

Scaling Cascades in Complex Systems



Interdisziplinarität im SFB 1114

Mission: Mathematische Beschreibung und Untersuchung von komplexen Vorgängen aus der Physik, (Bio-)Chemie, Meteorologie und den Geowissenschaften.

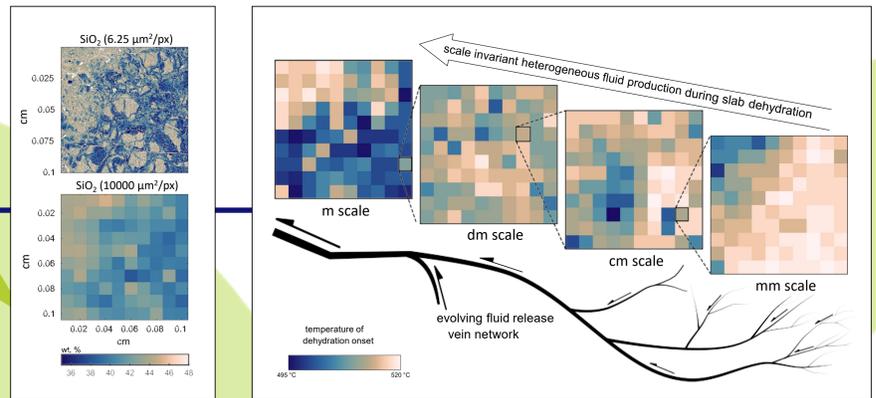
...und das an 5 Standorten in Berlin und Brandenburg.



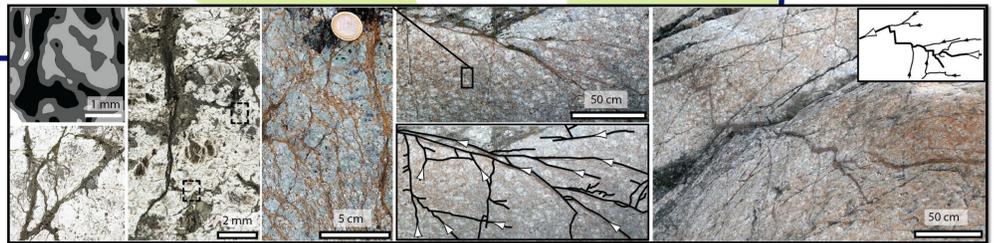
Was sind ... Skalenskaskaden in komplexen Systemen?

Komplexe Prozesse, die Kaskaden von Skalen beinhalten, sind in der Natur allgegenwärtig. Solche Prozesse haben mehr als zwei charakteristische Skalen, ihre kleinsten und größten Skalen sind weit voneinander entfernt, und viele ihrer Skalen sind wichtig für die Merkmale des Prozesses.

Experimente und Beobachtungen liefern oft nur begrenzte Einblicke in solche Prozesse, aber mit zunehmender Rechenleistung besteht Hoffnung auf Fortschritte durch Simulationen.



Projekt Co9 „Dynamics of rock dehydration on multiple scales“ untersucht Entwässerungsprozesse in Gestein. Für die Modellierung der Prozesse werden die aus Gesteinsproben gesammelten Informationen vereinfacht dargestellt. So können die verschiedenen Skalen verglichen werden.

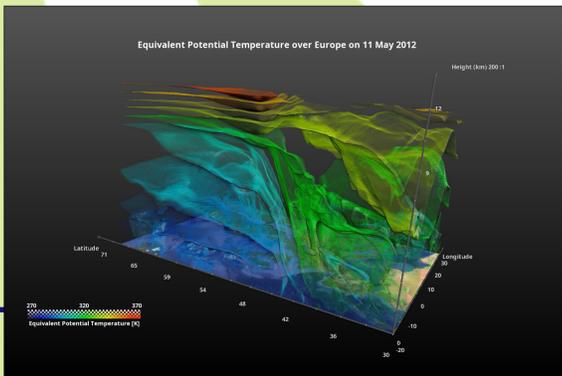


Wasser in Gestein

In Gestein, besonders in solchem, das vor vielen Tausend Jahren einmal Meeresboden war, ist Wasser enthalten. Dieses ist an die verschiedenen chemischen Bestandteile des Gesteins gebunden. Unter gewissen Umständen (hohe Hitze und Druck im Erdinneren) werden diese Bindungen gelöst, das Wasser bildet Tropfen, formt Kanäle, erzeugt Risse und dann potentiell Erdbeben. Diesen Prozess nennt man Entwässerung.

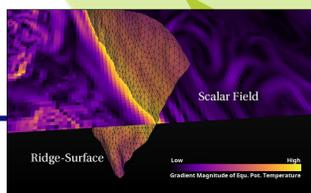
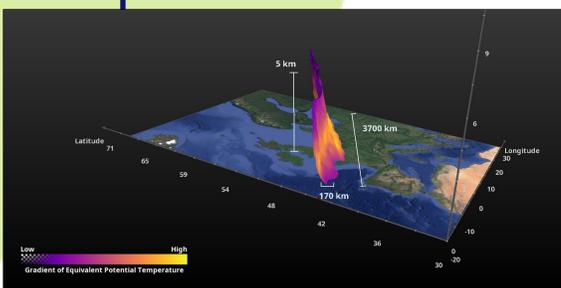
Geolog*innen und Mathematiker*innen entwickeln zusammen ein mathematisches Modell zur Beschreibung des Entwässerungsprozess, welches alle Stufen (sowie Raum- und Zeitskalen) abbildet.

Die Mathematiker*innen untersuchen dieses Modell und validieren es anhand von Gesteinsproben und realen Beobachtungen der Geolog*innen.



Projekt Co6 „Multiscale structure of atmospheric vortices“ untersucht Konvektionsprozesse in der Atmosphäre.

Gezeigt ist die entwickelte visuelle Datenanalyse, in deren 3D-Darstellung (anders als bei traditioneller 2D-Darstellung) auch Informationen wie die Neigung der Prozesse im Raum oder die Temperaturgradienten nach Höhe analysiert werden können.



Wetterphänomene

Atmosphärische Wetterphänomene treten in unterschiedlichen Größen auf, interagieren aber jeweils miteinander.

Die Position einer Kaltwetterfront (mehrere 100km groß, mehrere Tage lang) bedingt das Auftreten einzelner Gewitterzellen (~1-10km, wenige Stunden).

Die grundlegenden physikalischen Prozesse können mathematisch beschrieben werden. Meteorologische Beobachtungen liefern dafür nötige Daten und Verifikation.

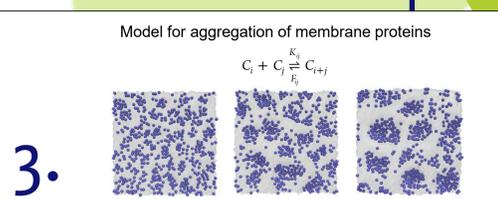
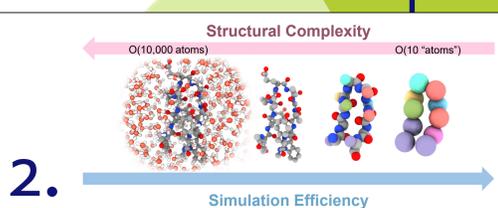
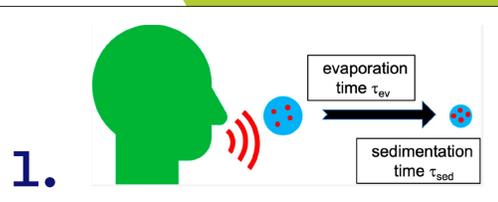
Eine wesentliche Rolle als Schnittstelle spielt außerdem die Visualisierung der Prozesse. Hier werden gerade neue Methoden entwickelt, die Wetterphänomene nicht nur in 2D wie üblich, sondern in 3D darstellen und so wichtige zusätzliche Informationen veranschaulichen können.

Und auf ganz kleiner Skala ...

Wie verhalten sich einzelne Partikel, Moleküle, Proteine? Welchen Einfluss haben Variablen wie Temperatur oder Konzentrationsdichte? Wie interagieren diese kleinsten Bestandteile miteinander oder entlang einer Membran? Wie kann man diese Prozesse beschreiben und darstellen?

Einige Beispiele aus Projekten des SFB1114:

1. Verteilung von Aerosol Tröpfchen in Zimmerluft (Projekt Co2: „Interface dynamics: Bridging stochastic and hydrodynamic descriptions“)
2. Ermöglichung der Simulation von sehr komplexen Vorgängen durch Vereinfachung der Strukturen mit Hilfe von Coarse-Graining (Projekt Co3: „Multiscale modeling and simulation of spatio-temporal master equations“)
3. Beschreibung des Verhaltens von Proteinen entlang der Membran von (menschlichen) Zellen (Projekt Ao4: „Efficient calculation of slow and stationary scales in molecular dynamics“)



Mehr über uns...

und mehr über

- ...die grundlegende Mathematik
- ...die insgesamt 14 Forschungsprojekte
- ...das PhD-Programm
- ...die Outreach Aktivitäten

finden Sie auf unserer Webseite:
www.sfb1114.de

