



## Bachelor-Thesis

# Hochwasserschutzdämme und ihr heterogener Aufbau

## Konsequenzen für die Bemessung



Abb. 1: Rheindamm Km 54.600 – Km 55.075

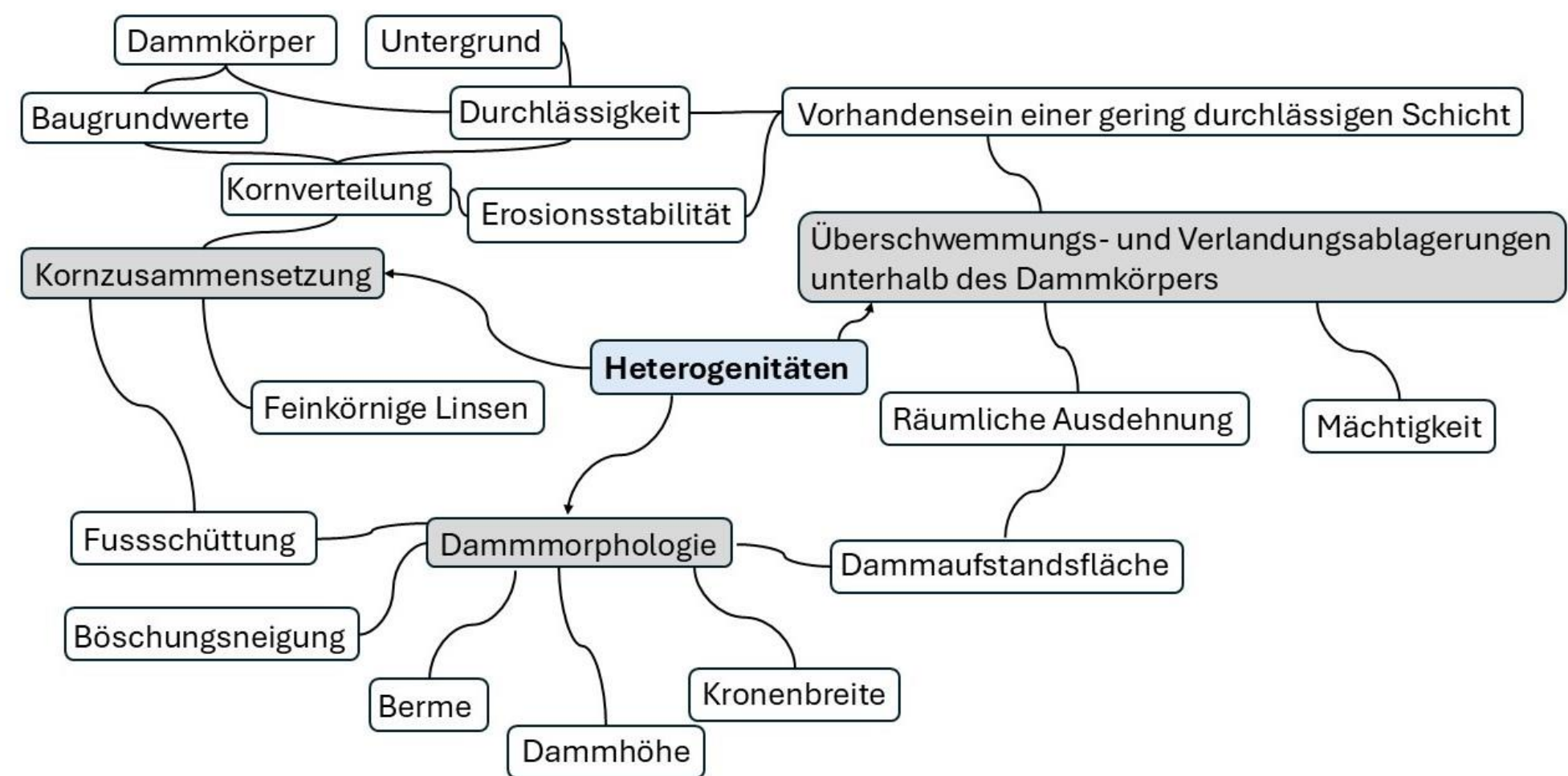


Abb. 2: Mögliche Heterogenitäten im Dammkörper und der Fundation

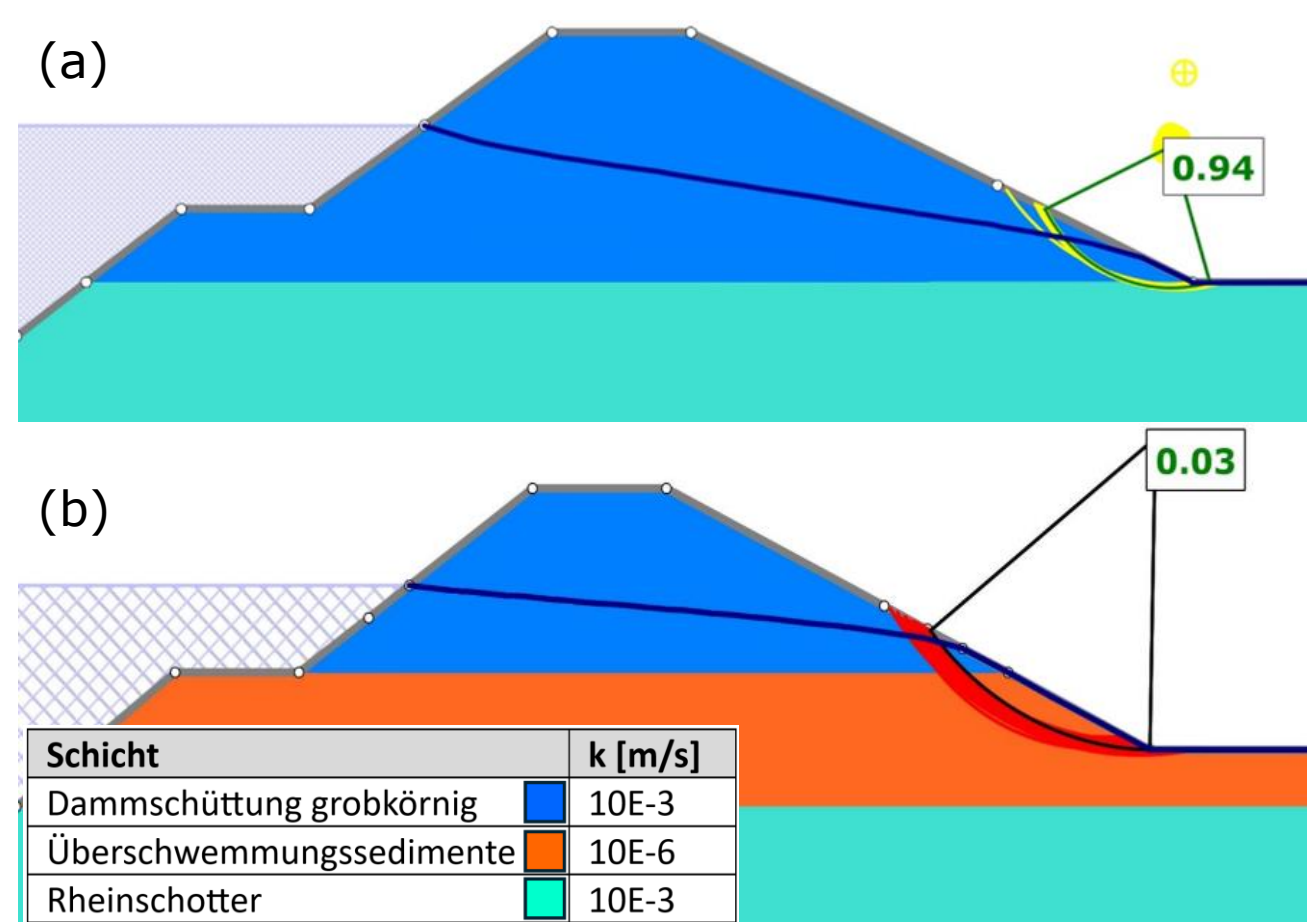


Abb. 3: Standsicherheit luftseitige Böschung

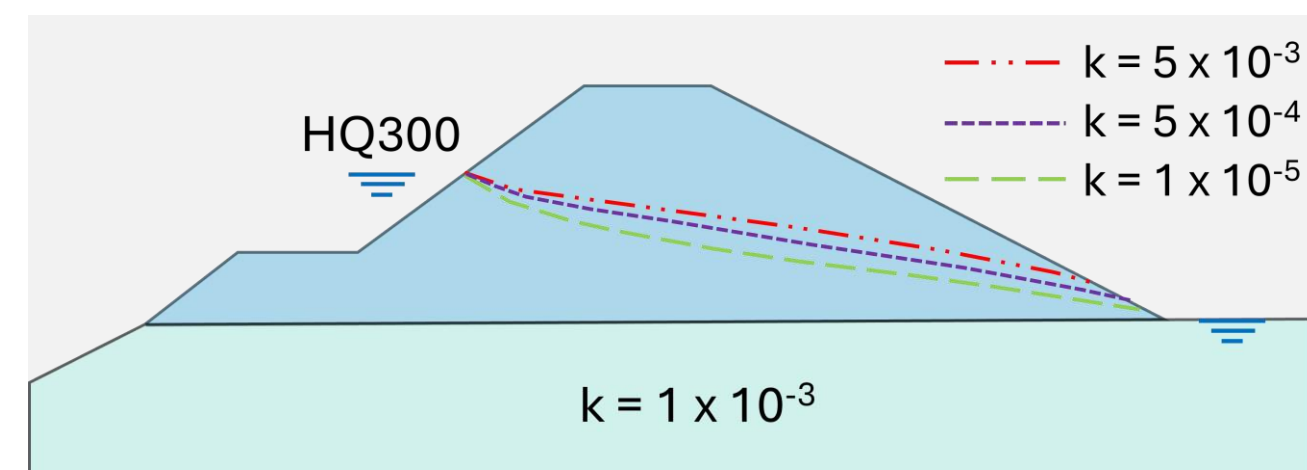


Abb. 4: Lage der Sickerlinien

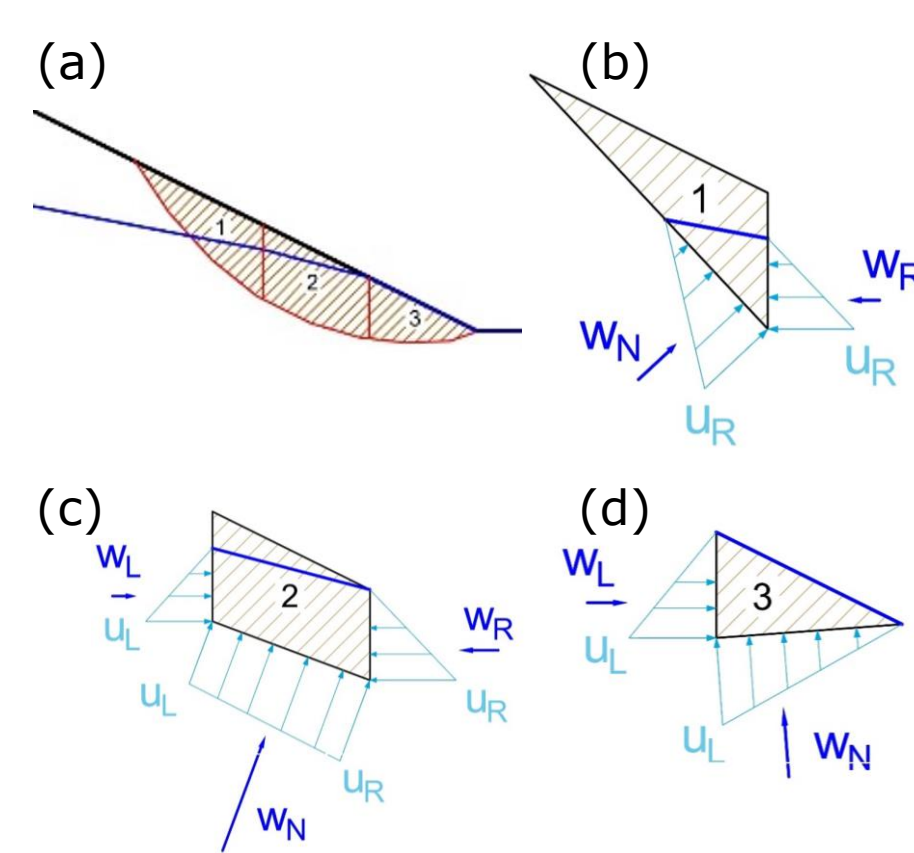


Abb. 6: Porenwasserdrücke

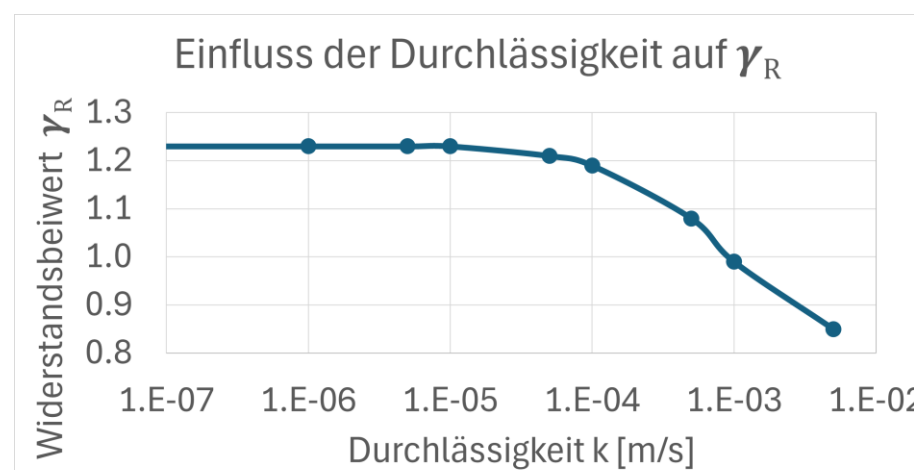


Abb. 5: Einfluss Durchlässigkeit auf  $\gamma_R$  bei Hochwasser (nach Hermann und Jensen, 2003)

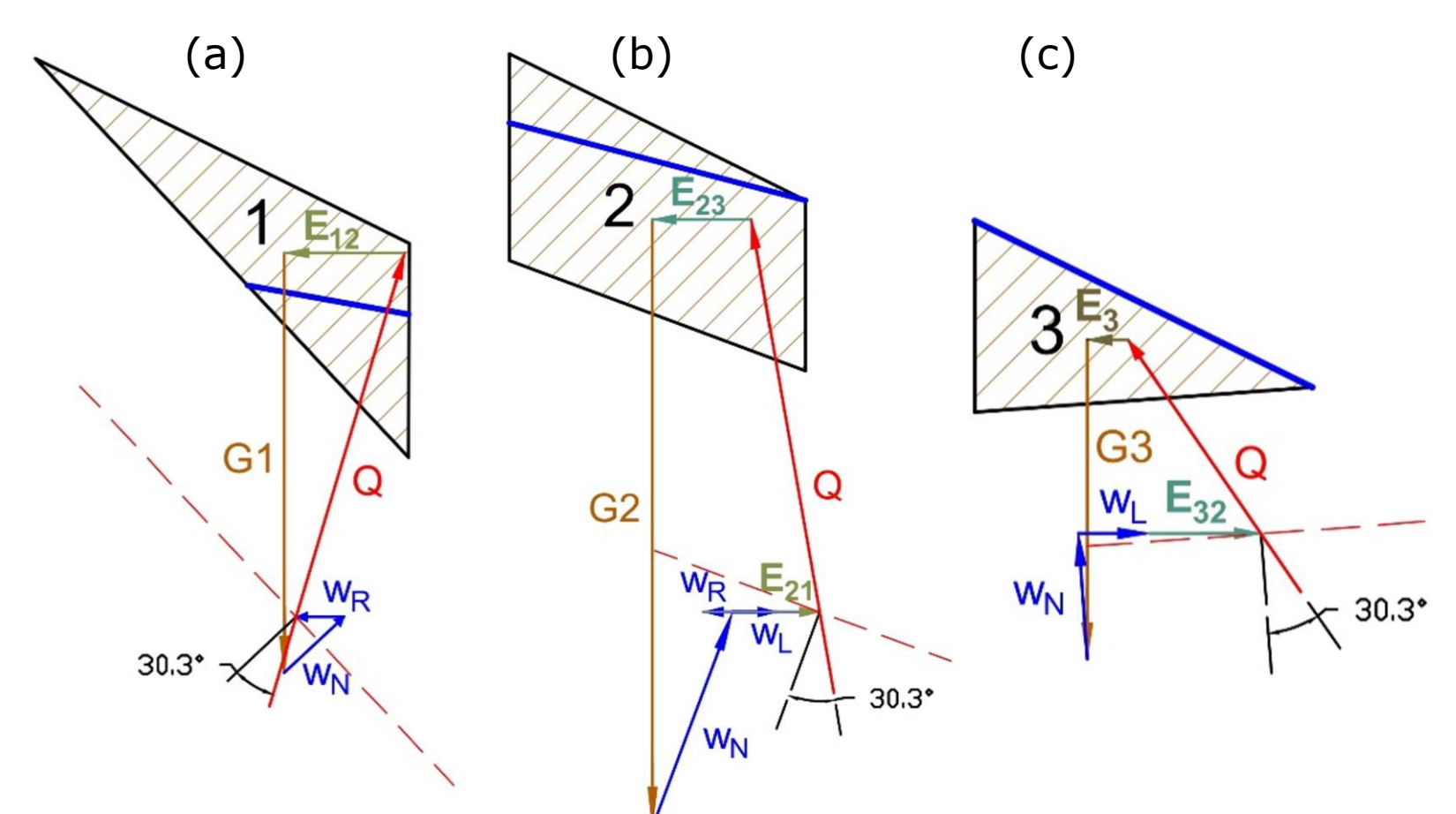


Abb. 7: Plausibilisierung mit Block-Gleit-Methode

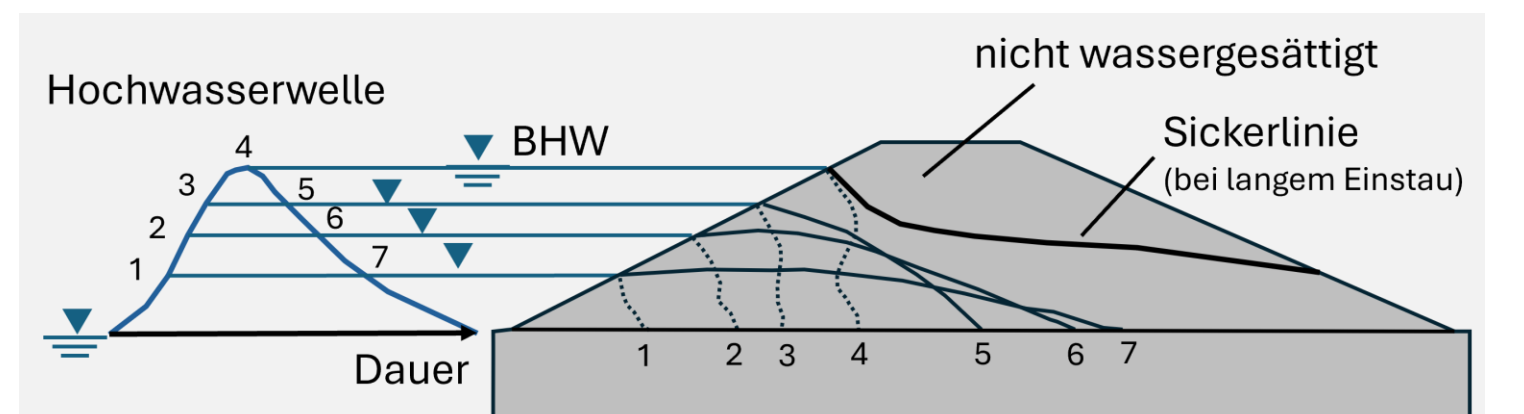


Abb. 8: Zeitliche Entwicklung Sickerlinie im Damm bei Hochwasser (nach Hermann und Jensen, 2003)

## Problemstellung

Der Aufbau der bedeutenden Hochwasserschutzprojekte des 19. Jahrhunderts ist massgeblich durch deren Entstehungsgeschichte geprägt. Die damals geschütteten Hochwasserschutzdämme wurden oft mit lokal verfügbaren Baumaterialien erstellt und mit den damals eingeschränkten Möglichkeiten verdichtet. Erddämme können daher nicht als homogene Bauwerke betrachtet werden, sondern weisen hohe Heterogenitäten und stark variierende Eigenschaften entlang des Flusslaufs auf.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die möglichen Heterogenitäten im Dammaufbau und der Fundation am Beispiel des Alpenrheins (Abb. 1) identifiziert und hinsichtlich ihrer Relevanz in Bezug auf die massgebenden Gefährdungsbilder und die Dammbemessung bewertet werden.

## Lösungskonzept

Anhand der vorhandenen Unterlagen zum Alpenrhein werden potentielle Heterogenitäten im Dammaufbau und der Fundation identifiziert (Abb. 2).

Zur Beurteilung des Einflusses dieser Heterogenitäten auf die Dammbemessung werden die Sickerströmungen im Dammkörper und Untergrund anhand konstruierter Strömungsnetze sowie numerischer Simulationen analysiert. Zudem wird der Einfluss dieser Heterogenitäten auf die luftseitige Böschungsstabilität vertieft untersucht.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Durchlässigkeit des Damms und das Vorhandensein einer feinkörnigen Zwischenschicht die massgeblichen Heterogenitäten in Bezug auf die Dammbemessung darstellen.

Die stationären Strömungsberechnungen zeigen, dass das Verhältnis der Durchlässigkeiten von Dammkörper und Untergrund die Lage der Sickerlinie beeinflusst (Abb. 4). Mit abnehmender Durchlässigkeit des Dammkörpers im Vergleich zum Untergrund steigt die rechnerische Standsicherheit, da die Sickerlinie dadurch tiefer im Damm verläuft und somit die Auftriebskräfte reduziert werden (Abb. 5).

Weiter zeigen die Stabilitätsberechnungen, dass eine gering durchlässige Schicht zwischen Damm und Untergrund bei Durch- und Unterströmung des Dammkörpers infolge entstehender Auftriebskräfte die rechnerische Standsicherheit deutlich reduziert (Abb. 3). Zur Plausibilisierung der Ergebnisse wird der in Abb. 3a dargestellte Gleitkreis mit der Block-Gleit-Methode (Abb. 6 & 7) überprüft.

Die instationären Strömungsberechnungen zeigen, dass die zeitliche Entwicklung der Sickerlinie (Abb. 8) stark vom gewählten Modell zur Beschreibung der ungesättigten Durchlässigkeit des Dammkörpers abhängt. Dies zeigt die Herausforderungen und Grenzen der numerischen Modellierung bei unzureichender baugrundspezifischer Datengrundlage.

## Pascale Valerie Carlen

Betreuer:  
Prof. Dr. André Arnold

Experte:  
Jürg Nyfeler