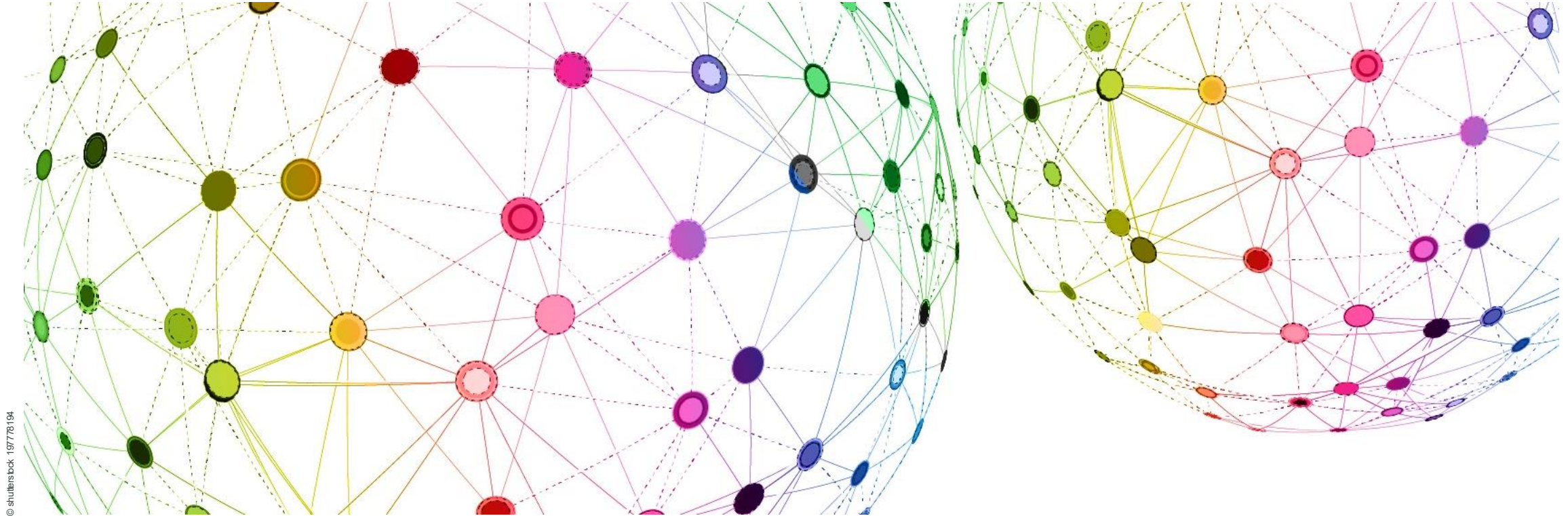




Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Uffizi federal d'energia UFE



© shutterstock 19776194

# RICHTLINIE TEIL C3

## INFORMATIONSVERANSTALTUNG



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Uffizi federal d'energia UFE

# **TECHNISCHE HILFSDOKUMENTATION FÜR DIE BEURTEILUNG DER ERDBEBENSICHERHEIT VON SCHÜTTDÄMMEN GEMÄSS TEIL C3 – 2025**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Uffizi federal d'energia UFE



# PRÄSENTATION - TEIL 1

**Dr. Thomas Weber, Studer Engineering GmbH, Zürich, Schweiz**



# INHALT DER HILFSDOKUMENTATION

---

- vereinfachte analytische und empirische Berechnungsverfahren
- linear-äquivalente Berechnungsmethode
- numerische Berechnungsmethoden
- Stoffgesetzte und Bestimmung dynamischer Modellparameter
- Beurteilung der Bodenverflüssigung und Analyse erdbeben-induzierter Porenwasserüberdrücke
- 2 Fallbeispiele mit Anwendung verschiedener Berechnungsmethoden



# VEREINFACHTE BERECHNUNGSVERFAHREN

---

- Gleitblockanalyse mit empirischen Methoden, verformungs-basierte Betrachtungen für kleine Dämme
  - Makdisi & Seed (1978)
  - Bray & Travasarou (2007)
  - Bray & Macedo (2019)



# LINEAR-ÄQUIVALENTE METHODE

---

- Konzept der linear-äquivalenten Methode
- Vorgehen in der Berechnung
- Bestimmung relevanter dynamischer Bodenparameter
- Empfehlungen zur Parameterwahl basierend auf Literaturangaben



# ERDBEBENINDUZIERTE PORENWASSERDRÜCKE

---

- Vorstellen verschiedener analytischer Berechnungsverfahren zur Abschätzung erdbebeninduzierter Porenwasserüberdrücke
- Hinweise zur Berücksichtigung bzw. Implementierung in analytisch-empirische und in linear-äquivalente Berechnungsmodelle



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Office fédéral de l'énergie OFEN  
Ufficio federale dell'energia UFE  
Uffizi federal d'energia UFE



# PRÄSENTATION - TEIL 2

**Dr. Vahid Galavi, Witteveen+Bos, Deventer, Niederlande**





# NUMERISCHE BERECHNUNGEN

---

- Verschiedene Aspekte der nichtlinearen dynamischen numerischen Modellierungsmethoden
- Wichtige Kriterien für eine genaue nichtlineare Analyse:
  - Berechnungsparameter
  - Verschiedene Randbedingungen
  - Netz
  - Verschiedene Arten der Dämpfung und Bestimmung der Dämpfungsparameter
  - Verschiedene Methoden zur Berechnung des Wasserdrucks



# NUMERISCHE BERECHNUNGEN

---

- Schrittweise Modellierung von zwei Typen von Erddämmen
  - Homogener Damm
  - Zonierter Damm mit Tonkerndichtung



# NUMERISCHE STOFFGESETZE

---

- Verschieden Konzepte von Stoffgesetze:
  - Steifigkeit, Festigkeit, Dämpfung, Wasserdruckentwicklung, Verflüssigung usw.
- Möglichkeiten und Einschränkungen verschiedener Stoffgesetze
- Auswahl der geeignetsten Modelle für Schweizer Dämme:
  - Auswahl für Tonkerndichtung und grobe Materialien
  - Parameterbestimmung und Kalibrierung der ausgewählten Stoffgesetze basierend auf Labor- und In-situ-Tests



# SCHRITT-FÜR-SCHRITT BEISPIEL

---

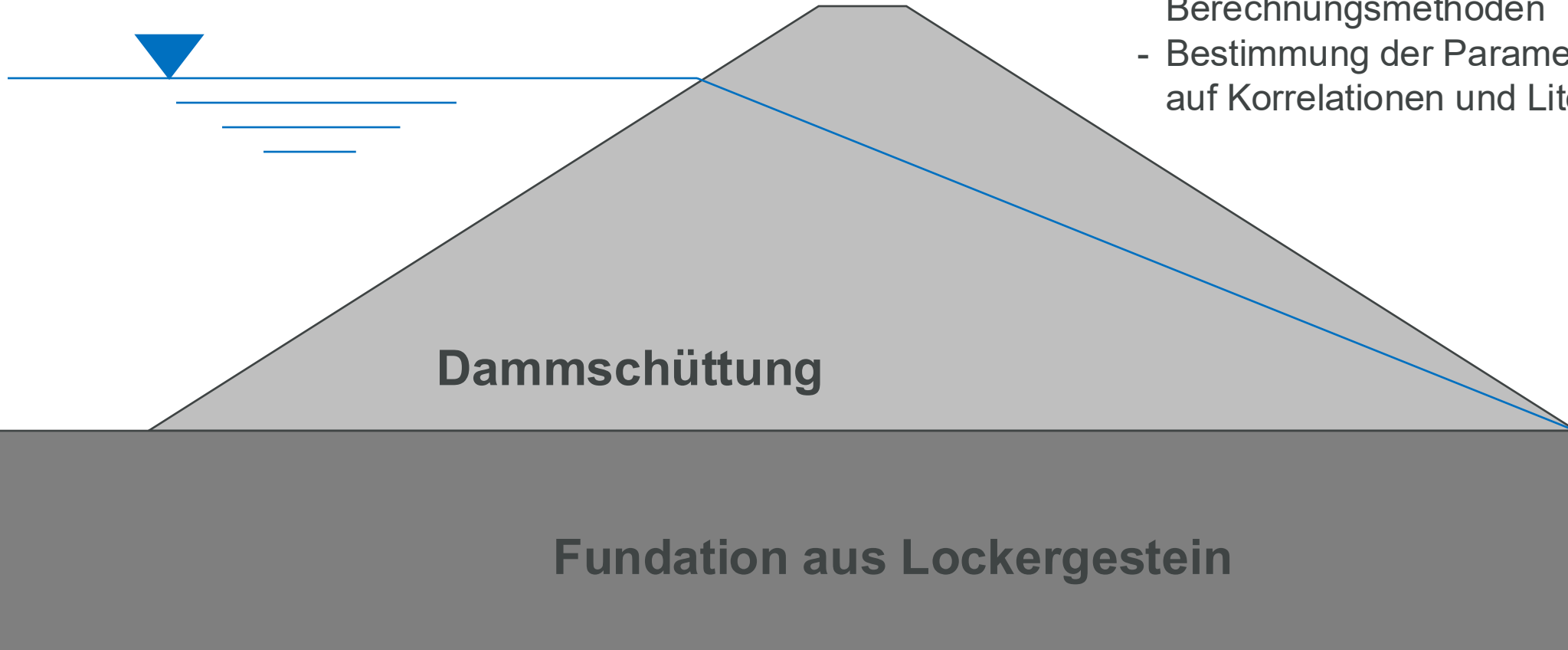
- Schritt-für-Schritt Beispiel nach dem neuesten Stand der Technik und basierend auf der Richtlinie C3 des BFE
- die nichtlineare dynamische Analyse von zwei Dämmen wird schrittweise demonstriert durch Simulation
  - ein homogener und ein zonierter Damm mit Tonkerndichtung



# FALLBEISPIEL 1 – HOMOGENER DAMM

Dammhöhe ca. 10 m – Stauanlagenklasse III

- Exemplarische Anwendung aller Berechnungsmethoden
- Bestimmung der Parameter basierend auf Korrelationen und Literatur

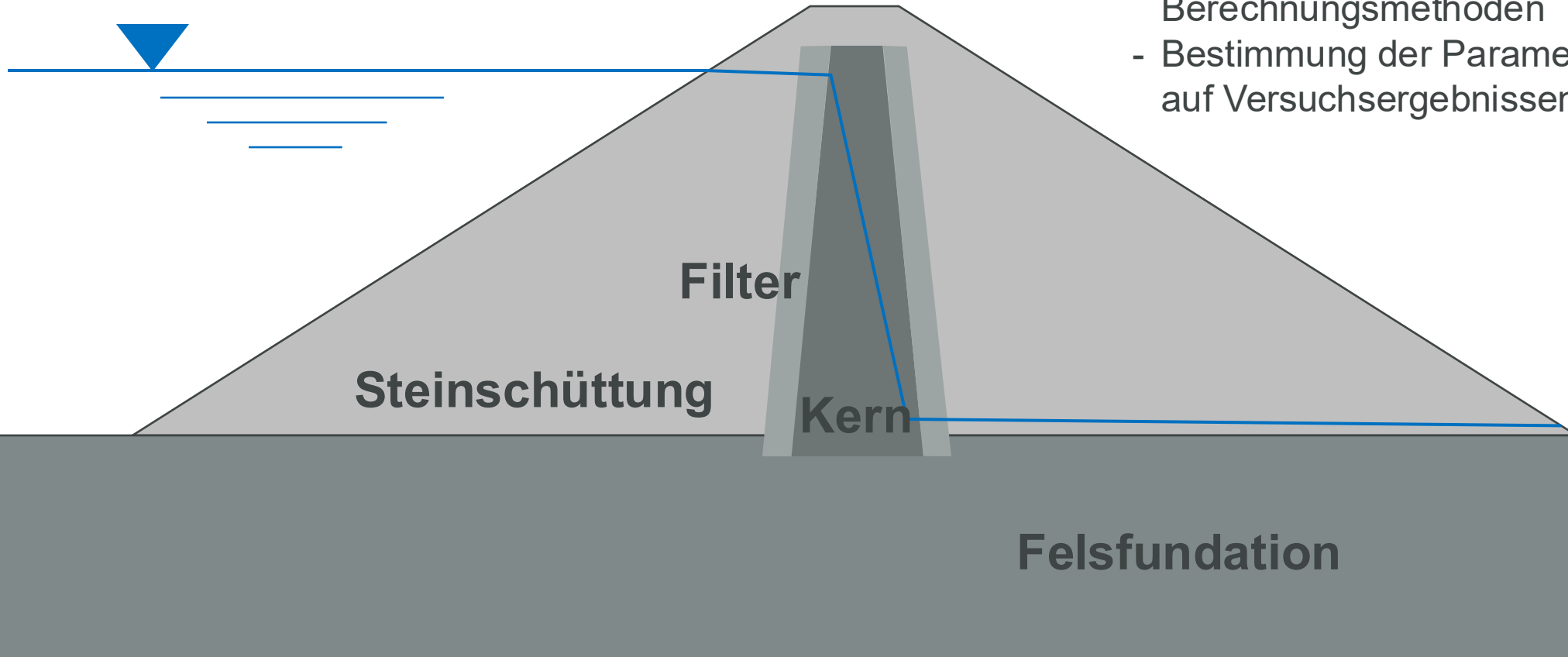




# FALLBEISPIEL 2 – GEZONTER ERDDAMM

Dammhöhe ca. 100 m – Stauanlagenklasse I

- Exemplarische Anwendung aller Berechnungsmethoden
- Bestimmung der Parameter basierend auf Versuchsergebnissen





# WEITERES VORGEHEN

---

- Aktuell mitten in der Erarbeitung der Hilfsdokumentation
- Vorgesehene Publikation der Empfehlungen:  
2. Jahreshälfte 2025, voraussichtlich Ende III. Quartal 2025