

# Anisotropes Stoffmodell für Kristallingestein auf Basis von Hoek-Brown unter Berücksichtigung von bis zu drei Klufsystemen

Teil des gemeinsamen FuE-Projekts BARIK „Entwicklung und Test eines erweiterten Hoek-Brown Stoffmodells zur Berücksichtigung anisotropen Festigkeitsverhaltens bei der Anwendung der Integritätskriterien für kristalline Wirtsgesteine“

P. León-Vargas<sup>1</sup>, M. Friedel<sup>2</sup>, A. Hassanzadegan<sup>1</sup>, M. Rahmig<sup>1</sup>, F. Weber<sup>2</sup>, M. Jobmann<sup>1</sup>, H. Konietzky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BGE TECHNOLOGY GmbH, Eschenstr. 55, 31224 Peine

<sup>2</sup>Institut für Geotechnik der TU Bergakademie Freiberg, Gustav-Zeuner-Str. 1, 09599 Freiberg

## Motivation

Wichtige Stützen für einen Sicherheitsnachweis sind Modellberechnungen auf Basis bekannter und abgesicherter Stoffmodelle und den dafür notwendigen Gesteinsparametern. Teil dieses Nachweises ist ein sogenanntes Dilatanz-Kriterium, das für ein kristallines Wirtsgestein auf dem Stoffgesetz von Hoek & Brown beruht. Dieses Stoffgesetz hat zurzeit noch den Nachteil, dass es sich um ein isotropes Stoffmodell handelt. An dieser Stelle setzt das Forschungsprojekt BARIK an. Das wesentliche Ziel ist die Entwicklung und der Test eines erweiterten Hoek-Brown Stoffmodells, das in der Lage ist, anisotropes Festigkeitsverhalten sowohl innerhalb der intakten Gesteinsmatrix als auch in einem mit mehreren Klüften in verschiedenen Lagen durchzogenen kristallinen Gebirgskörper zu berücksichtigen.

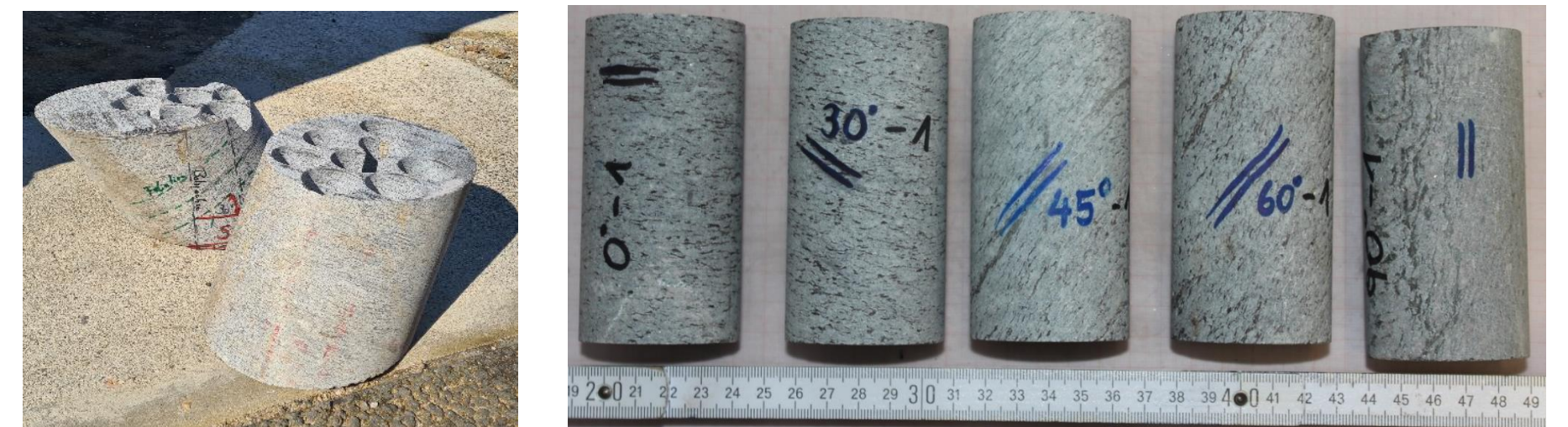


Abb. 1: Freiburger Gneis (metamorph überprägter Granit mit ausgeprägter Anisotropie) als Gesteinsmaterial für Laborversuche zur Eigenschaftsbestimmung

## Forschungsansatz

- ❖ Für alle Teile des Stoffmodells soll die Idee der Anisotropie, soweit sie Einfluss besitzt, umgesetzt werden. Der mechanische Teil lässt sich in die drei orange markierten Abschnitte unterteilen: „Elastische Charakteristik“, „Versagensverhalten“ und „Plastisches Verhalten nach Erreichen der Festigkeitsgrenze“ (Abb. 2). Dabei bedingen sich diese gegenseitig.
- ❖ Das BARIK Stoffmodell sieht vor, das Matrixverhalten und das Kluffverhalten separat zu betrachten. D.h. dass jedem Bestandteil (Matrix, Klüfte) ein eigenes Versagenskriterium mit expliziten Festigkeitseigenschaften zugrunde liegt. Aus der Überlagerung ergibt sich dann das übergeordnete Gesteinsverhalten (Matrix + Klufsysteme) mit Blick auf die jeweils geringsten Festigkeiten.
- ❖ Im Bereich des kritischen und subkritischen Risswachstums kann der Biot-Koeffizient nicht als konstant betrachtet werden. Biot-Koeffizienten als hydro-mechanischer Kopplungsparameter im geklüfteten Gestein sind für die rechnerische Abbildung des korrekten effektiven Spannungszustandes sinnvoll.
- ❖ Dieses Stoffmodell soll in zwei unterschiedliche Computercodes implementiert und getestet werden. Mit der Verwendung zweier Computercodes wird der Notwendigkeit Rechnung getragen, das Ungenauigkeiten, die sich aus der Verwendung unterschiedlicher Codes ergeben, abgebildet und im Hinblick auf anstehende Sicherheitsuntersuchungen bewertet werden können.

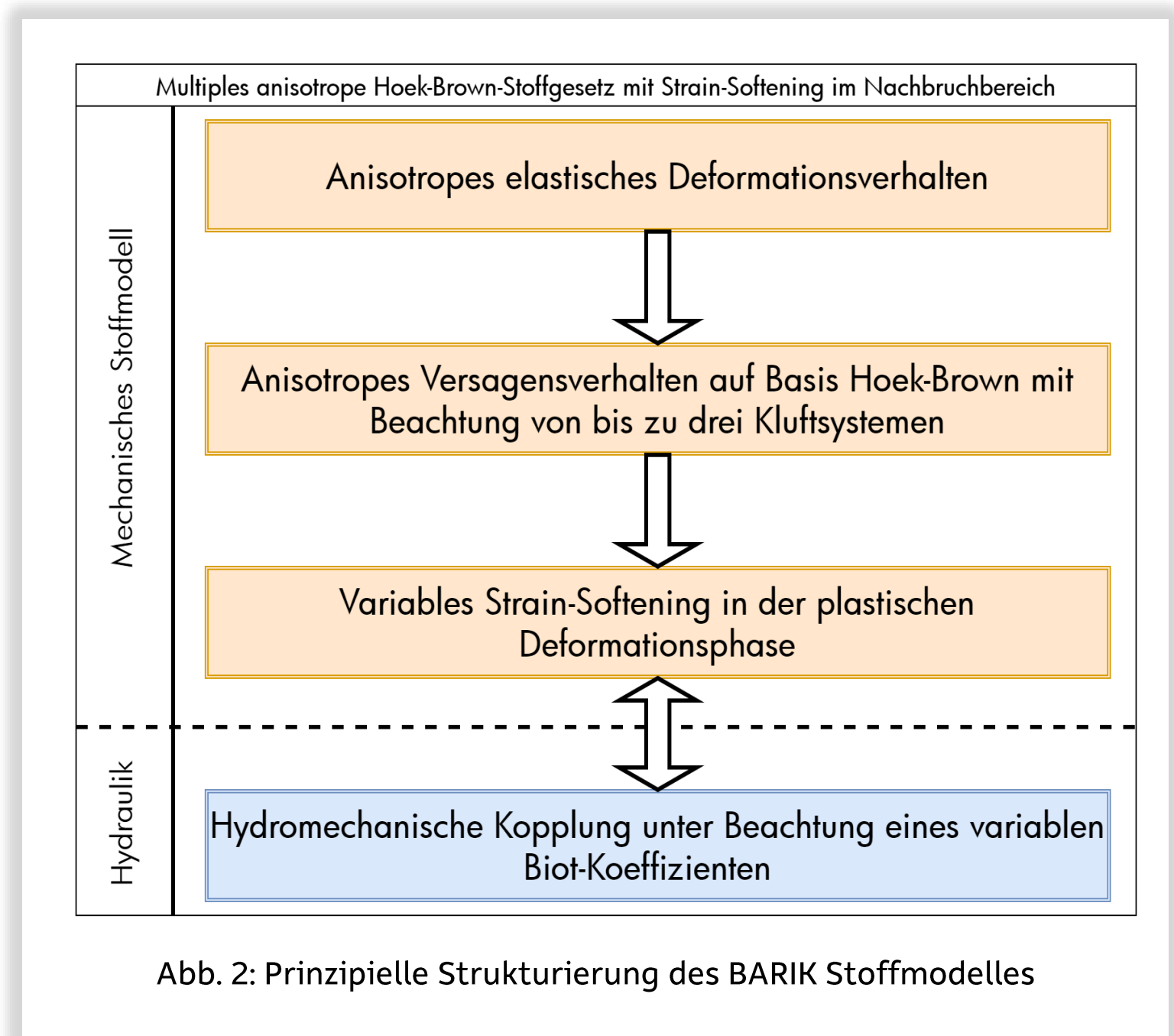


Abb. 2: Prinzipielle Strukturierung des BARIK Stoffmodelles

### Anisotropes Elastisches Verhalten

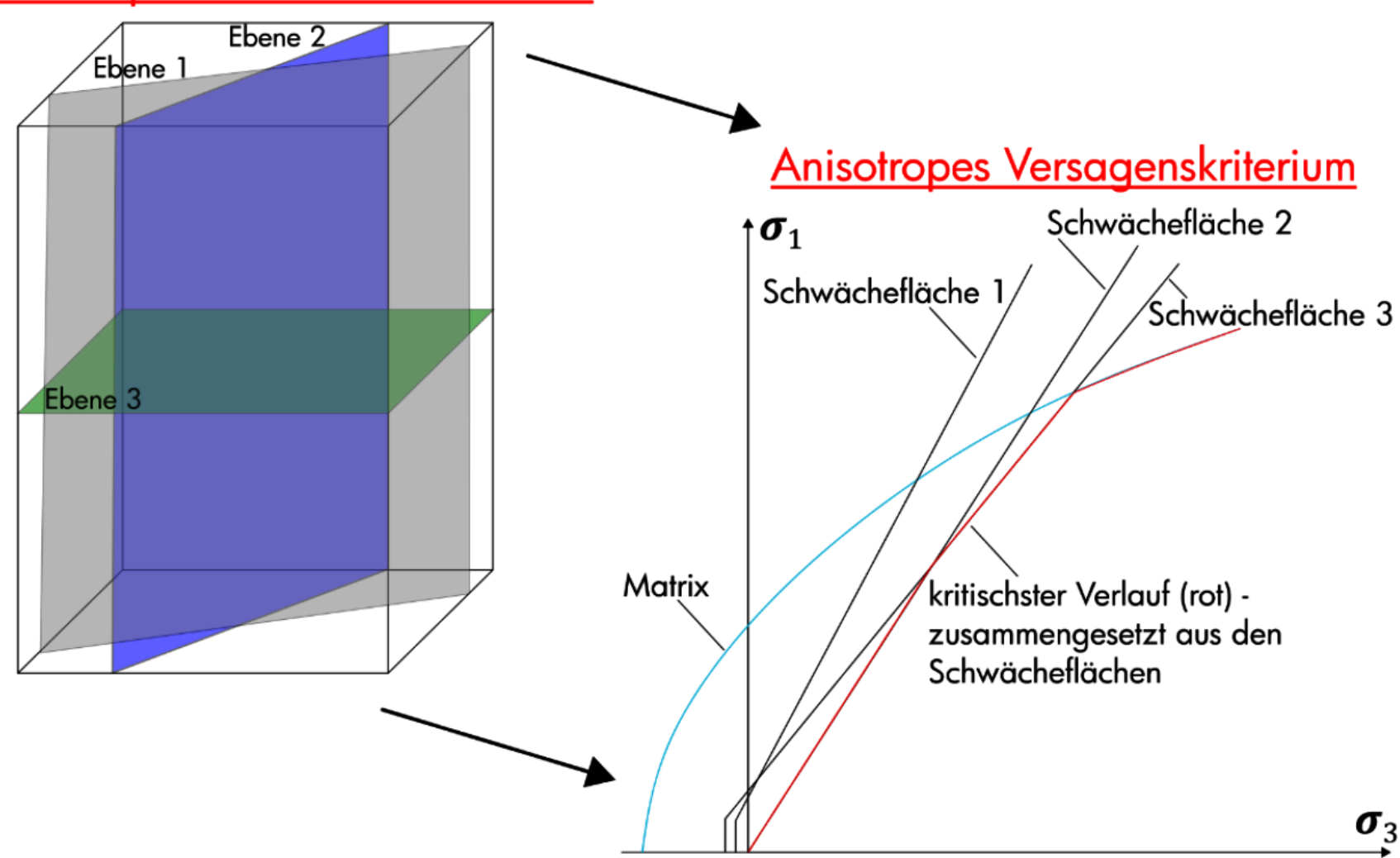


Abb. 3: Prinzip der Superposition am Beispiel von Matrix + 3 Klufsystemen

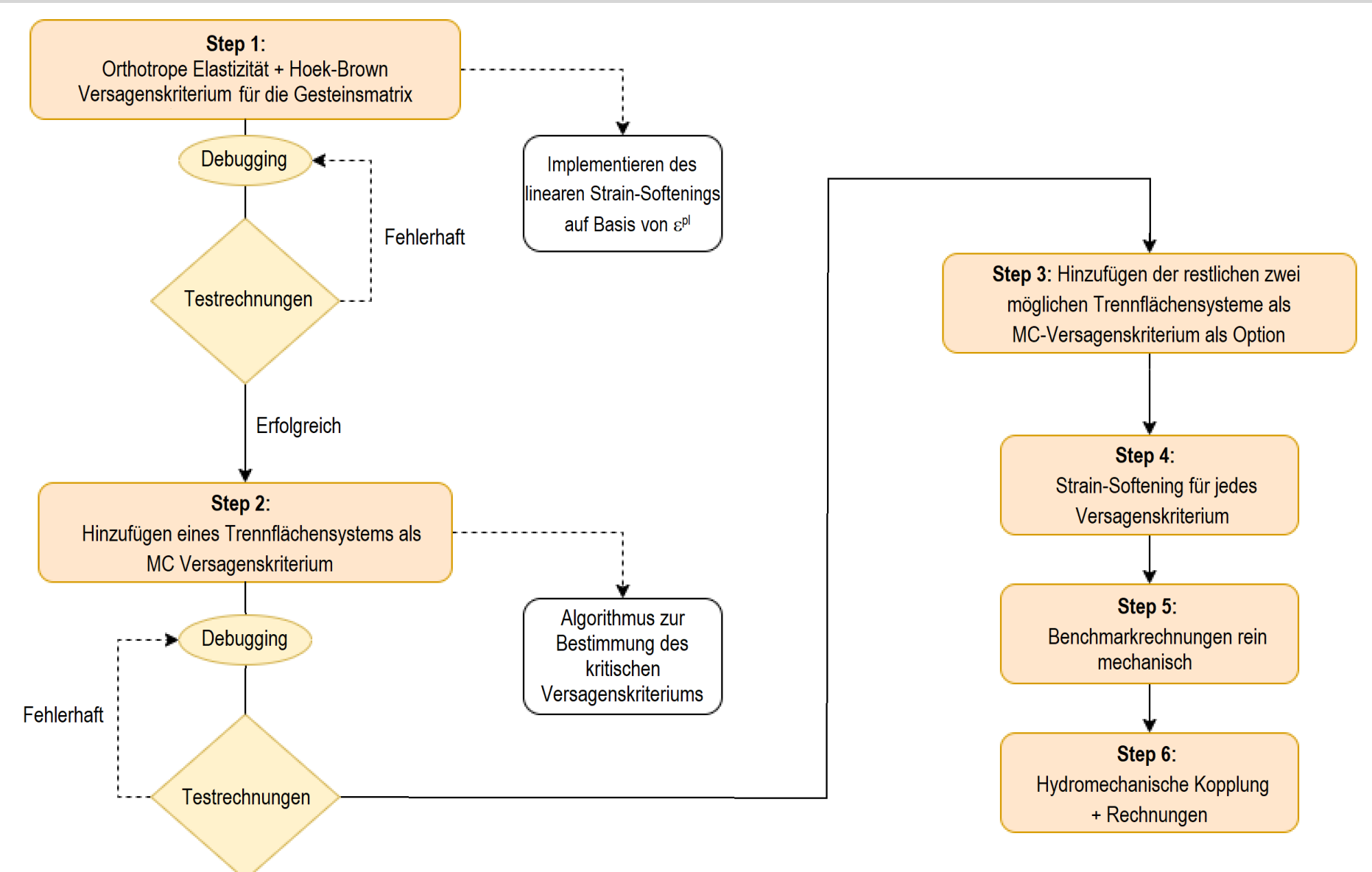


Abb. 4: Stufenplan zur Implementierung des Stoffmodelles

## Erkenntnisse

Die Implementierung des Teils des Stoffmodelles, der das Verhalten der Gesteinsmatrix beschreibt, ist bereits abgeschlossen. Damit kann man Berechnungen isotrop-elastisch, orthotrop-elastisch, isotrop-elasto-plastisch, orthotrop-elasto-plastisch durchführen. Zurzeit wird weiter an der Implementierung des Klufsystems gearbeitet. Endgültige Ergebnisse des Projektes werden für Mitte 2023 erwartet.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages