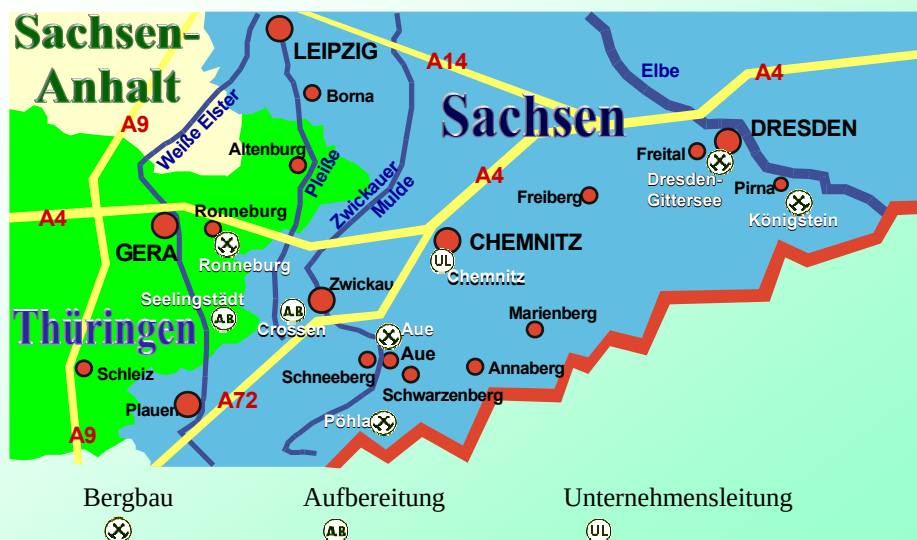


Die Sanierung der Hinterlassenschaften der Uranerzförderung und –verarbeitung in Sachsen und Thüringen durch die WISMUT GmbH

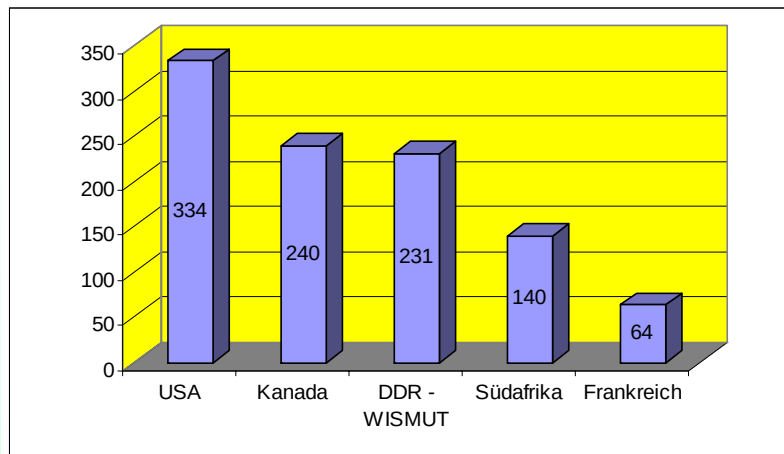
Dr. Peter Schmidt, Wismut GmbH Chemnitz
Leiter Abteilung Umweltüberwachung / Strahlenschutz

Vortrag anlässlich des Technischen Seminars
DESY Zeuthen, 13. Februar 2007

Standorte der WISMUT-Sanierung



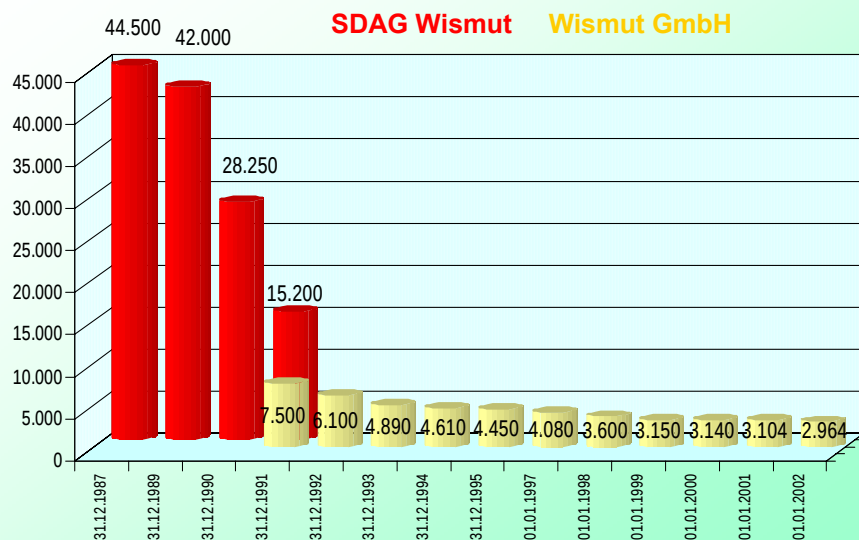
Uran-Weltproduktion bis 1990 (in kt)



3 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Personalentwicklung

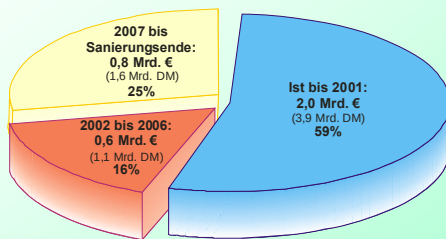


4 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.

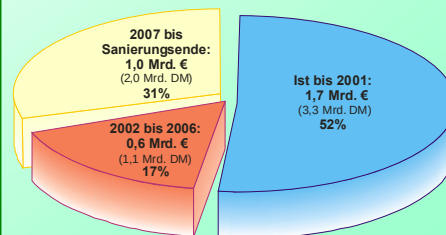


Mittelbedarf bis 2006 und Restzeitraum

Freistaat Thüringen Gesamt: 3,13 Mrd. €



Freistaat Sachsen Gesamt: 3,02 Mrd. €



5 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Radiologische Ausgangssituation 1990

- 37 km² „WISMUT“-Region
Bevölkerungsdichte: Sachsen 247, Thüringen 154 E./km²
- 311 Mio m³ Haldenmaterial, 48 Halden
0,2 ...2 Bq/g (Ra-226); Inventar: 20'000 t Uranium
- 30,6 Mio m³/a Ableitung kontaminierter Wässer (27 t/a Uran)
- 5,7 km² Ind. Absetzbecken, 178 Mio m³ Tailings (Seelingstädt)
Inventar: 1800 TBq (Ra-226), 16'000 t Uran
- 1,6 km² offener Tagebau; 84 Mio m³ Hohlraum (Ronneburg)
- 4 Bergwerke (Schlema, Königstein, Ronneburg, Aue);
1,53 Mio m³ offene Grubenbaue, 1470 km Länge;

6 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Sanierung in Bildern

7 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Verfüllung des Tagebaurestloches Lichtenberg



1990

2005

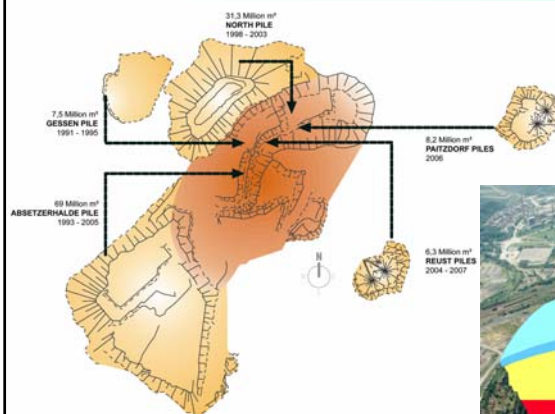


- **Betrieb:** 1958 – 1977
- **Dimension**
Fläche 160 ha,
Ausdehnung 2 km x 1 km,
Tiefe 240 m
- **Volume:** 160 Mio. m³

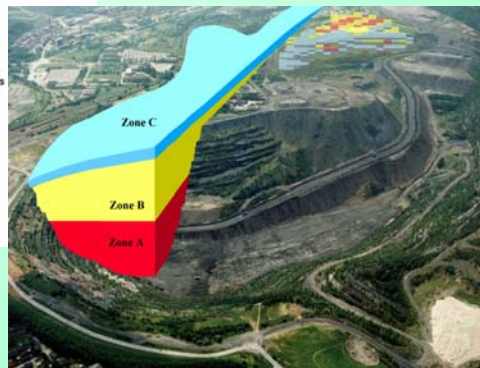
8 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



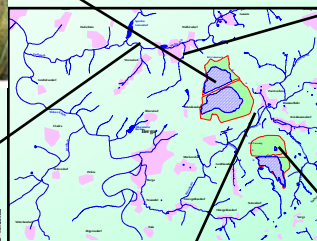
Verfüllung des Tagesbaurestloches Lichtenberg



Täglich 45.000 m³ Umlagerung
Zonenkonzept entsprechend
dem Säuregenerierungspo-
tential



9 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Absetzbecken
am Standort
Seelingstädt



10 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Sanierung der Absetzbecken



11 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Typische Abdeckung zur Minimierung von Infiltrationsraten

Schicht- dicke		Material / Funktion	Wasser- permeabilität k_f [m/s]
0.5 m		Rekultivations- / Speicherschicht (Gras- bzw. Baumbewuchs)	$1 \cdot 10^{-5}$
1.0 m		Speicherschicht	$1 \cdot 10^{-5}$
0.3 m		Suffosionbarriere (Sand)	$1 \cdot 10^{-5}$
0.5 m		Drainageschicht (Kies)	$1 \cdot 10^{-3}$
0.5 m		Dichtschicht (lehmartig)	$10^{-9} - 10^{-10}$
		[Zwischenabdeckung]	$[10^{-5} - 10^{-8}]$
		[Tailings]	$[10^{-6} - 10^{-9}]$

12 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Profilierung und Abdeckung der Halden am Standort Schlema-Alberoda



1965

Hammerberghalde

1991

2005



13 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Regelabdeckung zur Reduktion der Rn-Exhalationsrate (für Halden am Standort Schlema-Alberoda)

Abdeck- mächtig- keit		Schichtanordnung / Funkti- onalität	Relevante boden- physikalische Para- meter
0.2 m		Rekultivierungsschicht (je 10 cm ORS und Mineralborden; vermengt)	
0.8 m		Radon-Dämmschicht (mineralisches Material; eingebaut in 2 x 0,45 m Lagen)	• Gaspermeabilität • Korngrößenvertei- lung • Proctordichte • Wasserleitfähigkeit • Wassersättigung • Welkepunkt
		Haldenmaterial	

14 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



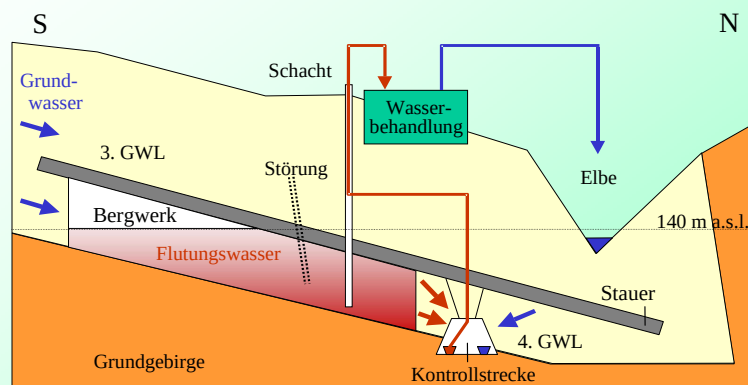
Kontrollierte Flutung von Bergwerken (Königstein)



15 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Kontrollierte Flutung des Bergwerkes Königstein



16 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Stillegung und Abbruch von Anlagen



Uran-
Aufbereitungsfabrik
Seelingstädt

Schachtgebäude
in Schlema-
Alberoda



17 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Management radioakt. Abfalls - Beispiel Schrottfreimessung



Freigabe-Richtwert:
0,5 Bq/cm² Gesamt-
Oberflächen-Alphaaktivität

Indirekte Bestimmung über Beta-
Zählrate

$$TAA [Bq/cm^2] = k_{\beta} \cdot N_{\beta} = k_{\beta} \cdot (N_{tot} - N_{bg})$$



18 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Wasserbehandlung



WBA-Schlema-Alberoda
(1050 m³/h)

Wetland Pöhla



19 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Verwahrung radioaktiver Rückstände der Wasseraufbereitung

Unter Tage



In Spülstränden
von
Absetzanlagen



Auf Halden



20 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Basismonitoring nach REI Bergbau

Wasserpfad (360 Messpunkte MP)

- U_{nat} und Ra-226 (107 MPs)
- Nuklidevektor (ausgewählte MPs)
- Wasserstand (311 MPs)

Luft- und Bodenpfad (337 MPs)

- Radon (337 MPs),
- Staub und langlebige Alphas (75 MPs)
- Ra-226 Niederschlag (81 MPs)



Sanierungsmonitoring

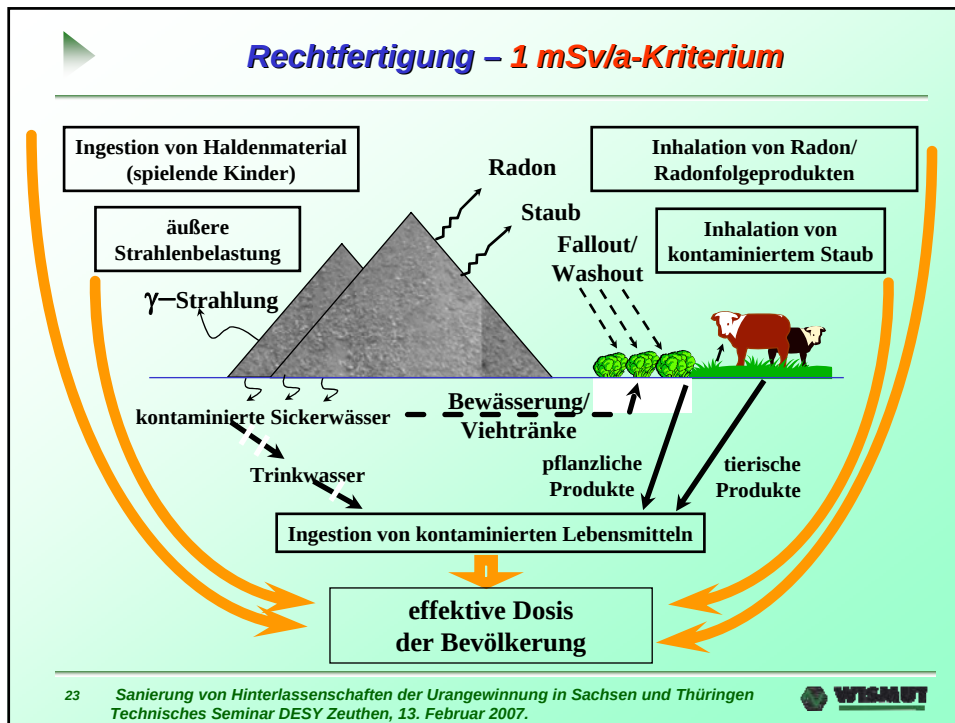
Zum Beispiel:

- 1800 Wasserstandsmesspunkte zur Flutungsüberwachung und zur Entwicklung hydrologischer Modelle;
- Rn-Exhalationsrate, Ortsdosisleistungen, C_{pot} , Alpha-Oberflächenaktivitäten, etc;
- 4 Laboratorien, jährlich 35.000 Wasserproben, 400.000 Parameter

Radiologische Fragestellungen

*(Umsetzung der Grundprinzipien Rechtfertigung,
Limitierung Optimierung)*

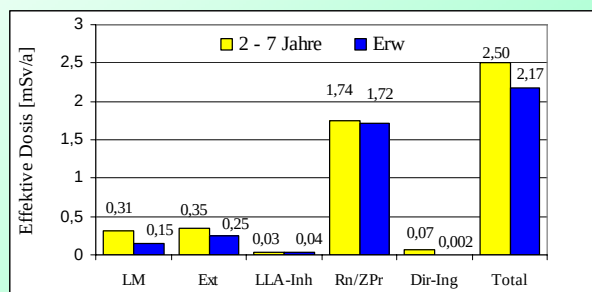
Rechtfertigung – 1 mSv/a-Kriterium



Fallbeispiel 1: Typische Dosen nahe Halden

Szenario:

- Referenzperson: Kleinkind und Erwachsener, direkt neben Halde wohnend (7000 h im Haus bzw. 250 h und 100 h auf der Halde)
- mittlere spezifische Aktivität von U-238 im Haldenmaterial = 1 Bq/g, radioaktives GG
- Rn-222-Konzentration auf und neben der Halde: 100 Bq/m³;
- ODL auf und neben der Halde: 530 nSv/h;
- Konzentration langlebiger Alphastrahler auf und neben der Halde: 1 mBq/m³
- Sickerwasserkonzentrationen: 1 mg/l U_{nat}; jeweils 0,5 Bq/l Ra-226 und Th-230; jeweils 0,1 Bq/l Po-210 und Pb-210; jeweils 0,01 Bq/l Pa-231 und Ac-227 [Background-Abzug]

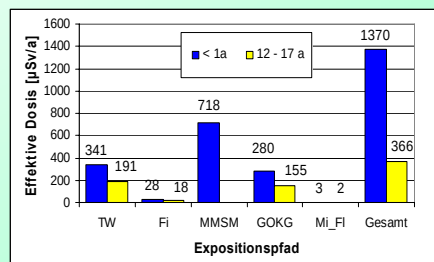
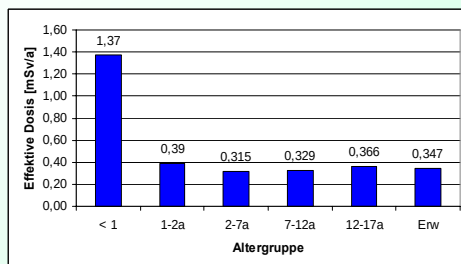


Fallbeispiel 2: Typische Dosen Wasserpfad

Nutzung von Lerchenbachwasser nahe der IAA Trünzig

(Standardszenarien Referenzperson nach Bbgbau; Nuklidvektor in mBq/l)

U-238	U-234	Th-230	Ra-226	Pb-210	Po-210	U-235	Pa-231	Ac-227
5,2	6,1	0,17	0,02	0,025	0,025	0,24	0,015	0,015



Dosisbegrenzung während der Sanierung

Bevölkerung

- 1 mSv/a

Arbeitnehmer:

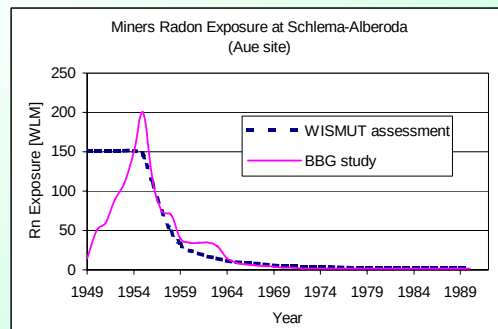
- Grenzwerte Strahlenschutzverordnung (nach §118 auch für WISMUT)
 - 6 mSv/a für beruflich strahlenexponierte Personen Kat. B
 - 20 mSv/a für beruflich strahlenexponierte Personen Kat. A
 - (400 mSv/a gesamte Berufszeit)
- Bei Altlasten außer Uran: Regelungen nach Teil III StrSchV, § 95 ?

Abgeleitete Grenzwerte für unter Tage:

$$\frac{C_{pot}}{40 \text{ MeV} / \text{cm}^{-3}} + \frac{C_{ll\alpha}}{830 \text{ mBq} / \text{m}^3} + \frac{H^*(10)}{10 \mu\text{Sv} / \text{h}} < 1$$

Gesundheitsfolgen - Problem Lebenszeitdosis 400 mSv

1. Bisher wurden mehr als 7900 Lungenkrebserkrankungen als während der Tätigkeit im Uranbergbau strahleninduziert anerkannt.
2. Im Jahr 2005 haben bei WISMUT noch 77 Arbeitnehmer mit einer Lebensdosis > 400 mSv gearbeitet, davon 14 unter Tage (bsP Kat. A)



Mit Genehmigung der Behörde:

1. Weiterbeschäftigung im Strahlenschutzbereich nur bei persönlichem Einverständnis
2. Jährliche medizinische Untersuchung
3. Jahresdosis < 10 mSv/a

Optimierung – Kosten-Nutzen-Analyse versus Multikriterielle Analyse

WISMUT-Ansatz:

Mischung aus

- Kosten-Nutzen-Analyse (teilweise halb-quantitative, auch Anwendung von Kriterien dem gesunden Menschenverstand folgend)
- Scoring-Verfahren; Berücksichtigung nichtradiologischer Risiken
- sogenannte weiche Kriterien
 - sozial-ökonomische Kriterien (Arbeitslosenrate, regionale Entwicklungskonzeptionen, Devastierung, Nachnutzung);
 - Einfluss politischer Gruppierungen,
 - Behördenstandpunkte, öffentliche Akzeptanz
 - Risiko des Verlustes der institutionellen Kontrolle, etc.

>>> Stakeholder involvement

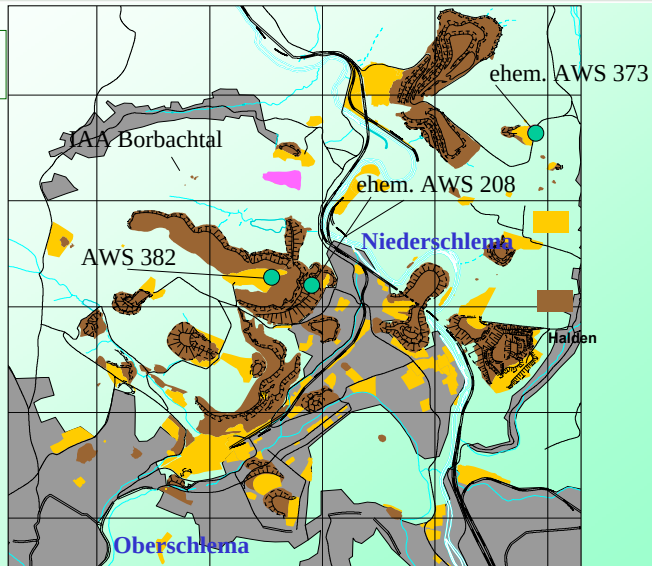
Fallbeispiel: Sanierung der Haldenlandschaft in Schlema-Alberoda

Quellen der
Rn-Freisetzung

Halden

Betriebsflächen

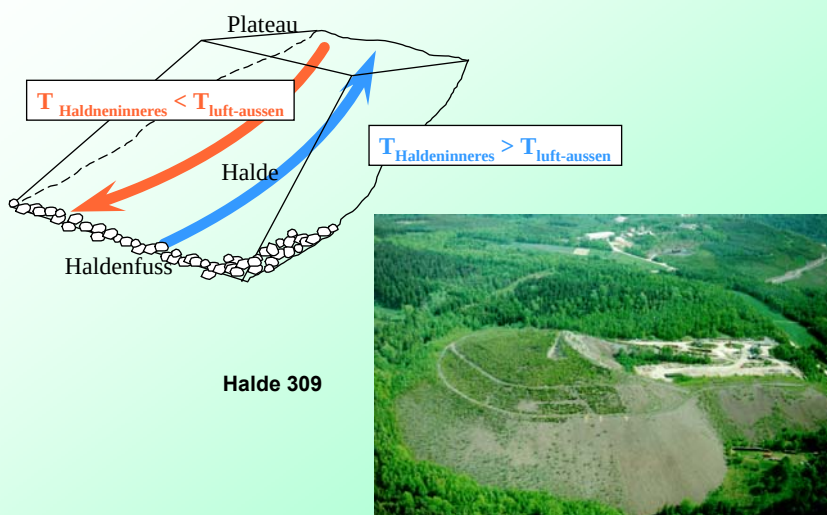
Abwetter-
schächte



29 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Konvektive Strömungen in Steilhalden



30 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



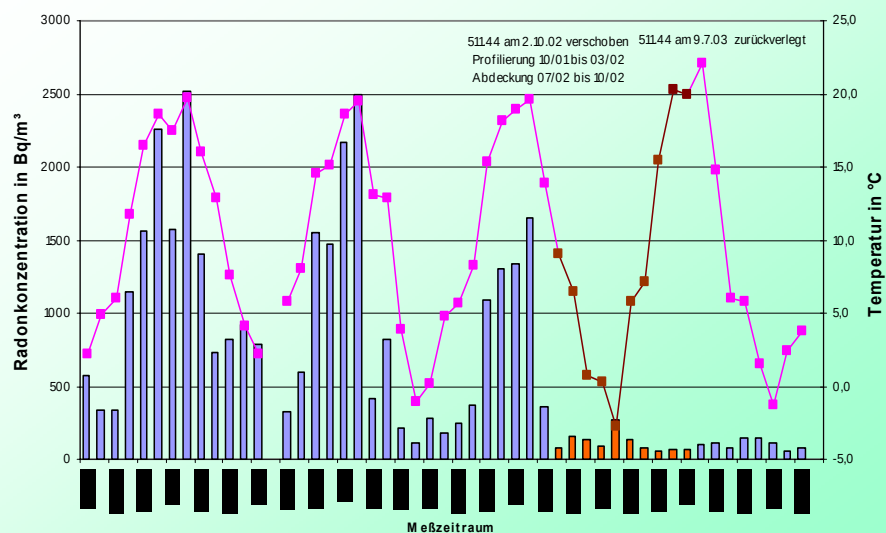
Örtliche Rn-Konzentration H66-207



31 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



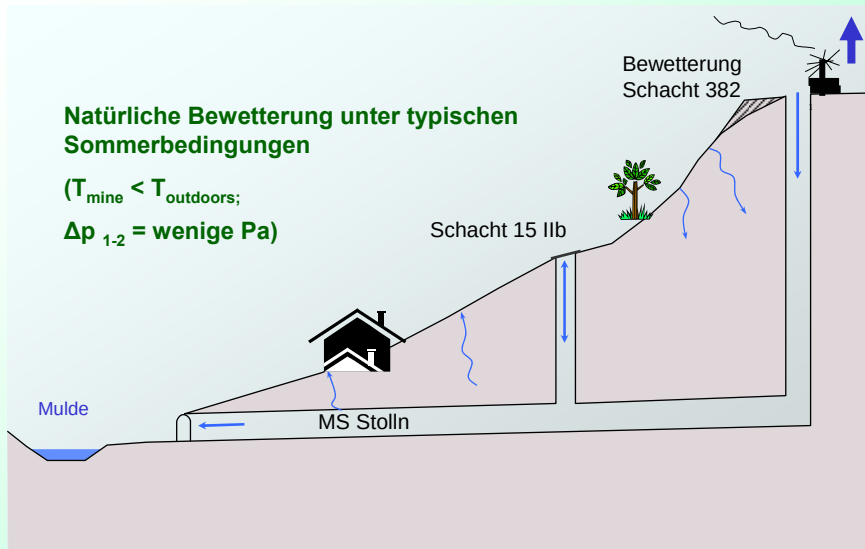
Örtliche Rn-Konzentration H66-207



32 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



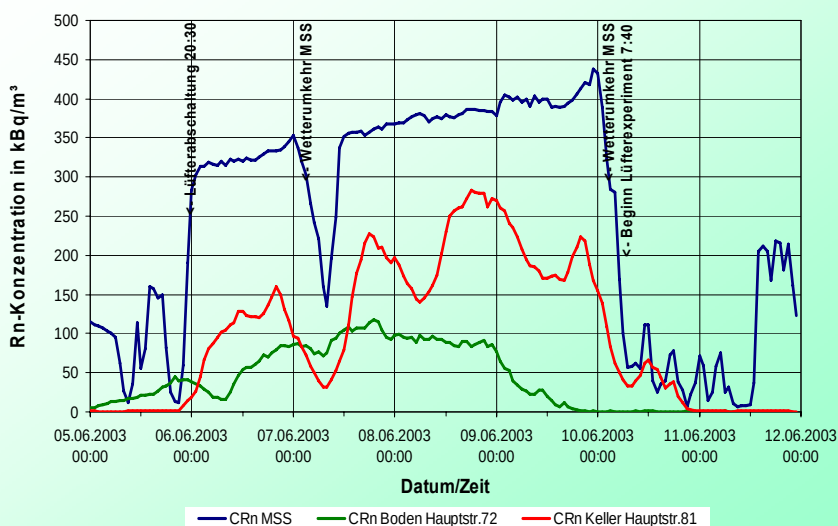
Einfluss der Bewetterung auf die örtliche Radon-Situation



33 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
 Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Auswirkungen der Lüfterabschaltung



34 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
 Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Verkauf von Know How

– Die Zukunft der WISMUT

Beispiel 1 – Sillamäe (Estland)



Phare-Projekt 1999-2002:

Entwicklung des Sanierungs-
konzeptes für die IAA Sillamäe
(Dammstabilität;
Abdeckkonfiguration)

Sanierungsbegleitung 2003 – 2007

Controlling
Planung, Monitoring

Industrielle Absetzanlage Sillamäe: 39 ha; 18 Mio. t radioaktiver Rückstände
aus der Uran- und seltenen Erden-Produktion;
Emissionen direkt in die Ostsee

Beispiel 2 : Tacis Projekt Lermontov (Rußland)

*Sanierungskonzept für die
Bergbauhinterlassenschaften im
Zentrum der Kaukasischen
Mineralwasserregion*



**Beispiel für die Berücksichtigung
von Stakeholderinteressen bei der
Entwicklung eines Sanierungs-
konzeptes**

37 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Beispiel 3: Weltbank-Projekt Kyrgysztan



Standort Mailuu Suu

Sicherung von Hinterlassenschaften des
Uranbergbaus gegenüber Landslides und Murren
(Erdrutschungen)

Entwicklung eines Sanierungskonzeptes



38 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.



Stand der Sanierung Ende 2006

unter Tage

Grubenbaue abgeworfen	98
Schächte / Tagesöffnungen verwahrt	97
Tagesnahe Grubenbaue verfüllt	97

über Tage

Anlagen/Gebäude abgebrochen	87
Halden abgetragen/umgelagert	84
Halden/Tagebau abgedeckt	68
Tagebau Lichtenberg verfüllt	93
Absetzanlagen zwischenabgedeckt	98
konturiert	26
endabgedeckt	6
Flächen saniert	62

1960

Schlema-Alberoda
Halde H250

WISMUT



*new horizons
through
remediation*

2002 Schlema

Kurpark in Bad-Schlema



41 Sanierung von Hinterlassenschaften der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen
Technisches Seminar DESY Zeuthen, 13. Februar 2007.

