

DIE VERGANGENHEIT, GEGENWART UND ZUKUNFT DES GEBIETES DER EHEMALIGEN CHEMISCHEN URANERZ- AUFBEREITUNGSANLAGE MAPE-MYDLOVARY BEI VODŇANY.

THE CONSEQUENCES OF THE URANIUM ORE WET METALLURGY PROCESSING IN MAPE-MYDLOVARY AREA NEAR VODŇANY.

Jaroslav ŠVEHLA

¹Südböhmische Universität in České Budějovice, Lehrstuhl für angewandte
Chemie, Studentská 13

Zusammenfassung

Der Artikel bietet eine kurzgefasste literarische Übersicht über die Prinzipien der hydrometallurgischen Verarbeitung der Uranerze und über anschließende damit verbundene Probleme. Es wird auf einigen Beispielen der chemischen Uranerz-Aufbereitungsanlagen (Stráž pod Ralskem und MAPE Mydlovary) die Aufzählung der Hauptprobleme (Staub- und Radonemission) sowie der schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt (Grundwasserkontamination), die Möglichkeiten von Sanierungen, Rekultivationen und der anschließenden Ausnutzung der durch die Förderung und chemische Aufbereitung der Uranerze betroffenen Gebiete angeführt. Zum Schluss werden die Möglichkeiten von der Wiederherstellung der verursachten Probleme sowie die Rahmenschätzung ihrer zeitlichen und finanziellen Aufwendigkeit angedeutet.

Summary

This literature review deals with principles of uranium mining with wet metallurgy, and some related problems. There are introduced two examples of uranium mill tailings from Czech republic (Stráž pod Ralskem a MAPE Mydlovary) with their mains problems in environment damage (dust and radon emission, groundwater contamination), possibilities of sanitation, reclamation and revitalization such of this contaminated areas. In conclusion there are rough-draw some possibilities of problems reparation and time and money estimation.

Key words:

mining, uranium mill tailings, radon, dust, groundwater contamination, reclamation,

Einleitung

Das Uran gehört zu Aktinoiden ($Z=89-103$), deren alle bekannten Isotope radioaktiv sind. Die Zerfallhalbwertzeit der meisten Aktinoide ist jedoch so kurz, dass nur ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U und vielleicht ^{244}Pu seit der Entstehung des Sonnensystems überdauern konnten (Greenwood, 1993). Zu diesen Isotopen kann man noch einige weitere zuordnen, welche in Gleichgewichts-Spurenmengen durch die kontinuierlichen Prozesse der radioaktiven Umwandlungen entstehen. Das wichtigste von ihnen ist ^{234}U , (mit der Zerfallhalbwertzeit $2,45 \cdot 10^5$ Jahre), das jedoch nur 0,0054% von allen drei Naturisotopen vom Uran bildet. Der durchschnittliche Uraninhalt in der Erdkruste wird auf 2,3 ppm geschätzt, was bedeutet, dass es etwas häufiger als zum Beispiel Zinn vorkommt. Es handelt sich um ein ziemlich verbreitetes Element, und da es wahrscheinlich bei der Entstehung der eruptiven Gesteine später kristallisiert hat, kommt in Störungszonen der älteren Gesteine häufig Kristallinikum vor. Durch das Auslaugen und anschließende Wiederausfällung kam es zu seiner Konzentration und Bildung einer großen Menge von Oxidmineralien, von denen das Uranpecherz bzw. Uraninit U_3O_8 und Karnotit $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ die wichtigsten sind. Jedoch auch diese Mineralien sind in der Regel in Gesteinen sehr zerstreut, sodass die typischen Uranerze nur ungefähr 0,1% U enthalten (Greenwood, 1993).

In der zweiten Hälfte der Achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts kam es in der Welt infolge der Überproduktion zum Preisverfall und zur Ansammlung der Vorräte vom Natururan, für welches es kein Interesse mehr gab. Es folgte der Zusammenbruch des Marktes mit dem Finalprodukt, mit dem sogenannten „gelben Kuchen“ (yellow cake = Ammoniumdiuranat), die Dämpfung der Förderung und die Suche nach Sanations- und Ersatzproduktionsprogrammen in den meisten Weltlagerstätten. Es ist zum Beispiel gelungen, die ehemalige Urangrube mit der Aufbereitungsanlage bei Driefontein in Südafrika zur Goldgewinnung aus alten Nebengesteinhalden umzutransformieren (Buson et al., 1999). Die Uranpreise auf dem Weltmarkt erhöhen sich jedoch in der letzten Zeit um das Vielfache, und deshalb beginnt man jetzt auch bei uns über die Wiederaufnahme der Förderung in manchen geschlossenen Bergwerken, oder sogar über die Eröffnung neuer Bergwerke (Lepka, 2003, Kubátová, 2007) zu spekulieren.

Vývoj cen uranu na světovém trhu

(USD/libra – cca 0,45kg)

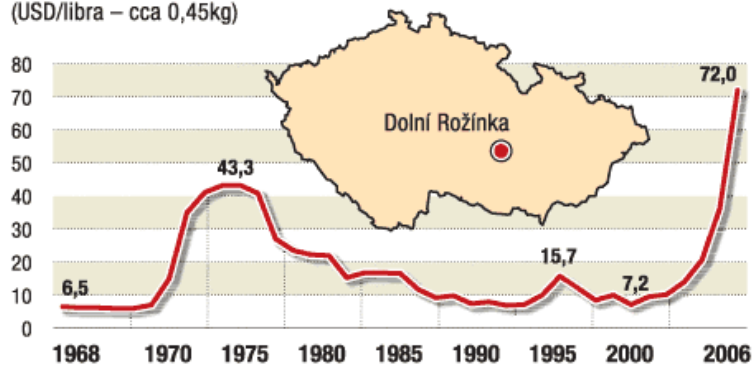


Abbildung 1. Entwicklung der Uranpreise auf dem Weltmarkt (Kubátová, 2007)

Urangewinnung aus Erzen

Die Urangewinnung aus Erzen mit dem durchschnittlichen Inhalt von ca. 2kg U/Tonne in der chemischen Aufbereitungsanlage erfolgt nach ihrer Zermahlung zu einer sehr feinen Korngröße (<0.1 mm). Es folgt das meistens saure oder alkalische Laugen, die Separation der reinen Ablaugen und in diesen dann die Fällung des Urans durch das Ammoniak. Der unlösliche Rest des zermahlenden Erzes (ausgelaugtes Roherz – Brei - Schlamm) enthält außer den restlichen Mengen (ca. 1/10 vom ursprünglichen) des nicht ausgelaugten Urans auch den ganzen ursprünglichen Inhalt vor allem von dem begleitenden Radium und von weiteren, zwar nicht radioaktiven aber trotzdem sehr toxischen Elementen (Tomášek, 2001). Die auf diese Weise ausgelaugten Roherze werden dann abgesaugt und in die Klärbecken gelagert, wo sie schon für immer gelagert werden sollten. Gerade hier treten Probleme ein, weil die Schlämme mit Überresten von Laugenlösungen in der Regel noch eine sehr saure Reaktion aufweisen (pH ab 1,5 bis 3,5) und hohe Konzentrationen von außer den radioaktiven Isotopen vom Radium, Thorium und Uran unter anderem meistens auch Arsen, Beryllium, Kadmium, Chrom, Blei, Molybden, Nickel und Selen enthalten. Für die sichere langfristige Lagerung dieser Schlämme und Lösungen wird der absolut undurchlässige Untergrund solcher Becken vorausgesetzt, damit es zu keiner Entwertung der Grundwasserquellen in der Umgebung kommen kann (Zhu et al., 2002).

Folgen der Verarbeitung der Uranerze

Nach der Austrocknung der Lagunen der Klärbecken treten weitere Probleme mit der Staubbildung, den ungeeigneten physikalischen und chemischen Eigenschaften des trockenen Schlamms für das Wachstum der Vegetation ein (Jim, 2001). Wenn eine Vegetation hier verwurzelt, so ist sie in der Regel potentieell toxisch wegen dem zu hohen Inhalt von akkumulierten Radionukliden und Schwermetallen und sie verursacht weitere Verbreitung der toxischen Elemente in die Nahrungsmittelketten. Die Bioakkumulationsfähigkeiten mancher Pflanzen können auch zu Phytoremeditationen, d.h. zur Absaugung der toxischen Stoffe aus kontaminierten Böden ausgenutzt werden, z.B. manche Arten von beständigen Gräsern sind in der Lage, selektiv nur Selen zu akkumulieren, der eventuell als Nahrungsergänzung für die Tiere in Gebieten mit Selendefizit dienen kann (Sharmasarkar et al., 2002).

Ein weiteres ernstes und schwer zu lösendes Problem stellen die Gasemissionen (Emanation) vom Radon und die anschließende Deposition seiner festen radioaktiven Tochterprodukte der Uranzerfallreihe aus ausgetrockneten Klärbecken dar. Diese Tochterprodukte haben verhältnismäßig kurze Zerfallhalbwertszeit und sie enden erst mit dem stabilen Isotop vom Blei ^{206}Pb , das kummulative toxische Wirkungen wie andere toxische Schwermetalle hat. Für die Radioisotope, welche einen Charakter von Spurenelementen der metallischen Beschaffenheit haben, ist besonders das Risiko deren Bioakkumulation in die Körper und Organe der Organismen, beziehungsweise der sukzessive Anstieg deren Konzentrationen in Nahrungsmittelketten bedeutend. In dem Außenmilieu schwanken die Konzentrationen von ^{222}Rn in der Regel im Intervall von 3,7-18,5 Bq/m³, der Mittelwert für die Tschechische Republik wird um 5,5 Bq/m³ angegeben (Tomášek, 2001). Die Limitaktivität von ^{222}Rn innerhalb der Gebäude beträgt 100 bis 200 Bq/m³ nach der Verordnung SÚJB Nr. 307/2002 Slg. Bei der Beendigung der Tätigkeit der größten Uranerz-Aufbereitungsanlage in der Tschechischen Republik, MAPE Mydlovary wurde in der Luft oberhalb der Klärbecken der Wert von bis 420 Bq/m³ gemessen (Hanslík, 1991).

Situation in der Tschechischen Republik

Bei uns, in der damaligen Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik, und auch in dem ganzen Rat für die gegenseitige Wirtschaftshilfe wurde die Uranerz-Förderung und -Verarbeitung irgendwie aus Gewohnheit des „in Bewegung gesetzten Zuges“ des kalten Krieges zwischen dem Osten und Westen ca. zehn Jahre länger fortgesetzt als in der Welt, d.h. bis zur Mitte der Neunziger Jahre. Auf dem Gebiet von Böhmen und Mähren gab es ungefähr fünf Pechuranerz-Hauptlagerstätten in Jáchymov, Příbram, Okrouhlá Radouň, Dolní Rožinka und Stráž pod Ralskem.

In der letztgenannten Lokalität wurde das Uran seit dem Jahre 1974 noch dazu durch die sogenannte „chemische Förderung“, d.h. durch das Eindringen der Laugenlösung der Schwefelsäure mittels der Tiefbohrungen direkt in die urantragende Sohle in der Cenoman-Schichtengruppe abgebaut. Die Laugenlösungen drangen durch das Gestein durch, haben das Uran ausgelaugt und sie wurden durch die Pumpenbrunnen auf die Oberfläche zurückgeführt. Aus diesen Ablaugen wurden dann die Uranverbindungen getrennt, die zum Finalprodukt – „zum gelben Kuchen“ aufbereitet wurden. Die Lösung ohne das getrennte Uran, wurde durch die konzentrierte Schwefelsäure nachgesäuert und in den Untergrund wieder eingedrückt. Bis zur Beendigung der Förderung zum 31.3.1996 wurden ca. 8000 technologische Bohrungen angebohrt, und durch diese wurden in den Untergrund mehr als 4 Millionen Tonnen Schwefelsäure, 320 Tsd. Stickstoffsäure und Tausende von Tonnen weiterer Chemikalien eingedrückt. Es wird angeführt, dass der Betrieb des saueren Laugens in der Lagerstätte Stráž seiner Zeit der größte in der Welt war. Es wurden aus ihm gefördert und in die damalige Sowjetunion mehr als 15 Tsd. Tonnen vom Urankonzentrat ausgeführt. Die chemische Förderung hat hier eine umfangreiche Grundwasserkontamination verursacht, und in kleinerem Maße auch die Böden, die Landschaft sowie die Luft beeinflusst. Zur Zeit (2006) hat die beeinflusste Fläche des wassergesättigten Cenoman-Kollektors ein Ausmaß von 24 km². Die durch die chemische Förderung hervorgerufene Kontamination des Gesteinsmilieus bedroht potentioneell die Trinkwasserquellen sowie die Oberflächenflüsse in der Region. Es droht hier die Wanderung der sehr saueren und der versalzenen Lösungen in den Grundwasser-Turonkollektor, wodurch auch die zur Zeit sehr wertvollen und die größten Wasserquellen in der Tschechischen Republik für Jahrhunderte entwertet werden könnten. Aus diesem Grund ist es nötig, die Sanation dieses Gebietes durchzuführen. Nach den Modellberechnungen wird die Sanation und Liquidation der Folgen der chemischen Uranförderung hier noch ungefähr vierzig Jahre lang dauern, und sie erfordert die Kosten um ca. 40,9 Mld. CZK (Josefí und Kol., 2006).

In Südböhmen, unweit der Stadt Hluboká nad Vltavou, zwischen Gemeinden Mydlovary, Zahájí, Olešník, Nákří und Dívčice befinden sich 286 ha Uranklärbecken gemeinsam mit der ehemaligen chemischen Uranerz-Aufbereitungsanlage - MAPE Mydlovary genannt (Benennung aus der verwendeten Chemikalie Manganese Perchlorate). Das Uranerz wurde in dieser Lokalität und auch in der anliegenden Umgebung nie gefördert. Zu MAPE wurde das Erz aus den Urangruben fast aus der ganzen Republik und manchmal auch aus dem Ausland eingeführt. Die Klärfelder entstanden zum großen Teil in den Räumen nach der Lignitförderung, der hier bereits seit dem Beginn des vergangenen Jahrhunderts für das Kraftwerk von Mydlovary gefördert worden war, das später nur noch als Wärmewerk ausgenutzt wurde. Die Aufbereitungsanlage wurde ursprünglich zur Bearbeitung von 300.000

Tonnen Uranerz pro Jahr projiziert. Der Probetrieb auf der sogenannten saueren Linie wurde im Oktober 1962 und auf der sogenannten alkalischen Linie im April 1963 aufgenommen. Die projizierte Leistung hat man bereits zum Ende des Jahres 1963 erreicht. Die Erze mit einem höheren Inhalt von Karbonaten (Rožinka, Píbram) wurden mit Soda (alkalische Linie) und die Erze mit dem reduzierten Inhalt von Karbonaten (Chodov) mit der Schwefelsäure (sauere Linie) gelaugt. Nach der Aufnahme der Förderung in der Lagerstätte Hamr in Nordböhmen wurde die saure Linie noch in die normale und in die harte aufgeteilt, wo das Laugen unter einer hohen Säurekonzentration erfolgte. In der Aufbereitungsanlage wurden sukzessiv die Technologien für die Uranverarbeitung aus allen tschechoslowakischen Uranerz-Lagerstätten entwickelt und realisiert. Die Verarbeitungskapazität hat das Maximum in Jahren 1979 – 1983 erreicht, wann über 700.000 Tonnen vom Erz jährlich aufbereitet wurden. Seit dem Jahre 1988 kam es zur Absatzeinschränkung des Urankonzentrats und im Anschluss an die fortschreitende Dämpfung der Uranförderung und -aufbereitung wurde im Oktober 1991 die Uranerz-Verarbeitung in der chemischen Aufbereitungsanlage Mydlovary mit einem Vorsprung von mehr als einem Jahr im Vergleich mit dem Zeitplan, der von der Regierung der ČSFR durch ihren Beschluss Nr. 894/1990 genehmigt wurde, gestoppt. Während seiner Tätigkeit hat der Betrieb MAPE mehr als 17.000.000 Tonnen Uranerz verarbeitet, und rund 36.000.000 Tonnen Schlamm produziert. Das Schlammvolumen beträgt 24.000.000 m³, das Volumen vom gebundenen Wasser beträgt 17.000.000 m³ (Tomášek, 2001).

Während des Betriebes der chemischen Aufbereitungsanlage MAPE entstanden dadurch ungefähr 36 Mio. Tonnen Schlamm, der in die Klärbecken mit der Gesamtfläche von 286 ha hydraulisch gefördert wurde. Die Klärbecken sind nicht nur die Mülldeponien der gefährlichen Stoffe, sondern auch die wasserwirtschaftlichen Werke der III. und IV. Kategorie. Die wichtigen Kontaminaten der Klärbecken stellen die Staubemissionen, die Radon- und Gamastrahlung-Volumenemission dar (P.Bossey, 1991). Aus den Ergebnissen der Verfolgung des Standes der Umwelt ist es ersichtlich, dass die Klärbecken Mydlovary besonders die Luft- und Grundwasserqualität negativ beeinflussen. Der Staubniederschlag im Interessengebiet ist ca. um 30 % größer als im Referenzpunkt bei Hluboká nad Vltavou. Der Verursacher dieser Verschmutzung sind einerseits die austrocknenden Strände der Klärbecken, welche die Quelle von Radionukliden darstellen, und andererseits auch die sekundäre Staubbildung, welche durch das Anfahren der Rekultivationsmaterialien zum Klärbecken verursacht wird. Die Radon-Volumenaktivität ist in der Schutzzone signifikant größer als der Hintergrundwert, und in der Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen wird in diesem Raum auch die maximale zulässige Radonkonzentration in der eingeatmeten Luft (Diamo, 1998) überschritten. Die Abfälle aus MAPE bilden die Quelle des möglichen langfristigen Radiationseinflusses auf die Umwelt, was seine Regelung durch geeignete Zurückhaltung und Schließung erfordert. Die Konzentration von 226-Radium in Bodenproben außerhalb des Betriebes überschreitet den Wert von 10 000 Bq/kg, wobei der Hintergrund 60-80 Bq/kg beträgt (Mondspiegel und Kol., 1990). Die Radonemissionen stellen das Risiko für die Bevölkerung in der Umgebung und sein Lufttransport auch für das sonstige Gebiet dar. Eine beträchtliche Belastung für die lebenden Organismen stellen die Radonemissionen in die Atmosphäre oberhalb der Klärbecken dar, wo die Radonkonzentration von bis 420 Bq/m³ gemessen wurde, wobei die zulässige Konzentration in Gebäuden 100 Bq/m³ beträgt. Die Verbreitung der Radon-Zerfallsprodukte in die Umgebung und die Nahrungsmittelketten sollte beschränkt werden (Hanslík, 1991).

Im Prozess der Beurteilung der Einflüsse von MAPE auf die Umwelt und der Entwürfe deren Minimierung (EIA, Tomášek 2001) wird unter anderem angeführt, dass für die Einwohner von Gemeinden Mydlovary, Zahájí und Olešník dem gesamten nicht akzeptablen karzinogenen Risiko die Radoneinatmung, die Außenexposition durch die Gamastrahlung und im Falle des hypothetischen Szenarios vom Grundwassertrinken auch Arsen, Beryllium und Kadmium beitragen. Hinsichtlich der karzinogenen Risiken gibt es in der Gemeinde Olešník darüber hinaus auch die Gefahr bei der Einatmung der Manganverbindungen in der Atmosphäre.

Nach der 30-jährigen Verfolgung der Ursachen für die Todesfälle der Bevölkerung in einer der unweiten Gemeinden gibt es eine signifikante Erhöhung des Tumorkommens, dessen Kausalzusammenhang mit dem Betrieb von MAPE nicht ausgeschlossen werden kann (Reban, 2006). Im Jahre 2006 wurde auch die Toxizität vom Sickerwasser unterhalb des Klärbeckens K-III, das in den Abflusskanal Svatopluk vor der Gemeinde Olešník mündet (Máchová, 2006), nachgewiesen. Die Freisetzung des Urans usw. in die Biosphäre kann man zum Beispiel schon durch bloßen Vergleich seiner durchschnittlichen Konzentrationen im

Oberflächenwasser vom Bach Sodný und Dehtářský, oder unter der Ausnutzung mancher empfindlichen Bioindikatoren auch am mittleren Laufe der Moldau (Tykva und Kol.) nachweisen.

Die einzige aktuelle offizielle Informationsquelle über den Fortgang der Sanations- und Rekultivationsarbeiten und die Einflüsse auf die Umwelt stellt der periodische „Ressortbericht s.p. Diamo über die Ergebnisse der Verfolgung und den Stand der Komponenten der Umwelt im Gebiet von Mydlovary“ (Starý, Mališ, Urban, DIAMO, 2006) dar. Hier wird unter anderem angeführt, dass die Überschreitung des Untersuchungsniveaus für Uran in Abwässern aus der Schmutzwasser-Kläranlage der ehemaligen Firma MAPE, die in den Bach Soudný abgelassen werden, mit gleichen Werten wie in anderen Jahren in der Periode der niedrigen Niederschläge (Februar 2005 bis 0,37 mg/l, aber Jahr 2001 bis 1,01 mg/l) aufgezeichnet wurde, wann in einem erhöhten Maße der Einfluss der Infiltration des kontaminierten Wassers aus dem Untergrund der Produktionsobjekte in die Kanalisation der ehemaligen Aufbereitungsanlage zum Ausdruck kommt. Beim Ablassen des Überbilanzwassers in die Moldau im Jahre 2005 wurden die Limitkonzentrationen (durch entsprechende Ausnahme von OÚ Č.Budějovice gegeben) in dem Ablassprofil in die Moldau unterhalb der Stadt Hluboká jedoch nur für Nitride (9,63 mg/l) überschritten, wobei man für die abgelassene Verschmutzung nach dem Gesetz Nr. 254/01 Slg. mehr als eine Million CZK (vor allem für den hohen Inhalt von anorganischen Salzen, bis 12,7 g/l) bezahlt hat. Zum 1.5.2005 wurde die Dränwasser-Kläranlage (ČDV) abgestellt und durch die „Neuerertechnologie“ der Wasser-Alkalisierung und -Fällung direkt im Klärbecken ersetzt, wodurch die gesteuerte abgelassene Wassermenge direkt in die Moldau auf den Rekordwert von 284 250 m³ (Diamo, 2006) erhöht wurde.

Die Luftqualität auf dem Gelände von MAPE und der Umgebung der Klärbecken hat sich im Vergleich mit vorherigen Jahren durch die Staubgehaltreduzierung (auf ca. 18 % des Limits) gekennzeichnet, und die äquivalente Radon-Volumenaktivität (EOAR) blieb auf dem Niveau der vorherigen Jahre, ausschließlich unter dem von SÚJB Praha genehmigten Untersuchungsniveau von 50 Bq/m³, mit den höchsten durchschnittlichen Werten in Gemeinden Zbudov (11,3) und Mydlovary (10,8 Bq/m³). Die Radonemissionen sollen durch die Rekultivationsarbeiten auf das international empfohlene Niveau, d.h. auf 0,8 Bq/m²/s beschränkt, und es soll dadurch die Exposition der kritischen Bevölkerungsgruppe in der Gemeinde Mydlovary durch die Objekte der ehemaligen Aufbereitungsanlage vom jetzigen Wert von ca. 200 µSv/Jahr (d.h. 20 % des Limits) auf ca. 90 µSv/Jahr (9% des Limits) reduziert werden.

Die rekultivierte Fläche der Klärbecken betrug zum Ende des Jahres 2005 genau 98,5 ha von insgesamt 286 ha, wobei die Gesamtfläche des verfolgten Gebietes ca. 8 km², einschließlich der Klärbecken (Starý, Mališ, Urban, DIAMO, 2006) beträgt. Im Kapitel 4.2 des oben zitierten Berichtes über die Kontamination der Biosphäre gibt es außer der ganz unkonkreten und deshalb nicht überzeugenden Behauptung betreffs der „Senkung des Inhaltes von Metallen in allen verfolgten Pflanzen“ ohne weitere Präzisierung, auch die Erwähnung betreffs der interessanten dreierlei Überschreitung des Untersuchungsniveaus (0,2 mg/kg) vom Uraninhalt in landwirtschaftlichen Pflanzen (Gerste bei K III – 0,4 mg/kg, Raps bei K IV/E – 0,25 mg/kg und Grasbewuchs bei K I – 0,4 mg/kg). Es stellt sich hier die Frage, warum in der Nähe der Klärbecken die landwirtschaftlichen Pflanzen überhaupt angebaut werden.

Gewisse Verfolgung der Migration und Kumulation der Schwermetalle und Radionuklide in die Komponenten der Umwelt wurde noch während des Betriebes von MAPE vom Lehrstuhl für die Umwelt der ehemaligen Hochschule für die Landwirtschaft VŠZ (heutige landwirtschaftliche Fakultät der südböhmischen Universität in Č.Budějovice) im Auftrag der ehemaligen Uranindustrie s.p. (heutiges DIAMO s.p.) durchgeführt, jedoch diese Ergebnisse wurden nirgendwo veröffentlicht, außer der Randerwähnung von der Kontamination der Kaninchen durch das Radium 226 und Uran (Hanslík, 1991), wo man in Knöcheln bis 337 Bq/kg Radium und 4,6 g/kg Uran gefunden hat.

Möglichkeiten von der Sanierung

Die ersten Phasen der Sanierungs- und Rekultivationsarbeiten beruhen in der Austrocknung der Lagunen sowie in der undurchlässigen Schließung des Terrains oberhalb der Klärbecken. Es sollte dadurch zu einer bedeutenden Verhinderung der Entweichung der Radionuklide kommen. Diese Sanierungs- und Rekultivationsarbeiten sollen die Landschaft

teilweise vom negativen Einfluss der Klärbecken reinigen, welche große Menge vom radioaktiven Schlamm enthalten, aber die Arbeiten gehen sehr langsam vor. Es mangelt an die Sanierungsmaterialien, jedoch besonders an die Finanzmittel. Im Raum der Klärbecken MAPE rechnet man mit der Jahresanschüttung von Rekultivationsmaterialien von 250.000 Tonnen. Die Gesamtmenge des Materials für die Sanierungen wird auf ca. 7.036 Millionen Tonnen geschätzt. Die Rekultivierungszeit wurde nach dem Projektentwurf des Gemeindebundes Blata aus dem Jahre 2004 von den ursprünglichen 40 auf 28 Jahre verkürzt (Houba, 2004). Bis zum Jahre 2003 sollte bereits das Überbilanzwasser der Klärbecken minimiert, die Umgehungsstraße der Gemeinden Zaháji und Mydlovary sowie die Kompostanlage usw. errichtet werden, was jedoch nicht passiert ist – wahrscheinlich auch aus dem Grund, dass nicht mal in der Europäischen Union die Finanzen dafür gefunden wurden. Die vorausgesetzten Finanzmittel für die Sanierungs- und Rekultivationsarbeiten wurden auf Dutzende von Milliarden CZK geschätzt (Ješ, 2007).

Nach der neuesten Studie der komplexen Lösung der Kontamination des Grundwassers durch die Durchsickerungen aus Klärbecken im Gebiet von Mydlovary, die in neuem Prozess EIA (2007-11) ausgenutzt werden soll, weist aus der Sicht der Grundwasserverschmutzung das Klärbecken K-III oberhalb der Gemeinde Olešník das größte Risiko auf. Der dominante Einfluss des Klärbeckens auf den Chemismus des Grundwassers reicht bis 900m weit, d.h. bis zum Klärbecken der Aschen aus dem ehemaligen Kraftwerk bei Mydlovary. Aus dieser Tatsache ergibt sich die durchschnittliche Geschwindigkeit des Grundwasser-Kontaminationsvorgangs auf 36 m pro Jahr. Die Beschlüsse dieser Studie, die von dem mathematischen Modell der Verbreitung der Wasserkontamination ausgehen, lassen auch vermuten, dass die weitere Verbreitung der Kontamination in der Richtung in den Raum des Teichs von Mydlovary bei Zliv zu erwarten ist (ENACON-Praha, 2006). Es wird hier ferner auch festgestellt, dass die Abdichtung des Klärbeckens K-III im Rahmen der geplanten Rekultivationsarbeiten bei der Berücksichtigung des Vorkommens der Kontamination in der Zone mit der Grundwasser-Dauerströmung hinsichtlich der weiteren Verhinderung weiterer Verbreitung der Kontamination an und für sich nicht ausreichend wird, und deshalb wird eine ergänzende Lösung entworfen.

Nach der Sanationsstudie von der Firma Pincock, Allen & Holt aus den U.S.A., die vor kurzem für Diamo ausgearbeitet wurde, wird entworfen, dieses problematische Klärbecken K III hydraulisch in ein der nicht gefüllten Klärbecken unter der Ausnutzung der Technologie der Entwässerung durch die aus Geotextilien errichteten Kanäle zu verlagern (Pincock et al., 2005).

Schluss

Die erwähnten Sanierungsstudien lösen jedoch meistens nicht die letzte Phase der Rekultivationen, nämlich die Begrünung durch die Pflanzen sowie die weitere anschließende Pflege der Landschaft. Diese Phase der Rekultivation ist zwar noch ziemlich entfernt, aber zum Beispiel auf dem sanierten Klärbecken K I beginnt sie schon aktuell zu werden. Es ist nämlich nicht geeignet, diese letzte Phase der natürlichen Sukzession durch die Invasionsvegetation zu lassen, da die Birken und ähnliche Besamungsgehölze einerseits durch ihre Wurzeln die wasserdichte Dichtungsschicht des Materials stören, und andererseits die Radionuklide weiter in die Umwelt transportieren würden. Aus diesem Grund ist es nötig, nach geeigneten Pflanzen zu suchen und diese auszupflanzen, die auf diesen extremen Lokalitäten aushalten und dabei weder Schwermetalle noch Radionuklide beträchtlich kumulieren werden. In diesem Bereich öffnet sich breites Feld für die eventuelle Zusammenarbeit der Arbeitsstätten, die sich mit der Phytoremediation befassen (Tykva und Berg, 2004).

"Danksagung: Die vorgelegte Arbeit konnte auch dank der Unterstützung des Forschungsprojektes der Fakultät für die Landwirtschaft der Südböhmischen Universität in České Budějovice mit dem Titel: Interaktion der chemischen Komponenten im Oberflächenwasser-Ökosystem; mit dem Identifizierkode CEZ JO6/98/122200003 und dank des anschließenden Forschungsprojektes MSM 6007665806 vom Ministerium für Schulwesen der Tschechischen Republik realisiert werden"

Quellen

Bossew P.: Radio-ecological investigations in the surroundings of MAPE uranium ore processing plant near České Budejovice in southern Bohemia (CSFR)., Studie des österreichischen ökologischen Instituts, Wien, 1990, 15 pp.

Buson G.D. et al.: The West Driefontain reclamation carbon-in-pulp plant, pilot plant testwork, design, commissioning and optimization., J. of the South African Institute of Mining and Metallurgy 99(2), 1999, 63-67 p.

DIAMO s.p.: Risikoanalyse - Klärbecken Mydlovary, 1998, 28 pp.

DIAMO s.p. (Starý,P., Mališ A., Urban P.): Bericht über die Ergebnisse des Monitorings und den Stand der Komponenten der Umwelt auf dem Gebiet von Mydlovary., Februar 2006, 36 pp.

ENACON s.r.o. Prag: Studie der komplexen Lösung der Untergrundkontamination durch die Durchsickerung aus Klärbecken auf dem Gebiet von Mydlovary., 2006, 123 pp.

Greenwood N.N., Earnshaw A.: Chemie von Elementen, tschechische Übersetzung aus dem englischen Orig. Chemistry of the Elements., 1984 Pergamon Pres plc., Oxford, 1993, Informatorium, Praha, 1635 pp.

Hanslík E.: Wasserwirtschaft 7/1991, 243 p.

Houba J.: Rekultivation und Beseitigung der ökologischen Belastung nach der hydrometallurgischen Verarbeitung der Uranerze auf dem Gebiet von Gemeinden Divčice, Mydlovary und Olešnik der Region BLATA., PBA Group, September 2004, Gemeindebund Blata, 31 pp.

Jež J.: Die Zeit der neuen Urangruben kommt noch, HN 29.1.2007, www.ihned.cz

Jim C.Y.: Ecological and landscape rehabilitation of quarry site in Hong Kong., Restoration Ecology 9 (1), 2001, 85-94 p.

Josefi R., a kol.: Liquidation der Folgen der chemischen Uranförderung in Stráž pod Ralskem. In: Sammelwerk XIX. Konferenz Radionuklide und die ionisierende Strahlung in der Wasserwirtschaft, Č.Budějovice, 10.-11.5. 2006, 113-121 p.

Kubátová Z.: Durch den Preisanstieg kommt das tschechische Uran ins Spiel zurück, HN 25.1.2007, www.ihned.cz/kubatova

Lepka F.: Tschechisches Uran 1945-2002 Unbekannte wirtschaftliche und politische Zusammenhänge., Kosmas.cz, 2003, 102 pp.

Máchová J.: Protokoll von der toxikologischen Untersuchung des Oberflächenwassers., VURH-JU Vodňany, 2006, 5 pp.

Mondspiegel K., Tykva R., Szabool J.: Beitrag zur Bewertung der Radiationssituation in der Umgebung von der Aufbereitungsanlage CHÚUP –MAPE Mydlovary., Studie UKE AV ČR, České Budějovice, xx pp.

Pincock, Allen & Holt, 2005: Feasibility Study for the Mydlovary MAPE Remediation Project in Czech Republic., USA, 150 pp.

Reban J.: personal communication, 2006

Sharmasarkar S., Vance G.F.: Soil and plant selenium at a reclaimed uranium mine., J.of Env. Quality 31(5), 2002, 1516-1521

Tykva R., Švehla J., Škopek P.: (wird z.Z. für Druck vorbereitet)

Tomášek J.: EIA 2001- Dokumentation von der Bewertung des Einflusses des Baus auf die Umwelt - Sanierung, Rekultivation und die Außerbetriebsetzung der Klärbecken nach der Urantätigkeit in der Lokalität Mydlovary. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, Juni 2001, 260 pp.

Tykva, R., Berg, D.,(Eds.) 2004: Man-Made and Natural Radioactivity in Environmental Pollution and Radiochronology., Kluwer Acad. Publisher, Dordrecht NL, 416 pp.

Zhu C., Anderson G.M., BurdenD.S.: Natural attenuation reactions at a uranium mill tailings site, western USA. Ground Water 40(1),2002, 5-13p.