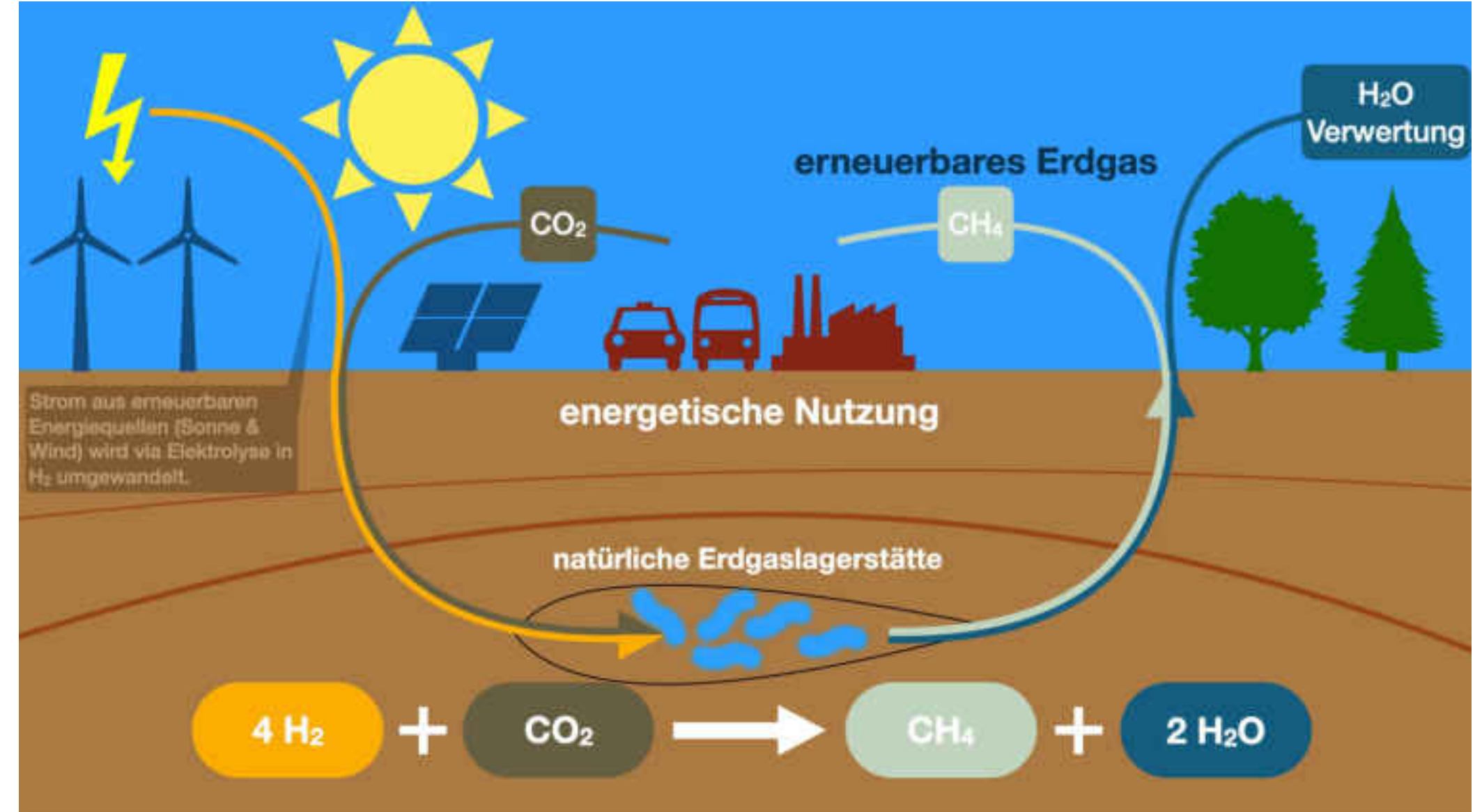


Der Einfluss mikrobiellen Wachstums auf die hydraulischen Eigenschaften poröser Gasspeicher

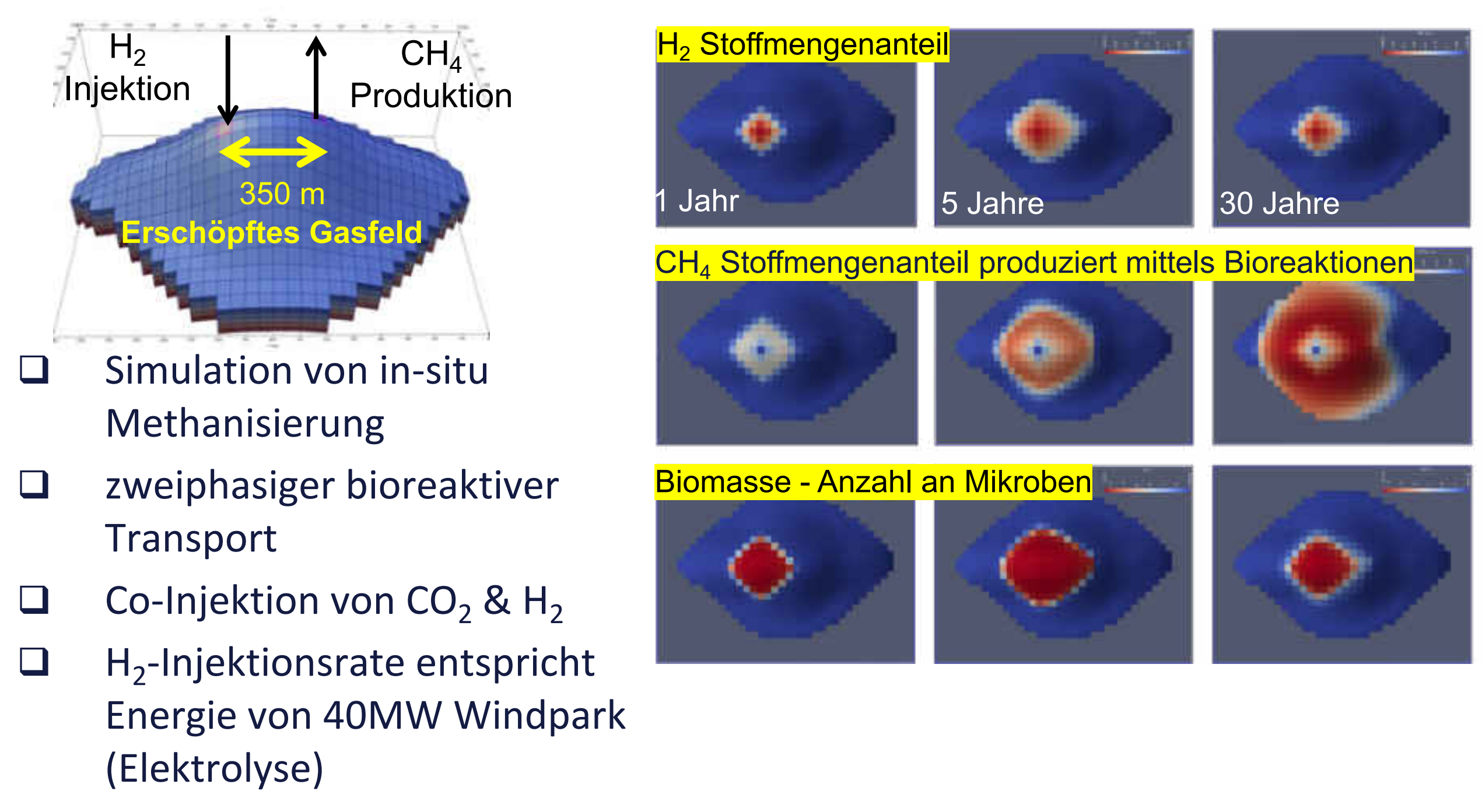
Untertage Methanisierung



Motivation

- In-situ Methanisierung über mikrobielle Prozesse (Umwandlung H₂ in CH₄)
- Dadurch bedingtes mikrobielles Wachstum → Verstopfung des Porenraums
 - Einfluss auf Strömungs- und Speicherkapazität
 - Biomasse-Permeabilität? Beeinflusst Gaskonversionsrate
- Experimentelle und numerische Untersuchungen um Zusammenhang zwischen der Strömungs- und Speicherkapazität zu bestimmen

Feldskala-Model



- Simulation von in-situ Methanisierung
- zweiphasiger bioreaktiver Transport
- Co-Injektion von CO₂ & H₂
- H₂-Injektionsrate entspricht Energie von 40MW Windpark (Elektrolyse)

Mikroskala

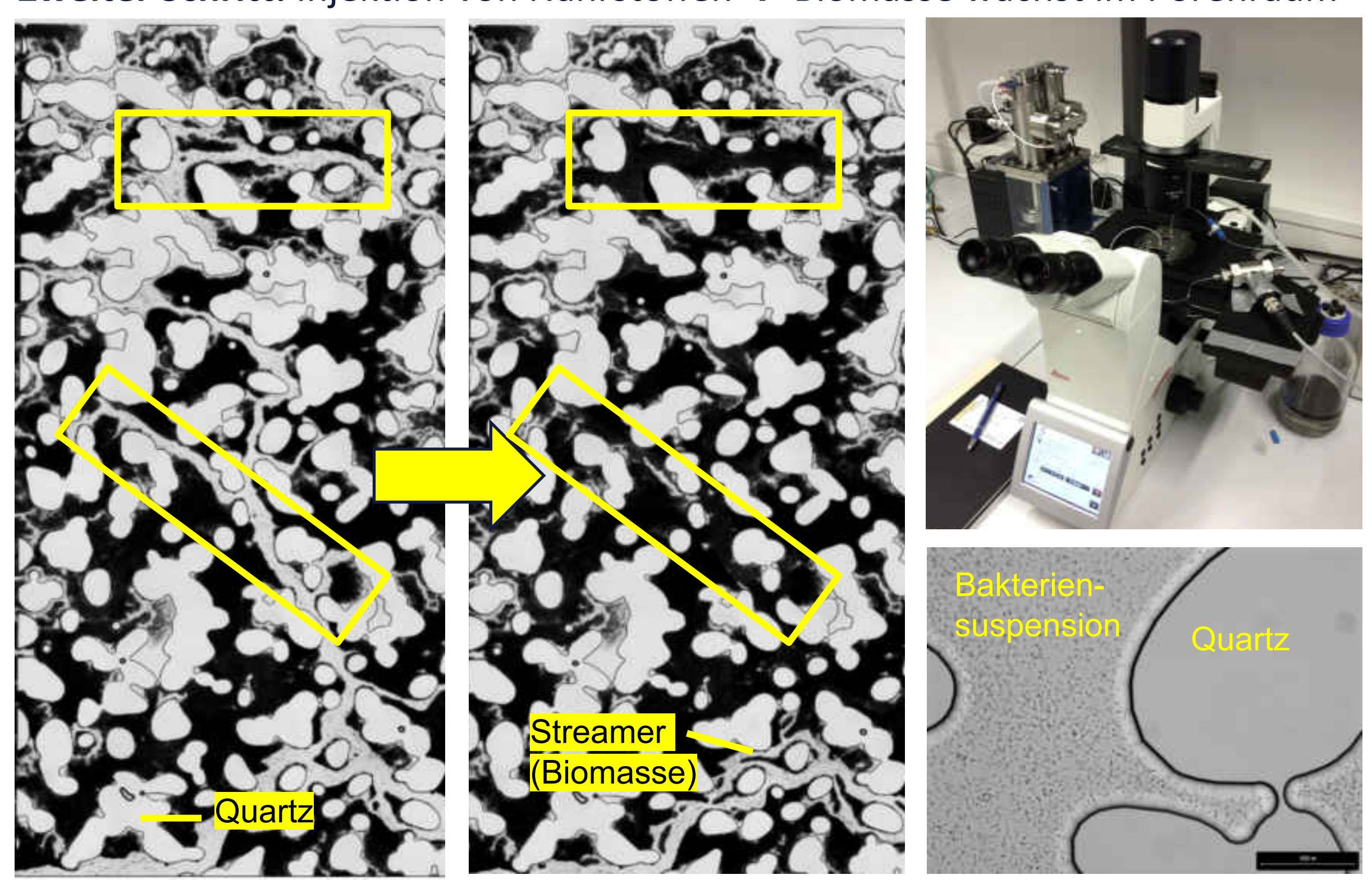
- Poröser 2D Mikrofluidik-Chip (Lab-on-a-Chip Approach)
- Visualisierung der Akkumulation von Biomasse
- Bestimmung der hydraulischen Eigenschaften
- Nährstoffversorgung
- Observation von verschiedenen Akkumulations- & Wachstumsmechanismen

Projektphasen

- Phase 1 - gesättigte Strömungsbedingungen
- Phase 2 - ungesättigte Strömungsbedingungen
- Phase 3 - das Wasserstoffproblem

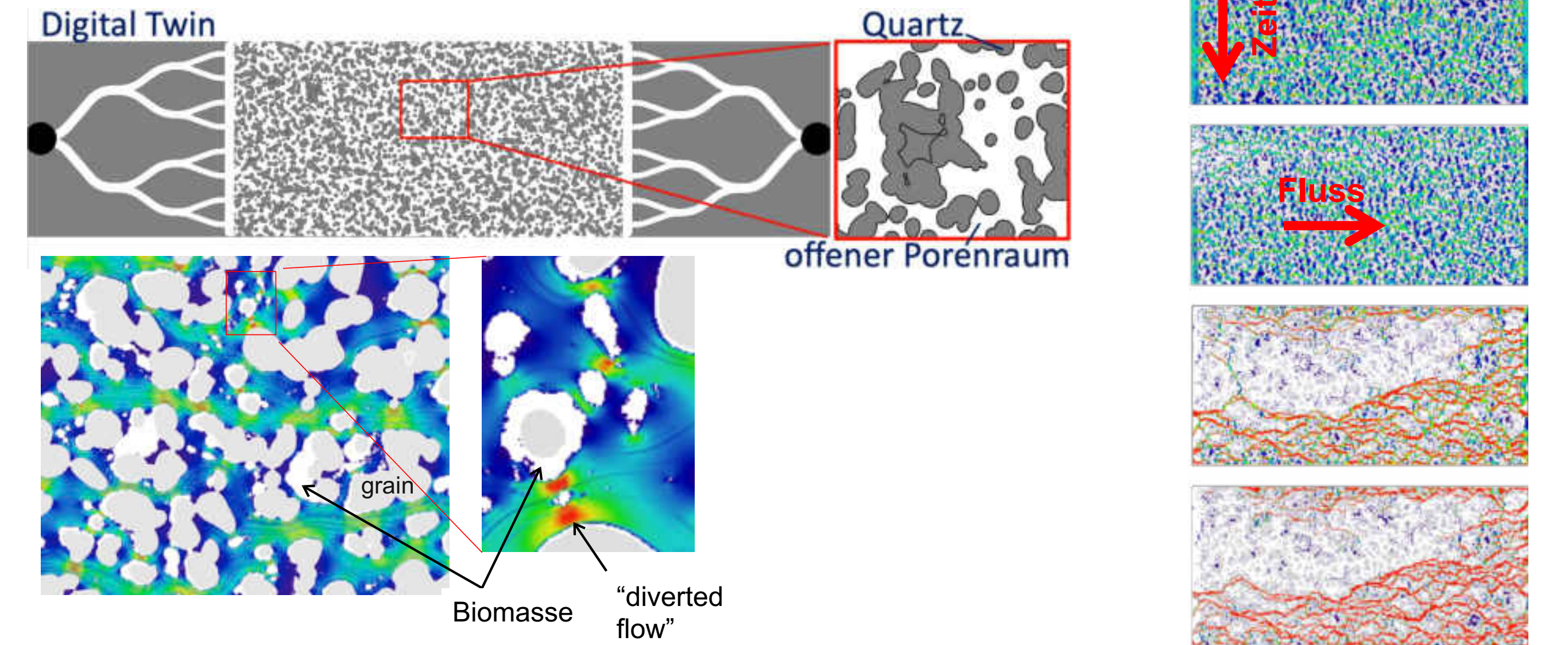
Erster Schritt: Injektion einer Bakteriensuspension

Zweiter Schritt: Injektion von Nährstoffen → Biomasse wächst im Porenraum

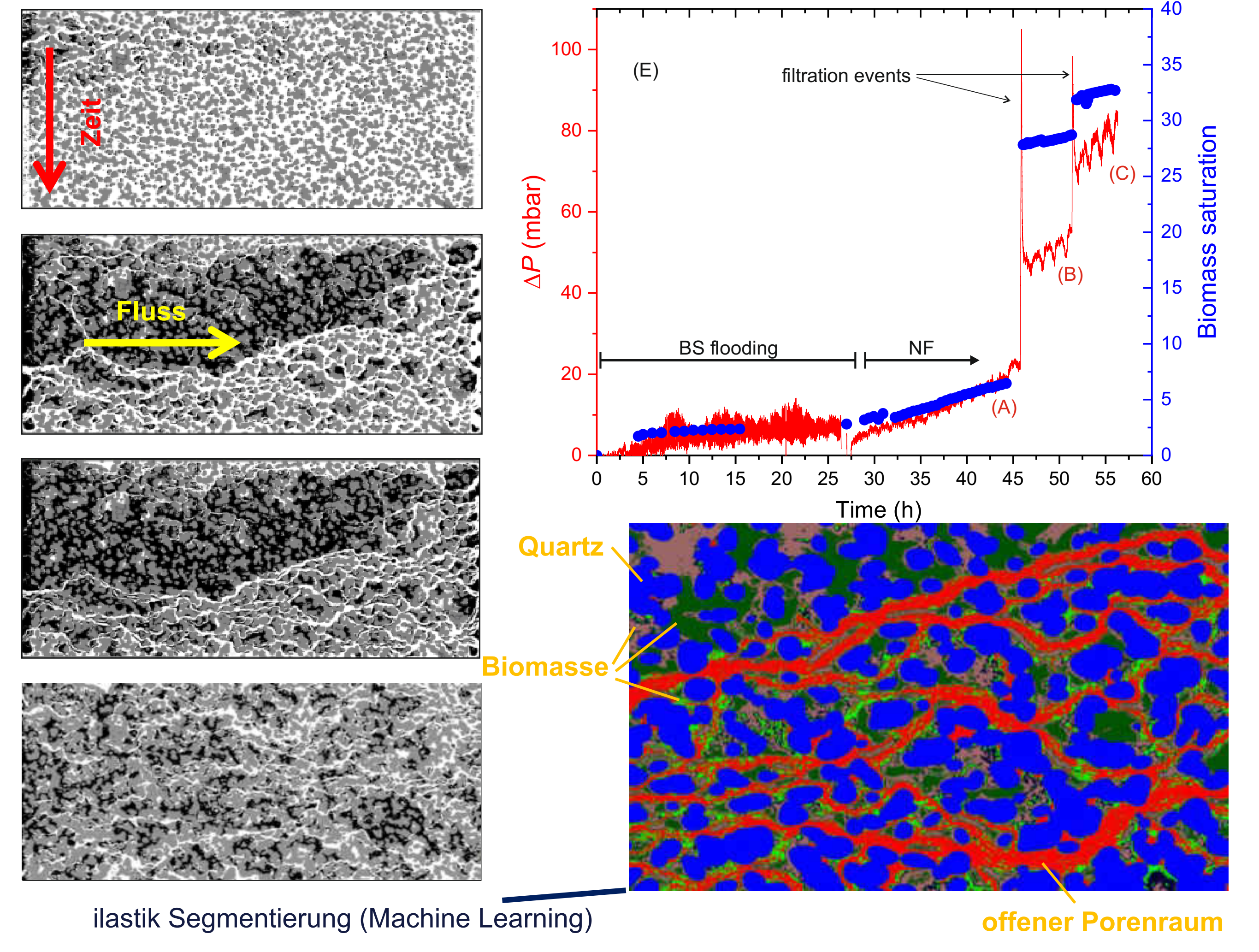


Digital Twin & Digital Rock Physics

Als Basis dienen die experimentellen Bilder → Graustufen Segmentierung der akkumulierten Biomasse und des Porenraums (Image Analysis) → Digital Twin → Strömungssimulationen auf experimentellen Bildern → Lösung der Navier-Stokes-Brinkman Gleichungen in der permeablen Biomasse und dem offenen Porenraum (direkte Strömungssimulation) → Strömung und Permeabilität können berechnet werden.



Biomassewachstum & differential Druck



Permeabilität-Porosität Verhältnis

- Vergleich experimenteller und numerischer Daten
- Akkumulation von Mikroorganismen im Porenraum führt im Allgemeinen zu einer Reduktion der hydraulischen Eigenschaften (Permeabilität und Porosität)
- Finale Transmissivität ist eine Funktion von: Akkumulationsdichte der Biomasse, Druck, Temperatur, Scherkräfte und Oberflächenrauheit, Heterogenität
- Intra-Biomasse-Permeabilität: ~500 mD

