

# Radioaktive Abfälle: Ist-Zustand und Aussichten

Von Mythen, vom Wissen und von unhinterfragter  
Verantwortungsübergabe an nachfolgende Generationen

Gerhard Schmidt

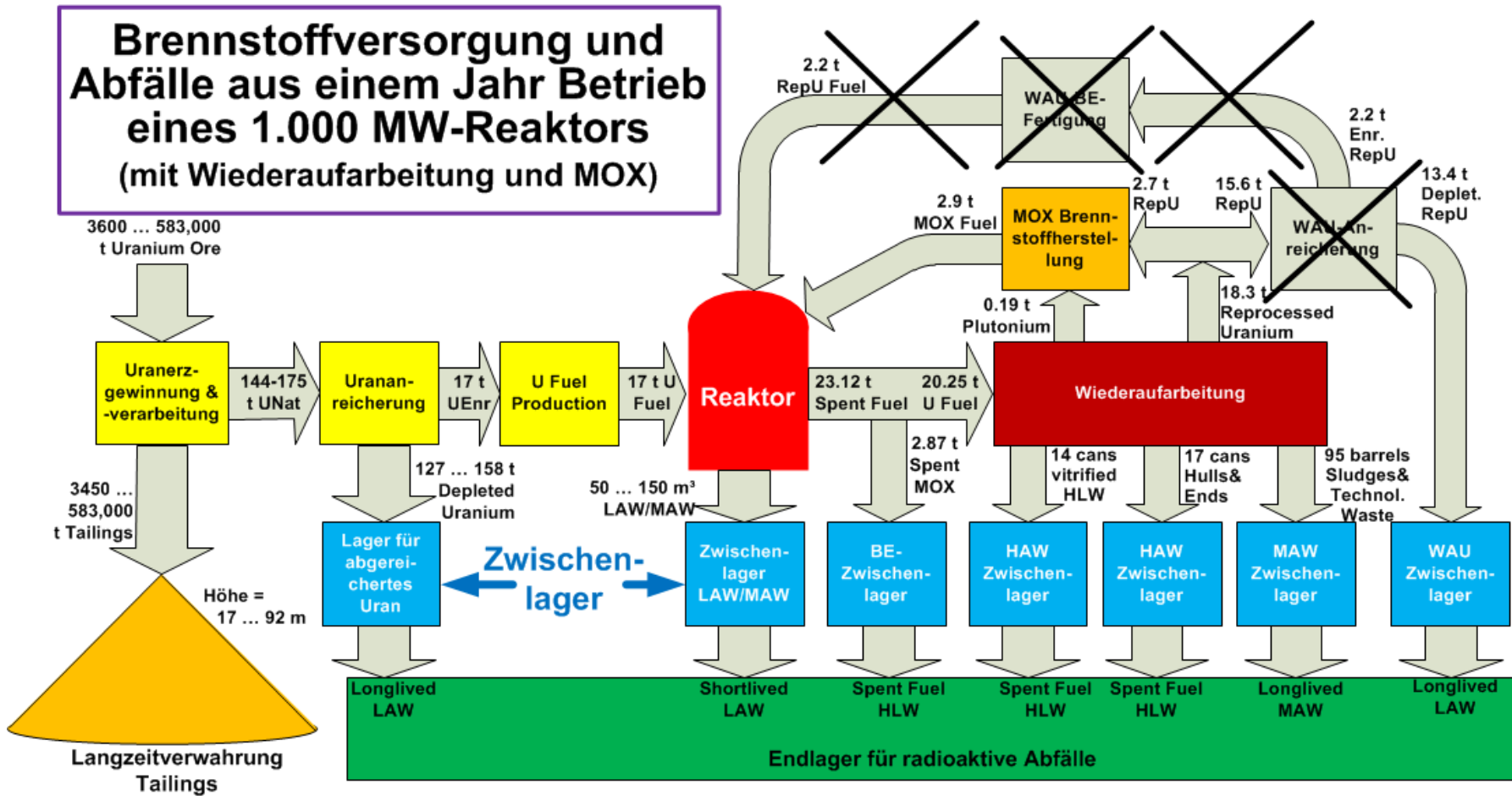
Club Voltaire

Frankfurt(Main), 08.11.2015, 11:00

„Dieses ist, so weit ich sehen kann, überhaupt kein Problem. Ich habe mir sagen lassen, dass der gesamte Atommüll, der in der Bundesrepublik im Jahr 2000 vorhanden sein wird, in einen Kasten hineinginge, der ein Kubus von 20 Metern Seitenlänge ist. Wenn man das gut verschließt und versiegelt und in ein Bergwerk steckt, dann wird man hoffen können, dass man damit das Problem gelöst hat.“

Carl Friedrich von Weizsäcker, Physiker

# Nun denn, und was aus der Garage wurde ..



Ein Reaktor, 32 Jahre Betrieb: das 38-fache; zwanzig Reaktoren: das 760-fache; è Die mehrstöckige Großgarage platzt aus allen Nähten

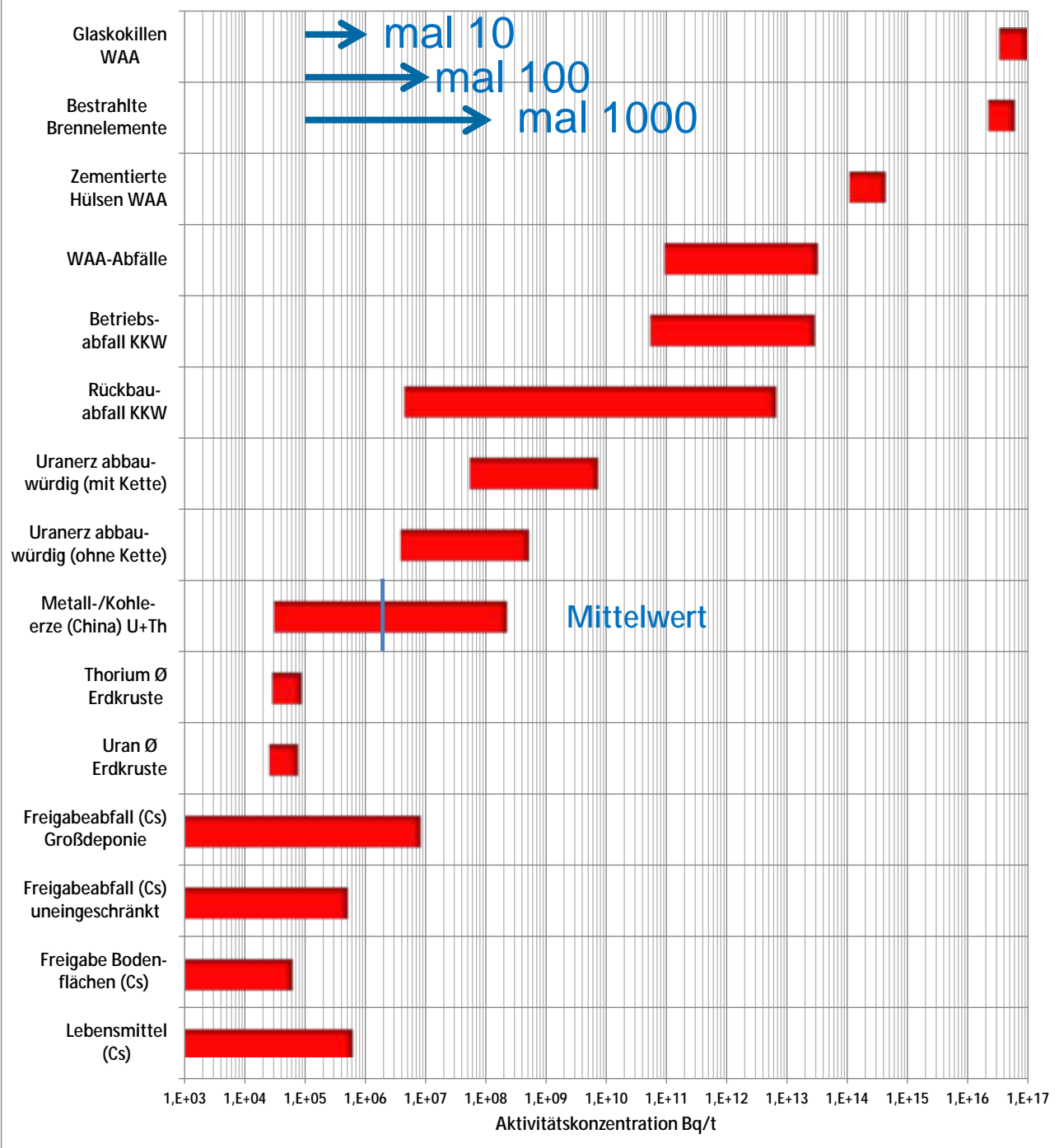
# Vergessene Abfälle ...

## Beispiel abgereichertes Uran:

- Suche nach Anwendungen seit den Fünfziger Jahren, aussichtslos
- Hoffnung Schneller Brüter (aus Uran wird Plutonium, wurde aber nix, weder in D noch in F noch in USA noch in JA)
- In panzerbrechenden Waffen (nicht mehr erwünscht, Umgang zu kompliziert, Blei und Wolfram tut's auch)
- Als Ausgleichsgewicht in Zivilflugzeugen (Absturz Amsterdam, Uran in Vorgärten, aufwändiges Einsammeln)
- In früheren Abfallbilanzen gar nicht enthalten (war ja ein „Wertstoff“)
- Heute endlich: im Nationalen Entsorgungsprogramm (Zeitverzögerung vom Wissen bis zu seiner Anerkennung: 65 Jahre = zwei Generationen)

# Wie aktiv ist radioaktiv?

- In keinem anderen technischen Bereich als der Nukleartechnik ist die Spannbreite der Gefährlichkeit der verschiedenen Stoffe so extrem unterschiedlich, sie reicht von
  - sofort tödlich (Glaskokillen, bestrahlte Brennelemente) über
  - nach wenigen Stunden Aufenthalt in der Nähe tödliche Dosis (WA-Abfälle, Kerneinbauten im Reaktor) über
  - nach einigen Stunden Aufenthalt in der Nähe Grenzwert für beruflich Strahlenexponierte (20 Millisievert pro Jahr) überschritten (Primärkreislauf oder Kühlmittelpumpen bei einem Reaktor, Filterbereich in einer Phosphat- oder Seltene-Erden-Fabrik), Risiko für einen schweren Gesundheitsschaden 1:900, über
  - nach ganzjährigem Aufenthalt auf einer Urantailingsdeponie Grenzwert für die Bevölkerung (1 Millisievert pro Jahr) überschritten, Risiko für einen Gesundheitsschaden 1:18.000,
  - beim Ablagern von zur Deponierung freigegebenen Rückbauabfällen eine zulässige Dosis (0,01 Millisievert pro Jahr) erhalten, Risiko für einen Gesundheitsschaden 1:1.800.000.



Aktivitätskonzentrationen verschiedener Materialien (in Bq/t)

(Freigaberegeln gemäß StrlSchV 2012)

è Bandbreite reicht über 12 bis 13 Größenordnungen (1 : 1 Billionarde)

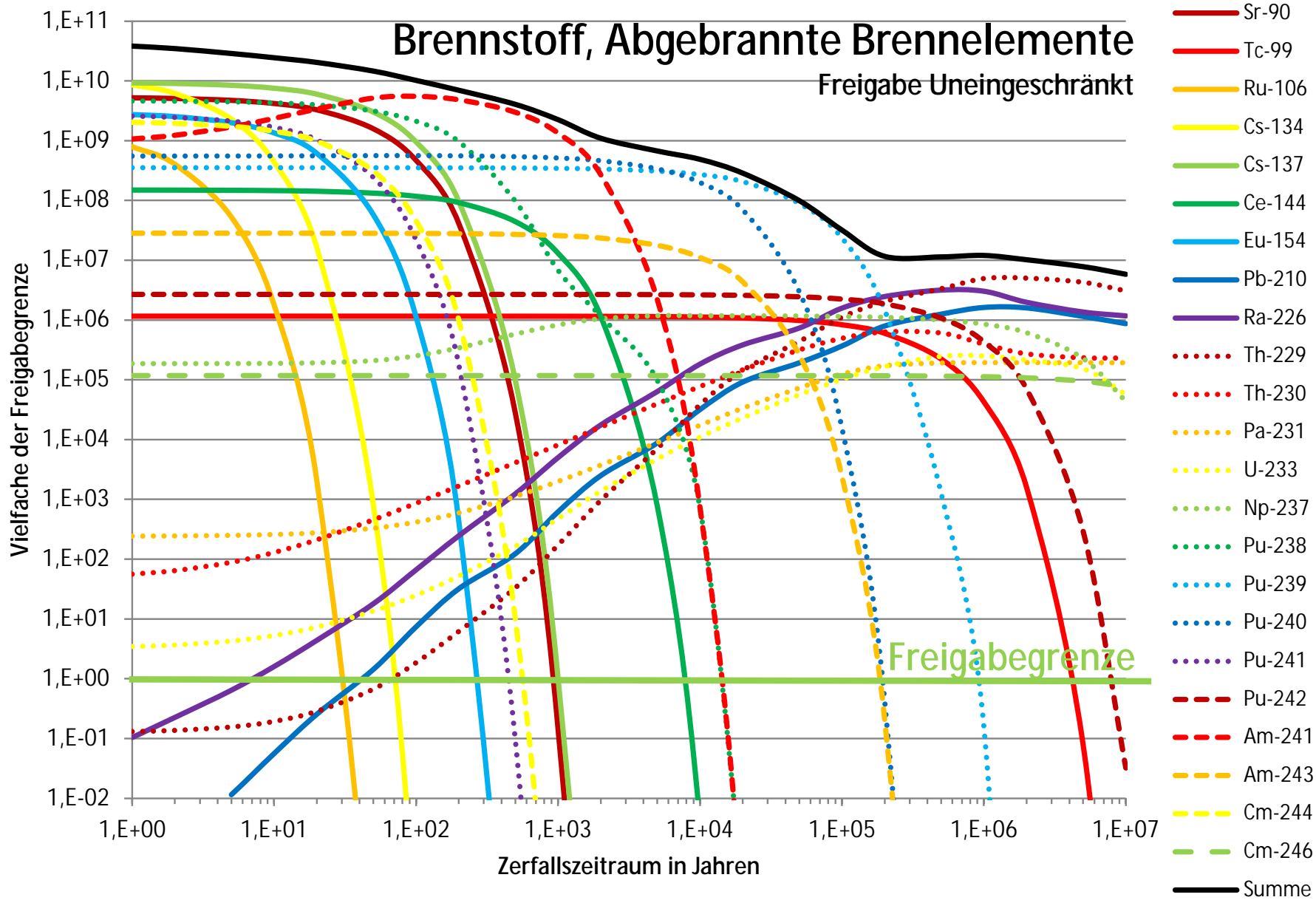
è als grobes Maß für die notwendige Einschlussgüte geeignet

- Kriterium: Der Abfall ist so lange gefährlich, bis seine radioaktiven Inhaltsstoffe unter die Grenze für seine Freigabe zerfallen sind
  - Freigabegrenzen: sind in der Strahlenschutzverordnung und in der EU-Strahlenschutzrichtlinie definiert (Unterschiede marginal)
  - Abfall unter Freigabegrenze: bei Kontakt oder beliebiger Verwendung (Teile davon verspeisen, Haus daraus bauen, u.v.a.m.) wird maximal 0,01 Millisievert an Dosis erhalten, entspricht einem Risiko von 1:1.800.000 für einen schweren Gesundheitsschaden
- è Abfälle mit diesen geringen Restgehalten müssen weder endgelagert noch müssen Menschen auf sonstige Weise gegen Gefahren geschützt werden

Wie lange dauert es, bis dieser ideale Zustand erreicht wird?

# Brennstoff, Abgebrannte Brennelemente

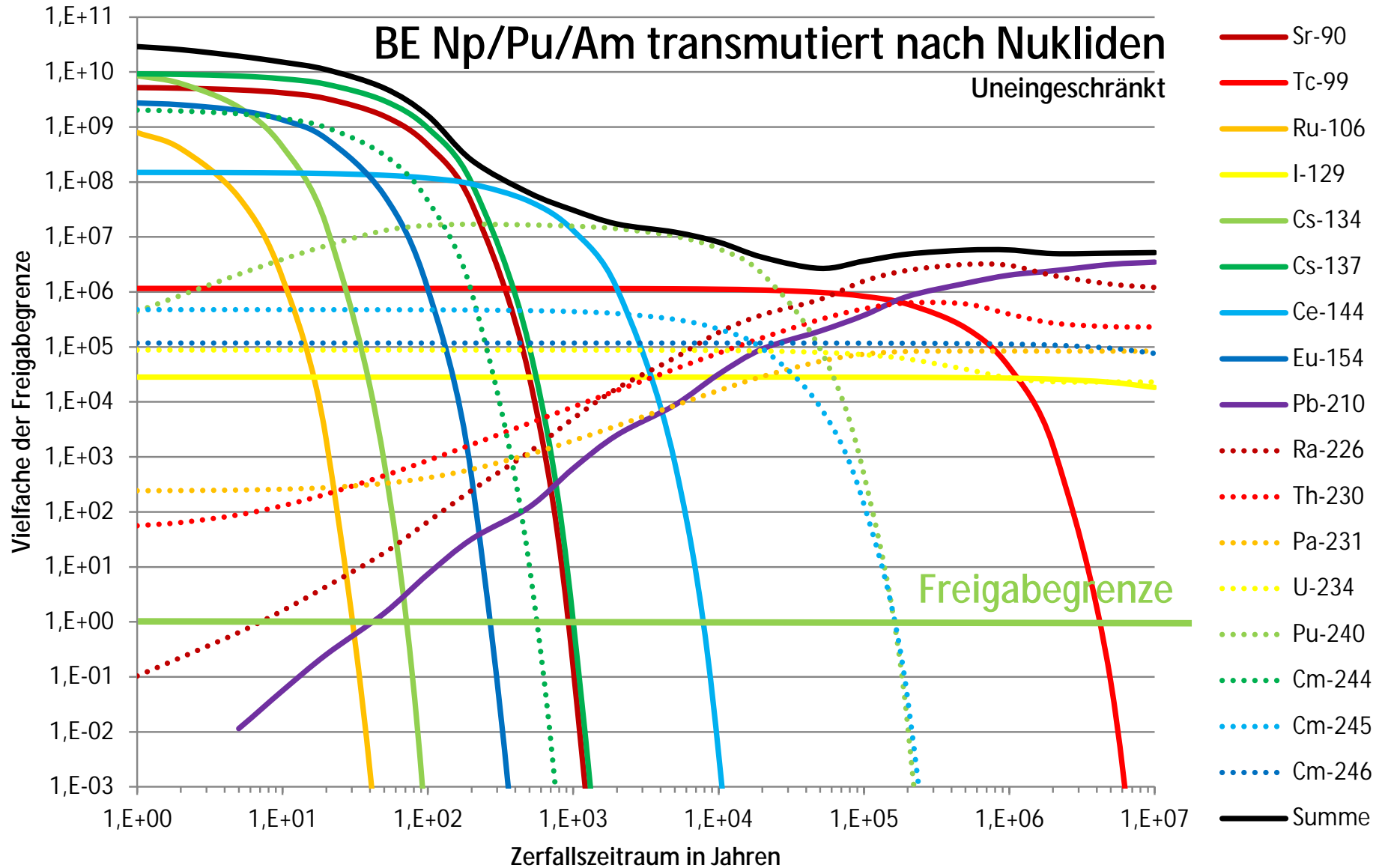
Freigabe Uneingeschränkt



- Auch nach 10 Millionen Jahren zerfällt abgebrannter Brennstoff nicht unter diese Freigabegrenze. „Wait and see“ ist definitiv aussichtslos!



- Und wenn man jetzt Neptunium, Plutonium und Americium wegzaubert („transmutiert“)? ð Immer noch nicht besser, trotz Milliardenaufwand!



# Was damit tun?

- Ungefährlich machen?
  - Geht technisch nicht, man kann maximal einige unwichtige Bestandteile etwas verringern.
  - Außerdem setzt es den 100 Jahre dauernden Betrieb von Reaktoren, Wiederaufarbeitungsanlagen und Brennelementfabriken voraus.
  - Ein riesiger Aufwand für wenig Erfolg, die Reste müssen trotzdem endgelagert werden.
- Weltraum?
  - Risiko von Fehlstarts ist viel zu hoch.
  - Riesiger Aufwand wegen begrenzter Nutzlast (weltweit mehr als 200.000 t abgebrannter Brennelemente).
- Meer?
  - Verboten („London Dumping Convention“).
  - Stoffe breiten sich durch Diffusion weltweit aus.
  - Weltmeere sind „everybody’s backyard“, inakzeptabel.

# Was damit tun?

- Lagern?
  - Funktioniert Lagern, Bewachen und Reparieren über 10 Millionen Jahre lang?
  - Heutige technische Systeme viel zu kurzlebig.
  - Überstehen technische Organisationen Eiszeiten, Bürgerkriege, Kriege?
  
- è Nur geologische Systeme überdauern solche Zeiträume!
- è Auswahl geologisch stabiler Systeme zentral für Langzeiteinschluss!
- è Zentrale Anforderungen: Undurchlässigkeit, Rückhaltung der gefährlichen Stoffe, Stabilität, Stabilität, Stabilität, Stabilität ...

# Von der Annäherung an die Endlagerung

- Wir kaufen uns einen Salzstock ...
  - Im Salzbergwerk Asse II wird 1964 die Förderung eingestellt.
  - Die Bundesrepublik Deutschland in Gestalt der Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) kauft 1965 die Schachanlage Asse II für rund 800.000 DM, das Institut für Tieflagerung wird gegründet.
- ... und tun da einfach alles reinwerfen ...
  - 1967 – 1978: Einlagerung schwach-, später auch mittelradioaktiver Abfälle in der Schachanlage
  - Für das „Endlager“ ist weder ein Genehmigungsverfahren, noch ein Langzeitsicherheitsnachweis noch ein schlüssiges Verschlusskonzept nötig; Motto: „Kommt Zeit, kommt Rat.“
  - Einige träumen schon davon, da auch noch die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung dazu zu packen („Entsorgungskonzepte“ aus Bauanträgen für viele Reaktoren der Siebziger).
- ... und dann kam doch alles anders ...
  - 1978 wird ein Planfeststellungsbeschluss (Genehmigungsverfahren) erforderlich, die Asse übersteht ein solches Verfahren nicht, sie wird zur Versuchsanlage umdefiniert.

- Die Asse hat viele Eigenschaften, die sie aus heutiger Sicht als Endlager ungeeignet macht:
  - Die Sicherheitsabstände zwischen Hohlräumen und Deckgebirge sind durch den früheren Salzabbau gar nicht mehr vorhanden oder viel zu dünn; Sicherheitspfeiler sind zerstört oder unzuverlässig: keine Standsicherheit der Grube über Jahrzehnte → Absaufen möglich.
  - Salzlösung läuft zu, hydraulische Verbindungen zum Deckgebirge sind nachgewiesen → Absaufen möglich.
  - Durch den Salzbergbau sind riesige Hohlräume entstanden, die unmöglich alle verfüllt werden können → Instabilität durch Konvergenz.
  - Es gibt kein schlüssiges Verschlusskonzept und es wird auch nicht daran gearbeitet → Verfüllen mit Magnesiumlauge ist völlig unsachgemäß, BfS verfolgt prioritär Bergung
- Die Endlageranforderungen der Reaktorsicherheitskommission aus 1979 sind die Lessons learned aus dem Debakel:
  - Endlager dürfen ab sofort nur noch in „unverritzten“ Salzstöcken errichtet werden.

# Altlast Asse

- Ab 2009 ist das Forschungsministerium nicht mehr zuständig.
  - Was tun?
    - Optionenvergleich: Verfüllung? Umlagerung? Bergung?
    - Politischer Beschluss: Bergung versuchen.
  - Meine Zweifel:
    - Der technische Nachweis dafür, dass das geht, ist nicht geführt.
    - Der Verbleib der zu bergenden Abfälle ist ungeklärt:
      - durch Konditionierung vergrößert sich das Volumen,
      - ein riesiges Zwischenlager ist erforderlich (größer als HDB Karlsruhe!),
      - bis ein Endlager dafür geschaffen ist (Endlagerung zusammen mit wärmeerzeugendem HAW ist wegen der thermischen Wechselwirkungen keine gute Idee),
- è Liegt bei der Asse tatsächlich eine Gefährdung vor?

1. Die radioaktiven Abfälle aus dem ausgehenden Atomzeitalter müssen langzeitsicher endgelagert werden.
2. Es gibt dazu weder technisch machbare und zuverlässige sowie auch keine ethisch verantwortbare Alternativen, die den Schutz nachfolgender Generationen gewährleisten.
3. Das Dilemma mit der Altlast Asse macht deutlich, wohin Verharmlosung und undurchdachte, „spontane“ Kurzschlüsse langfristig geführt haben.
4. Auf der anderen Seite ist „Liegenlassen“ und „Nichtentscheiden“ keine vernünftige Verhaltensweise: das Problem erledigt sich weder von selbst noch ist mit genialen Einfällen künftiger Generationen zu rechnen.
5. Mit dem Ende des Atomzeitalters aktualisiert sich die Verpflichtung der heutigen Generationen, verantwortbare Problemlösungen in Gang zu setzen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Thank you for your attention!

Haben Sie noch Fragen?  
Do you have any questions?

