

Gebirgsmechanische und bergrechtliche Probleme der Bergbausicherheit im Kalibergbau aus der Sicht des Werra-Kalireviers der DDR

K.H. Höfer, G. Kiesewetter und P. Siebler

*Institut für Bergbausicherheit, 703 Leipzig, DDR, Oberste Bergbehörde
beim Ministerrat der DDR, 703 Leipzig, DDR, und VEB Kalibetrieb "Werra",
6212 Merkers, DDR.*

ZUSAMMENFASSUNG

In den DDR-Gruben des Kali-Werra-Reviere wird ein offener Kammerbau mit Quadratpfeilern in Teufen bis fast 1 000 m vorzugsweise im Flöz "Thüringen" betrieben. Die dabei auftretenden gebirgsmechanischen Probleme werden beschrieben und die inneren und äußeren Einflußfaktoren analysiert. Die daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen für die Betriebsplanung, die Abbauführung und den eigentlichen Abbau werden unter besonderer Beachtung der Belange der Bergbausicherheit und des Bergrechts diskutiert.

ALLGEMEINES

Der allgemeine Trend des Bergbaues, daß die Teufen immer größer und die geologischen Verhältnisse schlechter werden, gilt auch für das Werra-Kalirevier der DDR. Lagen vor 30 Jahren die durchschnittlich gebauten Teufen noch bei etwa 500 m, so sind jetzt Teufen um 900 m die Regel. Das bedeutet eine Teufenzunahme von mehr als 10 m pro Jahr. Mit dem weiteren Vordringen in das Zentrum des Werrabeckens verbunden sind kompliziertere geologische Verhältnisse durch die weitere Annäherung an den Rhönvulkanismus und durch zunehmend mächtigere Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins. Schließlich muß das Werra-Kaligebiet, in dem von der DDR und von der BRD Bergbau betrieben wird, als eines der größten zusammenhängend abgebauten Kaligebiete der Welt angesehen werden.

Beim Abbau des Flözes "Thüringen", das vorwiegend carnallitisch ausgebildet ist, sind eine Reihe von inneren und äußeren Faktoren zu beachten, um den offenen Kammerbau mit Stützung des Hangenden durch quadratische bzw. rechteckige Pfeiler sicher durchführen zu können.

INNERE UND AUSSERE EINFLUSSFAKTOREN

Das im Werra-Kalirevier der DDR vorwiegend gebaute Flöz "Thüringen" liegt im unteren Teil des durchschnittlich 260 m mächtigen Werrasteinsalzes Na I. Die Gliederung des Zechsteins im Werra-Kalirevier der DDR ist nach Haase 1971/72 wie folgt:

Stratigraphische Bezeichnung

Mächtigkeit m

Obere Letten	11,8
Plattendolomit	20,5
Untere Letten	31,0
Steinsalz der Staßfurtserie	4,0
Anhydrit der Staßfurtserie	8,2
Braunroter Salzton	10,0
Oberes Werrasteinsalz	99,0
Kalisalzflöz Hessen	2,2
Mittleres Werrasteinsalz	63,0
Kalisalzflöz Thüringen	4,6
Unteres Werrasteinsalz	105,0
Unterer Werraanhydrit	9,0
Zechsteinkalk	7,3
Kupferschiefer	0,7
Zechsteinkonglomerat	?

Das weitere Deckgebirge bilden vorwiegend der Untere und Mittlere Buntsandstein. Stellenweise sind auch der Obere Buntsandstein und Muschelkalk vorhanden. Bei Mächtigkeiten dieser Schichten von 500 bis 700 m ergeben sich Abbauteufen bis zu 950 m.

Neben dieser großen Teufe sind bei der Planung und Durchführung des Abbaues zu beachten:

1. Im Flöz "Thüringen" ist das Kalilager hauptsächlich als Carnallit ausgebildet. Dieser kommt in zwei Varietäten vor und zwar als sogenannter glasiger Carnallit von großer Reinheit und hohem Carnallitgehalt aber relativ geringer einachsiger Druckfestigkeit um etwa 8,5 MPa und als sogenannter Trümmerncarnallit mit etwa

12,5 MPa einachsiger Druckfestigkeit. Daneben tritt Sylinit auf. Obwohl generell gesehen die ganze Lagerstätte relativ gleichmäßig erscheint, sind örtlich doch sehr große Unregelmäßigkeiten auf kürzestem Raum vorhanden. Dies betrifft sowohl die oben angegebenen Fazieswechsel mit den unterschiedlichen Salzarten als auch insbesondere Schwankungen in den Mächtigkeiten.

2. Wie aus der Arbeit Knoll u.a. 1978 hervorgeht, ist besonders der Untere und Mittlere Buntsandstein mit vergleichsweise hohen Festigkeitswerten in weiten Bereichen sehr massig ausgebildet. Dies und die großen Mächtigkeiten dieser Schichten können in Abhängigkeit vom tektonischen Bau zu einer großen Biegesteifigkeit des Deckgebirges führen.
3. Tektonische Störungen beeinflussen den Bergbau im Werra-Kalirevier der DDR in mehrfacher Beziehung. Die rhönisch (NNW–SSE) bis rheinisch (NNE–SSW) also \pm meridional streichenden Zerrspalten dienten Basalten als Aufstiegswege und führten zu der Kohlesäureimprägnation der Salzgesteine, auf die die CO_2 -Ausbruchsfahrer zurückzuführen ist. Diese zerrungstektonischen Bruchzonen führen teilweise Vulkanite und sind \pm impermeabel. Sie sind im mechanischen Sinn potentielle Schwächeflächen, die durch verschiedenartige Wirkungen aktiviert werden können. Verwerfungsbrüche mit vertikalen Versetzungsbeträgen bis zu 175 m streichen herzynisch (NW–SE) über rhönisch (NNW–SSE) und rheinisch (NNE–SSW) bis zu flach erzgebirgisch (ENE–WSW). Diese Störungen haben einen hohen Durchtrennungsgrad und können damit die Hauptfließwege für Grundwasser bzw. Salzlösungen bilden. Letztere können aus dem Plattendolomit direkt oder über die Auslaugungssenken in das Deckgebirge aufsteigen. Nach Knoll u.a. 1978 läßt die Anordnung der bruchtektonischen Zonen eine deutliche Abgrenzung von einzelnen Gebirgsblöcken bzw. -schollen unterschiedlicher Größe zu.
4. Innerhalb des intakten Salzgebirges treten nach Hoppe 1964 u.a. lokale Auslaugungssenken mit Abmessungen bis zu mehreren km auf. Diese sind für die bergmännische Nutzung der Kalisalzagerstätte von Einfluß, weil durch die Auslaugungsvorgänge dem Abbau aus bergbausicherheitslichen Gründen klare Grenzen gesetzt sind. Eine vor Jahren aufgefahrne Strecke hatte nach Spackeler 1957 "eine Gebirgsstörung angetroffen, die Ton-, Steinsalz- und Dolomitbrocken aus dem hangenden enthielt. Die austretende Lauge erwies sich als Tageslauge. Nach dem Abdichten stieg der Druck hinter dem Damm bis auf 83 bar." Nach Hoppe 1964 haben die Auslaugungssenken durch die Endlagerung von Kaliabwässern im Deckgebirge eine weitere Bedeutung erlangt. Mit Hilfe der Untersuchung der chemischen Beschaffenheit der in den Versenkräusen hoch-

steigenden Wasser konnte der Nachweis geführt werden, daß nicht nur der Plattendolomithorizont, sondern auch die großen Auslaugungsbereiche mit ihren zum Teil bis einige 100 m mächtigen verbrochenen und zerrütteten Deckgebirgsschichten an der Aufnahme und Fortleitung der Kaliabwässer und der durch sie beeinflussten Grundwasser beteiligt sind.

5. Seit 1925 wird für die Verpressung von Kaliabwässern der klüftige Plattendolomit von durchschnittlich 20 m Mächtigkeit genutzt, der etwa 60 m über dem Werra-Steinsalz liegt. Insgesamt wurden bis jetzt von den Kaliwerken der DDR und der BRD fast eine Milliarde m^3 Kaliabwässer mit Jahresmengen von über 20 Millionen m^3 in das Deckgebirge verbracht. 1968 wurde von den Kaliwerken der DDR die Endlagerung von Kaliabwässern im Deckgebirge eingestellt. In der BRD werden heute noch Kaliabwässer verpreßt. Die Beeinflussung des Deckgebirges der Kalilagerstätte durch Kaliabwässer wird seitens der DDR durch ein umfangreiches Kontrollsystem überwacht. Unter anderem dienen dazu vorhandene Bohrlöcher. Dabei wurde festgestellt, daß das hydrodynamische System im Deckgebirge über eine große, bisher nicht bekannte Reichweite beeinflußt wird. In etwa 1 km Entfernung von den Bohrlöchern, durch die die Kaliabwässer in das Deckgebirge gebracht werden, wurden maximale Spiegelschwankungen von über 50 m und in 11 km Entfernung noch von 5 m festgestellt. Detaillierte Auswertungen der hydrologischen Untersuchungen gestatten die Bestimmung der Fließrichtung der verpreßten Kaliabwässer.

GEIRGSMECHANIK UND ABBAUFÜHRUNG

Bei der praktischen Durchführung des Bergbaus müssen alle vorgenannten Faktoren—beginnend schon im Stadium der Planung—berücksichtigt werden. Der offene Kammernbau mit Quadrat- oder Rechteckpfeilern und gleislosen Bergbaugroßgeräten erlaubt eine optimale Anpassung an die wechselhaften Lagerstättenbedingungen. Ein Zweiphasenabbau gestattet die volle Berücksichtigung der unterschiedlichen Salzarten, der schwankenden Mächtigkeiten, der unterschiedlichen Teufen und der besonderen Belastungsverhältnisse bei sehr biegesteifem Hangenden. Bei diesem Zweiphasenabbau werden in der 1. Abbauphase nur schmale Kammern von 10 m Breite und maximal 5 m Höhe aufgefahren, in den Carnallitanstauungen, wo auch die Firste aus Carnallit besteht, sogar nur von 6 m Breite.

Der Raster, das ist der Abstand von Streckenmitte zu Streckenmitte, beträgt bei 750 m Teufe 42 m, bei 850 m Teufe 44 m und bei 950 m Teufe 46 m. Die in dieser Phase entstehenden Pfeiler sind beträchtlich überdimensioniert. Während dieser Vorrichtungsphase werden die konkret angetroffenen geologischen und bergbaulichen Verhältnisse

genauestens aufgenommen und dienen als Grundlage für die Berechnung des Standsicherheitsnachweises, nach dem dann in der 2. Abbauphase eine Verbreiterung der Abbaukammern oder eine Vergrößerung der Abbauhöhe erfolgen kann.

Die zulässigen Kammerbreiten bei glasigem Carnallit oder bei Trümmern carnallit sind in Abhängigkeit von der gebauten Mächtigkeit bei Menzel u.a. 1978 dargestellt. Danach ergeben sich z.B. bei glasigem Carnallit und 950 m Teufe bei 5 m gebauter Mächtigkeit Pfeiler von 32×32 m und bei 9 m gebauter Mächtigkeit Pfeiler von 36×36 m. Für den Abbau von Lagerstättenanstauungen größerer Mächtigkeit gelten darüber hinaus noch besondere Festlegungen, die sich aufgrund jahrelanger meßtechnischer Überwachungen bewährt haben.

Die nach der 2. Abbauphase verbleibenden Pfeiler besitzen entsprechend dem auf der Theorie des Grenzgleichgewichtes aufgebauten Dimensionierungsverfahren die volle Tragfähigkeit. Festlegungen in Anwendungsvorschriften sichern, daß Abweichungen von vorgegebenen Werten bei der Dimensionierung erkannt werden, ehe sie Auswirkungen auf die Standsicherheit haben. Die Anwendungsvorschriften beinhalten auch die erforderlichen gebirgsmechanischen Messungen, die Form ihrer Auswertung sowie ein strenges Kontrollsystem über den Istzustand der Grubenbaue. Das hat zur Folge, daß die tatsächliche Tragfähigkeit der Pfeiler eines Feldesteiles immer größer ist als sie durch das Dimensionierungsverfahren ausgewiesen wird. Diese zusätzliche Sicherheitsreserve muß im Interesse der ständigen Gewährleistung der Bergbausicherheit beim Abbau von sprödbrechempfindlichen Kalilagerstätten vorgesehen werden.

Der Zuschnitt der Abbaufelder und die Abbauführung erfolgen so, daß ein Aufeinanderfahren von Abbaufeldern vermieden wird und tektonische Störungen nicht in breiter Front durchfahren werden.

Für die Überwachung des Abbaues werden seit Jahrzehnten Konvergenzmessungen und Pfeilerquerdehnungsmessungen durchgeführt und ausgewertet. Die großräumigen Gebirgsbewegungen werden durch das Senkungsniwellement übertage gemessen. Die mit der angewandten Abbauführung gesammelten Erfahrungen im Kalibergbau der DDR bestätigen deren Richtigkeit. Die durch den großflächigen Abbau hervorgerufenen Gebirgsbewegungen sind vergleichsweise gering und führen zu übertägigen Senkungen über Carnallitbaufeldern von nur etwa 10 mm/a. Dies ist, verglichen mit Carnallitwerken an der Saale, sehr gering und wesentlich auf die sehr mächtigen kompakten Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins zurückzuführen, die ihrerseits von den erwähnten Störungen durchzogen sind, die hydrodynamisch beansprucht werden.

Eine im Werra-Kalirevier der DDR installierte moderne seismische Überwachungsanlage gestattet die territoriale und regionale Registrierung selbst kleinster seismischer

Ereignisse und deren Ortung. Neben dieser Überwachungsfunktion dient sie auch der Überprüfung und Weiterentwicklung der Erkenntnisse der Gebirgsmechanik im allgemeinen und der Erkenntnisse über das spezifische Verhalten des Deckgebirges unter den gegebenen geologischen und hydrodynamischen Bedingungen.

Die erwähnte CO₂-Ausbruchsgefahr war Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten. Die erarbeiteten Prognose- und Begrenzungsverfahren gewährleisten eine Beherrschung dieser Gefahr.

Die vorstehend genannten inneren und äußeren Einflußfaktoren bedingen zahlreiche bergbausicherheitliche Maßnahmen. Sie sind festgelegt in Rechtsvorschriften, bergbehördlichen Verfügungen, betrieblichen Weisungen und Instruktionen. Ihre Einhaltung wird durch die staatliche Bergaufsicht sowie durch die gesellschaftliche und betriebliche Kontrolle überwacht.

BERGRECHTLICHE PROBLEME

Die immer komplizierter werdenden geomechanischen und sonstigen bergbaulichen Bedingungen im Werra-Kalirevier der DDR bringen zwangsläufig größere und ständig neue Probleme zur Gewährleistung der Bergbausicherheit mit sich. Die größer werdenden spezifischen Gefährdungen des Bergbaus erfordern notwendigerweise erhöhte Aufwendungen zu ihrer Beherrschung. Maßstab können dabei nicht die bergbausicherheitlichen Kenntnisse und Maßstäbe früherer Jahrzehnte sein. Vielmehr erfordert der zuverlässige Schutz vor den spezifischen Gefährdungen des Bergbaus, daß der Bergbau trotz kompliziertester objektiver Bedingungen so geführt wird und durch Ausschaltung äußerer Einflüsse auch so geführt werden kann, daß keine Schäden für Menschen und Sachwerte auftreten, die bei Anwendung der neuesten technischen Erkenntnisse vermeidbar sind.

Diese bergbausicherheitliche Grundforderung ist gleichzeitig Rechtspflicht der Bergbaubetriebe. Dabei muß die Bergbausicherheit im umfassendsten Sinne verstanden werden. Teilweise wird noch die Auffassung vertreten, daß Bergbausicherheit nur der Zustand im Bergbau ist, der insbesondere den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Menschen, der Tagesoberfläche und des öffentlichen Verkehrs, der Lagerstätte, der speicherfähigen Gesteine, der Grubenbaue und der sonstigen bergbaulichen Anlagen vor den spezifischen Gefährdungen des Bergbaus gewährleistet. Diese Definition schließt jedoch nur die Gefährdung ein, die der Bergbau selbst sowohl nach innen als auch nach außen gerichtet mit sich bringt.

Jeder moderne Bergbaubetrieb stellt eine komplizierte technische Anlage dar, die auch vor Gefährdungen von außen zu schützen ist, um einmal die Existenz des Bergwerkes zu gewährleisten und zum anderen zu verhindern, daß durch die äußeren Einwirkungen Gefährdungen initiiert werden, die gleichfalls nach innen und außen

gerichtet sein können. Der Schutz vor diesen von außen wirkenden Gefährdungen ist untrennbarer Bestandteil der Gewährleistung der Bergbausicherheit. Damit umfaßt die Bergbausicherheit sowohl bergbauintern als auch bergbauextern wirkende Sachverhalte. Dabei müssen den bergbauexternen Sachverhalten die Problemkreise zugerechnet werden, die Gefährdungen außerhalb des Bergbaues durch die bergbaulichen Arbeiten bewirken und die von außerhalb auf den Berghaubetrieb selbst einwirken.

Aus der Sicht des Kaliberghaus im Werra-Kalirevier der DDR ergeben sich die bergbauintern und -extern wirkenden Sachverhalte wie folgt:

Intern wirken der Schutz des Lebens und der Gesundheit der Bergarbeiter sowie der Schutz der Kalilagerstätte, des Grubengebäudes und der sonstigen bergbaulichen Anlagen vor den spezifischen Gefährdungen des Kaliberghaus.

Extern wirken der Schutz 1) des Lebens und der Gesundheit der Bürger, die im Werra-Kaligebiet leben, 2) der Schutz der Tagesoberfläche und des öffentlichen Verkehrs vor den spezifischen Gefährdungen des Kaliberghaus sowie der Schutz, 3) des Lebens und der Gesundheit der Bergarbeiter, 4) der Kalilagerstätte, des Grubengebäudes und der sonstigen bergbaulichen Anlagen vor den von außen einwirkenden Gefährdungen.

Die von außen auf eine Grube einwirkenden Gefährdungen können von benachbarten Gruben ausgehen. Weiterhin sind diesem Problemkreis auch bergbaufremde äußere Einflüsse zuzurechnen. Die umfassende Gewährleistung der Bergbausicherheit erfordert, daß alle bergbaulichen Arbeiten und alle Maßnahmen, die von außen auf den Bergbau einwirken können, so durchgeführt werden, daß keine Personen- und Sachschäden auftreten, die bei Anwendung neuester technischer Erkenntnisse vermeidbar sind.

Für das Werra-Kalirevier der DDR bedeutet diese bergbausicherheitliche Grundforderung, daß alle Gefährdungen, die insbesondere aus 1) der stofflichen Zusammensetzung und den Gefügeeigenschaften des Carnallits, 2) der Anwesenheit von CO_2 in der Lagerstätte, 3) dem Vorhandensein natürlicher Salzlösungen, 4) den komplizierten geologischen und tektonischen Verhältnissen, 5) der Führung der Bergarbeiten, 6) dem Vorhandensein von

Kaliabwässern im Deckgebirge und deren Auswirkungen erwachsen, sicher beherrscht werden und daß Maßnahmen in diesem Gebiet, wie z.B.

1) die Anlage von Sicherheitspfeilern, 2) die Sprengarbeit in benachbarten Gruben, 3) das Niederbringen von Bohrungen, und 4) die Verpressung von Kaliabwässern so erfolgen, daß Gefährdungen mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Tatsache, daß die DDR und die BRD im Werra-Kaligebiet auf sehr engem Raum Bergbau unmittelbar in der Nähe ihrer Staatsgrenzen und im gegenseitigen Beeinflussungsbereich bergbaulicher Gefährdungen durchführen, erfordert, daß sich beide bergbautreibenden Seiten über die strikte Gewährleistung der Bergbausicherheit hinaus auch vom Grundsatz der zwischenstaatlichen guten Nachbarschaft leiten lassen, wie er unter anderem auch in der Präambel der UN-Charta fixiert ist. Das Prinzip der guten Nachbarschaft bedeutet im Hinblick auf die bergbaulichen Belange im Werra-Kaligebiet, den Bergbau so umsichtig zu betreiben, daß der Nachbarstaat durch die bergbaulichen Arbeiten nicht gefährdet bzw. in seiner bergbaulichen Tätigkeit nicht beeinträchtigt wird. Dieser Grundsatz der guten Nachbarschaft ist auch in der Schlußakte der Konferenz von Helsinki über Sicherheit und Zusammenarbeit in Europa völkerrechtlich bekräftigt worden.

LITERATUR

- Haase, G. 1971–1972. Beitrag zur Kenntnis der Salzlagerstätte im thüringischen Werra-Kaligebiet *Jb. Geol.* 7/8: 221–261.
- Knoll, P., Schwand, A. and Thoma, K. 1979. Die Bedeutung geologisch-tektonischer Elemente im Gebirge für den Bergbau, dargestellt am Beispiel des Werra-Kalireviers der DDR V. Internationales Salz-Symposium, Hamburg 1978.
- Hoppe, W. 1964. In Jahrestagung der geologischen Gesellschaft der DDR 1964; Exkursion 6—Südwestthüringen Auslaugungserscheinungen, 137–139.
- Spackeler, G. 1957. Lehrbuch des Kali- und Steinsalzbergbaues VEB Wilhelm Knapp Verlag, Halle S. 503.
- Menzel, W., Schreiner, W. und Sievers, J. 1979. Geomechanische Forschung—Grundlage für die Gestaltung des Abbaues im Flöz Thüringen V. Internationales Salz-Symposium, Hamburg 1978.