



# Internationale Entwicklungen zum Safety-Case-Konzept

Klaus-Jürgen Röhlig, Institut für Endlagerforschung

Endlagersymposium

Berlin, 30. Oktober – 01. November 2008

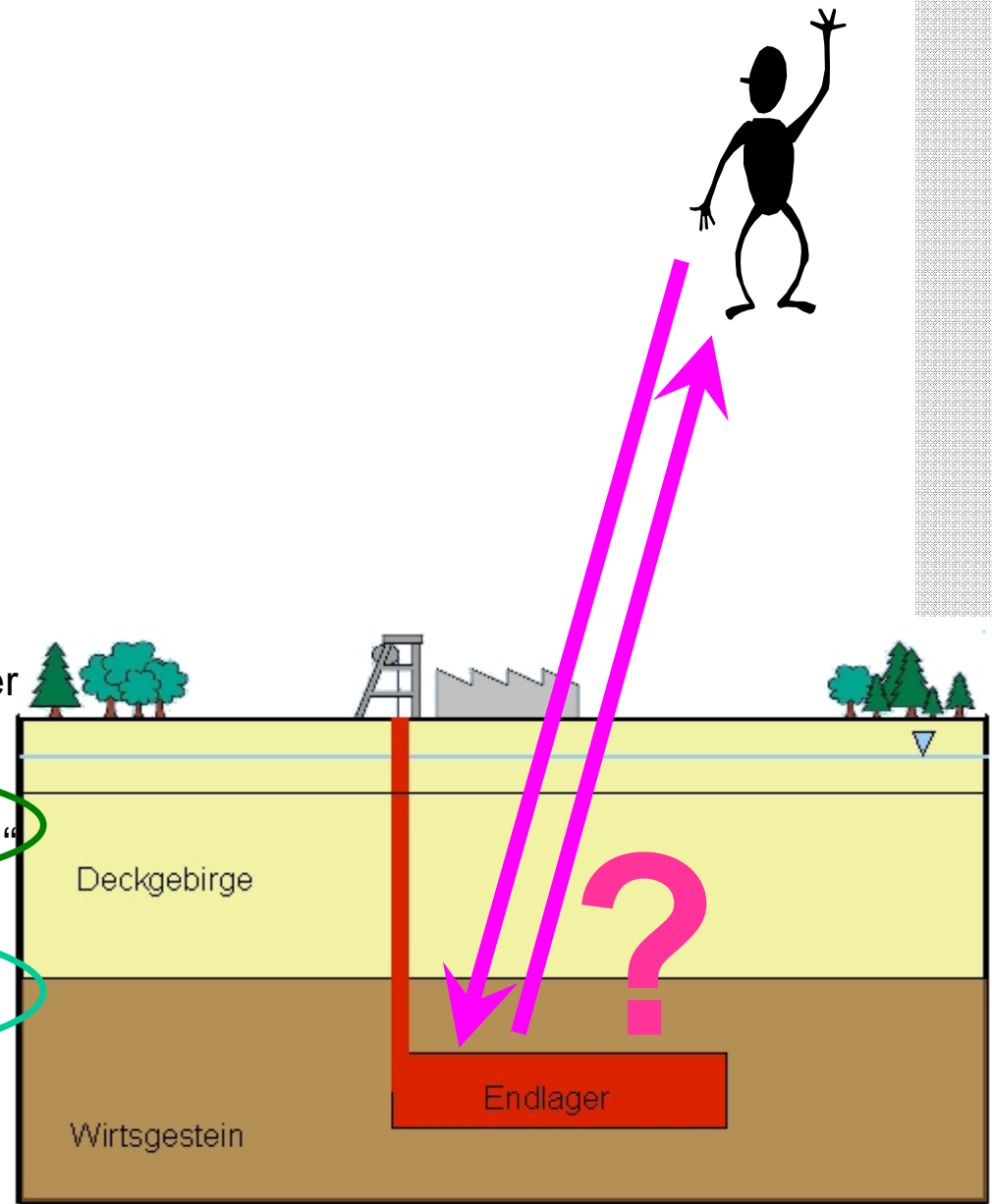
## Übersicht

- Fragen zur Sicherheit ... Kann man Sicherheit berechnen?
- Historie: Die “Krise der Sicherheitsanalyse”  
Von der isolierten Analyserechnung zum Safety Case
- Was macht einen Safety Case aus?
  - Das integrierende Element
  - Das dynamische Element
- Wie sicher ist sicher? Safety Case und Umgang mit Unsicherheiten.
- Schluss:  
Was gehört zum Safety Case? Was kann ein Safety Case leisten?

## Fragen zur Sicherheit

Wikipedia (19.10.2008):  
“... Zustand, der frei von unvertretbaren Risiken der Beeinträchtigung ist oder als gefahrenfrei angesehen wird.“

- Security - Schutz des Objektes vor der Umgebung, „Immunität“
- Safety - Schutz der Umgebung vor dem Objekt, „... eine Art Isolation“
- Nicht im wikipedia-Artikel: Sicherheit im Sinne von Gewissheit = certainty



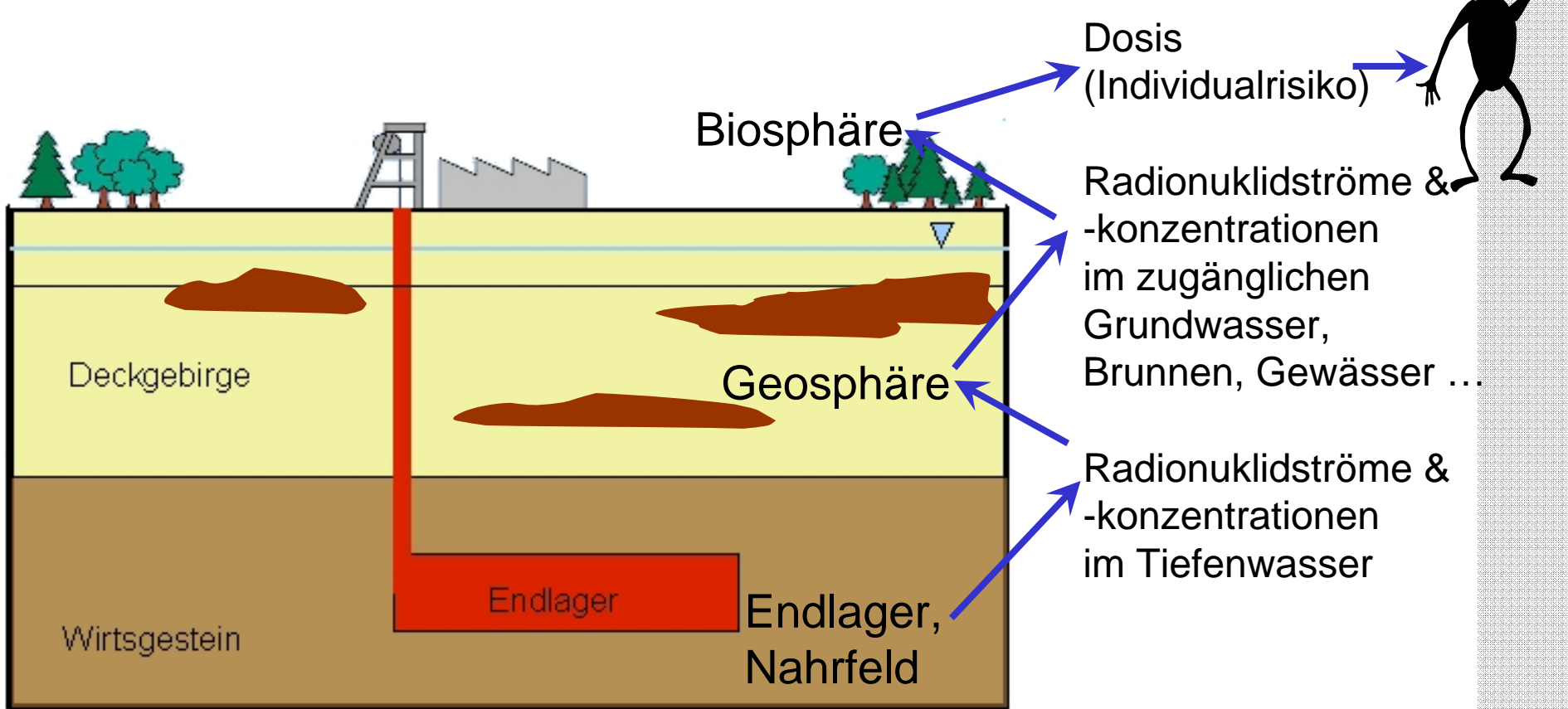


## Kann man Sicherheit (safety) berechnen?

Bis in die 90er Jahre hinein:

- Sicherheitsanalyse als zentrales Element der Nachweisführung.  
Nur lose Verbindung mit Standorterkundung, F&E, Endlagerentwicklung
- Freisetzungsberechnungen als zentrales Element der Sicherheitsanalyse

## Freisetzungsrechnung



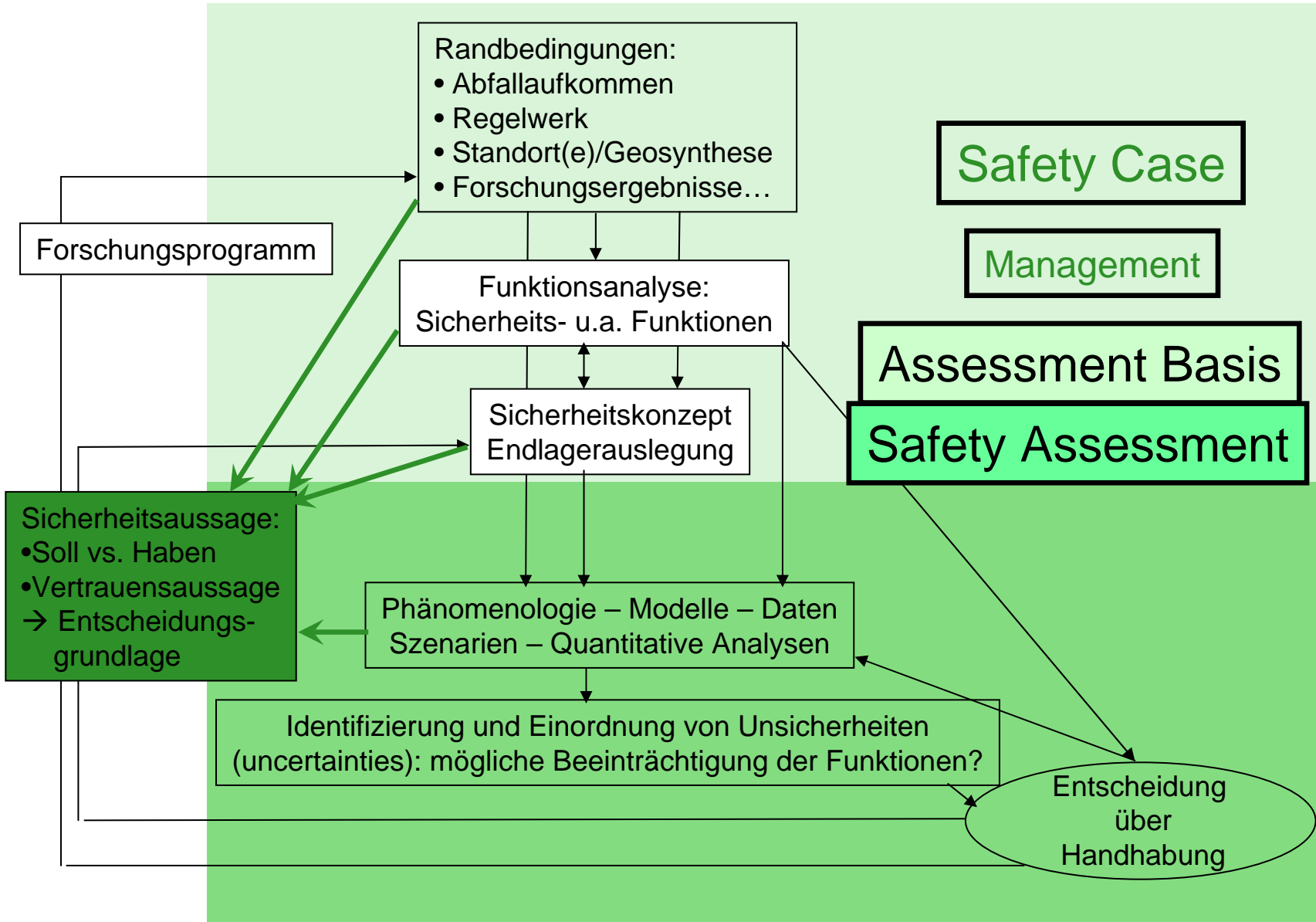
## Historie ...

### von der isolierten Analyserechnung zum Safety Case

- Diskussionen ... Eine “Krise der Methodik der Sicherheitsanalyse”?
  - “Groundwater models cannot be validated” (Konikow & Bredehoeft 1992)
  - Für welche Zeiträume sind Modelle gerechtfertigt?
- Gleichzeitig: (Akzeptanz-)Probleme und Rückschläge in einigen großen Endlagerprogrammen (Frankreich, UK, Kanada, Deutschland)
- Lehren aus dieser Situation:
  1. Komponenten des Nachweises besser verbinden:
    - Standorterkundung, F&E
    - Sicherheitskonzept, Endlagerentwicklung und –auslegung
    - Analyse
  2. Entscheidungsprozess besser organisieren und straffen! Transparenz!
  3. Betroffene besser informieren und ggf. beteiligen!
- Konzept „**Safety Case**“:

Entwicklung in nationalen Programmen und bei OECD/NEA → IAEA:

  - Integrierendes Element (Zusammenfassung aller Argumente ...)
  - Dynamisches Element (Entscheidungsgrundlage in einer bestimmten Phase beim schrittweisen Vorgehen, Weiterentwicklung des SC)



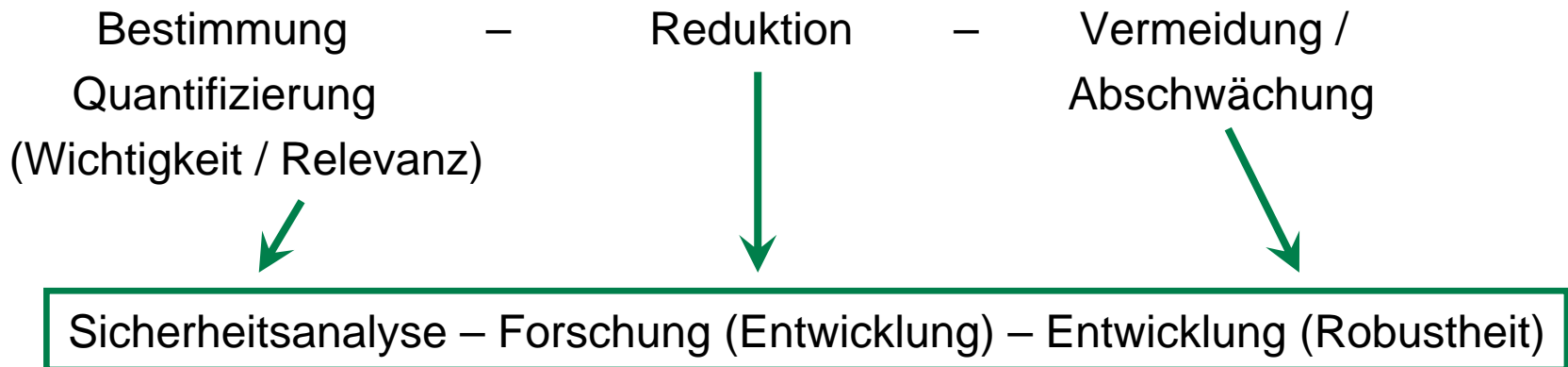
## Das dynamische Element: Safety Case und Entscheidungen

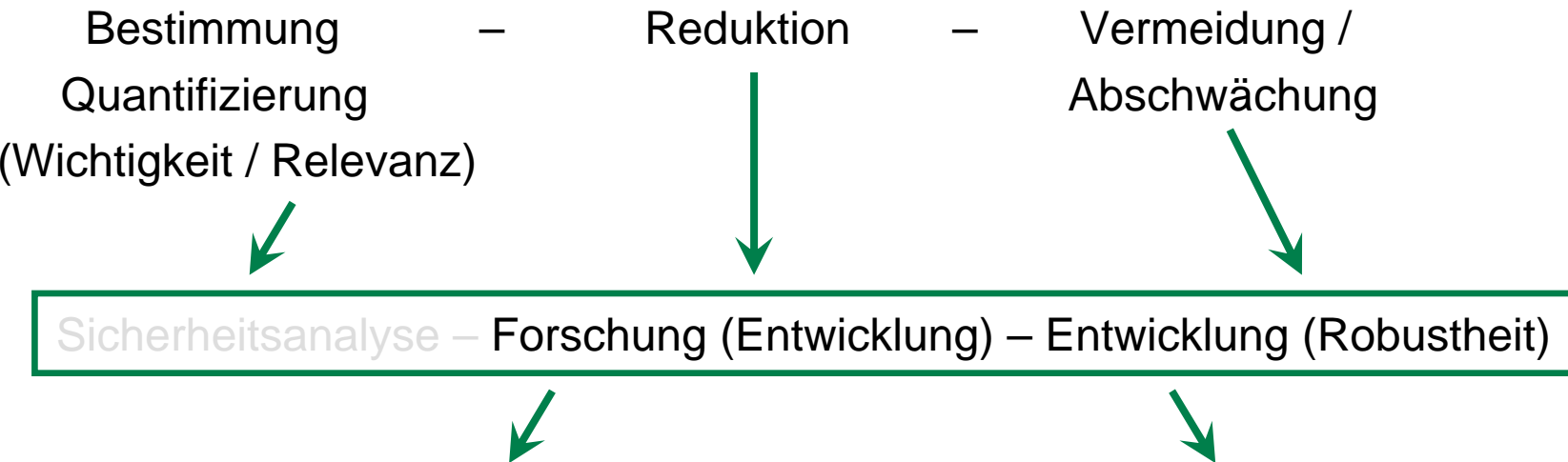
- Beispiel Frankreich
  - 1991: Gesetz (“Loi Bataille”) – Festlegung einer 15-Jahres-Frist
  - **1996**: Antrag auf Genehmigung des Untertagelabors Bure
  - **Dossier 2001**: Zwischenbericht (“Test”)
  - **Dossier 2005**: Machbarkeitsanalyse - eine der Grundlagen zur Gesetzgebung 2006 (auch hier: Zeitplan!)
  
- Rolle des Zeitplans
- Rolle der Behörden (1996:genehmigend, 2001: beratend, 2005: legislativ)
- Rolle des Peer Review
- Safety Case und Kommunikation (hierarchische Berichtsstruktur)
- Umgang mit Unsicherheiten → Schlussfolgerungen für das weitere Vorgehen



## Wie sicher ist sicher? Safety Case und Umgang mit Unsicherheiten

- Zeitskalen, Heterogenität der Systeme, Komplexität der Prozesse  
→ Unsicherheiten (Ungewissheiten-uncertainties) unvermeidbar
- Der Safety Case gibt hierzu Auskunft und legt dar, wie im Einzelfall zu reagieren ist
- Erste Frage: Kann das Problem sicherheitsrelevant werden? Wenn ja ...





▪ Beispiel Frankreich:

- 1996: Dominanz der Diffusion als Transportprozess im Tonstein? Klüfte?
- 3D-Seismik
- Erkundung über Strecken/Bohrungen
- Paläohydrogeologie, -geochemie
- Dossier 2001 → Ton als Hauptbarriere
- usw. → 2005

▪ Beispiel Belgien: Supercontainer

- Unsicherheiten der Nahfeldchemie, insbesondere der Verfüllung → Korrosionsverhalten
- ...
- Sicherheitsreserven durch “over-engineering”

▪ Beispiel Schweden: Bohrlochpositionierung (nächste Folien)

## Vermeidung/Abschwächung von Unsicherheiten: Beispiel Schweden

- Einlagerung in vertikalen Bohrlöchern
- Problem: Wenn Klüfte ein Bohrloch schneiden, kann es bei Erdbeben zu Scherbewegungen (mehr als 10 cm) und damit zu Beschädigungen des Behälter kommen
- **Auslegungsmaßnahme:** Sicherheitsabstand zu Deformationszonen; bei Einhaltung eines Abstands von 100 m können nur Klüfte mit Radien über 75 m eine Verschiebung von 10 cm oder mehr im Bohrloch bewirken.
- Unsicherheit: Vor dem Bohren existieren nur Informationen aus den Strecken, und auch dort ist die Klufftgröße kaum messbar.

- Ziele:
  - wenig Bohrungen unbegründet verwerfen
  - wenig Bohrungen mit Potenzial für Scherung
- Modellrechnungen – Entwicklung von Kriterien für zu verwerfende Bohrlöcher
  - Ausnutzungsgrad 87 – 92 %
  - Wahrscheinlichkeit, dass kritische Klüfte unentdeckt bleiben?
    - vorher: 94 von 6000 Bohrlöchern
    - nachher: 16 von 6000

➤ Also: Zusammenführung von Kenntnissen aus Ingenieurtechnik (max. Verschiebung), Geowissenschaften und Analyse

## Schluss

- Der Safety Case ist ein nach dem Stand von W&T etablierter methodischer Rahmen für die Erarbeitung von Sicherheits- und Vertrauensaussagen
  - Entwicklung des Konzepts in einer Reihe fortgeschrittener nationaler Endlagerprojekte und bei OECD/NEA
  - Widerspiegelung in Sicherheitsanforderungen der IAEA
- Methode:  
Zusammenführung von Erkundung, Forschung, Entwicklung und Analyse
- Zweck: Strukturierendes und integrierendes Element hinsichtlich ...
  - Darlegung des Entwicklungsstandes von Endlagerprojekten
  - Ableitung von Sicherheits- und Vertrauensaussagen
  - Ableitung von Schlussfolgerungen zum weiteren Vorgehen (Erkundung, F&E, Betriebsbeginn ...)
  - **Entscheidungsgrundlage**  
(auch, aber nicht nur in Genehmigungssituationen)