

# **Methodik der Sicherheitsanalyse im europäischen Kontext**

Jörg Mönig

GRS – Braunschweig  
Abteilung Langzeitsicherheitsanalysen

Internationales Symposium zur sicheren Endlagerung hochaktiver,  
wärmeentwickelnder Abfälle,  
Berlin, 30.Oktober – 01.November 2008

---

## Langzeitsicherheitsanalyse – Was? Wozu?

- Quantitative Analyse des Langzeitverhaltens des Endlagersystems
  - Betrachtung des Gesamtsystems
  - Betrachtung von Kompartimenten
  
- Ziele
  - Nachweis der Sicherheit des gewählten Endlagerkonzeptes
    - Berechnung einer Bewertungsgröße (bezogen auf den Menschen)
    - Vergleich mit regulatorischen Vorgaben
  - Verbesserung des Systemverständnisses
  - Optimierung des Endlagerkonzeptes

## Herausforderungen bei der Langzeitsicherheitsanalyse

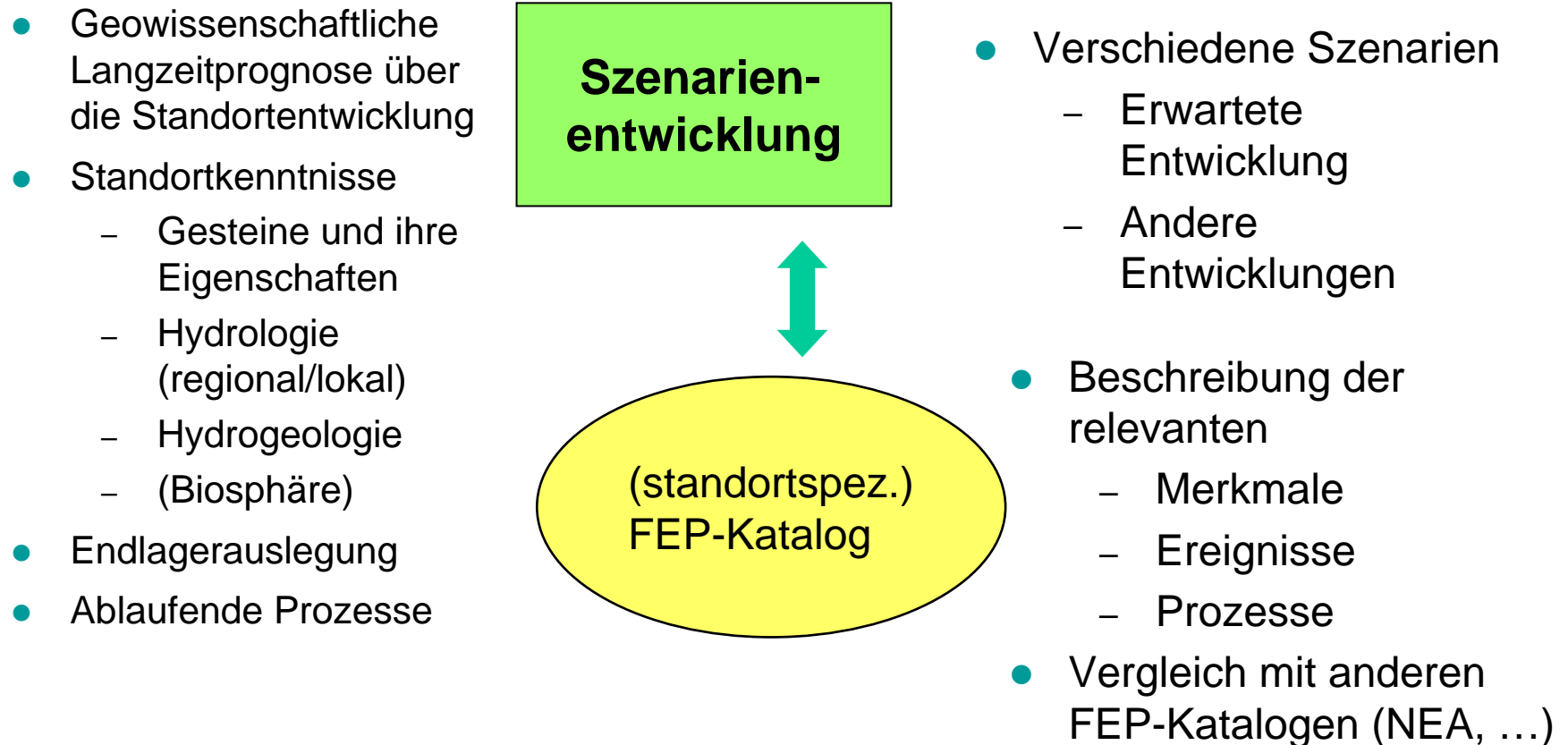
- Großskaliger Systemmaßstab
- Heterogene Systemeigenschaften
- Räumlich und zeitlich variable Eigenschaften
- Komplexes Wechselspiel von vielen verschiedenen Prozessen
- Vielfältige Ungewissheiten
- Systemverhalten wird untersucht für sehr lange Zeiträume

## Vorgehensweise

- Geowissenschaftliche Langzeitprognose der Standortentwicklung
- Standortkenntnisse
  - Gesteine und ihre Eigenschaften
  - Hydrologie (regional/lokal)
  - Hydrogeologie
  - (Biosphäre)
- Endlagerauslegung
- Ablaufende Prozesse

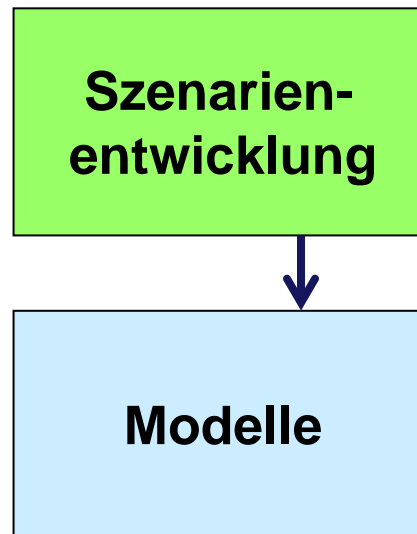
**Szenarien-  
entwicklung**

## Vorgehensweise



## Vorgehensweise

- Geowissenschaftliche Langzeitprognose über die Standortentwicklung
- Standortkenntnisse
  - Gesteine und ihre Eigenschaften
  - Hydrologie (regional/lokal)
  - Hydrogeologie
  - (Biosphäre)
- Endlagerauslegung
- Ablaufende Prozesse



- Verschiedene Szenarien
  - Erwartete Entwicklung
  - Andere Entwicklungen
- Vielfältige Vereinfachungen
  - Geometrie
  - Prozessbeschreibung

## Berücksichtigte Nahfeldprozesse

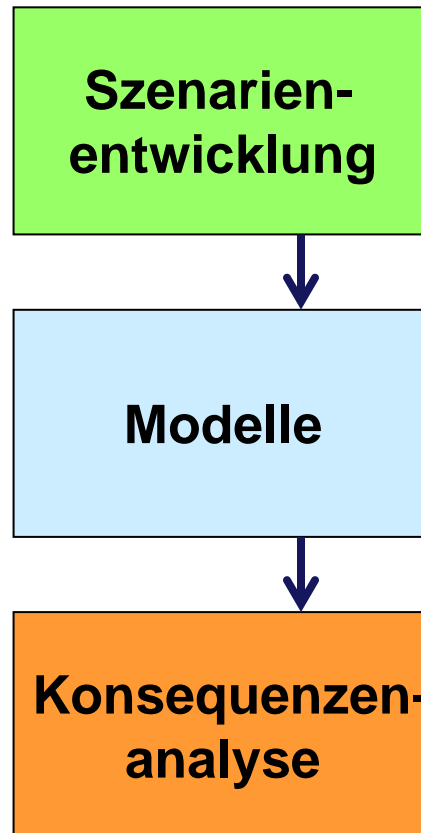
- radioaktiver Zerfall
- Temperaturentwicklung (zeitlich, räumlich)
- Korrosion der Abfallbehälter
- Gasbildung
- RN-Mobilisierung (Abfallmatrix Korrosion)

- Salzkriechen (Konvergenz)
- Kompaktierung von Salzversatz
- Advektion, Dispersion, Diffusion
- Umlösevorgänge

- Diffusion (Spezies-spezifisch)
- Sorption

## Vorgehensweise

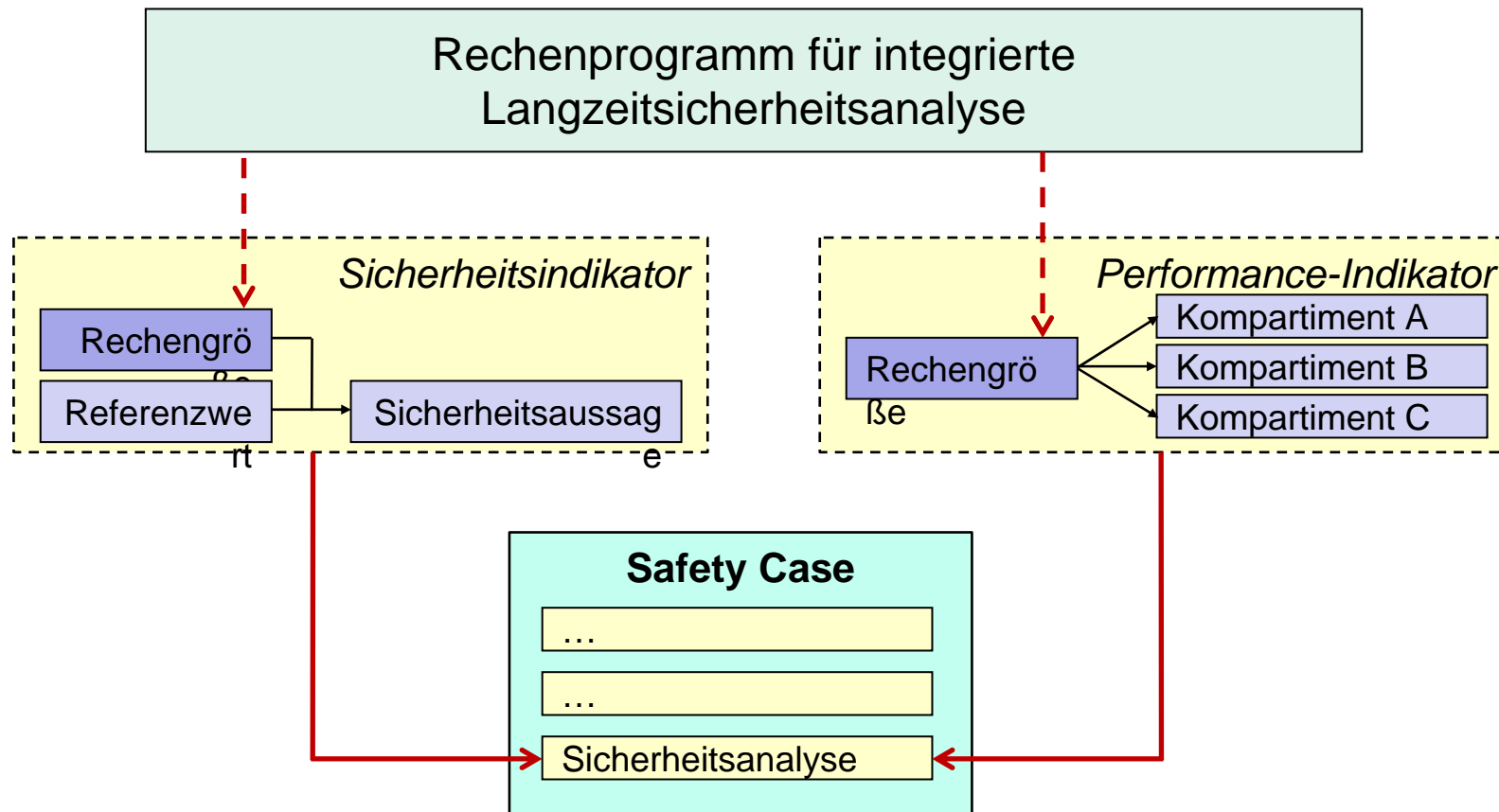
- Geowissenschaftliche Langzeitprognose über die Standortentwicklung
- Standortkenntnisse
  - Gesteine und ihre Eigenschaften
  - Hydrologie (regional/lokal)
  - Hydrogeologie
  - (Biosphäre)
- Endlagerauslegung
- Ablaufende Prozesse



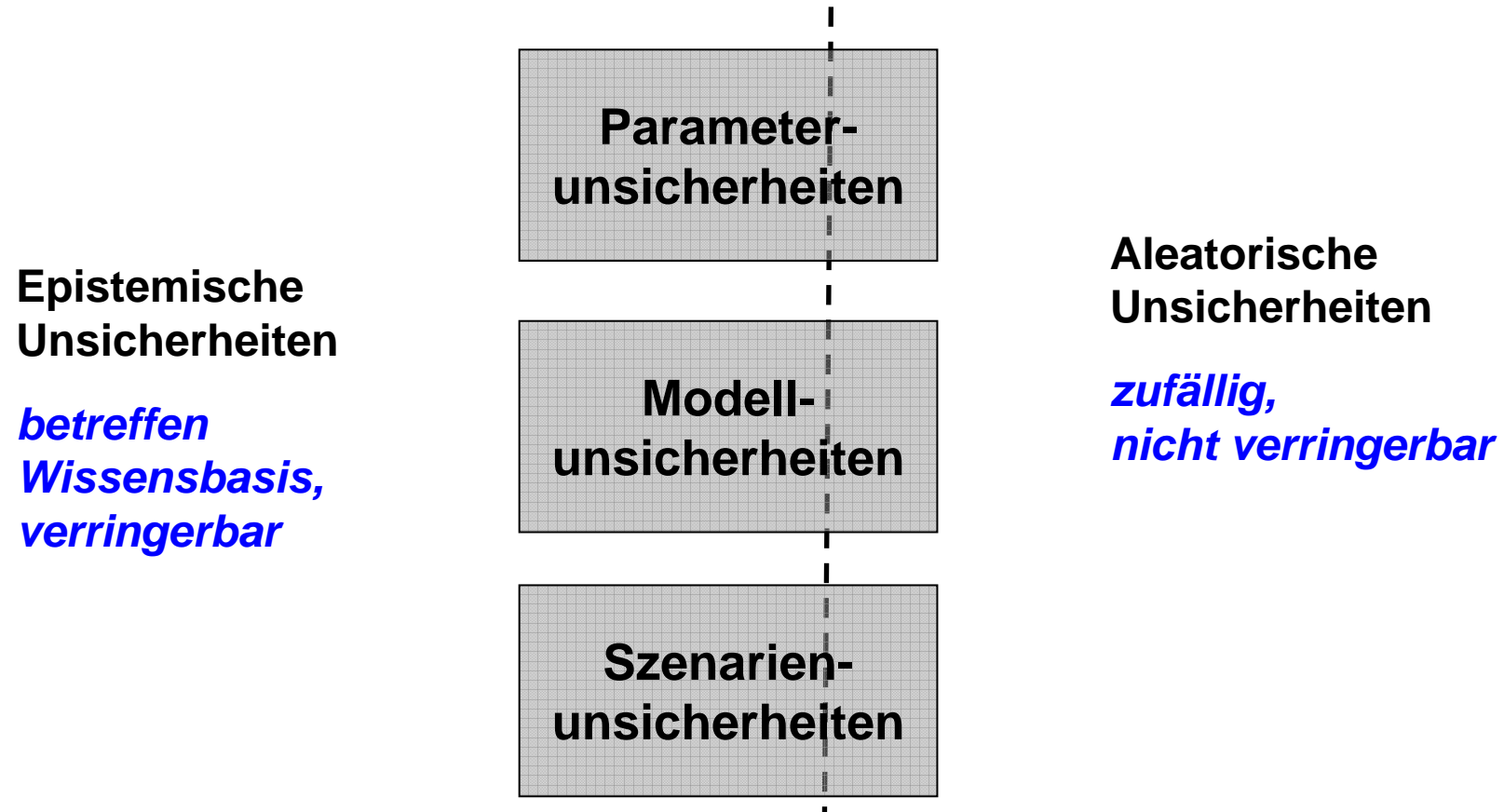
- Verschiedene Szenarien
  - Erwartete Entwicklung
  - Andere Entwicklungen
- Vielfältige Vereinfachungen
  - Geometrie
  - Prozessbeschreibung



## Ergebnisgrößen



## Arten der Ungewissheiten



---

## Umgang mit Ungewissheiten

- Szenarienungewissheiten
  - Behandlung unterschiedlicher Szenarien in separaten Rechenfällen
  - Problem: Angabe von Eintrittswahrscheinlichkeiten
- Modellungsgewissheiten
  - Bisher wenig systematisch behandelt
  - Behandlung über Datenunsicherheiten
- Datenungewissheiten
  - Monte-Carlo-Analyse
  - Problemfelder: Verteilungsfunktion, Parameterabhängigkeiten

---

## Zielsetzung von Monte-Carlo-Analysen

- Unsicherheitsanalyse
  - Statistische Aussagen zur Unsicherheit und zum Vertrauensintervall des Ergebniswertes
- Sensitivitätsanalyse
  - Identifizierung der Parameter, die besonders zur Unsicherheit des Ergebniswertes beitragen

---

## Zusammenfassung

- Vorgehensweise bei der Langzeitsicherheitsanalyse weltweit vergleichbar
- Rechenprogramme sind weit entwickelt
- Prinzipielle Methoden zum Umgang mit den Ungewissheiten vorhanden, Sicherheitsaussagen sind möglich
- Ergebnisse von Langzeitsicherheitsanalysen müssen richtig eingeordnet werden
  - Rechenergebnisse sind keine Prognosen
  - Fragestellung beeinflusst Vorgehensweise