



Schlechte Luft unter Tage?

IPA untersucht Kohlendioxidbelastung im Kalibergbau

Vicki Marschall

Grenzwerte am Arbeitsplatz sorgen dafür, Beschäftigte vor gesundheitlichen Schäden zu schützen. Moderne Technik macht es möglich, dass Vorgaben eingehalten werden können. Was aber, wenn Grenzwertüberschreitungen eine natürliche Ursache haben und mit technischen Mitteln nicht zu verhindern sind? Im thüringischen Salzbergwerk Unterbreizbach herrschen spezielle Bedingungen und für den Betreiber K+S Kali GmbH stellte sich die Frage, ob die Bergleute einer gesundheitlichen Gefährdung ausgesetzt sind. Das IPA hat nun in einer Studie untersucht, welche gesundheitlichen Auswirkungen eine zeitlich begrenzte Überschreitung des CO₂-Grenzwerts bei Beschäftigten unter Tage hat.

Es gibt ihn noch: den Bergbau in Deutschland. Ein Beispiel ist die K+S Kali GmbH, ein international agierendes Unternehmen, das in Deutschland sechs Bergwerke in drei Kalirevieren betreibt: im Hannoverschen Revier in Niedersachsen, im Calvörder Revier in Sachsen-Anhalt und im Werra-Fulda-Revier in Hessen und Thüringen. Weltweit gehört K+S Kali zur Spitzengruppe der Kaliproduzenten, in Europa ist das Unternehmen sogar der führende Anbieter. Es gehört zur K+S Gruppe, das Standard- und Spezialdüngemittel vertreibt und weltweit mehr 14 000 Mitarbeiter beschäftigt.

Die Gewinnung der Kalisalze erfolgt mit Bohr- und Sprengarbeit. Frontschaufellader mit bis zu 20 Tonnen Schaufelinhalt transportieren das gesprengte Rohsalz zu den Brecheranlagen. Von dort gelangt das vorzerkleinerte Salz über Bandanlagen zum Förderschacht. Die Kalilagerstätten sind sehr unterschiedlich ausgeprägt. Verformungen in der Erdkruste führten zu Verwerfungen und Aufwölbungen der Lagerstätten, beispielsweise in Niedersachsen. In steiler Lagerung erfolgt der Abbau der Rohsalze in einer Teufe von

400 bis über 1.400 Metern. Im Werra-Fulda-Revier und in Sachsen-Anhalt sind die Lagerstätten überwiegend flach ausgeprägt in Teufen bis 1.200 Meter, zum Teil gibt es aber auch Aufwölbungen, die als Kuppenabbau gewonnen werden.

Kohlendioxid im Salzgestein eingeschlossen

In den Lagerstätten an der Werra und insbesondere am Standort Unterbreizbach gibt es eine weitere geologische Besonderheit, die für den Arbeitsschutz eine immense Rolle spielt: Durch vulkanische Aktivitäten ist Kohlendioxid im Kristallgitter der Salze eingeschlossen worden und kann schlagartig frei werden. Dadurch kann es beim Sprengen auf den Abbauen zu großen CO₂-Ausbrüchen kommen. Gesprengt wird immer am Schichtende, wenn kein Bergmann mehr vor Ort ist.

Durch die Wetterführung – die Belüftung unter Tage – wird das Kohlendioxid verdünnt und abgeführt. Bevor die Mannschaft wieder auf den Orten arbeiten darf, sind die Ergebnisse der stationären Über-

wachungen zu prüfen und Vorbefahrungen durchzuführen. Diese werden von speziell unterwiesenen Bergleuten mit entsprechendem Messgerät durchgeführt. Das Gas ist geruchslos und schwerer als Sauerstoff – setzt sich also an der Sohle ab. Wird Gas mit erhöhter Konzentration eingeatmet, stellen sich zunächst leichte Vergiftungserscheinungen ein, die sich in Unwohlsein, Kopfschmerzen und Erbrechen äußern. Sehr hohe Konzentrationen führen zur Bewusstlosigkeit oder gar zum Tod.

Kohlendioxidbelastung im Haufwerk

Die Arbeitsvorschriften unter Tage sind streng. In Unterbreizbach ist die Gefahr durch Kohlendioxid nicht mit dem Abführen des Gases nach der Sprengung gebannt. Das Kohlendioxid sammelt sich auch in dem gesprengten Haufwerk, also dem zerkleinerten Gestein, das nach der Sprengung abtransportiert werden muss. „Das Hauptproblem sind die im Salzkristall gebundenen Kohlendioxidmoleküle“, sagt Prof. Dr. Jürgen Bünger, Leiter des Kompetenzzentrums Medizin am IPA, „die werden frei, sobald das Rohsalz bewegt und zerkleinert wird.“

Um überhaupt unter diesen Bedingungen arbeiten zu können, hat K+S Kali einen Sonderbetriebsplan beim Bergamt eingereicht. Der bestätigte Betriebsplan erlaubt, dass die Beschäftigten für eine bestimmte Zeit über dem Grenzwert für Kohlendioxid arbeiten dürfen. Der gesetzlich festgelegte Grenzwert liegt in Deutschland aktuell bei 0,5 Volumenprozent. „Bis zu dieser Konzentration ist die Arbeit völlig unbedenklich“, so Bünger. Steigt die Konzentration auf bis zu einem Volumenprozent, dürfen Beschäftigte sich maximal vier Stunden vor Ort aufhalten. Liegt der Wert zwischen 1 und 1,5 Volumenprozent sind es maximal zwei Stunden. Zum Vergleich: Der Anteil von Kohlendioxid in der Luft liegt bei etwa 0,04 Volumenprozent. Der Betriebsplan gilt bis Ende 2011.

Sonderbetriebsplan für Standort Unterbreizbach läuft aus

Der bestehende Sonderbetriebsplan unterliegt strengen Auflagen und auch einer regelmäßigen Überprüfung neuer medizinisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse. Auf Initiative von K+S Kali und der BG RCI sollten daher die Vorgaben für einen neuen Sonderbetriebsplan wissenschaftlich überprüft werden. Denn die Erkenntnisse, auf denen der Grenzwert beruht, stammen aus den 1930er Jahren. „Die Forschungsinitiative kam damals nicht aus dem Bergbau sondern aus dem militärischen Bereich.

K+S Kali und die Berufsgenossenschaft wandten sich an das IPA. Die Wissenschaftler des Forschungsinstituts konzipierten eine Studie, die die Situation am Standort Unterbreizbach abbildete. „Über die individuelle Belastung der Beschäftigten unter Tage durch Kohlendioxid und die dadurch ausgelösten gesundheitlichen Effekte war bis zu diesem Zeitpunkt nichts bekannt“, meint Bünger, der die IPA-Studie leitete, „im Normalbetrieb hat es bisher keine diesbezüglichen Unfälle gegeben.“ Die wissenschaftliche Fragestellung war also: Gibt es gesundheitliche Beeinträchtigungen, wenn Beschäftigte mehrere Stunden in einer Umgebung mit erhöhter Kohlendioxidkonzentration arbeiten? Wirkt sich das ggf. auf die

Konzentration und das Verhalten der Beschäftigten aus? Die Studie wurde so konzipiert, dass die Beschäftigten sowohl vor Ort untersucht wurden, als auch unter standardisierten Bedingungen im Expositionslabor des IPA. Ziel war es mögliche gesundheitliche Kurz- und Langzeiteffekte einer bereits langjährig unter Tage arbeitenden Kohorte zu erforschen.

Untersuchung von Bergleuten unter Tage

Über einen Zeitraum von sechs Wochen wurden 119 Bergleute unter Tage untersucht. Die Männer trugen während der Arbeit ein Gerät am Körper, das die Konzentration von Kohlendioxid im Atembereich aufzeichnet. „Lediglich bei zehn Beschäftigten konnte die Überschreitung des Grenzwertes von 0,5 Volumenprozent festgestellt werden“, so Bünger. 83 der Bergleute waren gering und 26 mäßig belastet. Das Ergebnis überraschte den Arbeitsmediziner nicht, denn in der eigentlichen Gewinnung sind etwa 50 Prozent der Beschäftigten tätig. Ein großer Teil der Belegschaft unter Tage ist in der Instandhaltung und in rückwärtigen Bereichen beschäftigt und ist daher kaum einer Belastung mit Kohlendioxid ausgesetzt.





Unter Tage wurden aber weitaus mehr Parameter gemessen, als nur die CO₂-Konzentration in der Luft. Mittels Biomonitoring untersuchten die Wissenschaftler Blut- und Urinproben, die vor und nach der Schicht abgegeben wurden. Auch Herzfrequenz, Blutdruck und Lungenfunktion wurden gemessen. Mit Hilfe eines neuropsychologischen Tests wurde überprüft, ob die Konzentration der Bergleute durch die erhöhte Kohlendioxidkonzentration beeinträchtigt wird. Mit dem sogenannten Test der Flimmerverschmelzungsfrequenz und des Kontrastsehens wurde gemessen, ob das Sehvermögen reduziert ist. Zusätzlich mussten die Beschäftigten einen Fragebogen ausfüllen. Darin sollten sie ihre Befindlichkeit selbst einschätzen: Wie häufig sie Kopfschmerzen haben oder ob sie an Atemnot oder Herzrasen leiden.

Mehr als 18 000 Blut- und Urinproben ausgewertet

Diese Daten werteten die Wissenschaftler des IPA umfassend aus. Allein mehr als 18 000 Blut- und Urinproben mussten im Labor untersucht werden. Auch Angaben zum Raucherstatus, Körpergewicht und BMI wurden in die abschließenden Vergleiche einbezogen. Das Ergebnis: Zwar wurden bei verschiedenen Probanden medizinisch auffällige Befunde erhoben, die können aber nicht durch die verschiedenen hohen Kohlendioxid-Expositionen erklärt werden. „Die signifikanten Veränderungen von Blutwerten vor und nach der Schicht bei einzelnen Personen müssen eine andere Ursache

haben“, interpretiert der Arbeitsmediziner Büniger die Ergebnisse, „es deutet nichts darauf hin, dass eine Erhöhung der Kohlendioxidkonzentration gesundheitliche Effekte bei den untersuchten Bergleuten hervorruft. Für die Änderungen sind wahrscheinlich vor allem die hohen Temperaturen unter Tage und das damit verbundene Schwitzen verantwortlich.“

Diese Untersuchungen allein stellen aber keine gesicherte wissenschaftliche Basis dar. Denn zum einen schwanken die Expositionen an den Arbeitsplätzen unter Tage. Zum anderen sind die Beschäftigten auch einer CO-Exposition ausgesetzt, beispielsweise durch Dieselabgase der Fahrzeuge.

Zweite Studienphase im Expositionslabor des IPA

Daher führte das IPA eine zweite Studienphase im Expositionslabor des IPA durch. Im 2009 eingerichteten Expositionslabor können Probanden unter strengen Sicherheitsauflagen und nach Genehmigung durch die Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum gegenüber definierten Konzentrationen von Gasen, Aerosolen oder Staub exponiert werden. Mit verschiedenen Methoden werden dabei neben den körperlichen und physischen Effekten auch die Aufnahme über die Atemwege oder über die Haut in den Körper gemessen, frühzeitige Effekte der Wirkung erfasst und lokale Wirkungen an Haut und Atemwegen untersucht.

Für den zweiten Studienansatz wurden die akut schichtbezogenen Expositionseffekte einer CO₂-Belastung aus der Arbeitsplatzsituation unter Tage unter standardisierten Bedingungen im Expositionslabor nachempfunden. An dem Studienteil im Bochumer Labor nahmen 16 Probanden aus der Allgemeinbevölkerung und acht Bergleute aus dem Thüringer Bergwerk teil. Dabei wurde darauf geachtet, dass nur Bergleute ausgewählt wurden, die an ihrem Arbeitsplatz einer höheren beziehungsweise hohen Belastung durch Kohlendioxid ausgesetzt sind.

Vier Konzentrationsstufen für Kohlendioxid im Labor

Die Tests im Expositionslabor dauerten jeweils vier Stunden, dazu kamen medizinische Untersuchungen direkt davor und danach. Im Labor wurden die Probanden vier verschiedenen Kohlendioxid-Konzentrationen ausgesetzt: normale Raumluft, 0,5, 1,0 und 2,0 Volumenprozent Kohlendioxid. Die höchste Konzentrationsstufe ist das Vierfache des Grenzwertes. Die Wissenschaftler wollten herausfinden, ob eine solch hohe, kurzzeitige Belastung körperliche Effekte hervorruft, selbst wenn die bisherige Sondergenehmigung bei K+S Kali nur eine Überschreitung bis zu einem Volumenprozent zulässt. Zu diesem wissenschaftlichen Zweck gab die Ethikkommission ausdrücklich ihre Erlaubnis.

„Die Probanden wussten natürlich nicht, welche Konzentration sich gerade im Labor befindet“, erklärt Dr. Christian Monsé, der im Labor die unterschiedlichen Expositionsbedingungen erzeugt und auch bei den Messungen unter Tage dabei war. In jeder Testrunde mussten die Probanden verschiedene Tests und körperliche Beanspruchungen durchlaufen. So musste jeder Teilnehmer während der vier Stunden im Labor zweimal auf dem Fahrradergometer bei mittlerer Belastung fahren, um die körperliche Beanspruchung am Arbeitsplatz zu simulieren. Außerdem absolvierten die Probanden Konzentrationstests am Computer.

Diese Daten wurden ebenfalls ausgewertet und miteinander verglichen. So beobachteten die Wissenschaftler, dass der pH-Wert des Blutes unter der Exposition von zwei Volumenprozent und körperlicher Belastung auf dem Ergometer bei den Probanden sank. Er blieb aber bei allen innerhalb der zulässigen Grenzen und normalisierte sich nach dem Test schnell wieder.

Keine Anhaltspunkte für Gesundheitsschäden

Auch nach Auswertung aller Daten aus dem Expositionslabor ist das Ergebnis eindeutig. „Es gibt keinen Anhaltspunkt, dass durch eine akute oder chronische Belastung durch Kohlendioxid im Bergwerk Gesundheitsschäden entstanden sind“, meint Prof. Dr. Jürgen Büniger abschließend. Selbst bei der überdurchschnittlichen Belastung von zwei Volumenprozent konnten keine Veränderungen festgestellt werden, die als krankhaft oder pathologisch zu bezeichnen wären. In Kürze werden die Ergebnisse der Studie wissenschaftlich publiziert.

Die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie beruhigt das Ergebnis der Studie. „Es freut uns natürlich, dass keine



Kohlendioxid-Messgerät unter Tage.

gesundheitliche Gefährdung festgestellt worden ist“, sagt Dr. Frank Lehmann, der zuständige technische Aufsichtsbeamte der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), „die technischen Möglichkeiten zur Entlüftung und zur Überwachung der Luftkonzentration sind in dem Bergwerk bereits auf einem hohen Niveau und weitestgehend ausgeschöpft.“

Neuer, angepasster Sonderbetriebsplan beantragt

K+S Kali beantragt aktuell einen neuen Sonderbetriebsplan. „Ohne diese Möglichkeit müssten wir am Standort Unterbreizbach erhebliche betriebliche Einschränkungen in Kauf nehmen“, meint Thomas Jacob, Referatsleiter Bergbau und Entwicklung bei der K+S Gruppe. Würde für das Werk, ausschließlich der gesetzliche Grenzwert von 0,5 Volumenprozent gelten, müssten die Wartezeiten zwischen Sprengung und Laden des Haufwerks wesentlich verlängert werden.

Die Ergebnisse der IPA-Studie erlauben dem Unternehmen sogar eine Anpassung der Regelung: Für den neuen Sonderbetriebsplan beantragt K+S Kali eine maximale Arbeitszeit von sechs Stunden bei 0,5 bis 1,5 Volumenprozent Kohlendioxid und maximal zwei Stunden Arbeitszeit bei 1,5 bis 2,0 Volumenprozent. „Die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse ermöglichen es uns, die Arbeit unter arbeitsmedizinischen Fakten weiterzuführen“, so Jacob, „und das bestätigt uns in unserer bisherigen Vorgehensweise.“

Die Autorin
Vicki Marschall
IPA