

Nutzungeignung von Hohlräumen des Braunkohlen- und Erzbergbaus bei der chemisch-toxischen Inhaltsstoffen

Viliam Bauer¹

The suitability of utilization the opening spaces of browncoal and ore mines for the waste deposition with chemical-toxics material

In the connection with the transformation of non economical metal mining in Slovakia nowadays possibilities of secondary utilization of mine underground spaces for unmining purposes are analyzed. This paper presents the technical Aspects and the Possibilities for the underground deposition of waste materials on the slovak mining works on the brown coal and metallic raw materials mines. This problems are in the last year still more solution and with the positive results too. The specific points of the paper addressed in this report deal with characterization of the waste from the point of view one coal power plant. Are characterized their preparation and laboratory methods, but the hydrogeological and geotechnical problems too. Ending this paper is describe one of the possibility of the Informatik system for underground waste storage (UAE). On the relation of this problem are in the paper described the more technical aspects from point of view one brown coal mining area. Together with the problem of possibilities of storage mining in underground has been the technical consulting system solved (WBS). Technological and temporary storage of waste and utility materials without the relation to the mining technology are described too. The mining waste management (UAE) in metal and brown coal mines may in future be rather perspective industrial area of enterprising which if, it is rightly orientated, will make possible at least the partial improvement of the living environment.

Key words: mining, waste management, brown – coal mining, consulting system.

Einleitung

Die Entsorgung von Abfällen mit chemisch-toxischen Inhaltsstoffen geschieht in zunehmendem Maße durch Einlagerung in untertägige Hohlräume im Salinar und in der Steinkohle. Außerdem werden manchmal auch die Hohlräume in der Erzgruben beurteilt. Für alle diese Hohlräume ist charakteristisch, dass dies ausnahmslos als Teile von Gewinnungsbergwerken entstanden sind. Die Umwidmung für den Entsorgungsbergbau wirft Probleme auf, die bisher noch nicht systematisch untersucht worden sind. Im Rahmen einer Entwicklung neuer umweltschonender Konzepte für die Abfallproblematik in der Slowakei wurde durch die Annahme neuen Abfallgesetz auch die Probleme mit Abfallentsorgung in Untertage berücksichtigt sein. Trotz gegenwärtigen Stand, wenn zu am meisten genutzten Maßnahmen für die Abfallentlagerung und Verwertung eine übermäßigen Deponien hören, wird immer oft auch die Überlegungen um eine Abfallentsorgung im Untertage zeigen sollen. Die übermäßige Deponien werden gegenüber den eventuellen untertägigen Deponien durch die heutzutage geltenden rechtlichen Bedingungen bevorzugt. Auf diesem Grund ist es nötig eine umfangreiche Systemanalyse für die Beurteilung einer Abfallentsorgung in Untertage durch leisten machen. Die gegenwärtige Vorhaben den Forschungsarbeiten ist bei diese Schätzung sehr wichtig. Dabei der Gegenstand des Vorhabens ist die Untersuchung der Nutzungeignung von Hohlräumen des Braunkohlen- und Erzbergbaus für das zeitlich unbefristete, nachsorge- und dauerhaft von ökotoxisch wirksamen Beeinträchtigungen der Biosphäre freie Einlager von Abfällen mit chemisch-toxischen Inhaltsstoffen und Rückständen des Bergbaus. In diese Beziehung kann die Nutzung der im Zuge der Gewinnung von Rohstoffen geschaffenen Hohlräume als Einbringungsstelle für die Zwecke einer untertägigen Abfallentsorgung einen Beitrag zum aktiven Umweltschutz leisten. Bei dieser Nutzung der Bergbauhohlräume ist die Beurteilung ihrer Eignung für Abfallentsorgungszwecke von sehr großen Bedeutung. Hierzu sind die Anforderungen und Ausschlusskriterien in einem Zusammenhang mit allen zu berücksichtigenden technisch- und umweltrelevanten sowie gesetzliche Rahmenbedingungen dieser Problematik festzustellen und abzufragen (Gerhardt, 1993).

Untertägige Deponien relevanten Abfälle und Erfassung der bergbaulicher Hohlräume

Die übermäßigen Deponien stellen nicht nur wegen des Flächenverbrauchs, sondern vor allem in Hinblick auf ihre mögliche Umweltfährdung eine nicht zufrieden stelle Lösung dieses dar. In der Slowakei von der Gesamtmenge der chemisch-toxisch Sonderabfälle werden 2,6 Mio t/a (ca. 24,8 %) übermäßig deponiert. Mit Deponien an Oberfläche sieht so aus, das von ganzen Menge dieser Deponien (gegenwärtig sind ungefähr 550 Deponienanlagen betrieben), von denen nur der Teil über mehr als 120 die in AÜAB 606/1993 (Annahme für neue Abfallgesetz) festgelegten technischen Anforderungen erfüllten. Hiermit ist aber benötigen, dass im Vergleich mit der Vergangenheit wird als Fortschritt betrachtet, dass nur noch eine kleine Anzahl der erzeugten Abfälle auf nicht genehmigten Deponien abgelagert werden (etwa 2 %). In Unterschied von andere Industrieländern in den slowakischen gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Problematik einer untertägigen

¹ Doc. Ing. Viliam Bauer, CSc., Technická univerzita Košice, Fakulta BERG, Letná 9 e-mail: bauer@tuke.sk
(Doručené 20.3.2000, revidovaná verzia dodaná 15.1.2001)

Abfallentsorgung- und Verbringung noch heute immer ein gesetzliches Vakuum besteht, wird die entsprechende deutschen gesetzlichen Richtlinien gebraucht (Göbl, 1994). Die Erhebung des Abfallaufkommens in der Bundesrepublik Deutschland erfasst mehrere Richtlinien, die eine Abfallentsorgung in der Untertage ermöglichen können. Vor allem behandelt sich um die überwachungsbedürftige Abfälle, denen in der TA Abfall (Technische Anleitung für die Abfälle) die untertägige Ablagerung in UAE, vor allem im Salinar – geologische Salzformationen mit den Präferenzklassen 1 oder 2 zugeordnet ist, und die Abfälle, für die die TA Abfall andere Entsorgungswege vorsieht. Weiter gilt die Richtlinie gemäß die Abfälle (Massenabfälle mit geringem Gehalt an chemisch-toxischen Inhaltstoffen, die im allgemein nicht als besonders überwachungsbedürftig sind), die nach mehrere Studien für die Einbringung im Steinkohlenbergbau geeignet sind bzw. zugelassen werden können – hiermit behandelt sich um „Steinkohlenbergbau- relevante Abfälle“ (Wilke, Jäger, 1991). Daneben geht um die Abfälle aus der gewerblichen Wirtschaft insgesamt, Bauschutt und bergbauliche Rückstände. Eine ähnliche Richtlinien werden auch bei der Abfallproblematik in unsere Bedingungen bei der Lösungen ausnützen können. Für die Steinkohlenbergbau existieren keine rechtlich verbindlichen Listen für die Abfälle, die eingebracht werden müssen. Bis heute fehlt eine grundsätzliche Studie über die Erhebung des Aufkommens Braunkohlenbergbaus bzw. Erzbergbaus –relevante, die würde eine Abfälle Liste vorbereiten. Außerdem der bergbauliche Rückstände, zu denen auch die Aschenabfälle, Rückstände aus Abfallverbrennungsanlagen, Hochofen- und Elektroofenschlacke, aber z.B. auch sonstige feste mineralische Abfälle sowie viel andere Abfallarten zu gehören, werden direkt in Bergbauhöhlräume in Untertage verbringen können. Zum Beispiel nur bei der gesamte Produktion der Aschenabfälle im vorige Jahr wurden ca. 20 % für eine weitere Verarbeitung (vor allem in der Bauindustrie) und 1-2 % von den Bergwerken in untertage genutzt. Im Rahmen eine Systemanalyse Vorbereitung für die slowakische Bedingungen würde eine sog. Bergbauliche Klassifizierung der Abfälle (das heißt die Abfälle die in Untertage können verbringen) sich erfordern. Dabei wird diese Klassifizierung der Abfälle nach verschiedenen Einteilungskriterien durchgeführt, z.B. nach Abfallarten (Abfallschlüssel ist nötig), nach dem Aufkommen, nach den abfallerzeugenden Wirtschaftszweigen, nach den Entsorgungswegen, sowie nach dem Abfalltechnologien. Dafür wird aber eine Analyse und Erfassung von bergbaulicher Hohlräume angepasst. Die wichtige Gesichtspunkte bei dieser Erfassung ist die Aufgabe der untertägiger Hohlräume des Erz- und Braunkohlenbergbaus und ihre Charakterisierung, so dass die Eignung für das Einbringen chemisch-toxischer Abfallstoffe bewertet werden kann. Dabei werden auch die unterschiede zwischen einzelnen Bergwerken bzw. Lagerstätten und auch zwischen Kohlenbergbau und andere Bergbauzweigen (z. B. Erzbergbau Grubenräumen) bei der Erfassung den nutzbarer Hohlräume grundlegend beurteilt. In Vergangenheit wurde auch eine kleine Studie an diese Thema für die Umweltministerium der Slowakische Republik, in welchen eine Vergleichung zwischen den Erzgrubenbauen an der Erzbergwerken Slovinky und Banská Štiavnica gelöst. Bei der Braunkohlenbergbau in der Slowakei, wo ist vorwiegend, zu etwa 85 % der Bruchhohlraum im Streb, der die für Abfalleinlagerung zur Verfügung steht. An der zwei oben genannte Bergwerken an die alle Bergbau Solle in Untertage insgesamt fast 70 000 m³ verfügbares Hohlraumvolumen zur Verfügung stehen. Bei der Erfassung der bergbaulichen Hohlraumpotentiale ist nötig ein Unterschied zwischen den geschaffenen und verfügbaren Hohlräumen verfolgen. Bei der Bewertung der Nutzungseignung der bergbaulichen Hohlräume für eine Untertage Deponierung ist Hauptschutzziel die Einlagerung von Abfällen mit chemisch-toxisch Inhaltstoffen eine Gefährdung der Biosphäre mit Sicherheit ausgeschlossen. Dieses Ziel muß langzeitsicher und ohne Notwendigkeit einer Nachsorge erreicht wird (Gerhardt, 1993). Hiermit muß sich auch die Wasserseinwirkung und Wassepfad zwischen Einlagerungsgut und zuzitende Wässern oder Laugen betrachtet. Unter dem sicheren Abschlusses des Einlagerungsgutes von der Biosphäre verstehen dabei einen vollständige Einschluß, eine immissionsfreie Einlagerung oder immissionsneutrale Einlagerung von der Abfälle. Hiermit wird sehr wichtig auch die Gesichtspunkte für die Definition von Grubenhohlraumklassen durchzuführen. Dabei sind aus den mehreren Kriterien die folgende zur Betrachtung (Bauer, Göbl, 1996):

- Geologische Kriterien, bei denen der Schwerpunkt liegt auf Gesichtspunkten zur Charakterisierung von Wirtsgestein und Schutzschichten.
- Hydrogeologische Kriterien, bei denen der Schwerpunkt liegt auf Gesichtspunkten zur Charakterisierung der Grundwasserwege und der Lage des Grubengebäudes.
- Gebirgsmechanische Kriterien, bei denen der Schwerpunkt liegt auf Gesichtspunkten zur Charakterisierung der Standsicherheit des Grubengebäudes einschließlich der Schachtröhre.
- Geochemische Kriterien, bei denen der Schwerpunkt liegt auf Gesichtspunkten zur Charakterisierung des Wirtsgesteins und der zuzitenden Wässer.
- Verwahrungstechnische Kriterien, bei denen der Schwerpunkt liegt auf Gesichtspunkten zur Charakterisierung von Möglichkeiten zur Verwahrung der Grube.

Neben der solche Systemanalyse wird auch eine Sicherheitsanalyse erfordert. Als eine Beurteilungskriterien werden wieder die alle genannte Kriterien verfolgen.

Potentielle bergbauliche Hohlräume für die Abfallentsorgung

Bei der Gewinnung mineralischer und energetischer Rohstoffe unter Tage entstehen mehrere Hohlräume, die je nach der Abbautechnologie stürzen diese Hohlräume allmählich ein, oder können mit Versatzmaterial zugeschüttet werden. Das Einbrechen der Hohlräume hat eine Senkung der Erdoberfläche zur Folge und ist umweltschädlich. Die Auffüllung hingegen erfordert die Bereitstellung und den Transport besonderer Versatzmaterialien. Mit der Versatzung von Abfallstoffen in Bergbauhohlräumen aktiver Braunkohlebergwerke wird ein geschlossener ökologisch-technologischer Betriebskreis ermöglicht, der neben der ökologischen auch wirtschaftliche Vorteile aufweist. Die Hohlräume eines im Tiefbau betriebenen Braunkohlebergwerkes weisen hinsichtlich ihrer Eignung für die Aufnahme von Abfallstoffen verschiedenartige Gegebenheiten auf. Für die Gewinnung und Förderung der Braunkohle im Tiefbau muß ein umfangreiches Grubengebäude offengehalten werden, das zunächst prinzipiell für den Zweck einer untertägigen Abfallentsorgung zur Verfügung steht (Hudeček, 1996).

Hinsichtlich einer Nutzung dieser Hohlräume zur Abfallentsorgung sind die Grubenräume nach der Dauer ihrer Nutzbarkeit zu unterscheiden. Bezüglich der gebirgsmechanischen Bedingungen und der damit verbundenen Öffnungsdauer kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen längerfristig offenen Grubenräumen (Tages- und Blindschächte, Gesteinsberge, Gesteinsstrecken und Kammern) und vorübergehend offenen Grubenräumen (Abbauhohlräume, Abbaubegleitstrecken usw.). Längerfristig nutzbar sind die Hohlräume die überwiegend im Kohlennebergestein aufgeföhren wurden, wie z. B. Tagesschächte, Blindschächte, Richtstrecken und Querschläge. Die nur kurzfristig offenen Hohlräume im Niveau der Flöze (Flözstrecken und Strebhohlräume) unterscheiden sich von den gebirgsmechanischen Charakter. Die im Gestein aufgeföhrenen Grubenbaue sind damit prinzipiell mit den entsprechenden Grubenräumen in anderen Bergbauzweigen vergleichbar. Eine Verwendung zur untertägigen Abfallentsorgung erscheint aus diesem Grund nicht nur während der Gewinnungsphase möglich, sondern auch über das Ende des Versorgungsbergbaus hinaus. Nach dem Erreichen des Gleichgewichtszustandes ist eine vollständige Verfüllung nur mit entsprechender Verfüllmethode und bei Verwendung von nicht schrumpfenden Material möglich. Für die Einbringung von Abfällen in längerfristig offene Grubenräume die folgende Konsequenzen ziehen (Bauer, 1995) und (Gerhardt, 1993):

- Die Nutzung dieser Hohlräume für die Einbringung ist nicht nur in unmittelbarem Zusammenhang mit der Gewinnung, sondern u.U. über das Ende des Gewinnungsbetriebes hinaus möglich.
- Abfälle, die in diese Hohlräume eingebracht werden, geraten erst nach längerer Zeit unter Druck und können vom Tiefenwasser durchströmt werden (Obermann, Wilke, 1991).

Unter den nur kurzfristig offenen Grubenräumen sind in erster Linie Abbauhohlräume – Strebhohlräume zu verstehen. Für die Einbringung von Abfällen in diese kurzfristig offenen Hohlräume folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Einbringung in die Strebhohlräume ist nur im unmittelbarem zeitlichen und räumlichen Zusammenhang mit der Gewinnung der Kohle möglich. Eine spätere Nutzung ist schon aus technischen Gründen nicht realisierbar.
- Mit zunehmender Entfernung von der Abbauföhnt steigt die Auflast auf den Versatz, bis schließlich der ursprüngliche Gebirgsdruck wieder erreicht ist.
- Die Verbringung muß in die tieferen Stockwerke des Gebirgskörpers erfolgen, damit ein hinreichend hoher Überlagerungsdruck zur Verdichtung der in den Selbstversatz eingebrachten Materialien bzw. vollständiges, dichtes Umschließen der in den Abbaubegleitstrecken eingelagerten Gebinde erfolgt.

Im Hinblick auf die untertägige Entsorgung von Sonderabfälle sind insbesondere die hydrogeologischen Verhältnisse in den Gesteinschichten des Bergwerkes von Bedeutung. Hier ist mit mehr unterschiedlichen Gegebenheiten zu rechnen. Außer dem untertägigen System der Grubenbauen ist sehr wichtig auch die hydrogeologische und tektonische Bedingungen der Grube zu beurteilen. Für die Abfallverwertung und – Beseitigung kommen in Frage die aktive Bergwerke, Bergwerke in der Schließungsphase, verlassene Grubenbauen und Berghohlräume, aber auch neu geschaffene unterirdische Deponien. In allgemein haben die einzelne bergbauliche Grubenbauen und Bergbauhohlräume relative Vor- und Nachteile gegenüber den anderen Abfalldeponietypen (Bajzelj, 1996). Die Vorteile der Abfalldeponierung in bergbauliche Hohlräumen im Vergleich zu den übrigen Abfalldeponietypen sind die folgende:

- die sichtbare Umwelt bleibt weitgehend unbelastet,
- die Erdoberfläche bleibt unbeschädigt,
- hoher Sicherheitsgrad bezüglich Umweltverschmutzungen,
- besserer Schutz vor atmosphärischen Einflüssen,
- vermöge einer optimale Lösungen hinsichtlich der Stabilität von bestehende Objekte übertage,
- größere Brandtsicherheit.

Zu den Nachteilen es ist möglich berechnen:

- o hohe Kosten für die Anlegung der Deponie und Infrastruktur,
- o anspruchsvolle Monitoring der Sicherheitsfaktoren,
- o begrenzte Einsatzmöglichkeiten für voluminöse Abfälle.

Die Verwertung von Bergbauhohlräumen zur Abfalldeponierung in aktiven Braunkohlenbergwerken hat alle aufgezählten Vorteile dieses Abfalldeponietyps, außerdem die hohen Anlegungskosten. Es ist jedoch eine Abstimmung der Deponierungsbedingungen und –Verfahren mit der Gewinnungstechnologie nötig, wodurch die Charakteristiken der Abfälle, die für die Deponierung in Bergbauhohlräumen geeignet sind, eingeschränkt werden sollen (Bajzelj, 1996). Bei der Abfallbeseitigung spielt auch eine wichtigste Rolle ein technisches Multibarrieres Prinzip der Anlegung unterirdischer Deponien, unter folgendes zu verstehen:

1. stoffliche Barriere
2. technische Barriere
3. geologische Barriere

Bei der Problematik der untertägige Abfallentsorgung ist dabei nötig die alle genannte Barriere gegenwärtig beurteilen und schätzen. Hauptsächlich von diese Gründe, dass die Entsorgungsmöglichkeiten für Abfälle sind abhängig von deren Schadstoffpotential, von dem geologischen Einbringungsmilieu und damit von dem jeweiligen Bergbauzweig, von der Förderbarkeit aus sicherheitlicher, arbeitshygienischer und wirtschaftlicher Sicht und nicht zuletzt von dem langzeitsicheren Einschluß im Gebirgsverband. In Zusammenhang mit allen zu berücksichtigenden technisch- und umweltrelevanten Fragen dieser Problematik, wird sehr wichtig die alle Probleme identifizieren, festzustellen und abzufragen.

Technische Aspekte der Abfallverbringung- und Beseitigung

Bei der Lösung der Probleme und Aufgaben der umweltverträglichen Nutzung der bergabulichen Hohlräume für die Abfallentsorgung können von einer geschlossener ökologisch- technologischer Betriebskreis auszugehen. An einer aktiver Braunkohlenbergwerk, der ist mit Kohlekraftwerk verbunden, ist auch einen geschlossener Betriebskreis mit Separation -, Aufbereitung und Verarbeitung Anlagen und Geräten möglich zu ausgebildet. Dieses ökologisch-technologischen Betriebskreis vorausgesetzt, dass die gesamte Abfallmaterial aus Kraftwerk wird zur Versatzung der entstandenen Hohlräume im Bergwerk eingesetzt. Die relativ großen Abfallmengen-Ascheabfall von Kraftwerken machen ein besonderes Werk zur Aufbereitung des Versatzmaterials und nach die Möglichkeit einen automatisierten und kontrollierten kontinuierlichen Transportprozess notwendig (Bajzelj, 1996). Nach dem benutzende Versatztechnologie ist möglich verschiedene Beförderungssystemen auswählen. Bei der Auffüllung der Hohlräumen, wieso bei der Ansicht einer sehr verbreitende Versatztechnologie mit eine Versatzmischung (sog. Pastemasse), wird dieses Versatzmaterial durch automatisierten hydraulischen Transport direkt von Oberflächein die alter Mann hinter der Abbaufront gebracht. Auf diesem Grund, hat die Einführung eines geschlossenen ökologisch-technologischen Betriebskreises große Bedeutung, weil er kann die folgende Vorteile zu bringen (Bauer, 1995):

- geringere Abbauverluste,
- geringere Verdünnung bei der Kohlegewinnung,
- die Anlegung von Deponien auf der Oberfläche wird vermeiden.

Aus der bergbauliche Sinne spielt eine gemischte Versatzmaterial große Rolle bei der Festigkeit der Hangenden oben des Strebs. Damit wird auch geringe die Gefahr der Entstehung von Brüchen sowie der Eindringung von Wasser und Schlamm. Es können auch andere Industrieabfälle und Zusätze verwendet werden, um die Versatzmischung entsprechend für den hydraulischen Transport, wieso für ausgewählte Auffüllungstechnologie aufzubereiten und um die geforderten Eigenschaften nach der Auffüllung zu gewährleisten. Bei der Abfallbeseitigung in Bergbauhohlräumen müssen alle Phasen der Kohlegewinnung –von der Abbaumethode, den Vorbereitung- und Öffnungsarbeiten und dem Transport der Kohle und des Versatzmaterials bis hin zur Methode der Auffüllung, einander angepasst werden (Bajzelj, 1996).

Bei diesem ökologisches Prozess hat eine wichtige Bedeutung eine Zusammensetzung von eine Versatzpaste und ihre Eigenschaften. Bei Vorbereitung dieser Paste sind die verschiedene Abfallstoffe zu benutzen können. Werden die Abfallstoffe, die zur Auffüllung von Bergbauhohlräumen vorgesehen sind, zu einer Paste aufbereitet, so ermöglicht dies einen automatisierten direkte unkomplizierte hydraulisches Transport. Die richtige Aufbereitung der Versatzmischung ermöglicht danach einen direkten Transport der gemischte Paste von Oberfläche durch Rohrleitung bis zum Alter Mann, die sich unmittelbar hinter der Strebbaufront befinden. Auf diese Grund müssen die Pastemassen eine bestimmte Eigenschaften und Zusammensetzung haben. Durch die Laboruntersuchungen werden die alle wichtigste physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften bestimmt (Kortnik, Bajzelj, 1999). Dabei prüft man es eine frische und verfestigen Pastemischung. Um die verlangten Eigenschaften der Paste zu erreichen, werden der Mischung verschiedene Komponenten zugesetzt,

welche die Eigenschaften der Pastemischung beeinflussen. Als wichtigste Komponenten bei Pasteaufbereitung kann man folgende zu rechnen:

- Abfallstoffe (verschiedene Sorte z.B. Elektrofilterasche, Produkte aus der Entschwefelung Rotschlamm, Hüttschlacke usw.),
- Festigungszusätze (beispielweise Zement, hydratisierter Kalk),
- Sonstige Zusätze (Bentonit, Zeolit u. s.).

Bei der Transport spielt eine wichtigste Rolle Wassergehalt in die Paste. Die Paste muß ohne Wasserüberschuß zubereitet werden, was bedeutet, dass gesamte verwendete Wasser zur Verfestigung dient, wobei die Paste nach der Verfestigung die geforderten Eigenschaften haben soll. Bei der Mischungspaste werden die folgende Eigenschaften beabsichtigen:

1. Stabilität der Paste, die sich mit Hilfe des dynamischen Viskosimeter festgestellt,
2. Druckgradient, wegen der Pastepumpung durch Rohrleitung,
3. Verfestigung der Paste, Druckfestigkeit und Elastizität,
4. Verbreitung der Paste,
5. Permeabilität des verfestigten Kompositums nach beendeter Belastung.

Beurteilung der bergbauliche Hohlräume mit eine EDV-Gestützt

Aus den oben erwähnten Tatsachen sieht man, dass Beurteilung der Grubenräume hinsichtlich ihrer Eignung für entweder bergbauliche oder eine sekundäre, nicht bergbauliche Nutzung einen komplexen Prozess darstellt, bei dem außer den schon o.g. wichtigen Daten über die angetroffenen Lokalitäten auch das zusammenhängende Fachwissen einer großen Anzahl von Experten erforderlich ist. Für eine EDV-Unterstützung eines solch komplexen Beurteilungsprozess kommen Computersysteme in die Frage, die eine wichtigen Erkenntnisse, Erfahrungen und Fachwissen speichern, bearbeiten, weiterentwickeln und zur Verfügung stellen können (Göbl,1994). Dafür eignen sich sog. Wissensbasiertensysteme (WBS), die häufig auch als Expertensysteme bezeichnet sind. WBS versuchen, das Wissen eines oder mehrerer menschliche Experten und die darauf beruhenden Fähigkeiten maschinell verfügbar zu machen. WBS setzt man vor allem dort ein, wo es noch keine exakten Theorien und keine ausgearbeiteten Algorithmen gibt, sondern nur Erfahrungswerte, bruchstückhafte Regeln und Heuristiken.

In Bezug auf die durchgeführten Untersuchungs- und Forschungsarbeiten wurde ein internationales Forschungsvorhaben zwischen dem Institut für Angewandte Geowissenschaften I, Fachgebiet Bergbaukunde der TU Berlin und der BERG-Fakultät (Fakultät für Bergbau, Ökologie, Regelungstechnik und Geotechnologie), der Technische Universität Košice (Lehrstuhl für Bergbau und Geotechnik) bearbeitet. Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Zusammenarbeit wurde ein Prototyp eines WBS entwickelt, das zur Untersuchung der Eignung von Grubenräumen zur Abfallablagerung verwendet werden kann. Diese wissenschaftliche Kooperation unter den Name „Untersuchung der Eignung von Grubenräumen für die Ablagerung schadstoffhaltiger Abfälle mit Hilfe eines wissensbasierten Beratungssystem“ wurde durch die Volkswagen-Stiftung aufgelöst. Für die Aufbau des WBS wird das Expertensystem-Shell Nexpert Object (NO) genutzt. Mit Hilfe der verfügbaren NO-Wissensrepräsentation werden die mehrere vergleichbaren Fragestellungen bearbeitet:

- das Faktenwissenbasis aufgebaut, mit z.B.
 - wichtigen Informationen über Grubengebäude,
 - Informationen über geeignete Abfälle und gesetzliche Rahmenbedingungen,
- sowie prozedurale Wissensbasis mit z.B.
 - Kriterien, nach denen die Eignung eines Grubengebäudes für eine Abfallablagerung beurteilt wird, und
 - Kriterien für die Abfallverbringungsmöglichkeiten.

Eine praktische Benutzung von dieses Prototyps wurde auf dem Braunkohlenbergwerk Novaky eingesetzt.

Bergbauhohlräume auf dem Braunkohlenbergwerk Novaky

Der Bergwerk fördert zwischen 1,1-1,2 Mio t/a Braunkohle und damit aus der gesamte Braunkohleproduktion entfällt bis 75% für Kraftwerk Novaky. Nur 20 % der abgeförderte Braunkohlemenge wird den kleinen Abnehmern verkauft und 5% davon ist für die Haushaltbedarf bestimmt. Für die Erzeugung elektrischer Energie verbrauch Braunkohlenkraftwerk in Zemianske Kostolany jährlich 2,6 Mio Tonnen Braunkohle. Dabei werden ca. 800 000 Tonnen Asche als technologisches Abfalls produziert. Die potentielle Kapazität in Untertage ist aber viel zu groß. Die Möglichkeit, die hierzu bietet sich, ist eine Nutzung der zur Verfügung stehenden Bergbauhohlräume für die untertägige Entsorgung geeigneter Abfälle an. Die jährlich abgebaute Menge der Braunkohle entspricht theoretisch bei einer durchschnittlichen Braunkohledichte von 1 280 kg.m⁻³ einer geschaffenen Hohlraumkapazität von ungefähr 937 500 m³. Hierbei ist aber in Betracht zu ziehen, daß diese Hohlraumvolumen vor allem aufgrund der Absenkung der Hangendschicht nur kurzfristig

vorhanden sind. Im Zuge der Braunkohlegewinnung werden auch die Möglichkeiten entstehen, damit die geschaffene Hohlräume als Einbringungsstelle für die Zwecke einer untertägigen Abfallentsorgung und auch einen Beitrag zu den aktiven Lösung der Umweltschutz Probleme leisten.. Die ganze Grubenbau System in Untertage liegt auf dem Bergwerk Novaky in relativ geringeren Teufen von etwa 300 –500 m. Dies bedeutet aber nicht notwendigerweise eine Beschränkung für die Möglichkeit der Abfalleinbringung in die Abbauhohlräume dieses Bergwerks nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses. In Zusammenhang der Verteilung der Grubenbau es ist nötig benötigen, dass für die Entsorgungsmöglichkeiten der Abfälle in Untertage zu einbringen sind nicht alle Grubengebäude geeignet. Hydrogeologische und tektonische Bedingungen der Grube Novaky

Werden aus zwei hauptwasserführende Systeme bestehen. Bei einer geschlossene ökologisch-technologische Betriebskreis wird auch weitere Unterlagen berücksichtigen müssen. Die wesentliche Bestandteile bei dieser Beurteilung und bei der Betriebsplans sind die folgende (Bauer, Göbl, 1996):

- Beschreibung und Begründung des Versatzvorhabens,
- Beschreibung des Lagerstätte Verhältnisse (Geologie, Hydrogeologie, Gebirgsmechanik,
- Konvergenzverhalten der Grubenbaue),
- Darstellung des Einbringungsverfahrens,
- Deklaration der einzelne Abfällen und ggf. der Rezeptur des Versatzmaterials,
- Nachweis der arbeitshygienischen Unbedenklichkeit des Versatzmaterials,
- Nachweis des Brandt –und Explosionsschutzes,
- Nachweis der technischen Eigenschaften des Versatzmaterials,
- Nachweis der Umweltverträglichkeit.

Diese Unterlagen und erf. ergänzende Untersuchungen, z.B. bezüglich Wasserwegsamkeiten, Gesteinsdurchlässigkeiten, Lage, Beschaffenheit und Fließrichtung ggf. vorhandener Wässer, liefern die Entscheidungskriterien zur Umweltsicherheit des Vorhabens. Auch bergtechnische Angaben müssen zum Einbringungsraum gemacht werden, um umfassend beurteilen zu können, ob und in welchem Umfang die vorgesehen Abfälle in Hohlräume des betreffenden Untertagebetriebes eingebracht können. Bei diesem Beurteilungsprozess werden meistens keine exakten Theorien bzw. ausgearbeitenden Algorithmen, sondern vor allem Erfahrungswerte in drei wichtigste Beurteilungsgruppe. Aus den oben erwähnten Tatsachen sieht man, dass Beurteilung der Grubenräume hinsichtlich ihrer Eignung für eine primäre -bergbauliche oder sekundäre, nicht bergbauliche Nutzung einen komplexen Prozess darstellt, bei dem außer den schon o.g. wichtigen Fachwissen einer großen Anzahl von Fachleuten aus der verschiedenen Fachbereichen erforderlich ist. Weiterhin müssen in diesem Beurteilungsprozess die Anforderungen an die zu entsorgenden Abfälle sowie die damit zusammenhängenden Gesetze und Vorschriften berücksichtigt werden (z.B. Abfallgesetz, Berggesetz, TA Abfall und Umweltgesetz). Gerade daher wird die ganze benötigte Informations- und Kenntnissbasis über die Problematik einer untertägigen Abfallentsorgung eine komplizierte Struktur mit vielfältigen netzartigen Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten dieser Basis betrachtet. Für eine EDV- Unterstützung eine solch komplexen Beurteilungsprozess kommen Computersystem in die Frage, die die wichtigen Erkenntnisse, Erfahrungen und Fachwissen speichern, bearbeiten, weiterentwickeln und zur Verfügung stellen können. Dafür eignen sich die sog. Wissensbasierten Systeme (Göbl,1994). Nach eine komplexe Analyse der Abfallentsorgung Bedingungen auf der Bergwerk Novaky, wurden die alle Kriterien für die Strebhohlraumbeurteilung zum Zwecke einer Untertageabfallentsorgung (UAE) gesammelt und beschrieben.

Zusammenfassung

Bei der einzelnen Abbautechnologien in Untertage des Braunkohlebergbaus – die sind sog. Versatz-technologien es ist möglich über eine untertägige Abfallentsorgung bzw. Abfallbeseitigung zu überlegen. Der gegenwärtige Stand in der slowakische Braunkohlebergbau, Ansicht der Abfallproblematik, eine kleine Lösung für die Einbringung des Ascheabfalls von Kohlekraftwerk neben Grube Novaky. Das Problem wurde durch mehrere Studien und Machbarkeiten gelöst mit einen sehr positive Ergebnisse. Nach dem nachlösen die alle Gesetzliche Rahmenbedingungen für diese Problematik wird weitere Lösungen zu mögen. Ein Wissensbasierten System wurde im Rahmen einer Forschungsprogramm- und Zusammenarbeiten zwischen dem Institut für Angewandte Geowissenschaften I., Fachgebiet Bergbaukunde der TU Berlin und der BERG-Fakultät (Fakultät für Bergbau, Ökologie, Regelungstechnik und Geotechnologien) der TU Košice vorbereitet.

Literaturverzeichnis

BAJZELJ, U.: Technische Aspekte der Abfallverbringung an der aktiver Braunkohlebergwerken. *In Proceedings zum Internationales Seminar der TU Berlin und TU Košice – „Problematik der Entsorgung von Abfällen in untertägigen Brauhohlräumen“*, Vysna Boca, Slowakei, 1996, pp. 12-23.

- BAUER, V.: Possibilities of storage mining in browncoal deposits. *In Proceeding of internationale Symposium Mining Příbram*, Czech Republic, 1995, pp. 142-150.
- BAUER, V. und GÖBL, H.: Gegenwärtigen Stand und Möglichkeiten einer nicht bergbaulichen Nutzung der untertägigen Hohlräume in der Slowakei. *In Proceedins zum Kolloquium „ 5. Internationales EIPOS - Kolloquium Umweltwissenschaften*, Ostrava -Czech Republik 1996 , pp. 306-317.
- GERHARDT, H.: Systemanalyse über die Nutzung untertägiger Hohlräume desd Steinkohlen-, Erz-, Salz- und Kalkbergbaus zur umweltverträglichen Verbringung von Abfällen mit chemisch-toxisch Inhaltstoffen. *Schluss Bericht einen Forschungsprojekts*, TU BA Freiberg, 1993.
- GÖBL, H.: Abfallentlagerung in Bergbauhohlräumen. Europäisches Postgraduelle Studium -EIPOS an der TU Dresden, 1994. *Manuscript der Schlussarbeit des Studiums*, pp.35-42.
- JÄGER, B., OBERMANN, P. und WILKE, F.L.: Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlebezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen. „*Machbarkeitstudie“ und Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen*. TU Berlin, 1991.
- HUDEČEK, V.: Analýza současného stavu odkališť v OKD, a.s. a návrh opatření ke zlepšení. *Acta Montanistica Slovaca*, Ročník 1, TU Košice, 4/1996 s. 337-339.
- KORTNIK, J. und BAJŽELJ, U.: Uporaba več pregradnega sistema pri izgrdnji podzemnih odlagališč. *RMZ-mater.geoenviron*, COBISS-ID 3128116, 46, Ljubljana, 1999 p.237-247.