



Gebirgsmechanische Stellungnahme: Auswirkung einer Abdeckung der Kalirückstandshalde Niedersachsen auf das Konvergenz- und Senkungsverhaltens des Grubengebäudes Niedersachsen–Riedel

1 Aufgabenstellung

1.1 Ausgangslage

Die Grube Niedersachsen–Riedel nordöstlich von Hannover baute von 1906 bis 1997 Kali- und Steinsalz des Salzstockes Hänigsen–Wathlingen ab. Nahe des Schachtes Niedersachsen im gleichnamigen nördlich gelegenen Teilfeld wurde aus den Rückständen der Kaliproduktion eine Halde aufgeschüttet, die auf einer Fläche von ca. 25 ha etwa 22 Mio. t Rückstand enthält. Die Höhe erreicht gut 83 m über dem Gelände. Die Halde besteht zu etwa 94 % aus Steinsalz mit kleineren Beimischungen von unlöslichen Bestandteilen und anderen Salzen. Durch Niederschläge entstehen knapp 70000 m³ salzhaltiger Haldenwässer, die durch einen Haldenrandgraben und Sammelbecken gefasst werden.

Nach Einstellung der Förderung wird das Grubengebäude seit gut zehn Jahren planmäßig geflutet. Zielstellung der Flutung ist die gebirgsmechanische Sicherung der Tagesoberfläche durch „Nassverwahrung“. Die Abbaue in steiler Lagerung sind weitgehend versetzt; in offen stehenden Abbauen und Strecken sowie im Versatzporenraum waren zu Beginn der Flutung noch etwa 25 Mio. m³ luftgefüllter Hohlraum vorhanden. Durch Verfüllung mit an Steinsalz gesättigter Lösung soll dieser Hohlraum stabilisiert und die senkungsbedingten Auswirkungen auf unterbaute Bereiche, z.B. Randbereiche der Ortschaften Hänigsen und Wathlingen, minimiert werden. Die Flutungswässer werden über Rohrleitungen zu definierten Einleitpunkten geleitet, wo sie sich

vorrangig an Steinsalz aufsättigen, bevor sie die Gruben Hohlräume erreichen. Durch ihre Mineralisation können die Wässer das anstehende Steinsalz und den Versatz in den Kaliabbauen praktisch nicht weiter auflösen, so dass die Standsicherheit der Grubenbaue gewährleistet bleibt. Gleichzeitig wirkt der Fluiddruck dem Gebirgsdruck entgegen, verlangsamt den Hohlraumkonvergenzprozess erheblich und verringert damit die Beeinflussung der Tagesoberfläche.

Das ursprüngliche Flutungskonzept sah vor, dass die Flutung mit den anfallenden Haldenwässern sowie Oberflächenwasser aus der Fuhse, einem Nebenfluss der Aller, erfolgt. Nach diesem Konzept wäre die Flutung in einigen Jahren abgeschlossen. Das IfG Leipzig hat die Auswirkungen der Flutung gebirgsmechanisch untersucht [1, 2].

1.2 Haldenrekultivierung

Im Rahmen einer Strategie zur langfristigen Verminderung von salzhaltigen Haldenabwässern wurde in den letzten Jahren ein Konzept zur Rekultivierung der Rückstandshalde entwickelt [3]. Ziel dieser Maßnahmen ist, dass das Regenwasser durch ein System aus Abdeckungs- und Dichtschichten, Drainage und Begrünung nicht mehr mit dem Rückstandssalz in Berührung kommt, so dass das nach der Abdeckung noch anfallende Wasser ohne weitere Behandlung in die Gewässer geleitet werden kann.

Die Böschungsneigungen der Halde selber liegen im Bereich von 30° bis knapp 40°; für die Abdeckung ist eine geringere Neigung von im Mittel etwa 22° vorgesehen. Daher muss an den Flanken ein Keil angeschüttet werden, auf dem dann die Kulturschicht aufgebracht wird, die später begrünt wird. Das Haldentop wird ebenfalls profiliert und mit einer Kulturschicht bedeckt, die aber flacher ausgeführt ist. Die Haldenflanken werden mit umlaufenden Bermen versehen. Sickerwasser wird über Dicht- und Drainageschichten aus dem abgedeckten Haldenkörper geleitet und über Gräben gefasst.

Die abgedeckte Halde wird eine Fläche von etwa 40 ha bedecken. Die Deckschichten haben am Haldentop eine Mächtigkeit von bis zu 20 m, so dass die Halde nach der Rekultivierung eine Höhe von bis zu 100 m über dem Gelände erreicht. Insgesamt werden etwa 15 Mio. t Abdeckmaterial verwendet.

Die Abdeckung soll etwa 20 Jahre in Anspruch nehmen. Das in dieser Zeit noch anfallende salzhaltige Haldenabwasser wird zweckmäßigerweise zur Flutung des Grubengebäudes verwendet, so dass eine zeitliche Streckung der Flutung erforderlich ist. Darüberhinaus werden ähnliche Rekultivierungen für andere Halden im niedersächsischen Kalirevier durchgeführt bzw. sind geplant, so dass Flutungshohlraum für weitere Haldenabwässer benötigt wird. Nach dem geänderten Flutungsregime wird die Grube etwa im Jahre 2070 vollständig geflutet sein. Das IfG Leipzig hat die gebirgsmechanischen Auswirkungen des geänderten Flutungskonzeptes untersucht [4] und die Verträglichkeit der zu erwartenden Senkungen nachgewiesen.

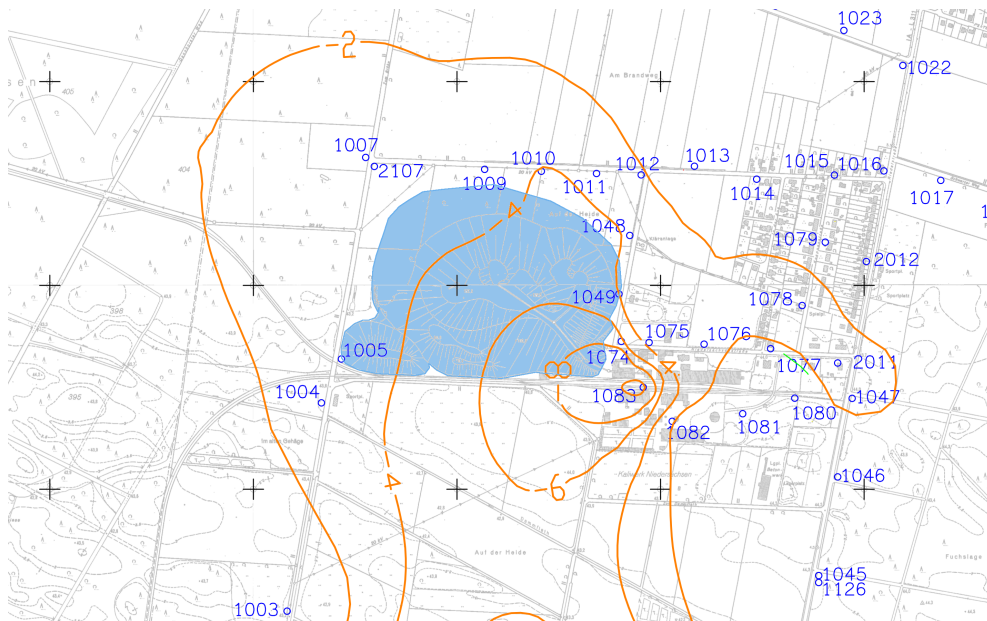


Abbildung 1: Übertägige Senkungen (in mm) im Umfeld der Halde Niedersachsen von 2005 bis 2016. Die Halde ist blau hervorgehoben, die Kreuze haben einen Abstand von 500 m. (nach [5])

Im Rahmen der geplanten Haldenrekultivierung hat die K+S nun das IfG beauftragt, die Auswirkungen der Abdeckung auf die Konvergenz- und Senkungsentwicklung des Grubengebäudes zu bewerten. Insbesondere ist zu eruieren, ob sich durch die zusätzliche Last der Abdeckung die Senkung im Haldenbereich signifikant erhöht.

2 Geotechnische Situation

Die Halde Niedersachsen befindet sich nahe des gleichnamigen Schachtes, über dem nördlichen Teil der Grube, dem Baufeld Niedersachsen. In diesem Feldesteil wurde fast ausschließlich das Kaliflöz Riedel der Leine-Folge abgebaut. Es wurden Teufen bis 1300 m erreicht; der Schwerpunkt der Gewinnungstätigkeit liegt jedoch in geringeren Teufen (800 m bis 300 m). Untergeordnet wurde zwischen der 450-m-Sohle und der 675-m-Sohle Steinsalz der Aller- und Leine-Folgen abgebaut. Die Abbaue sind, entsprechend der steil gelagerten Schichten im Salzstock, im Wesentlichen im Trichterbau aufgefahren und stehen also näherungsweise senkrecht. Zu den Salzstockflanken und zum Salzspiegel sind Abstände von über 100 m eingehalten.

Die Flutung hat zum Ende 2016 den Stand der 875-m-Sohle erreicht. Die seit 2005 gemessenen Senkungsraten über dem gesamten Grubengebäude liegen mit bis zu 3 mm/a unter den vor der Flutung gemessenen Raten. Die im Gutachten [1] in konservativer Weise angenommene zeitweilige Beschleunigung der Senkungen durch Schwächung des Tragsystems ist also ausgeblieben, und die Stützwirkung der Sole ist direkt wirksam.

Seit 2005 sind im Umfeld der Halde und des Schachtes Senkungen von maximal gut einem

Zentimeter aufgelaufen [6] (siehe Abbildung 1). Die höchsten Werte, maximal knapp 14 mm, ergaben sich nahe des Schachtes; die Raten der letzten zehn Jahre liegen hier unter 1 mm/a. Die Messpunkte entlang der Haldenstraße zeigen Senkungsbeträge von 7 mm und darunter mit Raten von weniger als einem halben Millimeter pro Jahr.

Die Senkungsraten liegen damit unter denen, die während der Betriebsphase auftraten (bis zu 3 mm/a im Feld Niedersachsen) und zeigen keine Beschleunigungen. Das Senkungszentrum im Feld Niedersachsen wird durch die Lage der Abbaue bestimmt, während die Halde, die größtenteils nicht unterbaut ist, einen untergeordneten Einfluss hat.

3 Einfluss der Haldenabdeckung

Um die Auswirkungen der durch die Haldenabdeckung zusätzlich aufgebrachten Last auf die Senkungsentwicklung zu prognostizieren, ist die Erhöhung der Gebirgsspannung abzuschätzen.

Jeder Lasteintrag an der Tagesoberfläche wird aufgrund der moderierenden Wirkung des Gebirges mit zunehmender Teufe auf eine immer größere Fläche verteilt. Die spezifischen Moderationseigenschaften können sich dabei für jede Schicht unterscheiden – so überträgt ein stark zerlegter Deckgebirgsabschnitt oder ein Lockergesteinshorizont die Belastung anders als kompakt ausgebildetes Steinsalz.

Die Belastungsübertragung in die tiefer liegenden Gebirgsbereiche lässt sich über den Haldenlastabtragswinkel charakterisieren. Dieser beschreibt die Zunahme der Grundfläche, die im Untergrund durch eine an der Tagesoberfläche einwirkende Zusatzbelastung direkt beeinflusst ist, mit anwachsender Teufe. Eine direkte messtechnische Ermittlung des spezifischen Haldenlastabtragswinkels, oder alternativ des im Untergrund jeweils wirksamen Zusatzbelastungsanteils im Bereich der bergbaulich geschaffenen Auffahrungen, ist bisher praktisch nicht möglich. Es existiert auch kein analytisches Verfahren, welches unter Berücksichtigung der bereits benannten Einflussfaktoren, sofern sich diese in ihrer Komplexität überhaupt gesichert ermitteln lassen, eine entsprechende ortsbezogene Bestimmung des jeweiligen die Belastungsübertragung in den Untergrund kennzeichnenden Haldenlastabtragswinkels ermöglicht. Darüberhinaus erstrecken sich die in steiler Lagerung aufgefahrenen Hohlräume über einen erheblichen Teufenbereich. Da bei Ansatz eines Abtragswinkels die Teufe quadratisch in die Flächenberechnung eingeht, variiert die für den Abtrag der Zusatzlast relevante Fläche also sehr stark.

Im vorliegenden Fall müssen die vorgenannten Komplikationen jedoch nicht im Detail betrachtet werden. Die geplante Haldenabdeckung wird eine Masse von knapp 15 Mio. t auf eine Fläche von gut 40 ha, mithin eine mittlere zusätzliche Last von 0,375 MPa erzeugen. Unter der Annahme, dass der Salzstock durch Kriechverformung sofort wieder einen isotropen Spannungszustand herstellt, wirkt diese Spannung als horizontale Komponente des Spannungsfeldes direkt

auf die im Wesentlichen vertikal stehenden Abbaue ein und trägt zur Hohlraumkonvergenz bei. Dem steht an den obersten Abbauen auf der 300-m-Sohle ein Teufendruck von etwa 7,2 MPa gegenüber. Selbst ohne Berücksichtigung eines Abtragswinkels erreicht die Zusatzlast nur gut 5% des Teufendrucks, bei den tieferen Abbauen entsprechend weniger. Die moderierende Wirkung des dazwischenliegenden Gebirges verringert die wirkende Last der Haldenabdeckung weiter.

Unter konservativen Annahmen erreicht die durch die Haldenabdeckung zusätzlich auf die Abbaue einwirkende Last also wenige Prozent des Teufendrucks. Die Konvergenz- und Senkungsraten können sich in der Folge etwas erhöhen; im Anbetracht der niedrigen derzeitige Senkungsraten sind rechnerisch Zunahmen im Bereich von unter 0,1 mm/a zu erwarten.

4 Zusammenfassung

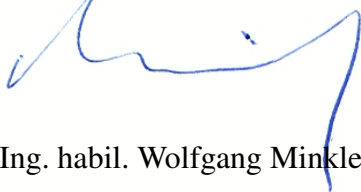
Die Rückstandshalde Niedersachsen des in Flutung befindlichen Kaliwerkes Niedersachsen-Riedel soll im Rahmen einer Strategie zur nachhaltige Lösung der Haldenwasserthematik abgedeckt und rekultiviert werden. Die Halde umfasst derzeit etwa 22 Mio. t Rückstandssalz auf 22 ha; im Zuge der Abdeckung sollen gut 15 Mio. t Material aufgebracht werden. Die rekultivierte Halde wird eine Aufstandsfläche von etwa 40 ha haben, die Haldenhöhe wird von knapp 85 m auf etwa 100 m über GOK ansteigen. Die während der Abdeckungsphase von ca. 20 Jahren weiterhin anfallenden salzhaltigen Haldenwässer werden zur Flutung des Grubengebäudes herangezogen. In der vorliegenden Stellungnahme wird der Einfluss der durch die Haldenabdeckung zusätzlich wirkenden Last auf das Konvergenz- und Senkungsverhalten der Grube betrachtet.

Das Nivellement weist für das Grubenfeld Niedersachsen derzeit bereits niedrige Senkungsraten im Bereich von 1 mm/a und darunter aus. Die durch die Haldenabdeckung eingebrachte Zusatzlast beträgt direkt an der Haldenaufstandsfläche 0,375 MPa. Unter konservativen Annahmen bezüglich der Lastverteilung im Untergrund und der Lastumlagerung auf die vertikal stehenden Grubenbaue ergeben sich konvergenzwirksame Zusatzlasten, die wenige Prozent des Teufendrucks erreichen, für den Großteil des Grubengebäudes deutlich darunter. Mithin kann sich die Hohlraumkonvergenzrate leicht erhöhen. Daraus resultierende Zunahmen der übertägigen Senkungsraten sind vernachlässigbar.

Quellenverzeichnis

- [1] Institut für Gebirgsmechanik GmbH, *Gutachterliche Stellungnahme zu den Geomechanischen Auswirkungen der Flutung der Grube Niedersachsen–Riedel*, unveröffentlichtes Sachverständigengutachten B IfG 44/2014. Leipzig, September 2005.
- [2] Institut für Gebirgsmechanik GmbH, *Gebirgsmechanische Stellungnahme zum modifizierten Konzept der Flutung des Grubengebäudes der Grube Niedersachsen–Riedel*, unveröffentlichtes Sachverständigengutachten B IfG 46/2011. Leipzig, Oktober 2011.
- [3] Gerold Jahn, *Rekultivierung der Halde Niedersachsen in Wathlingen – Baustein zur Umsetzung der Haldenstrategie*, Kali und Steinsalz 2/2014, VKS e.V, Berlin, 2014 (https://www.vks-kalisalz.de/fileadmin/user_upload/vks_kalisalz/downloads/Zeitschriften/Kali_und_Steinsalz_2-2014.pdf).
- [4] Institut für Gebirgsmechanik GmbH, *Geomechanische Stellungnahme zur geänderten Flutungskonzeption bei der Verwahrung des Bergwerkes Niedersachsen - Riedel*, unveröffentlichtes Sachverständigengutachten B IfG 59/2016. Leipzig, Februar 2017
- [5] K+S AG, Einheit Inaktive Werke, *Jahresbericht 2016 zur Flutung des Grubengebäudes*, Bad Salzdetfurth, 2017
- [6] K+S AG, Einheit Inaktive Werke, *Nivellement Werk Niedersachsen-Riedel ü. T.*, Januar 2019

Leipzig, 25.02.2019



Dr.-Ing. habil. Wolfgang Minkley
Geschäftsführer