

ATOMMÜLL

**Über GAU keleien
und KERN kompetenzen**

ONLINE-VERANSTALTUNGSREIHE

AB 5. AUGUST 2020 IMMER MITTWOCHS 18 UHR

Gefährlicher Atommüll aus Forschungseinrichtungen

Dr. Hauke Doerk

Physiker, Referent für Radioaktivität
am [Umweltinstitut München e.V.](http://www.umweltinstitut-muenchen.de)

www.atommuellreport.de



Nuklearforschung

- Nukleare Wissenschaften hat viele Anwendungen in Medizin, Technik, aber auch Militär
- Das Narrativ „Forschung ist immer gut“ wird oft missbraucht
- Hier: Beitrag zum Diskurs um die Entsorgung und den Umgang mit nuklearen Spaltstoffen in der Forschung

- Forschungsreaktoren
Schlaglicht FRM II Garching
- Kommerzielle Versuchsreaktoren (≠ Forschung)
Schlaglicht AVR Jülich
- Kernforschungszentren:
Schlaglicht JRC (ITU Karlsruhe)

Kernforschungszentren

Kernforschungs- zentren	Forschungs- reaktoren	Sonst. Atoanlagen	Status	Wo ist der Müll bzw. ging er hin?
Karlsruhe früher KfK	FR-2		sicherer Einschluss	WAK Karlsruhe, ASSE II, KTE Betriebsteil Entsorgung
		MZFR (Forschungs+ Leistungsreaktor)	im Rückbau	Sellafield, WAK Karlsruhe, ASSE II, KTE Betriebsteil Entsorgung
		KNK (Schneller Brüter)	im Rückbau	Cadarache, Dounreay, ZL Nord, KTE Betriebsteil Entsorgung
		WAK (Wiederaufarbeitung)	im Rückbau	ASSE II, Morsleben, ZL Nord, KTE Betriebsteil Entsorgung
JSC (ITU Karlsruhe)		(Kernforschungszentrum)		KTE Betriebsteil Entsorgung
Jülich	FR-J 1 MERLIN		zurückgebaut	Dounreay, USA, ASSE II, Morsleben, Zwischenlager Jülich
	FR-J 2 DIDO		im Rückbau	
		AVR (Hochtemperaturreaktor)	im Rückbau	AVR Behälterlager, AVR Reaktorbehälter- Zwischenlager, Zwischenlager Jülich, ASSE II, Morsleben
Geesthacht	FRG 1		im Rückbau	Dounreay, USA, ASSE II, Morsleben, ZL
	FRG 2		im Rückbau	
	Otto-Hahn- Schiff			WAK Karlsruhe, Cadarache, ZL Nord
Rosendorf	RFR		zurückgebaut	Russland, Morsleben,
	RAKE		zurückgebaut	ZLR Rosendorf, TBL Ahaus
	RRR		zurückgebaut	

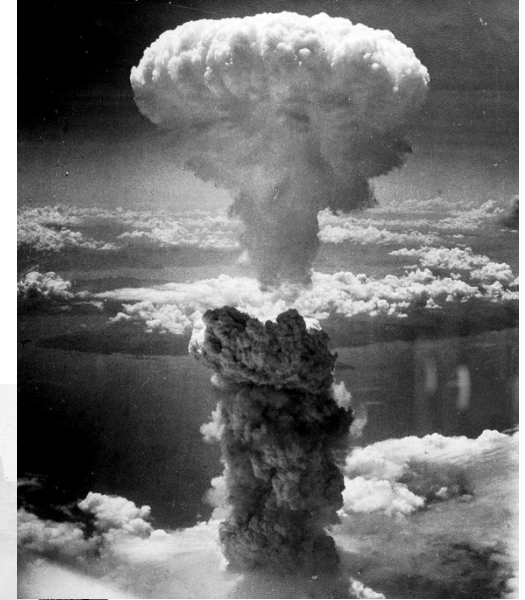
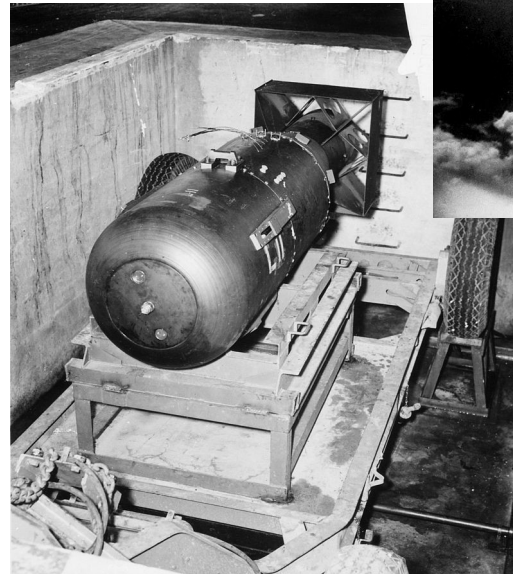
Forschungsreaktoren

	Forschungsreaktoren	Status	Wo ist der Müll bzw. ging er hin?
Berlin	BER I	sicherer Einschluss	USA, Mol, ASSE II, Morsleben, Landessammelstelle Berlin
	BER II	abgeschaltet	Dounreay, USA, Gorleben, ASSE II, Morsleben, Landessammelstelle Berlin
Garching	FRM I	zurückgebaut	Dounreay, USA, ASSE II
Garching	FRM II	in Betrieb	Garching, Jülich, geplant: TBL Ahaus
Braunschweig	FMRB	zurückgebaut	Dounreay, USA, Morsleben, Zwischenlager PTB Braunschweig
Hannover	FRH	zurückgebaut	USA, ERA Morsleben, Landessammelstelle Jülich
Frankfurt	FRF 1	zurückgebaut	
	FRF 2	zurückgebaut	
Neuherberg	FRN	sicherer Einschluss	USA, ASSE II
Heidelberg	TRIGA	zurückgebaut	USA, Landessammelstelle Ba-Wü
Mainz	TRIGA	in Betrieb	Geplant: TBL Ahaus
	Versuchsreaktoren		
Karlstein	HDR Großwelzheim	zurückgebaut	Wak Karlsruhe, ASSE II, ZL Nord

Quelle:
Atommüllreport.de

Spezielle Gefahren

- Inhalt: Spaltstoffe für Atomwaffen
 - Plutonium (Pu)
 - Hoch angereichertes Uran
U-235 und U-233
- Besondere Anforderungen an die Sicherung (Terrorschutz)
- Besondere Anforderungen an die Konditionierung
- Re-Kritikalität im Atommüll-Lager
 - Langzeit-Zwischenlager
 - Geologisches Lager
“Endlager“
- U + Pu sind giftige Schwermetalle



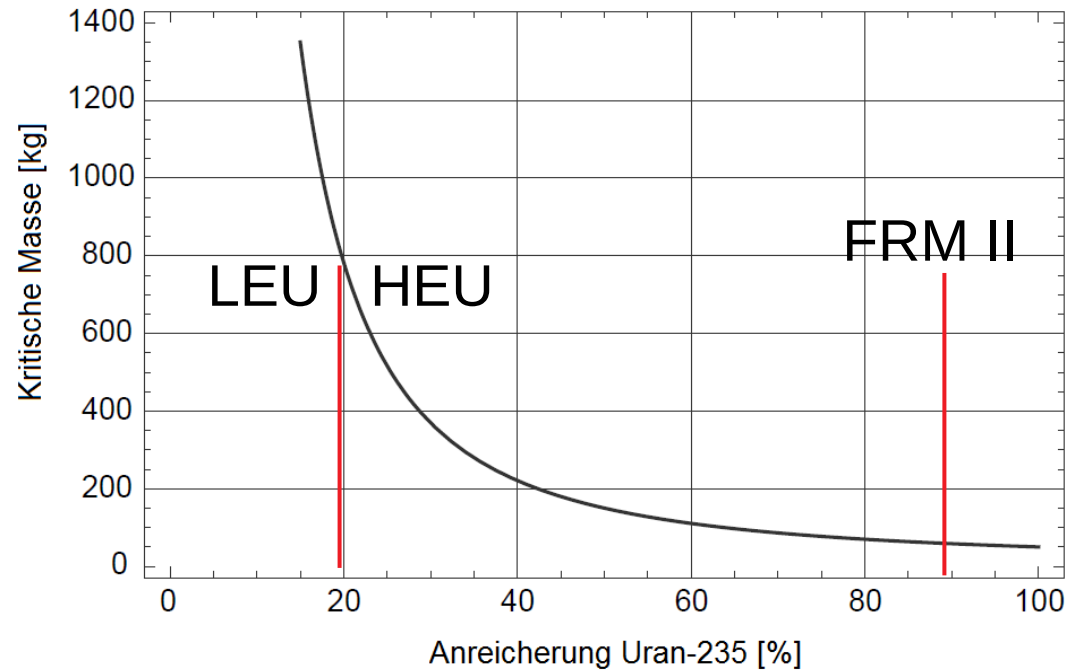
Links: Die Hiroshima-Bombe
„little boy“
mit Uran-Sprengsatz
Oben: Explosion der
Nagasaki-Bombe
mit Plutonium-Sprengsatz
(Bild: Wikipedia)

Das Plutonium-Problem

- Plutonium entsteht im Betrieb eines Atomreaktors (Leichtwasserreaktor) durch Neutronenbestrahlung von Uran.
Ein **AKW produziert ca 300 kg** pro Jahr
- Abtrennung bei der „Wiederaufarbeitung“ der Brennelemente
- Weltweit ~**530 Tonnen** Plutonium abgetrennt,
davon 310 Tonnen Ziviles Plutonium [*fissilematerials.org*]
- **Etwa 6 kg reichen für eine Bombe**
- Für Bomben wird **Pu-239 präferiert**, andere Isotope prinzipiell geeignet
- Wege zur Abrüstung:
 - „**Verbrennen**“ in Reaktoren (z.B. MOX-Brennelemente)
→ erfordert „Wiederaufarbeitung“, niemals vollständig
 - **Ende der Plutonium-Wirtschaft**,
Vermischung des abgetrennten Plutoniums mit Atommüll
und möglichst sichere Lagerung

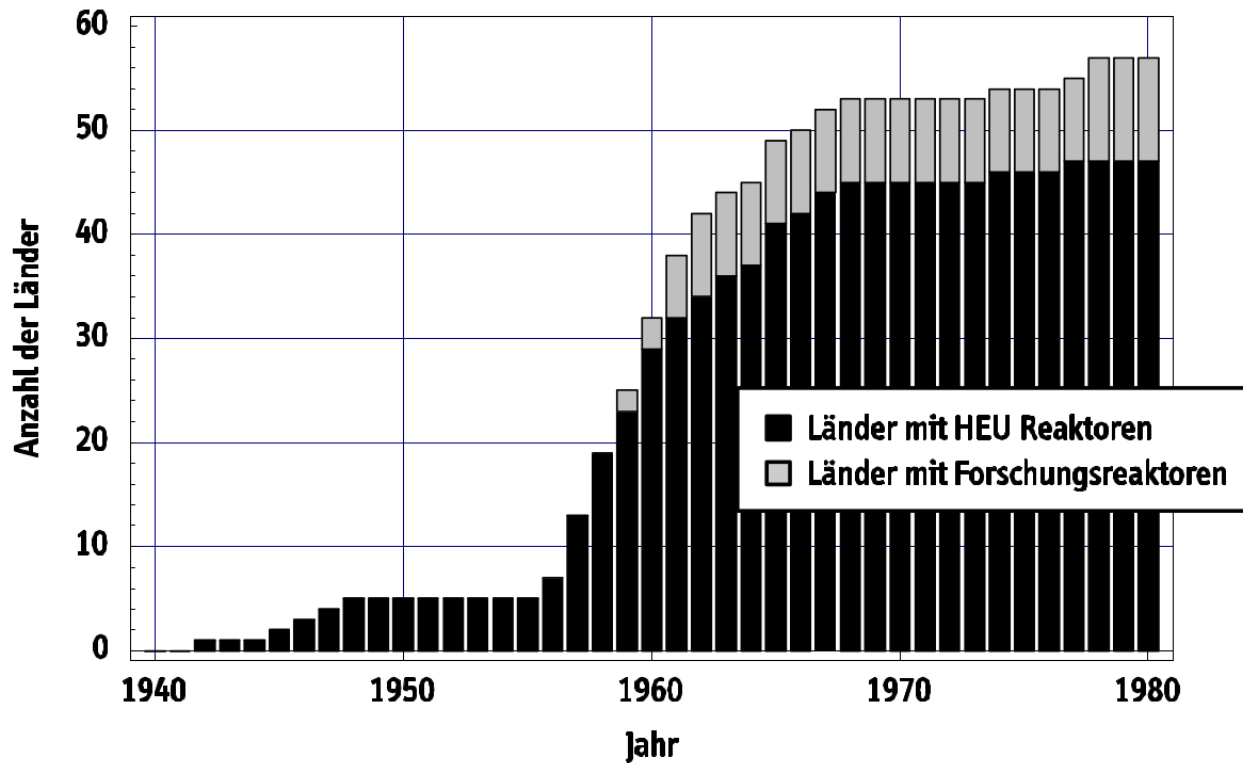
Hoch angereichertes Uran (HEU)

- Natürl. 0,7% Uran-235
- Brennstoff für AKW ~ 3-5%
- **HEU**: ab 20% Uran-235
- Atomwaffen ab ~85%
- Forschungsreaktoren:
zunächst >90%
- FRM II (TU München) ~93%
- Unter 17 kg HEU reichen
für eine moderne Bombe
(genannt werden auch 7kg)



Das HEU-Problem

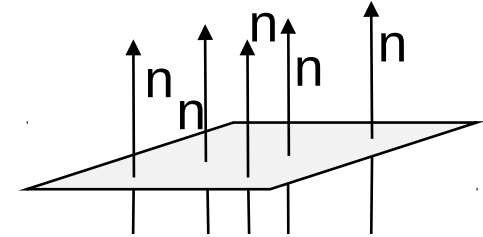
- Anreicherung ist der entscheidende Schritt zur Bombe
- Viele Bomben-Programme haben den technisch einfacheren Uran-Pfad gewählt
- Schutz vor Missbrauch: kein HEU im Umlauf
- Aber:



Quelle: IANUS-Bericht „Untersuchungen zu technischen Potenzialen für die Umrüstung des Forschungsreaktors München II“ an BMBF, 2006

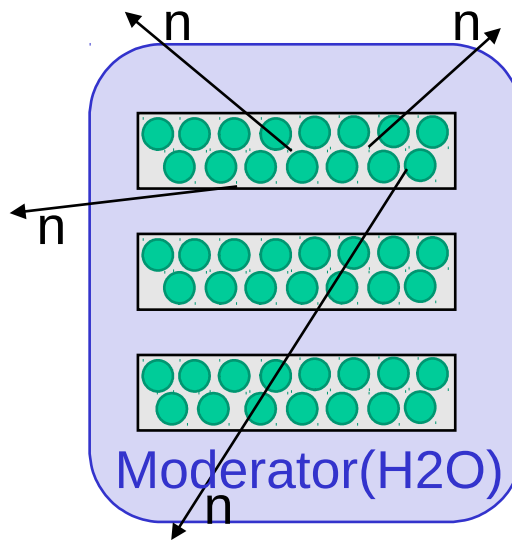
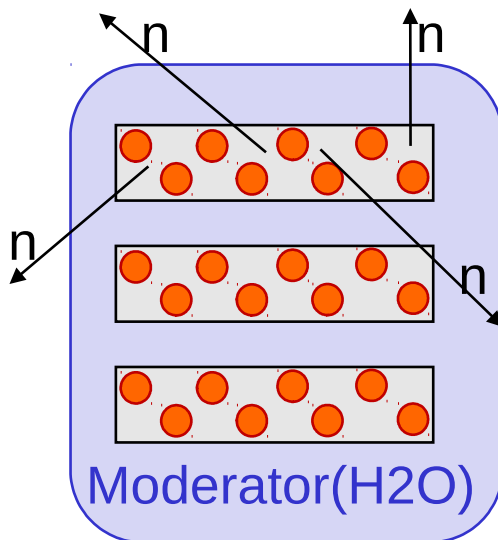
„Abrüstung“ von Forschungsreaktoren

Ziel: hoher Neutronenfluss = $\frac{\text{Neutronenzahl}}{\text{Fläche} \times \text{Zeit}}$



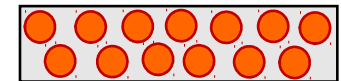
RERTR-Programm:

Hohe Spaltstoffdichte durch hohe Uran-Dichte statt hoher Anreicherung



- HEU
- LEU

Missbrauch am
FRM II



- **Forschungsreaktoren**
Schlaglicht FRM II Garching
- Kommerzielle Versuchsreaktoren (≠ Forschung)
Schlaglicht AVR Jülich
- Kernforschungszentren:
Schlaglicht JRC (ITU Karlsruhe)

- **Verständ**

- 1953 „Atoms for peace“ Eisenhower
- **1977-1980: UN-Konferenz INFCE**
- 1978: RERTR-Abrüstungsprogramm
- **Hohe Uran-Anreicherung**
kompensiert durch **Uran-Dichte**
-> nicht waffenfähiger Brennstoff für Forschung
- 1980er: TU München plant Missbrauch:
Hohe Dichte + Hohe Anreicherung für FRM II
- 1990er: Genehmigungsverfahren mit HEU
- 2004: Betrieb.
Einziger HEU-Reaktor >1MW nach 1986
- Kein HEU-Brennstoff mit Rücknahme aus USA
→ **Verantwortliche Entsorgung in Deutschland**

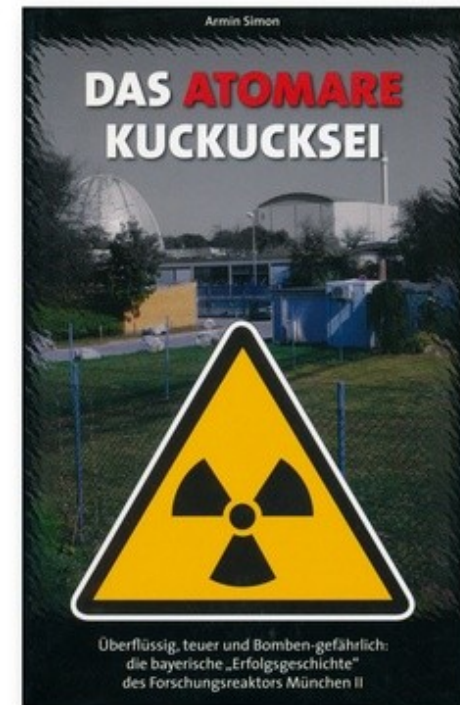


Kompaktkern des FRM II mit
Brennstoffplatten (Abbildung: TUM)

Jahrzehntelanger Streit



Übergabe der Unterschriftenlisten für eine sofortige Umrüstung des FRM-II Ende 1999 in Berlin. V.l.n.r.: Karin Wurzbacher (Umweltinstitut München e.V.), Wolfgang Panzer, Außenminister Joschka Fischer.



Aus: „Das Atomare Kuckucksei“, A. Simon 2005

- Rund 350 kg HEU in abgebrannten Brennelementen (>87% U-235)
- Missbrauch für Atomwaffen weiterhin möglich
- Langfristige Zwischenlagerung über Jahrzehnte, genaue Endlagerbedingungen unbekannt
- Vorsorge gegen Proliferationsgefahr und Re-Kritikalität im Atommülllager:
Abreicherung nötig (z.B. Melt & Dilute)
[→ RSK, sowie Gutachten von ISR und GRS 2017]
- Auszug aus 3.TEG: Betriebsgenehmigung:

[jährlich sind...]Planungen zur Entwicklung und Realisierung eines Verfahrens zur endlager-gerechten Konditionierung[...] darzulegen.

- **Bisher ist von Plänen zur Abreicherung nichts bekannt**

Transporte ins Zwischenlager Ahaus?



Brennelement Zwischenlager Ahaus für hochradioaktiven Atommüll (04.2007).
Nun wird zur Sicherung nachgerüstet.
Die Genehmigung läuft 2037 aus.
Foto: BGZ

- Zeit drängt: fast alle 50 Plätze des Absetzbeckens belegt
- Seit einigen Jahren sind erste Transporte angekündigt
- Genehmigung erteilt (Jan 2019) Castor MTR-3 für 5 Brennelemente
Genehmigung fehlt: Transport, Lagerung
- Widerstand in Ahaus seitens Bürger-Initiative und Stadt:
→ Lager ungeeignet
- Kein Transport: FRM II muss pausieren
(Seit April 2020 Betriebsstopp wegen Pannen und Covid-19)

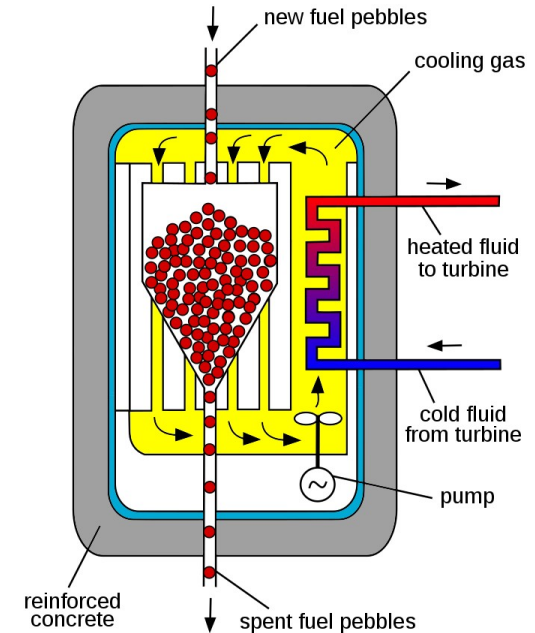
Protest in Ahaus



- März 2019 in Ahaus: Initiativen und Umweltverbände fordern:
- Waffenfähigen Atomüll in Garching entschärfen
- Keine HEU Transporte
- Bau eines genügend gesicherten Lagers in Garching

- Forschungsreaktoren
Schlaglicht FRM II Garching
- **Kommerzielle Versuchsreaktoren (≠ Forschung)**
Schlaglicht AVR Jülich
- Kernforschungszentren:
Schlaglicht JRC (ITU Karlsruhe)

- **Hochtemperaturreaktor** mit Kugel-Brennelementen (U-235 und Thorium) **kommerzieller** Betrieb: 1967-1988 (15 Elektrizitätsversorger beteiligt)
- **Defekte und Störfälle** teils verheimlicht, Indizien für **Havarie**
- **Massive Probleme beim Rückbau:**
Hohe radioaktive Kontamination:
Weltweit höchste β -Kontamination in einem Reaktor (staubgebunden: Strontium-90, außerdem C-14)
- **Abfallmenge und Art**
 - 152 Behälter CASTOR® AVR/THTR mit 300.000 Brennelementkugeln, 1,8 t SM entspricht 75 kg Kernbrennstoff.
 - Proliferationsgefahr (U-235 und U-233) wegen hohem Abbrand niedriger als bei THTR.
- Reaktorbehälter erhält eigenes Zwischenlager: Max. 197 Brennelemente im Behälter, die „mit strahlenschutztechnisch und wirtschaftlich vertretbarem Aufwand“ nicht geborgen werden konnten.



AVR Jülich – wohin mit dem Müll?

- Derzeitige Lagerung im ZL Jülich (ohne Genehmigung seit 2013)
- Optionen:
 - Transporte ins TBL Ahaus (Panzer-Fahrzeuge)
 - Export in die USA (kommerzieller Reaktor: Exportverbot)
 - **Bau eines genügend gesicherten Zwischenlagers in Jülich**
- **Verursacher müssen Verantwortung übernehmen**



Zwischenlager in Jülich
Foto: Betreiber



Atom-müll-Protest 2019 in Ahaus: Zwischenlager dürfen keine Endlager werden

- Forschungsreaktoren
Schlaglicht FRM II Garching
- Kommerzielle Versuchsreaktoren (≠ Forschung)
Schlaglicht AVR Jülich
- **Kernforschungszentren:**
Schlaglicht JRC (ITU Karlsruhe)

- **Betreiber:**

Europäische Kommission, Gemeinsame Forschungsstelle Joint Research Centre – JRC, zuvor: Institut für Transurane (ITU)
Standort: KIT Campus Nord (bei Karlsruhe)

- **Ziele (u.a.)** [<https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-site/karlsruhe>]

- Nuklearwissenschaften, Wissensmanagement & Training,
- Unterstützung der Entwicklung von EU-Regeln zur nuklearen Sicherheit
- **Beitrag zur langfristigen Dekarbonisierung der Energieversorgung**

- **Kritik:**

- Beitrag zur Entwicklung neuer Reaktorkonzepte: Brennstäbe
- Hohe Genehmigungswerte zum Umgang mit Spaltstoffen:

180 kg Plutonium

50 kg Uran-235

200 kg Thorium

750 kg natürliches Uran

weitere Transurane in kleineren Mengen

- Erweiterung: Großneubau „Flügel M“ 2012 genehmigt
- **Mediationsverfahren** (durch Michael Sailer, Öko-Institut):
Beteiligt: ITU, Lokalpolitik, BUND e.V., Aufsichtsbehörde ist Umweltministerium BaWü
- → **Antragsteller verpflichtet sich, Genehmigungswerte nur beschränkt auszunutzen (80kg Pu, davon 30 für „staatliche Verwahrung“)**
- → **Zusage, dass bezüglich zukünftigen Reaktorsystemen (z.B. „Gen-IV“)** *„nur Forschungsarbeiten durchgeführt werden, die sich ausschließlich auf sicherungs- und sicherheitsrelevante Fragestellungen im Hinblick auf den Einsatz von Kernbrennstoffen in diesen Reaktorsystemen und den dazugehörigen Brennstoffkreisläufen, nicht aber auf die Entwicklungsarbeiten für diese Reaktorsysteme beziehen.“*
- **Grauzone:**
 - Wissen für internationale Kontrolle zukünftiger Reaktoren erwerben
 - Test zur Minimierung der Produktion von Transuranen in Brennelementen wirklich getrennt von Reaktorentwicklung?

Fazit

- Forschungseinrichtungen in Deutschland produzieren Atommüll, bzw. gehen mit Stoffen um, die für Atomwaffen missbraucht werden könnten
- Daraus ergibt sich eine Verantwortung, von der das Narrativ „Forschung ist immer gut“ nicht ablenken darf
- **Beispiel FRM II:**
 - „Endlager“ lässt auf sich warten:
Genügend gesicherte Langzeit-Zwischenlager sind nötig.
 - Schon vor der Langzeit-Zwischenlagerung muss zur Proliferationsvorsorge der hoch angereicherte Atommüll entschärft werden
- **Beispiel AVR:**
 - Nach Ende/Scheitern eines Atomprojektes bleibt problematischer Atommüll, für den Verantwortung übernommen werden muss.
- **Beispiel JRC/ITU:**
 - Umgang mit waffenfähigen Stoffen und Training für Atomindustrie
 - Sicherheitsforschung / Erforschung neuer Reaktoren: mindestens Grauzone

Impressum / Copyright

Atommüllreport

c/o Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD
e.V.

Bleckenstedter Straße 14a
38239 Salzgitter

www.atommuellreport.de

21.10.2020

Weitere Informationen:



www.umweltinstitut.org



atommuellreport.de