



WISMUT

Perspektiven
durch Sanierung

Das Wismut-Sanierungsprojekt	4
Der Hintergrund	4
Die Aufgabe	5
Das Unternehmen	6
Der Sanierungsprozess	7
Stand der Sanierung	8
Ergebnisse	8
Sanierung und EXPO 2000	9
Verwahrung der Grubengebäude	10
Die Flutung	10
Tagesnahe Grubenbaue	12
Haldensanierung und Tagebauverfüllung	13
Sanierung von Halden	13
Haldensanierung in Ronneburg	14
Haldensanierung in Schlema	15
Demontage und Abbruch	19
Verwahrung der industriellen Absetzanlagen	21
Sichere Verwahrung	22
Endabdeckung	24
Wasserbehandlung	25
Wasserbehandlungsanlagen	25
Wasserbehandlung – eine Langzeitaufgabe	27
Umweltüberwachung/Monitoring	29
Basis- und Sanierungsmonitoring	29
Datenmanagement	31
Ausblick	32

” Vor neun Jahren hat die Bundesregierung mit der deutschen Einheit die Verantwortung für den damaligen sowjetisch-deutschen Uranerzbergbau- und Industriekomplex WISMUT übernommen. Sie stellt insgesamt 13 Milliarden DM für die Stilllegung der Uranerzbergbaubetriebe und Uranerzaufbereitungsanlagen sowie für die Sanierung der Betriebsflächen bereit. Umfang und Lage der großflächig radioaktiv kontaminierten Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus in dicht besiedelten Regionen Sachsens und Thüringens und damit verbundene schwierige konzeptionelle Problemlösungen charakterisieren die Wismut-Sanierung als weltweit herausragendes Großprojekt auf dem Gebiet des Bergbaus und des Umweltschutzes.

Für die bisher durchgeführten Stilllegungs- und Sanierungsmaßnahmen des Bundesunternehmens Wismut GmbH sind bis Ende 1999 ca. 6,2 Milliarden DM aufgewandt worden. In gemeinsamen Anstrengungen aller Beteiligten am Wismut-Projekt konnten beachtliche Sanierungsfortschritte erreicht werden. Dafür möchte ich allen meinen Dank aussprechen. Die Sanierungsergebnisse, die bereits zu einer signifikanten Senkung der Umweltbelastungen geführt haben, finden bei der Bevölkerung, den betroffenen Kommunen, den Landesregierungen und im politischen Raum auf Bundes- und Landesebene sowie auch weltweit Anerkennung.

Das Wismut-Projekt ist international zu einem bedeutenden Referenzprojekt für zukunftsweisende Sanierungstechnologien geworden. Die Weltausstellung EXPO 2000 bietet eine gute Gelegenheit, komplexe Sanierungslösungen anhand von zwei Projekten aus der Wismut-Region – „Revitalisierung der Uranerzbergbaufolgelandschaft Ostthüringen“ und „Revitalisierung der Gemeinde Schlema“ – zu präsentieren. Fachwelt und Öffentlichkeit können sich hierbei vor Ort über den Sanierungsfortschritt zur ökologischen und wirtschaftlichen Entwicklung der Region sowie über Sanierungstechnologien anschaulich unterrichten.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie hat in der Vergangenheit bereits mehrfach über die Umweltsituation in den Uranerzbergbauregionen sowie über den Stand der Stilllegungs- und Sanierungsarbeiten berichtet.

Nunmehr ist fast die Hälfte der Sanierungsarbeiten bewältigt. Es ist daher angezeigt, den erreichten Sanierungsfortschritt, die Schwerpunkte der weiteren Sanierungstätigkeit sowie ausgewählte Sanierungslösungen darzustellen und auch einen Blick in die Zukunft zu werfen.

Ich bin überzeugt, dass es gemeinsam mit allen am Wismut-Projekt Beteiligten gelingen wird, die bisherige erfolgreiche und anerkannte Sanierungstätigkeit auf hohem Niveau weiterzuführen. Gemeinsames Ziel ist es, die ehemaligen Uranerzbergbaugelände in Sachsen und Thüringen zu ökologisch intakten Regionen mit sicheren Zukunftsperspektiven zu entwickeln. “

Werner Müller

Dr. Werner Müller
Bundesminister für Wirtschaft und
Technologie

Das Wismut-Sanierungsprojekt

Der Hintergrund

1947 gründete die sowjetische Besatzungsmacht in Deutschland die Staatliche Aktiengesellschaft (SAG) Wismut. Ziel der von den Militärs geführten Gesellschaft war die Ausbeutung deutscher Uranerzvorkommen für das Atomprogramm der damaligen Sowjetunion. Schlechte Arbeitsbedingungen, rigorose ökologische Eingriffe in ein dicht besiedeltes Gebiet sowie ein rücksichtsloser Gebrauch natürlicher Ressourcen kennzeichneten

die „wilden“ Anfangsjahre des Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen.

Die Wiedervereinigung bedeutete das Ende für den Uranerzbergbau

Ab 1954 führte die neu gegründete zweistaatliche Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft (SDAG) Wismut die Uranerzgewinnung mit bis zu 120.000 Bergleuten weiter. Mit der deutschen Einheit 1990 endete jedoch der über 40 Jahre

Historisches Foto
von Schlema
um 1960





intensiv geführte Uranerzbergbau. Bis dahin hatte das Unternehmen Wismut 231.000 Tonnen Uran produziert. Das bedeutete im weltweiten Vergleich den dritten Platz hinter den USA und Kanada. 1991 stieg die UdSSR per Staatsvertrag aus dem Unternehmen aus. Damit übernahm die Bundesrepublik Deutschland die Wismut zu 100 Prozent und vor allem im Interesse der in der Region lebenden Bevölkerung auch die Verantwortung für die Sanierung der schwer beeinträchtigten Landschaft.

Auf Grundlage des Wismut-Gesetzes erfolgte Ende 1991 die Umwandlung der SDAG Wismut in eine GmbH. Alleiniger Gesellschafter wurde die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Der Bergbaubetrieb wurde in ein Sanierungsunternehmen umstrukturiert. Die nicht zum Bergbau gehörenden Unternehmensbereiche, wie Maschinen- und Stahlbau, Consulting, Bau und Logistik, wurden 1992 von der Wismut GmbH abgespalten und erfolgreich privatisiert.

Die Aufgabe

Die Sanierung der großflächig radioaktiv kontaminierten Wismut-Altlasten in Sachsen und Thüringen stellt eine der größten ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen im wieder vereinigten Deutschland dar. Gesellschaftszweck des Bundesunternehmens Wismut GmbH ist es, die Uranerzbergbau- und -aufbereitungsbetriebe stillzulegen, die Betriebsflächen zu sanieren und wieder nutzbar zu machen. Dabei handelt es sich um etwa 3.700 Hektar Betriebsflächen. Mehr als 2.300 Hektar davon entfallen auf Halden und Absetzanlagen. Die Bundesregierung sichert dieses Großprojekt finanziell ab und stellt dafür insgesamt 13 Milliarden DM zur Verfügung. Dabei verfolgt sie das Ziel einer ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Sanierung.

Das Sanierungsprojekt Wismut stellt nach Umfang und Komplexität auch im internationalen Maßstab ein herausragendes Projekt dar. Dabei handelt es sich nicht um ein in sich geschlossenes Vorhaben, sondern um über 1.000 zum Teil sehr anspruchsvolle Einzelprojekte.

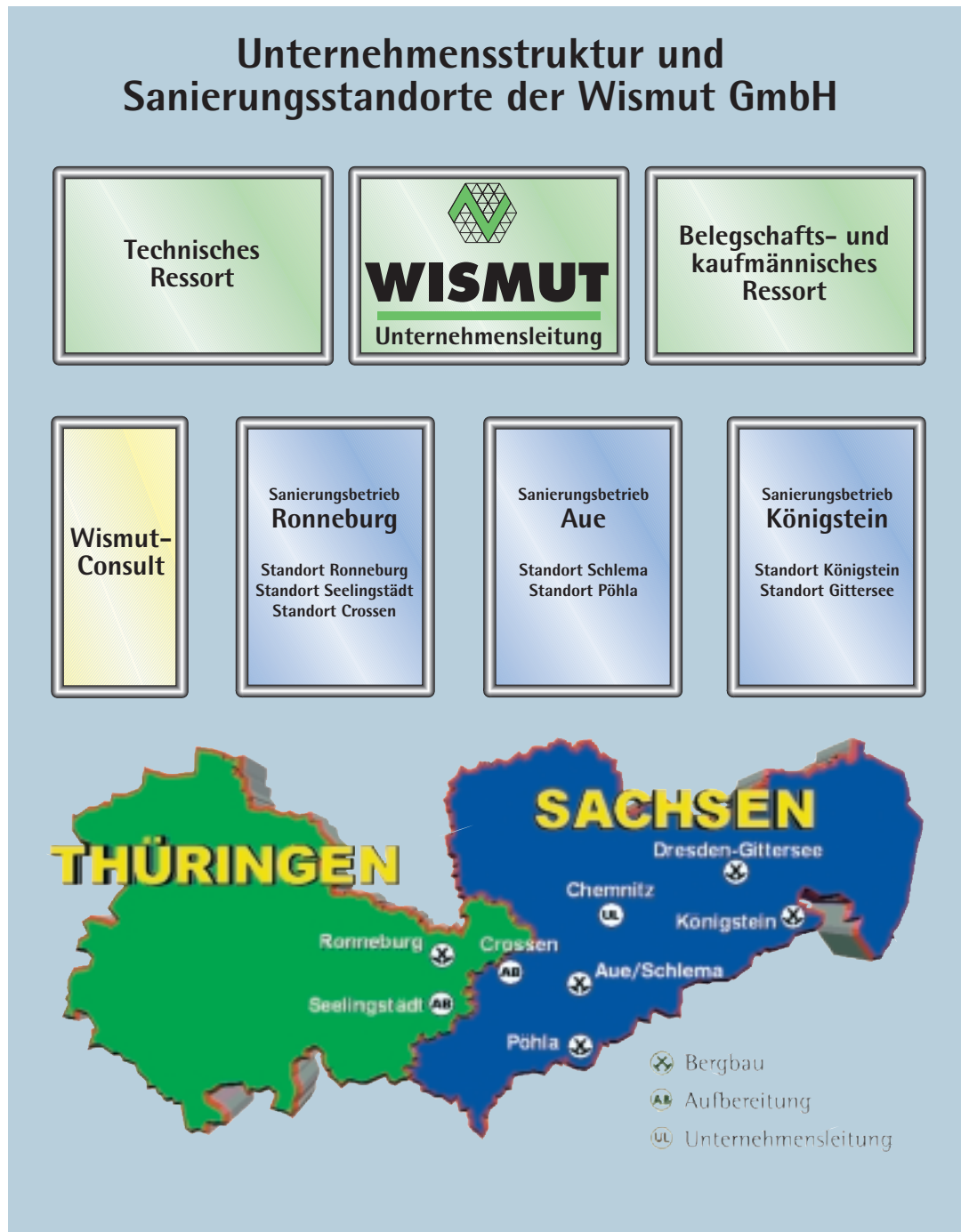
So müssen Gruben verwahrt und geflutet, Halden umgelagert oder abgedeckt, Schlammteiche trockengelegt und geomechanisch stabilisiert, Gebäudekomplexe demontiert und abgerissen sowie beräumte Flächen wieder nutzbar gemacht werden.

„Warum gestaltet sich die Sanierung der Wismut-Hinterlassenschaften so schwierig?“

Für die Schwierigkeit der Sanierung sind sowohl die Intensität und Dauer des Bergbaus als auch die Lage und Qualität der abgebauten Uranerzlagerstätten verantwortlich. Die Teufe (Tiefe) der Lagerstätten auf der einen wie auch die sehr geringen Erzgehalte auf der anderen Seite hatten zur Folge, dass bei der Urangewinnung enorme Rückstände anfielen. Zur Erzeugung einer Tonne Uran wurden durchschnittlich etwa 1.100 Tonnen Erz benötigt. Um das Erz bergmännisch gewinnen zu können, mussten noch einmal etwa 2.100 Tonnen Gestein aus dem Gebirge gelöst und aufgehaldet werden. So entstanden in mehr als 40 Jahren Uranerzbergbau unter anderem mehr als 312 Millionen

Fortschritte bei der Sanierung der Halde Borbachdam:

- ◆ Herstellung der Standsicherheit durch Profilierung
- ◆ Aufbringen verschiedener Abdeckschichten



Kubikmeter Abraum auf 48 Halden und über 150 Millionen Kubikmeter Rückstände aus der Uranerzaufbereitung in 14 Absetzanlagen (sog. Schlammteichen). Darüber hinaus wurde das Wismut-Uranerz – anders als in Kanada, den USA und Australien – inmitten einer dicht besiedelten Kulturlandschaft abgebaut und verarbeitet.

Die Lösung der Sanierungsaufgaben erfordert ein vielfältiges, interdisziplinär eingesetztes naturwissenschaftliches, technisches aber auch kaufmännisches und juristisches Expertenwissen. Die Sanierungslösungen orientieren sich am interna-

tionalen Know-how; zum Teil müssen jedoch neue Wege bei der Sanierung von Bergbaualtlasten beschritten werden.

Das Unternehmen

Die Wismut GmbH wird von der Bundesregierung als institutioneller Zuwendungsempfänger finanziert. Die Zuweisung der finanziellen Mittel erfolgt zweckgebunden auf der Grundlage jährlicher Wirtschaftspläne und entsprechender Ausgabetitel im Einzelplan des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

Der organisatorische Aufbau der Wismut GmbH ist eine klassische Stab-Linien-Organisation. In der Unternehmensleitung, dem Stab, ist das Sanierungsmanagement angesiedelt. Hier sind sowohl erfahrene Fachleute aus dem ehemaligen Uranerzbergbau und der -aufbereitung als auch neu verpflichtete Führungskräfte und Fachexperten tätig. Die Sanierungsbetriebe Ronneburg, Aue und Königstein stellen die Linie des Unternehmens dar. Sie sind für die Durchführung der Sanierungsarbeiten zuständig. 1995 wurde der Unternehmensbereich „Wismut-Consult“ gegründet. Über diesen wird das aus der Sanierungsdurchführung erwachsene Know-how vermarktet.

Die Wismut GmbH hat die Sanierung 1991 mit annähernd 10.000 Mitarbeitern, einem Viertel der letzten Stammbeslegschaft aus der aktiven Bergbauzeit, begonnen. Ende 1999 hatte das Unternehmen noch einen Personalbestand von ungefähr 3.100 Mitarbeitern. Es zeichnet alle Beteiligten aus, dass ein derart drastischer Personalabbau bis heute weitestgehend sozialverträglich gestaltet werden konnte.

Der Sanierungsprozess

Die Sanierung der Hinterlassenschaften aus dem Uranerzbergbau sowie der -aufbereitung verfolgt zwei zentrale Ziele:

- ◆ **Wiederherstellung einer ökologisch intakten Umwelt**
- ◆ **Schaffung von Voraussetzungen für die wirtschaftliche Wiederbelebung.**

Die Konzepte für die einzelnen Sanierungsmaßnahmen werden von der Wismut GmbH erarbeitet, die sich dabei auch externen Sachverständigen bedient. Die Durchführung jeder einzelnen Sanierungsmaßnahme bedarf jedoch der Genehmigung der zuständigen Behörden in Sachsen und Thüringen.

Die wesentlichen rechtlichen Voraussetzungen für die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen sind vor allem:

- ◆ bergrechtliche Zulassungen,
- ◆ strahlenschutzrechtliche Genehmigungen sowie
- ◆ wasserrechtliche Erlaubnisse.

In den vergangenen neun Jahren hat die Wismut GmbH über 3.000 Genehmigungsanträge gestellt, die von den Behörden genehmigt worden sind. Voraussetzung für einen erfolgreichen Abschluss der Verfahren war ein enges Zusammenwirken aller am Sanierungsprozess Beteiligten.

Das öffentliche Interesse am Wismut-Projekt ist groß

Die Sanierung kann auch in Zukunft nur dann gelingen, wenn die Wismut GmbH, die Bundes- und Landesbehörden, die Gutachter sowie die Landkreise und Kommunen partnerschaftlich zusammenarbeiten. Darüber hinaus ist für eine erfolgreiche und effiziente Sanierung die öffentliche Akzeptanz und damit die Einbeziehung der Öffentlichkeit in den Sanierungsprozess unabdingbar. Die in den betroffenen Regionen lebenden Menschen sind am Sanierungsgeschehen interessiert; sie möchten informiert, beteiligt und angehört werden.

Durch Informationsstützpunkte an den einzelnen Sanierungsstandorten, durch Sanierungslehrpfade mit zahlreichen Informationstafeln sowie durch Führungen durch die Sanierungsgebiete wird die Tätigkeit der Wismut GmbH für jedermann transparent.

Wismut-Sanierung – ein öffentlicher Prozess: Besucherandrang am Tag der offenen Tür 1999 am Standort Ronneburg



Stand der Sanierung

Die Ergebnisse von neun Jahren intensiver Sanierungsarbeit können sich sehen lassen. Zwar ist die Beseitigung aller Hinterlassenschaften aus der Bergbauzeit noch lange nicht abgeschlossen, die Landschaften rund um die einzelnen Sanierungsstandorte haben sich jedoch bereits nachhaltig gewandelt. Es sind beachtliche Sanierungsleistungen zum Schutz sowie im Interesse der in der Wismut-Region lebenden Bevölkerung erbracht worden, die sowohl national als auch international große Anerkennung finden.

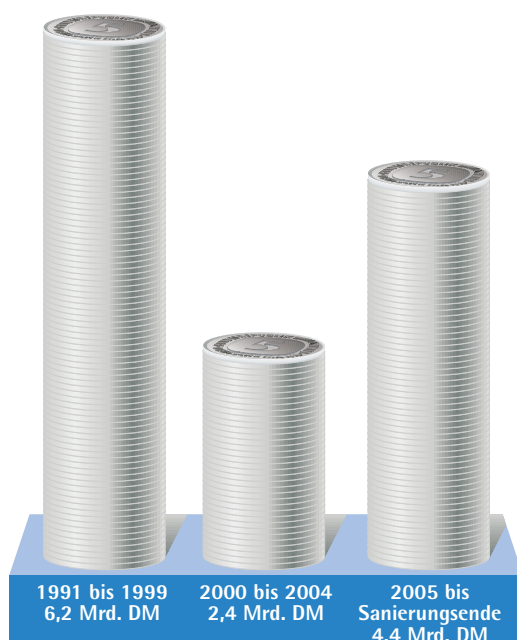
Der Einsatz von bisher über 6 Milliarden DM hat sich gelohnt

Für die Planung, Vorbereitung und Durchführung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen wurden von der Wismut GmbH bis Ende 1999 von den insgesamt zur Verfügung stehenden 13 Milliarden DM rund 6,2 Milliarden DM in Anspruch genommen. Die Mittelfristplanung des Unternehmens sieht vor, im Zeitraum 2000 bis 2004 weitere 2,4 Milliarden DM für die Sanierungsarbeiten aufzuwenden. Bis zum Sanierungsende, welches standortabhängig voraussichtlich zwischen 2010 und 2015 erreicht sein wird, werden aus dem Bundeshaushalt noch einmal rund 4,4 Milliarden DM erforderlich sein.



Neue Wohnbebauung auf saniertem Haldengrund in Schlema

Bisherige, mittel- und langfristige Mittelzuwendungen



Ergebnisse

Im Mittelpunkt der ersten Jahre standen die Gefahrenabwehr sowie die untertägigen Sanierungsmaßnahmen zur Vorbereitung der Bergwerksflutung. So waren Grubenbaue von wassergefährdenden Stoffen zu reinigen und langfristig zu sichern. Dicht unter der Erdoberfläche liegende Hohlräume mussten ebenso wie Schächte und andere Tagesöffnungen verfüllt werden. Ende 1999 waren die ehemaligen Grubengebäude und der größte Teil der Schächte sicher verwahrt. Die Flutung aller früheren Gruben ist eingeleitet und am Standort Pöhla bereits abgeschlossen. Die zur Behandlung des Flutungswassers erforderlichen Wasserbehandlungsanlagen werden errichtet oder sind schon in Betrieb.



Untertägige Sanierungsarbeiten

Mit dem Rückgang der untertägigen Arbeiten verlagert sich der Sanierungsschwerpunkt zunehmend auf die übertägigen Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus. Etwa die Hälfte der Halden wurde bereits abgetragen oder abgedeckt. Das Tagebaurestloch Lichtenberg am Stadtrand von Ronneburg ist annähernd zur Hälfte verfüllt. Bei der Entwässerung und der Verwahrung der industriellen Absetzanlagen (Schlammteiche) konnte bisher ebenfalls die Hälfte der anstehenden Arbeiten erledigt werden. Am weitesten fortgeschritten sind die Demontage- und Abbrucharbeiten. Etwa drei Viertel der in der Regel kontaminierten Gebäudekomplexe und Betriebsanlagen sind beseitigt. Entsprechend der Sanierungsreihenfolge ist erst ein Fünftel der ehemaligen Betriebsflächen saniert und rekultiviert. Bereits sanierte Flächen werden für Gewerbeansiedlungen, Wohnbebauungen, land- und forstwirtschaftliche Nutzung oder auch für Naturschutzbereiche genutzt.

Die Wismut GmbH ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in der Region

Neben seiner ökologischen Bedeutung ist das Wismut-Projekt heute ein wichtiger Faktor für die wirtschaftliche und strukturpolitische Entwicklung der Uranerzbergbau-Regionen in Sachsen und Thüringen. So ist die Wismut GmbH mit derzeit rund 3.100 Beschäftigten einer der größten regionalen Arbeitgeber und bildet junge Menschen in erheblichem Umfang in zukunftssicheren Berufen aus. Das Konzept der Bundesregierung, die Sanierungsarbeiten mit eigenem fachkundigen Personal durchzuführen und den Personalabbau entsprechend dem Sanierungsfortschritt sozialverträglich zu gestalten, hat sich bewährt.

Mit der Vergabe von Aufträgen in einem Volumen von jährlich etwa 200 Millionen DM spielt die Wismut GmbH auch für eine Vielzahl regional ansässiger Unternehmen als Auftraggeber eine bedeutende Rolle.

Sanierung und EXPO 2000

Aufgrund des Beispielcharakters des Wismut-Projektes für viele ähnliche devastierte Industriestandorte weltweit wird sich die Wismut GmbH gemeinsam mit den betroffenen Landkreisen und Kommunen aus Ostthüringen und dem Erzgebirge mit den beiden Projekten

- ◆ Revitalisierung der Uranerzbergbaufolgelandschaft Ostthüringen und
- ◆ Revitalisierung der Uranerzbergbaufolgelandschaft in und um Schlema

an der Weltausstellung EXPO 2000 beteiligen.

Diese Projekte sollen das komplexe Zusammenwirken von Ökonomie, Ökologie und sozialen Aspekten bei der Beseitigung der Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus sowie das Know-how der Wismut GmbH einer breiten nationalen und internationalen Öffentlichkeit und Fachwelt deutlich machen. Hiervon sollen wichtige Impulse für die weitere wirtschaftliche Entwicklung der Regionen ausgehen.

In der Wismut-Region Ostthüringen soll der Entwicklungsprozess von der Sanierung bis zur Revitalisierung veranschaulicht werden. Zum Beispiel sind von speziell errichteten Aussichtsplattformen die einzelnen Sanierungsmaßnahmen, wie die Verfüllung des Tagebaurestloches, die Profilierung und Abdeckung von Halden, die Verwahrung von Schlammteichen sowie die dabei angewandten Sanierungstechnologien, zu sehen. Auch Projekte der Revitalisierung, wie die Einbindung sanierter Flächen in einen regionalen Grünzug, die Schaffung von Naherholungsgebieten sowie die Gestaltung neuer Gewerbe- und Industriean-siedlungen können besichtigt werden.



In der sächsischen Gemeinde Schlema, die infolge des Uranerzbergbaus größtenteils zerstört worden war, werden anhand einer Vielzahl von Einzelprojekten die Anstrengungen und Erfolge dargestellt, die bei der Sanierung des zerstörten Umfeldes und der Wiederbelebung des ehemaligen Kurortbetriebes erreicht wurden. Durch die Sanierungsarbeiten der Wismut GmbH wurden die Errichtung des Kurparks, der Grünanlagen und die Renaturierung des Schlemabachs erst ermöglicht. Heute ist Schlema wieder auf dem Weg zu einem modernen und überregional bedeutenden Kurort.

*Gewerbeansiedlung auf
sanierter Betriebsfläche am
Standort Ronneburg*

*Revitalisierung von
Bergbaulandschaften
an den Standorten
Ronneburg und Schlema*



Verwahrung der Grubengebäude

Als die SDAG Wismut Ende 1990 die Uranerzgewinnung und -aufbereitung einstellte, unterhielt sie noch neun Bergwerke. Für den untertägigen Abbau der Erze nutzten die Bergleute bis zu diesem Zeitpunkt rund 1.400 Kilometer offene Grubenbaue und 56 Tagesschächte. Eine der primären Aufgaben der Wismut GmbH war und ist es bis heute, diese weitverzweigten untertägigen Netze von Stollen, Schächten, Strecken und Kammern möglichst rasch außer Betrieb zu nehmen und für die Flutung (Endverwahrung) vorzubereiten. Die positiven Effekte einer zügigen Stilllegung und Flutung der Grubenbaue liegen klar auf der Hand: Die Belastung der Umwelt durch radonhaltige Abwetter (Abluft aus den Grubengebäuden) wird weitgehend gestoppt. Durch den Wegfall zahlreicher für die Aufrechterhaltung eines Bergwerkes notwendigen Einrichtungen werden die laufenden Kosten erheblich reduziert.



Flutung des Schachtes 371, Sanierungsbetrieb Aue

Die Flutung

Die umweltverträglichste, technisch sicherste und zugleich kostengünstigste Sanierungsvariante besteht darin, die Grubenbaue, die sich unterhalb des natürlichen Grundwasserniveaus befinden, durch das Abschalten der Pumpen zur Wasserhebung „absaufen zu lassen“. Dieser sehr komplexe Vorgang wird als Flutung bezeichnet.



Dammbauarbeiten in der Grube Königstein zur Beeinflussung der späteren untertägigen Wasserzirkulation

Diese Dämme haben eine Dicke von mehreren Metern und halten so dem ansteigenden Wasserdruck stand

Die Flutung eines Grubengebäudes ist für die Bergleute eine nicht minder anspruchsvolle Aufgabe, als die Herstellung desselben. Bis diese eingeleitet werden kann, sind zahlreiche vorbereitende Maßnahmen durchzuführen:

- ♦ Entsorgung der Schadstoffe aus den Grubenbauen,
- ♦ Abdichtung einzelner Grubenfelder gegeneinander durch spezielle Dämme zur Beeinflussung der Wasser- und Luftzirkulation,
- ♦ Verfüllung der Grubenbaue, welche die Tagesoberfläche gefährden,
- ♦ Verfüllen und Verschließen der Tagesschächte, Stollen und Großbohrlöcher mit Baustoffen für alle Zeiten.

Seit Beginn der Sanierungsarbeiten im Jahr 1991 hat die Wismut GmbH beachtliche Fortschritte bei der sicheren Verwahrung der Grubenfelder erreicht. Nahezu 90 Prozent der hier zu leistenden Sanierungsarbeiten sind bis Ende 1999 abgeschlossen worden.

Von den ehemals 56 Tagesschächten konnten bisher 46 verfüllt und sicher verwahrt werden. Die offene Grubenbaulänge wurde allein im ostthüringischen Bergbaugebiet von 1.040 Kilometer auf 10 Kilometer verringert. Im westsächsischen Bergbaugebiet konnten weitere rund 260 Kilometer aufgegeben werden.

Der finanzielle Aufwand für diese Arbeiten ist erheblich. Allein für bergmännische Sanierungsarbeiten in Vorbereitung der Flutung musste die Wismut GmbH in den ersten neun Jahren ihrer Tätigkeit rund 3 Milliarden DM aufwenden.

Die Flutung ist das „Finale“ des untertägigen Bergbaus

Im ostthüringischen Bergbaugebiet bei Ronneburg hat die Wismut GmbH die erste Etappe der Gesamtflutung im Januar 1998 eingeleitet. Zuvor mussten zur gegenseitigen Abriegelung der einzelnen Grubenfelder über 4.500 Wetterdämme und knapp 120 komplexe Absperrbauwerke zur hydraulischen Abdichtung gegen benachbarte Grubenbaue, deren Flutung erst zu einem späteren Zeitpunkt möglich ist, errichtet werden. Bisher sind dort über 10 Millionen Kubikmeter Grubenhohlraum geflutet. Die Flutung wird voraussichtlich mindestens 10 Jahre andauern.

Im westsächsischen Bergbaugebiet bei Aue wurde die Flutung des Grubenfeldes Schlema-Alberoda bereits 1991 eingeleitet. Ende 1999 waren mit dem Einstau von gut 30 Millionen Kubikmetern Wasser ungefähr 85 Prozent der Grubenhohlräume gefüllt. Der Flutungsspiegel lag zu diesem Zeitpunkt noch rund 150 Meter unterhalb des Markus-Semmler-Stollens, einem Grubenbau, der schon zu Zeiten des Silberbergbaus vor über 100 Jahren aufgefahren wurde und bereits damals der künstlichen Grundwasserabsenkung diente. Über diesen Stollen wird später mit natürlichem Gefälle das überlaufende Flutungswasser in die Zwickauer Mulde eingeleitet.

Sanierungstätigkeit und bisherige Umfänge

Sanierungsfortschritt in Relation zum Gesamtumfang



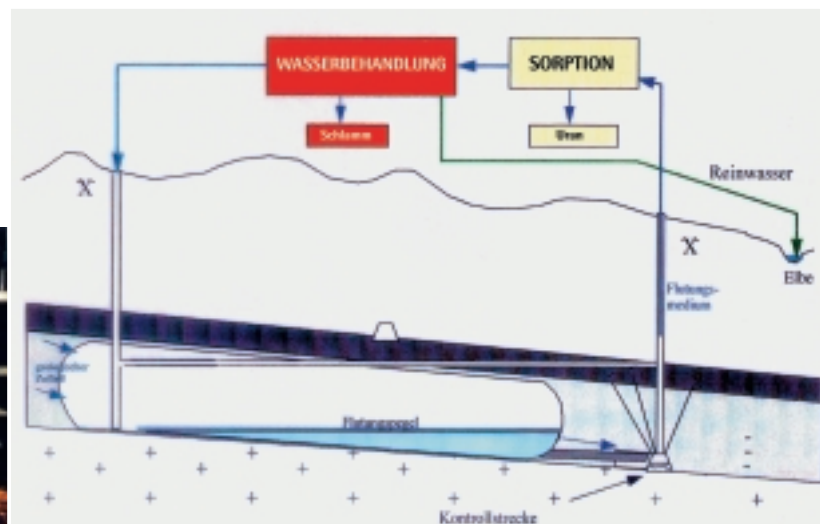
Stand der untertägigen Sanierung im Januar 2000

Parallel zur Flutung waren in diesem Bergbaugebiet besonders umfangreiche und schwierige Verwahrungsarbeiten zur Vermeidung von Bergschäden, zur dauerhaften Aufrechterhaltung einer Luftzirkulation in den oberen Grubenbauen sowie für eine Wasserhaltung auf den oberen Ebenen des Grubengebäudes durchzuführen. Der Zustand dieser Grubenbaue, die zum Teil seit mehr als 40 Jahren nicht mehr begangen wurden, ist weitgehend unbekannt und erfordert zusätzliche Arbeiten zu ihrer Verwahrung.

Die Flutung der Grube Pöhla wurde im Januar 1992 eingeleitet. Das Flutungswasser dieser vergleichsweise kleinen Grube erreichte im November 1995 den Überlauf. Damit stehen fast 1 Million Kubikmeter Grubenhohlraum endgültig unter Wasser.

In der ostsächsischen Grube Dresden-Gittersee begann die Flutung des Grubengebäudes mit der Einstellung der Wasserhaltung im Oktober 1995. Im August 1999 wurde das bisher zugelassene Flutungswasserniveau erreicht. Damit sind annähernd 2 Millionen Kubikmeter bergmännischer Grubenraum geflutet.

Eine Sonderrolle nimmt die Flutung der Grube Königstein wegen der damaligen bergmännischen Abbaumethode ein. Die Königsteiner



Grobschema Wasserbehandlung Sanierungsbetrieb Königstein

Kontrollstrecke Grube Königstein





Wechselvorrichtung für großdimensionierte Schieber im Sanierungsbetrieb Königstein

Vererzungen befinden sich in einem wasserführenden Sandstein, der zur Gewinnung des leicht löslichen Urans durch Sprengungen blockweise aufgelockert und mit schwefelsaurer Lösung gelaugt wurde (in-situ Blocklaugung). Noch heute befinden sich etwa 2 Millionen Kubikmeter schwefelsaure Lösung überwiegend als Porenwasser in den Gesteinsblöcken. Diese Lösung sowie noch vorhandenes leicht lösliches Uran sollen durch eine spezielle hydraulische Flutungssteuerung ausgewaschen werden, ohne den darüber liegenden Grundwasserleiter zu gefährden.

Bereits 1993 ist eine Experimentalfutung eingeleitet worden. Durch diese werden die

hydrologischen, hydrogeologischen, geochemischen und gebirgsmechanischen Verhältnisse in der Lagerstätte während der Flutung untersucht.

In Vorbereitung der Flutung musste eine insgesamt 13 Kilometer lange Kontrollstrecke zum Teil neu aufgefahren und mit Ver- und Entsorgungsleitungen ausgerüstet werden, in denen unter anderem das aus dem Flutungsraum austretende Wasser gefasst und nach über Tage gepumpt wird. Dort wird das Grubenwasser behandelt, bevor es in die Vorflut abgeleitet werden kann. Die dafür erforderliche Wasserbehandlungsanlage befindet sich derzeit in Planung.

Tagesnahe Grubenbaue

Ein besonderes Sanierungsproblem stellen die oberflächennahen Grubenbaue und Abbaufelder aus der Anfangszeit des Uranerzbergbaus in den 50er Jahren dar. Viele dieser vor allem am Standort Schlema vorhandenen Hohlräume sind weder in ihrer Lage noch in ihrer Ausdehnung in Risswerken (markscheiderischen Aufzeichnungen) festgehalten worden. Da diese teilweise in einer Tiefe von nur 10 bis 15 Meter, zum Teil dicht unter der Wohnbebauung, aufgefahren und in der Regel weder ausgebaut (abgestützt) noch verfüllt wurden, sind heute aufwändige Erkundungen erforderlich. Diese Grubenbaue werden zugänglich gemacht, nachgearbeitet und verfüllt. Dafür sind bisher mehr als 125.000 Kubikmeter Versatzmaterial eingebracht worden.



Verbrochener oberflächennaher Grubenraum aus den 50er Jahren

Versatzbohrung am Standort Schlema zur Verfüllung tagesnaher Hohlräume



Haldensanierung und Tagebauverfüllung

Während der aktiven Bergbauzeit wurden an verschiedenen Standorten der Wismut GmbH insgesamt 48 Halden aus Armerzen, Nebengestein und Abraum angelegt. Zusammengefasst hatten diese Halden nach Einstellung der Uranerzgewinnung ein Volumen von über 310 Millionen Kubikmeter Gestein und bedeckten eine Fläche von annähernd 1.520 Hektar.

Sanierung von Halden

Die Halden konnten nicht in ihrem ursprünglichen unabgedeckten Zustand belassen werden. Je nach Lage, Form und Schadstoffinventar gingen von den einzelnen Halden unterschiedliche Gefährdungen für Menschen und Umwelt aus. Hauptsächlich handelt es sich dabei um:

- ◆ Belastung durch Staub und an Staub gebundene langlebige Alphastrahler,
- ◆ Exhalation des radioaktiven Gases Radon aus den Haldenkörpern,
- ◆ Freisetzung von radiologischen und geochemischen Schadstoffen durch Haldensickerwasser sowie eine
- ◆ teilweise unzureichende Standsicherheit.

Insbesondere bei Halden mit einem hohen Anteil an Pyrit (Schwefelkies) kommt es infolge von Luft- und Wasserzutritt zu chemischen und mikrobiologischen Reaktionen, deren Folge die Bildung schwefelsauren Wassers ist. Dieses löst Schadstoffe wie Arsen, Eisen, Mangan, Nickel und Sulfat aus den verschiedenen Haldenmaterialien und belastet die Vorflut bzw. das Grundwasser. Die Wismut GmbH hat die Aufgabe, alle in ihren Verantwortungsbereich fallenden Halden sicher und nachhaltig zu sanieren.

Bei der Haldensanierung verfolgt die Wismut GmbH zwei verschiedene Sanierungsvarianten. Die technisch umfangreichere Lösung besteht in der Umlagerung ganzer Halden entweder in den ehemaligen Uranerztagebau Lichtenberg oder auf eigens dafür geschaffene Ersatzstandorte. Dort, wo eine Umlagerung aus technischen Gründen nicht möglich oder aus wirtschaftlichen Erwägungen nicht vertretbar ist, verwahrt die Wismut GmbH die Halden „in-situ“, das heißt, an Ort und Stelle.



Sowohl beim Haldenabtrag, als auch bei der Haldenprofilierung und bei der anschließenden Abdeckung muss eine riesige Menge an Haldenmaterial bzw. inerten Erdstoffen (Abdeckstoffe) bewegt werden. Der Sanierungsbedarf für eine Halde leitet sich stets aus den geochemischen Gegebenheiten sowie berg-, wasser- und strahlenschutzrechtlichen Anforderungen ab.

Gessenhalde am Standort Ronneburg 1989 und ihre Aufstandsfläche 1998

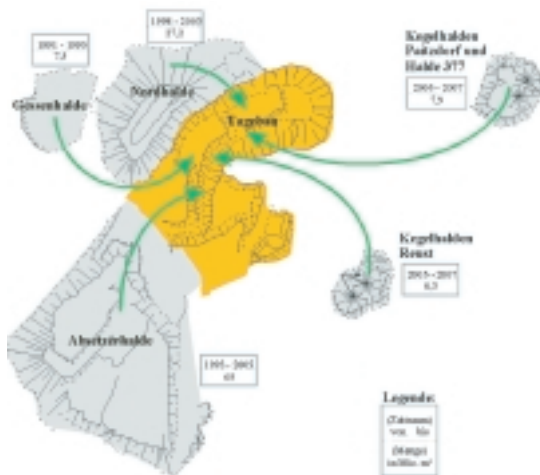
Diese Halde wurde speziell für die schwefelsaure Laugung von Armerzen angelegt und wegen ihres hohen Schadstoffinventars als erste in den ehemaligen Uranerztagebau Lichtenberg umgelagert



Abtrag der Absetzerhalde mit Großgerätetechnik am Standort Ronneburg

Haldensanierung in Ronneburg

Zeitplan für die Umlagerung von Halden in den Tagebau Lichtenberg 1991-2007



Die Haldensanierung am Standort Ronneburg erfolgt unter Beachtung der notwendigen Verfüllung des Tagebaurestloches Lichtenberg. Da die Tagebauböschungen nur bedingt standsicher sind und vom Restloch eine radiologische Belastung für das Umfeld ausgeht, werden die in der Nähe befindlichen Halden in das Tagebaurestloch umgelagert. Gleichzeitig wird damit eine Konzentration der unterschiedlichen Schadstoffpotenziale auf einen lokal begrenzten Raum erreicht.

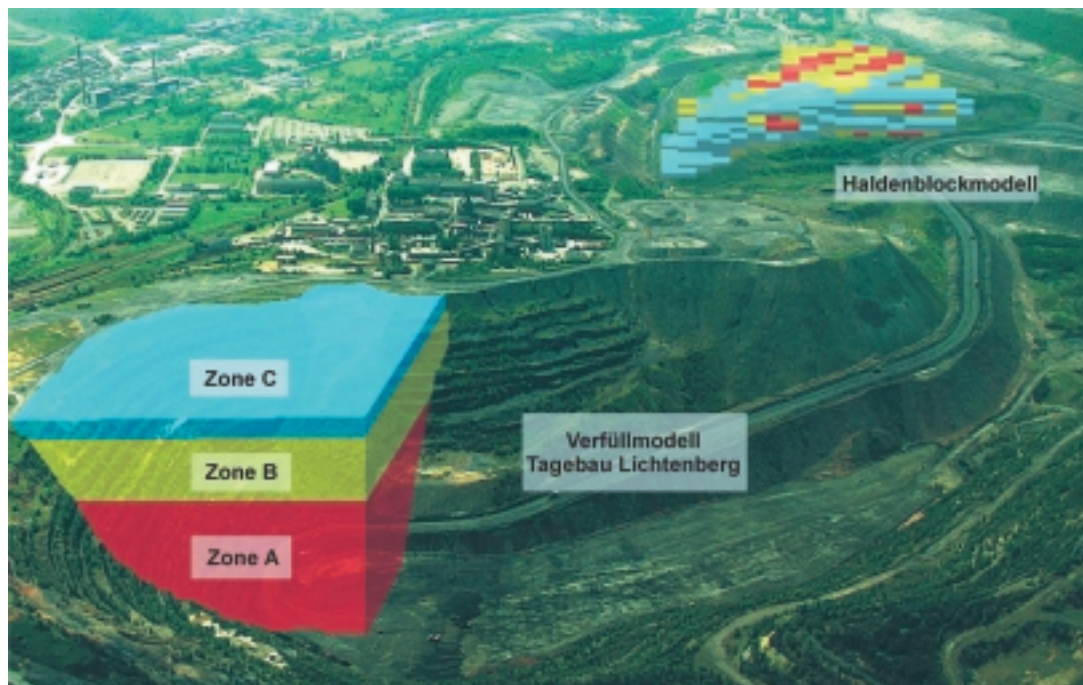
Der Einbau der Halden in das Tagebaurestloch erfolgt in Abhängigkeit von ihrem Schadstoffinventar und dem zur Verfügung stehenden Stauraum. Mit einem umfassenden Haldenuntersuchungsprogramm und in Laborversuchen wurde das Haldenmaterial nach seinem Säurebildungsvermögen klassifiziert (Haldenblockmodell). Das Tagebauvolumen wurde in verschiedene Einlagerungszonen eingeteilt:

Zone C oberflächennahe, relativ sauerstoffreiche Zone: Verbringung von säurekonsumierendem Haldengestein,

Zone B oberhalb des Flutungwasserspiegels liegende sauerstoffarme Zone: Verbringung von Haldenmaterial mit geringem Säurebildungspotenzial,

Zone A unterhalb des Flutungwasserspiegels liegende anoxische Zone: Verbringung von Haldenmaterial mit dem höchsten Säurebildungspotenzial.

Schematische Darstellung der Verfüllung des Tagebaus, der 1990 noch 160 Meter tief, 1.600 Meter lang und 900 Meter breit war und ein offenes Volumen von 84 Millionen Kubikmetern hatte



Haldensanierung in Ronneburg – das heißt in erster Linie Berge versetzen

Für das Laden, Transportieren und Einbauen der Haldenmaterialien ist eine der größten und leistungsfähigsten Erdbewegungsflotten Europas am Standort Ronneburg im Einsatz. Derzeit transportieren 22 Muldenkipper mit einer Nutzlast bis zu 136 Tonnen täglich über 40.000 Kubikmeter Haldenmaterial. Mit Hilfe der eingesetzten Großgeräte konnte das Tagebaurestloch bis Ende 1999 bereits zu annähernd 45 Prozent verfüllt werden. Das heißt, es wurden in neun

Jahren mehr als 50 Millionen Kubikmeter Haldenmaterial und anderes bei Sanierungsmaßnahmen angefallenes radioaktiv kontaminiertes Material in den Tagebau eingebaut.

Derzeit werden die restlichen Abschnitte der Absetzer- und der Nordhalde in den Tagebau verbracht. Ab 2002 sollen nach dem Sanierungskonzept der Wismut GmbH dann auch die markanten Spitzkegelhalden Reust und Paitzdorf sowie weitere kleinere Halden in das Tagebaurestloch Lichtenberg eingebaut werden. Ende 2007 sollen schließlich alle vorgesehenen Ronneburger Halden abgetragen und der Tagebau komplett verfüllt sein.

Einige Halden am Standort Ronneburg werden an Ort und Stelle verbleiben und in-situ verwahrt, da eine Umlagerung nicht erforderlich, nicht wirtschaftlich oder technisch nicht möglich ist. Bei dieser Variante der Haldensanierung werden die Böschungen abgeflacht, konturiert und anschließend mit Abdecksystemen aus verschiedenen Bodenschichten abgedeckt. Hierdurch soll zum einen so weit wie möglich verhindert werden, dass Niederschlagswasser in die Halden eintreten kann und damit Schadstoffe durch Laugungsprozesse freigesetzt werden. Zum anderen soll durch die Abdecksysteme die Migrationsge-



Abdeckung des Haldenkomplexes Beerwalde am Standort Ronneburg

schwindigkeit des radioaktiven Gases Radon so weit herabgesetzt werden, dass sein Zerfall in nicht gasförmige Tochternuklide innerhalb der Bodenschichten stattfindet. Abschließend werden die abgedeckten Halden begrünt. Außerdem werden Wege angelegt und Systeme zur Fassung und Ableitung des Oberflächenwassers hergestellt.

Ein Beispiel für eine in-situ Verwahrung ist die Sanierung der Halde Beerwalde. Mit dem Ziel einer Konzentration des Schadstoffpotenzials werden die Halden Drosen und Korbußen an die Halde Beerwalde angelagert. Vor deren Umlagerung musste deshalb die 24 Hektar große Aufstandsfläche um etwa 10 Hektar erweitert und zum Schutz des Untergrundes mit einer mineralischen Abdichtung versehen werden.

Die Halde Drosen ist bereits umgelagert, die Anlagerung der Halde Korbußen erfolgt im Jahr 2000. Der so neu entstehende Haldenkomplex am Standort Beerwalde wird nach der Zusammenlegung ein Volumen von ungefähr 9 Millionen Kubikmeter aufweisen, wodurch das ursprüngliche Volumen der Halde Beerwalde verdoppelt wird. Der Haldenkomplex wird mit einer 1,9 Meter mächtigen Bodenschicht (0,4 Meter Mineralboden und 1,5 Meter Kulturboden) abgedeckt und abschließend begrünt. Die Abdeckung und Begrünung sowie die Durchführung von Wasser- und Wegebaumaßnahmen sollen bis Ende 2001 abgeschlossen sein.

Haldensanierung in Schlema

Die Sanierung der Haldenlandschaft am Standort Schlema stellt einen weiteren Schwerpunkt der Haldensanierung dar. Die Mehrzahl der Halden wurde hier an Berghänge in unmittelbarer Nähe der Wohnbebauung der Gemeinde Schlema angeschüttet. Die Böschungen der Halden wiesen teilweise sehr steile Neigungen von nur 1 : 1,2 auf und waren weitestgehend ohne Bewuchs. Damit war die langfristige Standsicherheit der Böschungen nicht gegeben. Überdies ging von den freiliegenden kahlen Haldenflächen vor allem durch Staubabwehung und Radonaustritt eine erhöhte radiologische Belastung aus.

Sanierung von Halden in Schlema – das heißt Abdeckung an Ort und Stelle

1992 hat die Wismut GmbH auf Grundlage der radiologischen, chemischen und geotechnischen Haldenparameter sowie der Lage zu den Wohnbebauungen eine Prioritätenliste für die Sanierungsdringlichkeit erstellt. So wurde die Halde 250 (Volumen 1 Million Kubikmeter), die sich in der Ortslage Schlema befand, einschließlich des kontaminierten Aushubes ihrer Haldenaufstandsfläche vollständig zur Auffüllung in das Deformationsgebiet Oberschlema umgelagert.



Sanierung der Halde 366, Sanierungsbetrieb Aue, vor (1969) und während der Sanierung (1999)





*Halde Beerwalde mit Transporttrasse.
Im Hintergrund die Aufstandsfläche der bereits
umgelagerten Halde Drosen, Sanierungsbetrieb Ronneburg*

Die größten Halden des Bergbaugesbietes um Aue werden jedoch an ihrem Standort belassen und derzeit in-situ saniert. Am weitesten fortgeschritten sind die Sanierungsarbeiten auf der Hammerberghalde. Nach den ersten Maßnahmen zur sofortigen Gefahrenabwehr erfolgten in den Jahren 1990 bis 1994 umfangreiche Arbeiten zur Profilierung der Haldenböschungen auf stabile Neigungen, in der Regel auf 1 : 2,5. Zur Reduzierung der Staubabwehr, der Strahlenexposition und der Niederschlagsinfiltration wurden die profilierten Haldenflächen mit einer 1 Meter mächtigen Zweischichtabdeckung (0,8 Meter kulturfähiger Unterboden und 0,2 Meter humusreicher Oberboden) abgedeckt und anschließend begrünt.

Die Arbeiten zum Wasser- und Wegebau sowie zu noch verbliebenen Profilierungs- und Abdekarbeiten auf der Hammerberghalde begannen im September 1997 in Abhängigkeit von den Sanierungsarbeiten zur Verwahrung von unmittelbar unter der Halde befindlichen tagesnahen Grubenbauen. Die Planung der Wismut GmbH sieht vor, sämtliche Arbeiten zur Endgestaltung der Hammerberghalde im Jahr 2001 abzuschließen.



Hammerberghalde 1960, Standort Schlema



Hammerberghalde 1993



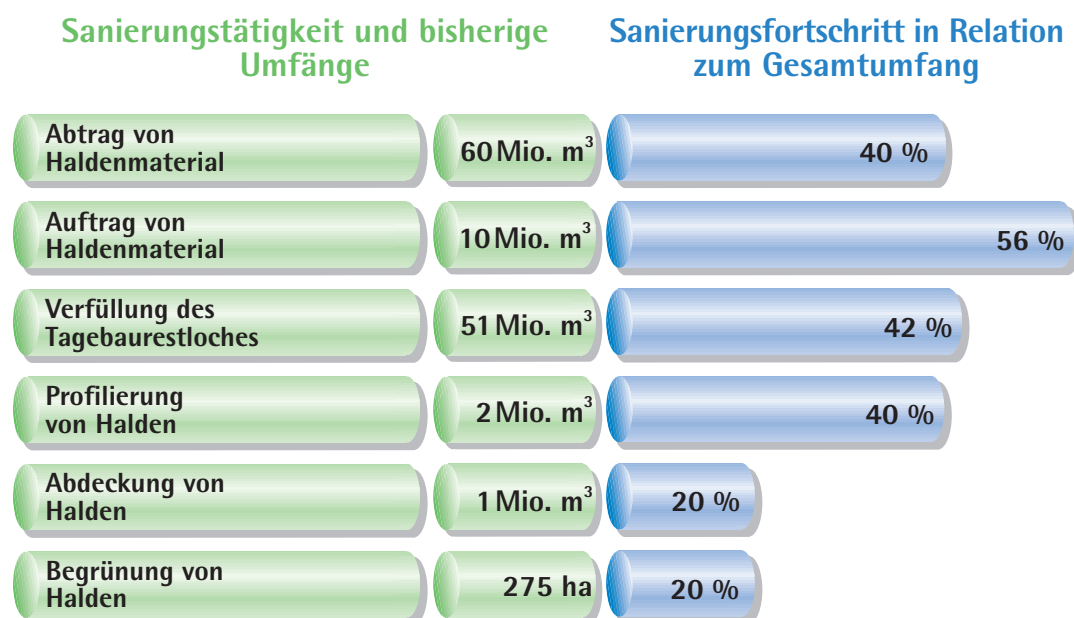
Hammerberghalde 1997

Eine besondere Bedeutung kommt der am Südhang des unteren Borbachtals gelegenen Halde 382 zu, da ihre Sanierung im direkten Zusammenhang mit der Verwahrung des benachbarten Absetzbeckens steht. So werden annähernd 2,5 Millionen Kubikmeter Überschussmassen, die bei der Profilierung anderer Halden am Standort Schlema anfallen, zum einen an die nördliche Böschung der Halde 382 angelagert und zum anderen zur Überschüttung des Absetzbeckens genutzt. Beide Sanierungsmaßnahmen berücksichti-

gen landschaftsgestalterische Aspekte, das heißt, die Endkonturen beider Sanierungsobjekte werden ineinander übergehen.

Auch andere Materialien, wie Bodenaushub aus der Betriebsflächensanierung und kontaminierter Bauschutt werden an die Halde 382 angelagert und im Zuge der späteren Abdeckung sicher verwahrt. Voraussichtlich im Jahr 2008 werden die Sanierungsarbeiten im unteren Borbachtal beendet sein.

Stand der Haldensanierung im Januar 2000



Am 26.11.99 wurde der 50-millionste Kubikmeter Haldenmaterial in das Tagebaurestloch Lichtenberg umgelagert



Demontage und Abbruch

Für die Mehrzahl der Betriebsgebäude und -anlagen der Wismut GmbH kommt nach Einstellung der Uranerzgewinnung und -aufbereitung nur noch die Demontage und der Abbruch in Frage. Die Ursachen dafür sind vielfältig.



Viele Gebäude und Anlagen sind überaltert. Zum schlechten bautechnischen Zustand kommt hinzu, dass die meisten Gebäude und Anlagen radioaktiv und/oder chemisch kontaminiert sind. Eine Dekontamination und anschließende Sanierung der Objekte ist nicht möglich oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar. Somit bleibt nur noch der Abbruch.

Auch die technischen Ausrüstungen wie Förder-, Energie- und Aufbereitungsanlagen lassen sich auf Grund ihrer Kontaminationen, ihres technischen Zustands oder ihrer speziellen Funktion nur noch zeitlich begrenzt für den Sanierungszeitraum weiter nutzen. Je nach Sanierungsfortschritt werden diese Ausrüstungen Stück für Stück demontiert.

Abbrucharbeiten – beinahe so aufwändig wie die einstigen Bauarbeiten

Die einzelnen Demontage- und Abbrucharbeiten gestalten sich fast genauso schwierig und langwierig wie seinerzeit der Aufbau der jeweiligen Objekte. Der Grund hierfür liegt in den ver-

schiedenartigen Materialien mit unterschiedlichen Kontaminationen. Diese müssen während bzw. nach dem Abbruch sortiert und getrennt voneinander entsorgt werden. Dabei wird darauf geachtet, dass nicht radioaktiv kontaminierte Materialien in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. So wird nicht kontaminierter Schrott beispielsweise vom Schrotthandel



abgenommen. Bauschutt wird gebrochen und unter anderem im Zuge anderer Sanierungsmaßnahmen wiederverwendet. Asbestzementprodukte werden hingegen einer Sonderabfalldeponie zugeführt.

Radioaktiv kontaminierte Materialien (wie Schrott, Bauschutt, Holz, Bodenaushub) werden auf der Grundlage von behördlichen Genehmigungen je nach Möglichkeit entweder unter Tage in geeigneten Grubenbauen oder über Tage in Halden, Absetzanlagen und im Tagebaurestloch Lichtenberg verwahrt. Mit Radionukliden und Kohlenwasserstoffen kontaminierter Bodenaushub muss zunächst in biologischen Bodenbehandlungsanlagen von Kohlenwasserstoffen gereinigt werden, bevor der Einbau in das Tagebaurestloch oder in Halden erfolgen kann.

Abbruch des „Roten Turms“ der ehemaligen Schachtanlage Drosen, Sanierungsbetrieb Ronneburg

Schachtanlage und Betriebsgebäude sind bereits abgebrochen, der Förderturm zur Hälfte demontiert

Abbruch der radiologischen Aufbereitungsfabrik am Schacht 371, Sanierungsbetrieb Aue



Demontage der Seilscheibe eines Fördergerüsts am Standort Ronneburg



Bis Ende 1993 erfolgten die Demontage- und Abbrucharbeiten vorwiegend an Einzelobjekten bzw. an nicht kontaminierten Anlagen und Gebäuden. Eine Ausnahme bildete die bereits 1989 stillgelegte Aufbereitungsanlage in Crossen, an der die Demontagearbeiten 1993

im Wesentlichen abgeschlossen werden konnten.

Nach Genehmigung verschiedener Entsorgungswege für kontaminierte Materialien erfolgt seit 1996 auch an den Standorten Seelingstädt und Ronneburg der Abbruch kontaminierter Gebäude und Anlagen.

Bisher sind bei den Demontage- und Abbrucharbeiten an den Sanierungsstandorten der Wismut GmbH über 520.000 Kubikmeter Abbruch und etwa 140.000 Tonnen Schrott angefallen. Markante Schwerpunkte beim Abbruch von Gebäuden und Anlagen waren unter anderem die Demontage und der Abbruch eines Erzverladebunkers, eines Industriekraftwerkes, der radiologischen Aufbereitungsfabriken in Seelingstädt und Aue sowie der Fördergerüste verschiedener Schächte.

Stand der Demontage- und Abbrucharbeiten im Januar 2000

Sanierungstätigkeit und bisherige Umfänge



Verwahrung der industriellen Absetzanlagen

In der Sanierungsverantwortung der Wismut GmbH befinden sich am Standort Crossen die industriellen Absetzanlagen (Schlammteiche) Helmsdorf und Dänkriz I sowie am Standort Seelingstädt die industriellen Absetzanlagen Culmitzsch und Trünzig. Diese Absetzanlagen nehmen zusammen über 570 Hektar Fläche in Anspruch und beinhalten etwa 150 Millionen Kubikmeter feinkörnige Rückstände (Tailings) der Uranerzaufbereitung, die als Suspension über Rohrleitungen eingespült wurden. Daher enthalten die Absetzanlagen neben festen Rückständen der Erzaufbereitung noch große Mengen an radioaktiv und chemisch kontaminiertem Wasser.

An den Einspülstellen bildeten sich während des Betriebszeitraumes aus den grobkörnigen Be-

standteilen Spülstrände aus. In den entfernteren Bereichen zur Beckenmitte hin entstanden Feinschlammzonen, die mit Freiwasser überdeckt sind.

In den ersten Jahren nach der Einstellung der Uranerzaufbereitung mussten vor allem Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr durchgeführt werden. Dazu gehörte die Abdeckung freiliegender Spülstrände mit mineralischem Boden, um das Abwehen von radioaktivem Staub sowie die Radonexhalation zu reduzieren. Zum Schutz der Oberflächengewässer und Grundwasserleiter wurden Sickerwasserfassungen erweitert und neu errichtet. Das gefasste kontaminierte Wasser wird in die Absetzanlagen zurückgeführt.



Einspülung der Aufbereitungsrückstände in Absetzanlagen (1963)

Absetzanlagen Trünzig (vorn) und Culmitzsch (hinten) am Sanierungsstandort Seelingstädt im Jahr 1992

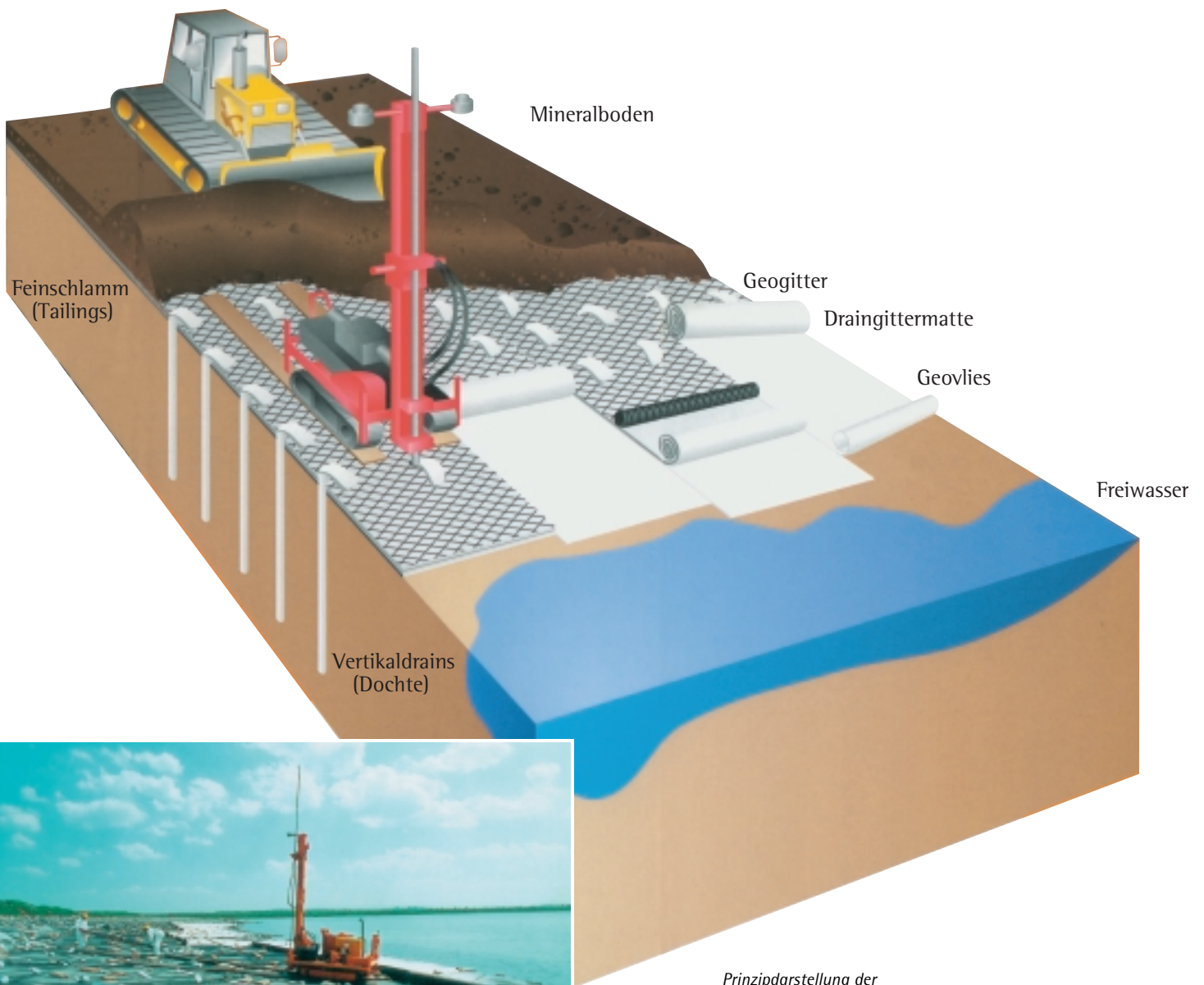
Sichere Verwahrung

Ziel der Sanierungsarbeiten ist die sichere Verwahrung der industriellen Absetzanlagen und eine den Vorschriften entsprechende Verringerung der Schadstoffausträge über den Luft- und Wasserpfad.

Für die Schlammteichverwahrung sind neue Technologien erforderlich

Deshalb sind parallel zu den Maßnahmen der Gefahrenabwehr unter Einbindung internationa-

len Know-hows verschiedene Sanierungsoptionen untersucht worden, um einen langfristig sicheren Zustand der Absetzanlagen zu erreichen. Im Ergebnis wurde die trockene in-situ Verwahrung mit Teilentwässerung der Tailings als die am besten geeignete Variante ausgewählt. In der weiteren Sanierungsplanung ist vorgesehen, diese Grundvariante für jede Absetzanlage bezüglich der einzelnen Konstruktionsdetails (Konturierung, Abdeckung, Wasserfassung, Begrünung u. a.) zu optimieren.



Prinzipdarstellung der Verwahrung einer Absetzanlage



Auftragen der Zwischenabdeckung auf noch nicht standfeste, jedoch bereits mit Geotextilien abgedeckte Tailingsfläche

Für die Verwahrung der Schlammteiche sind folgende Arbeiten erforderlich:

- ◆ Freiwasserentfernung, -behandlung und -abstoß in die Vorflut,
- ◆ Zwischenabdeckung der freifallenden Tailingsflächen,
- ◆ Konturierung der Damm- und Tailingsoberflächen,
- ◆ Endabdeckung der konturierten Oberflächen,
- ◆ Landschaftsgestaltung und Begrünung,
- ◆ Sickerwasserfassung, -behandlung und -abstoß in die Vorflut sowie
- ◆ Langzeitüberwachung.

Die Aufgabe der Abdeckung ist es, die Radonexhalation sowie die Niederschlagsinfiltration zu minimieren. Die Abdeckung ist als mehrschichtiges System konzipiert, welches in zwei Schritten aufgebracht wird. In der ersten Phase erfolgt eine Zwischenabdeckung der Tailings mit geotechnischen Hilfsmitteln (Geovlies, Drainingtermatten, Geogitter), auf die dann überwiegend Haldenmaterial aufgetragen wird. Durch die Auflast des Materials, das gleichzeitig als Drainageschicht wirkt, wird die gewünschte Teilentwässerung der Tailings beschleunigt. Das Einstecken von in der Regel 5 Meter langen Vertikaldrains (Dochten) in den Tailingskörper unterstützt den Effekt der Teilentwässerung. Nach Abschluss der wesentlichen Konsolidierungs-(Setzungs-)Vorgänge wird in

einer zweiten Phase die Endabdeckung aus Mineral- und Kulturboden aufgetragen.

Beachtliche Fortschritte bei der Sanierung der Absetzanlagen erzielt

Bei der Verwahrung der Absetzanlagen wurden in den letzten Jahren gute Fortschritte erzielt. Eine wesentliche Voraussetzung für die Verwahrung der Absetzanlagen ist die Entfernung des Freiwassers. Die im Frei- und Porenwasser enthaltenen Radionuklide sowie das Arsen müssen entfernt und immobilisiert werden. Für die Absetzanlagen Helmsdorf und Dänkriz 1 wurde eine gemeinsame Wasserbehandlungsanlage errichtet und Mitte 1995 in Betrieb genommen. Mit dieser Anlage wurden bis Ende 1999 insgesamt rund 7 Millionen Kubikmeter Wasser gefasst und in die Zwickauer Mulde abgegeben. Dadurch konnte der Freiwasserspiegel in der Absetzanlage Helmsdorf bis zum Dezember 1999 gegenüber dem Höchststand im Jahre 1995 um mehr als 5 Meter abgesenkt werden. Die Immobilisate der Wasserbehandlung werden in einem extra hergerichteten Bereich auf der Absetzanlage Helmsdorf gelagert und im Zuge der Endabdeckung mit verwahrt.

Die Zwischenabdeckung der durch Freiwasserentfernung freigefallenen Tailingsflächen erfolgt seit 1997 mit dem Bergematerial der Halde Crossen. Der Transport des Materials erfolgt zum Schutz von öffentlichen Bereichen mit einem Pipe Conveyor (selbstschließender Gurtbandförderer). Mit diesem konnten seit der Inbetriebnahme im Januar 1997 rund 1 Million Kubikmeter Halde material zur Absetzanlage Helmsdorf transportiert und auf einer Spülstrandfläche von etwa 110 Hektar eingebaut werden.

Auch am Standort Seelingstädt sind die Fortschritte bei der Sanierung der Absetzanlagen Culmitzsch und Trünzig deutlich sichtbar. Insgesamt wurden etwa 25 Millionen Kubikmeter kontaminiertes Wasser gefasst, behandelt und in die Vorflut abgegeben. Auf 240 Hektar Tailingsfläche wurde eine Zwischenabdeckung aufgebracht.

Endabdeckung

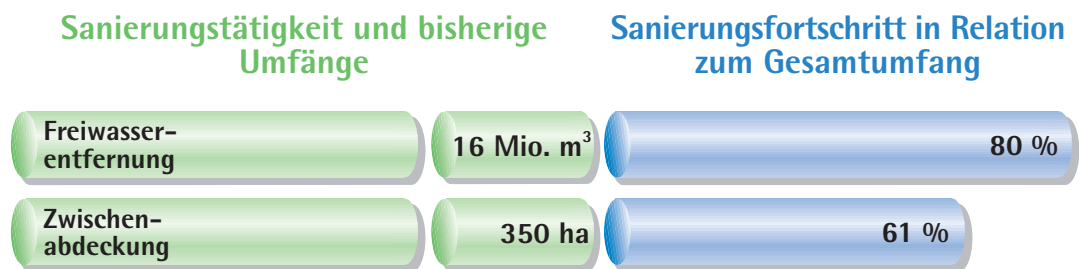
Die abschließende Gestaltung der Endabdeckung ist ein weiterer Schwerpunkt der vorbereitenden Arbeiten. Aufgrund der erforderlichen langfristigen Beständigkeit der Abdeckungen sollen vorwiegend natürliche Erdstoffe zum Einsatz kommen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird dabei nach Möglichkeit auf im Umfeld verfügbares Material zurückgegriffen.

Endgestaltung der sanierten Absetzanlagen ist mit Kommunen abgestimmt

Für die Absetzanlagen Helmsdorf und Dänkriz I sowie Culmitzsch und Trünzig liegen mit den Gemeinden, Behörden und Trägern öffentlicher Belange abgestimmte Gestaltungs- und Nachnutzungskonzepte vor. Diese Gestaltungsvarianten bilden eine der Grundlagen für die bereits ab dem Jahr 2000 geplanten Konturierungsarbeiten auf der Absetzanlage Trünzig.

Die sanierten Flächen sollen dem Naturschutz dienen und nach der Rekultivierung zugänglich sein. Sie werden deshalb als naturnahe Landschaft mit Grünflächen und Gewässern gestaltet. Die Gewässer, die zum Untergrund hin abgedichtet sind, dienen der Fassung des Niederschlags- und Oberflächenwassers, das nicht in die abgedeckten Tailings eindringen darf. Insgesamt wird ein Landschaftssystem angestrebt, das sich weitestgehend selbst reguliert und nur einen geringen Pflege- und Nachsorgeaufwand erfordert. Im angrenzenden Umfeld der sanierten Absetzanlagen sind umfangreiche Waldaufforstungen vorgesehen.

Stand der Verwahrung der industriellen Absetzanlagen im Januar 2000



Wasserbehandlung

Im Rahmen der Wismut-Sanierung fällt mit Schadstoffen kontaminiertes Wasser an, das zum Schutz des Grund- und Oberflächenwassers gefasst und in speziellen Wasserbehandlungsanlagen gereinigt werden muss. Das betrifft im Wesentlichen kontaminiertes

**Flutungs-
wasser:** Grundwasser, das zur Steuerung einer Flutung aus einer Grube gehoben werden muss oder das nach abgeschlossener Flutung aus einer Grube austritt,

**Frei- und
Porenwasser:** Ehemaliges Prozesswasser aus der früheren Uranerzaufbereitung, das, gemischt mit Niederschlagswasser, in Absetzanlagen für Aufbereitungsrückstände gespeichert ist sowie

**Sicker-
wasser:** Oberflächenwasser, das in Halden infiltriert ist und am Haldenfuß wieder austritt bzw. in Absetzanlagen gespeichertes Wasser, das am Dammfuß austritt.

Die Wasserbehandlung führt dabei zu einer Abtrennung der Schadstoffe, die anschließend als Immobilisate sicher deponiert werden.

Typische Schadstoffe im kontaminierten Wasser sind neben den Radionukliden Uran und Radium vor allem Arsen, Eisen und Mangan. Im Haldensickerwasser des ostthüringischen Reviers spielt darüber hinaus Nickel eine Rolle.

Bisher 300 Millionen DM für Wasserbehandlung aufgewandt

Die Abtrennung und Immobilisierung dieser Kontaminanten stellt an die Wasserbehandlungsverfahren je nach Standort unterschiedliche Anforderungen. Das Spektrum der bisher eingesetzten oder konzipierten Verfahren reicht vom Ionenaustausch über diverse Fällverfahren bis hin zur Ultrafiltration und Umkehrosmose.

Seit Beginn der Sanierung der Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus stellt die Wasserbehandlung eine der Hauptaufgaben der Wismut GmbH dar. So sind in den letzten neun Jahren annähernd 200 Millionen Kubikmeter Wasser behandelt worden. Dabei fielen rund 0,5 Millionen

Kubikmeter Rückstände an, die ordnungsgemäß verwahrt wurden. Der finanzielle Aufwand für die Wasserbehandlung belief sich bisher auf etwa 300 Millionen DM.

Zur Behandlung von Flutungswasser betreibt die Wismut GmbH derzeit Anlagen in Pöhla, Schlema und Gittersee. In Königstein befindet sich die Wasserbehandlungsanlage bereits im Bau, die ab 2002 benötigte Anlage in Ronneburg befindet sich zur Zeit in Planung.

Wasserbehandlungsanlagen

Die Wasserbehandlungsanlage in Pöhla wurde im September 1996 in Betrieb genommen. Die Abtrennung von Uran, Radium, Arsen, Eisen und Mangan erfolgt hier durch selektive Fällverfahren. Da Mitte 1998 die Urankonzentration im Flutungswasser unter den genehmigten Ablaufwert sank, wurde hier die Uranabtrennung eingestellt. Bisher wurden rund 1 Million Kubikmeter Flutungswasser behandelt und in den Luchsbach eingeleitet.

Die Wasserbehandlungsanlage für das Flutungswasser aus der Grube Schlema wurde in einer ersten Ausbaustufe in den Jahren 1997 und 1998 erbaut. Hier können etwa 4 Millionen Kubikmeter pro Jahr behandelt werden. Eine zweite Ausbaustufe mit gleicher Kapazität befindet sich im Bau und soll 2001 in Betrieb gehen.

Wasserbehandlungsanlage an der Industriellen Absetzanlage Helmsdorf des früheren Aufbereitungsstandortes Crossen bei Zwickau

Im Vordergrund die schwimmende Pumpstation



Die Inbetriebnahme der geplanten Wasserbehandlungsanlage **Königstein** ist für 2001 vorgesehen. Mit der Anlage soll das Wasser gereinigt werden, das bei der gesteuerten Flutung der Grube anfällt. Als Behandlungsverfahren wird das Kalkfällverfahren zum Einsatz kommen.

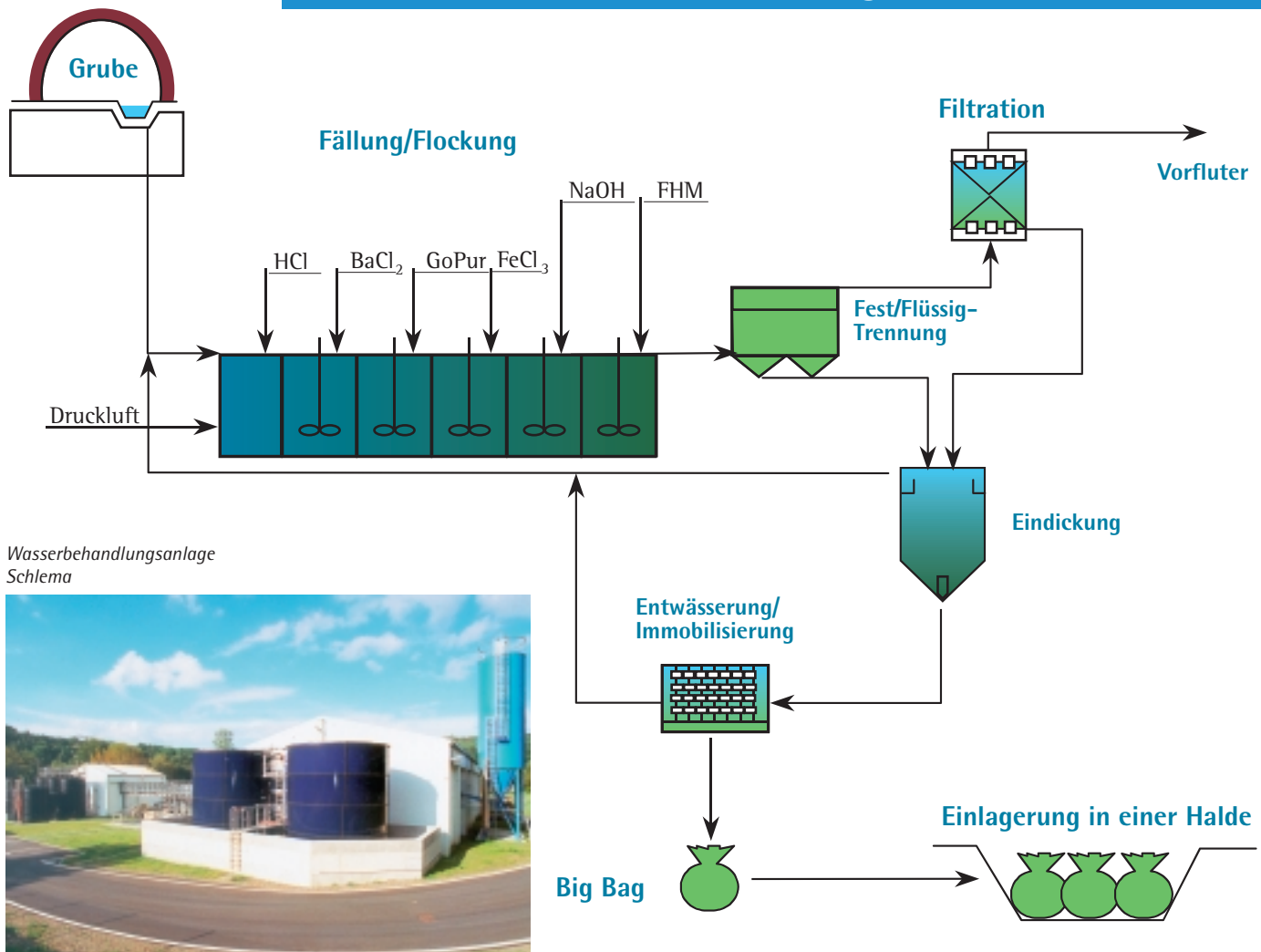
Die Wasserbehandlungsanlagen an den Schlammteichen **Helmsdorf** und **Culmitzsch/Trünzig** dienen zur Reinigung des ehemaligen Prozesswassers, das mit den Rückständen aus der Uranerzaufbereitung in die Schlammteiche eingeleitet wurde und dort als Frei- und Porenwasser gespeichert ist.

Die Wasserbehandlungsanlage **Helmsdorf** nahm 1995 ihren Betrieb auf. Die Abtrennung des Urans erfolgt durch Ionenaustausch, die Abtrennung des Radiums durch Fällung mit Bariumchlorid. Besonders hohe verfahrenstechni-

sche Anforderungen werden hier an die Abtrennung des Arsens gestellt. Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage betrug die Arsenkonzentration noch bis zu 100 mg/l. Durch eine zweistufige Fällung mit Eisen-(III)-chlorid wird die Belastung auf Werte unter 0,3 mg/l gebracht. Bisher hat die Anlage etwa 7 Millionen Kubikmeter Wasser behandelt. Dadurch verminderte sich die Freiwasserfläche im Schlammteich Helmsdorf um mehr als 70 Prozent.

Das Frei- und Porenwasser aus den Absetzanlagen Culmitzsch und Trünzig am Standort **Seelingstädt** wird in einer noch aus Produktionszeiten stammenden Anlage durch Kalkfällung behandelt. Aufgrund der mit fortschreitender Trockenlegung der Absetzanlagen geringer werdenden Wassermenge muss diese aus Wirtschaftlichkeitsgründen durch eine moderne Anlage ersetzt werden.

Fließschema der Wasserbehandlung am Standort Schlema





Einleitungsstelle für gereinigtes Flutungswasser in die Zwickauer Mulde

Die Bauarbeiten hierzu stehen kurz vor ihrem Beginn. Auch die neue Anlage basiert auf dem Kalkfällverfahren. Ihre Inbetriebnahme wird Ende 2000 erfolgen.

Wasserbehandlung – eine Langzeitaufgabe

Die Wasserbehandlung wird noch über Jahrzehnte notwendig sein. Lange nachdem die Grubengebäude, Schlammteiche und Halden verwahrt sind, wird aus diesen Objekten weiterhin Wasser austreten, das behandelt werden muss. Unstrittig in diesem Zusammenhang ist, dass in Folge der Sanierungsarbeiten und natürlich ablaufender Prozesse die Schadstofffrachten stetig abnehmen werden.

Da jedoch ein effizienter Einsatz der derzeit von der Wismut GmbH betriebenen oder konzipierten „konventionellen Wasserbehandlungsanlagen“ an einen Mindestdurchsatz gebunden ist, sind diese aus betriebswirtschaftlichen Gründen für einen langfristigen Einsatz nicht geeignet.

Passive Wasserbehandlungsverfahren sind künftige kostengünstige Alternativen

Mögliche alternative Verfahren mit geringem Aufwand für Betrieb und Wartung bestehen in der Nutzung mikrobiologischer Stoffwechselpro-

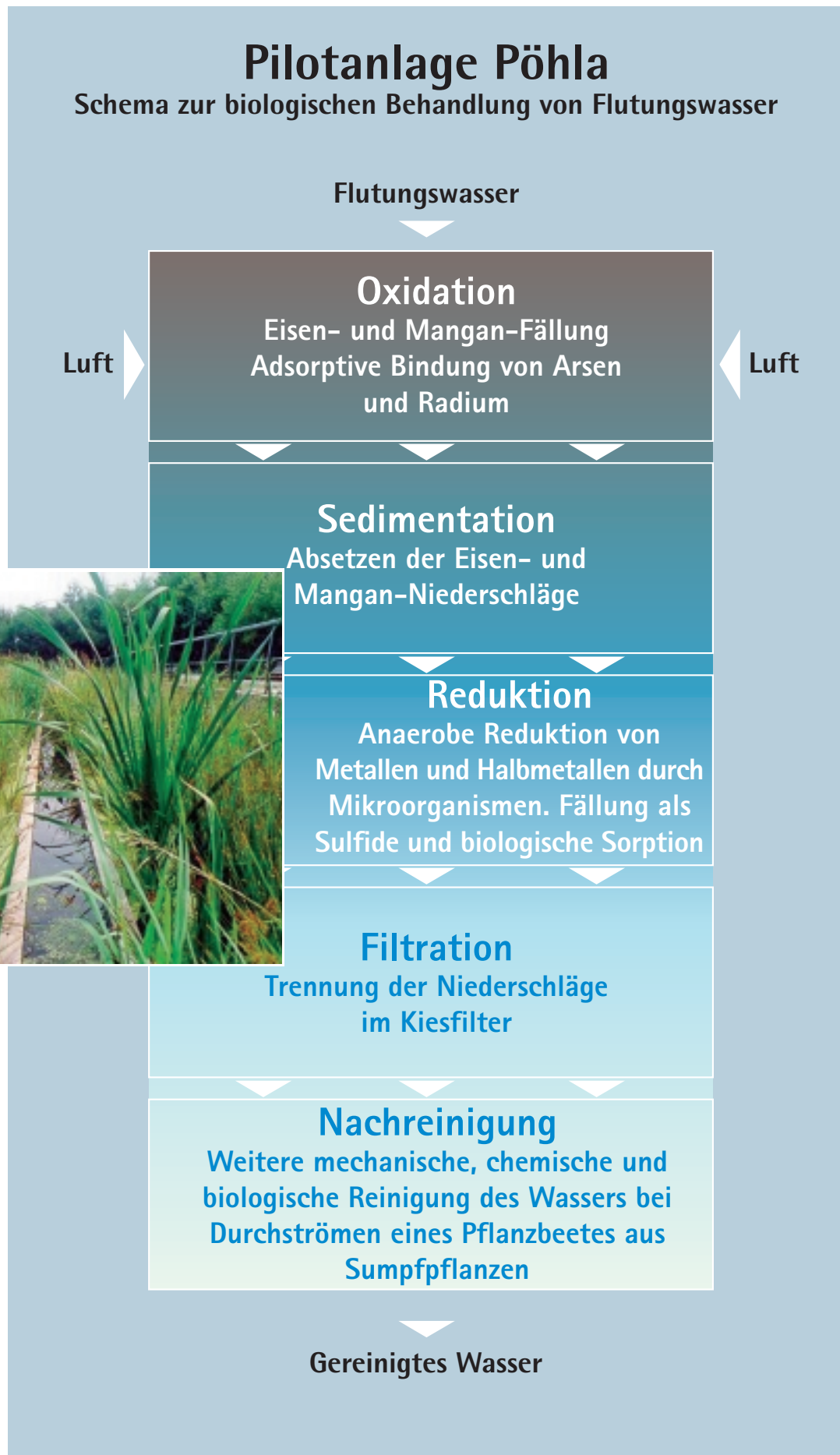
zesse und passiv ablaufender physiko-chemischer Prozesse in Feuchtbiotopen, sogenannten constructed wetlands.

Um Erfahrungen über die Leistungsfähigkeit von passiven Wasserbehandlungsanlagen zu gewinnen, hat die Wismut GmbH eine Pilotanlage zur Behandlung des Flutungswassers der Grube Pöhla errichtet. Erste Ergebnisse bei der Abtrennung der Schadstoffe und Erfahrungen für einen stabilen Betrieb bei unterschiedlichen Bedingungen sind erfolversprechend. Wetlands und andere passive Wasserbehandlungsverfahren können demzufolge eine kostengünstige Alternative zur konventionellen Wasserbehandlung darstellen.

Neben der Wetland-Technologie verfolgt die Wismut GmbH noch andere passive Wasserbehandlungsverfahren, unter anderem:

- ◆ Installation von permeablen (durchlässigen) reaktiven Wänden zur Behandlung von aus Absetzanlagen abströmendem Sickerwasser und
- ◆ mikrobielle in-situ Behandlung von kontaminiertem Grundwasser.

Die bei der Anwendung dieser Verfahren gewonnenen Erkenntnisse sollen in Zukunft über das Wismut-Projekt hinaus auch bei der Sanierung anderer Altlastenstandorte genutzt werden.



Pflanzbeet der Pilotanlage
Pöhla

Umweltüberwachung/ Monitoring

Mehr als 45 Jahre Gewinnung und Verarbeitung von Uranerz haben die Umwelt und die Landschaft in Sachsen und Thüringen nachhaltig beeinflusst. Die Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus haben Umweltbelastungen verursacht, die durch die Sanierung beseitigt bzw. auf ein zulässiges Maß reduziert werden. Aufgabe der Umgebungsüberwachung, dem sogenannten Umweltmonitoring ist es, die Einwirkungen der einzelnen Objekte sowie der Sanierungsmaßnahmen selbst auf die Schutzgüter Boden, Luft und Wasser zu messen. Dies trifft nicht nur für den Zeitraum vor und nach der Sanierung sondern auch während der Sanierungstätigkeit zu. Hierbei wird zwischen Basis- und Sanierungsmonitoring unterschieden.

Basis- und Sanierungsmonitoring

Im Basismonitoring werden die Überwachungsaufgaben zusammengefasst, die unabhängig von der Sanierungstätigkeit regelmäßig an festen Messpunkten und nach definierten Methoden durchgeführt werden. Des weiteren werden die Auswürfe und Ableitungen der Betriebe gemessen. Das Basismonitoring ist auch als Grundlage für die Langzeitüberwachung vorgesehen,

das heißt mit seiner Hilfe wird die Umgebungssituation nach Abschluss der Sanierung zur Beurteilung der Sanierungsergebnisse überwacht.

Das Sanierungsmonitoring begleitet die Durchführung der Sanierungsmaßnahmen in Ergänzung des Basismonitorings. Charakteristisch für das Sanierungsmonitoring ist seine zeitliche Befristung. Das Sanierungsmonitoring schließt auch die radiologische Überwachung der Arbeitnehmer ein.

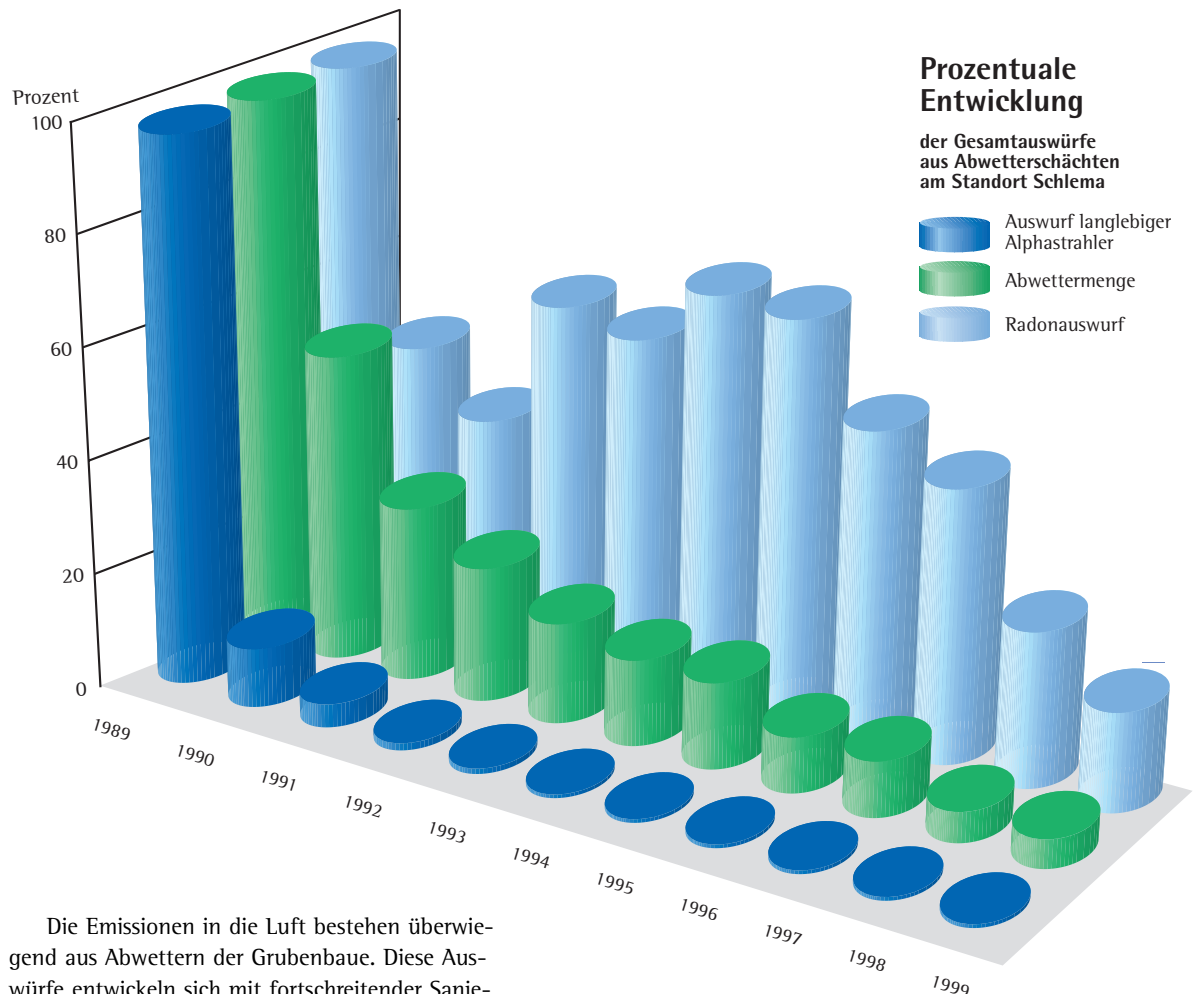
Seit 1991 werden die Ergebnisse der Umgebungsüberwachung für

- ◆ gezielte bzw. diffuse Ableitungen (Emissionen) in die Atmosphäre, Oberflächen- oder Grundwasser und
- ◆ die daraus resultierenden zusätzlichen Belastungen der Umwelt (Immissionen) sowie
- ◆ die Ergebnisse der Sanierungstätigkeit und deren Auswirkungen auf die Umgebung

in Form von Umweltberichten der Öffentlichkeit zur Kenntnis gegeben.



Sanierungsbegleitendes Monitoring: Mobiler Messtrupp bei der Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit



Die Emissionen in die Luft bestehen überwiegend aus Abwettern der Grubenbaue. Diese Auswürfe entwickeln sich mit fortschreitender Sanierung rückläufig. Die bisher außerhalb des Wismut-Geländes festgestellten Radonkonzentrationen in der Luft liegen mit Ausnahme lokaler Bereiche an noch zu sanierenden Halden am Standort Schlema unter der Obergrenze des Normalbereichs von 80 Becquerel pro Kubikmeter.

Die Immissionsüberwachung erstreckt sich auf die vom Bergbau beeinflussten Flächen im nahen Umfeld von Betriebsflächen, Halden und Schächten sowie der weiteren Umgebung. An mehr als 300 Messstellen wird die Radonkonzentration in der bodennahen Atmosphäre mit Festkörperspurdetektoren über eine Expositionsdauer von 6 Monaten erfasst. So können die während des Jahres variierenden Werte für das Sommer- und das Winterhalbjahr getrennt festgestellt werden.

Sanierung führt zu einer signifikanten Senkung der Umweltbelastungen

Die Verringerung der Emissionen und Immissionen als Folge der Sanierungstätigkeit zeigt das Beispiel Hammerberghalde nahe der Ortschaft Schlema. Hier wurde durch das Abdecken der

Halde eine Reduzierung der Radonexhalationsrate von über 90 Prozent festgestellt.

Die Qualität und Quantität des abgegebenen Wassers wird an genehmigten Einleitstellen gemessen; die für diese Punkte vorgesehenen Konzentrationen und Lasten für radioaktive Komponenten werden eingehalten. Zusätzlich wird das Oberflächenwasser sowohl oberhalb als auch unterhalb der jeweiligen Einleitpunkte überwacht.

Ein Teil des Sickerwassers kann in den Untergrund infiltrieren und das Grundwasser erreichen. Deshalb wird auch die Grundwasserqualität in der Umgebung von Bergbaubetrieben und Schlammteichen überwacht. Hierzu dienen gegenwärtig an den sieben Wismut-Standorten insgesamt annähernd 1.000 Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen mit Tiefen zwischen 20 Meter und mehr als 500 Meter.

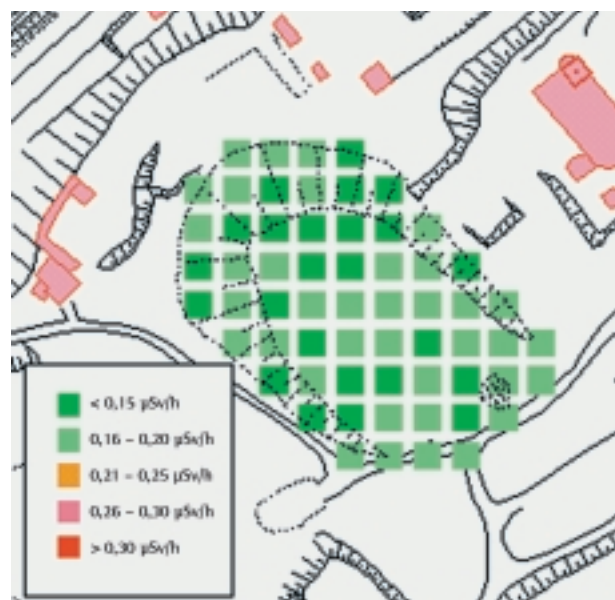
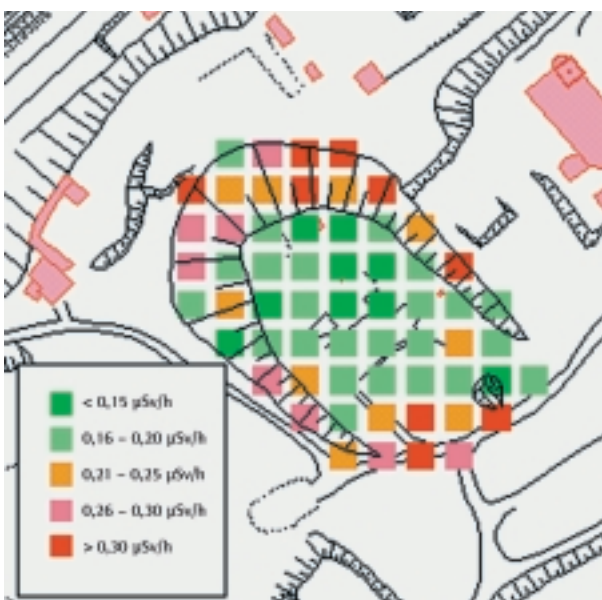


Datenmanagement

Die große Menge anfallender Daten erfordert ein intensives Datenmanagement mit strikter Qualitätssicherung. Diese umfasst die Prüfung und Freigabe der Messtechnik und Messverfahren, der Probenahme und der Primärdaten. Die in den Sanierungsbetrieben erhobenen Werte werden mittels spezieller Rechnerprogramme erfasst und überprüft. Die geprüften Daten werden dann in einer zentralen Umweltdatenbank gespeichert.

Diese enthält neben spezifischen Wismut-Daten auch Klimadaten sowie Daten, die von Ingenieurbüros und Gutachtern übernommen wurden.

Mit der Umweltdatenbank ist ein geographisches Informationssystem (GIS-ArcInfo) verknüpft, das die Interpretation und Darstellung der Umweltdaten erlaubt. In diesem GIS sind die digitalen Daten der Topographie, Höhenmodelle sowie Luft- und Satellitenbilder enthalten, auf deren Grundlage jährlich über 1.000 Karten hergestellt und in Antragsunterlagen und Berichterstattungen eingebunden werden.



Radioaktive Belastung einer Haldenaufstandsfläche vor (links) und nach der Sanierung (rechts)

Ausblick

Die Bilanz der bisherigen Stilllegungs- und Sanierungstätigkeit der Wismut GmbH ist positiv. Es sind beachtliche Sanierungsleistungen zum Schutz und im Interesse der in der Wismut-Region lebenden Bevölkerung erbracht worden. Mit der signifikanten Senkung der Umweltbelastungen und der Wiedernutzbarmachung landwirtschaftsprägender Flächen für Gewerbeansiedlung, Wohnbebauung, land- und forstwirtschaftliche Nutzung oder Naturschutzgebiete hat die Revitalisierung dieser Regionen begonnen. Beispiele hierfür sind die Entwicklung der Gemeinde Schlema zu einem Ort mit Kurbetrieb oder die begonnenen Vorbereitungen für die Bundesgartenschau im Jahr 2007 in Gera und Ronneburg.

Sanierung wird zügig fortgesetzt

Ziel der Bundesregierung ist, auch künftig unter Einbindung besten internationalen Know-hows alle Möglichkeiten für eine wirtschaftliche, zügige und nachhaltige Stilllegung, Sanierung und Wiedernutzbarmachung der radioaktiven Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus auszu-schöpfen. Dabei werden weiterhin die Rahmenbedingungen gelten, die sich bisher erfolgreich bewährt haben; der Bund wird die Sanierungsarbeiten, die überwiegend mit eigenem Personal der Wismut GmbH durchgeführt werden, finanziell absichern. Der mit fortschreitender Sanierung erforderliche Personalabbau wird wie bisher weitestgehend sozialverträglich erfolgen.

Nach neun Jahren Sanierung sind die unter-tägigen Arbeiten mit Ausnahme des Bergwerkes Königstein im Wesentlichen abgeschlossen. Die Schwerpunkte verlagern sich auf den übertägigen Bereich, wie die Haldensanierung und die Ver-wahrung der Absetzanlagen. Vor dem Hinter-grund des weiteren Sanierungsfortschritts und im Hinblick auf die künftigen Aufgaben des Unter-nehmens, insbesondere zur Nachsorge nach Abschluss der Sanierung, wird die Unternehmens-struktur der Wismut GmbH analysiert und ange-passert. Das während der Sanierung erworbene Fachwissen der Wismut GmbH soll in Zukunft wirtschaftlich genutzt und verwertet werden.

Bei dem weiteren guten Zusammenwirken aller am Sanierungsprozess Beteiligten werden aus heutiger Sicht die Stilllegungs- und Sanierungsarbeiten an den einzelnen Standorten etwa in den Jahren 2010 bis 2015 im Wesentlichen abgeschlossen sein. Die Verwahrung der Absetz-anlagen und die Sanierung des Bergwerkes Königstein werden dabei voraussichtlich den längsten Zeitraum in Anspruch nehmen.

Die Wismut GmbH wird auch künftig ein bedeutender Wirtschaftsfaktor für die Regionen in Sachsen und Thüringen bleiben. Darüber hinaus sind nach Abschluss der Sanierung noch langfristig Nachsorgemaßnahmen, wie die Wasserbehandlung, die Umgebungsüberwachung und Qualitätssicherung, die Pflege und Bewirt-schaftung von sanierten Flächen erforderlich.



Die Gemeinde Beerwalde, im Hintergrund die gleichnamige Halde während der Sanierung

Herausgeber:

Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin

Fachliche Mitwirkung:

Uranerzbergbau-GmbH, Wesseling
Wismut GmbH, Chemnitz

**Graphische Konzeption, Gestaltung
und Produktion:**

Grunzke & Partner, Sinzig

Fotos:

Wismut GmbH, Chemnitz

Druck:

DBC Druckhaus, Berlin

Stand: Januar 2000

Der Umwelt zuliebe gedruckt auf
chlorfrei gebleichtem Papier