




# Strahlenexpositionen bei der Stilllegung der Schachtanlage Asse II


Rolf Michel  
Institut für Radioökologie und Strahlenschutz




Die Nacht, die Wissen schafft 2014



- Historische Einleitung
- Strahlenexpositionen der Beschäftigten und der Bevölkerung seit 1967
- Vom Optionenvergleich (2009) über Faktenerhebung und Vorsorge- und Notfallmaßnahmen zum Lex Asse (2013)
- Entwicklung der Schachtanlage Asse II von 2010 bis 2013
- Strahlenexpositionen in der Zukunft:
  - ❖ Rückholung: Bergung, Konditionierung, Zwischenlagerung, Transport, Endlagerung
  - ❖ Absaufen:
    - Vollverfüllung: HMGU-Konzept (2006)
    - Colenco (2009), GRS (2009)
    - Öko-Institut (2012)
- Schlussfolgerung

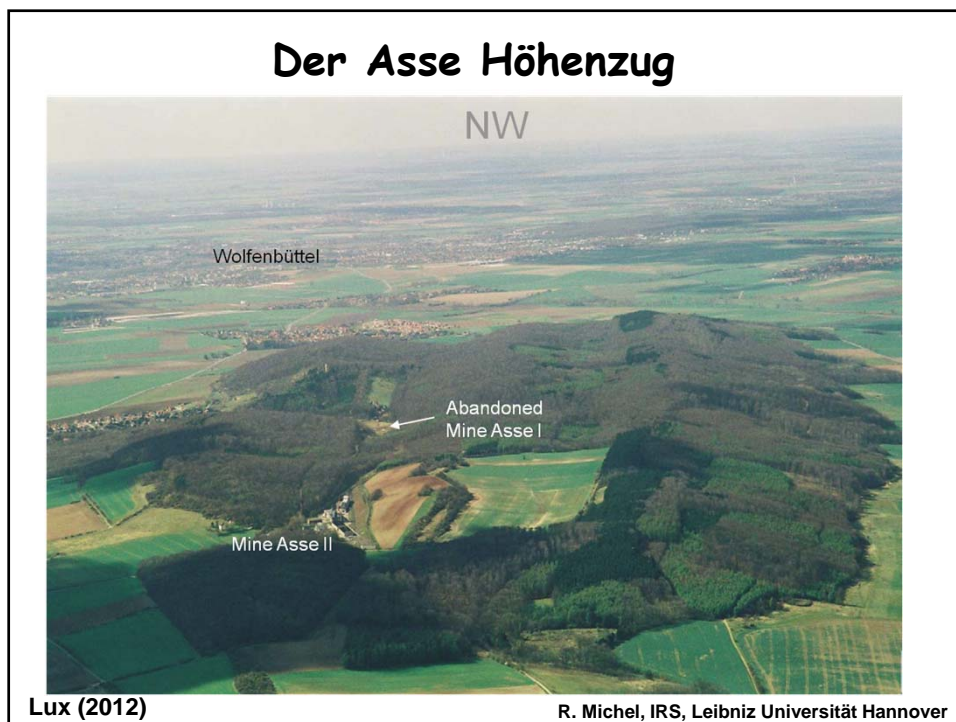


Die Nacht, die Wissen schafft 2014

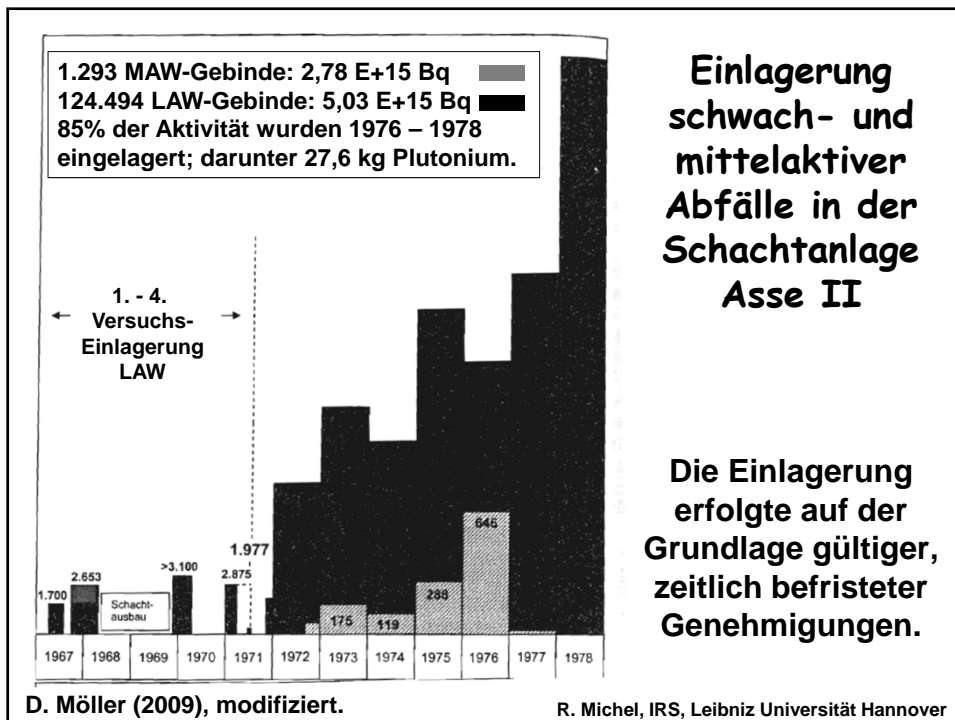
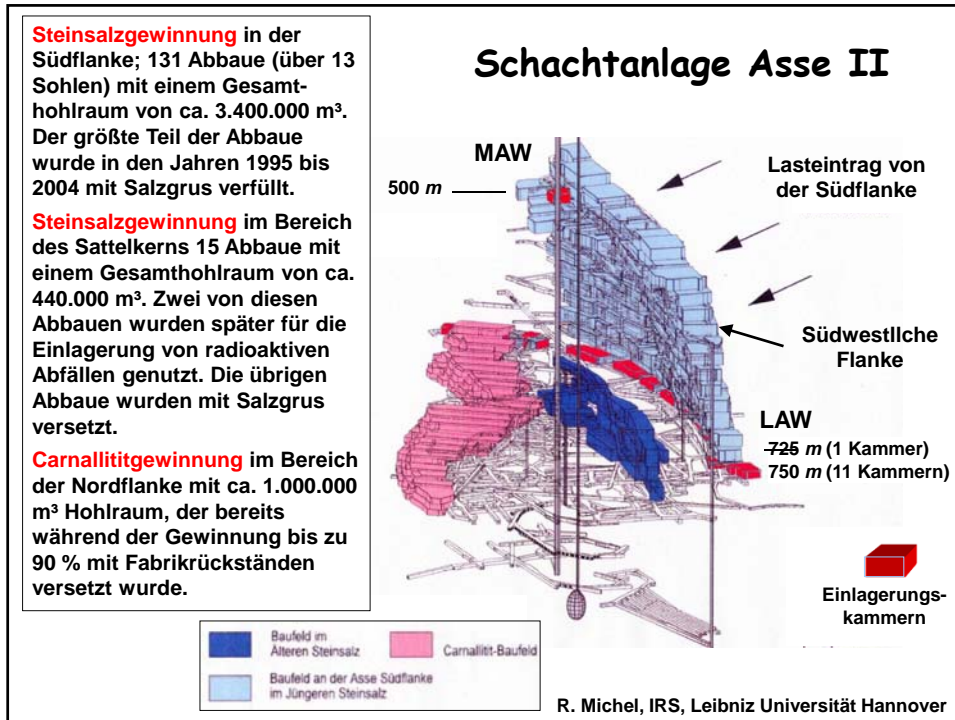


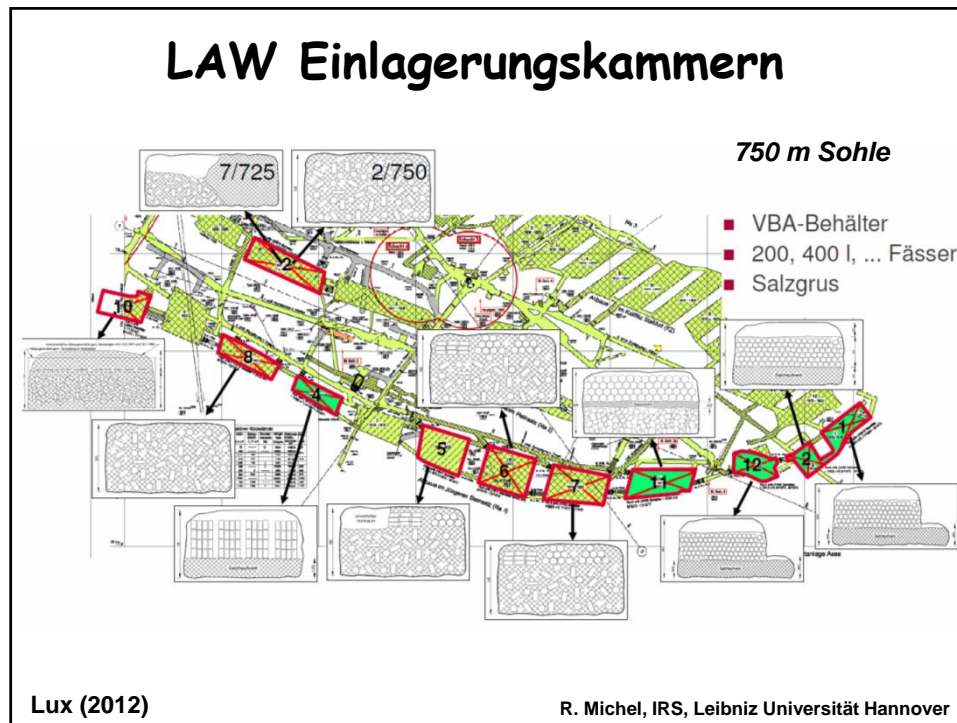


BfS, Kurzbeschreibung Asse, 14.8.2008 (modifiziert) R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



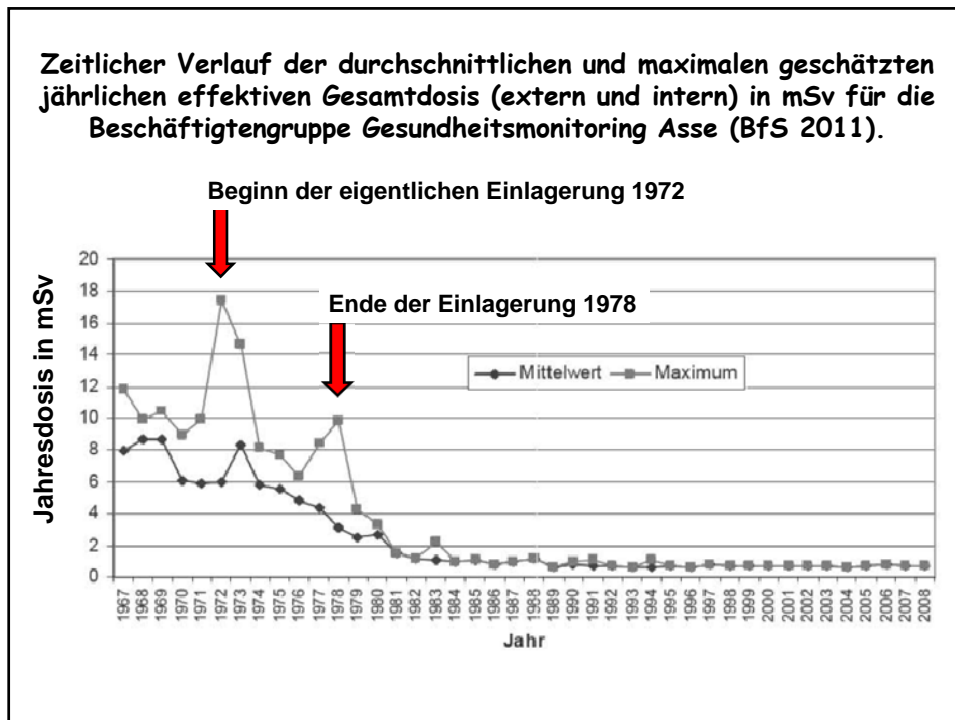
R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover





## Strahlenexpositionen der Beschäftigten in der Schachtanlage Asse II

nach dem Gesundheitsmonitoring Asse  
des BfS (2011)



**VBA's in Kammer 6 der 750 m - Sohle**



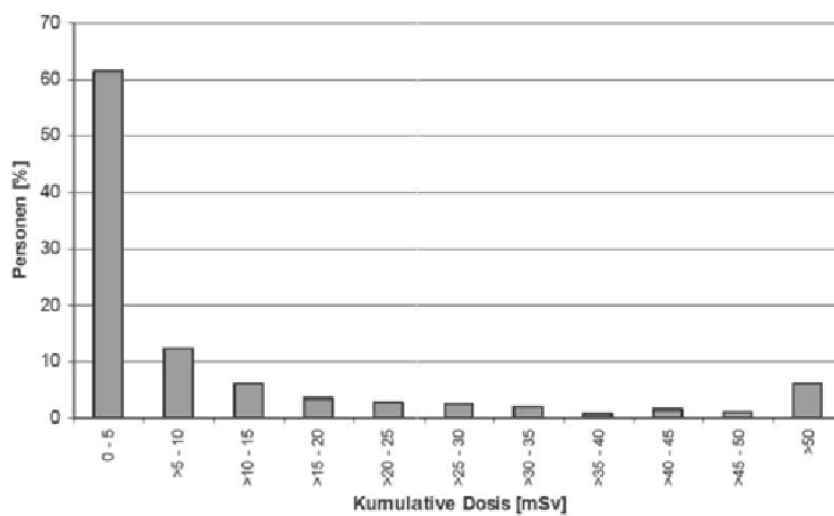
**Abkipptechnik in Kammer 7 (725 m - Sohle)**



### LAW-Fässer in Kammer 7 (725 m - Sohle)



Verteilung der geschätzten effektiven Berufslebensdosis in mSv in der Beschäftigtengruppe Gesundheitsmonitoring Asse (BfS 2011).



## Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der Schachanlage Asse II



### Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde Asse

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission (SSK)  
mit wissenschaftlicher Begründung

Verabschiedet in der 260. Sitzung der SSK am 28. Februar 2013

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

### Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde Asse

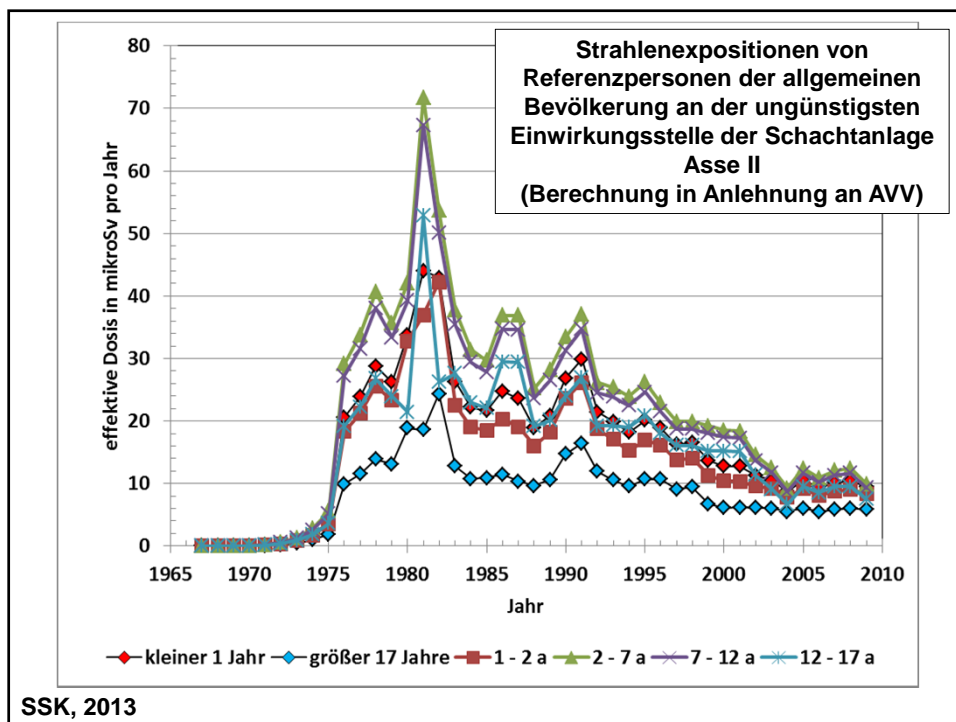
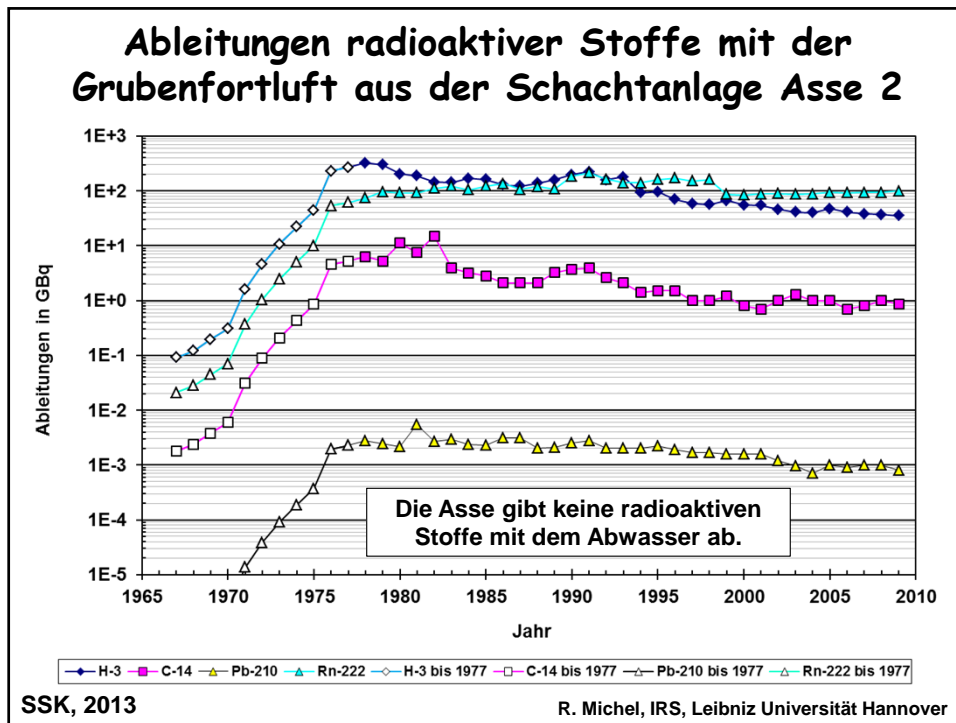
Das Epidemiologische Krebsregister Niedersachsen (EKN) hat im Dezember 2010 in Auswertungen erhöhte Krebshäufigkeiten (Leukämien und Schilddrüsenkrebs) in der Samtgemeinde Asse für die Jahre 2002 bis 2009 festgestellt.

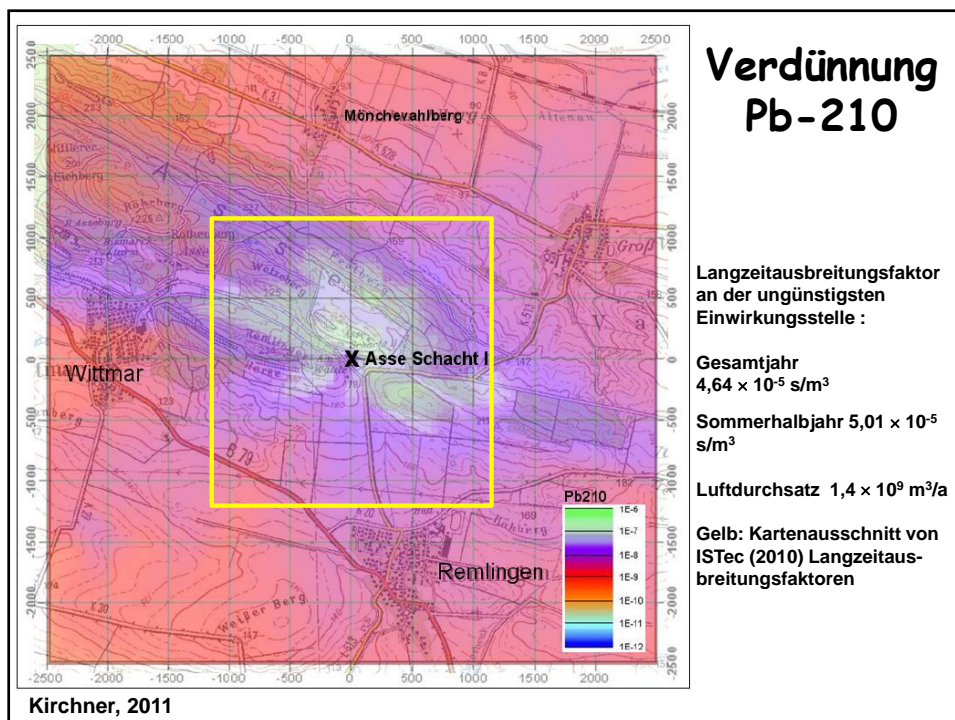
**In 8 Jahren wurden ca. 10 zusätzliche Fälle von Leukämie und ca. 8 zusätzliche Fälle von Schilddrüsenkrebs beobachtet.**

Die Strahlenschutzkommission weist in ihrer Stellungnahme „Erhöhte Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde Asse“ darauf hin, dass die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse II nur auf der Grundlage von Modellrechnungen abgeschätzt werden kann. Die Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft aus der Schachanlage Asse II führen zu keinerlei messbaren Konzentration in der Umwelt. Auf der Grundlage extrem konservativer Modellierung der potenziellen Strahlenexpositionen der Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse II ergeben sich lediglich vernachlässigbare Jahresdosen, die nicht hinreichen, die beobachtete erhöhte Krebshäufigkeit zu erklären.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover







**Akkumulierte Strahlenexposition einer im Jahr 1978 geborenen Referenzperson bis zum Jahr 2009**  
berechnet nach der AVV zu §47 StrISchV

Ausbreitungsmodell	ungünstigste Einwirkungsstelle am Zaun der Schachanlage Asse II	die nächstgelegenen Orte Remlingen und Wittmar		weiter entfernte Orte der SG Asse	
	Gauß	Gauß	Lagrange	Gauß	Lagrange
Verdünnungsfaktor	1	10	100 – 1000	100	1000 – 10.000
Effektive Dosis in $\mu\text{Sv}$	<b>500</b>	<b>50</b>	<b>5 – 0,5</b>	<b>5</b>	<b>0,5 – 0,05</b>
Organdosis rotes Knochenmark in $\mu\text{Sv}$	<b>700</b>	<b>70</b>	<b>7 – 0,7</b>	<b>7</b>	<b>0,7 – 0,07</b>
Schilddrüsendosis in $\mu\text{Sv}$	<b>200</b>	<b>20</b>	<b>2 – 0,2</b>	<b>2</b>	<b>0,2 – 0,02</b>

SSK, 2013    Natürliche Strahlenexposition im gleichen Zeitraum ca. 61.000  $\mu\text{Sv}$ .

## Schließung der Schachanlage Asse

**§ Schließung der Schachanlage Asse**

- Kein weitergehender Forschungsbedarf
- Bergwerk wird für die Schließung nach Bundesberggesetz vorbereitet

**Abschlussbetriebsplan mit Nachweis der Langzeitsicherheit**

Schutzziele aus Berg-, Atom- und Wasserrecht  
Schutz unseres Lebensraumes vor

- denkbaren bergmännischen Spätfolgen, wie Senkungen
- radioaktiven Stoffen
- ionisierender Strahlung

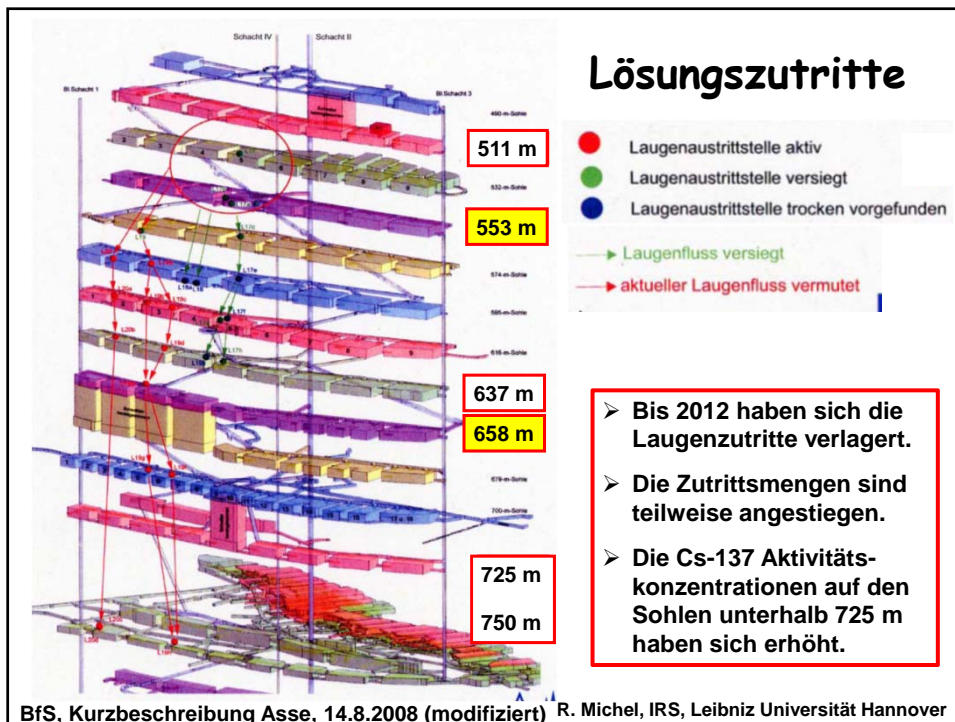
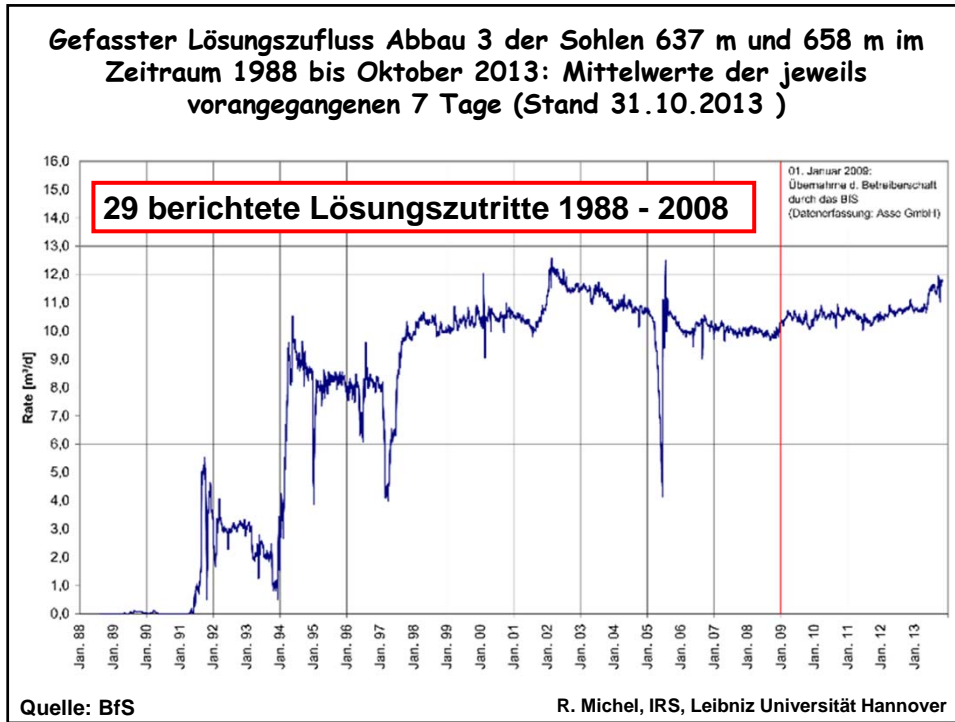
**Doch es kam anders ...**

**Schließung geplant für 2016**

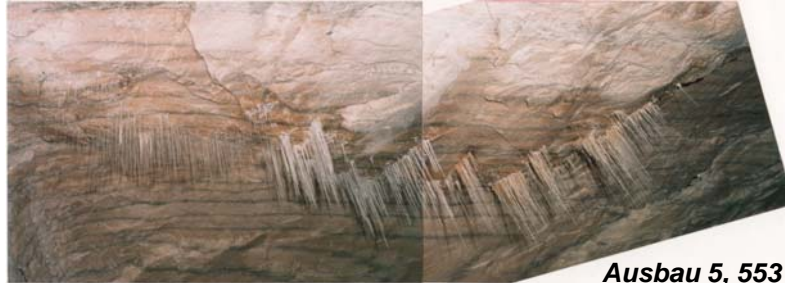
```

graph TD
    A[Ein Bergwerk wird geschlossen] --> B[Standortgegebenheiten]
    A --> C[Technische Maßnahmen]
    B --> D[Geowissenschaftliche Langzeitprognose]
    C --> D
    D --> E[Szenarienanalyse]
    E --> F[Konsequenzanalyse]
    F --> G[Verfüll- und Verschlusskonzept]
    G --> H[Langzeitsicherheitsnachweis]
    F --> C
    
```

Quelle: GSF (Internet 2008) R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



## Lösungszutritte in der Schachtanlage Asse II



Ausbau 5, 553 m Sohle

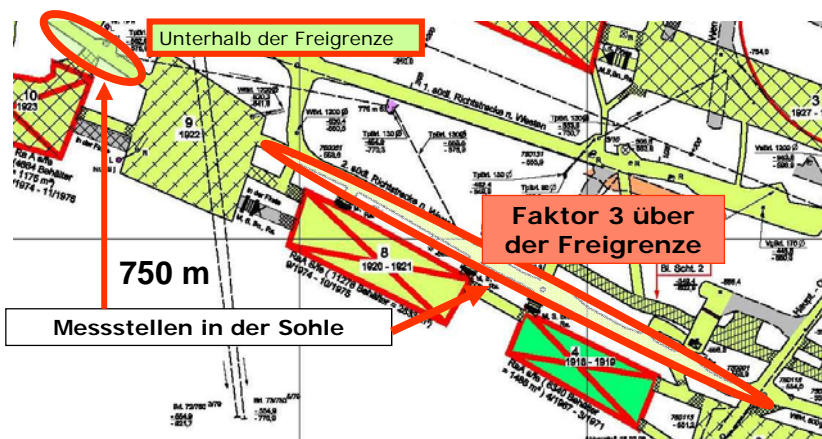


Südliche Wand in  
Ausbau 3, 637 m Sohle

Lux (2012)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## Salzlösung in der Sohle der 2. südlichen Richtstrecke auf der 750 m Sohle



Salzlösungen stehen in der Sohle

K. Kühn, 28.11.2008 modifiziert

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Laugensumpf vor Kammer 12/750m, 8.7.2008

### Salzlösung im Sumpf vor Kammer 12

Salzlösung steht seit 1988 in einem Sumpf (Sammelstelle, Drainage)



750 m Sohle

- Freigrenze von Cs-137 überschritten
- Von 2005 bis Januar 2008 wurden 77 m<sup>3</sup> abgepumpt und in den Tiefenaufschluss umgelagert.

**Das hätte man besser nicht getan!**

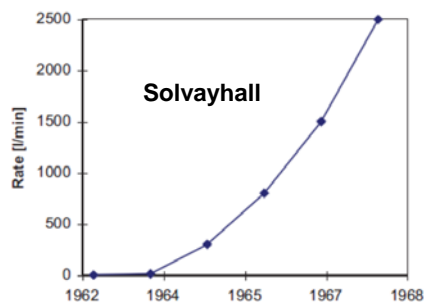
R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Ein Absaufen der Schachtanlage Asse II ist die wahrscheinliche Entwicklung.**

**Der Zeitpunkt ist nicht vorhersagbar!**

**Beim Absaufen haben sich die Lösungszutritte häufig exponentiell erhöht.**

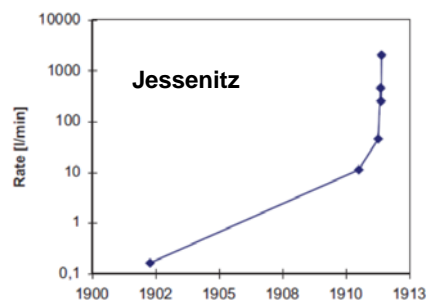
R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



**Zutrittsraten:  
Beispiele**

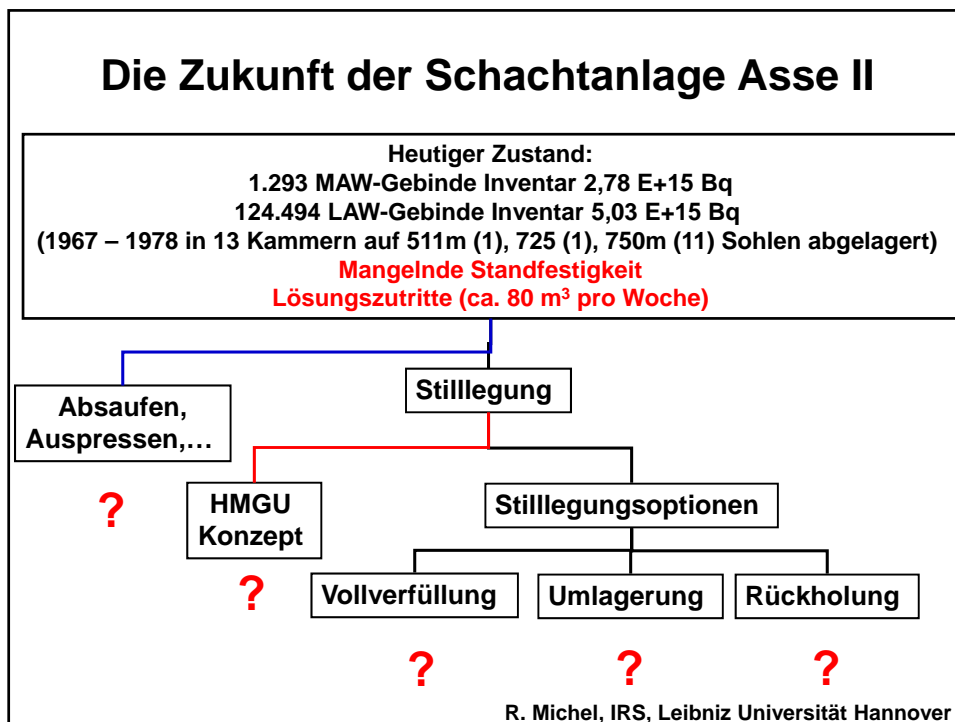
1 L/min = 1,4 m<sup>3</sup>/Tag  
= 10 m<sup>3</sup>/Woche

**Asse (2002):  
12 m<sup>3</sup>/Tag ~ 10 L/min**



Bildquelle: Weber, BGR (2013)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



### BfS (2009) Stilllegung Asse II - Ergebnis des Optionenvergleichs

	Rang 1	Rang 2	Rang 3
(1) Sicherheit in der Betriebsphase	V	U	R
(2) Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt	V	R	U
(3) Vorläufige Langzeitsicherheits-einschätzung	R	V	U
(4) Machbarkeit	V	R	U
(5) Zeitbedarf	V	R	U
<b>Gesamtrangfolge</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>U</b>

BfS 22.12.2009





## Strahlenexpositionen von **Personal** und **Bevölkerung** im **Betrieb** bei **Rückholung**

Variante	VBA / nVBA* [Anzahl]	Rückgeholtes LAW-Aktivitätsinventar [%]	Abfallvolumen [m <sup>3</sup> ]	Ausschöpfungsgrade der Grenzwerte der Strahlenexposition: <u>Personal / Bevölkerung. [%]</u>	Zeitbedarf [Jahre]
1	12.668 / 0	70	14.820	5 / 11	2,8
2	14.736 / 26.593	92	28.450	15 / 27	4,1
3	14.779 / 109.707	100	61.640	50 / 27	7,7
4	14.779 / 109.707	100	126.610	50 / 27	14,6**

\* VBA: Gebinde mit verloraener Betonabschirmung, nVBA: Gebinde ohne diese Abschirmung

\*\* Hauptursache für den Zeitanstieg: Wechsel vom Anordnungsverfahren zum Planfeststellungsverfahren

DMT GmbH, TÜV Nord System: Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachanlage Asse II 25.09.2009 (Kurzfassung S-240/U 1a)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## Langfristige Strahlenexposition der **Bevölkerung** bei **Vollverfüllung**

**Lediglich Bezugnahme auf HMGU Konzept.**

**Es wurden keinerlei eigene Abschätzungen gemacht.**

**Allerdings wurde gesagt ....**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



## Option: Vollverfüllung

Der Umstand, dass die für das Bezugskonzept /HMGU 2007/ ermittelten potenziellen Strahlenexpositionen im **Bereich der Maxima** nur relativ wenig unterhalb des Werts von **0,3 mSv/a** liegen, führt deshalb zu folgender Aussage:

Eine Stilllegung gemäß dem Konzept Vollverfüllung führt nach Ansicht der Autoren zu einem System, das im Rahmen der bestehenden Bedingungen radiologisch langzeitsicher ist. **Es kann jedoch nicht belastbar vorhergesagt werden, ob der Nachweis gelingen wird, dass der Wert von 0,3 mSv/a für die effektive Dosis mit hoher Wahrscheinlichkeit und hohem Konfidenzgrad für alle zu betrachtenden Szenarien zuverlässig unterschritten wird.**

AF-Colenco, GRS, IfG 2009

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## Faktenerhebung zur Rückholung

**Die Dosisabschätzungen des Optionenvergleichs haben sehr große Unsicherheiten und reichen für eine Bewertung der Optionen nicht aus.**

### Vorhandene Unsicherheiten bei der Rückholung:

- Zustand der Gebinde
- Gebirgsmechanische Einwirkungen in den Einlagerungskammern und auf die Gebinde
- Überprüfung der Maschinenteknik für die Rückholung
- Zeitbedarfe

⇒ **Faktenerhebung mit dem Ziel, die Unsicherheiten zu klären und der Bewertung der tatsächlichen Strahlenexpositionen bei der Rückholung aller Abfälle**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



## Faktenerhebung zur Rückholung

Welche Einlagerungskammern sollen einbezogen werden?



R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## Faktenerhebung zur Rückholung

### Schritte der Faktenerhebung

BfS und BMU haben 3 Schritte zur Faktenerhebung abgestimmt:

**Schritt 1:** Anbohren der Kammern und erste Untersuchungen  
über die Bohrungen

**Schritt 2:** Öffnen der Kammern und Bewertung der Gebindezustände

**Schritt 3:** Bergen erster Abfallgebinde bzw. Abfälle

**Vor Schritt 2 der Faktenerhebung müssen Vorsorge-  
und Notfallmaßnahmen durchgeführt werden.**

### **Vorsorgemaßnahmen umfassen die Planung, Vorbereitung und Durchführung ...**

- **der Verfüllung von Resthohlräumen im Nahbereich der MAW-Kammer 8a/511 auf der 532-m-Sohle, 511-m- und 490-m-Sohle.**
- **von Maßnahmen zur Abdichtung und Stabilisierung von Grubenbereichen von der 775-m- bis zur 700-m-Sohle, z. B. das Verfüllen und Abdichten von Grubenbereichen und das Errichten von geotechnischen Bauwerken im Nahbereich der Einlagerungskammern,**
- **von Maßnahmen zur Abdichtung potentieller Schwachstellen der salinaren Schutzschicht, z. B. die Verfüllung und Abdichtung der Erkundungsstrecke südlich des Abbaus 3/750,**
- **von Maßnahmen zur Begrenzung der Gasbildung, z. B. das Entfernen gasbildender Stoffe (Metall, Holz, Kunststoffe),**
- **der Verfüllung von Resthohlräumen zur Verringerung der Konvergenz und zur eventuellen Verlängerung der Transportzeit für Schadstoffe, z. B. die Verfüllung nicht mehr benötigter Grubenhohlräume (u. a. Firstspalten, Blindschächte, Großlochbohrungen etc.),**
- **der Bereitstellung der erforderlichen Materialressourcen zur Baustoffproduktion und Verfüllung, z. B. die Anlieferung von  $MgCl_2$ -reicher Lösung für die Gegenflutung des Grubengebäudes.**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

### **Notfallmaßnahmen beim Eintritt eines unbeherrschbaren Lösungszutritt und einem Rückzug aus der Schachanlage umfassen ...**

- **die Verfüllung der Resthohlräume in der Einlagerungskammer für mittel radioaktive Abfälle (MAW-Kammer) mit Sorelbeton,**
- **die Verfüllung der Resthohlräume in den Einlagerungskammern für schwach radioaktive Abfälle (LAW-Kammern) mit Brucitmörtel,**
- **die Verfüllung und der Verschluss der Tagesschächte,**
- **das Einleiten (Gegenfluten) von  $MgCl_2$ -reicher Lösung, optional die pneumatische Druckbeaufschlagung des Grubengebäudes während der Gegenflutung des Grubengebäudes mit  $MgCl_2$ -reicher Lösung.**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



**Änderung des AtG durch das sog. **Lex Asse**  
(Bundesgesetzblatt 2013 Teil I Nr. 19, 24. April 2013 p. 921)**

**§ 57b Betrieb und Stilllegung der Schachtanlage Asse II (Auszug)**

(2) Die Schachtanlage ist unverzüglich stillzulegen. ... Die Stilllegung soll nach Rückholung der radioaktiven Abfälle erfolgen. Die Rückholung ist abbrechen, wenn deren Durchführung für die Bevölkerung und die Beschäftigten aus radiologischen oder sonstigen sicherheitsrelevanten Gründen nicht vertretbar ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Dosisbegrenzung nach § 5 der StrlSchV ... nicht eingehalten oder die bergtechnische Sicherheit nicht mehr gewährleistet werden kann. Sind die Rückholung sowie alle Optionen zur Stilllegung nur unter Abweichung von gesetzlichen Anforderungen möglich, ist die Schachtanlage Asse II mit der nach einer Abwägung der Vor- und Nachteile bestmöglichen Option stillzulegen. ... Die Dosisgrenzwerte der StrlSchV ... für die Bevölkerung und für die beruflich strahlenexponierten Personen dürfen ... nicht überschritten werden.

(3) Bis zur Bestandskraft eines Planfeststellungsbeschlusses zur Stilllegung bedarf der Umgang mit radioaktiven Stoffen einer Genehmigung nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der StrlSchV ...

**Entwicklungen der Schachtanlage:  
2010 - 2013**

- Die Konvergenz des Grubengebäudes verlagert sich von der (verfüllten) Südflanke in das Zentrum der Grube.
- Die Infrastrukturräume auf der 490 m Sohle drohen verloren zu gehen und müssen mittelfristig aufgegeben werden.
- Die Wendel ist insgesamt sanierungsbedürftig. Sie war 2012 bereits gesperrt. Sanierungsmaßnahmen greifen nur auf Zeitskalen von ca. 5 Jahren.
- Der Füllort auf der 750 m Sohle ist sanierungsbedürftig.
- Schacht 2 ist sanierungsbedürftig.
- Engpässe bei Bewetterung, Elektrizitätsversorgung und Fluchtwegen limitieren den Einsatz von Menschen und Maschinen.
- Die Grube verfällt und wird nur mit Sonderbetriebsplänen offen gehalten.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

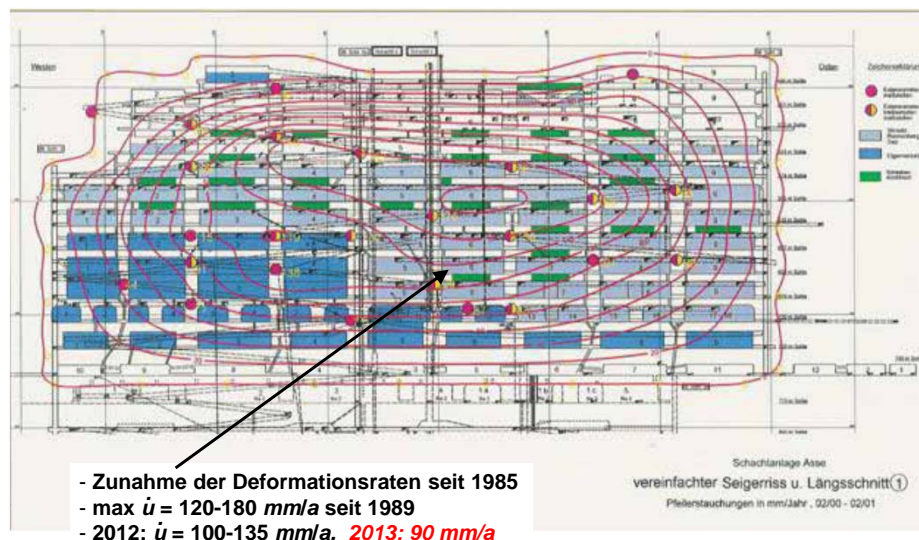


## Entwicklungen der Schachanlage: 2010 - 2013

- Die Zutrittslösungen sind in den Einlagerungskammern der 750 m Sohle in Kontakt mit den Abfällen und sind dementsprechend kontaminiert.
- Es bestehen Probleme nicht kontaminierte Lösungen abzugeben. Kontaminierte Lösungen müssen *de facto* im Bergwerk verbleiben (begrenzte Kapazität).
- Ein langfristiger Offenhaltungsbetrieb der Schachanlage Asse II erscheint unwahrscheinlich.
- Eine Bergung der Abfälle kann nur über einen neu abzuteufenden Schacht 5, in dem auch neue Infrastrukturräume errichtet werden müssen, möglich.
- Die Zeitplanung hat sich als völlig illusorisch herausgestellt. Neuer Zeithorizont für die Vorsorge- und Notfallmaßnahmen 2024, Beginn der Rückholung nicht vor 2036, Dauer der Rückholung ...?

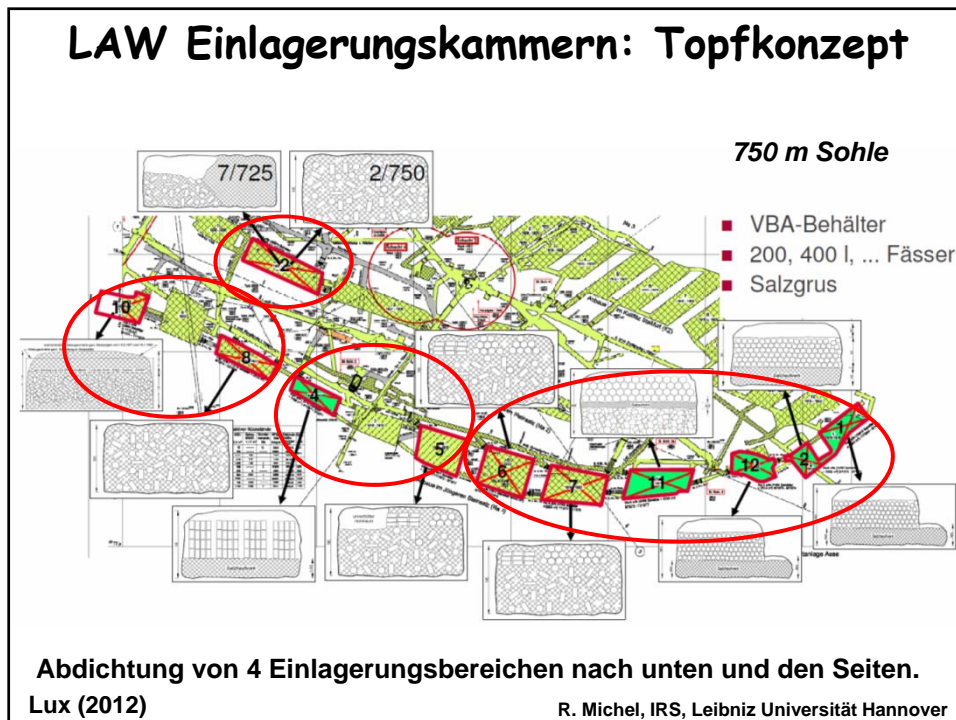
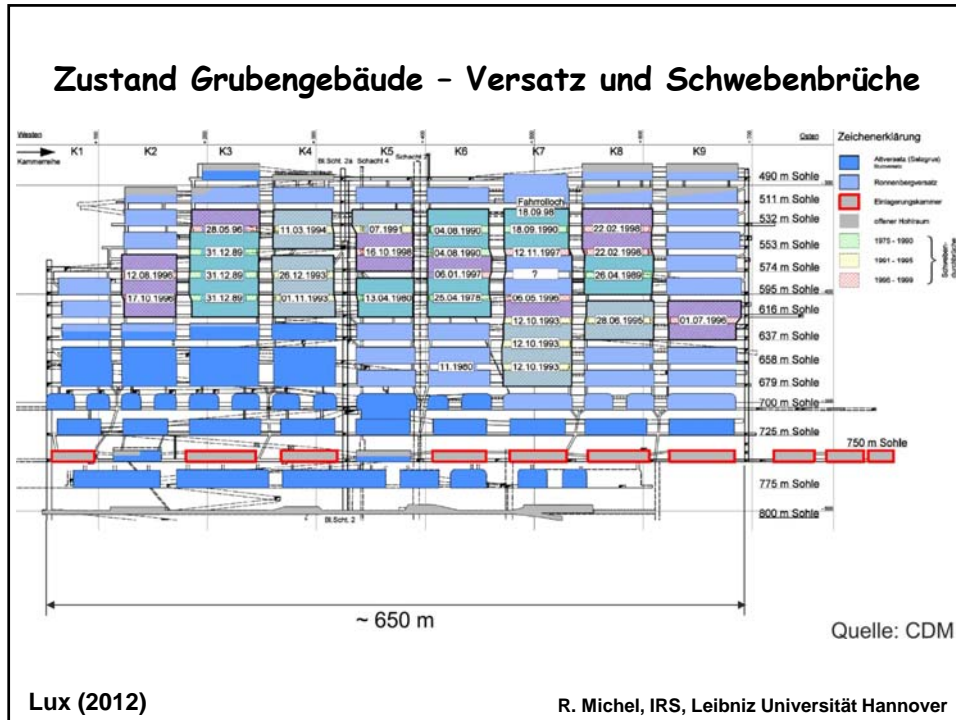
R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## Deformationsraten (Konvergenz durch mangelnde Standfestigkeit)



Lux (2012)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



## 17. WIE DAS ZWISCHENLAGER AUSSEHEN KÖNNTE

**WIE DER MüLL VERPACKT WIRD**

Die folgende Darstellung veranschaulicht das Aussehen der Fässer für den Transport der noch warmen Schlamm- und Schlammkuchen, wenn die radioaktiven Abfälle mit Tonpaste in einen Behälter gepackt sind.

<b>DRUMS MIT BECKEN</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>BECKEN</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER
<b>DRUMS MIT BECKEN</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>VERPACKUNG MIT TON</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER
<b>DRUMS MIT BECKEN</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>DRUMS MIT KORB</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER	<b>VERPACKUNG IN ZWISCHENLAGER</b> KAPAZITÄT: 1000 LITER

**ABFALLMENGE**

Abfallmenge mit Tonpaste: 100 000 t  
Abfallmenge ohne Tonpaste: 100 000 t

**STANDORT**

Die Errichtung der Zwischenlageranlage und die Bauarbeiten sind auf einem Gelände in der Nähe der Schachtanlage Asse II geplant. Das Gelände ist durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden. Die Anlage wird durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden. Die Anlage wird durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden.

**AUSFAHRTSFAHREN**

Die Errichtung der Zwischenlageranlage und die Bauarbeiten sind auf einem Gelände in der Nähe der Schachtanlage Asse II geplant. Das Gelände ist durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden. Die Anlage wird durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden. Die Anlage wird durch einen Kanal mit dem Asse II verbunden.

[http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Bilder/DE/Bilder\\_fuer\\_Bilderstrecken/Infografiken/asse\\_einblicke\\_17.jpg](http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Bilder/DE/Bilder_fuer_Bilderstrecken/Infografiken/asse_einblicke_17.jpg)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Es wird ein langfristiges Zwischenlager werden, ...**

**... da Errichtung eines Endlagers für die Asse Abfälle nicht absehbar ist.**

[http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Bilder/DE/Bilder\\_fuer\\_Bilderstrecken/Infografiken/asse\\_einblicke\\_17.jpg](http://www.asse.bund.de/SharedDocs/Bilder/DE/Bilder_fuer_Bilderstrecken/Infografiken/asse_einblicke_17.jpg)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

11  
102  
1004



## Strahlenschutzaspekte bei der Stilllegung der Schachanlage Asse II

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

### Expositionssituation

- **Die Einlagerung erfolgte auf der Grundlage gültiger Genehmigungen.**
  - geplante Expositionssituation
  - existierende Situation
  - Notfallsituation
- **Entwicklung von W & T, Recht und Gesellschaft**
- **existierende Situation:** Aufgrund der Weiterentwicklung der Wissenschaft und Technik, aber auch aufgrund der Weiterentwicklung des Atomrechts und der gesellschaftlichen Anforderungen an die Sicherheit von Endlagern muss das **Endlager in der Schachanlage Asse II** aus heutiger Sicht als existierende Situation betrachtet werden. Die möglichen Maßnahmen (Optionen) zur Stilllegung haben den Charakter von Interventionen. Diese sind als geplante Expositionssituationen zu behandeln.
- **Es ist eine existierende Expositionssituation ohne derzeitige Exposition. Expositionen könnten in der Zukunft auftreten.**
- **Rechtlich** ist die Schachanlage nach AtG **wie ein Endlager mit Sonderrechten (Lex Asse)** zu behandeln.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

## HMGU Konzept

### Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachanlage Asse

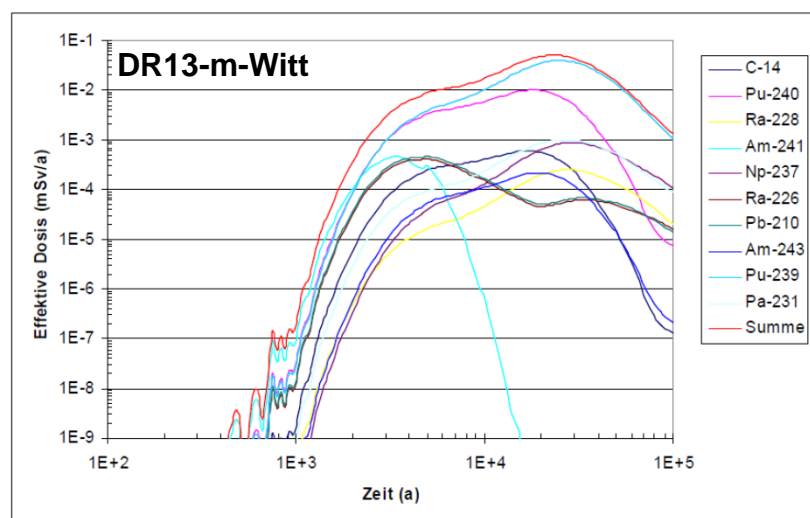
**G. Pröhl (2006)** Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachanlage Asse, GSF-Auftrags Nr. 31/181168/99/T, FE-Nr. 76278, Oktober 2006

NRG Petten / Colenco Power Engineering AG / GRS Braunschweig ,  
Transportmodellierung - Fluid- und Radionuklidtransport am Standort Asse.  
Dokumentenkenzeichen ALSA-C-1.5B-NR145, Petten, 27.07.2005

NRG, Colenco, GRS, Projekt Langzeitsicherheit Asse,  
Transportmodellierung, Fluid- und Radionuklidtransport am Standort Asse,  
Ergänzungsbericht, Dokumentenkenzeichen ALSA-C-10.4B-NR227, Petten,  
12.12.2006

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

### Zeitlicher Verlauf der potentiellen Strahlenexposition für Erwachsene bei Nutzung von kontaminierten Wässern für Variante RX.5 (ALSA-C, 2006)



G. Pröhl (2006)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Maximale potentielle Strahlenexposition für  
Erwachsene bei Nutzung von kontaminierten Wässern  
für Variante RX.5 (ALSA-C, 2006)**

Referenzfall:	Effektive Dosis (mSv a <sup>-1</sup> )
D13-m-Amm	0,011
D13-vD-Amm	0,0049
D13-m-Witt	0,051

G. Pröhl (2006)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Schachtanlage Asse II –  
Abschätzung der Trinkwasserdosis bei  
einem unterstellten Absaufen des  
Schachtanlagengebäudes**

**AF-Colenco AG: MEMO 1299/04 (V1) 1 (14)  
8. Mai 2009**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



**Geschätzte potentielle Strahlenexposition über den Trinkwasserpfad (in mSv/a) bei einem hypothetischen Absaufen der Schachanlage Asse II für verschiedene Zeiten bis zum Auftreten der maßgebenden Radionuklidkonzentration im genutzten oberflächennahen Wasser**

Dosis für den Trinkwasserpfad in mSv/a		Transportverzögerung			
		50 Jahre	100 Jahre	300 Jahre	1000 Jahre
$V_{\text{NaCl}} = 150\,000\text{ m}^3$	LAW	—	9	7	4
	MAW	13	8	5	3
	Total	13	8 – 9	5 – 7	3 – 4
$V_{\text{NaCl}} = 300\,000\text{ m}^3$	LAW	—	10	7	4
	MAW	7	4	2	1
	Total	7	4 – 10	2 – 7	1 – 4

**700 l/a lokaler Trinkwasserverbrauch, Rührkesselmodell, keine Löslichkeitsgrenzen, keine Sorption und Rückhaltung nur Verdünnung, 1 : 1.500,**

Colenco (2009)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Abschätzung potenzieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase**

GRS Braunschweig : GRS - A – 3468, Stand: 21.04.2009

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Allgemeine Angaben		
Parameter	Status	Wert
Zutrittsrate in das Grubengebäude	auslegungsüberschreitend	200 m <sup>3</sup> /d
Einlagerungskammer: Mobilisierung der ausgewählten Radionuklide	LAW: keine Verzögerung, keine Rückhaltung	-
	MAW: keine Verzögerung, keine Rückhaltung im Basisfall; Verzögerung und Rückhaltung in Variante	0 a - 100 a
Grubengebäude: Verdünnung Ausbreitung	Porenraum bei Berücksichtigung der Firstspaltverfüllung	-
	Transportverzögerung durch Volllaufen, keine Rückhaltung	10 a - 500 a
Deckgebirge: Ausbreitung	keine Transportverzögerung, keine Rückhaltung	-
Biosphäre: Verdünnung Dosiskonversionsfaktoren	nach Trinkwasserverordnung [ 5 ], siehe Text	1 100
	in Anlehnung an AVV [ 3 ] berechnet in [ 15 ]	siehe Tab. 2

**700 l/a lokaler Trinkwasserverbrauch, Rührkesselmodell, nur Verdünnung, 1 : 1100, keine Löslichkeitsgrenzen, keine Sorption und Rückhaltung**

GRS - A – 3468 (2009) R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Berechnete potenzielle Strahlenexposition für den Basisfall (Gesamtinventar) zu drei Zeitpunkten nach Beginn des Szenarios (Absaufen der Schachanlage Asse II)**

Radionuklid	Potenzielle Strahlenexposition [mSv/a]					
	Erwachsene (>17 a)			Kleinkinder (<1 a)		
	40 a	80 a	130 a	40 a	80 a	130 a
Ni-63	0,3	0,2	0,1	1,1	0,8	0,6
Sr-90	7,9	3,0	0,90	27	10	3
Cs-137	75	30	9,4	100	41	13
Pu-240	8,8	8,8	8,7	31	31	31
<b>Th-232</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>340</b>	<b>340</b>	<b>340</b>
Ra-228	0,4	0,4	0,4	7,3	7,3	7,3
Pu-241	0,8	0,1	0,01	2,0	0,3	0,03
Am-241	39	38	35	140	130	120
Pu-238	7,8	5,7	3,9	28	21	14
U-234	0,8	0,8	0,8	6	6	6
Ra-226	2,4	2,4	2,3	26	25	25
Pb-210	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0
Pu-239	7,7	7,7	7,7	28	28	28

GRS - A – 3468 (2009) R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



## Variante LAW: mit Kanalisierungseffekten

Eine derartige Kanalisierung der aus ELK 8/750 austretenden Lösung in der Grube würde deutlich höhere Expositionsmaxima als im Basisfall LAW verursachen.

**Das Maximum wäre für beide Altersgruppen durch das langlebige Radionuklid Th-232 dominiert und daher unabhängig von Verweilzeiten im Gesamtsystem; es könnten für Erwachsene 100 mSv/a und für Kleinkinder fast 2 Sv/a erreicht werden.**

Gründe sind das hohe Inventar von Th-232 in der ELK 8/750, welches einem hohen Anteil am Gesamtinventar von Th-232 entspricht, und das geringe verdünnungswirksame Volumen im kanalisierten Fließweg.

GRS - A – 3468 (2009)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

ESK/SSK ad hoc AG Asse, 29.10.2009: „Abschätzung potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II in Folge auslegungüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase“.

**„Die ESK-SSK AG hat sich mit der Studie der GRS intensiv befasst, kam aber zu der Einschätzung, dass diese Arbeit fachliche Fehler enthält und einige der unterstellten Annahmen naturwissenschaftlich derzeit nicht begründet werden können.“**

**Mein Kommentar:**

- **Ein unzulässig vereinfachtes Modell, dass Physik und Chemie außer Acht lässt.**
- **Keine Löslichkeitsgrenzen**
- **Keine Sorption und Retardierung**
- **Überkonservative Dosiskonversionsfaktoren**
- **Teilweise fehlerhafte Dosiskonversionsfaktoren**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

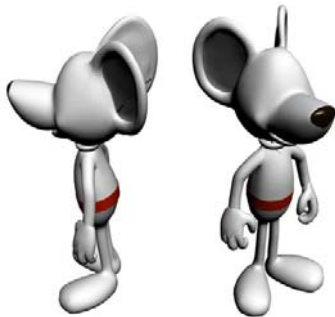
## Wertung

**Statt einer Fortentwicklung und Reifung  
der Endlagermodellierungen**

**bisher eine Kannibalisierung der  
Endlagermodellierungen!**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Ein iteratives Verfahren zur Modellierung der  
radiologischen Konsequenzen des Absaufens der  
Schachanlage Asse II in den verschiedenen Optionen**



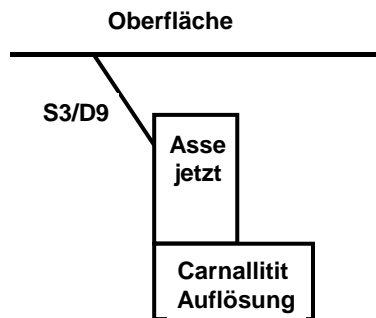
**Die Gesetze der Physik  
und Chemie dürfen dabei  
nicht vergessen werden!**

Um sich der Frage nach dem Langzeitverhalten der Asse zu nähern, benötigt man einen iterativen Ansatz der Modellierung.

1. Schritt: Absaufen als „worst case Szenario“ in einem **Mickey Mouse Modell**
2. und folgende Schritte: zunehmende Verfeinerung des Modells
3. Hinzunahme anderer Szenarien, um zu einer realistischen Hydrologie zu kommen.
4. Aktualisierung des Inventars (iterativ)
5. Szenarienvielfalt für einen eventuellen Safety Case.
6. ... Langzeitsicherheit ???

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

### Ein iteratives Verfahren zur Modellierung der radiologischen Konsequenzen des Absaufens der Schachtanlage Asse II in den verschiedenen Optionen



**Die Gesetze der Physik und Chemie dürfen dabei nicht vergessen werden!**

Um sich der Frage nach dem Langzeitverhalten der Asse zu nähern, benötigt man einen iterativen Ansatz der Modellierung.

1. Schritt: Absaufen als „worst case Szenario“ in einem **Mickey Mouse Modell**
2. und folgende Schritte: zunehmende Verfeinerung des Modells
3. Hinzunahme anderer Szenarien, um zu einer realistischen Hydrologie zu kommen.
4. Aktualisierung des Inventars (iterativ)
5. Szenarienvielfalt für einen eventuellen Safety Case.
6. ... Langzeitsicherheit ???

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

2012/I-092

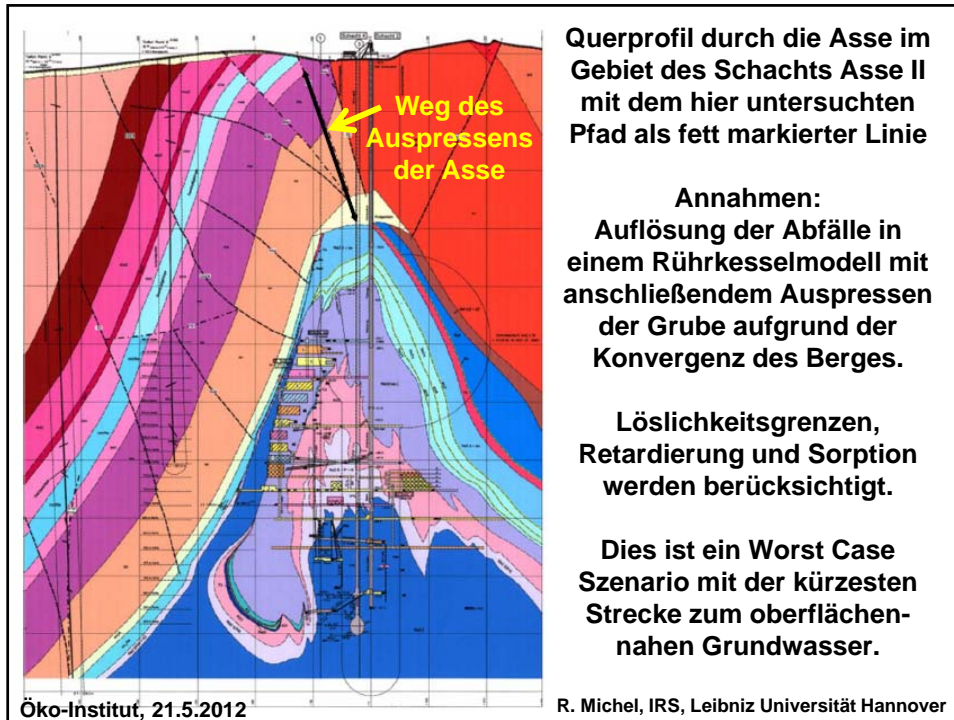
**Modellierung des Transports von Radionukliden durch Gesteinsschichten und der resultierenden Strahlenexposition von Referenzpersonen**

**Berechnungen mit Parametern der Asse II**

Darmstadt, 21.5.2012

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover





**„Rührkessel“-Modell mit Löslichkeitsgrenzen, Retardierung und Sorption in Anlehnung an AVV zu §47**

	1	2	3
Auspressrate in m <sup>3</sup> /a	10.000	1.000	100
Abstandsgeschwindigkeit in m/a	10	1	0,3
Dauer des Auspressens	130 a	1.300 a	4.300 a
Max. effektive Jahresdosis (Kleinkind < 1 a) in mSv	<b>0,08</b>	<b>0,098</b>	<b>0,042</b>
Max. effektive Jahresdosis (Erwachsener) in mSv	<b>0,03</b>	<b>0,042</b>	<b>0,017</b>
Zeitpunkt der maximalen Dosis	30 a	280 a	4.300 a

Transportfläche 1000 m<sup>2</sup>, Ergebnisse für das jeweils ungünstigste Gestein.

**„Rührkessel“-Modell mit Löslichkeitsgrenzen, Retardierung und Sorption in Anlehnung an AVV zu S47**

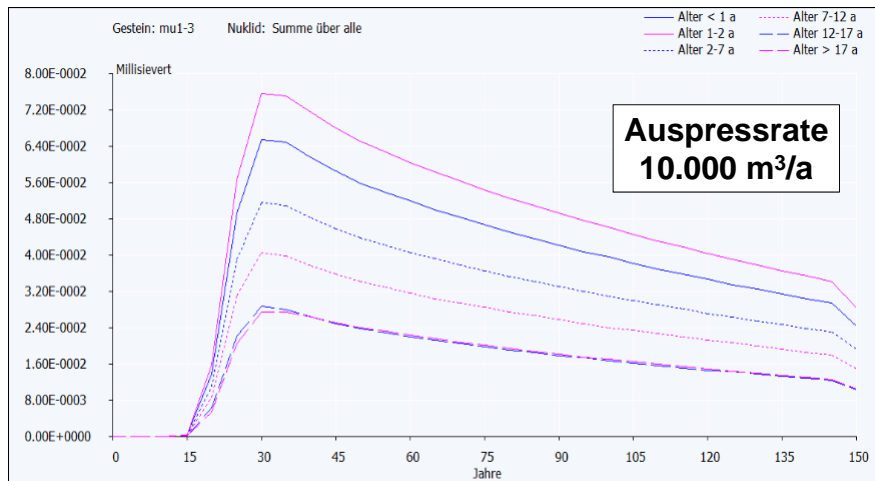


Abbildung 3-3: Rechenlauf 1a, effektive Dosen aller Altersgruppen bei einer Abstandsgeschwindigkeit von 10 m/a, Sorptionskoeffizienten nach /INE 2010/

Öko-Institut, 21.5.2012

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**„Rührkessel“-Modell mit Löslichkeitsgrenzen, Retardierung und Sorption in Anlehnung an AVV zu S47**

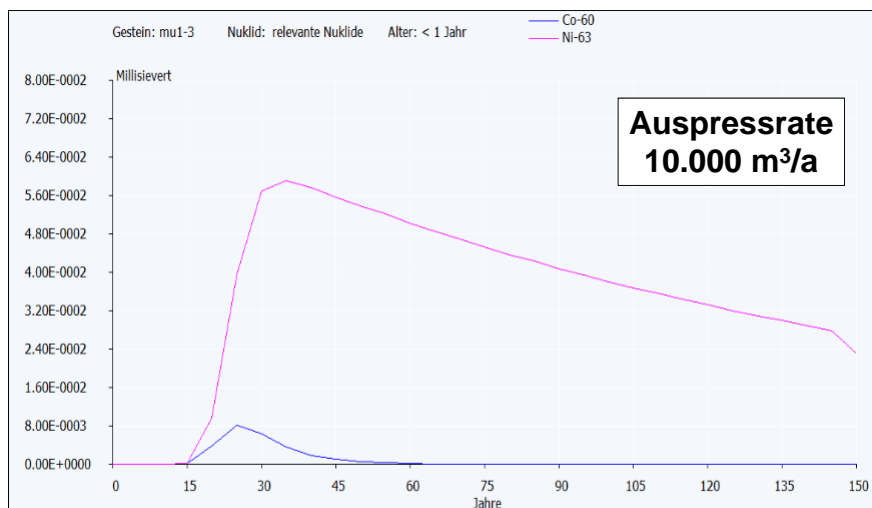
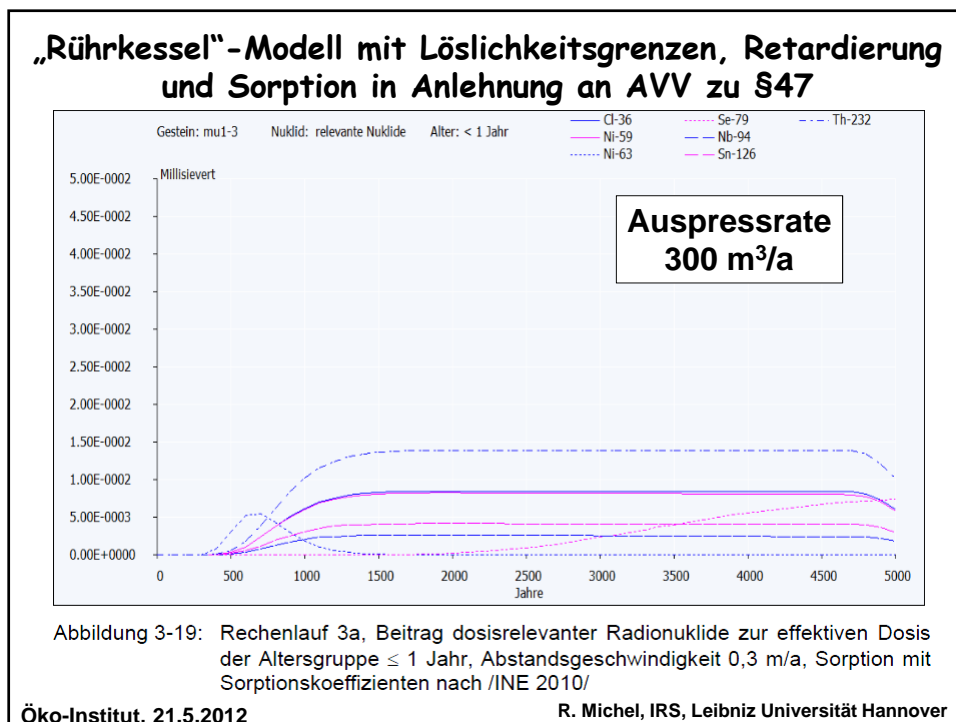
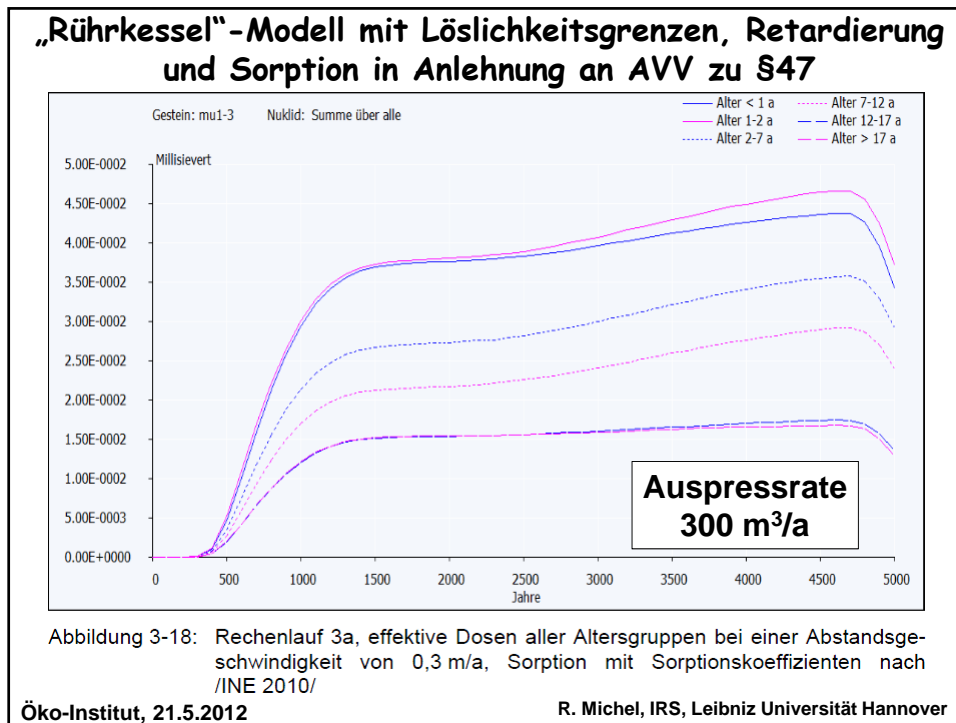
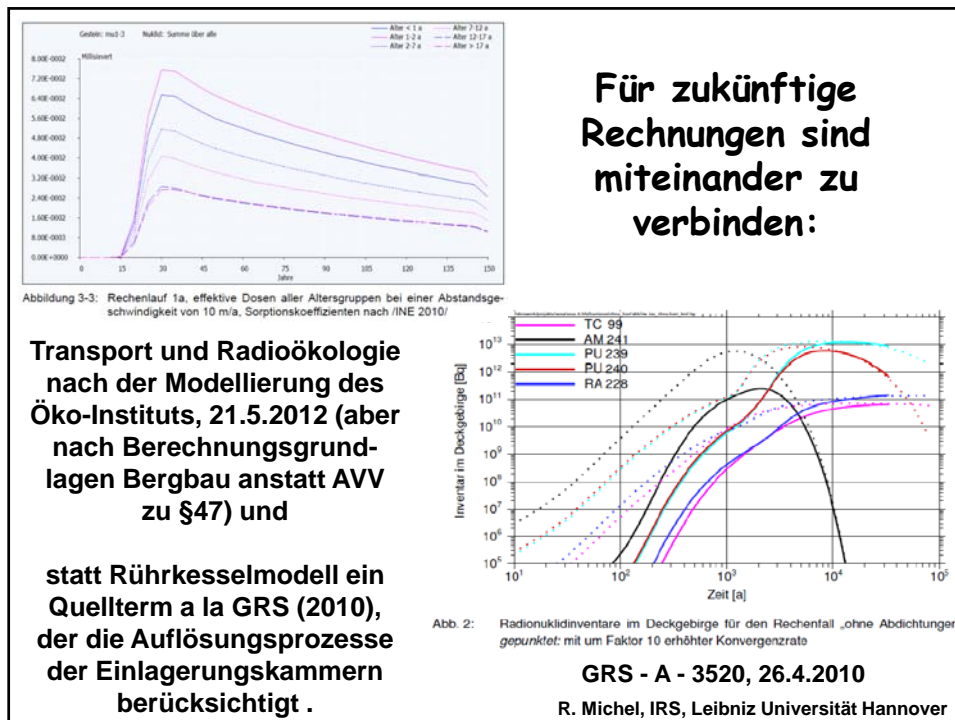


Abbildung 3-4: Rechenlauf 1a, Beitrag dosisrelevanter Radionuklide zur effektiven Dosis der Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr, Abstandsgeschwindigkeit 10 m/a, Sorptionskoeffizienten nach /INE 2010/

Öko-Institut, 21.5.2012

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover





## Eine Frage der Rechtfertigung

- Eine robuste Abschätzung der realen Expositionen der Arbeiter und der realen und potentiellen Expositionen der Bevölkerung bei der Rückholung ist auf der Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes nicht möglich.
- Es sollte alles daran gesetzt werden, den Kenntnisstand zu verbessern.
- Vordringlich ist jedoch alles zu unternehmen, die Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts zu minimieren.
- Der Vergleich realer Expositionen von Arbeitern und Bevölkerung durch die Rückholung mit potentiellen Expositionen der Bevölkerung in ferner Zukunft verlangt eine Fortschreibung der Dosisabschätzungen und eine ethische Bewertung auf der Basis von ICRP 103.
- Ich stelle die Forderung nach einer zyklischen Prüfung der Vertretbarkeit, in der die Frage nach der Rechtfertigung der verbleibenden Optionen immer wieder zu beantworten ist.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



---

## Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung

Empfehlung der Strahlenschutzkommission  
mit Begründung und Erläuterung der Empfehlung

---

Verabschiedet in der 205. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 16./17. Februar 2006

## Schlussfolgerungen

- Der Optionenvergleich von 2010 entbehrt seiner Grundlagen.
- Vorsorge- und Notfallmaßnahmen tun not.
- Faktenerhebung tut not.
- Rechtfertigung tut not.
- Es ist eine **zyklische Überprüfung der Vertretbarkeit** erforderlich.
- Langzeitbetrachtungen tun not.
- Trennung von Betreiberschaft und Aufsicht tut not.
- Offene Information tut not.
  
- **... und bis dahin ...**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

