

Ausgestrahlt

# « Von fehlbaren zu lernenden Systemen »

Video-Konferenz, 26. November 2020

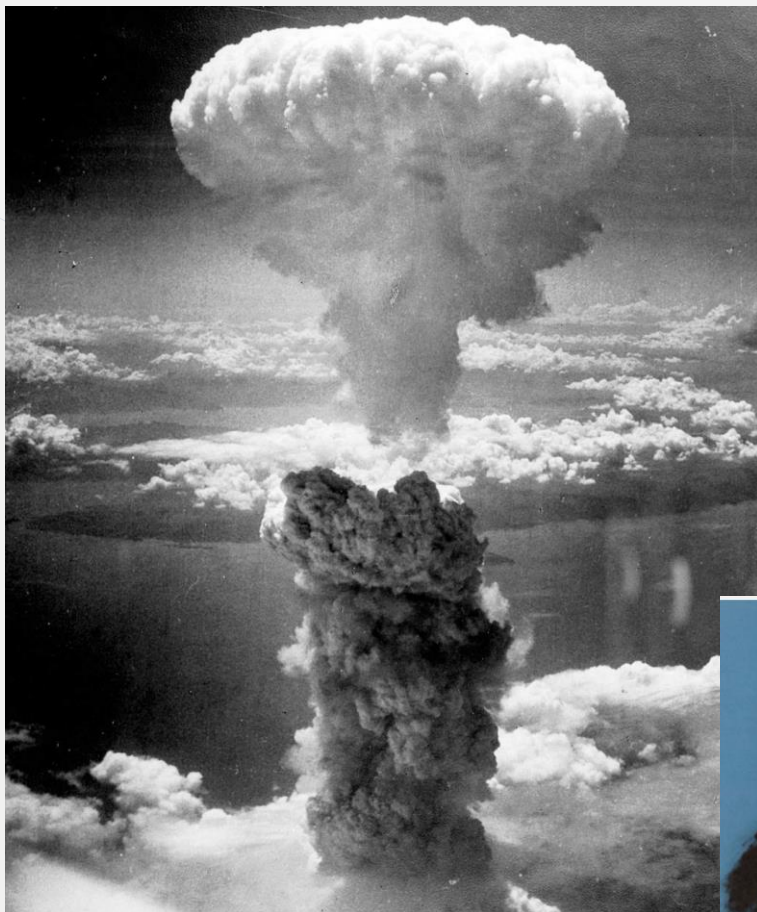
Marcos Buser  
INA GmbH, Zürich

# Menu

1. Das Problem:
  - a. Rückschau zu den Anfängen
  - b. Umgang mit radioaktiven Abfällen
  - c. Zwischenlösungen als Providurien
2. Lernende Systeme: was zeichnet sie aus, was leisten sie, wie beeinflussen sie Prozesse?  
Werden sie eingesetzt und wenn ja, wie?
3. Grundlegende Reflexion über  
langzeitwirksame Konzeptionen erforderlich:  
der duale Ansatz als Diskussionsbasis

## 1a. Das Problem:

kurze Rückschau zu den  
Anfängen und zum Umgang mit  
radioaktiven Abfällen




## Siamesische Zwillinge



# ATOMS FOR PEACE

"...the United States pledges before you -- and therefore before the world -- its determination to help solve the fearful atomic dilemma, to devote its entire heart and mind to find the way by which the miraculous inventiveness of man shall not be dedicated to his death, but consecrated to his life."

8 December 1953



**C3i**  
e-Magazine  
[www.c3iopscenter.com](http://www.c3iopscenter.com)

DWIGHT D. EISENHOWER  
President of the United States  
Addressing the General Assembly of  
the United Nations, December 8, 1953

SUPPLEMENT TO  
**Free  
World**  
VOLUME V - NO 6  
JUNE - 1956

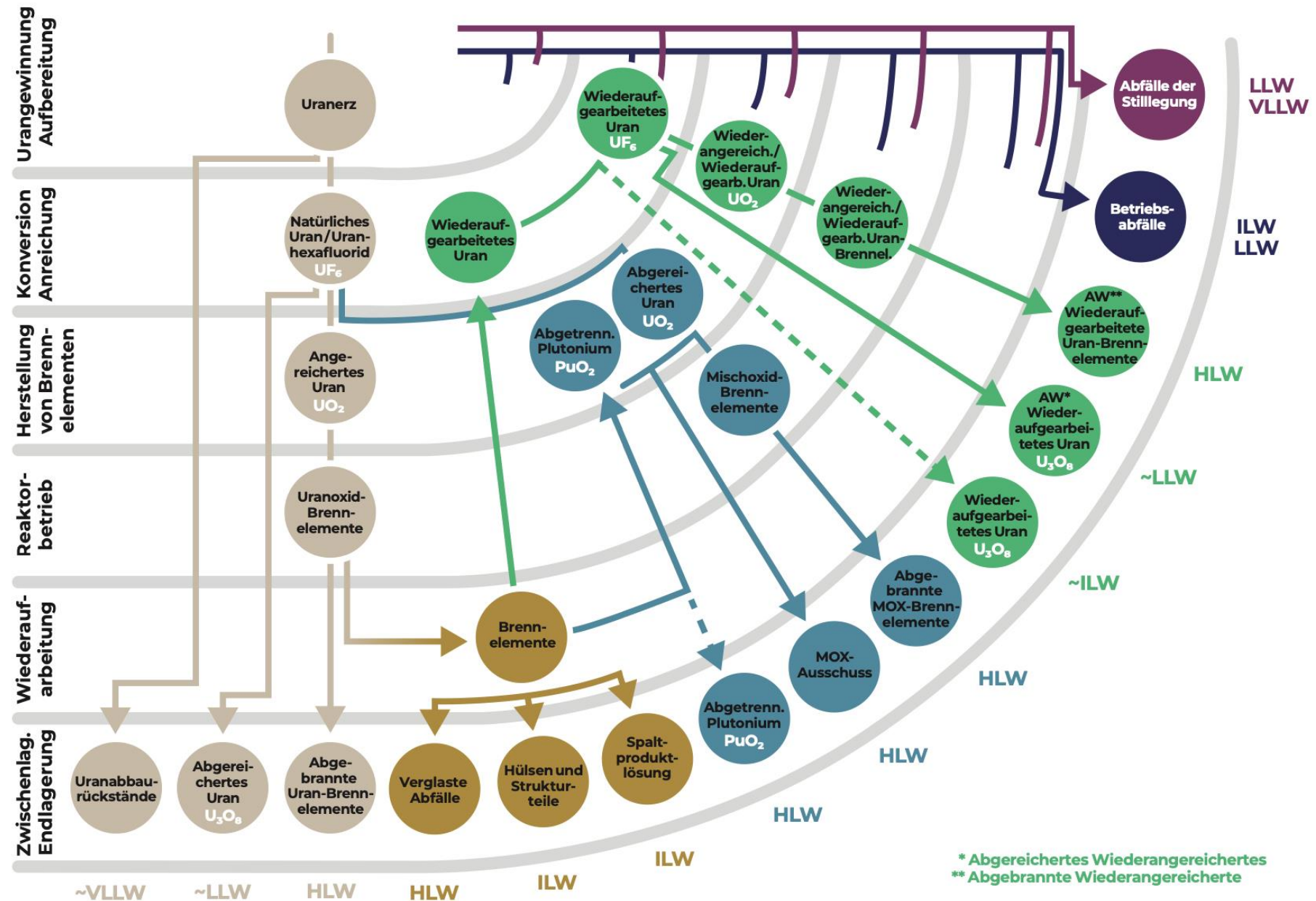




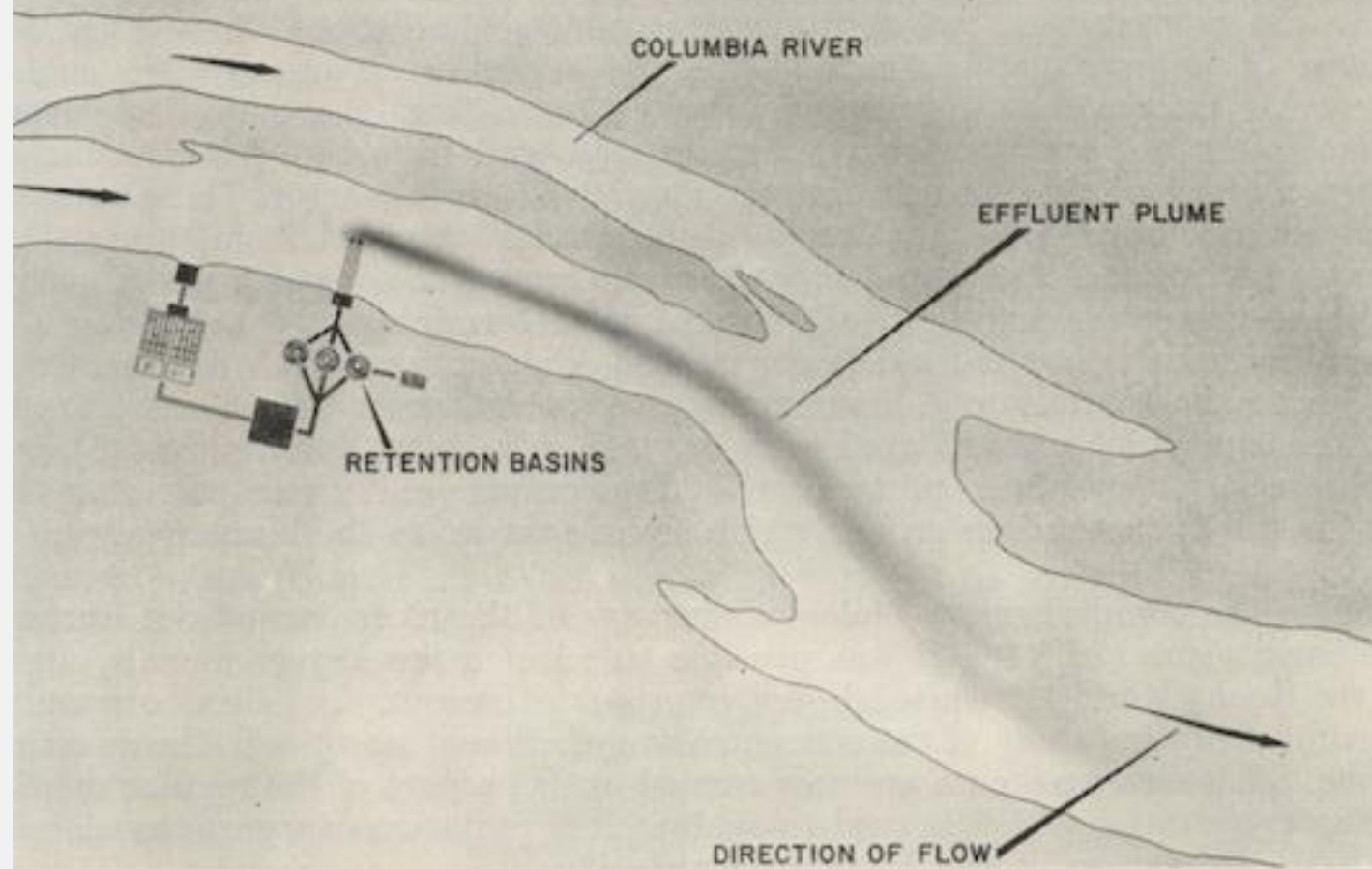
Frühe Visionen der  
Atomenergie: eisfreie  
Pole als Riviera's des  
Nordens und blühende  
Wüsten



**ABBILDUNG 1: Die Kernbrennstoffkette**

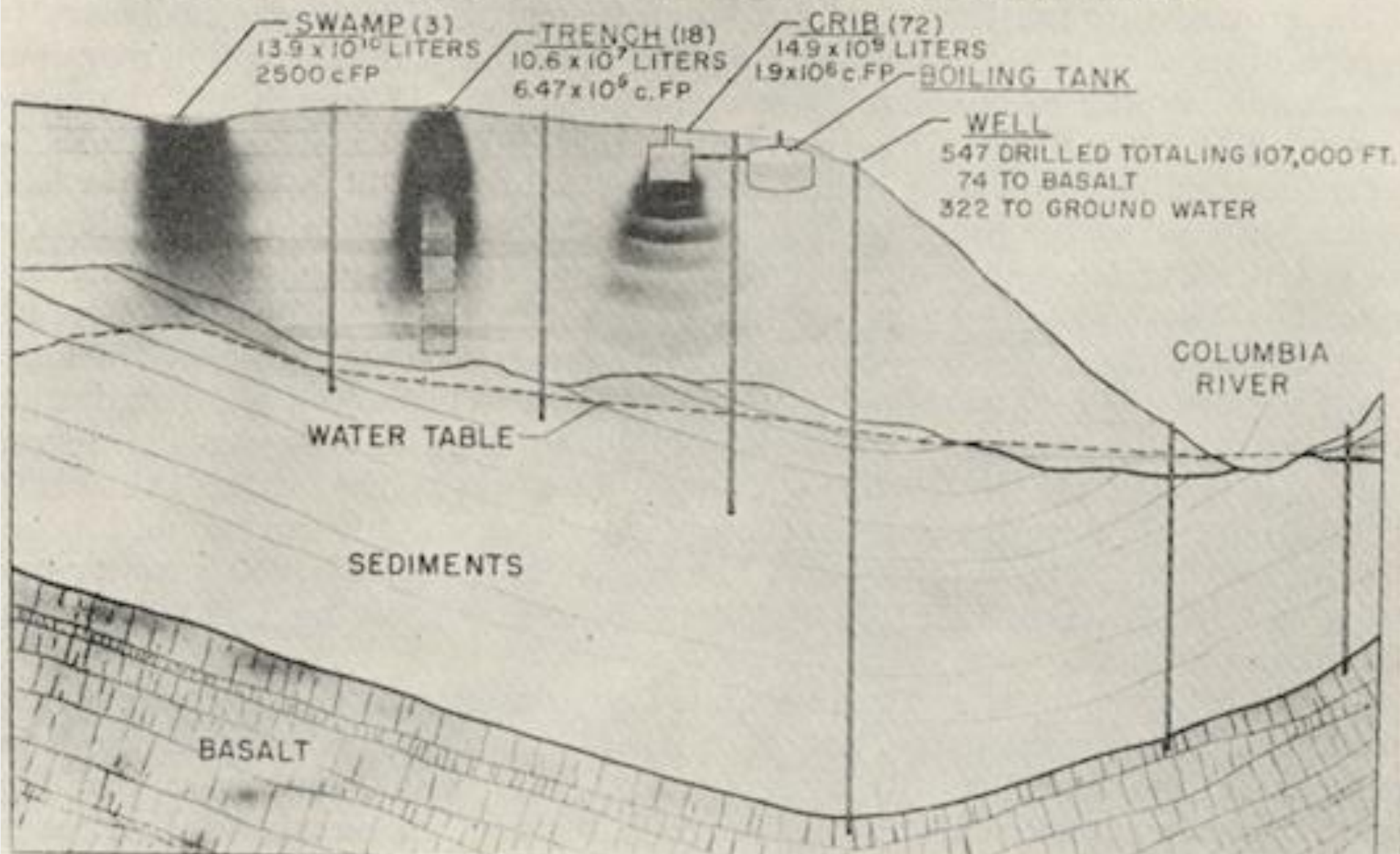


# TYPICAL DISPERSION PATTERN FOR EFFLUENT FROM ONE REACTOR

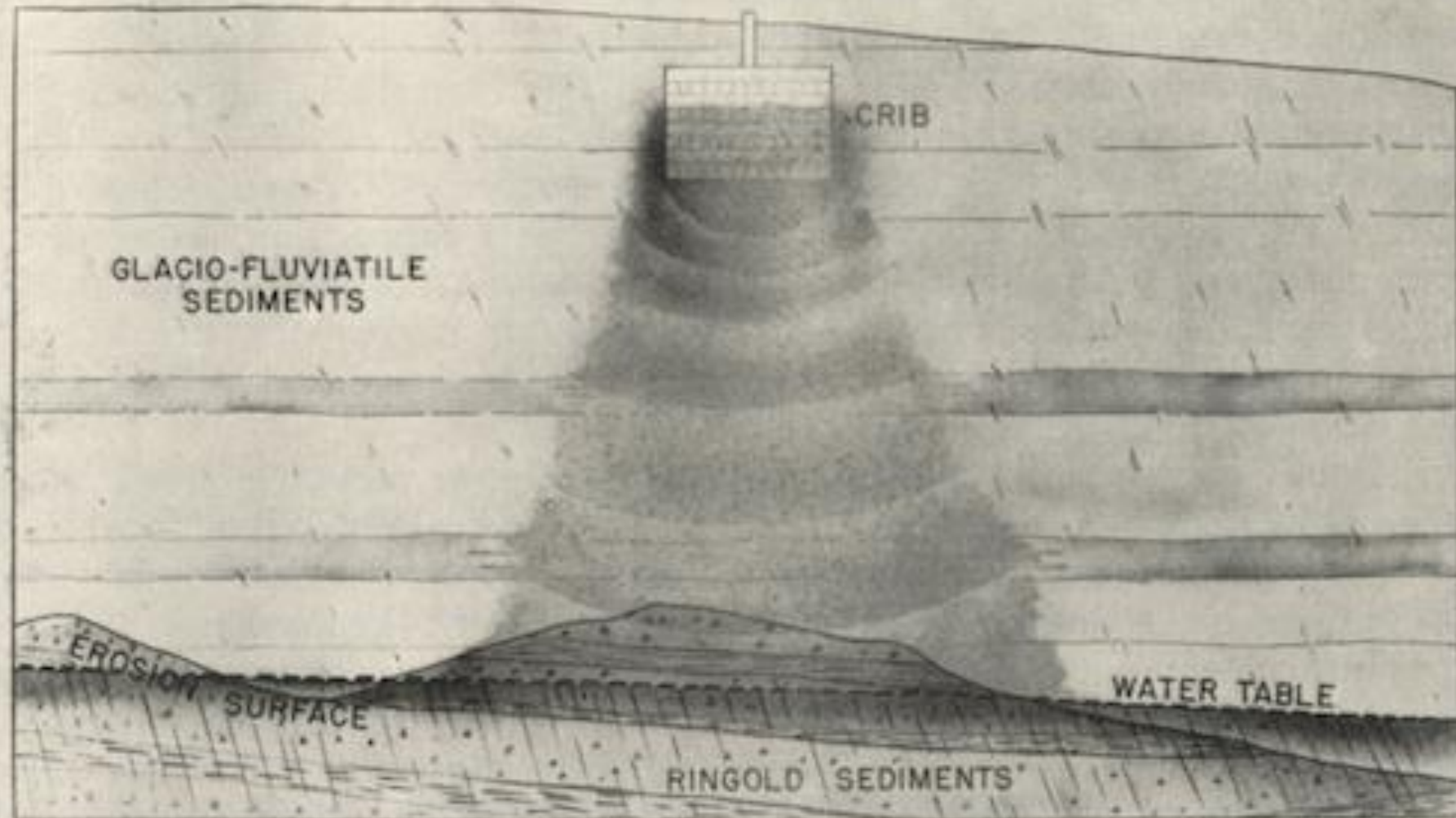




# HANFORD SITE CROSS SECTION SCHEMATIC SHOWING WASTE DISPOSAL FACILITIES



# CROSS SECTION BENEATH A CRIB



## Meeresversenkung SMA Atlantik

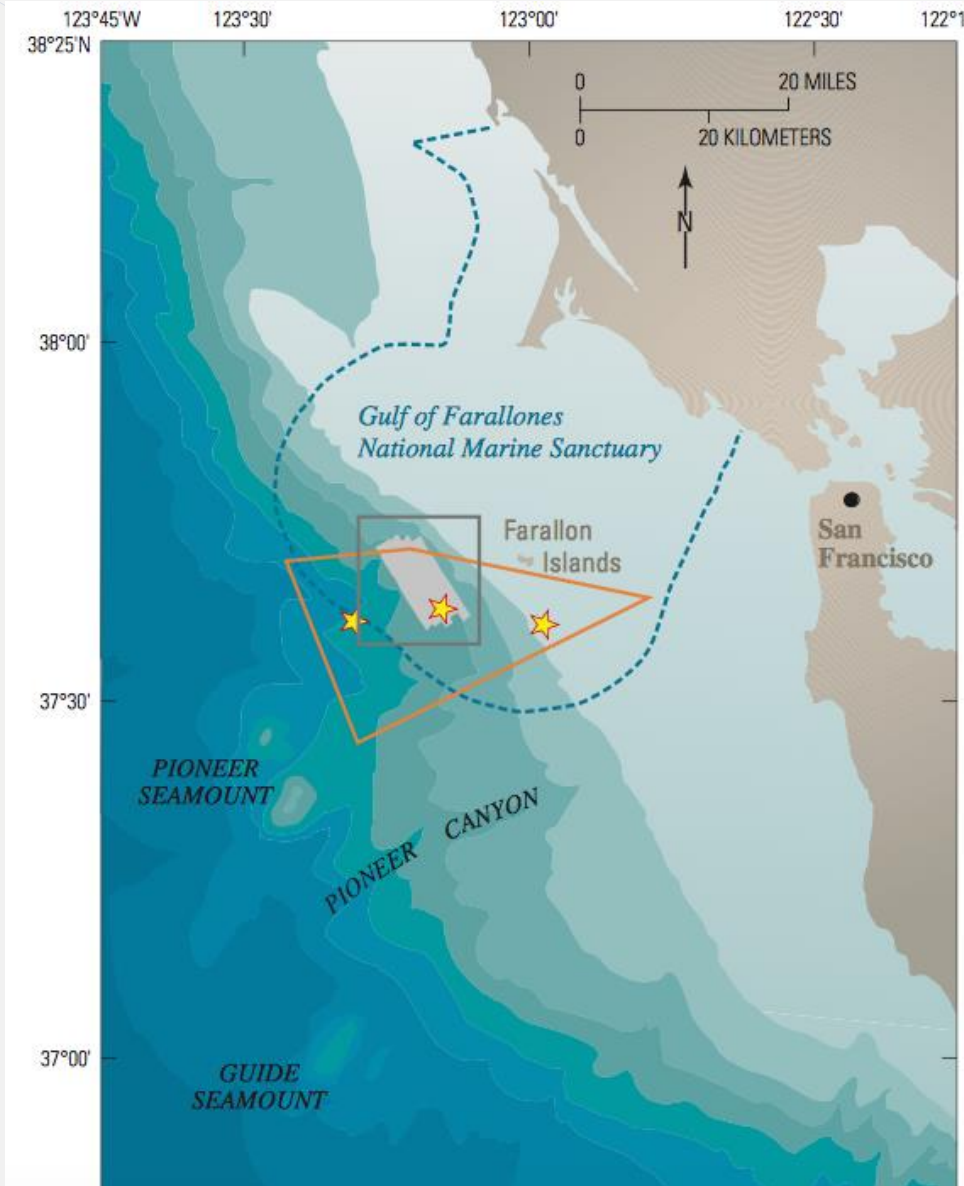


Nord Atlantik, 15. Juni 1982  
Links: Versenkungsaktion; Rechts: AktivistInnen in Schlauchbooten verhindern, dass Fässer mit  
radioaktivem Abfall ins Meer geworfen werden.  
© Greenpeace / Pierre Gleizes



# Meeresversenkung Farallon Island (USA)

[https://pubs.usgs.gov/circ/c1198/chapters/207-217\\_RadWaste.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/c1198/chapters/207-217_RadWaste.pdf)







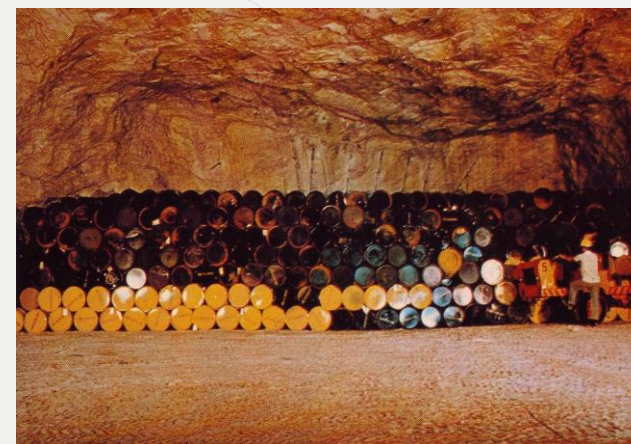
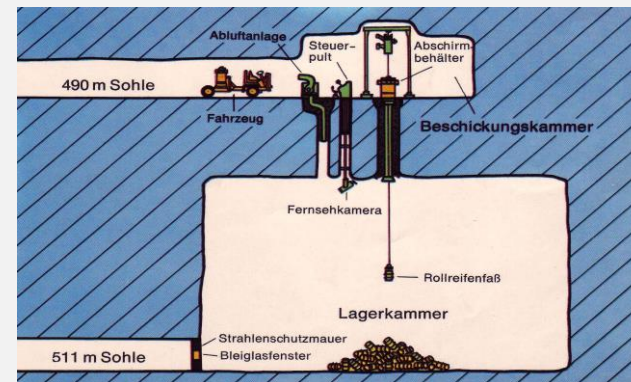




# Endlagerprojekt Carey Mine, Lyons, Kansas USA





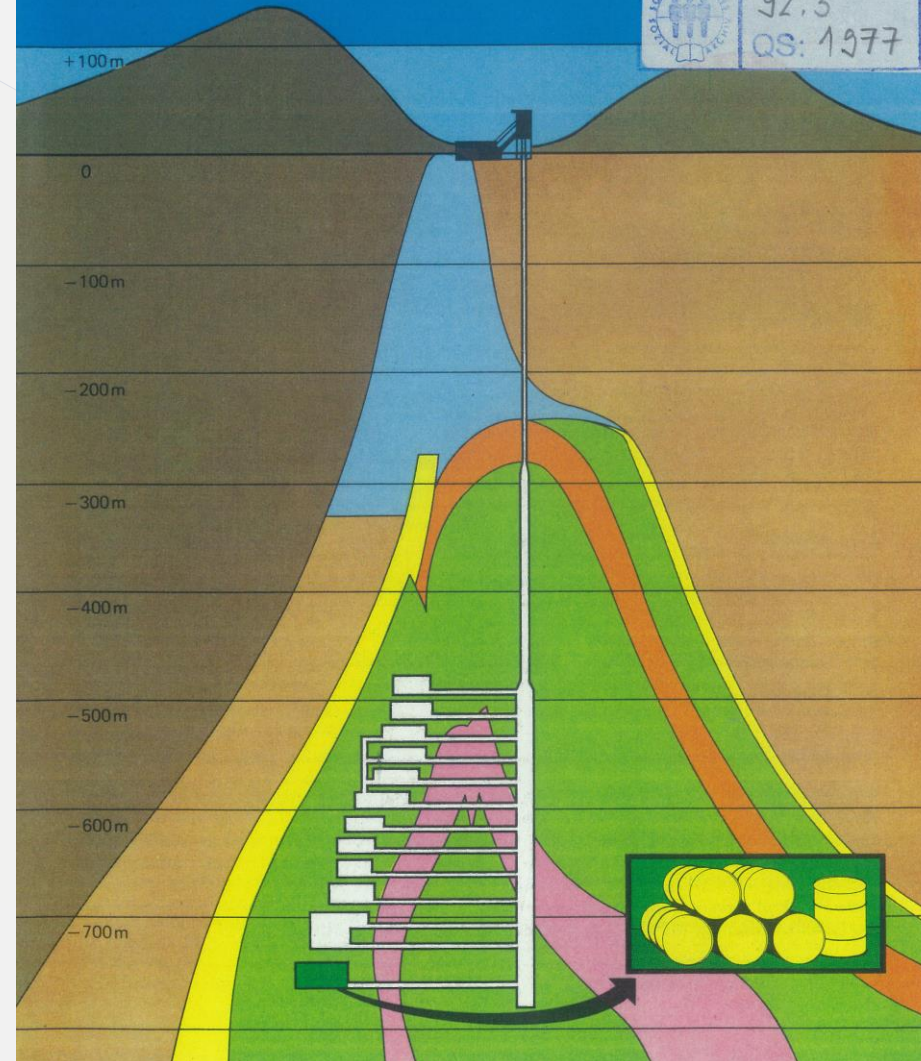
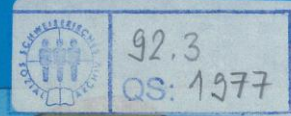


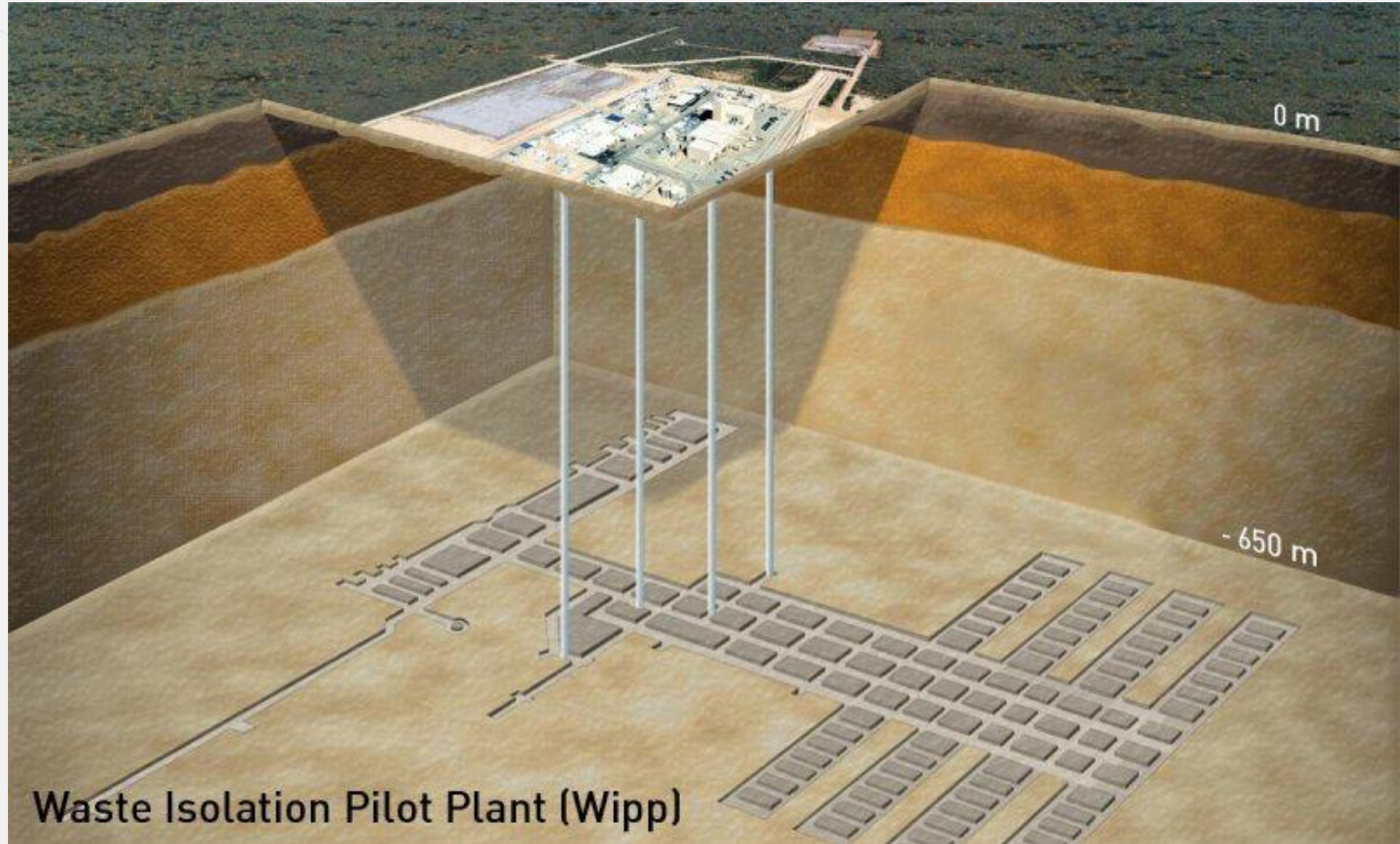


# Radioaktive Abfälle Woher – Wohin?



INTERNATIONALE ATOMENERGIE-ORGANISATION





Waste Isolation Pilot Plant (Wipp)



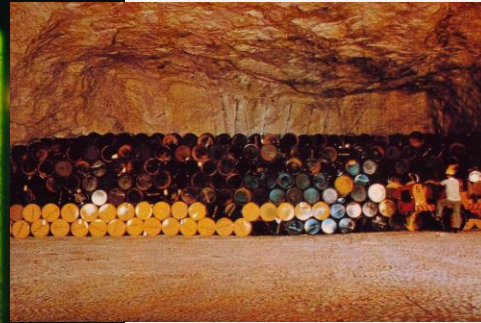
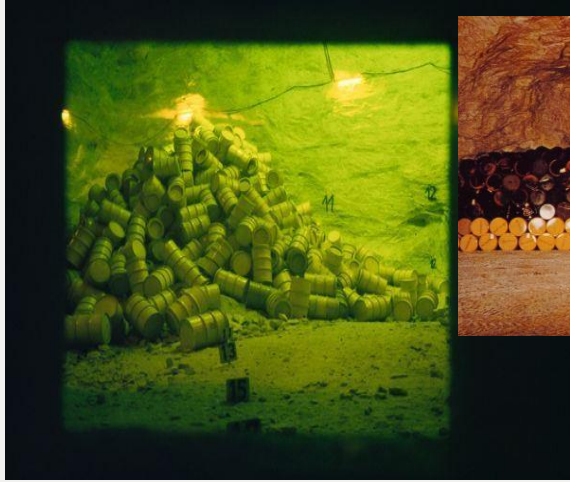








# Endlager-Strategien → = havarierte Projekte



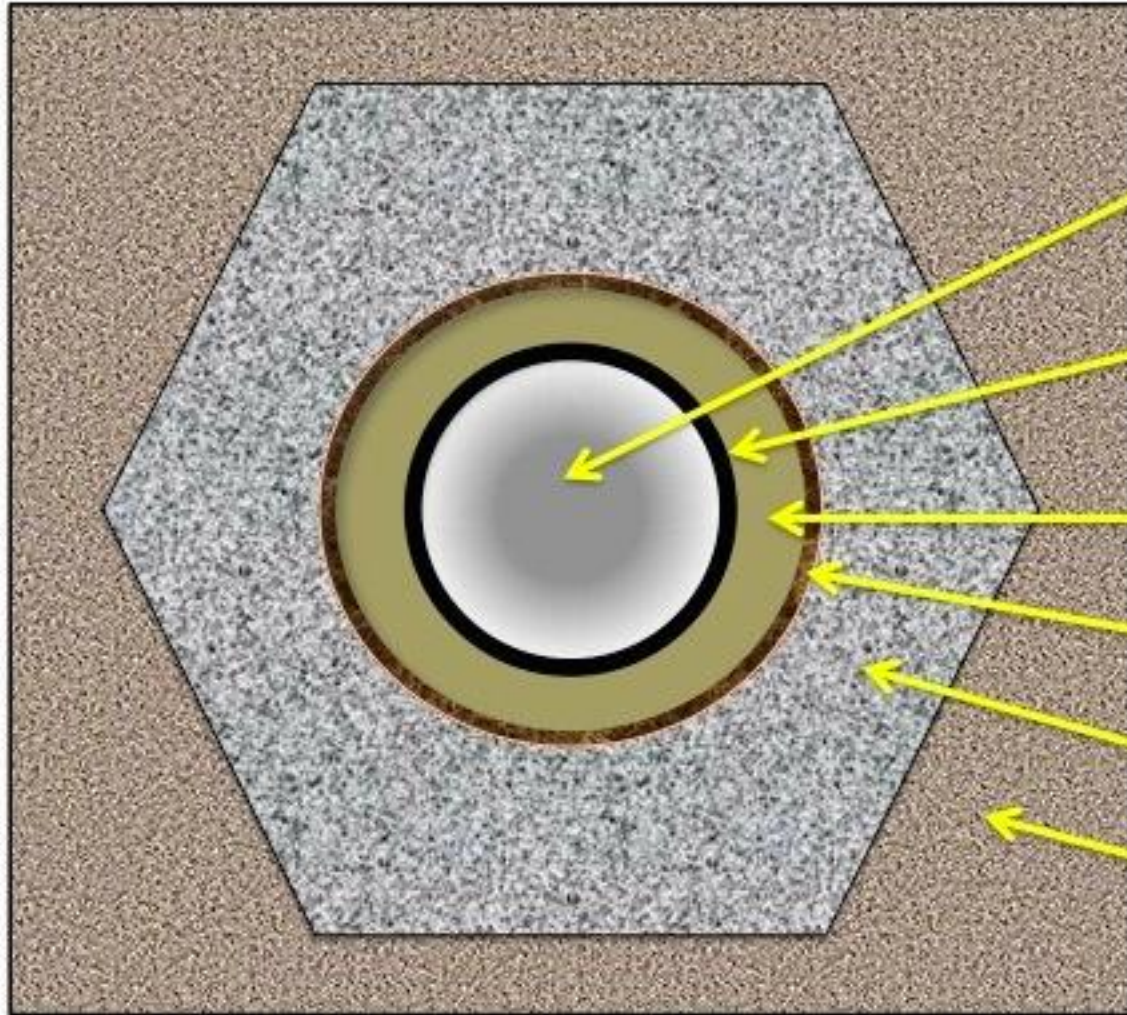


## 1b. Das Problem:

Rückblick zu den  
konzeptionellen Entwicklungen  
im Umgang mit radioaktiven  
Abfällen

# Multibarrieren-Konzept

- Massnahmen (z.B. Lager- Markierung)



- Abfallform (Glas, Metalloxid)
- Abfallkanister (Stahl ?, Kupfer ?, Keramik?)
- Ton (Bentonit)
- Stollenverkleidung
- Wirtgestein
- Geologischer Rahmen



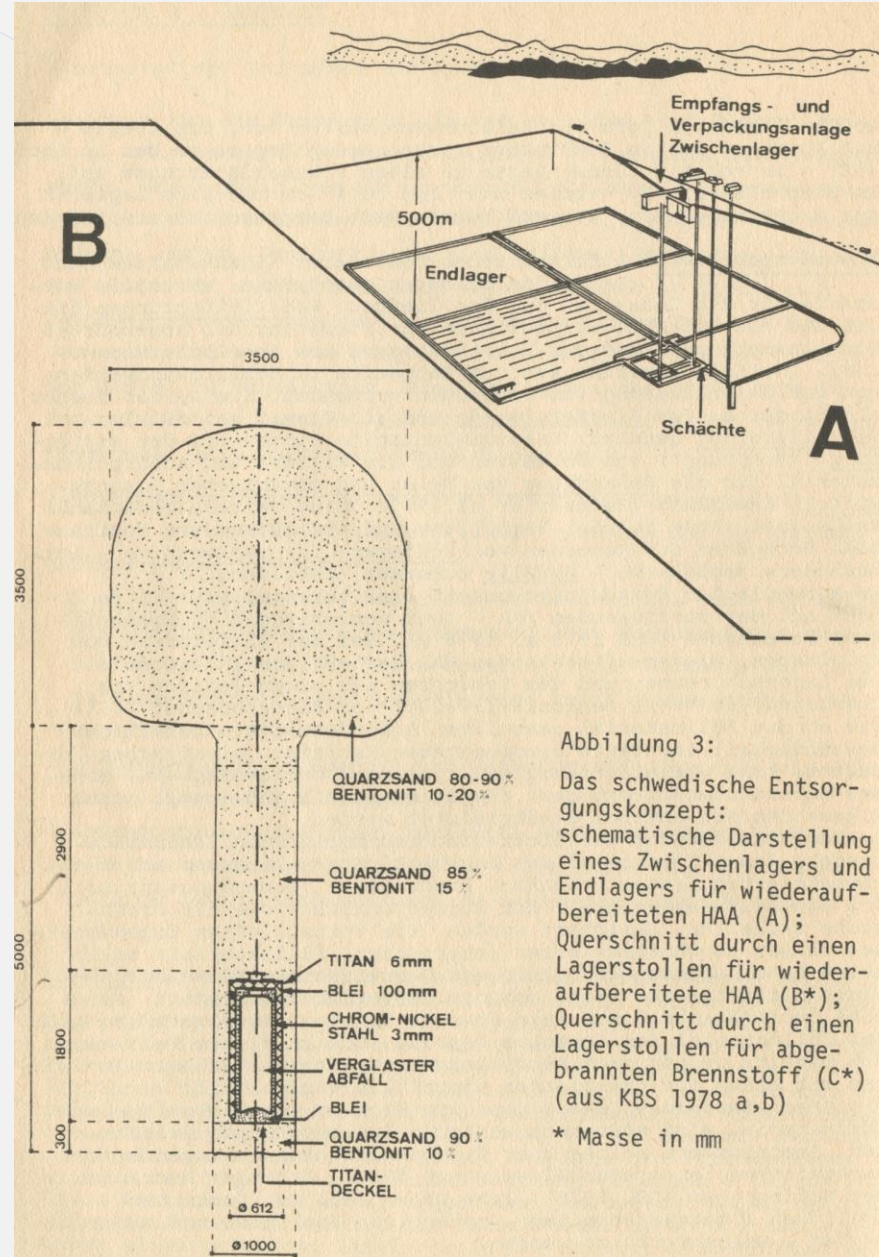
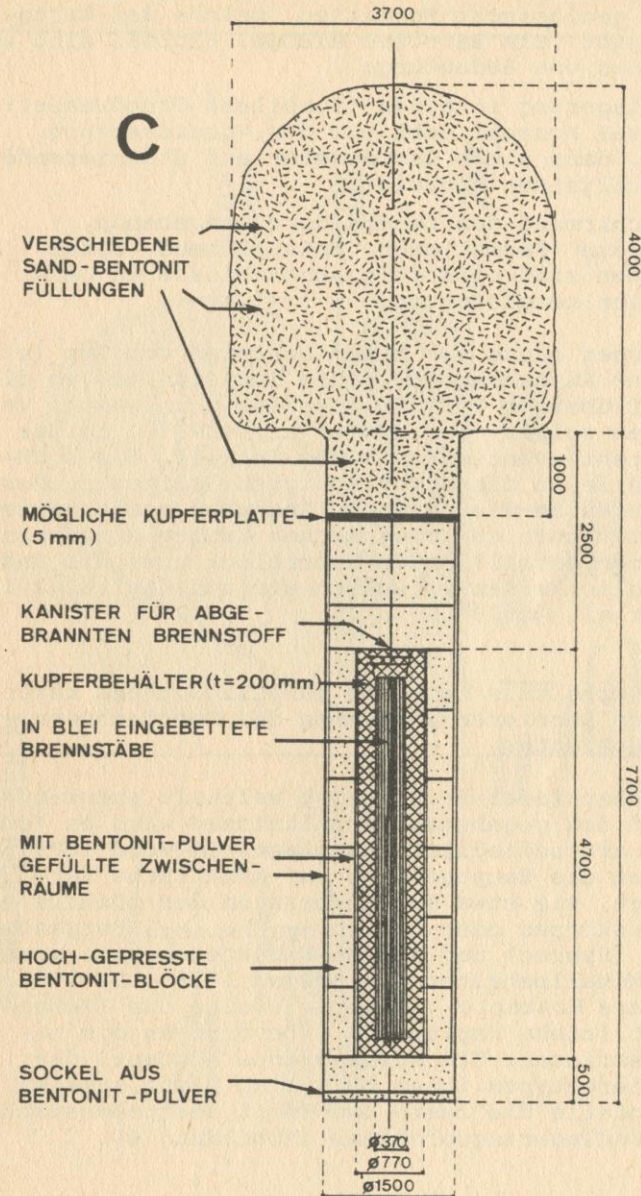


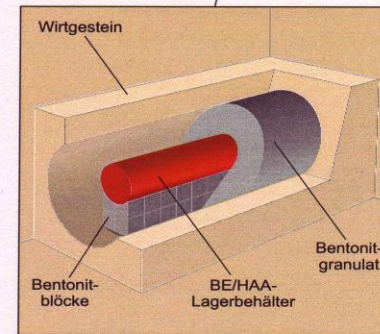
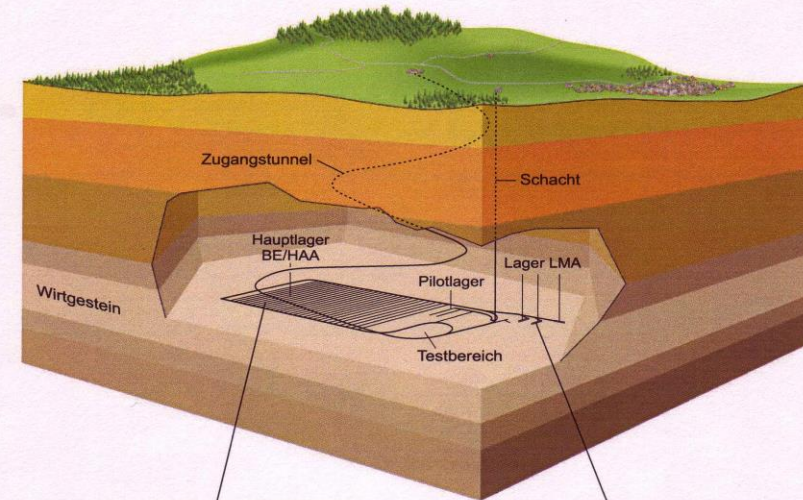
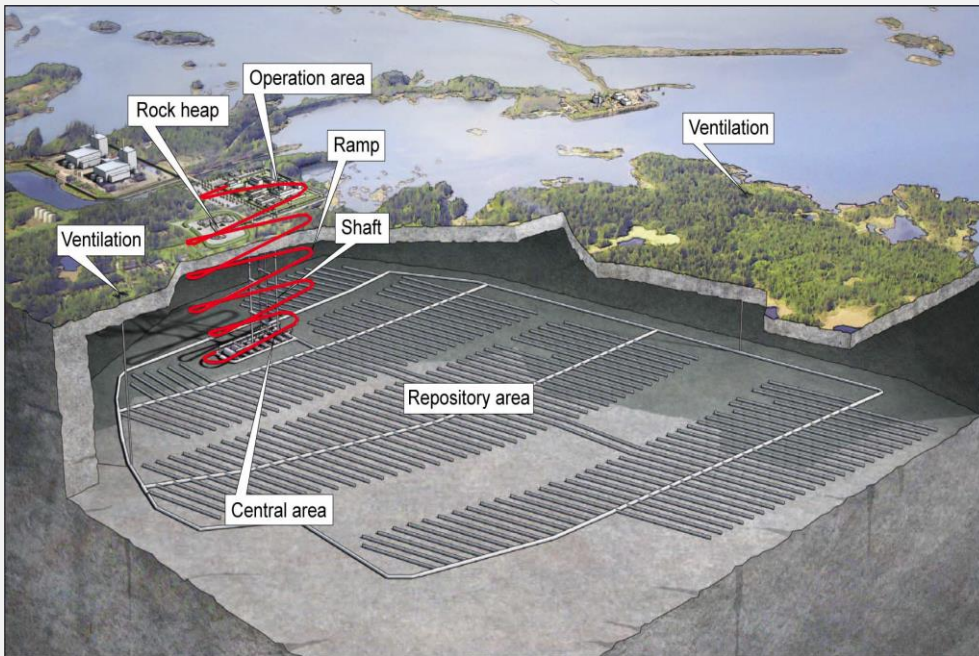
Abbildung 3:  
Das schwedische Entsorgungskonzept:  
schematische Darstellung eines Zwischenlagers und Endlagers für wiederaufbereiteten HAA (A);  
Querschnitt durch einen Lagerstollen für wiederaufbereitete HAA (B\*);  
Querschnitt durch einen Lagerstollen für abgebrannten Brennstoff (C\*)  
(aus KBS 1978 a,b)

\* Masse in mm

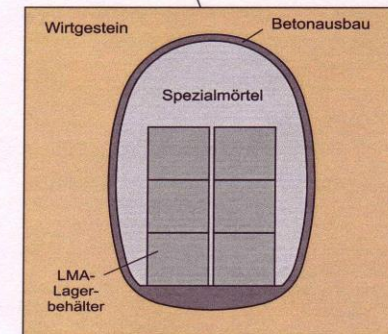




# Neuere Endlagerkonzeptionen und -projekte für geologische Endlager (Tiefenlager)



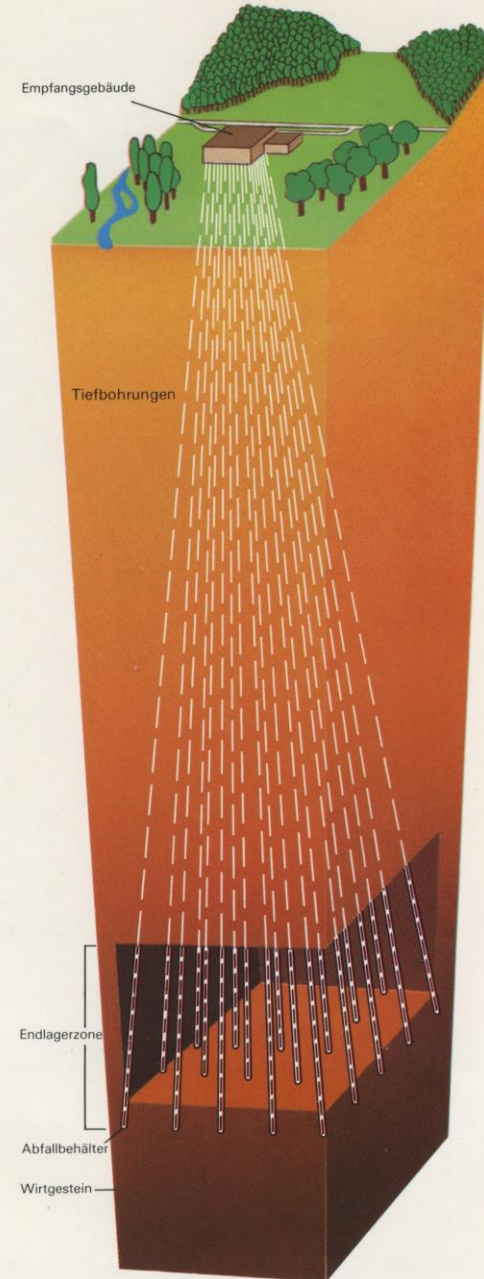
Lagerstollen BE/HAA



Lagertunnel LMA

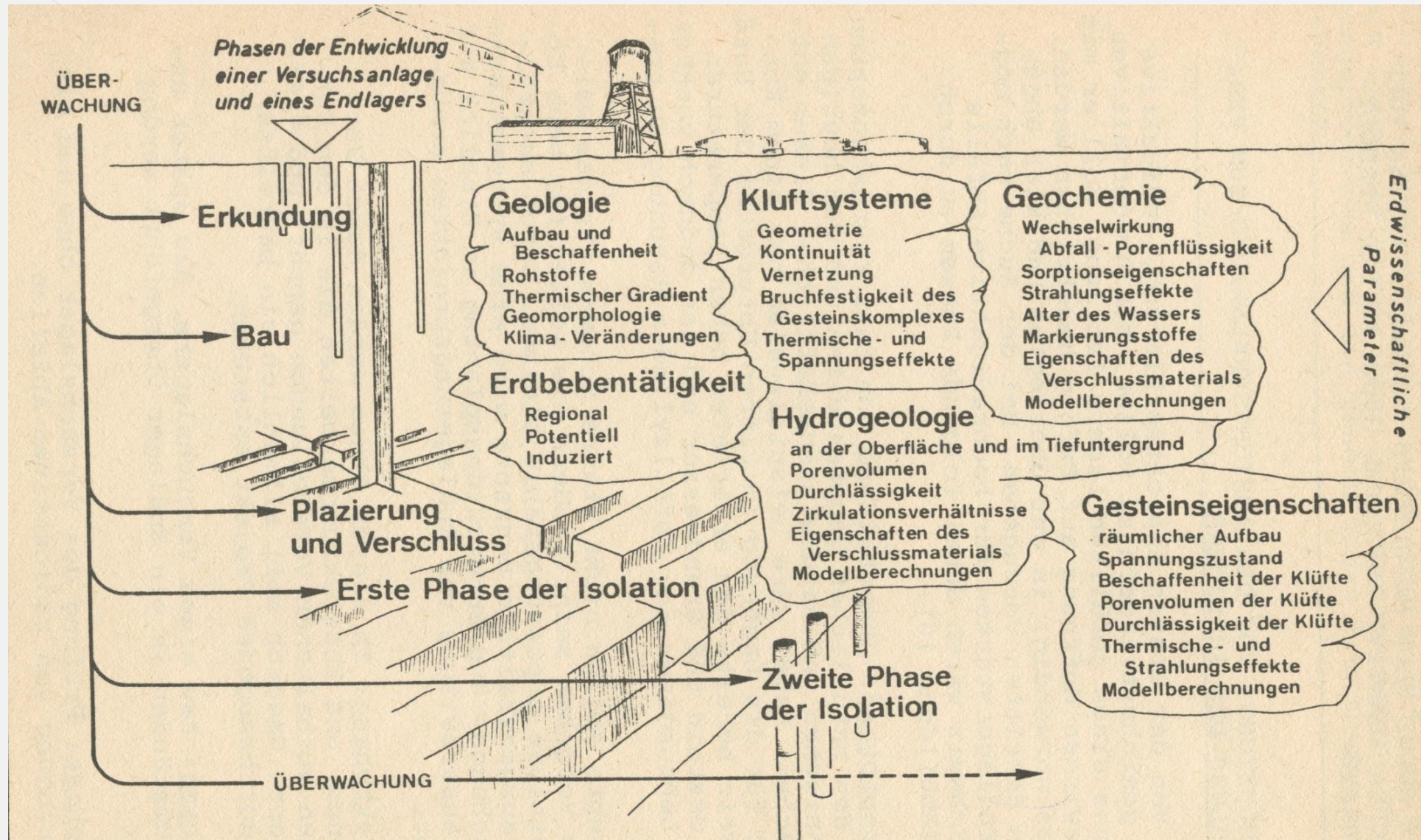
# Tiefbohrkonzept Nagra 1978

Abb. 6-6a Variante mit Tiefbohrungen (600-2500 m) für die Endlagerung hochaktiver Abfälle (Endlagertyp C)





LBL 1978

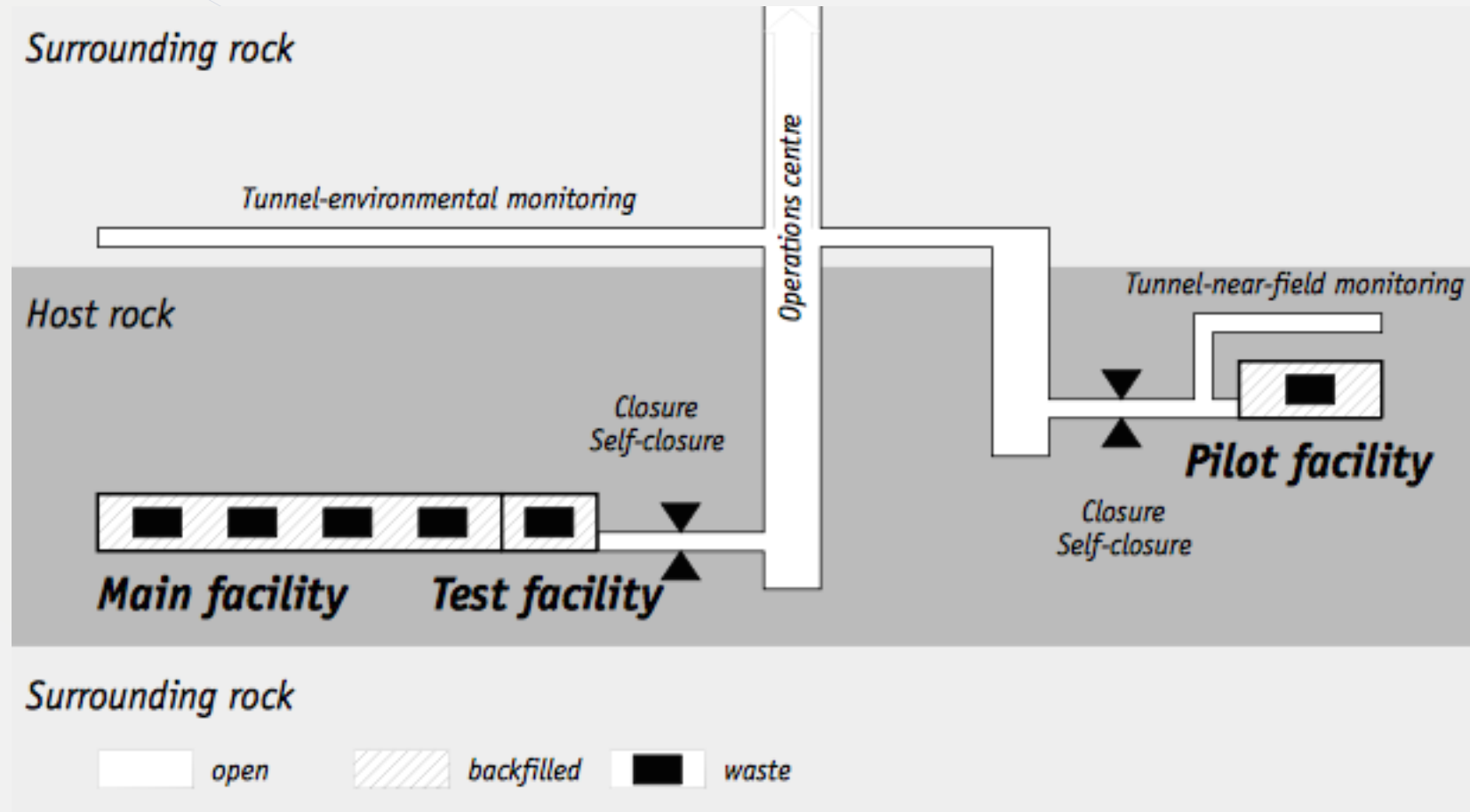




# Kommission Entsorgungskonzepte radioaktive Abfälle

## EKRA

### 2000



## EKRA II (2002)

- organisatorische Aspekte (Strukturen)
- Management (Governance, Sicherheitskultur)
- Forschungsprogramme (z.B. Unabhängigkeit)
- Gesellschaftliche Akzeptanz

# Schweizerisches Entsorgungsprogramm

- Suche nach einem geologischen Tiefenlager durch den Sachplan geologische Tiefenlager SGT, Start 2008
- Sicherheitsgrenzwert von 0,1 mSv/a für ein geologisches Tiefenlager
- Mehrfachbarrieren-Barrieren und Opalinuston als geeignetes Wirtgestein
- Vorhersagen für die fernere Zukunft grundsätzlich möglich, aber abhängig von wissenschaftlichen Erkenntnissen über den zu modellierenden Prozess
- Experimentelle Nachweise auf der Grundlage von Laboruntersuchungen (Labor und Felslabor) ermöglichen Sicherheitsanalysen
- Überwachung des Prozesses durch Pilotanlagen

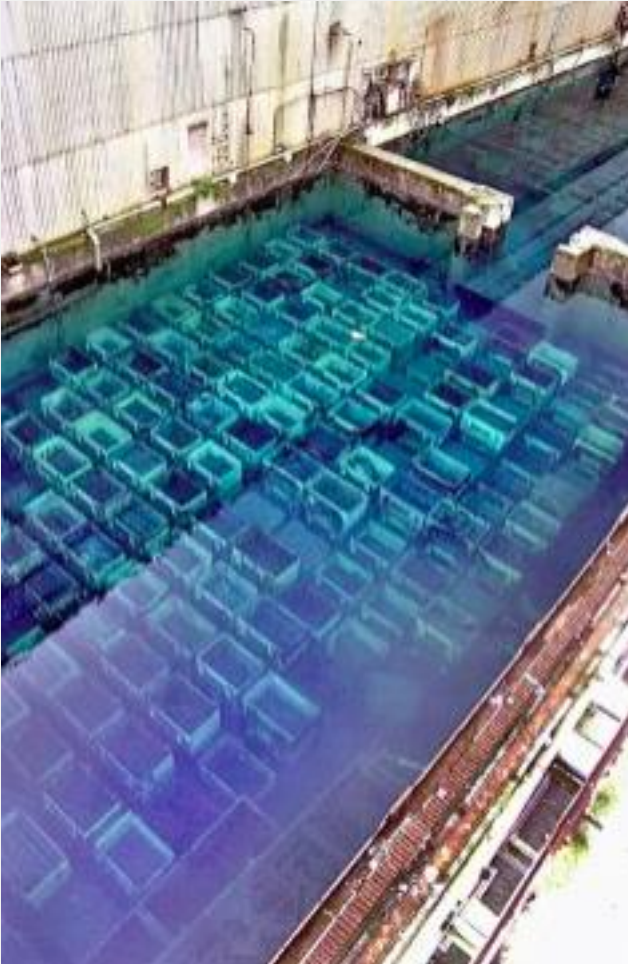


# 1c. Zwischenlösungen als Providurien

# Hanford Tank Farm: Zwischenlager für hochaktive flüssige Abfälle

(<http://ecologywa.blogspot.com/2013/02/governor-inslees-statement-on-leaking.html>)



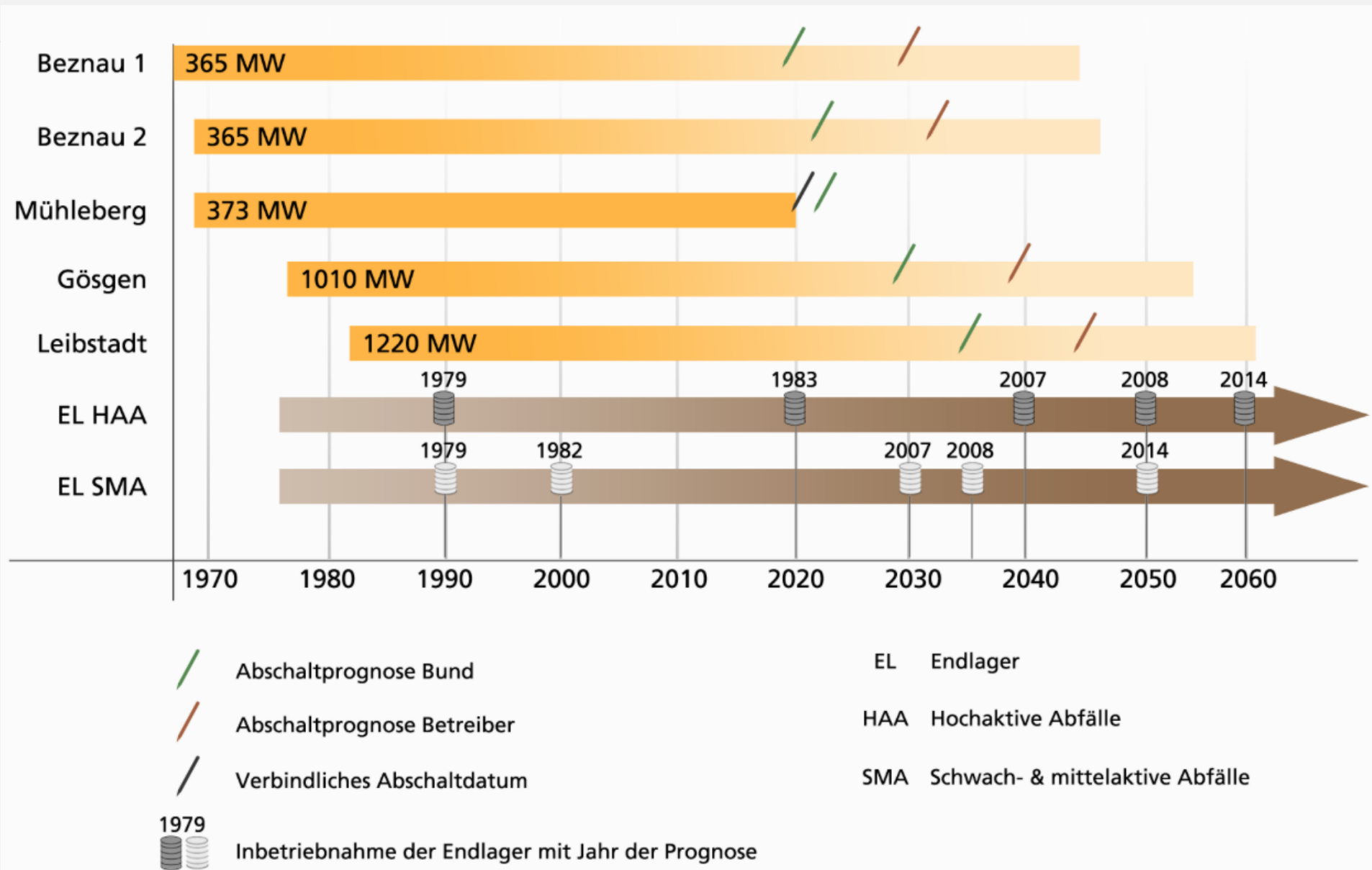














DA<sub>t</sub>F,  
2015

## Atomkraftwerke in Europa

- Standort mit AKW in Betrieb
- Stillgelegtes AKW
- AKW in Planung
- AKW in Bau

- EU-Länder
- Nicht-EU-Länder





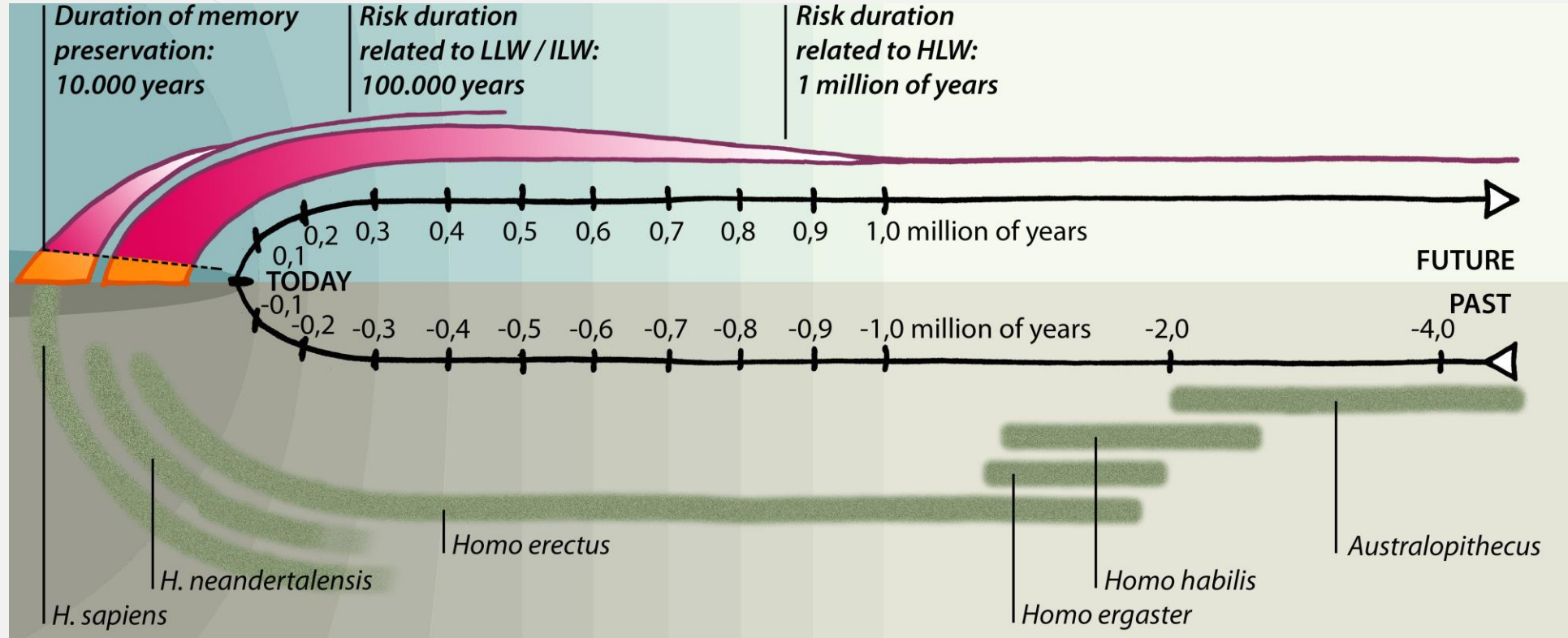
## **Fazit: drei grundlegende Feststellungen**

- **über Jahrzehnte unhaltbare Entsorgungspraktiken und fehlerhafte Umsetzungen bei der Entsorgung Zwischenlagerung**
- **Sachzwang des Abschiebens in der Zeit, nicht akzeptable, hochgradig gefährliche Zustände**
- **die Lehren aus der Vergangenheit werden nicht gezogen und umgesetzt, Fehler werden wiederholt = kein „lernendes System“)**

**Grundlegende Frage:**  
**Weitermachen wie bisher**  
**oder (/ und) «Denk»-Pause?**

- **Gestartete Programme so weiterführen? (Abbruchkriterien)**
- **Risiko von weiteren ähnlichen Entwicklungen und Problemen in Kauf nehmen**
- **Folgen dieser Entscheide bedenken**
- **Grundlegende Reflexion starten zwecks Eruierung der bisherigen Schwachstellen**
- **Systeme anpassen (institutionelle Ebene)**

# Zeiträume





Dauer >> 150 y =  
>> 5 Generationen  
bis Projekt umgesetzt

Überraschungen  
vorprogrammiert

Keine Garantie auf  
Erfolg

Der ungewisse Weg  
zum nuklearen Endlager



2. Lernende Systeme: was zeichnet sie aus, was leisten sie, wie beeinflussen sie Prozesse? Werden sie eingesetzt und wenn ja, wie?

# **Schwierige Rahmenbedingungen**

- **Gesetzgeberische Rigidität (Kompromisse)**
- **Strukturelle Probleme (long-term-stewardship)**
- **Führungsprobleme (Governance/Planung)**
- **Wirtschaftlichkeit (Rentabilität / Kosten)**
- **Zeitdruck und Planungsdefizite**
- **Misstrauen der Gesellschaft & NIMBY**
- **Einbindungsprobleme**
- **Keine Erfahrung mit Mehrgenerationsprojekt**

**USW.**

**Grosse Herausforderungen !**



# Grundlegende Änderungen im Gang?

- Debatten seit ca. 30 Jahren im Gang
  - zur Gesellschaft / Zivilgesellschaft (KASAM 1992, NEA Stakeholder Confidence um 2000...)
  - umfangreichere «Partizipations»-Prozesse (Se/Fi/EKRA, SGT CH)
- Standortwahlgesetz 2017, § 1 Zweck des Gesetzes
  - (2) Mit dem Standortauswahlverfahren soll in einem partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren für die im Inland verursachten hochradioaktiven Abfälle ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für eine Anlage zur Endlagerung nach § 9a Absatz 3 Satz 1 des Atomgesetzes in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt werden.
  - (4) Reversibilität über 500 Jahre (Bergungszeitraum)

# Lernende Systeme (I)

- Gebräuchlicher Begriff mit Universalcharakter
- Zahlreiche Ursprünge und Untersuchungen : «Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache» (L. Fleck, 1935), «The structure of scientific revolutions» (Th. Kuhn, 1962), «Regulatory Capture Theory» (S. Huntington, M. Bernstein ... G. Stigler, seit 1951 ), «Normal accidents» (Ch. Perrow, 1982), Tschernobyl 1986 + safety culture IAEA (INSAG 1991), «High Reliability Organization» (HRO), Management- und Governance-Ansätze usw. (lessons learned, QS, ISO-Systems etc.)
- Soziologische / ökonomische / strukturelle Ansätze und Programme (z.B. Airlines, Medizin, Wirtschaft)
- Komplexe Systeme ohne Patentrezepte für Organisation und Führung

# Lernende Systeme (II)

- Mehrgenerationen-Prozess ohne Erfahrungs-Werte: wie geht man mit gesellschaftlichem Misstrauen / Bruchsituationen um?
- Wie lassen sich Denkkollektive und Denkstile erkennen, hinterfragen und aufbrechen?
- Welche Prozesse müssen gewährleistet sein, dass aussenstehende Inputs und Kritik nachbestimmten Prozeduren abgehandelt werden?
- Wie muss ein solcher Prozess strukturell abgesichert werden?

**Konkretisierung der Elemente des Prozesses  
und der Steuerung erforderlich**



# Struktur und Organisation

## Beispiele

- Stabile langlebige Strukturen (steward-ship)
- Interessen-Unabhängigkeit der Strukturen garantieren (z.B. Aufsicht [regulatory capture], «Denkkollektiv-Falle»)
- Interessen-unabhängige Strukturen fördern (wie soll dies sichergestellt werden?); Zuweisung von Verantwortlichkeiten (checks & balances)
- QS-Strukturen (Fehler- und Sicherheitskultur) + «Ombuds»-Funktionen
- Durchsetzung eines wissenschaftsbasierten, hinterfragenden und lernenden Systems (tools, wer und wie?, usw.)

# Regelwerke, Steuerung, Funktionsweisen (Gouvernanz)

## Prozesssteuerung

- Regelwerke entwickeln und Flexibilität gewährleisten
- Steuerung des Prozesses definieren (Rollen, Kompetenzen, Eingriffsmöglichkeiten usw.)
- Reduktion von struktureller und inhaltlicher Komplexität (wesentliche Fragen im Focus behalten)
- Wann ist ein Rücksprung möglich / notwendig (Kriterien)?
- Wer entscheidet über Rücksprünge und wie werden diese implementiert?

USW.

Erforderlichen Gefässe für die Behandlung dieser Fragestellungen schaffen

# Fehler- und Sicherheitskultur

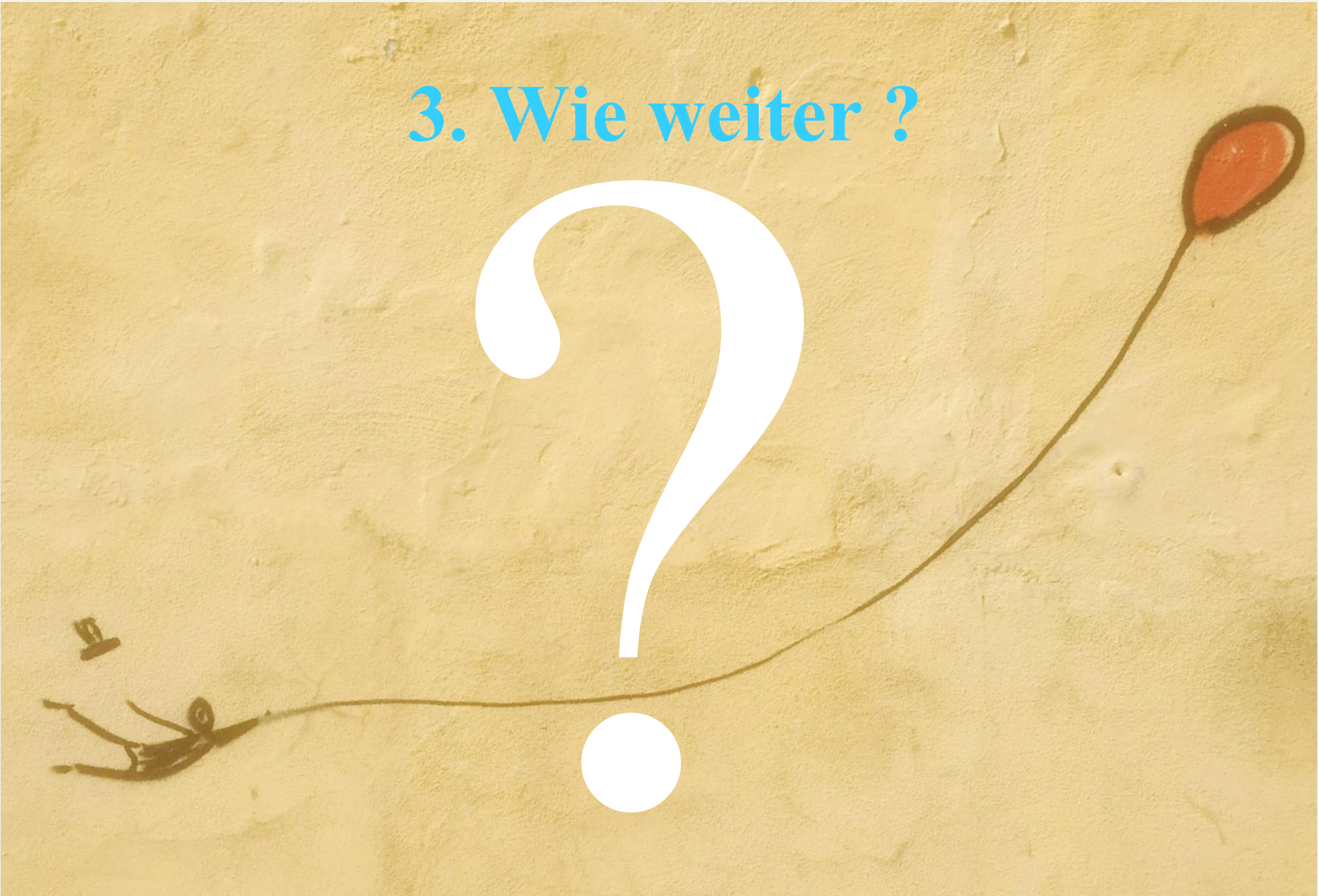
- Planungen und Konzepte begleiten, überprüfen und hinterfragen
- Systeme und Risiken analysieren und Schwachstellen /Prozessfehler orten
- Führungs- und Kontrollmodelle sowie Planungen hinterfragen, funktionieren Strukturen so wie vorgesehen
- Endlager-/Tiefenlagerprogramme grundsätzlich neu überprüfen
- Führungsfragen/Sicherheitskultur thematisieren
- Prozessabfolgen strukturieren und Prozesse flexibel abwickeln



## Erkenntnisse

- Beträchtliche Komplexität, hohe Anforderungen an ein «lernendes System»
- Keine Erfahrungswerte (Mehrgenerationenprojekt)
- Gut funktionierende Strukturen haben entscheidende Bedeutung (checks & balances)
- Prozesse und Regelwerke für Steuerung und Programmumsetzung sind zu entwickeln
- Top-down und bottom-up-Ansätze verfolgen

### 3. Wie weiter ?





# Fundamentaler Paradigmen-Wechsel erforderlich

- anerkennen, dass der bisherige Prozess der nuklearen «Entsorgung» gescheitert ist und dass eine historische Aufarbeitung erforderlich ist
- akzeptieren, dass in der Zukunft ein anders geführter Mehrgenerationen-Prozess erforderlich ist, und dass dieser neue Prozess ebenfalls nur eine begrenzte Vorhersehbarkeit erlaubt
- Gesellschaftliche (soziale) und politische Fragen auf eine Stufe mit wissenschaftlichen Fragen stellen
- Erkenntnisse aus der Technikgeschichte berücksichtigen: die technische Entwicklung ist nicht vorhersehbar
- Ein Mehrgenerationen-Prozess muss wissenschaftlich wie gesellschaftlich begleitet werden und erfordert die Entwicklung von spezifischen «tools» (Werkzeugen)
- dies führt unweigerlich dazu, dass der Mehrgenerationen-Prozess der nuklearen Entsorgung offen geführt werden muss und das Ergebnis am Ende offen bleibt



# Priorisieren und sichern

- Neu-Beurteilung der Zwischenlagersituation auf internationaler und nationaler Ebene – Prioritäten aufgrund von Risikobewertungen setzen
- keine neuen und so genannten "endgültigen" Zwänge schaffen: Erinnern wir uns an die Geschichte der «Entsorgung» von hochtoxischen Abfällen und die damaligen Aussagen über die langfristige Sicherheit von Hochrisiko-Lagern (ob nuklear oder Chemie) – nach wenigen Jahrzehnten werden die damaligen Vorstellungen über Bordgeworfen und eine Lagerstätte nach der anderen ausgehoben und saniert
- Darum: langfristige Sicherheitsmaßnahmen planen und umsetzen - Schritt für Schritt und in klaren Verfahrensschritten. Dazu gehört ein umfassender wissenschaftlicher Planungsprozess, der die heutigen Wissenslücken, deren Risiken und die Zusammenhänge dieses hochkomplexen Systems umfasst
- Soweit möglich die sozialen Folgen dieser Entscheidungen antizipieren, einschließlich der gesellschaftlichen Risiken (Bruchsituationen, z.B. Weigerungen an Standorten, Wirtschafts- und Gesellschaftskrisen)

# Gesellschaftliche Fragestellungen

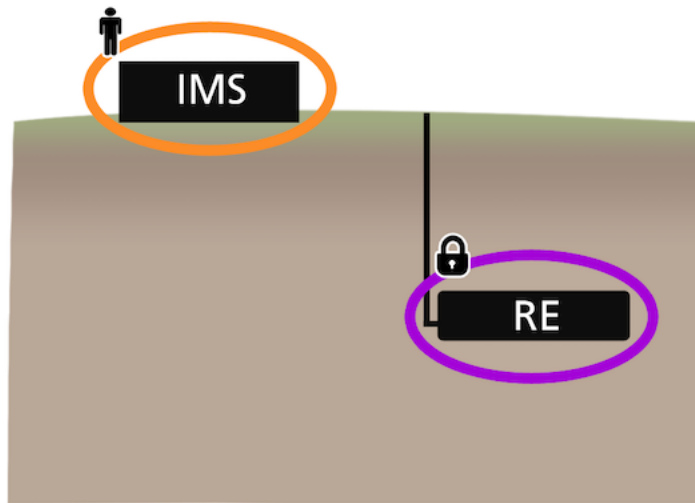
- Partizipation: wie weit soll sie gehen ?
- Entscheidungsbefugnisse und Vetos ?
- Top-down und bottom-up?
- Integration / Ausschluss von Kritik ?
- Langzeitverantwortlichkeiten ?
- Entwicklung neuer Strategien ?

# „Der duale Ansatz (dual approach)“





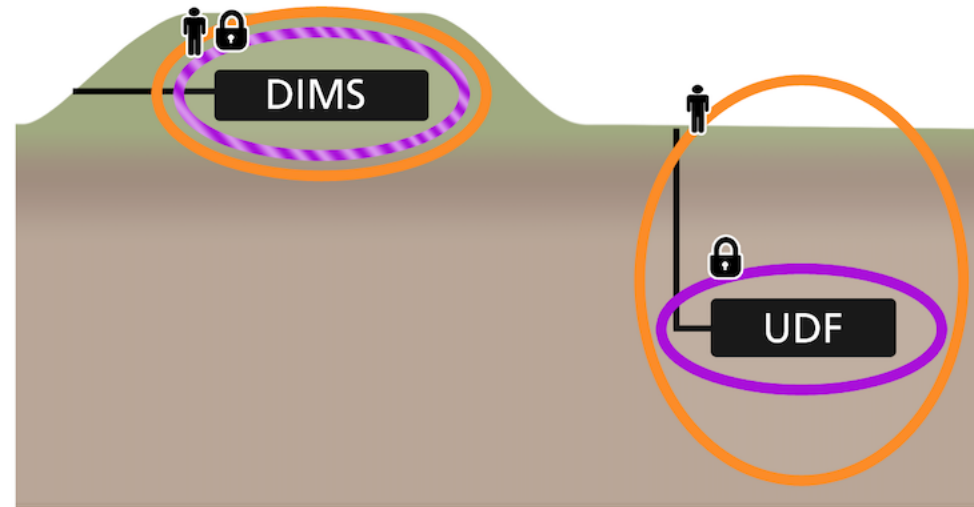
### Single strategy (former)



IMS (Intermediate Storage)

RE (Repository)

### Dual strategy (future)



DIMS (Deep intermediate storage)

UDF (Underground Disposal Facility)

Entwicklung von Zwischenlösungen,  
bestmöglicher Schutz vor Risiken (100 - 300 y)

Zielsetzungen und Programme sind zwingend notwendig, aber sie müssen durch realistische Prozesse getragen und untermauert werden.  
Achtung mit der «Harmonie der Täuschungen».

