



## **Zusammenstellung und Bewertung der vor 1988 im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II aufgetretenen Salzlösungen und Gase**

**Verfasser:** Dr. N. Stockmann, M. Heydorn, G. Marggraf, Dr. G. Hensel

<b>Stand:</b>	<b>30.05.2003</b>
<b>Revisionsnummer:</b>	<b>02</b>



# **Projekt Langzeitsicherheit Asse**

Forschungsbergwerk Asse

---

Exemplar für BMBF und BMU

## Inhaltsverzeichnis

<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>4</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>5</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
<b>2 SALZLÖSUNGEN IM SCHACHT 2</b>	<b>9</b>
<b>3 WÄHREND DER SALZGEWINNUNGSZEIT AUFTRETENDE SALZLÖSUNGEN UND GASE</b>	<b>11</b>
3.1 Salzlösungen im Ostfeld der 700-m-Sohle	11
3.2 Salzlösungen in der Richtstrecke nach Westen auf der 700-m- Sohle	13
3.3 Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager	14
3.3.1 Horizontalbohrloch aus dem Kaliabbau 11 West (= Brl. 25/750)	14
3.3.2 Horizontalbohrloch im Durchhieb zwischen den Kaliabbauen 11 und 10 West	14
3.3.3 Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle	15
3.3.4 Kaliabbau 13 und 14 West	15
3.4 Salzlösungen am Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle	18
3.5 Salzlösungen im Steinsalzabbau 9 auf der 532-m-Sohle	18
3.6 Salzlösung und Gas aus einer Untersuchungsbohrung aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle	19
3.7 Salzlösung und Gas aus einer geologischen Erkundungsbohrung aus dem Abbau 3 auf der 511-m-Sohle (= Brl. 50/511 <sup>5/60</sup> )	19
3.8 Salzlösungen auf der 775-m-Sohle	20
<b>4 NACH EINSTELLUNG DER SALZGEWINNUNGSZEIT AUFTRETENDE SALZLÖSUNGEN UND GASE</b>	<b>21</b>
4.1 Salzlösungen aus den geologischen Erkundungsbohrungen im Ostfeld der 490-m-Sohle	21
4.2 Gas aus der geologischen Erkundungsbohrung 68/775 <sup>1/72</sup>	22

<b>4.3</b>	<b>Salzlösung und Gas aus einem Schussbohrloch beim Auffahren der Wendelstrecke im Niveau der 553-m-Sohle</b>	<b>22</b>
<b>4.4</b>	<b>Salzlösung und Gas aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/750<sup>1/79</sup>)</b>	<b>23</b>
<b>4.5</b>	<b>Salzlösungen in der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Chronologie</b>	<b>25</b>
5.1.1	Salzlösungszuflüsse	25
5.1.2	Gaszutritte	26
<b>6</b>	<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>TABELLEN</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>ABBILDUNGEN</b>	<b>36</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Im Grubengebäude der Schachanlage Asse II aufgetretene Salzlösungen und Gase, Stand: 31.12.2001.....	28
Tabelle 2:	Salzlösungszuflüsse während des Abteufens von Schacht 2 (1906-1908).....	30
Tabelle 3:	Mineralzusammensetzung der Salzlösung am Schacht 2.....	30
Tabelle 4:	Mineralzusammensetzung der Tropfreste in der Richtstrecke der 700 m Sohle.....	30
Tabelle 5:	Risstellen mit Lösungszuflüssen in den Tübbingsegmenten des Schachtes Asse 2.....	30
Tabelle 6:	Schüttungsraten der Zutrittsstelle L5 im Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle.....	31
Tabelle 7:	Mittel- und Extremwerte der Mineralzusammensetzung der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager.....	31
Tabelle 8:	Mineralzusammensetzung der Salzlösungen im Steinsalzabbau 9 auf der 532-m-Sohle vom November 1959.....	31
Tabelle 9:	Mineralzusammensetzung der Salzlösung aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle.....	31
Tabelle 10:	Analyse des Gaszutritts aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle.....	32
Tabelle 11:	Gaszutritt aus dem Abbau 3 auf der 511-m-Sohle.....	32
Tabelle 12:	Mineralzusammensetzung der Salzlösungen aus den geologischen Erkundungsbohrungen im Ostfeld der 490-m-Sohle vom März 1968.....	32
Tabelle 13:	Mineralzusammensetzung der Salzlösung aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/7501/79).....	32
Tabelle 14:	Zusammensetzung des Gaszutritts aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/7501/79 ).....	33
Tabelle 15:	Mineralzusammensetzung, Dichten und Temperaturen der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager nach 1943.....	33
Tabelle 16:	Zuflussraten der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager nach 1943.....	33
Tabelle 17:	Übersicht zur geochemischen Bewertung der Salzlösungen nach [26].....	34

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schüttungsraten der Zutrittsstelle L 5 (Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle).....	35
Abbildung 2: Gesamte Zuflussmenge der Zutrittsstelle L 5 (Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle).....	36
Abbildung 3: Salzlösungsauffangmengen aus dem nordwestlichen Kalilager (August 1939 – Oktober 1943).....	37
Abbildung 4: MgCl <sub>2</sub> - und NaCl-Gehalte der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager (Zeitraum: August 1939 – September 1943).....	38
Abbildung 5: Zeitliche Übersicht der Zutrittsraten von Salzlösungen.....	39

Exemplar für BMBF und BMU

## 1 Einleitung

Es ist seit Beginn der Arbeiten zum Abteufen des Schachtes Asse 2 über die Salzgewinnungszeit bis zum heutigen Tag zu Zutritten von Salzlösungen und Gasen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II gekommen. Diese Zutritte werden im vorliegenden Bericht zusammenfassend bis Juli 1988 dargestellt.

Die Laugenzutrittsstellen sind als Bestandteil des Risswerkes [1] aufgelistet (kurz: Laugenstellenverzeichnis). Das Risswerk [1] ist diesem Bericht nicht beigelegt. Zusätzlich werden solche Zutrittsstellen beschrieben, die auch in anderen Berichten Erwähnung fanden bzw. die bei Recherchen in den Unterlagen der früheren Bergwerksbetreiber zu finden waren. Auf feuchte Stellen im Salz, die mehrfach im Grenzbereich Leinesalz / Staßfurt - Carnallit angefahren oder erbohrt wurden, wird nur eingegangen, sofern sie in den o. a. Berichten aufgeführt sind.

Die auf der Schachtanlage Asse II aufgetretenen Salzlösungen und Gase werden chronologisch in zwei Zeitabschnitte eingeteilt und beschrieben.

1. Der erste Zeitabschnitt umfasst die Zeit vom Beginn des Schachtabteufens im Jahre 1906 bis zur Einstellung der Salzgewinnung im Jahre 1964.
2. Dem zweiten Zeitabschnitt werden die Salzlösungen und Gase zugeordnet, die bei der Erstellung von Erkundungsbohrungen bzw. bei Streckenauffahrungen nach Übernahme des Bergwerkes durch die GSF auftraten (1965 - 1988). Die ausführliche Besprechung der nach 1988 auftretenden Salzlösungen und Gase erfolgt in [27].

Für die Beschreibung des ersten Zeitraums wurde auf Unterlagen der damaligen Bergwerksbetreiber, für die des zweiten Zeitraumes auf GSF – eigene Unterlagen zurückgegriffen.

Die wesentlichen Charakteristika der Zutrittsstellen von Salzlösungen bzw. Gasen, wie

- die Nummerierung im Laugenstellenverzeichnis,
- die zeichnerische Darstellung im Grubenbild (Sohlenriss und Planquadrat),
- die Koordinaten,
- das zeitliche Auftreten,
- der Verschluss oder das Versiegen,
- die Art und
- die Menge

sind in der Tabelle 1 aufgelistet. Weiterhin werden in der Tabelle 1 der Bezug zu den beschreibenden Kapiteln und die vorhandenen Probenahmestellen angegeben.

Die auftretenden Lösungen lassen sich nach Deckgebirgslösungen, Metamorphoselösungen und Betriebslösungen unterteilen [26].

Deckgebirgslösungen entstammen einem offenem System und haben Verbindung mit den Grundwasserleitern des Deckgebirges. Die Zuflussraten werden zum einen durch das Grundwasserangebot und zum anderen durch ggf. zuflussbegrenzende Engstellen im Zuflusssystem kontrolliert. Aufgrund ihres Restlösevermögens gegenüber Salzgesteinen sind Deckgebirgslösungen sowohl für die Betriebssicherheit als auch für den Nachweis der Langzeitsicherheit kritisch zu bewerten.

Metamorphoselösungen sind  $MgCl_2$ -reiche Lösungen ohne Kontakt zu Deckgebirgslösungen. Diese Lösungen sind durch meist geringe, zeitlich begrenzte Zuflussmengen und eine chemisch nahezu konstante Zusammensetzung über den Beobachtungszeitraum charakterisiert. Sie zeichnen sich durch relativ hohe Br-Gehalte zwischen 2,97 und 8,09 g/l und Dichten um  $1,3 \text{ g/cm}^3$  aus.

Bei den Betriebslösungen handelt es sich um  $MgCl_2$ -führende Lösungen, die im Rahmen der betrieblichen Maßnahmen im Bergwerk entstehen. Die Herkunft dieser Lösungen ist anthropogen und stets bekannt. Es können Versatzlösungen, Wetterlösungen sowie Schachtopfwässer unterschieden werden. Betriebslösungen sind unkritisch für die Betriebssicherheit und den Nachweis der Langzeitsicherheit, da es sich um begrenzte Mengen bekannter, anthropogener Herkunft handelt.

Ausgehend von den Gehalten der Lösungen an  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$  und  $SO_4^{2-}$  und den daraus für eine Temperatur von  $25^\circ\text{C}$  berechneten Sättigungsaktivitäten der Salzminerale können die dokumentierten Lösungszusammensetzungen folgenden Lösungstypen zugeordnet werden [26]:

- Typ 1 An Halit und Anhydrit gesättigte Lösungen mit variierenden KCl- und  $MgCl_2$ -Gehalten und Dichten um  $1,2 \text{ g/cm}^3$ .
- Typ 2 An Halit und Polyhalit sowie teilweise Sylvit, Kainit und Carnallit gesättigte Lösungen und dichten um  $1,3 \text{ g/cm}^3$ .
- Typ 3 Lösungen mit Sättigung an Kieserit, Halit, Carnallit, Kainit, Anhydrit oder Polyhalit, wobei Untersättigung für mehrere Bodenkörper auftreten kann.

Die aufgetretenen Salzlösungen werden in folgenden beschreibenden Kapiteln anhand der ermittelten Zutrittsmenge, geochemischen Zusammensetzung und aus dem historischen Kenntnisstand





heraus bewertet und als kritisch oder unkritisch für die Betriebssicherheit eingestuft. Die Zuordnung der einzelnen Salzlösungen zu den o.g. Salzlösungstypen ist der Tabelle 17 zu entnehmen.

Die Gaszutritte in der Schachtanlage Asse sind für die Betriebssicherheit und die Langzeitsicherheit aufgrund der begrenzten und kleinen Vorkommen ohne Bedeutung.

Exemplar für BMBF und BMU

## 2 Salzlösungen im Schacht 2

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Schachtbild vom Schacht 2. Die Bezeichnung der Zutrittsstelle lt. Laugenstellenverzeichnis ist L1.

Der Schacht Asse 2 wurde im Zeitraum September 1906 bis November 1908 bis zu einer vorläufigen Teufe von 765 m erstellt. Das Durchhörern der drei anstehenden Anhydritmittel führte zu Zutritten von Salzlösungen in unterschiedlicher Höhe. Die Zutritte erfolgten aus den Anhydritmitteln 7 und 4, während das Anhydritmittel 6 trocken war [2] (Tabelle 2). Im Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen werden sie unter der Nummer L1 zusammengefasst.

Ein Schreiben der Kaligewerkschaft Asse vom 3. Februar 1908 gibt die Dichte ( $1,27 \text{ g/cm}^3$ ) und die Zusammensetzung der vorgefundenen Lösung an (Tabelle 3). Der hohe Mg-Gehalt von  $304,8 \text{ g/l}$  in Verbindung mit der Abnahme des Zutritts lässt auf eine Metamorphoselösung schließen.

Nach Auftreten der Zuflüsse wurden die Tübbings bis in eine Teufe von 415 m verlängert [13]. Seit dieser Zeit wurden für die Schachtröhre keine Zutritte im betreffenden Bereich der Anhydritmittelzone nachgewiesen.

Anhand der Entwicklung der Zuflussrate und der chemischen Zusammensetzung der zugetretenen Lösungen kann davon ausgegangen werden, dass die Salzlösungen aus einem geschlossenen, volumenmäßig begrenzten Reservoir innerhalb des Kluftvolumens der Anhydritmittelzone stammten [26].

Im Februar 1956 wurden in rd. 137 m Teufe Risse im Tübbingausbau festgestellt [3], die sich in den nächsten Jahren verlängerten und einen Zufluss von ca.  $3 \text{ l/min}$  hatten. Beobachtungen zufolge hat nach 1959 keine weitere Ausweitung dieser Risse stattgefunden. Die GSF veranlasste 1966, dass der Tübbingteil des Schachtes 2 gereinigt und entrostet wurde, um eventuelle weitere Schäden freizulegen. Bei diesen Reinigungsarbeiten wurden weitere Risse in unterschiedlicher Teufe festgestellt. Einige davon ergaben geringe Lösungszuflüsse. Aus Tabelle 2 können die einzelnen Zutrittsstellen aus den Rissen in den Tübbingsegmenten mit den Zuflussmengen sowie den Teufenangaben entnommen werden. Nach [13] handelt es sich bei den zutretenden Lösungen um Süßwässer, die aus relativ oberflächennahen, gering bzw. nicht salinar beeinflussten Horizonten (evtl. verstürzter Unterer Buntsandstein) gespeist wurden [26]. Anhand der in Kap. 1 formulierten Definitionen handelt es sich bei diesen Zutritten um Deckgebirgslösungen. Da die Lösungszuflüsse durch die Risse in den Tübbingsegmenten nicht eindeutig einer geologischen Formation zugeordnet werden können, wurden sie nicht in das Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen übernommen.

Die anschließenden Abdichtungsarbeiten an den freigelegten Zutrittsstellen und der Einbau einer Vorbausäule bis zu einer Teufe von ca. 320 m führten dazu, dass der Schacht 2 bis dato keine weiteren Zuflüsse erfahren hat.

Zusammenfassend wird eingeschätzt, dass derartige Zutrittsstellen im Schacht 2 durch betriebliche Maßnahmen sicher beherrschbar sind. Eine Veränderung der momentanen Situation ist lediglich infolge weiterer Beschädigung des Tübbingausbaus möglich. Im Rahmen der Routinebefahrungen und –kontrollen werden derartige Beschädigungen jedoch frühzeitig erkannt und behoben. Eine Gefährdung der Betriebssicherheit kann daher ausgeschlossen werden [26]. Bei der langzeitsicheren Verwahrung der Schachtröhre müssen die dokumentierten Zutrittsstellen beachtet werden. Die Schachtverschlüsse zur Schließung der Schachanlage Asse werden dementsprechend unter Berücksichtigung dieser Risse geplant.

Exemplar für BMBF und BMBW

### 3 Während der Salzgewinnungszeit auftretende Salzlösungen und Gase

Es sind folgende Zutrittsstellen für den Zeitraum der Salzgewinnungszeit (1909 – 1964) bekannt:

- Salzlösungen im Ostfeld der 700-m-Sohle
- Salzlösungen in der Richtstrecke nach Westen auf der 700-m-Sohle
- Salzlösungen im nordwestlichen Kalilager
  - Salzlösungen aus einem Horizontalbohrloch aus dem Kaliabbau 11 West
  - Salzlösungen aus einem Horizontalbohrloch im Durchhieb zwischen den Kaliabbauen 11 und 10 West
  - Salzlösungen im Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle
  - Salzlösungen in den Kaliabbauen 13 und 14 West
- Salzlösungen am Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle
- Salzlösungen im Steinsalzabbau 9 auf der 532-m-Sohle
- Salzlösungen und Gase aus einer Untersuchungsbohrung aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle
- Salzlösungen und Gase aus einer geologischen Erkundungsbohrung aus dem Abbau 3 auf der 511-m-Sohle (= Brl. 50/511<sup>5/60</sup>)
- Salzlösungen auf der 775-m-Sohle

Diese werden im Folgenden beschrieben.

#### 3.1 Salzlösungen im Ostfeld der 700-m-Sohle

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 700-m-Sohle, Planquadrat e7/8). Die Bezeichnung der Zutrittsstellen lt. Laugenstellenverzeichnis ist L2 und L3.

Das Gutachten über die Sicherheit des Salzbergwerks Asse II von 1967 [2] beschreibt, dass im Ostfeld der 700-m-Sohle in verschiedenen horizontalen geologischen Erkundungsbohrungen Salzlösungen im Anhydrit erbohrt wurden.

Die Horizontalbohrung 23/700<sup>2/12</sup> hat im Februar 1912 bei 147 m Teufe im Anhydrit MgCl<sub>2</sub>-Salzlösung und Gas erbohrt (L2). Laut Betriebsbuch des damaligen Bergwerksbetreibers war der Zufluss sehr gering [4]. Es wurden jedoch keine quantitativen Angaben gemacht. Im Anschluss an die Bohrarbeiten wurde das Bohrloch mit Magnesia-Zement verschlossen und mit einem Sicherheitspfeiler, dessen Radius 40 m beträgt, versehen. Ebeling [2] schreibt 1967, dass auch die ca. 67 m entfernt liegende Horizontalbohrung 24/700<sup>2/12</sup> nach ca. 120 m Salzlösungen im Anhydrit erbohrt hat (L3).

Nach heutigen Erkenntnissen kann die erbohrte Salzlösung aus der Horizontalbohrung 23 (L2) dem Hauptanhydrit und die aus der Horizontalbohrung 24 (L3) dem Anhydritmittel 4 zugeordnet werden.

Beim Freilegen des Bohrlochmundes der Horizontalbohrung 23 im Oktober 1999 wurde ein Widerlager entdeckt, das wahrscheinlich als Präventivmassnahme im Anschluss an die Bohrarbeiten gespitzt wurde. Auch die mit Standrohren versehenen Bohrungen 23 und 24 wurden trocken vorgefunden.

Die Salzlösungen wurden 120 m vom Grubengebäude entfernt erbohrt, die Zutrittsstellen wurden erfolgreich zementiert und werden heute trocken vorgefunden. Eine Verbindung zum Grubengebäude wird daher als nicht wahrscheinlich angesehen. Es wird eingeschätzt, dass die beiden ehemaligen Zutrittsstellen L2 und L3 keine Gefährdung für die Betriebssicherheit darstellen [26].

Ebeling [2] zitiert einen Betriebsplan für die Jahre 1912/13: „im Norden, Osten und Süden der Klein-Vahlberger-Strecke wurde Anhydrit und Lauge erbohrt“ und vermutet, dass auch in einer nach Osten gestoßenen Bohrung Salzlösung angetroffen wurde. Im Zechenbuch des damaligen Bergwerksbetreibers konnte ein Betriebsplan für die Schachanlage Asse II für die Zeit vom 1. Oktober 1912 bis 30. September 1913 ausfindig gemacht werden [5]. Aus diesem Betriebsplan geht allerdings nicht hervor, dass Salzlösung in den erwähnten Bohrungen angebohrt wurde.

Mit der Bohrung nach Osten ist vermutlich die beim Streckenvortrieb erstellte Vorbohrung 18/700<sup>12/11</sup> für die Auffahrung der Klein-Vahlberger-Strecke gemeint. Bei einer Befahrung am 23. März 2000 wurde der gesamte durchörterte Bereich sowie der Rest der im Festen stehenden Bohrung - östlich der Klein-Vahlberger-Strecke - trocken vorgefunden. Aufgrund dieser Tatsache und der wenig belastbaren Vermutung von Ebeling [2] wurde diese Stelle nicht in das Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen übernommen.

### **3.2 Salzlösungen in der Richtstrecke nach Westen auf der 700-m- Sohle**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Westl. Anschlussblatt der 700-m-Sohle, Planquadrat b7). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle lt. Laugenstellenverzeichnis ist L4.

Im Betriebsplan für die Jahre 1912/13 wird die Zutrittsstelle erstmalig - jedoch ohne Mengenangabe - erwähnt [5]. Als maximaler Zufluss gibt der Betriebsplan für die Jahre 1915/16 einen Volumenstrom von 8 l/d an [7].

Die zur Erkundung in Richtung Schacht 1 aufgefahrene Richtstrecke nach Westen traf im März 1912 einen Zutritt von Salzlösungen an der Grenze Na<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>C an [6]. Eine Vermutung, dass die Salzlösungen von der ersoffenen Schachanlage Asse I stammen, wurde aufgrund des hohen Bromgehaltes verworfen. Die Zutrittsstelle ist in den Jahren 1920/21 bis auf Tropfreste versiegt.

Aus den Unterlagen des Staatsarchivs Wolfenbüttel [8] geht hervor, dass etwas Salzlösung aus einer streichenden Störung zwischen Carnallitit und Jüngerem Steinsalz ausgetreten war. Der Zeitpunkt des Zutrittes und eine Quantifizierung der Salzlösung kann dem Bericht nicht entnommen werden. Der Zutritt war 1920 versiegt. An den Stößen und in der Sohle haben sich derart harte kugelförmige Carnallititausblühungen gebildet, dass sie auch durch Hammerschläge nicht zu zerstören waren. Weiter wird berichtet, dass dieser Zustand Ende Mai 1939 unverändert war. Am 14. August 1939 trat jedoch ein erneuter, allerdings sehr geringfügiger Zufluss auf. Dieser führte zu einem Aufweichen der o. a. Ausblühungen, so dass sich diese sogar durch Händedruck zerstören ließen. Im Anschluss daran versiegte der Zufluss, die Stelle war jedoch immer noch feucht.

Da die 700-m-Sohle in diesem Bereich des Grubengebäudes abgeworfen ist, kann die Zutrittsstelle nicht mehr befahren werden. Der Zutritt wurde an der Grenzfläche Carnallitit / Steinsalz angetroffen. Die Analysen der Tropfreste vom August 1931 und Januar 1932 [6] sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Anhand der vorliegenden quantitativen Angaben zur chemischen Zusammensetzung der Salzlösungen und zur Zutrittsrate sowie unter Berücksichtigung der geologischen Situation um den Zutrittsbereich kann von einem Zutritt aus einem geschlossenen System ausgegangen werden. Gründe für eine Reaktivierung der Zutrittsstelle sind nicht gegeben, eine Gefährdung der Betriebssicherheit geht von dieser Zutrittsstelle nicht aus [26].

### **3.3 Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager**

#### **3.3.1 Horizontalbohrloch aus dem Kaliabbau 11 West (= Brl. 25/750)**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (nördl. Anschlussblatt der 750-m-Sohle, Planquadrat d3). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle lt. Laugenstellenverzeichnis ist L21.

Aus dem Betriebsplan für die Zeit vom 1. Oktober 1912 bis 30. September 1913 geht hervor [5], dass eine aus dem Kaliabbau 11 West nach Norden erstellte Erkundungsbohrung Salzlösungen erbohrt hat. Trotz dieses Zutritts wurde die Bohrung bis in den Allerton geteuft (vgl. Sohlenriss 750-m-Sohle). Es muss angenommen werden, dass nur geringe Zutrittsraten nachgewiesen wurden. Dies weist auf einen Zutritt aus dem Bereich der beim Abteufen des Schachtes Asse 2 durchörterten Anhydritmittel hin [26]. Eine Zuordnung der Salzlösungen zu den einzelnen Anhydritmitteln, Mengenangaben, eine genaue Datierung bzw. chemische Analysen konnten nicht recherchiert werden.

Die Bohrung wurde abschließend unter Druck mit Magnesiazement verfüllt. Seit dieser Zeit sind für den betreffenden Bereich keine zutretenden Salzlösungen dokumentiert. Es ist davon auszugehen, dass die durchgeführten Sicherungsmaßnahmen eine Reaktivierung der Zutrittsstelle sicher ausschließen [26].

#### **3.3.2 Horizontalbohrloch im Durchhieb zwischen den Kaliabbauen 11 und 10 West**

Die Bohrung wurde nicht in das Grubenbild eingetragen. Aufgrund sehr vager Angaben und Widersprüche wurde diese Stelle nicht in das Laugenstellenverzeichnis übernommen.

Aus einem Schreiben des damaligen Braunschweigischen Bergrevierbeamten [8] geht hervor, dass ein Horizontalbohrloch im Pfeiler zwischen den Kaliabbauen 11 und 10 West ins Hangende des Kaliflözes Salzlösung angetroffen hat. Die Teufenangabe mit 718 m steht im Widerspruch mit dem Grubenbild. Gemäß Schnitt 3 des Grubenbildes wurde der Kaliabbau 11 West bis zu einer Teufe von etwa 725 m abgebaut. Außerdem kann das Jahr, in dem die Bohrung erstellt wurde, nicht zugeordnet werden. Es wird in dem o. a. Schreiben weiter erwähnt, dass das Bohrloch im Jahr 1941 freigelegt und völlig trocken vorgefunden wurde. Man konnte jedoch an Auswaschungen erkennen, dass früher erhebliche Mengen Salzlösungen in die versetzten Firsten geflossen sein mussten. Eine abschließende Bewertung der Zutrittsstelle ist aufgrund der Datenlage nicht möglich. Es gilt jedoch zu vermerken, dass dem Lösungszufluss in der Vergangenheit offensichtlich keine Bedeutung für die Grubensicherheit beigemessen wurde [26].

### 3.3.3 Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (nördl. Anschlussblatt der 700-m-Sohle, Planquadrat e2). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle lt. Laugenstellenverzeichnis ist L5.

Diese Zutrittsstelle ist im Grubenbild am nördlichen Ende des Querschlages zum Hauptgesenk II West eingetragen. In unmittelbarer Nähe dieser Zutrittsstelle befinden sich Rolllöcher in den Kaliabbau 11 West. Außer einer tabellarischen Auflistung der damaligen Bergwerksbetreiber [9] konnten keine weiteren Unterlagen über diesen Zutritt herangezogen werden. Der Zutrittszeitraum wird vom 10. Juli 1939 bis zum 27. August 1939 angegeben. Die Schüttungsraten bis max. 98,9 m<sup>3</sup>/d können der Tabelle 6 entnommen werden. Die Abbildung 1 zeigt die Abnahme der Schüttungsrate innerhalb weniger Wochen. Die Darstellung der gesamten Zuflussmenge zeigt Abbildung 2. Die gesamten zugeflossenen Salzlösungen aus dieser Zutrittsstelle werden auf rd. 1.750 m<sup>3</sup> geschätzt. Die Entwicklung der Schüttungsrate deutet darauf hin, dass es sich um ein begrenztes Speicherservoir handelte.

Im unmittelbaren Umfeld der Zutrittsstelle L5 ist die Kontaktfläche Kaliflöz Staßfurt/ Leinsteinsalz aufgeschlossen, ein Zufluss aus diesem Bereich ist anzunehmen. Als Ursache für die Aktivierung der Zutrittsstelle müssen bergbauinduzierte Deformationen der Salzgesteine angenommen werden. Aufgrund der zeitlichen und räumlichen Nähe zu den Zutrittseignissen im Bereich der Kaliabbau 13 und 14 West kann ein Zusammenhang zwischen den Aktivitäten im Niveau der 700-m-Sohle und den Ereignissen auf der 750-m-Sohle nicht ausgeschlossen werden [26].

### 3.3.4 Kaliabbau 13 und 14 West

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (nördl. Anschlussblatt der 725-m-Sohle, Planquadrat d1 – d2). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis: L6 – L8.

Zu einem größeren Salzlösungszufluss kam es im Juli 1939 im Kaliabbau 14 West. Aufgrund der Tatsache, dass die Salzlösung mit anfänglich geringen Schüttungsraten auf der 750-m-Sohle austrat, vermutete man zunächst, dass es sich um Versatzlösung handelt. Steigende Zuflussraten veranlassten die Betriebsführung zu weiteren Nachforschungen, so dass der Salzlösungszufluss in 728 m Teufe an der Grenze zwischen dem Kalisalzlager und dem hangenden Leine-Steinsalz aus einem breiten horizontalen Riss des im oberen Teil offengelassenen Kaliabbau 14 West lokalisiert werden konnte [2]. Die Bezeichnung im Laugenstellenverzeichnis ist L6. Daraufhin wurde die damalige Reichsstelle für Bodenforschung beauftragt, ein Gutachten über die Herkunft der Salzlösung zu erstellen. Aus diesem Gutachten [10] geht hervor, dass man die Salzlösung zunächst aus den ersoffenen Bauen der Schachanlage Asse I vermutete. Diese Annahme wurde aber in einem



Nachtragsgutachten [11] aufgrund des – zwischenzeitlich nachgewiesenen – Brom- und Lithiumgehaltes in der Salzlösung verworfen. Nunmehr war man der Ansicht, dass es sich – nach damaliger Definition – um eine Urfluge [24] handelt. Über die Zuflussrate liegen unterschiedliche Angaben vor, wobei als maximale Zuflussrate 138 m<sup>3</sup>/d genannt wurde [12], [13], [14]. Dabei wird wahrscheinlich auf das erste Gutachten der damaligen Reichsstelle für Bodenforschung Bezug genommen [10]. Als Anlage ist dem Gutachten eine Tabelle beigelegt, aus der hervorgeht, dass am 11. August 1939 eine maximale Salzlösungsmenge von 138,6 m<sup>3</sup> gefördert wurde. Es muss sich aber dabei nicht zwangsläufig um die max. Zutrittsrate handeln. Aus tabellarischen Aufzeichnungen der Burbach AG [9] kann entnommen werden, dass die Zuflussmenge nicht an den Zutrittsstellen, sondern auf der 750-m-Sohle - nachdem die Salzlösungen 22 m durch den Versatz gesickert sind - gemessen wurden. Am 8.8.1939 wurden an zwei Stellen die folgenden maximalen Zutrittsraten gemessen:

Kaliabbau 13 und 14 West auf der 750-m-Sohle:	98,8 m <sup>3</sup> /d
Kaliabbau 10 West auf der 750-m-Sohle:	6,6 m <sup>3</sup> /d
Gesamt:	<u>105,4 m<sup>3</sup>/d</u>

Diese Maxima stimmen mit dem Bericht von Hentschel [6] überein.

In den tabellarischen Aufzeichnungen [9] sind folgende Eintragungen hinsichtlich des Auftretens bzw. des Versiegens der Zutrittsstellen zu finden:

Zutrittsstelle	L6	L7	L8
<b>Beginn des Zuflusses</b>	01.08.39	19.05.41	20.08.41
<b>augenscheinliches Versiegen</b>	09.10.39	18.08.41	01.09.42

Nach Versiegen der Zutrittsstelle L6 im Oktober 1939 verringerte sich das Volumen der auf der 750-m-Sohle zutretenden Salzlösungen auf täglich ca. 1 m<sup>3</sup>. Im Zeitraum von August bis Dezember 1941 war ein geringfügiger Abstieg des gesammelten Lösungsvolumens auf maximal 3,4 m<sup>3</sup>/d zu verzeichnen. Dieser Anstieg wird mit weiteren Zutrittsstellen in den Kaliabbauen 13 und 14 in Verbindung gebracht, deren Bezeichnungen im Laugenstellenverzeichnis L7 und L8 sind.

Die Abbildung 3 zeigt deutlich die anfänglich hohen Zuflussraten, die dann sehr stark abnehmen, sich im Zeitraum August bis Dezember 1941 leicht erhöhen und letztendlich gegen Null nähern. Die o. a. tabellarischen Unterlagen erstrecken sich über einen Zeitraum von Anfang August 1939 bis Mitte September 1943. In dieser Zeit wurden von den Salzlösungen in regelmäßigen Abständen die Mineralzusammensetzung analysiert sowie deren Dichte und die Temperatur gemessen.

Die Tabelle 7 zeigt die Mittel- und Extremwerte aus insgesamt mehr als 120 Analysen. In Abbildung 4 sind die  $MgCl_2$ - und  $NaCl$ -Gehalte der aufgefangenen Salzlösungen graphisch dargestellt. Es handelt sich um gesättigte Magnesiumchloridlösungen, die eine bemerkenswert anhaltende mittlere Zusammensetzung von ungefähr 337 g/l  $MgCl_2$  haben.

Aufgrund der räumlichen Lage, der vergleichbaren Schüttungsraten und des Zeitraumes des Salzlösungszuflusses wird die im Kapitel 3.3.3 aufgeführte Laugenzutrittsstelle L5 im Zusammenhang mit den Zutrittsstellen L6 – L8 gesehen.

Anhand der vorliegenden quantitativen Angaben zur chemischen Zusammensetzung der Salzlösungen und zur Zutrittsrate sowie unter Berücksichtigung der geologischen Situation im Zutrittsbereich können die im Bereich der Kaliabbau 13 und 14 zugetretenen Salzlösungen auf ein geschlossenes System zurückgeführt werden. Für die Zutritte L6 – L8 lässt sich, ebenso wie für L5, ein isoliertes Speicherreservoir im Bereich der Kontaktfläche Kaliflöz Staßfurt/Leinsteinsalz ableiten [26]. Infolge der durch die Salzgewinnung induzierten Deformationen der Schichtenfolge wurden Fließwege zwischen dem Reservoir und dem Grubengebäude geöffnet, was letztlich zu den dokumentierten hohen Zutrittsraten führte. Die Zutritte versiegten nach wenigen Monaten Aktivität von selbst. Es kann daher angenommen werden, dass das Speicherreservoir oberhalb der Zutrittsbereiche nahezu vollständig leer gelaufen ist [26]. Der im Bereich der Kaliabbau vor mehr als 80 Jahren eingebrachte Versatz aus Fabrikrückständen weist heute Druckfestigkeiten auf, die denen des umgebenden Gebirges entsprechen. Gründe für eine Reaktivierung der Zutrittsstellen nach mehr als 60 Jahren ohne Aktivität können daher nicht abgeleitet werden [26].

Zwischen 1943 und 1996 liegen nur wenige Analysen bzw. Werte (Dichte, Temperatur, Zuflussrate) von Salzlösungen auf der 750-m-Sohle vor. Diese sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 aufgelistet. Die aufgefangenen Mengen schwanken von 0,2 bis 0,7  $m^3/d$ . Es handelt sich um gesättigte  $MgCl_2$ -Salzlösungen mit geringen  $NaCl$ -Gehalten. Die Zusammensetzung blieb konstant. Die Herkunft dieser Salzlösungen kann nicht abschließend geklärt werden. Anhand der vorliegenden Angaben zur chemischen Zusammensetzung und der konstanten Zutrittsraten sowie unter Berücksichtigung der geologischen Situation im Zutrittsbereich kann ein geschlossenes Reservoir angenommen werden [26]. Die zugetretenen Volumen wurden in der Vergangenheit durch bergmännische Maßnahmen sicher beherrscht, eine Veränderung dieser Situation ist nicht zu erwarten.

Südlich der Kaliabbau sammeln sich auch heute noch in Sohlenvertiefungen geringe Mengen hochmineralisierter Salzlösungen aus den Carnallitbereichen. Diese werden bei Bedarf in den Laugensumpf abgeleitet. Die ausführliche Besprechung dieser Salzlösungen erfolgt in [27].

### **3.4 Salzlösungen am Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 574-m-Sohle, Planquadrat b1). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis L9.

Der westliche Stoß des Querschlages nördlich von Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle wies feuchte Stellen auf. Die zufließenden Salzlösungen waren sehr gering, sie überstiegen nie mehr als Tropfmengen. Die Ursachen des Zuflusses sind in der in diesem Bereich des Grubengebäudes vorhandenen Spezialtektonik zu suchen [13]. Dieser Querschlag durchhörte den Übergangsbereich Steinsalz / Carnallit, der erfahrungsgemäß häufig feuchte Stellen aufweist. Die zutretenden Lösungen wurden generell als Metamorphoselösungen aus einem begrenzten Reservoir interpretiert. In diesem Fall sind Löse- und Umbildungsprozesse, die zur Veränderung der Fließwege und/oder zum Erschließen eines ggf. vorhandenen größeren Reservoirs führen könnten, auszuschließen. Eine Reaktivierung der Zutrittsstelle ist nicht anzunehmen [26].

### **3.5 Salzlösungen im Steinsalzabbau 9 auf der 532-m-Sohle**

Die zeichnerische Darstellung im Grubenbild (Sohlenriss der 532-m-Sohle, Planquadrat e6). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis L10.

Der Abbau 9 auf der 532-m-Sohle wurde in den Jahren 1956 bis 1959 erstellt. Während der Gewinnungsarbeiten traten in der Mitte des südlichen Stoßes im mittleren bis oberen Teil Tropfen auf, die  $MgCl_2$  gesättigt waren und wechselnden Gehalt an Nebensalzen aufwiesen [6]. Die zutretende Salzlösung wurde im November 1959 analysiert (Tabelle 8).

Die Zuflussmenge betrug im November 1959 ca. 1 Liter pro Stunde. Im Mai 1961, also nach ca. 1½ -Jahren, ging der Zufluss bis auf etwa 2 Tropfen pro Minute zurück. Geologische Untersuchungen im Bereich des Abbaus 9 auf der 532-m-Sohle zeigen, dass der Lösungszufluss in einer Zone stärkerer tektonischer Beanspruchung angefahren wurde [6], [12], [13], [14]. Während einer am 24. August 1988 durchgeführten Befahrung der Abbaue auf der 532-m-Sohle wurden am Südstoß alte Verkrustungen gefunden, die einige Feuchtpunkte enthielten [15].

Bei einer erneuten Befahrung dieses Abbaus am 5. März 1999 wurden keine aktiven Tropfstellen festgestellt. Am Südstoß – vom östlichen Stoß bis zur Mitte des südlichen Stoßes – befinden sich einige Salzverkrustungen und Stalaktiten.

Die Zuflussentwicklung weist auf ein begrenztes Lösungsreservoir im Bereich der o.g. intensiv tektonisch beanspruchten Schichtenfolge hin. Gegenüber den umgebenden Gesteinen war die zutretende Lösung gesättigt. Eine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit geht von dieser Zutrittsstelle nicht aus [26]. Der Zufluss versiegte schon nach kurzer Zeit.

### **3.6 Salzlösung und Gas aus einer Untersuchungsbohrung aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle**

Die Untersuchungsbohrung ist nicht im Grubenbild dargestellt und wird nicht im Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen geführt. Die nachfolgenden Ausführungen werden nur von Hentschel [6] beschrieben und sind nicht weiter belegt. Eine zeitliche Zuordnung hinsichtlich des Zutritts der Lösung bzw. Gases sowie der durchgeführten Analysen geht aus [6] nicht hervor. Bei einer Befahrung des Abbaus 9 auf der 511-m-Sohle am 27.03.2003 konnte im südlichen Abbaustoß keine zementierte Bohrung gefunden werden. Die Existenz dieser Bohrung ist sehr fragwürdig, trotzdem soll an dieser Stelle kurz darauf eingegangen werden.

Der Abbau 9/511 wurden in den Jahren 1959 bis 1961 erstellt. Um ein Anfahren der in der o. a. Beschreibung im Abbau 9 auf der 532-m-Sohle zugeflossenen  $MgCl_2$  - Lösung auf der 511-m-Sohle im Bereich des Abbaus 9 zu vermeiden, wurde hier eine Untersuchungsbohrung in südliche Richtung zum Hangenden gestoßen. Diese Bohrung traf an der Grenze vom Älteren zum Jüngeren Steinsalz Gas und geringfügig – am Bohrlochmund tropfend – Salzlösung an. Nach Entnahme je einer Salzlösungs- und einer Gasprobe wurde das Bohrloch zementiert. Die Salzlösungsanalyse findet sich in Tabelle 9, die Gaszusammensetzung in Tabelle 10. Ein Vergleich der Analyseergebnisse mit denen der Zutrittsstelle Abbau 9 / 532-m-Sohle zeigt, dass beide Lösungen vergleichbare Werte aufweisen. Es kann daher abgeleitet werden, dass beide Lösungen einem Reservoir entstammen. Dieses Speicherreservoir ist begrenzt. Dieser Sachverhalt und die Verwahrung der Bohrung durch Zementation lässt eine Gefährdung für die Betriebssicherheit durch die Zutrittsstelle ausschließen [26].

Trotz induzierter Deformationen des Salzgebirges durch weitere intensive Durchbauung der SW-Flanke des Salzsattels und des Offenlassens der Abbaue in der Umgebung des Abbaus 9/511 über mehr als 40 Jahre waren signifikante Salzlösungszuflüsse nicht zu verzeichnen.

### **3.7 Salzlösung und Gas aus einer geologischen Erkundungsbohrung aus dem Abbau 3 auf der 511-m-Sohle (= Brl. 50/511<sup>5/60</sup>)**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 511-m-Sohle, Planquadrat b3). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis L11.

Im Jahre 1960 wurde vom Steinsalzabbau 3 auf der 511-m-Sohle eine geologische Erkundungsbohrung in nordöstlicher Richtung gegen den Sattelkern erstellt. Die Bohrung durchörterte u.a. eine kleine Scholle aus Grauem Salzton (T3), aus der kurzzeitig Gas freigesetzt wurde [16]. Die Zusammensetzung ist in Tabelle 11 angegeben.

Außerdem hat die Bohrung geringste Mengen an Salzlösung erbracht [13], von denen keine Angaben über Schüttungsmengen bzw. Analysen vorliegen. Es kann von einem sehr begrenzten und nach kurzer Zeit entleerten Speicherreservoir ausgegangen werden [26].

### **3.8 Salzlösungen auf der 775-m-Sohle**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 775-m-Sohle, Planquadrat d 4/5). Die Salzlösungen sind lt. Laugenstellenverzeichnis ohne Bezeichnung.

Östlich vom Querschlag zum Blindschacht 4 führte früher eine Strecke in Richtung Abbau 5 auf der 775-m-Sohle im Älteren Steinsalz. Später wurde in einer Entfernung von ca. 10 m vom Querschlag eine Mauer erstellt. Zwischen dieser Mauer und dem Querschlag stehen seit Jahren Salzlösungen an, die von den Steinsalzabbauen 1b und 1c stammen [13]. Die nachfließenden Salzlösungen wurden von Zeit zu Zeit über den Blindschacht 4 in den Laugensumpf der 850-m-Sohle geleitet. In den letzten Jahren ist dies aufgrund der Verdunstung nicht mehr erforderlich. Gemäß mündlicher Angaben der früheren Betriebsführungen stammen diese  $MgCl_2$ -haltigen Salzlösungen von den im Kapitel 3.3 beschriebenen Zuflüssen aus dem nordwestlichen Kalilager. Sie wurden über Rolllöcher von der 750-m-Sohle in die o. g. Steinsalzabbau 1b und 1c geleitet.

Bei den zutretenden Salzlösungen handelt es sich sehr wahrscheinlich um Betriebslösungen. Unter Berücksichtigung der lokalen geologischen Verhältnisse im Umfeld der genannten Steinsalzabbau sowie den Beobachtungen zum Vorkommen begrenzter Lösungsvolumina im Bereich Staßfurt-Steinsalz (z.B. Firsten der Steinsalzabbau im südöstlichen Bereich der 750-m-Sohle) können die Salzlösungen auch auf Zutritte aus isolierten Speichervolumina innerhalb des Staßfurt-Steinsalzes zurückgeführt werden. Beide Vorstellungen zur Herkunft der Salzlösungen schließen eine Gefährdung der Betriebssicherheit aus [26].

## 4 Nach Einstellung der Salzgewinnungszeit auftretende Salzlösungen und Gase

Nachdem die Salzgewinnung 1964 eingestellt wurde, erwarb die GSF im Auftrag des Bundes das Salzbergwerk Asse zur „Durchführung von Forschungen auf dem Gebiet der Tief Lagerung radioaktiver Abfälle“. Im Rahmen dieser Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurden u.a. eine Vielzahl von geologischen Erkundungsbohrungen erstellt, von denen einige Gase und Salzlösungen lieferten. Des Weiteren wurden beim Streckenvortrieb Stellen im Grubengebäude angefahren, an denen geringe Mengen an Salzlösungen zutraten. Auf diese angefahrenen bzw. erbohrten Zutrittsstellen wird in den nachfolgenden Kapiteln näher eingegangen.

### 4.1 Salzlösungen aus den geologischen Erkundungsbohrungen im Ostfeld der 490-m-Sohle

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 490-m-Sohle, Planquadrat d 6, Ansatzpunkte der Bohrungen). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis L12 – L14.

Die gegen den nördlichen Salzhang des Asse-Sattels gerichteten Bohrungen auf der 490-m-Sohle sollten u. a. Aufschluss über die geologischen Gegebenheiten in diesem Bereich liefern [17]. Insgesamt wurden fünf Bohrungen, zwei im westlichen Sohlenbereich aus dem Abbau 4 und drei im östlichen Sohlenbereich aus dem Abbau 8, abgeteuft. Alle fünf Bohrungen durchörterten u. a. die 4. Anhydritmittelbank, wobei nur die drei östlichen Erkundungsbohrungen Salzlösungen aus dieser geologischen Formation mit unterschiedlichen Schüttungsraten, jedoch gleichen Druckverhältnissen, lieferten. Nachfolgend sind die Volumenströme beim beobachteten Druck von 9,6 bar der zu geflossenen  $MgCl_2$ -Lösungen dargestellt.

Bohrloch	l/min
65/490 <sup>1/68</sup>	4
66/490 <sup>2/68</sup>	6
67/490 <sup>2/68</sup>	250

Von den zugetretenen Lösungen aus den Bohrlöchern 66/490<sup>2/68</sup> und 67/490<sup>2/68</sup> liegen vom März 1968 Analysenergebnisse vor (Tabelle 12).

Bei den Erkundungsbohrungen 63/490<sup>12/67</sup> und 64/490<sup>12/67</sup> im Westfeld der 490-m-Sohle trat in derselben Anhydritmittelbank ein Unterdruck von anfangs maximal 0,32 bar auf.

Die Salzlösungsführung der Anhydritmittelbank 4 ist für den östlichen Teil der Nordflanke bereits durch die Bohrung 24/700 sowie den Schacht 2 nachgewiesen. Die abweichenden Zutrittsraten der Salzlösungen auf der 490-m-Sohle können auf lokale Unterschiede der Klufthäufigkeit und des verfügbaren Kluftvolumens zurückgeführt werden [26].

Die fünf Bohrungen wurden im Anschluss an die Erkundungsarbeiten zementiert [17]. Hinweise auf Zuflüsse von Salzlösungen nach diesem Zeitpunkt liegen nicht vor. Es wird eingeschätzt, dass die durchgeführten Sicherungsmaßnahmen eine Reaktivierung der Zutrittsstellen ausschließen [26].

#### **4.2 Gas aus der geologischen Erkundungsbohrung 68/775<sup>1/72</sup>**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 775-m-Sohle, Planquadrat e2). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis L16.

Aus dem im Jahre 1981 angefertigten Sicherheitsbericht für die Endlagerung radioaktiver Abfälle [16] geht hervor, dass die geologische Erkundungsbohrung 68/775<sup>1/72</sup> im Grauen Salzton einen kurzen Gasbläser von etwa 15 Sekunden Dauer angefahren hat. Das bei einer Teufe von 95,9 m angebohrte Gas stand unter einem hohen Druck [18]. Gemäß neueren geologischen Interpretationen [19] und aus den aktuellen geologischen Darstellungen – Planquadrat g5 im geologischen Sohlenriss der 775-m-Sohle – ist das Gasvorkommen jedoch nicht dem Grauen Salzton, sondern dem Anhydrit des Oberen Buntsandstein (so1A) zuzuordnen. Im Anschluss an die Bohrarbeiten wurde das Bohrloch zementiert.

#### **4.3 Salzlösung und Gas aus einem Schussbohrloch beim Auffahren der Wendelstrecke im Niveau der 553-m-Sohle**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 574-m-Sohle, Planquadrat c4). Die Zutrittsstelle ist lt. Laugenstellenverzeichnis ohne Bezeichnung.

Zwischen 1970 und 1975 wurde die Wendelstrecke zwischen den Abbauen auf der 490-m-Sohle und der 775-m-Sohle aufgefahren. Im Niveau der 553-m-Sohle wurden dabei aus westlicher Richtung Reste von Grauem Salzton und Hauptanhydrit angefahren, wobei aus einem Schussbohrloch etwas Gas und Salzlösung austrat [16], [20]. Die Stelle ist seit diesem Zeitpunkt trocken. Diese isolierte Scholle wurde im Jahre 1997 auch bei der Streckenauffahrung der Abbaubegleitstrecke im Firstniveau der 574-m-Sohle durchörtert. Dabei wurden keine nennenswerten Salzlösungen bzw. Gase freigesetzt. Eine zeichnerische Darstellung des Aufschlusses kann dem geologischen Sohlenriss der 553-m-Sohle im Planquadrat e/f 7 entnommen werden. Eine Übernahme in das Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen erfolgte nicht, da es sich hier um feuchte Stellen im Salz han-

delt, so wie sie beispielsweise auch auf der 637-m-Sohle beim Auffahren der Abbaubegleitstrecke nördlich von Abbau 4 bzw. beim Auffahren der Wendelstrecke zum Laugensumpf der 975-m-Sohle aufgetreten sind. Auch an diesen beiden letztgenannten Stellen wurde der Hauptanhydrit angefahren.

Für keine der genannten Feuchtstellen liegen quantitative Angaben zur Zutrittsmenge bzw. chemische Analysen vor. Die Schollen des Schichtkomplexes Grauer Salzion/Hauptanhydrit stellen ein stark begrenztes Speichervolumen dar. Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich bei den Lösungen um  $MgCl_2$ -Lösungen, die gegenüber dem umgebenden Gestein kein Lösepotential aufweisen [26].

#### **4.4 Salzlösung und Gas aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/750<sup>1/79</sup>)**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 750-m-Sohle, Planquadrat a1 auf dem Hauptblatt; Ansatzpunkt der Bohrung; Planquadrat d4 auf dem nördlichen Anschlussblatt; Endpunkt der Bohrung). Die Bezeichnung der Zutrittsstelle lt. Laugenstellenverzeichnis ist L15.

Am 19. Februar 1979 begannen die Bohrarbeiten für die oben erwähnte Bohrung im westlichsten Steinsalzabbau auf der 750-m-Sohle [21]. Sie diente der geologischen Erkundung der zum damaligen Zeitpunkt noch unbekanntesten Teile der nordöstlichen Flanke des Asse-Salzsattels unterhalb der 750-m-Sohle. Nachdem man am 1. März 1979 eine Länge von 357,9 m unter einer Neigung von 23,3 bis 24,8 gon abgebohrt hatte, musste die Bohrung aufgrund des starken Zutretens von Salzlösung und Gas eingestellt werden. Eine Auswertung der Bohrkerne ergab, dass das Gas- und Salzlösungsvorkommen im Tonliniensalz in einer Teufe von -689,0 m NN angebohrt wurde. In der Bohrung baute sich in der Nacht vom 12. auf den 13. März 1979 ein maximaler Druck von 93 bar auf. In dieser Zeit wurden in mehreren Phasen zwecks Druckentlastung die anstehenden Salzlösungen abgelassen, wobei kurzfristig eine maximale Zuflussrate von 300 l/min gemessen wurde. Die Zuflussrate stellte sich bei einer Druckentlastung um 43 bar auf 140 l/min ein. Die Temperatur der austretenden Salzlösung betrug 37 °C.

Die Salzlösungs- und Gasanalysen sind in Tabelle 13 und Tabelle 14 dargestellt. Die Rückstellprobe der zugeflossenen Salzlösung wurde im Dezember 1996 nochmals mit gleichem Ergebnis analysiert [22].

Als Hauptbestandteil des Gases wurde Stickstoff ( $N_2$ ) festgestellt. Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid ( $CO_2$ ) wurden nicht nachgewiesen.



Die Lösung hatte eine Dichte von  $1,313 \text{ g/cm}^3$  bei einer im Labor bestimmten Temperatur von  $33,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Die Auswertung der chemischen Analysen zeigt eine Sättigung der Lösungen an Halit und Carnallit [26]. Der Magnesiumchloridgehalt weist auf eine Metamorphoselösung hin.

Am 14. März 1979 wurde die Bohrung unter Aufsicht des Bergamtes zementiert und auf Verfügung des Bergamtes mit einem Sicherheitspfeiler von 100 m Durchmesser um die Zutrittsstelle ausgewiesen. Es wird eingeschätzt, dass die durchgeführten Sicherungsmaßnahmen eine Reaktivierung der Zutrittsstelle ausschließen [26].

#### **4.5 Salzlösungen in der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle**

Die zeichnerische Darstellung befindet sich im Grubenbild (Sohlenriss der 574-m-Sohle, Planquadrat c1 und c2). Die Zutrittsstellen sind lt. Laugenstellenverzeichnis ohne Bezeichnung.

Die zur Verbesserung der Wetterführung aufgefahren Diagonalstrecke von der 553-m-Sohle zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle wurde von September bis Oktober 1986 erstellt. Dabei traten beim Streckenvortrieb an zwei Firststellen im Bereich nördlich vom Abbau 2 auf der 574-m-Sohle Salzlösungen aus. Die anfallenden Mengen waren so gering, dass eine quantitative Erfassung nicht möglich war. In älteren Darstellungen waren diese beiden Stellen im Grubenbild bzw. im Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen eingetragen. Da die genannten Zutrittsstellen nur sehr geringe Mengen an Salzlösung lieferten, wurden sie aus dem Verzeichnis gestrichen [23].

## 5 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die im Grubengebäude der Schachanlage Asse II seit dem Abteufen des Schachtes bis 1988 aufgetretenen Salzlösungen und Gase chronologisch zusammen. Die Informationen über die Zutrittsstellen wurden älteren Gutachten, Studien, Berichten etc. entnommen. Dabei wurde auch auf die Zechenbücher der damaligen Bergwerksbetreiber zurückgegriffen. Alle in diesem Bericht beschriebenen Zutrittsstellen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

### 5.1 Chronologie

#### 5.1.1 Salzlösungszuflüsse

Insgesamt konnten 29 Zutrittsstellen recherchiert werden. Es können vier hinsichtlich ihrer Volumenströme bzw. Zuflusszeiten als markant bezeichnet werden. Diese sind in der Abbildung 5 graphisch dargestellt. Dabei handelt es sich um:

- 1) die Zutrittsstelle, die während des Abteufens des Schachtes 2 von 1906 – 1908 (Laugenaustrittsstellen L1, Kapitel 2) im Anhydritmittel 4 einen Zutritt von ca. 43 m<sup>3</sup>/d erbrachte. Durch den Tübbingausbau ist die Zutrittsstelle abgedichtet.
- 2) die Salzlösungszuflüsse im nordwestlichen Kalilager aus den Jahren 1939 bis 1942 (Laugenaustrittsstellen L5 – L8, Kapitel 3.3 ff.). Sie lieferten ebenfalls beträchtliche Volumenströme, wobei die max. Volumenströme zum Teil nicht eindeutig recherchiert werden konnten. Sie lagen jedoch kurzfristig bei ca. 100 m<sup>3</sup>/d, nahmen anschließend stark ab und näherten sich gegen Null. Allerdings sammeln sich aktuell südlich der Kaliabbaue noch Salzlösungen aus den Carnallitbereichen von durchschnittlich 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup>/d.
- 3) die Salzlösungen aus der Erkundungsbohrung 67/490<sup>2/68</sup> vom 22.02.1968 auf der 490-m-Sohle (Laugenaustrittsstelle L14, Kapitel 4.1) mit ~ 360 m<sup>3</sup>/d. Die Bohrung wurde am darauffolgenden Tag erfolgreich zementiert.
- 4) die Salzlösungen aus der Erkundungsbohrung 71/750<sup>1/79</sup> vom 01.03.1979 (Laugenaustrittsstelle L15, Kapitel 4.4) die mit max. 432 m<sup>3</sup>/d die größte Zuflussrate einer MgCl<sub>2</sub>-reichen Salzlösung lieferte. Die Bohrung wurde am 14.03.1979 erfolgreich zementiert.

Alle diese Salzlösungszuflüsse sind für die Schachanlage Asse II hinsichtlich der Betriebssicherheit ohne Bedeutung. Sie sind seit langem versiegt, ihre chemische Zusammensetzung deutet auf

Lösungsvorkommen innerhalb des Salzsattels hin bzw. die Zutrittsmenge ist vernachlässigbar klein.

### **5.1.2 Gaszutritte**

Der wichtigste Gaszutritt, die gasführende Erkundungsbohrung 750-NE 1 (Kapitel 4.4), wurde erfolgreich zementiert. Die Lage der gasführenden Schicht liegt so weit vom übrigen Grubengebäude entfernt, dass hier von einer Beeinflussung der Betriebs- und Nachbetriebsphase durch austretendes Gas nicht auszugehen ist.

Die übrigen Gaszutritte in das Grubengebäude der Schachanlage Asse II waren so gering, dass sie nicht einmal bestimmt werden konnten. Sie sind für die Betriebsphase ohne Bedeutung.

Exemplar für BMBF und BMUB

## 6 Quellenverzeichnis

- [1] GSF, Forschungsbergwerk Asse, Grubenbild der Schachanlage Asse, Verzeichnis der Laugenaustrittsstellen, Reg.-Nr.: Laugenver. 02, Stand : 07/00.
- [2] Ebeling V. (1967) Gutachten, Die Sicherheit des Bergwerks Asse II bei Remlingen aus bergmännischer Sicht beurteilt, September.
- [3] Fa. Deilmann (1966) Bericht über die Entrostungsarbeiten im Tübbingteil des Schachtes Asse 2 in Remlingen, 28.09.1966.
- [4] Zechenbuch der Schachanlage Asse II, Seite 398, 24.06.1921.
- [5] Zechenbuch der Schachanlage Asse II, Seite 235 – 237, 30.08.1912.
- [6] Hentschel (1961) Zusammenstellung der Laugenzuflüsse auf den Schachanlagen Asse I, II und III, 20.05.1961.
- [7] Zechenbuch der Schachanlage Asse II, Seite 284, 10.09.1915.
- [8] Börger (wahrscheinlich 1943) Vorlage Staatsarchiv Wolfenbüttel; Laugenzuflüsse auf der Schachanlage Asse II, 24.04.19???
- [9] Burbach AG, Tabellarische Aufzeichnungen über die Laugenzuflüsse im nordwestl. Kalilager aus den Jahren 1940 bis 1943.
- [10] Reichsstelle für Bodenforschung (1939) Gutachten über einen Laugenzufluss auf dem Kalibergwerk Asse II, Berlin, 2. September 1939.
- [11] Reichsstelle für Bodenforschung (1940) Nachtrag zu einem Gutachten vom 2. September 1939 über einen Laugenzufluss auf dem Kalibergwerk Asse II, Berlin, 25. Januar 1940.
- [12] Klarr K. (1967) Laugen im Grubengebäude der Schachanlage Asse II, 2. September 1967.
- [13] Kühn K., Klarr K., Borchert, H. (1967) Studie über die bisherigen Laugenzuflüsse auf den Asse – Schächten und die Gefahr eines Wasser – oder Laugeneinbruchs in das Grubengebäude des Schachtes II, 6. November 1967, GSF-Bericht T10.
- [14] Krieger K.-H., Schütte H., Harre M., Sauer R., Schubert J., Fleisch E. (1997) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld, Bergamt Goslar,

Gefahrenabschätzung für die Schachanlage Asse, Stand: Juni 1993, NLfB-Archiv-Nr.: 109080, Tgb-Nr.: 1484/97, 01.07.1997.

- [15] Opp O., Dürr K. (1988) Laugentropfstelle in Kammer 5/532 und 5/553 – Kurzgefasste Chronologie, August / September 1988.
- [16] GSF (1981) Sicherheitsbericht über die Endlagerung radioaktiver Abfälle, Kapitel: Laugen- und Gasvorkommen im Zechstein-Salzgebirge der Schachanlage Asse II, Bericht: SB-4.81, München im April 1981.
- [17] Albrecht E. (1968) Technischer Bericht über die Salzhangbohrungen A1 bis A5 auf der 490-m-Sohle der Schachanlage Asse, Juni 1968.
- [18] Klarr K. (1974) Bericht über die geologischen Erkundungsbohrungen 775<sup>1/72</sup>, 750<sup>1/73</sup>, und 490<sup>1/73</sup> im Salzbergwerk Asse II, 11. Januar 1974.
- [19] Essaid S., Klarr K. (1982) Zum Innenbau der Salzstruktur Asse, Z. dt. geol. Ges., Seite 135 – 154, 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1982.
- [20] Klarr K. (1981) Grundlagen zur Geologie der Asse, GSF-Bericht T117, März 1981.
- [21] Uerpmann E.-P., von Stempel C. (1979) Bericht über die geologische Erkundungsbohrung NE 1, 1979.
- [22] GRS – Chemisches Labor: chemische Analyse der Rückstellprobe der Salzlösung aus der Bohrung 750-NE1 vom Dezember 1996, Labor-Nr.: 17527.
- [23] Hensel G., Schreiben der GSF an das Bergamt Goslar vom 03.04.2000, Az.: He/Met.
- [24] Baumert B. (1928) Ueber Laugen- und Wasserzuflüsse im deutschen Kalibergbau, Dissertation, Hildesheim.
- [25] Schreiben der Burbach- AG an das Bergamt Braunschweig vom 10. Dez. 1945.
- [26] Jockel A., Rauche H., Schwandt A., Voigt H., Voigt W. (2003) Geochemische Bewertung der Salzlösungszutritte im Bergwerk Asse II, März 2003, Erfurt.
- [27] Stockmann N., Heydorn M., Marggraf G., Hensel G. (2003) Zusammenstellung der ab 1988 im Grubengebäude der Schachanlage Asse II auftretenden Salzlösungen und Gase, GSF - Forschungsbergwerk Asse.

## 7 Tabellen

Tabelle 1: Im Grubengebäude der Schachanlage Asse II aufgetretene Salzlösungen und Gase, Stand: 31.12.2001

Lf d. Nr.	Nr. lt. Laugenstellenverzeichnis	Zeichn. Darstellung		Lage der Zutrittsstelle	Koordinaten			Auftreten der Zutrittsstelle	Verschluss der Zutrittsstelle	Art	Menge	Beschreibung im Kapitel	Probenentnahmestellen	
		Sohlen-Riss	Plan-quadrat		Rechts <sup>440</sup> ....	Hoch <sup>577</sup> ....	NN							
1	L1			Schacht 2 336 m – 339 m Teufe, am 7	9053	8172	- 145	Abteufarbeiten 1906 – 1908	Tübbingausbau	Lauge	keine Angabe	2		
2	L1			Schacht 2 374 m – 377 m Teufe, am 4	9053	8172	- 183	Abteufarbeiten 1906 – 1908	Tübbingausbau	Lauge	30 - 15 l/min			
3	-			Schacht 2 Horizontalriss in 136 - 139 m Teufe	9053	8172	+ 55	1956 - 1966	Abdichtungsarbeiten und Einbau einer Vorbausäule	Lauge	3,0 l/min	2		
4	-			Schacht 2 Vertikalriss in 173 - 176 m Teufe	9053	8172	+ 18	1956 - 1966	Abdichtungsarbeiten und Einbau einer Vorbausäule	Lauge	2,2 l/min			
5	-			Schacht 2 Horizontalriss in 186 m Teufe	9053	8172	+ 6	1956 - 1966	Abdichtungsarbeiten und Einbau einer Vorbausäule	Lauge	gering			
6	-			Schacht 2 Riss im Lagerflansch in 228 m Teufe	9053	8172	- 36	1956 - 1966	Abdichtungsarbeiten und Einbau einer Vorbausäule	Lauge	gering			
7	-			Schacht 2 Übergang der Tübbingringe Nr. 179/180 in 277,8 m Teufe	9053	8172	- 85	1956 - 1966	Abdichtungsarbeiten und Einbau einer Vorbausäule	Lauge	keine Angabe			
8	L2	700 m	e 7/8	Brl. 23/700 <sup>212</sup> ; 147m Hauptanhydrit	9305	7845	- 506	Februar 1912	Zementation 1912	Lauge / Gas	sehr gering	3.1		
9	L3	700 m	e 7/8	Brl. 24/700 <sup>212</sup> ; 120 m am 4	9472	8090	- 506	Februar 1912	Zementation 1912	Lauge	keine Angabe			
10	L4	700 m West	b 7	Richtstr. nach Westen	8610	8252	-506	März 1912	-	Lauge	keine Angabe	3.2		
11	-	-	-	Horizontalbrl. im Pfeiler zwischen Kaliabb. 10 und 11 West	-	-	-	keine belastbare Angabe möglich	1941 trocken	Lauge	Keine Angabe	3.3.2		
12	L5	700 m Nord	e 2	Qu. z. Hauptges. II westl.	8898	8497	- 504	10.07.1939	27.08.1939	Lauge	Σ : ~ 1.750 m <sup>3</sup>	3.3.3		



Lf d. Nr.	Nr. lt. Laugenstellenverzeichnis	Zeichn. Darstellung		Lage der Zutrittsstelle	Koordinaten			Auftreten der Zutrittsstelle	Verschluss der Zutrittsstelle	Art	Menge	Beschreibung im Kapitel	Probenentnahmestellen
		Sohlen-Riss	Plan-quadrat		Rechts <sup>44</sup> 0....	Hoch <sup>57</sup> ....	NN						
13	L6	725 m Nord	d 2	Kaliabbau 14, östl. Stoß	8844	8550	- 536	01.08.1939	augenscheinlich versiegt 09.10.1939	Lauge	Max: 138 m³/d	3.3.4	
14	L7	725 m Nord	d 2	Kaliabbau 13, westl. Stoß	8866	8540	- 536	19.05.1941	augenscheinlich versiegt 01.09.1942	Lauge			
15	L8	725 m Nord	d 1	Kaliabbau 14, westl. Stoß	8798	8567	- 536	20.08.1941	augenscheinlich versiegt 18.08.1941	Lauge			
16	L9	574 m	b 1	Qu. nördl. von Bl. Scht. 1, Weststoß	8700	8204	- 380	vor 1950	nicht zugänglich	Lauge	Tropfmengen	3.4	
17	L10	532 m	e 6	Abbau 9, Südstoß	9260	7964	- 326	ca. 1957	24.08.1988 feucht 05.03.1999 trocken	Lauge	11/59 : ca. 1 l/h	3.5	
18	-	-	-	511-m-S., Abbau 9, Südstoß	-	-	-	ca. 1960	Zementation	Lauge / Gas	Tropfmengen	3.6	
19	L11	511 m	b 3	Abbau 3, Brl. 50/511 <sup>5/60</sup> nach Norden, T3	8930	8283	- 315	Mai 1960	vermutl. Zementation	Gas		3.7	
20	-	775 m	d 4/5	Sohlenvertiefung in der Strecke zum Abbau 5	-	-	-	n.b. wahrscheinlich künstlich zugeführte Lauge aus dem Zutritt von den Kaliabbauen (Ifd.Nr. 13-15)		Lauge	sehr gering	3.8	
21	L12	490 m	c 5	Abbau 8, Brl. 65/490 <sup>1/68</sup>	9199	8146	- 298	30.01.1968	06.02.1968 Zementation	Lauge	4 l/min	4.1	
22	L13	490 m	c 6	Abbau 8, Brl. 66/490 <sup>2/68</sup>	9269	8101	- 300	13.02.1968	16.02.1968 Zementation	Lauge	6 l/min		
23	L14	490 m	c 6	Abbau 8, Brl. 67/490 <sup>2/68</sup>	9279	8106	- 316	22.02.1968	23.02.1968 Zementation	Lauge	250 l/min		
24	L15	750 m Nord	d 4	Brl. 71/750 <sup>1/79</sup>	9014	8545	- 689	01.03.1979	14.03.1979 Zementation	Lauge / Gas	Max : 300 l/min	4.4	
25	L16	775 m	e 2	Brl. 68/775 <sup>1/72</sup> ; 95,9 m so1A	8890	7964	- 577	Januar 1972	Zementation	Gas		4.2	
26	-	574 m	c 4	Schussbrl. beim Auffahren der Wendelstr.	9006	8104	- 365	Januar 1975		Lauge / Gas	n.b.	4.3	
27	-	574 m	c 2	Wetterstr. z. Bl. Scht. 1	8819	8180	- 368	September 1986	Okt. 1991 versiegt	Lauge	n.b.	4.5	
28	-	574 m	c 1	Wetterstr. z. Bl. Scht. 1	8776	8196	- 371	Oktober 1986	Okt. 1991 versiegt	Lauge	n.b.		
29	L21	750 m Nord	d 3	Kaliabbau 11 West, Brl. 25/750	8953	8532	- 553	1912 (lt. Zechenbuch Seite 235)	Zementation	Lauge	keine Angabe	3.3.1	

Tabelle 2: Salzlösungszuflüsse während des Abteufens von Schacht 2 (1906-1908).

Anhydritmittel	Teufe	Salzlösungszufluss
am 7	336 m – 339 m	etwas Lauge, keine Mengenangabe
am 6	354 m – 358 m	trocken
am 4	374 m – 377 m	anfangs: 30 l/min, kurz darauf: 15 l/min

Tabelle 3: Mineralzusammensetzung der Salzlösung am Schacht 2.

Salz	MgCl <sub>2</sub>	KCl	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
g/l	304,8	38,1	25,4	7,62	4,44	890

Tabelle 4: Mineralzusammensetzung der Tropfreste in der Richtstrecke der 700 m Sohle.

	MgCl <sub>2</sub>	KCl	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	Fe	Br	H <sub>2</sub> O	Dichte
	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/cm <sup>3</sup> ]
<b>Aug 31</b>	409	4	71,4	29	6	6,3	821	1,347
<b>Jan 32</b>	449	4	15,2	10,5	n.a.	n.a.	n.a.	1,348

n.a. .... nicht analysiert

Tabelle 5: Rissstellen mit Lösungszuflüssen in den Tübbingsegmenten des Schachtes Asse 2.

Beschreibung	Teufenbereich [m]	Zufluss [l/min]
Horizontalrisse	136 – 139	3,0
Vertikalrisse	173 – 176	2,2
Horizontalriss	186	gering
Riss im Lagerflansch	228	gering
Übergang der Tübbingringe Nr. 179/180	277,8	keine Angabe



Tabelle 6: Schüttungsraten der Zutrittsstelle L5 im Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle.

Datum	Zufluss [l/min]	Zufluss [m³/d]
10.07.39	22,0	31,7
12.07.39	41,5	59,8
22.07.39	48,0	69,1
25.07.39	68,7	98,9
28.07.39	48,1	69,3
08.08.39	4,6	6,6
12.08.39	3,9	5,6
17.08.39	3,0	4,3
22.08.39	1,7	2,4
26.08.39	0,5	0,7
27.08.39	0,0	0,0
Max	68,7	98,9

Tabelle 7: Mittel- und Extremwerte der Mineralzusammensetzung der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager.

	MgSO <sub>4</sub> [g/l]	MgCl <sub>2</sub> [g/l]	KCl [g/l]	NaCl [g/l]	H <sub>2</sub> O [g/l]	Dichte [g/cm³]	Temp. [°C]
<b>Mittel</b>	29,3	337	23,8	24,1	885	1,303	34,0
<b>Max</b>	57,0	371	46,0	69,0	899	1,320	35,0
<b>Min</b>	7,8	316	5,3	6,8	837	1,282	33,5

Tabelle 8: Mineralzusammensetzung der Salzlösungen im Steinsalzabbau 9 auf der 532-m-Sohle vom Nov. 1959.

MgCl <sub>2</sub> [g/l]	KCl [g/l]	NaCl [g/l]	MgSO <sub>4</sub> [g/l]	H <sub>2</sub> O [g/l]	Dichte [g/cm³]	Temperatur [°C]
327,6	7,2	56,3	16,6	892	1,290	20

Tabelle 9: Mineralzusammensetzung der Salzlösung aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle.

MgCl <sub>2</sub> [g/l]	KCl [g/l]	NaCl [g/l]	MgSO <sub>4</sub> [g/l]	H <sub>2</sub> O [g/l]	Dichte [g/cm³]	Temperatur [°C]
306	6,4	75,7	4,9	877	1,280	20

Tabelle 10: Analyse des Gaszutritts aus dem Abbau 9 auf der 511-m-Sohle.

Gas	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
Vol [%]	0,14	17,66	11,00	71,20

Tabelle 11: Gaszutritt aus dem Abbau 3 auf der 511-m-Sohle.

Gas	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
Vol [%]	0,02	20,68	1,21	78,09

Tabelle 12: Mineralzusammensetzung der Salzlösungen aus den geologischen Erkundungsbohrungen im Ostfeld der 490-m-Sohle vom März 1968.

Bohrloch	MgCl <sub>2</sub>	KCl	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	Br	Dichte	Temp.
	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/l]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[°C]
66/490 <sup>2/68</sup>	355	9	57	16	8,3	872	5,79	1,309	25
67/490 <sup>2/68</sup>	366	9	28	11	1,2	886	6,27	1,300	25

Tabelle 13: Mineralzusammensetzung der Salzlösung aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/750<sup>1/79</sup>).

	Salz	MgCl <sub>2</sub>	KCl	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
<b>2. März 1979</b>	[g/l]	355	19	15	31	-	-
<b>Dez. 1996 (Rückstellprobe)</b>	[g/l]	377	19,07	16,5	29,5	0,094	871

Tabelle 14: Zusammensetzung des Gaszutritts aus der geologischen Erkundungsbohrung 750-NE 1 (= Brl. 71/750<sup>1/79</sup>).

Gas	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	Methan (CH <sub>4</sub> )	Ethan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Ethen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )
ppm	11000	2000	25	2

Tabelle 15: Mineralzusammensetzung, Dichten und Temperaturen der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager nach 1943.

Datum	MgSO <sub>4</sub> [g/l]	MgCl <sub>2</sub> [g/l]	KCl [g/l]	NaCl [g/l]	H <sub>2</sub> O [g/l]	Dichte [ g/cm <sup>3</sup> ]	Temp. [ °C ]	Quelle
10.12.1945	28,0	339	19,4	15,6	888	1,290	34,0	[24]
Mai 1961	Min	33,2	355	11,9	12,6	873	1,300	[6]
	Max	33,8	360	18,6	15,4	885	1,300	[6]
2 Hj. 1967		358		44,8		1,315	32,0	[13]

Tabelle 16: Zuflussraten der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager nach 1943.

Datum	Zuflussrate [m <sup>3</sup> /d]	Quelle
Anfang 1953 – Mai 1961	0,72	[6]
seit 1963	< 1	[13]
Nov. 1967	~ 0,7	[13]

Tabelle 17: Übersicht zur geochemischen Bewertung der Salzlösungen nach [26].

Laugen- stelle	Bezeichnung und Lage der Zutrittsstelle	Daten	Bisherige Interpretation	Geochemische Bewertung (s. Kap.1, S.7)
<b>Zutritte im Bereich der Schachtröhren</b>				
L1	Schacht 2 / 336 m und 374 m Teufe		Metamorphoselösung	Typ 1 bis 2
keine	Schacht 2 / Schäden im Tübbingausbau	keine	Süßwässer des Deck- gebirges	
<b>Zutritte aus Hauptanhydritschollen an der SW-Flanke der Asse-Struktur</b>				
L2	Horizontalbohrung 23/700 <sup>2/12</sup>	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
L11	Erkundungsbohrung 50/511 <sup>5/60</sup>	keine	-	wahrs. Typ 2
<b>Zutritte aus dem Anhydritmittelsalz im nordöstlichen Teil der Asse-Struktur</b>				
L3	Horizontalbohrung 24/700 <sup>2/12</sup>	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
L12 – L14	Erkundungsbohrungen auf der 490-m- Sohle		Metamorphoselösung	Typ 2
<b>Zutritte aus dem Leinsteinsalz ...</b>				
<b>... an der NE-Flanke der Asse-Struktur</b>				
L21	Horizontalbohrung 25/750 <sup>2/12</sup>	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
keine	Horizontalbohrung zw. den Kaliabbauen 10 und 11 West	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
L15	Erkundungsbohrung 71/750 <sup>1/79</sup>		Metamorphoselösung	Typ 2
<b>... im Bereich der SW-Flanke</b>				
L10	Abbau 9 / 532-m-Sohle und 553-m-Sohle		Metamorphoselösung	Typ 2
keine	Untersuchungsbohrung Abbau 9 / 511-m- Sohle		Metamorphoselösung	Typ 2
<b>Zutritte im Bereich der Kontaktfläche Kaliflöz Staßfurt/Leinsteinsalz</b>				
L4	Richtstrecke n. Westen auf der 700-m- Sohle		Metamorphoselösung	Typ 3
L5	Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
L6	Kaliabbau 14 West / 725-m-Sohle östl. Stoß		MgCl <sub>2</sub> -Lösungen, Metamorphoselösung	Typ 2
L7	Kaliabbau 13 West / 725-m-Sohle westl. Stoß			Typ 2
L8	Kaliabbau 14 West / 725-m-Sohle westl. Stoß			Typ 2
L9	Querschlag nördlich Blindschacht I auf der 574-m-Sohle	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
keine	Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle	keine	Metamorphoselösung	wahrs. Typ 2
keine	Sohlenvertiefung in der Strecke zum Abbau 5	keine	Betriebslösung	wahrs. Typ 3

## 8 Abbildungen

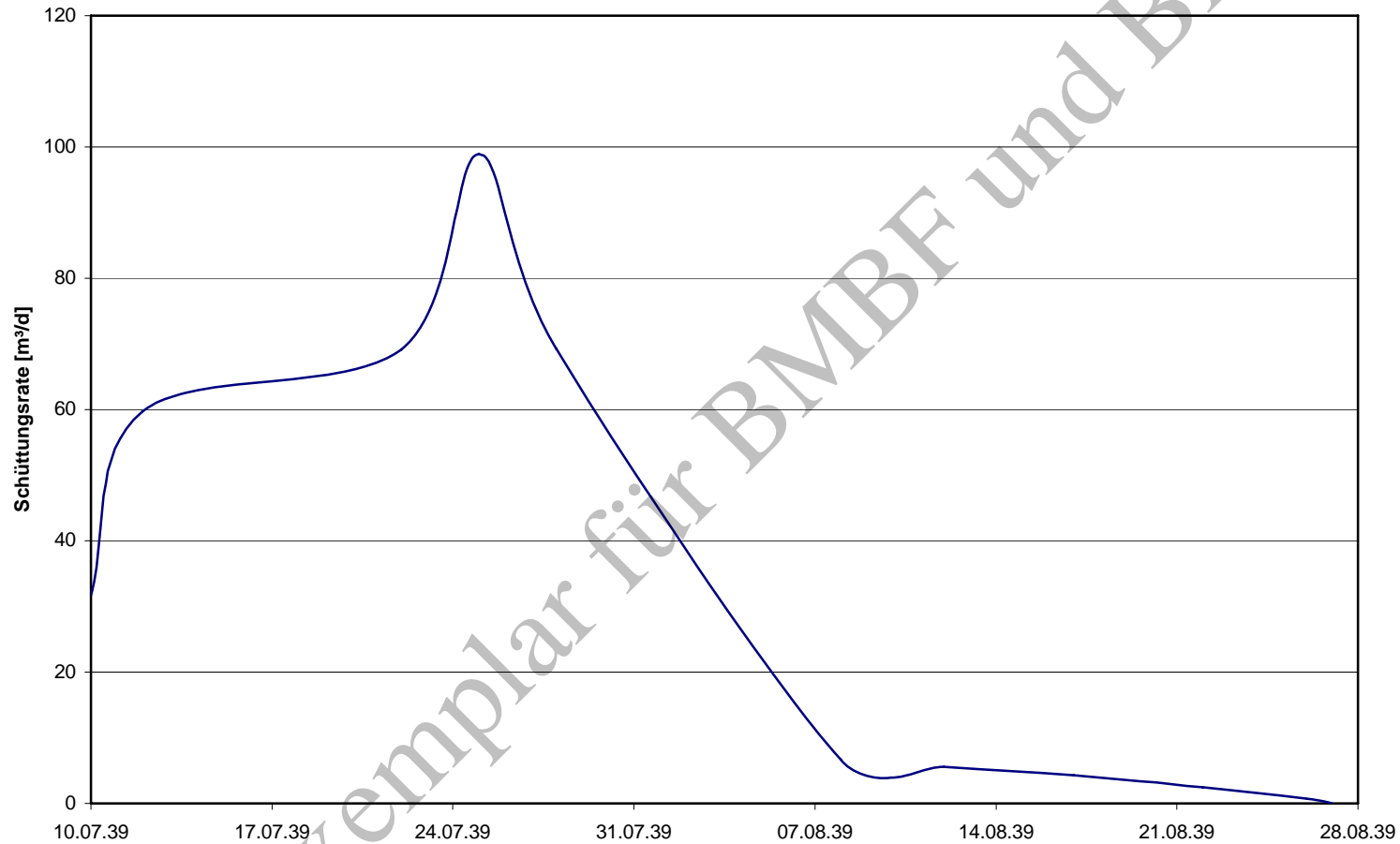


Abbildung 1: Schüttungsraten der Zutrittsstelle L 5 (Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle).

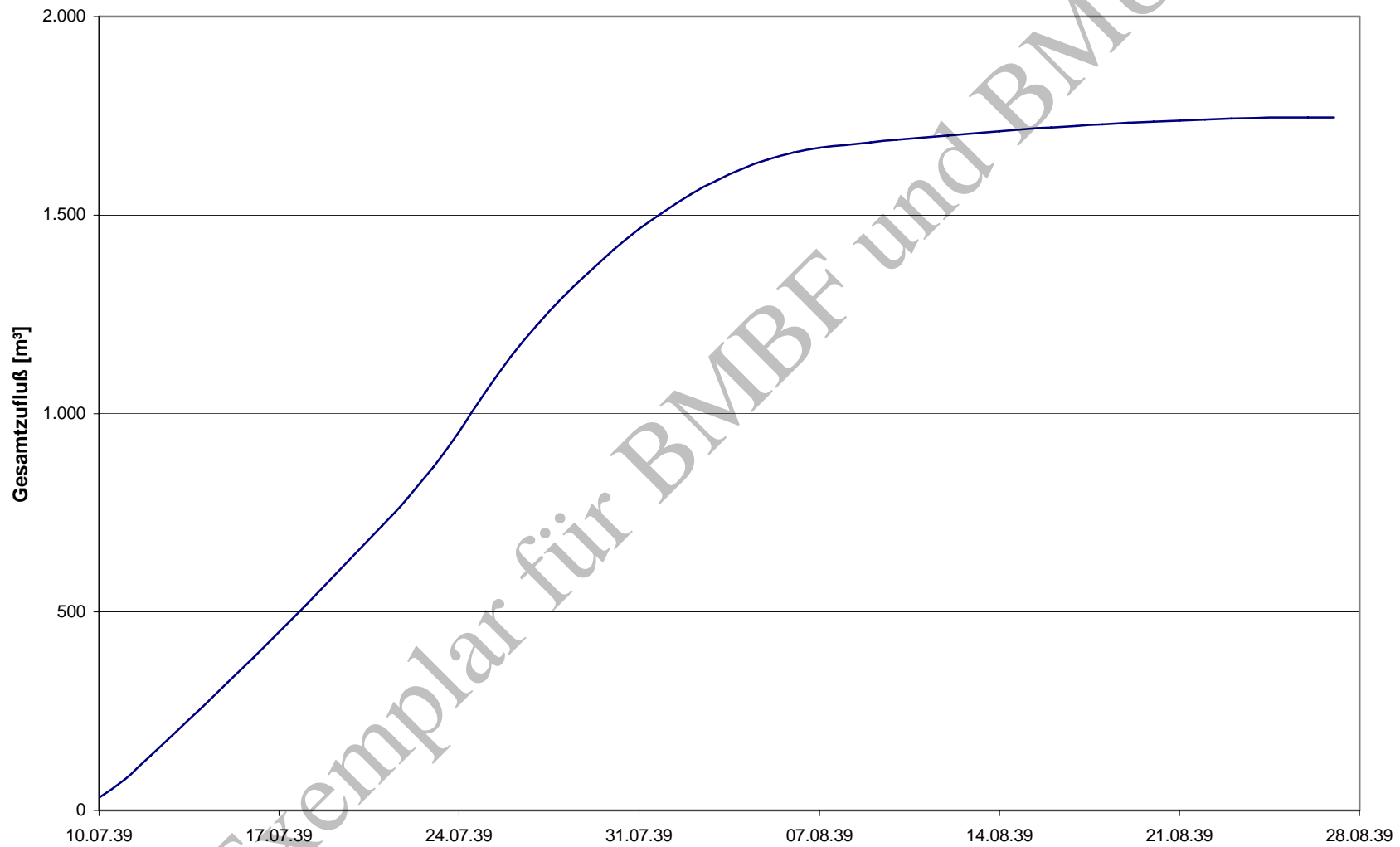


Abbildung 2: Gesamte Zuflussmenge der Zutrittsstelle L 5 (Querschlag zum Hauptgesenk II West auf der 700-m-Sohle).

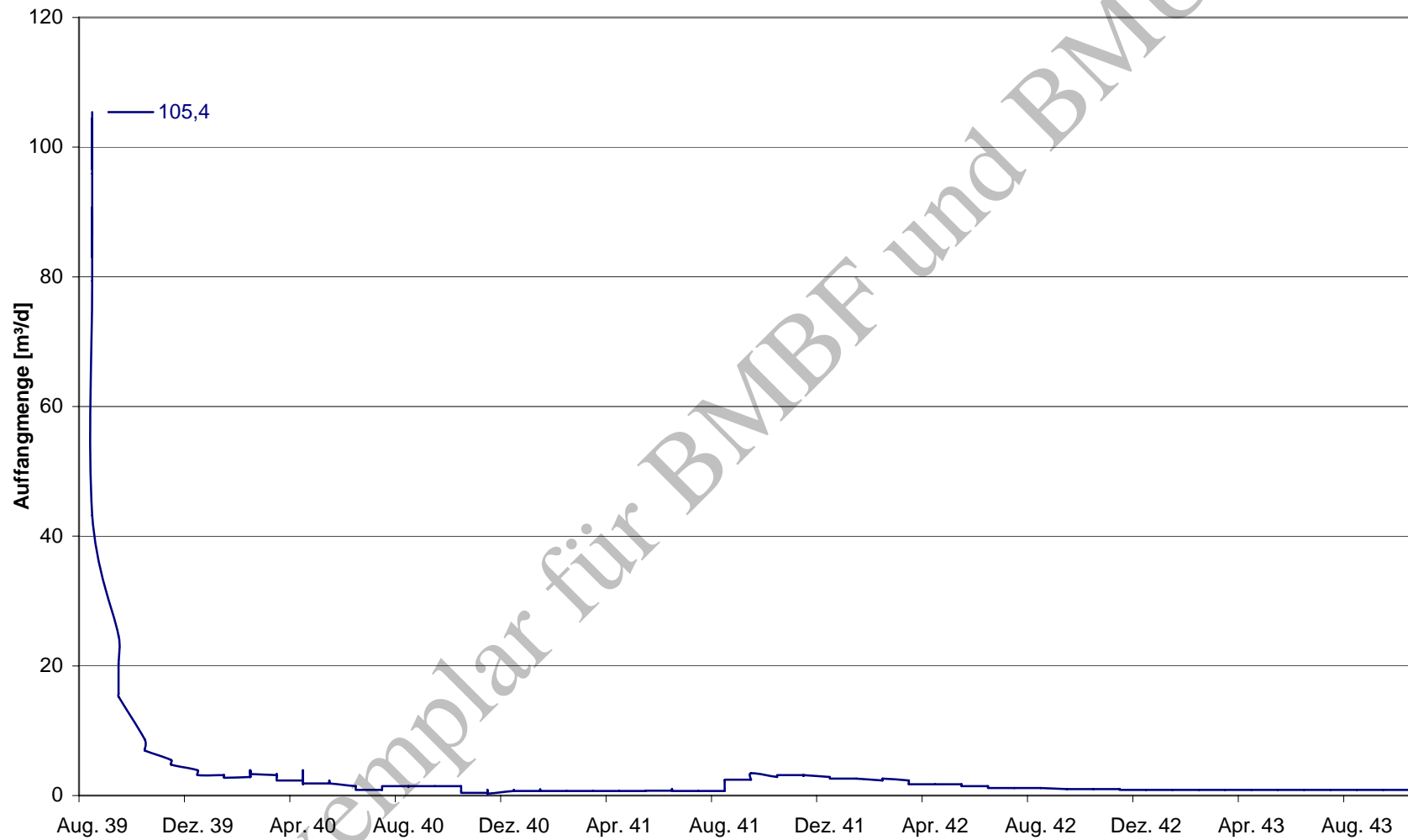


Abbildung 3: Salzlösungsauffangmengen aus dem nordwestlichen Kalilager (August 1939 - Oktober 1943).

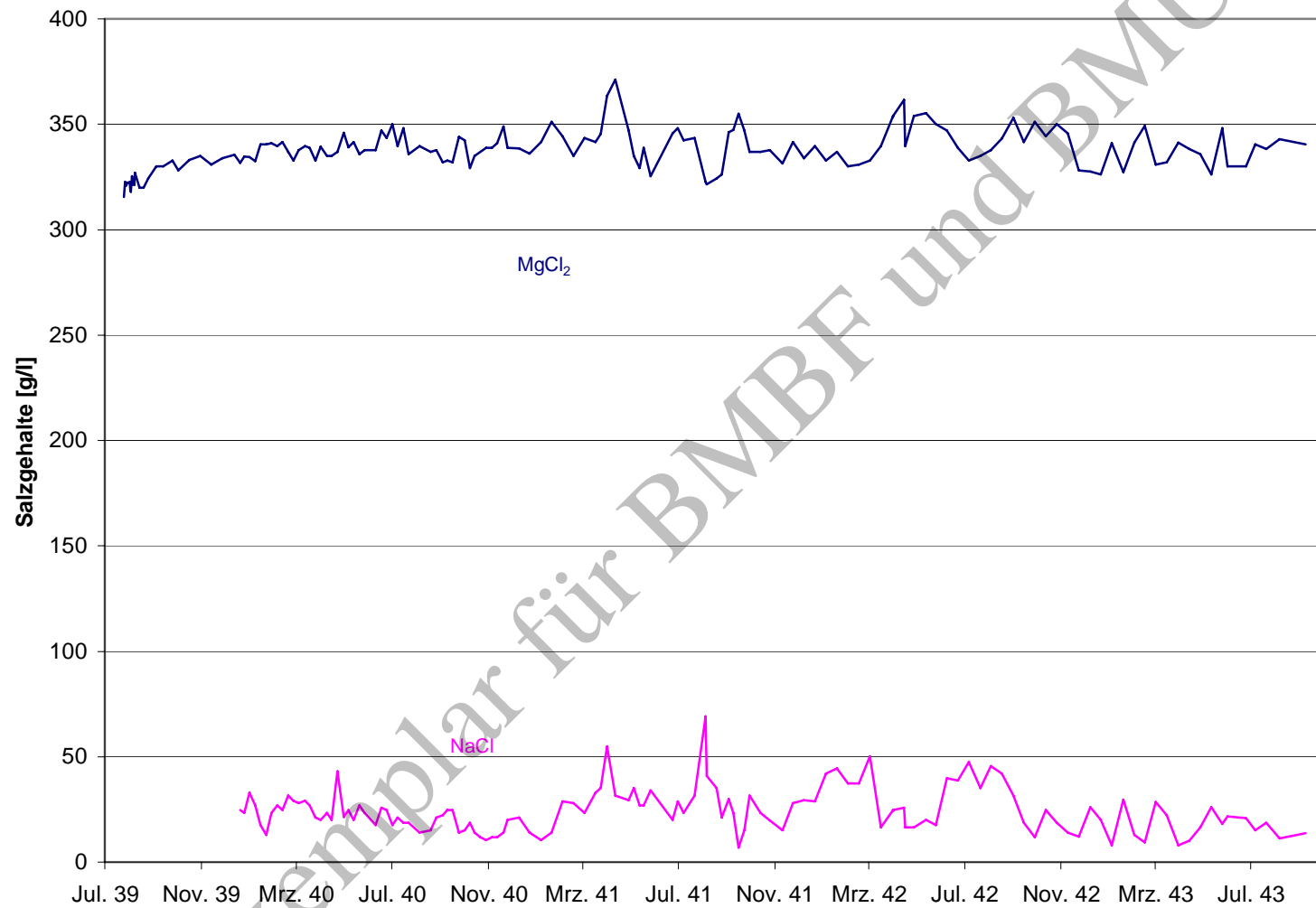


Abbildung 4: MgCl<sub>2</sub>- und NaCl-Gehalte der Salzlösungen aus dem nordwestlichen Kalilager (Zeitraum: August 1939 bis September 1943).



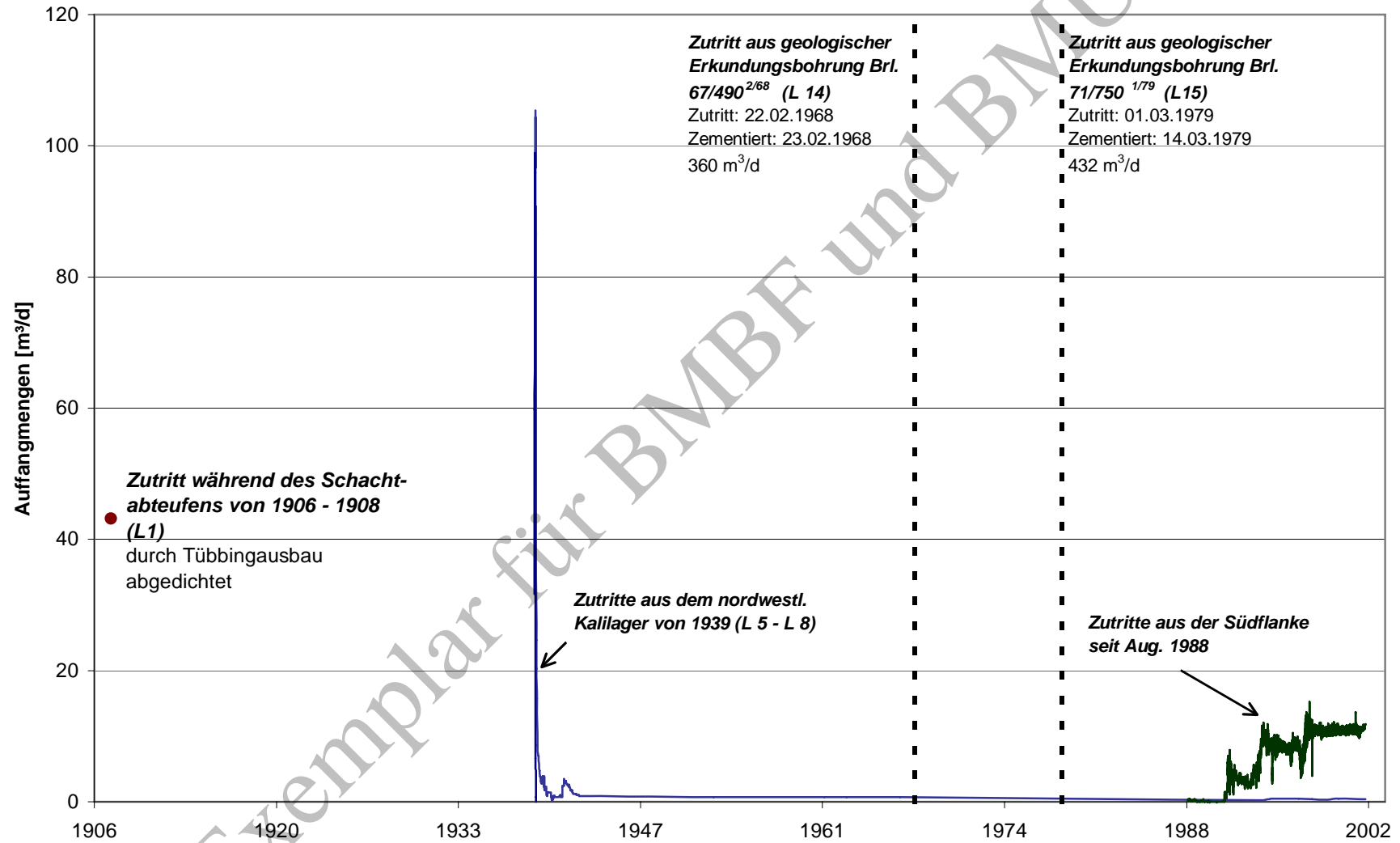


Abbildung 5: Zeitliche Übersicht der Zutrittsraten von Salzlösungen.