überschiebungsbrekzie und nördlich davon die Tonsteine des Oberen Buntsandsteins (so1) sowie die tonigen Grenzschichten des Mittleren Buntsandsteins (smS4 bzw. smS(T)) an. Sowohl die im Kapitel 5 dargelegten Gesteinsarten als auch die daraus resultierenden Durchlässigkeiten belegen die schlecht wasserleitenden Eigenschaften der Gesteine. Darüber hinaus bestätigt die Stellungnahme von Frau Matthias (LBEG) vom 16. Dezember 2013, dass, basierend auf mehreren Stellungnahmen des LBEG aus den Jahren 2007 und 2010, die dauerhafte Dichtigkeit der genannten Schichten gewährleistet ist, wenn der Abbau diese Schichten nicht berührt. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass diese Schichten kein Grundwasser in den Bereich der Gipslagerstätte leiten können.

Im Süden grenzt der Zechstein an den Oberen Buntsandstein (so ungegliedert und so1). Auch hier belegen die Ausführungen im Kapitel 5 zu den Gesteinsarten und hydraulischen Parametern die schlecht wasserleitenden Eigenschaften der Gesteinsverbände. Ein weiterer wichtiger Beleg ist das Ergebnis des Pumpversuches an der GWM 2. Die Messstelle, die im Gips sowie dem unteren Teil der überlagernden Muschelkalkscholle ausgebaut ist, war nach 15 Minuten bei einer Absenkung von 16,5 m leer gefördert. Dies belegt, dass hier keinerlei Wasseranstrom aus südwestlicher, südlicher oder südöstlicher Richtung erfolgen kann, weil unter diesen Umständen die Messstelle beim Pumpversuch nicht trocken gefallen wäre.

Im Westen grenzt neben einer Störung so2 an die Zechsteinverbreitung. Auch hier bestätigen die im Kapitel 5 getätigten Aussagen zu den Gesteinen und hydraulischen Parametern die Dichtigkeit des angrenzenden Gesteinsverbandes.

Als weiteren Beleg für die nicht bestehende hydraulische Verbindung zwischen dem Zechsteinvorkommen und dem angrenzenden Festgestein können die Leitfähigkeiten der Wässer herangezogen werden. Während im Gips an den GWM 1 und 3 die Leitfähigkeiten im Mittel bei ca. 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen (s. Tabelle 29 der UVS, 2013) wurden im Buntsandstein des Ravensberges an den GWM 4, 5 und 10 Leitfähigkeiten zwischen 175 und 356 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und im Wiesental (Bewertal) an den GWM 6-9 Werte zwischen 78 und 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$ festgestellt. Die Hangendpegel 1a, 2a, 3a und 4a zeigen an den jeweiligen Standorten Basis für diese Werte waren Messungen der Jahre 2002/2003 und 2007/2008. Die im Juni 2012 an den GWM gemessenen Leitfähigkeiten bestätigen den Sachverhalt, relevante Veränderungen der Leitfähigkeiten zu den Werten 2002/2003 bzw. 2007/2008 traten nicht auf.

Ein weiterer Beleg für die nicht vorhandene hydraulische Verbindung des Gipsvorkommens mit dem Umfeld sind die unterschiedlichen Wasserspiegel. Im Auslaugungstal sind die Wasserspiegel deutlich höher als im Bereich des Ravensberges (s. Anlagen 2 und 3), was ebenfalls belegt, dass im Bereich des Festgesteines keine Verbindung zwischen den beiden Komplexen existiert.

Eine Verbindung zwischen dem Bereich des Auslaugungstales und des Ravensberges besteht nur über das Lockergestein des 1. Grundwasserstockwerkes.

Auf Seite 6 des Kurzberichtes der IHU GmbH (2003) wurde folgende Aussage getroffen:

„Eine hydrodynamische Abgrenzung des Grundwassereinzugsgebietes ist wegen der zu geringen Anzahl von Grundwassermessstellen nicht möglich. Zur Grundwasserdynamik des Zechsteins kann lediglich die Aussage getroffen werden, dass die Grundwasseroberfläche annähernd der Geländemorphologie folgt und die Grundwasserfließrichtung dementsprechend generell von NW nach SE gerichtet ist. Über mögliche, z. B. an Störungs- und Zerrüttungszonen gebundene hydraulische Verbindungen zu den Buntsandsteingrundwasserleitern des Elfas liegen keine Erkenntnisse vor.“

Seite 19 enthielt folgende Aussage:

„Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer mit dem Aufschluss der Lagerstätte verbundenen Absenkung des Grundwasserspiegels zusätzliche Grundwasserzuflüsse aus Nachbargebieten aktiviert werden können. Trotz der nahezu allseitig zu vermutenden Begrenzung der verkarstungsfähigen Zechsteinsedimente durch die tonig gebundene Überschiebungsbrekzie und Ton- und Schluffsteine des Röt muss mit dem Vorhandensein wasserwegsamere Verbindungen in den Grenzbereichen zwischen dem Zechstein und den benachbarten Kluffgrundwasserleitern gerechnet werden. Derartige Zonen sind insbesondere in dem tektonisch stark gestörten Bereich an der Nordwestbegrenzung des Gipsvorkommens nicht auszuschließen.“

Auf Seite 4 der Ergänzung des Gutachtens aus dem Jahr 2004 wurde vermerkt.

„Hinsichtlich möglicher Fremdzuflüsse zu dem Grundwassereinzugsgebiet bestätigen die ergänzenden Messungen, dass im gegenwärtigen Zustand der Lagerstätte eine nahezu allseitige hydraulisch annähernd dichte Begrenzung der verkarstungsfähigen Zechsteinsedimente gegeben ist.“

In den vorgelegten Kapitel der aktuellen Berichterstattung wird erläutert, dass aufgrund der dichten Berandungen der Zechsteinverbreitung das unterirdische Einzugsgebiet des Zechsteins seine Verbreitung nicht überschreitet. Verbindungen zum Elfas sowie Zuflüsse aus dem benachbarten Festgesteins-GWL beim Abbau werden aufgrund der vorliegenden Stellungnahmen des LBEG zur Dichtheit der nördlichen Barriere ausgeschlossen, solange beim Abbau keine Verletzung der angrenzenden Überschiebungsbrekzie sowie so1/smS4 durch den Abbau erfolgt. Aus diesem Grund ist seitens der Fa. Knauf Gips KG geplant, immer 3 m Gips zur Sicherheit der Barrieren nicht in den Abbau einzubeziehen, was abbautechnisch ohnehin notwendig ist.

Im Kurzbericht der IHU GmbH (2003) wurde auf Seite 6 zur hydrogeologischen Situation folgende Aussage getroffen:

„Lediglich an dem nordwestlichen Rand des Vorkommens besteht im Bereich der Störungszone des Hellenberger Grabens eine schmale direkte Verbindung zu dem sich in nordwestlicher Richtung nach Stadtoldendorf erstreckenden anschließenden Zechsteinstreifen.“

Nach Prüfung der Unterlagen wurde festgestellt, dass hier offenbar die geologische Struktur falsch benannt wurde. Gemeint war in diesem Zusammenhang der Lüthorster Graben.

7 Grundwasserneubildung

Schon im Kurzbericht der IHU GmbH (2003) wurde erläutert, dass nach den Angaben in der veröffentlichten Literatur ist mit einer Grundwasserneubildungsrate von 150 – 250 mm/a bzw. 4,8 – 7,9 l/(s · km²) zu rechnen ist. Auch in den Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25.000 Blatt Dassel wird eine Neubildungsrate von 150 – 250 mm sowie für Talniederungen weniger als 100 mm/a (3,2 l/(s · km²)) angegeben.

Bei IHU GmbH (2003) wurden zusätzlich Berechnungen der Grundwasserneubildung nach verschiedenen Verfahren wie DÖRHÖFER/JOSOPAIT sowie BAGROV/GLUGLA durchgeführt, deren Ergebnisse zwischen 4,1 und 7,3 l/(s · km²) schwankten. Als weiteres Verfahren wurden Auswertungen von Abflussmessungen an Vorflutern vorgenommen. Die Messstelle 24 am Vorflutgraben (s. Tabelle 28 und Abbildung 13 der UVS) repräsentiert das gesamte oberirdische

Einzugsgebiet für die Messstelle 24 einschließlich des nach der geologischen Karte abgrenzbaren unterirdischen Einzugsgebietes des Gipsvorkommens Ravensberg und umfasst eine Fläche von ca. 0,5 km². Bei den gegenwärtigen ungestörten Verhältnissen ist danach im langjährigen Mittel mit einem ständigen Grundwasserzufluss von mindestens 2,2 l/s bzw. 190 m³/d oder 4,0 l/(s · km²) zu rechnen.

Im NIBIS-Kartenserver des LBEG wurde zur Grundwasserneubildung mit Bezug auf die Hydrogeologische Karte von Niedersachsen im Maßstab 1 : 200 000 nach der Methode GROWA06V2 und unter Bezug auf die Niederschlagsreihe von 1961-1990 für den größten Teil des Vorhabensgebietes, nahezu das gesamte Auslaugungstal und den Ravensberg eine Grundwasserneubildungsrate von < 51 mm/a bzw. < 1,6 l/(s · km²) angegeben. Für das Bewertal und einen kleinen Teilbereich entlang des Tales südlich des Ravensberges (Westteil bis ca. zum Rechtswert 35 51 000) wird von einer Grundwasserneubildung von 51 - 100 mm/a bzw. 1,6 - 3,2 l/(s · km²) ausgegangen.

Während die Angaben der GK 4124 mit den Berechnungen von IHU (2003) prinzipiell übereinstimmen, zeigen die Angaben nach dem NIBIS-Kartenserver des LBEG (Verfahren GROWA-06V2) deutlich geringere Neubildungsraten. Im Sinne der Sicherheit der Aussagen wird für die geohydraulischen Berechnungen als Startwert mit einer Grundwasserneubildung von ca. 4,0 l/(s · km²) begonnen. Sollte mit dieser Grundwasserneubildungsrate keine Anpassung an die gemessenen Wasserspiegel möglich sein, können die Neubildungswerte dahingehend werden, dass mit niedrigeren Werten gearbeitet wird.

8 Hydraulische Parameter und Randbedingungen für die geohydraulischen Berechnungen

8.1 Geplante Wasserhaltung

Da der abzubauen Gips einen Grundwasser-Nichtleiter darstellt und somit (außer in den obersten Bereichen) wasserfrei ist, ist lt. UVS (2013) keine dauerhafte Wasserhaltung im Sinne einer Wasserspiegelabsenkung erforderlich. Die Wasserhaltung umfasst im geplanten Tagebau nur das Abpumpen des durch Einsickerung über die Böschungsbereiche anfallenden Zulaufs sowie den direkt in den Abbaubereich fallenden Niederschlag. Für die im Abbaubetrieb nötige Absenkung des Wasserspiegels von ca. 30 m mit Hilfe eines Förderbrunnens wurde eine Pumpleistung von 2 – 5 m³/h, also 0,5 – 1,4 l/s, abgeschätzt (IHU, 2003). Geplant wird aus Sicherheitsgründen mit einem durchschnittlichen Zulauf von ca. 3,0 l/s bzw. 260 m³/d (s. UVS (2013)).

Generell wird das zulaufende Wasser in einem Pumpensumpf auf der jeweiligen Betriebssohle im Tagebautiefsten gesammelt. Eine weitestgehende Nutzung des gesammelten Wassers für betriebliche Zwecke, wie z. B. den Betrieb der Reifenwaschanlage, ist vorgesehen. Die darüber hinaus anfallende Menge wird in die außerhalb des Tagebaus gelegenen Absetzbecken gepumpt und nach der dortigen Klärung (Filterung von Schwebstoffen) und unter Beachtung der hydrochemischen Parameter in den Vorfluter eingeleitet. Die Wasserrückhaltung wird durch den Abbaubereich auf den Betriebssohlen selbst erreicht.

Für den Tiefbau ist keine dauerhafte Wasserhaltung im untertägigen Bereich vorgesehen, da davon ausgegangen wird, dass im Gips kein Wasser vorliegt (Grundwasser-Nichtleiter). Da der untertägige Bereich vom Tagebau aus leicht ansteigend angefahren wird, kann kein Wasser vom Tagebau aus eindringen. Unabhängig davon werden zur Sicherheit Vorrichtungen zum Abpumpen vorgehalten.

8.2 Hydrogeologische Profile für die geohydraulischen Berechnungen

Es war vorgesehen, auf maximal fünf Schnitten 2D-Vertikalschnittberechnungen mit Hilfe einer numerischen Modellierung auszuführen. Geeignet für diese Berechnungen sind jedoch nur die vorhandenen Schnitte B-B' und E-E', da sie den geplanten Gipsabbau in Nord-Süd-Richtung (Schnitt B-B') bzw. West-Ost-Richtung (Schnitt E-E') queren. Der Schnitt E-F' stellt eine leichte Modifikation des Schnittes E-E' dar, da er östlich des geplanten Tagebaus nach Südosten abknickt, um den Bereich des Erdfuhl mit einzubeziehen.

Folgende Randbedingungen gelten für den Schnitt B-B' (s. Anlage 2.2):

Tabelle 15: Randbedingungen Nord-Süd-Schnitt B-B'

| Modellschicht | Lithologische Ausbildung | Schichtmächtigkeit | Mittlerer k_f-Wert (m/s) | Wasserspiegel vor Abbau | Bemerkung |
|-----------------------|--|---|--|--|---|
| t / q | Sandige Schluffe bis Tone | 10-34 m im Zentrum des Auslaugungstales, ca. 15 m an Nordböschung, 0 m an Südböschung | $1 \cdot 10^{-7}$ | Ca. 225 m NN nahe Bohrung 54 (ca. Nordböschung), ca. 220 m NN nahe Bohrung 4 (nördlich mo-Scholle) | Erstreckung vom Bereich Ravensberg bis in den Tagebau; im Südteil des Tagebaus im Schnittverlauf nicht mehr vorhanden |
| mo | Mergelstein, Kalkstein, Tonstein | Ca. 20 m | $1 \cdot 10^{-7}$ | Ca. 222 m NN (GWM 2°) | Lagert als Deckgebirgsscholle auf dem Südteil des Abbaus, wird zum Großteil mit abgebaut |
| so (ungegliedert) | Tonstein, Anhydrit, Gips | Ca. 30 m | $1 \cdot 10^{-8}$ | Ca. 220 m NN (angenommen, kein GWM) | Grenzt südlich an den Tagebau |
| so1 + smS4 | Ton, Tonstein, z. T. Gips oder Sandeinschaltungen | Ca. 10-20 m | $1 \cdot 10^{-8}$ | | Nördlich des geplanten Gipsabbaus, wird als Barriere betrachtet |
| smS3 | Sandstein | > 30 m | $1 \cdot 10^{-4}$ | Ca. 221 m NN | Nördlich des geplanten Gipsabbaus, Wasserspiegel im Bereich Ravensberg deutlich niedriger als im Auslaugungstal |
| Überschiebungsbrekzie | Ton, Tonstein, z. T. Gips, Kalkstein oder selten Sandeinschaltungen (fest verkittet) | Ca. 10-20 m | $<1 \cdot 10^{-8}$ | | Nördlich des geplanten Gipsabbaus, wird als Barriere betrachtet |
| A3 und RA2-4 | Gips ohne Hinweise auf Verkarstung | Ca. 25 m | Hangende Bereiche ca. $5 \cdot 10^{-6}$ Geohydraulische Annahme: liegende Bereiche $<1 \cdot 10^{-7}$ m/s | Ca. 221 m NN (GWM 2) | |

Im Bereich des Schnittes B-B' reicht der Tagebau bis zu einer Tiefe von ca. 180 m NN, das entspricht einer Tiefe von ca. 40 m unter Gelände.

Folgende Randbedingungen gelten für den Schnitt E-E' (s. Anlage 2.3):

Tabelle 16: Randbedingungen West-Ost-Schnitt E-E'

| Modell-schicht | Lithologische Ausbildung | Schicht-mächtigkeit | Mittlerer k_f-Wert (m/s) | Wasserspiegel vor Abbau | Bemerkung |
|-----------------------|---|---|--|--|---|
| t / q | Sandige Schluffe bis Tone | 10-34 m im Zentrum des Auslaugungstales, ca. 5 m an West- und Ostböschung | $1 \cdot 10^{-7}$ | Ca. 230 m NN nahe Bohrung 1 westlich des Tiefbaus, ca. 225 m NN nahe Bohrung 17 (Südostteil Tiefbau), ca. 225 m NN nahe Bohrung 30 bzw. GWM 1a (ca. Westböschung), ca. 212 m NN an GWM 3a (Ostböschung Tagebau) ca. 212,5 m NN nahe Bohrung 8 östlich des Tagebaus | Im Bereich des Auslaugungstales verbreitet, wird mit den Tageauböschungen angeschnitten und im Tagebau abgebaut |
| mo | Mergelstein, Kalkstein, Tonstein | Ca. 20 m | $1 \cdot 10^{-7}$ | Ca. 225 m NN nahe Bohrung 30 | Lagert als Deckgebirgsscholle auf dem Südteil des Abbaus, wird zum Großteil mit abgebaut |
| so3 | Tonstein | Ca. 19 m | $< 1 \cdot 10^{-8}$ | Ca. 230 m NN (angenommen, kein GWM) | Westlich und südöstlich des Tagebaus vorhanden |
| so2 | Ton/Tonstein, z. T. Anhydrit/Gips | Ca. 10 m | $1 \cdot 10^{-8}$ | Ca. 222 m NN westlich des Tagebaus, ca. 200 m NN südöstlich des Tagebaus (angenommen, kein GWM) | |
| so1 + smS4 | Ton, Tonstein, z. T. Gips oder Sandeinschaltungen | Ca. 10-25 m | $1 \cdot 10^{-8}$ | | Westlich und südlich des Tagebaus, unterhalb des Zechsteins im Tagebaubereich, wird als Barriere betrachtet |
| smS3 | Sandstein | > 30 m | $1 \cdot 10^{-4}$ | | Wasserspiegel im Bereich des Schnittes durch Teufenlage unter Tagebau nicht bekannt, Wasserspiegel im Bereich Ravensberg deutlich |

| Modell-schicht | Lithologische Ausbildung | Schicht-mächtigkeit | Mittlerer k_f-Wert (m/s) | Wasserspiegel vor Abbau | Bemerkung |
|-----------------------|--|--|---|--|---------------------------------|
| | | | | | niedriger als im Auslaugungstal |
| Überschiebungsbrekzie | Ton, Tonstein, z. T. Gips, Kalkstein oder selten Sandeinschaltungen (fest verkittet) | An Tagebaurändern 10-20 m, unterhalb des Zechsteins bis 60 m | $< 1 \cdot 10^{-8}$ | | Wird als Barriere betrachtet |
| T4 | Ton | Ca. 7 m | $< 1 \cdot 10^{-8}$ | Ca. 212 m NN (GWM 3a) | Lokale Bildung |
| A3 und RA2-4 | Gips ohne Hinweise auf Verkarstung | Ca. 15-40 m | Hangende Bereiche ca. $5 \cdot 10^{-6}$ Geohydraulische Annahme: liegende Bereiche $< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s | Ca. 225 m NN (GWM 1) ca. 212,5 m NN (GWM 3) | |

Im Westen des Schnittes E-E' soll der Tagebau bis zu einer Tiefe von ca. 200 m NN und im Osten bis zu ca. 160 m NN reichen, das entspricht einer Tiefe unter Gelände von ca. 30 m im Westen und ca. 60 m im Osten.

Der Tiefbau wird seiner Sohle voraussichtlich im Bereich zwischen 200 und 215 m NN haben. Details zur Planung werden im Hauptbetriebsplan geregelt.

Die Schnittvariation E-F' stellt prinzipiell die gleichen Schichtkomplexe dar. Zusätzlich ist hier jedoch ein Lockergesteinwasserstand von ca. 202 m NN im Bereich des Erdpfuhls zu erkennen.

8.3 Grundwasserneubildung

Nach den Untersuchungen der IHU GmbH (2003) sowie den Literaturangaben ist bei den gegenwärtigen ungestörten Verhältnissen im langjährigen Mittel mit einer Grundwasserneubildung von mindestens 2,2 l/s bzw. 190 m³/d oder 4,0 l/(s · km²) zu rechnen.

Nach dem NIBIS-Kartenserver des LBEG wurde zur Grundwasserneubildung (s. Kapitel 8) für den größten Teil des Betrachtungsgebietes eine Grundwasserneubildungsrate von < 51 mm/a bzw. < 1,6 l/(s · km²) angegeben. Nur für einen kleinen Teilbereich wird eine Grundwasserneubildung von 51 – 100 mm/a bzw. 1,6 – 3,2 l/(s · km²) ausgewiesen.

Deshalb wird vorgeschlagen, die Modellierung zur Absicherung der Aussagen mit einer Grundwasserneubildung von ca. 4,0 l/(s · km²) zu beginnen. Sollte mit dieser Rate keine Anpassung an die gemessenen Wasserspiegel möglich sein, kann die Neubildung reduziert werden.

9 Zusammenfassung

Auf Grundlage der verfügbaren geologischen Daten und Unterlagen wurde eine hydrogeologische Darstellung des Ausgangszustandes vorgenommen und die Verbreitung von geologischen Barrieren für den Endzustand des geplanten Gipsabbaus Lüthorst-Portenhagen betrachtet.

In Auswertung des Kenntnisstandes und der hydrogeologischen Bewertung ist davon auszugehen, dass die an das Gipsvorkommen und den geplanten Tagebau im Prognoseendzustand direkt angrenzenden Festgesteine Durchlässigkeiten (k_f -Werte) von $< 1 \cdot 10^{-8}$ m/s aufweisen und somit geologische Barrieren darstellen. Der Obere Muschelkalk wird zum Großteil durch den Abbau ausgeräumt, wobei für die lokal verbleibenden Vertikalabschnitte dieses Deckgebirgskomplexes von einem k_f -Wert von ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s auszugehen ist.

Der Gipsverband stellt nach den geohydraulischen Parametern aus Pumpversuchsergebnissen in den oberen Hangendbereichen einen Grundwasserhemmer mit schwach durchlässigen bis lokal durchlässigen Zonen dar. Für die unteren Liegendabschnitte des Gipses ist von Grundwasser-Nichtleiter-Eigenschaften auszugehen, da es sich nach der hydrogeologischen Annahme um einen kompakten Gesteinsverband ohne wasserwegsame Klüftung handelt, bei dem die Gebirgsdurchlässigkeit in etwa der Gesteinsdurchlässigkeit entspricht.

Die meist bindigen, tertiären und quartären Deckschichten zeichnen sich durch k_f -Werte in der Größenordnung von ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s aus und stellen somit als schwach durchlässige Zone gleichermaßen einen Grundwasserhemmer dar.

Die hydrogeologische Bewertung für den Ausgangs- und Endzustand sowie die im Ergebnis abgeleiteten geohydraulischen Parameter stellen eine Grundlage für ergänzende Berechnungen mittels 2D-Vertikalschnittmodellen und die numerische Grundwassermodellierung zur prognostischen Betrachtung der bergbaulichen Wasserhaltung dar.

IHU GmbH

20. 03. 2014

gez. Dr. A. Schroeter
Geschäftsführer

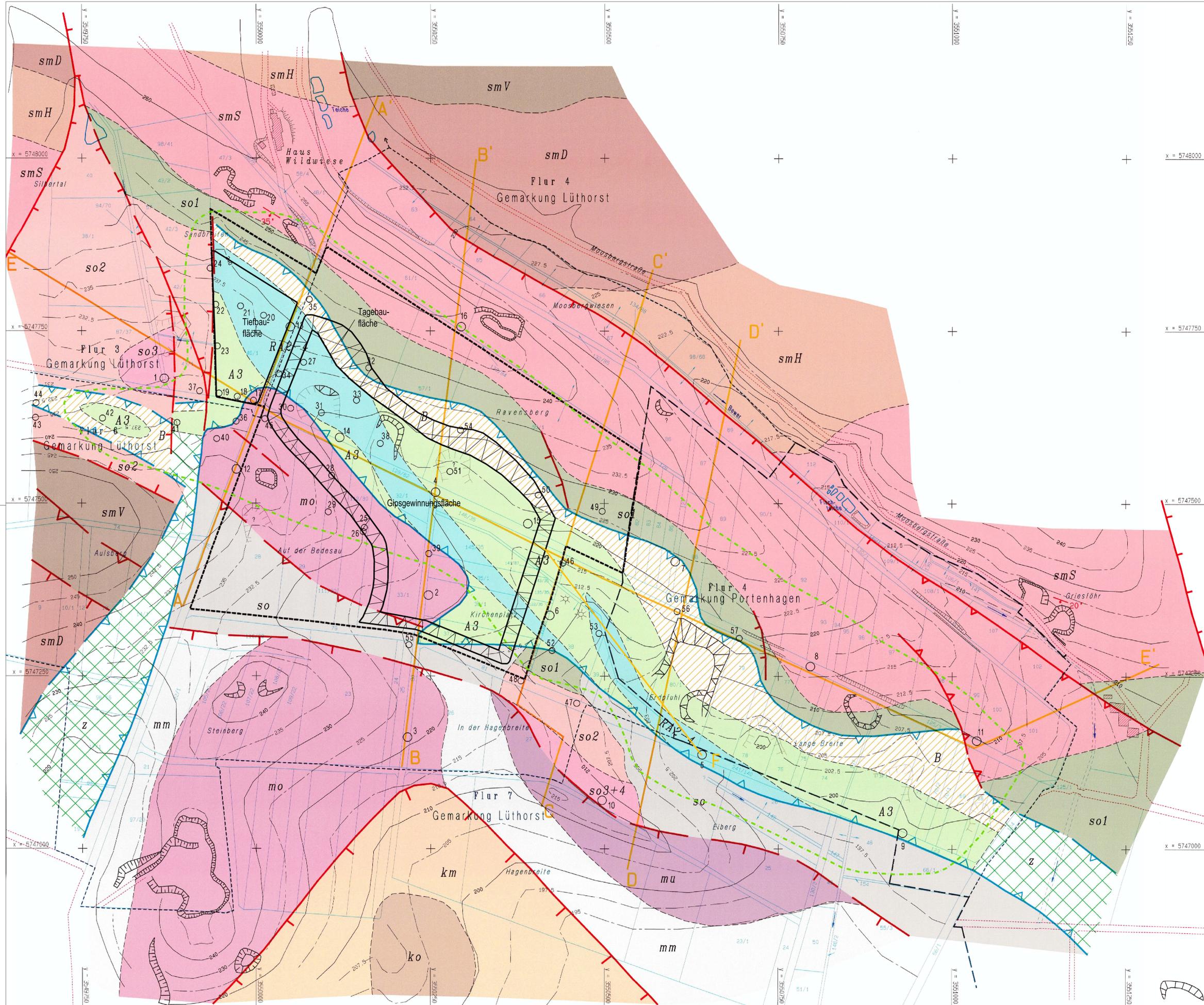
10 Literatur- und Quellenverzeichnis

- BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993): Lehrbuch der Hydrogeologie – Band 3: Geohydraulik – 3. Auflage, Gebrüder Bornträger Verlag, Berlin, Stuttgart 1993.
- CASTANY, G. (1963): Traité pratique des eaux souterraines, Verlag Dunod, Paris 1963.
- DAVIS, S. N. und DE WIESE, R. J. M. (1967): Hydrogeology, Verlag John Wiley & Sons, New York, 1993.
- HEATH, K.-H. (1965): Einführung in die Grundwasserhydrologie, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1988.
- HEITFELD, R. C. (1988): Hydro- und baugelogeische Untersuchungen über die Durchlässigkeit des Untergrundes an Talsperren des Sauerlandes, Verlag Aachen, 1965.
- HÖLTING, B. & COLDEWEY, W. G. (2009): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie – 7. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2009.
- IHU GmbH (2003): Hydrogeologisches Kurzgutachten zu dem geplanten Gipstagebau Lüthorst, IHU GmbH, Nordhausen 2/2003.
- IHU GmbH (2004): Ergänzung zum hydrogeologischen Kurzgutachten vom Februar 2003 unter Einbeziehung eines weiteren Beobachtungsjahres, IHU GmbH, Nordhausen 8/2004.
- JORDAN, H. & WEDER, H.-J. (1988): Hydrogeologie – 1. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1988.
- KÖLLING & TESCH (2012): Rahmenbetriebsplan zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen – Antragsunterlagen zum bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung für den Abbau von Gips nach § 52 Abs. 2a BBergG, Kölling & Tesch Umweltplanung, Bremen 11/2012.
- KÖLLING & TESCH (2013): Umweltverträglichkeitsstudie zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen, Kölling & Tesch Umweltplanung, Bremen 2/2013.
- KÖLLING & TESCH (2013): Allgemeinverständliche Zusammenfassung zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen, Kölling & Tesch Umweltplanung, Bremen 2/2013.
- LANGGUTH, H.-R. & VOIGT, R. (1980): Hydrogeologische Methoden – 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980.
- LBEG (2013): Bitte um Stellungnahme bzgl. hydraulischer Wirksamkeit der hydrogeologischen Barriere – Gipsabbau der Fa. Knauf in Lüthorst, Landkreis Northeim (Email von Frau Matthias vom 16. 12. 2013), Hannover 12/2013.

MATTHESS, G. & UBELL, K. (1983): Lehrbuch der Hydrogeologie – Band 1: Allgemeine Hydrogeologie, Grundwasserhaushalt – 1. Auflage, Gebrüder Bornträger Verlag, Berlin, Stuttgart 1983.

NLFB (2001): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Blatt 4124 Dassel inkl. Erläuterungen, NLfB, Hannover 2001.

- DIN 18130, Teil 1 – Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche (5/1998)
- Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie (nach Lexikon der Geowissenschaften, Band 1-6 – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2000/2001)
- Schichtenverzeichnisse und Ausbaudaten zu den GWM 1-10 der Knauf Gips KG im Umfeld des geplanten Gipsabbaus Lüthorst-Portenhagen
- Schichtenverzeichnisse der Erkundungsbohrungen der Knauf Gips KG im Umfeld des geplanten Gipsabbaus Lüthorst-Portenhagen
- Ergebnisprotokoll des Besprechungstermins zur Überarbeitung des hydrogeologischen Kurzgutachtens 2003/2004 (Bearbeiter IHU) vom 29. 01. 2014 (Email Fa. Kölling & Tesch Umweltplanung/H. T. Koch vom 30. 01. 2014)
- Besprechung zum Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung am 10. 12. 2013 beim LBEG (Ergebnisvermerk LBEG vom 21. 01. 2014, Blatt 1 – 3)
- NIBIS-Kartenserver des LBEG – Internetadresse: <http://nibis.lbeg.de> (Recherche am 25. 2. 2014)
- Bedarfsliste zu Daten der Knauf Gips KG aus der UVS Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen – Status 01/2014 (IHU, Stand 31. 01. 2014)
- Anschreiben der IHU an die Knauf Gips KG vom 31. 01. 2014 (2 Blatt) mit Aufgabenstellung (Blatt 1 – 3) gemäß Email vom 03. 02. 2014

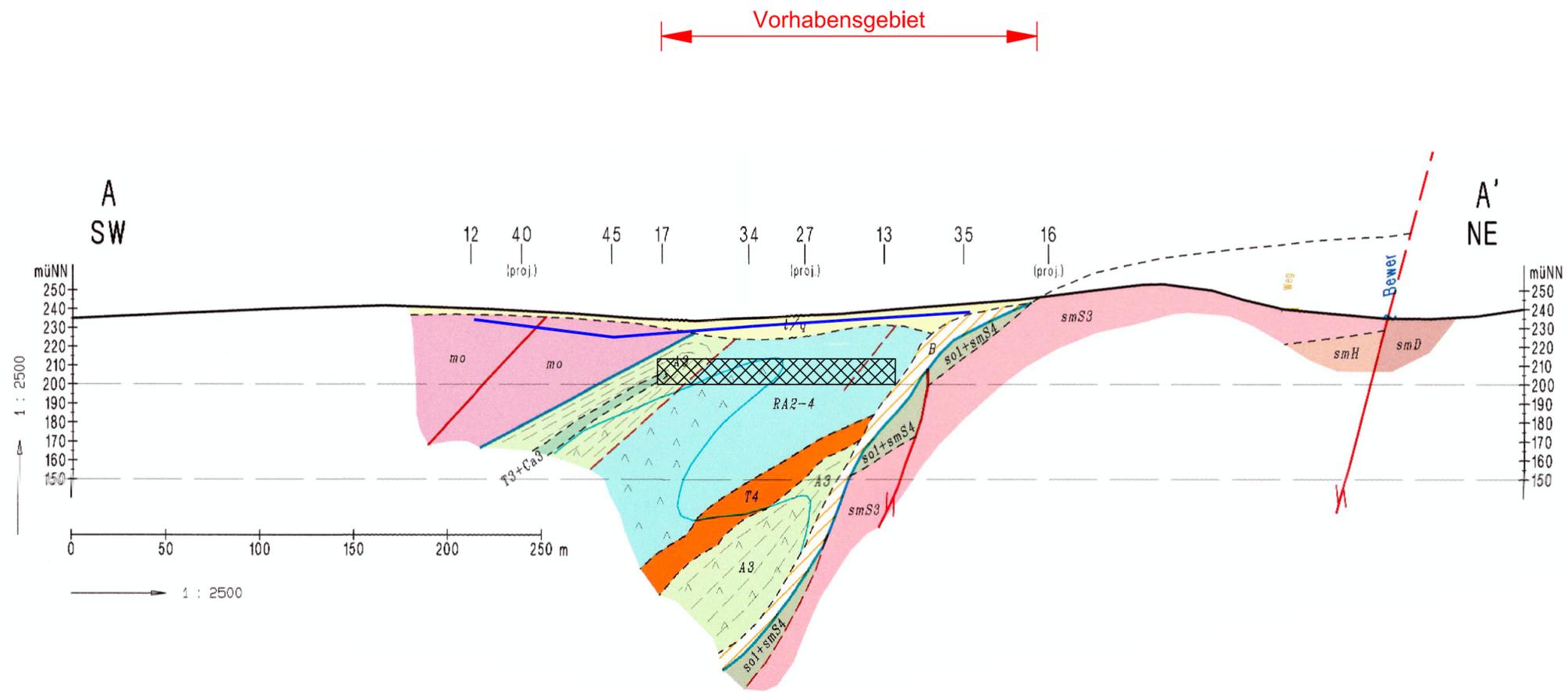


- ### Legende
- Verbreitung Tertiär / Quartär (aus Schnitten und Erkundungsbohrungen konstruiert)
 - Oberer Keuper
 - Mittlerer Keuper
 - Unterer Keuper (nur außerhalb Darstellung)
 - Oberer Muschelkalk
 - Mittlerer Muschelkalk
 - Unterer Muschelkalk
 - Röt 3+4
 - Röt 2
 - Röt 1 (mit tonigen Grenzschichten smS4)
 - Röt, ungliedert
 - Solling-Folge (Bausandstein, u.a.)
 - Hardegsen-Folge
 - Detfurth-Folge
 - Volpriehausen-Folge
 - Überschiebungsbekzie
 - Roter Salztou
 - Hauptanhydritgips, ^ Anhydritfazies
 - Grauer Salztou und Plattendolomit
 - Residualanhydritgips, ^ Anhydritfazies
 - Zechsteinsalinare, ungliedert
- 57 Bohransatzpunkt
 - 35° Streichen/Fallen
 - Tektonik (Abschiebung)
 - Überschiebung
 - Störung, Verwerfung
 - Grenze Zechsteinsalinare, Überschiebungsbahn
 - Profilschnitte, s. Karte 4
 - Vorhabensgebiet
- geplante Abbaubereiche
- Tiefbaufläche
 - Oberkante Böschungsbereich in den Deckschichten
 - Gipsgewinnungsfläche im Tagebau

Kartengrundlage: Karte 3 Geologie (Tertiär und Quartär abgedeckt)
 aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen (2013)

Anlage: 1

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: Knauf Gips KG Am Bahnhof 7 97346 Iphofen | |
| Auftragnehmer: Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | |
| Projekt: Hydrogeologisches Kurzgutachten zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen - Aktualisierung 2014 - | |
| Abgedeckte geologische Karte mit geplantem Abbaubereich | |
| Herausgeber: IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | Maßstab: 1 : 2.500 |
| Projekt - Nr.: 20130241 | Projektleiter: Dr. A. Schroeter |
| Redaktion/Stand: 02/2014 | Autor - Thematik: U. Teichmüller |
| Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf Gips KG 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014 | Zeichner: S. Jäger Qualitätskontrolle: U. Teichmüller Zeichnungs-Nr.: CAD 1410241 |
| Topographische Grundlagen: - | Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzrechtsvermerk DIN 34. Verdrückungen, Nachdruck, Vervielfältigung und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. |



Legende

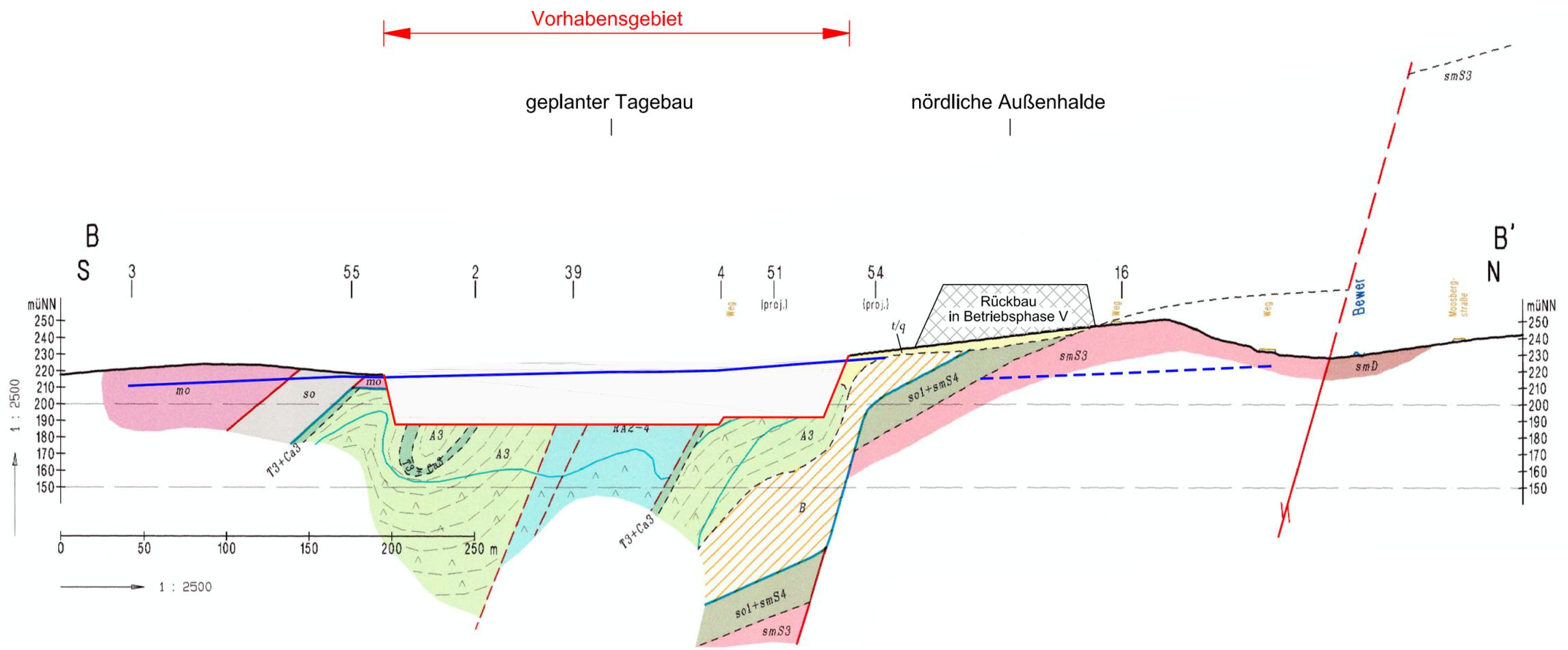
Geologische Einheiten siehe Anlage 1

- Wasserspiegel im Auslaugungstal vor Beginn des Abbaus
- XXXXXX geplanter Tiefbau

Kartengrundlage: Karte 4 Geologische Profilschnitte
aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen (2013)

Anlage: 2.1

| | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| Auftraggeber: | |  Knauf Gips KG Am Bahnhof 7 97346 Iphofen | |
| Auftragnehmer: | | Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH  | |
| Projekt: Hydrogeologisches Kurzgutachten zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen - Aktualisierung 2014 - | | | |
| <h2>Schnitt A - A'</h2> | | | |
| Herausgeber: IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | | Maßstab: 1 : 2.500 | |
| Projekt - Nr.: 20130241 | | Projektleiter: Dr. A. Schroeter | |
| Redaktion/Stand: 02/2014 | | Autor - Thematik: U. Teichmüller | |
| Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014 | | Zeichner: S. Ehrhardt | Qualitätskontrolle: U. Teichmüller |
| Topographische Grundlagen: - | | Zeichngs.-Nr.: CAD 14/02/035 | |
| Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzrechtsvermerk DIN 34. Veröffentlichungen, Nachdrucke, Verwertung und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. | | | |



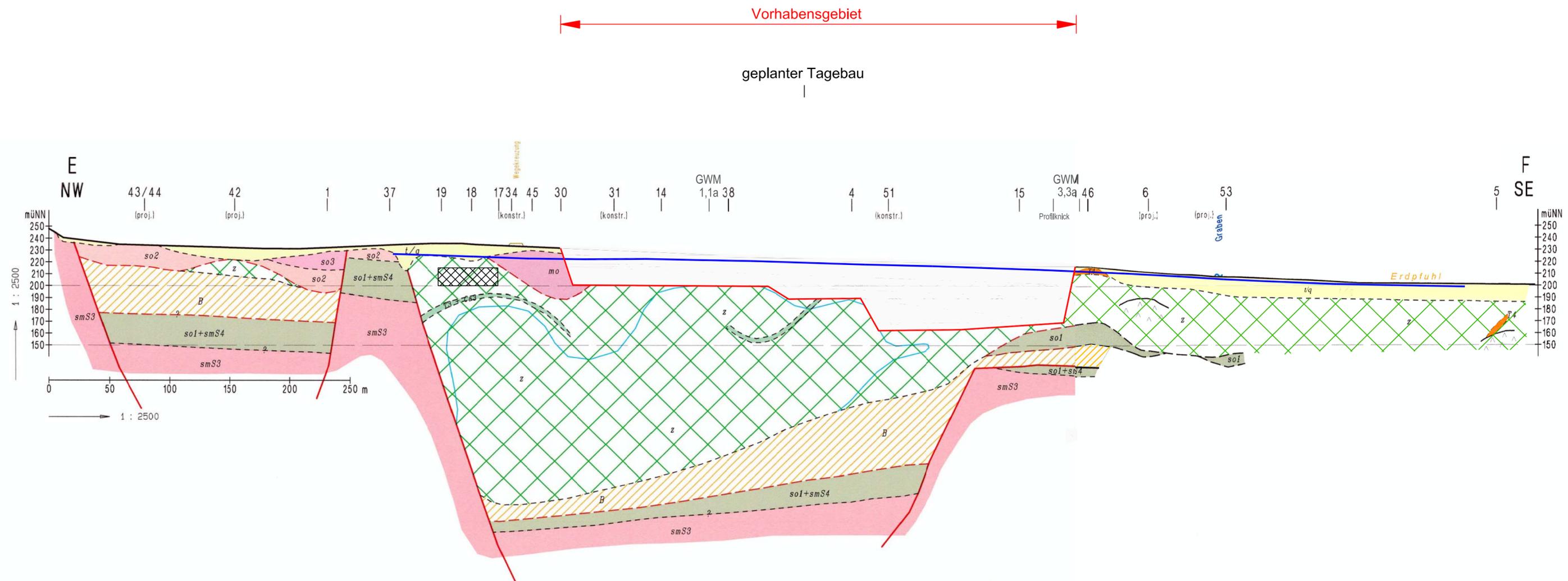
Legende

- Geologische Einheiten siehe Anlage 1
- Wasserspiegel im Auslaugungstal vor Beginn des Abbaus
- - - Wasserspiegel Bausandstein
- - - schematische Kontur geplanter Tagebau

Kartengrundlage: Karte 4 Geologische Profilschnitte aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen (2013)

Anlage: 2.2

| | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| Auftraggeber: | | Knauf Gips KG Am Bahnhof 7 97346 Iphofen | |
| Auftragnehmer: | | Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | |
| Projekt: Hydrogeologisches Kurzgutachten zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen - Aktualisierung 2014 - | | | |
| Schnitt B - B' | | | |
| Herausgeber: IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | | Maßstab: 1 : 2.500 | |
| Projekt - Nr.: 20130241 | | Projektleiter: Dr. A. Schroeter | |
| Redaktion/Stand: 02/2014 | | Autor - Thematik: U. Teichmüller | |
| Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014 | | Zeichner: S. Ehrhardt | Qualitätskontrolle: U. Teichmüller |
| Topographische Grundlagen: - | | Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzrechtsvermerk DIN 34. Veröffentlichungen, Nachdrucke, Verwertung und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. | |
| Zeichngs.-Nr.: CAD 14/02/036 | | | |

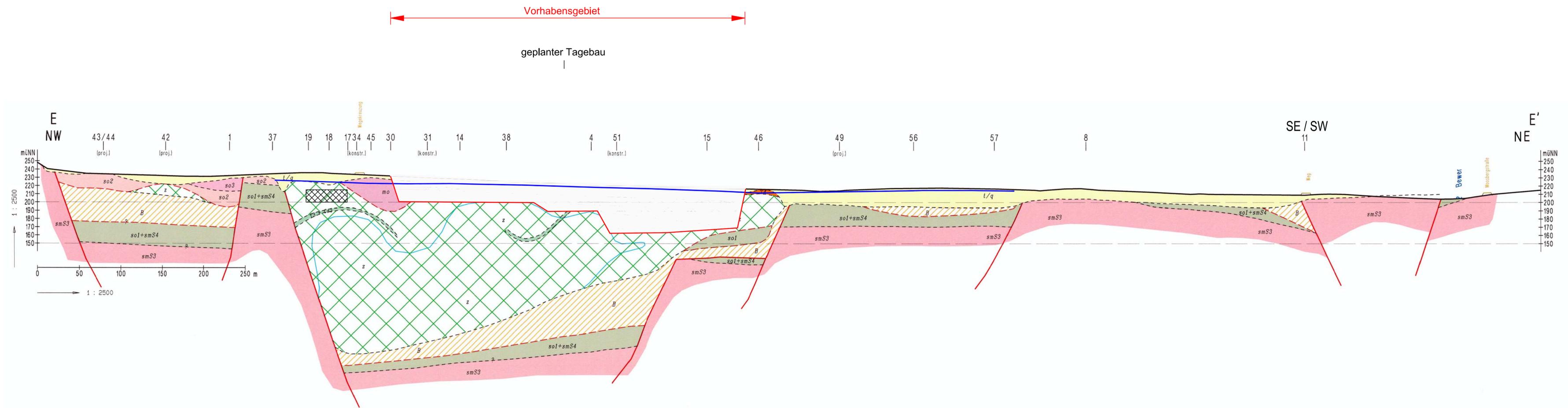


- Legende**
- Wasserspiegel im Auslaugungstal vor Beginn des Abbaus
 - XXXXXX geplanter Tiefbau
 - schematische Kontur geplanter Tagebau

Kartengrundlage: Karte 4 Geologische Profilschnitte
aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen (2013)

Anlage: 2.4

| | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| Auftraggeber: | | Knauf Gips KG Am Bahnhof 7 97346 Iphofen | |
| Auftragnehmer: | | Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | |
| Projekt: Hydrogeologisches Kurzgutachten zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen - Aktualisierung 2014 - | | | |
| Schnitt E - F' | | | |
| Herausgeber: IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | | Maßstab: 1 : 2.500 | |
| Projekt - Nr.: 20130241 | | Projektleiter: Dr. A. Schroeter | |
| Redaktion/Stand: 02/2014 | | Autor - Thematik: U. Teichmüller | |
| Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014 | | Zeichner: S. Ehrhardt | Qualitätskontrolle: U. Teichmüller |
| Topographische Grundlagen: - | | Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzrechtsvermerk DIN 34. Veröffentlichungen, Nachdrucke, Verwertung und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. | |
| Zeichngs.-Nr.: CAD 14/02/039 | | | |



- Legende**
- Geologische Einheiten siehe Anlage 1
- Wasserspiegel im Auslaugungstal vor Beginn des Abbaus
 - XXXXXX geplanter Tiefbau
 - schematische Kontur geplanter Tagebau

Kartengrundlage: Karte 4 Geologische Profilschnitte aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen (2013)

Anlage: 2.3

Auftraggeber:

KNAUF Knauf Gips KG
Am Bahnhof 7
97346 Iphofen

Auftragnehmer:

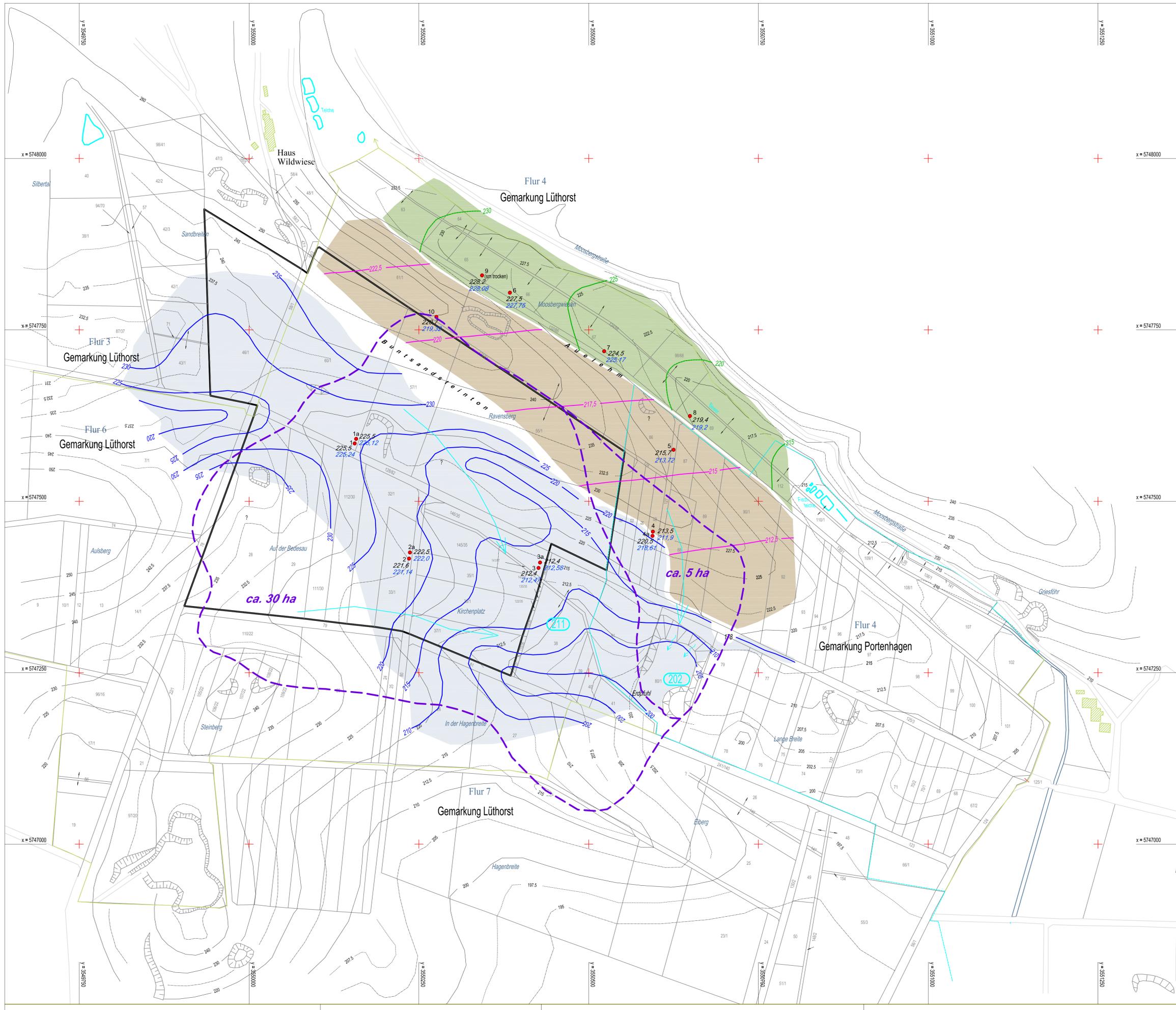
Gesellschaft für Ingenieur-,
Hydro- und Umweltgeologie mbH **IHU**

Projekt:

**Hydrogeologisches Kurzgutachten
zum geplanten Gipsabbau Lüthorst-Portenhagen
- Aktualisierung 2014 -**

Schnitt E - E'

| | |
|--|---|
| Herausgeber: IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH | Maßstab: 1 : 2.500 |
| Projekt - Nr.: 20130241 | Projektleiter: Dr. A. Schroeter |
| Redaktion/Stand: 02/2014 | Autor - Thematik: U. Teichmüller |
| Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014 | Zeichner: S. Ehrhardt Qualitätskontrolle: U. Teichmüller Zeichngs.-Nr.: CAD 14/02/037 |
| Topographische Grundlagen: - | Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzrechtsvermerk DIN 34. Veröffentlichungen, Nachdrucke, Vervielfältigungen und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. |



- Legende**
- Grundwassermeßstellen 1-10
 - 1- 8 Mittelwerte 2002-2003 in mNN
 - 9 Mittelwerte 2007-2008 in mNN
 - 4, 5, 10 Werte Dezember 2008 in mNN
 - 1-10 Werte Juni 2012 in mNN
- 202 Oberflächenwasserniveau (Quellsumpf/Erdfpuhl) in mNN

- 225 Hydroisohypsen im Bewertal in mNN (Auelehms/Verwitterungshorizont sm)
 - 230 Hydroisohypsen im Auslaugungstal in mNN (Tertiär/Gips)
 - 215 Hydroisohypsen im Bereich Ravensberg in mNN (Buntsandstein)
- Ober- und unterirdische Wassereinzugsgebiete
- Richtung Abfluss
 - ↙ Sickerwasserzutritte Erdfpuhl
 - Vorhabensgebiet

Kartengrundlage: Karte 5: Grundwassersituation aus Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau Luthorst-Portenhagen (2013) **Anlage: 3**

| | |
|--|---|
| <p>Auftraggeber:</p> <p style="text-align: right;">KNAUF Knauf Gips KG Am Bahnhof 7 97346 Iphofen</p> | |
| <p>Auftragnehmer:</p> <p style="text-align: center;">Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH IHU</p> | |
| <p>Projekt:</p> <p style="text-align: center;">Hydrogeologisches Kurzugutachten zum geplanten Gipsabbau Luthorst-Portenhagen - Aktualisierung 2014 -</p> | |
| <p>Hydroisohypsenplan</p> | |
| <p>Herausgeber:</p> <p>IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH</p> | <p>Maßstab: 1 : 2.500</p> |
| <p>Projekt - Nr.: 20130241</p> | <p>Projektleiter: Dr. A. Schroeter</p> |
| <p>Redaktion/Stand: 02/2014</p> | <p>Autor - Thematik: U. Teichmüller</p> |
| <p>Grundlage(n)/Quelle(n) Thematik: Knauf Gips KG 2012/2013; IHU GmbH, 02/2014</p> | <p>Zeichner: S. Jäger</p> <p>Qualitätskontrolle: U. Teichmüller</p> <p style="text-align: right;">Zeichnungs-Nr.: CAD 145242</p> |
| <p>Topographische Grundlagen:</p> | |
| <p>Bemerkung: Diese Karte ist urheberrechtlich und gesetzlich geschützt. Es gilt der Schutzvermerk DIN 34. Vervielfältigungen, Nachdrucke, Verwertung und sonstige Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig.</p> | |

**Kurzbericht
für die
KNAUF GIPS KG**

**Rahmenbetriebsplan und Umweltverträglichkeitsstudie Gipsabbau
Lüthorst - Portenhagen, Antragsunterlagen PFV
- Hydrogeologisches Gutachten -
Aktualisierung 2014**

Teilbericht 1:

Hydrogeologische Bewertung der geologischen Barrieren

Anlage 4: Detaillierte Angaben zur Ausbildung der umliegenden Schichtverbände

Deckgebirge mit Tertiär und Quartär (t / q)

- Bereich Auslaugungstal und Ravensberg

Tertiär und Quartär überlagern sowohl das Auslaugungstal mit der Gipslagerstätte als auch teilweise den Mittleren Buntsandstein am Ravensberg (s. Schnitte A-A', B-B' und E-E'), wobei in Richtung Ravensberg die Lockergesteinsmächtigkeiten stark abnehmen bzw. reliefbedingt stark schwanken. Dominant sind im Auslaugungstal die tertiären Sedimente.

Nach den Bohrerergebnissen der vorhandenen GWM 1-4 im Auslaugungstal besteht das Lockergestein vorwiegend aus sandigen Schluffen bis Tonen, östlich des Vorhabensgebietes wurde auch Hangschutt (ohne detaillierte Beschreibung im Schichtenverzeichnis) erbohrt. Dieser wird nach der GK 4124 als Fließerde beschrieben, welche eine Mischung aus Ton bis Kies darstellt. Die zahlreichen Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf trafen das Lockergestein i. d. R. als Ton oder als sandigen Ton an. Nach IHU (2003) wird das Lockergestein als überwiegend lehmig-tonig charakterisiert. Bekannt sind jedoch lokal auch sandige Bildungen, welche z. T. auch in historischen Zeiten abgebaut wurden (z. B. Erdpfuhl). Die geologische Karte dokumentiert die quartären Schichten im Vorhabensgebiet als Löß und Torf und das Tertiär (oberes Oligozän) allgemein als Schluff bis Sand. Das Lockergestein wie Löß und Fließerden wird im Kapitel 6.3 der Erläuterungen zur GK 4124 als Grundwassergeringleiter bezeichnet.

Eine Abschätzung der Verbreitung der tertiären und quartären Sedimente im Bereich des Auslaugungstales und seiner näheren Umgebung wird in Anlage 1 als Umgrenzungslinie dargestellt. Die Umgrenzung wurde anhand der Bohrerergebnisse der Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf Gips KG, der Schichtenverzeichnisse der Pegelbohrungen sowie der Schnitte A-A' bis E-E' bzw. E-F' festgelegt.

Das Lockergestein wird mit den Böschungen des Tagebaus in den Deckschichten angeschnitten und innerhalb des Tagebaus als Abraum abgebaut. Die Böschungen im Gips besitzen keinen Kontakt zum Lockergestein.

Nach BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993) lassen sich sandigem Schluff bis schluffigem Ton folgende Parameter zuordnen:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $5 \cdot 10^{-5}$ bis 10^{-8} m/s

Entwässerbare Porosität n_{eff} : 2-10 %

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „gering durchlässig“ (oder auch schwach durchlässig) mit k_f -Werten von 10^{-6} bis 10^{-8} m/s charakterisiert werden, was sich mit den o. g. Einschätzungen nach BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993) anhand der erbohrten Gesteine deckt.

Mit Hilfe der Schichtmächtigkeiten kann aus dem Durchlässigkeitsbeiwert auf die Transmissivität T geschlossen werden. Bei den angetroffenen Schichtmächtigkeiten zwischen 10 und 34 m im Zentrum des Auslaugungstales (GWM 1-4, Erkundungsbohrungen) errechnet sich daraus:

Transmissivität T : $1,7 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-7} m/s²

Für den Bereich des Ravensberges würde sich nach der Schichtmächtigkeit von nur 1 m an GWM 10 eine

Transmissivität T : $5 \cdot 10^{-5}$ bis 10^{-8} m/s²

ergeben.

Bei den im Jahr 2003 an den GWM im Gips durchgeführten Pumpversuchen an den GWM-Standorten 1 und 3 reagierte der Wasserspiegel in den benachbarten GWM, die im überlagernden Lockergestein ausgebaut waren, nur minimal.

Die Wasserspiegel der GWM im Gips und den benachbarten GWM im Lockergestein (GWM 1/1a sowie 3 und 3a) sind annähernd gleich.

- Bewertal

Im Bewertal sind nur minimale Quartärablagerungen vorhanden, die in den Schnitten aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit nicht mehr darstellbar waren (s. Schnitte A-A' und B-B').

Nach den Bohrergebnissen der vorhandenen GWM 6-9 besteht das Lockergestein vorwiegend aus sandigem Schluff, der durch verwittertes Festgestein (Sandstein, Tonstein) unterlagert wird.

Dieses Lockergestein besitzt keinen Kontakt mit den Böschungen des Tagebaus.

Für den Auelehm des Bewertals wurde von VÖLKER im Laborversuch ein

Durchlässigkeitsbeiwert k_f von 10^{-7} m/s ermittelt (UVS, 2013).

Nach BUSCH, LUCKNER und TIEMER (1993) lassen sich sandigem Schluff die folgenden Parameter zuordnen:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $5 \cdot 10^{-5}$ bis 10^{-6} m/s

Entwässerbare Porosität n_{eff} : 5-10 %

Der Durchlässigkeitsbeiwert aus dem Laborversuch liegt etwas unter diesen theoretisch aus der Literatur ermittelten Parametern, dem Laborversuch soll aufgrund der höheren Repräsentanz der Vorzug gegeben werden.

Mit Hilfe der Schichtmächtigkeiten kann aus diesem Durchlässigkeitsbeiwert bei den angetroffenen Schichtmächtigkeiten zwischen 1, 2 und 3 m an den GWM 6-9 eine

Transmissivität T von $1 - 3 \cdot 10^{-7}$ m/s²

abgeschätzt werden.

Oberer Muschelkalk (mo)

Der Obere Muschelkalk lagert als Deckgebirgsscholle auf dem südlichen Teil der Lagerstätte und wird in den Abbau einbezogen. (s. Schnitt B-B'). Es verbleibt nur ein Teil des Muschelkalkes außerhalb des Abbaubereiches (s. Anlage 1).

Auch der Muschelkalk wird mit den Böschungen des Tagebaus in den Deckschichten angeschnitten. Er überlagert im Südteil des geplanten Abbaus direkt den abzubauenen Gips (s. Schnitt B-B') und wird zum Großteil mit abgebaut.

Nach den Bohrergebnissen der vorhandenen GWM 2 und 2a besteht der Muschelkalk aus Mergelstein. Die im Bereich der Muschelkalkscholle im Süden des geplanten Gipsabbaus gelegenen Erkundungsbohrungen trafen den Muschelkalk meist als Kalkstein und Tonstein an. In der GK 4124 werden für den Oberen Muschelkalk Kalkstein und Mergelstein als typische Gesteine beschrieben. Ihr Wasserleitvermögen wird als mittel bis groß eingeschätzt.

Ein Wasserleitvermögen von mittel bis groß kann auch als „durchlässig bis stark durchlässig“ angesehen werden, wobei dabei die Kalksteine den wesentlichen Beitrag zur guten Wasserführung leisten. Damit ließe sich nach DIN 18130 Teil 1 folgender k_f -Wert zuordnen:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-2} bis 10^{-6} m/s

Bei den im Jahr 2003 an der GWM im Gips und dem unteren Bereich des Mergelsteins des Oberen Muschelkalks durchgeführten Pumpversuch (GWM 2) war die Bohrung nach 15 Minuten bei einer Absenkung von 16,5 m leergepumpt. Der Wasserspiegel der direkt benachbarten GWM 2a, die im oberen Teil des Mergelsteins ausgebaut war, zeigte eine Absenkung von 1 cm in dieser Zeit. Dies spricht dafür, dass am konkreten Standort eher eine geringe Durchlässigkeit vorliegt, was die Ausbildung als Mergelstein (kalkhaltiger Tonstein) belegt. Ein schwach durchlässiges Gestein wird nach DIN 18130 Teil 1 mit Durchlässigkeiten von 10^{-6} bis 10^{-8} m/s eingeschätzt.

Die Wasserspiegel der GWM im Gips/Mergelstein (unterer Teil des mo) und der benachbarten GWM im oberen Teil des Mergelsteins (GWM 2 und 2a) zeigen seit Beobachtungsbeginn eine Differenz der Wasserspiegel von ca. 0,9 m, wobei der hangende Wasserstand der höhere ist. Auch dies spricht eher für eine geringe Durchlässigkeit.

Wie vorn erläutert, kann man mit Hilfe der Schichtmächtigkeiten kann aus dem Durchlässigkeitsbeiwert auf die Transmissivität T schließen. Bei den angetroffenen Schichtmächtigkeiten von durchschnittlich ca. 20 m (s. Schnitt B-B') ergibt sich unter Ansatz der oben erläuterten geringen Durchlässigkeit:

Transmissivität T: $2 \cdot 10^{-5}$ bis $2 \cdot 10^{-7}$ m/s²

Nach HEATH (1988) wird für Kalkstein folgende entwässerbare Porosität benannt:

Entwässerbare Porosität n_{eff} : 18 %

Für Ton- und Mergelstein werden nach verschiedenen Literaturquellen nutzbare Porositäten zwischen 0 und 13 % aufgeführt (CASTANY (1963), DAVIS & DE WIEST (1967), HEITFELD (1965)).

Röt 3 (so3)

Die Schichten des Röt 3 stehen nie im direkten Kontakt mit dem Abbauvorhaben, sind aber im Schnitte E-E' westlich des Tiefbaubereiches zu erkennen.

Die Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf Nr. 1 und 10 trafen den Röt 3 als Ton und Tonstein an. Nach der GK 4124 wird der Röt 3 als Tonstein beschrieben. Dem Röt wird insgesamt nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte eine geringes bis sehr geringes Wasserleitvermögen attestiert.

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „gering oder sehr gering durchlässig“ (oder auch schwach bis sehr schwach durchlässig) folgende Durchlässigkeit zugeordnet werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s

Es wird davon ausgegangen, dass das Festgestein keine Klüftung aufweist. Daher könnte auch für Tonstein der nach HÖLTING & COLDEWEY (2009) angesetzte

Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $< 10^{-9}$ m/s

zum Ansatz kommen, da ein verfestigter Tonstein ohne Klüftung mindestens den gleichen Durchlässigkeitsbeiwert wie Ton aufweisen muss.

Nach dem Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften – Professur für Angewandte Geologie - wird ungeklüfteten Tonsteinen ein k_f -Wert von $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s zugewiesen.

MATTHESS & UBELL (1983) ordnen Ton- und Schluffsteinen Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s zu.

Dies deckt sich prinzipiell mit den oben nach DIN 18 130 abgeleiteten Daten.

Mit Hilfe der aus der Erkundungsbohrung 1 entnommenen Schichtmächtigkeit von 19 m errechnet sich daraus:

Transmissivität T: $1,9 \cdot 10^{-5}$ bis ca. 10^{-8} m/s²

Für Ton- und Mergelstein werden nach verschiedenen Literaturquellen nutzbare Porositäten zwischen 0 und 13 % aufgeführt (CASTANY (1963), DAVIS & DE WIEST (1967), HEITFELD (1965)).

Röt 2 (so2)

Die Schichten des Röt 2 haben ebenfalls nie einen direkten Kontakt mit dem Abbauvorhaben, sind aber im Schnitt E-E' westlich des Tiefbaubereiches zu erkennen und stehen auch nahe der Südostecke des geplanten Tagebaus an.

Der Röt 2 wurde an verschiedenen Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf durchgängig als Ton/Tonstein erbohrt. Nach der GK 4124 werden die Gesteine des Röt 2 als Tonstein, Anhydrit und Gips beschrieben. Dem Röt wird insgesamt, wie oben erwähnt, nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte eine geringes bis sehr geringes Wasserleitvermögen zugeschrieben.

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „gering oder sehr gering durchlässig“ (oder auch schwach bis sehr schwach durchlässig) folgende Durchlässigkeit zugeordnet werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s

Die beim Röt 3 aufgeführten k_f -Werte für Tonstein nach HÖLTING & COLDEWEY (2009) von $< 10^{-9}$ m/s, nach dem Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften von $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s und MATTHESS & UBELL (1983) ca. $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s decken sich prinzipiell mit den oben nach DIN 18 130 abgeleiteten Daten.

Im Bereich des geplanten Tagebaus wurden bei Pumpversuchen im obersten Bereich des Gipses k_f -Werte von 3 bis $7 \cdot 10^{-6}$ m/s bestimmt (GWM 1 und 3). Für Anhydrit oder Gips wurden in der Literatur keine Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt.

Mit Hilfe der aus dem Schnitt E-E' entnommenen Schichtmächtigkeit direkt westlich des Tiefbaus von ca. 10 m errechnet sich aus den k_f -Werten nach DIN 18 130:

Transmissivität T: $1 \cdot 10^{-5}$ bis ca. 10^{-7} m/s²

Für Ton- und Mergelstein werden nach den o. g. verschiedenen Literaturquellen nutzbare Porositäten zwischen 0 und 13 % aufgeführt. Für Anhydrit und Gips liegen keine derartigen Angaben in der Literatur vor. Es wurden für Gips nur Gesamtporositäten unter 4,8 % angegeben. Die entwässerbare Porosität liegt jedoch i. d. R. weit darunter, da nur miteinander verbundene Poren entwässerbar sind.

Röt 1 (so1) mit tonigen Grenzschichten (smS4 bzw. smS(T))

Die Sedimente des Röt 1 sowie der tonigen Grenzschichten stehen sowohl nördlich als auch südöstlich des geplanten Tagebaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Röt und tonige Grenzschichten werden durch den Tagebau nicht angeschnitten. Die Einblendung der Tagebaukontur mit den Böschungsbereichen im Deckgebirge täuscht einen lokalen Anschnitt der Schichtfolge vor, der jedoch nur dadurch entsteht, dass das Lockergestein in dieser Karte nur als Kontur dargestellt wird. Die Schnitte A-A' und B-B' dokumentieren, dass kein Anschnitt dieser Schichten erfolgen wird.

An den Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf wurde der Röt 1 als Ton bzw. Tonstein z. T. mit Gipseinschaltungen angetroffen. Die tonigen Grenzschichten wurden als Ton/Tonstein mit gelegentlichen sandigen Beimengungen erbohrt. An GWM 4/4a wurde Tonstein angetroffen. Nach der GK 4124 werden die Gesteine des Röt 1 als Tonstein, Anhydrit und Gips und die tonigen Grenzschichten als Tonstein charakterisiert. Nach der UVS (KÖLLING & TESCH Umweltplanung, 2013) werden die Schichten als Ton- und Schluffsteine beschrieben.

Dem Röt wird insgesamt, wie schon mehrfach erwähnt, nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte eine geringes bis sehr geringes Wasserleitvermögen zugeschrieben. Für die tonigen Grenzschichten existiert keine separate Einschätzung in den Erläuterungen zur Geologischen Karte 4124.

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „gering oder sehr gering durchlässig“ (oder auch schwach bis sehr schwach durchlässig) folgende Durchlässigkeit zugeordnet werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s

Die schon beim Röt 2 und 3 aufgeführten k_f -Werte für Tonstein nach HÖLTING & COLDEWEY (2009) von $< 10^{-9}$ m/s, nach dem Vorlesungsmaterial der TU Dresden/Institut für Geowissenschaften von $1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s und MATTHESS & UBELL (1983) von ca. $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s decken sich prinzipiell mit den oben nach DIN 18 130 abgeleiteten Daten.

Im Bereich des geplanten Tagebaus wurden, wie oben erwähnt, bei Pumpversuchen im obersten Bereich des Gipses k_f -Werte von 3 bis $7 \cdot 10^{-8}$ m/s bestimmt. Für Anhydrit oder Gips wurden in der Literatur keine Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt.

Mit Hilfe der aus den Schnitten A-A' und B-B' entnommenen Schichtmächtigkeiten zwischen ca. 10 und 20 m errechnet sich aus den k_f -Werten nach DIN 18 130:

Transmissivität T: $2 \cdot 10^{-5}$ bis ca. 10^{-7} m/s²

Für Ton- und Mergelstein werden (wie ebenfalls schon erwähnt) nach verschiedenen Literaturquellen nutzbare Porositäten zwischen 0 und 13 %. Für Anhydrit und Gips liegen keine der-

artigen Angaben in der Literatur vor. Es wurden für Gips nur Gesamtporositäten unter 4,8 % angegeben. Die entwässerbare Porosität liegt jedoch, wie erwähnt, i. d. R. weit darunter.

Frau Matthias vom LBEG bestätigte mit ihrer Email vom 16. Dezember 2013, dass die hydraulische Wirksamkeit und die durchgehende Dichtigkeit der hydrogeologischen Barriere (Tonsteine des Oberen Buntsandsteins (so), der tonigen Grenzschichten (smS(T)) sowie der Überschiebungsbrekzie) gewährleistet ist, solange der geplante Abbau die genannten Schichten nicht berührt.

Röt (ungegliedert) - so

Ungegliedertes Röt steht südlich des geplanten Tagebaus an (s. Anlage 1 und Schnitt B-B' in Anlage 2).

Die in diesem Bereich befindliche Erkundungsbohrung 55 der Fa. Knauf traf Ton an. Nach der GK 4124 werden die Gesteine des ungegliederten Röts ebenfalls als Tonstein, Anhydrit und Gips charakterisiert.

Dem Röt wird insgesamt, wie schon mehrfach erwähnt, nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte ein geringes bis sehr geringes Wasserleitvermögen zugeschrieben.

Daher können die selben Durchlässigkeitsbeiwerte wie beim Röt 1-3 zum Ansatz gebracht werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-6} bis $< 10^{-8}$ m/s (nach DIN 18 130 T1)

$< 10^{-9}$ m/s (nach HÖLTING & COLDEWEY, 2009)

$1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s (nach Vorlesungsmaterial der TU Dresden)

$9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s (nach MATTHESS & UBELL, 1983).

Bei Ansatz einer Schichtmächtigkeit von ca. 30 m nach Schnitt B-B' ergibt sich bei Bezug auf die DIN 18 130 T1 eine

Transmissivität T: $3 \cdot 10^{-5}$ bis ca. $3 \cdot 10^{-7}$ m/s².

Die Angaben zu Porositäten gelten ebenso wie oben erwähnt.

Bausandstein der Solling-Folge (smS3 bzw. smS(S))

Die Solling-Folge steht am Ravensberg oberflächlich nördlich des geplanten Gipsabbaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Weiterhin ist er außerdem in größeren Tiefen anzutreffen (s. Schnittdarstellungen).

Nach den Bohrergebnissen der vorhandenen GWM 10 wurde die Solling-Folge (Bausandstein) als Feinsandstein erbohrt. Die verschiedenen Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf sowie die GWM 4 dokumentieren die Schicht durchgängig als Sandstein. Nach der GK 4124 besteht der Bausandstein aus dickbankigem Sandstein. GWM 9 im Bewertal erschloss bis 20 m Teufe trockene Ton- und Sandsteine.

Ein im Jahr 2002 durchgeführter Pumpversuch an GWM 4 zeigte erst nach 9 h eine Beharrung bei einer maximalen Absenkung von 0,4 m. Eine Auswertung des Pumpversuches liegt nicht vor. Der benachbarte Hangendpegel 4a reagierte auf den Pumpversuch im Liegendpegel mit einer Absenkung von 0,6 m.

Dem Mittleren Buntsandstein wird insgesamt nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte ein mittleres bis großes Wasserleitvermögen zugeschrieben.

Ein Wasserleitvermögen von mittel bis groß kann auch als „durchlässig bis stark durchlässig“ angesehen werden. Damit lässt sich nach DIN 18 130 Teil 1 folgender k_f -Wert zuordnen:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-2} bis 10^{-6} m/s

Nach HEATH (1988) schwankt die Durchlässigkeit von Sandstein zwischen

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $5 \cdot 10^{-6}$ bis ca. 10^{-10} m/s.

Nach MATTHESS & UBELL, 1983 kann Sandstein Durchlässigkeiten zwischen 10^{-4} bis 10^{-8} m/s aufweisen, der engere Bereich liegt jedoch für Sandsteine eher bei

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : 10^{-5} bis 10^{-6} m/s.

Für psephitisch-psammitische Gesteine (Konglomerate bis Sandsteine) werden nach (CASTANY (1963), DAVIS & DE WIEST (1967), HEITFELD (1965)) nutzbare Porositäten zwischen 0 und 32 % erwartet.

Überschiebungsbrekzie

Die Überschiebungsbrekzie steht nördlich des geplanten Gipsabbaus an (s. Anlage 1 und Schnitte A-A', B-B' und E-E' in Anlage 2). Die Brekzie selbst wird durch den Tagebau nicht angeschnitten. Die Einblendung der Tagebaukontur mit den Böschungsbereichen im Deckgebirge täuscht einen Anschnitt der Brekzie vor, der jedoch nur dadurch entsteht, dass das Lockergestein in dieser Karte nur als Kontur dargestellt wird. Die Schnitte A-A' und B-B' dokumentieren, dass kein Anschnitt der Brekzie erfolgen wird.

Die GK 4124 führt die lokale Bildung der Brekzie nicht gesondert auf, hier wird der Zechstein ausstrich inkl. der Brekzie als durchbewegter Zechstein mit Trias- und Jura-Schollen charakterisiert. Die an den Erkundungsbohrungen der Fa. Knauf erschlossenen brekziösen Bildungen

stellen Mischungen von Ton bzw. Tonstein mit Gips und Kalkstein, selten mit Sandstein dar. Nach der UVS (KÖLLING & TESCH Umweltplanung, 2013) werden die Schichten als fest verkittete Durchmischung toniger und kalkiger Bestandteile beschrieben.

Diese stark durchbewegten Karbonat- und Sulfatgesteine mit den Residualgesteinen und Triaschollen besitzen nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte ein unterschiedliches, i. A. aber sehr geringes Wasserleitvermögen.

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „sehr gering durchlässig“ (oder auch sehr schwach durchlässig) folgende Durchlässigkeit zugeordnet werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $< 10^{-8}$ m/s

Mit Hilfe der aus den Schnitten A-A' und B-B' entnommenen Schichtmächtigkeiten im oberflächennahen Bereich zwischen ca. 10 und 20 m errechnet sich aus den k_f -Werten nach DIN 18 130:

Transmissivität T: ca. $1-2 \cdot 10^{-7}$ m/s²

Angaben zu Porositäten können aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Wie schon vorn erwähnt, bestätigte Frau Matthias vom LBEG, dass die hydraulische Wirksamkeit und die durchgehende Dichtigkeit der hydrogeologischen Barriere (Tonsteine des Oberen Buntsandsteins (so), der tonigen Grenzschichten (smS(T)) sowie der Überschiebungsbrekzie) gewährleistet ist, solange der geplante Abbau die genannten Schichten nicht berührt.

Roter Salzton (T4)

Der Rote Salzton steht lokal an der Ostböschung des geplanten Gipsabbaus oberflächlich an (s. Schnitt E-E' in Anlage 2.3). Der Rote Salzton wird an dieser Stelle durch den Tagebau angeschnitten.

Die Salztone werden lt. GK 4124 als Tonsteine dargestellt. Die Erkundungsbohrung 46 der Fa. Knauf erschloss diesen Horizont als Ton.

Die Zechsteinsedimente besitzen nach Tabelle 7 der Erläuterungen zur geologischen Karte ein unterschiedliches, i. a. aber sehr geringes Wasserleitvermögen.

Nach DIN 18 130 Teil 1 kann „sehr gering durchlässig“ (oder auch sehr schwach durchlässig) folgende Durchlässigkeit zugeordnet werden:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $< 10^{-8}$ m/s

Weiterhin wurden für Ton/Tonstein folgende k_f -Werte in der Literatur angegeben:

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $9 \cdot 10^{-11}$ bis $1,9 \cdot 10^{-8}$ m/s (nach MATTHESS & UBELL, 1983)

$< 10^{-9}$ m/s (nach HÖLTING & COLDEWEY, 2009)

$1,6 \cdot 10^{-8}$ bis $7 \cdot 10^{-9}$ m/s (nach Vorlesungsmaterial der TU Dresden)

Mit Hilfe der aus der Bohrung 46 bekannten Schichtmächtigkeit von ca. 7 m errechnet sich aus dem k_f -Wert nach DIN 18 130:

Transmissivität T: ca. 10^{-8} m/s²

Angaben zu Speicherkoeffizienten (S-Wert) können aus den vorliegenden Daten generell nicht abgeleitet werden.