

Ein mehrskaliger Ansatz für Filteranwendungen auf Basis von Euler- Lagrangeschen Modellierungen

Dr. Ulrich Heck, DHCAE Tools GmbH

DHCAE Tools GmbH, Krefeld

CFD/FEA-Lösungen basierend auf
Open-Source-Löser Technologie

Engineering:
CFD/FEA-
Dienstleistung mit
OpenFOAM/
CalculiX

Software
Standard/
kundenangepasst:
GUIs (CastNet),
Erweiterungen

Support
Training:
OpenFOAM/
Erweiterungen

This offering is not approved or endorsed by ESI Group, the producer of the OpenFOAM® software and owner of the OPENFOAM® and OpenCFD® trade marks.

OpenFOAM basiert

CFD: OpenFOAM Toolbox

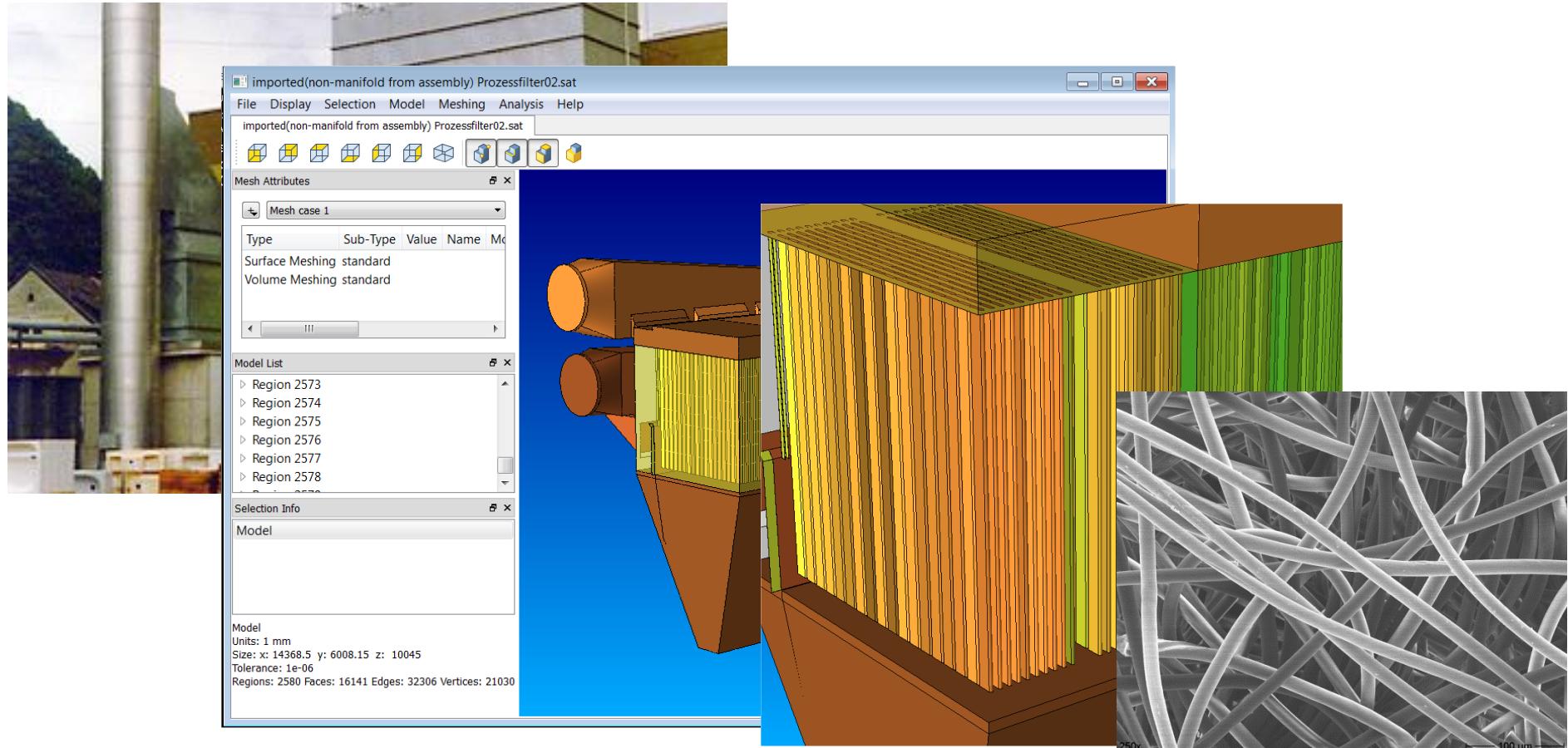
- Imperial College – OpenCFD (ESI Group)
- Funktionalität:
 - High-End CFD Spektrum
kompressible/inkompressible Systeme mit/ohne
Wärmetransport inkl. CHT
 - Mehrphasen (VOF, Euler-Lagrange, Euler-Euler)
- Toolbox:
 - Auf Erweiterbarkeit ausgelegt
 - C++ Code Aufbau

Toolkombination

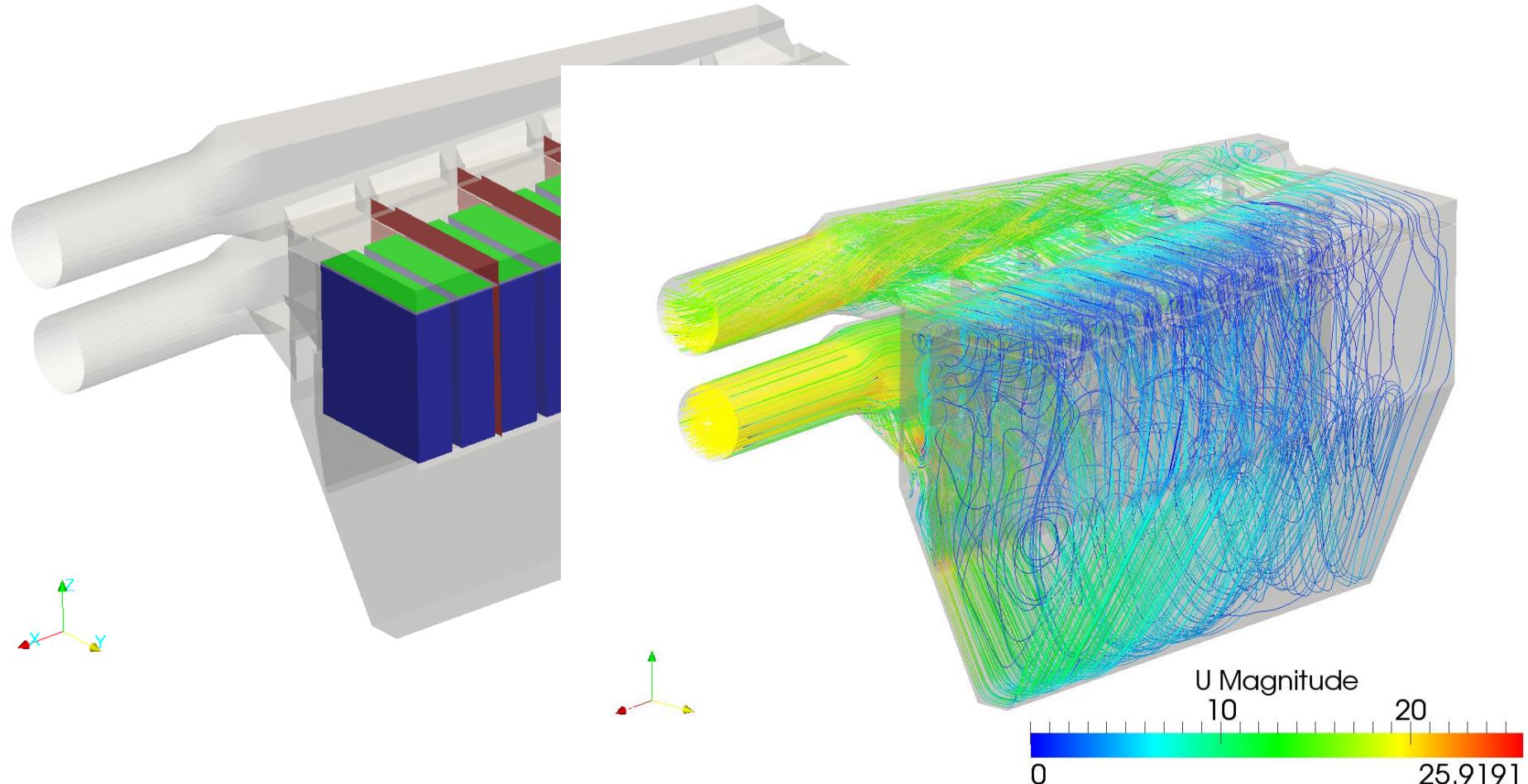
DHCAE Tools:

- Effizienter Einsatz durch Kombination von kommerziellen Systemen mit Open-Source
- Proprietär:
 - Preprocessing – CAD basiert mit kommerzieller Vernetzung
- Open Source:
 - Solverlösungen
 - Teilweise zur Verfügung gestellt

Lösungen für Filteranwendungen



Bisher: Filter als Widerstandsblöcke



Gesamtmodell kontinuierliche Strömung und Partikeltransport

Mikroskopisches diskretes Modell
an Einzelfaserstrukturen

Experiment:
Filterversuchsstand



Rückhalt - Widerstandserhöhung



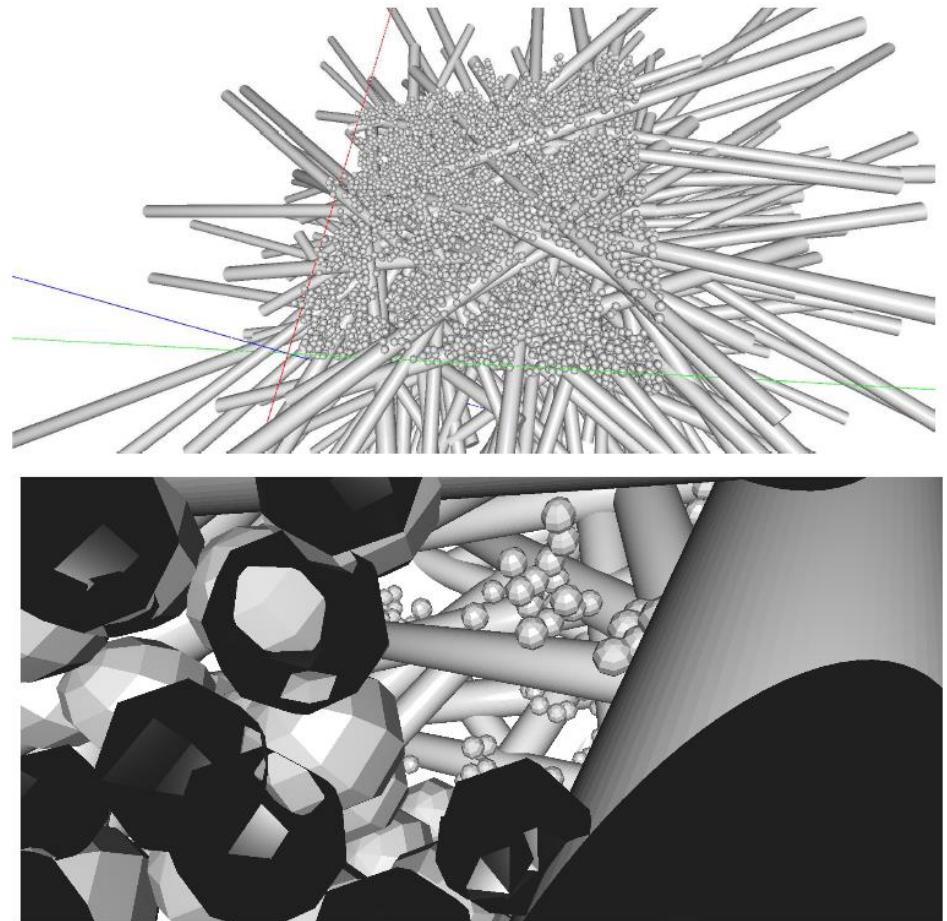
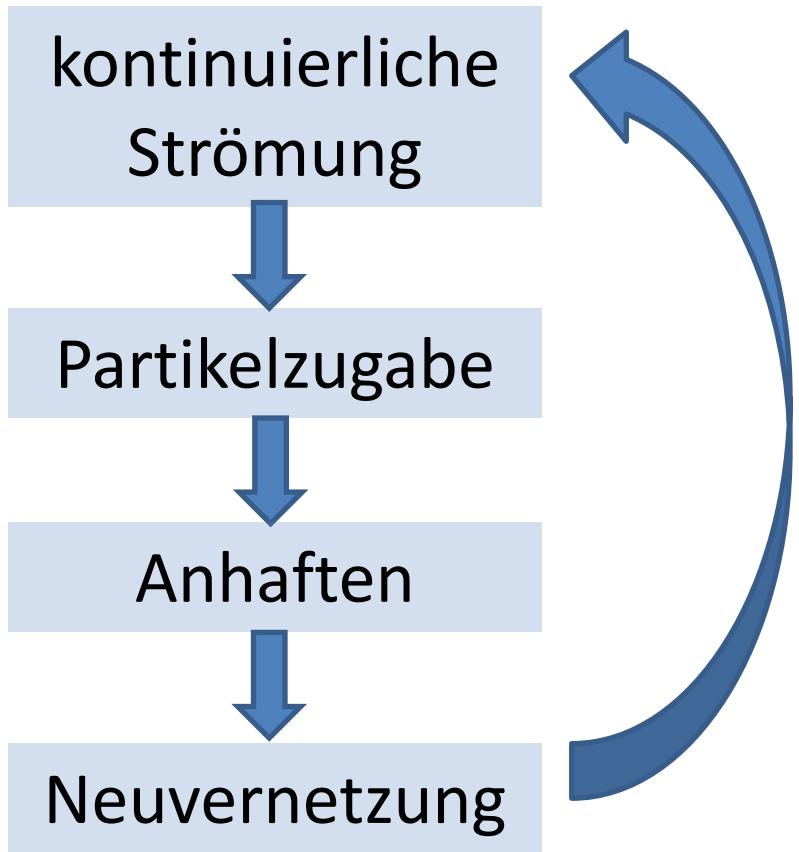
Makroskopische Abbildung Filterverhalten(Anlagenmodell):

Parcelkonzept der Partikeln: Auftreffen + Mikromodell

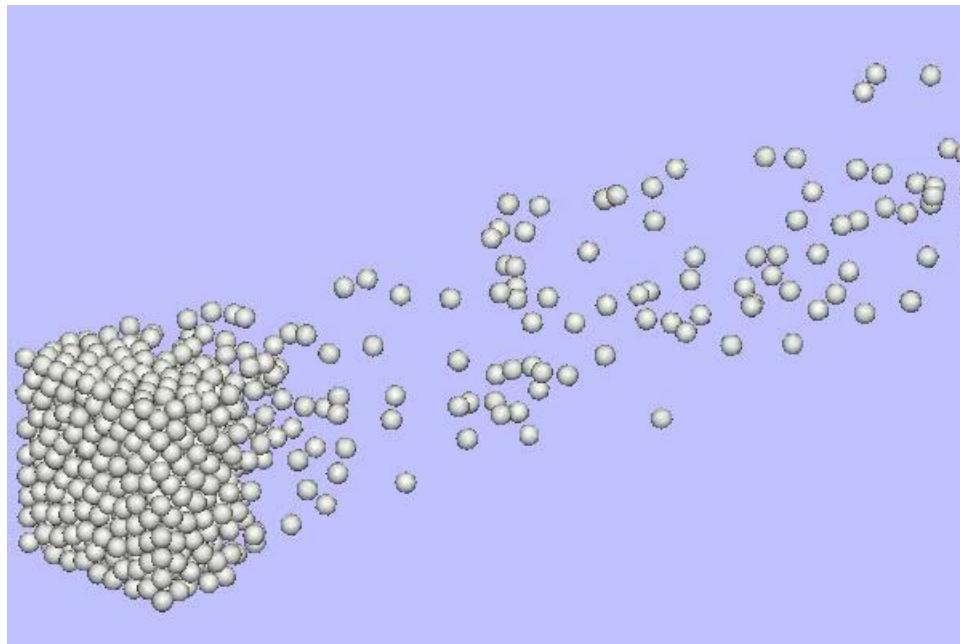
- Lokale Widerstandserhöhung
- Lokales Abscheideverhalten
- Rückwirkung auf kontinuierliche Strömung

Kooperationsprojekt: Uni-Bremen- DHCAE Tools GmbH

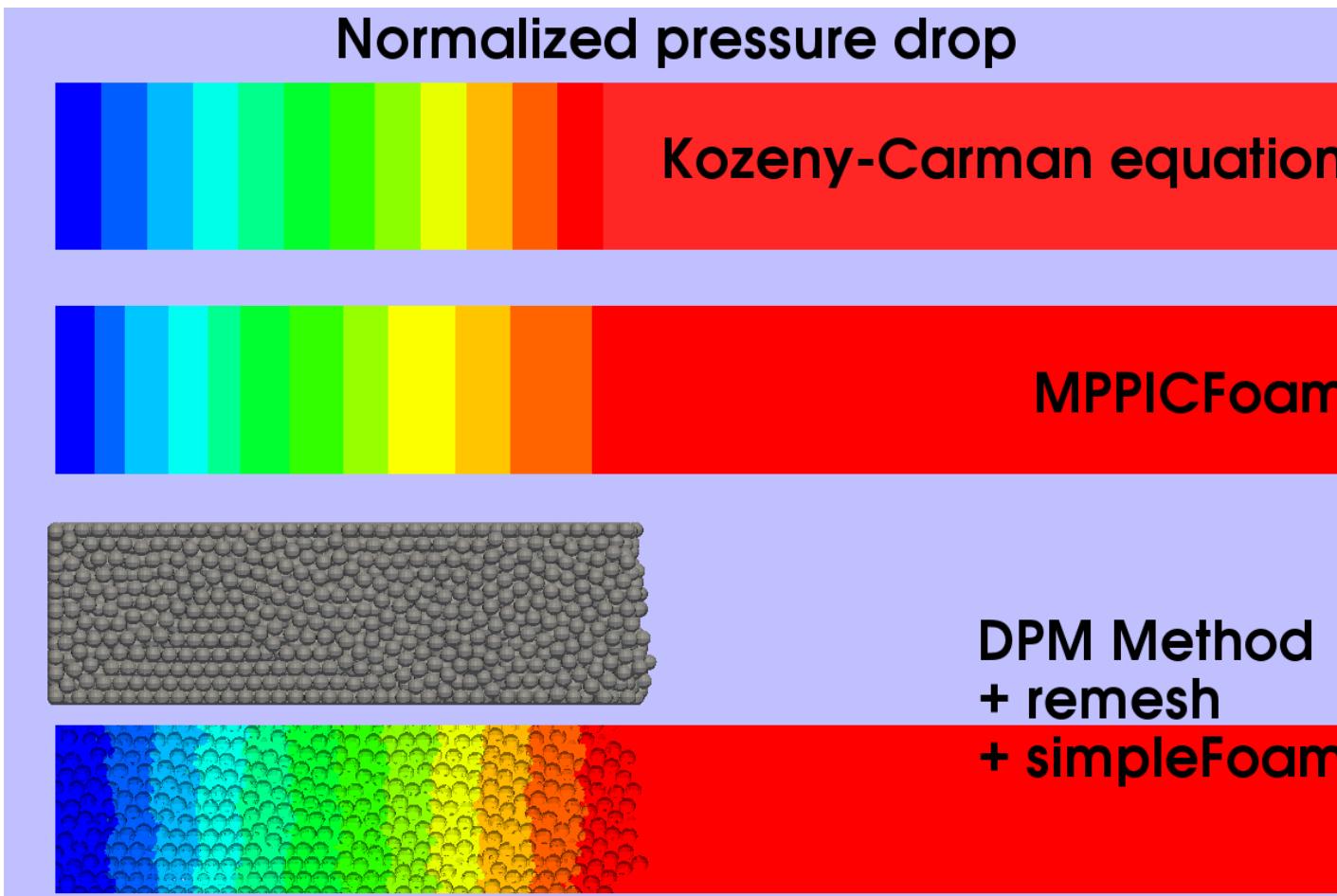
Mikroskopisches Modell



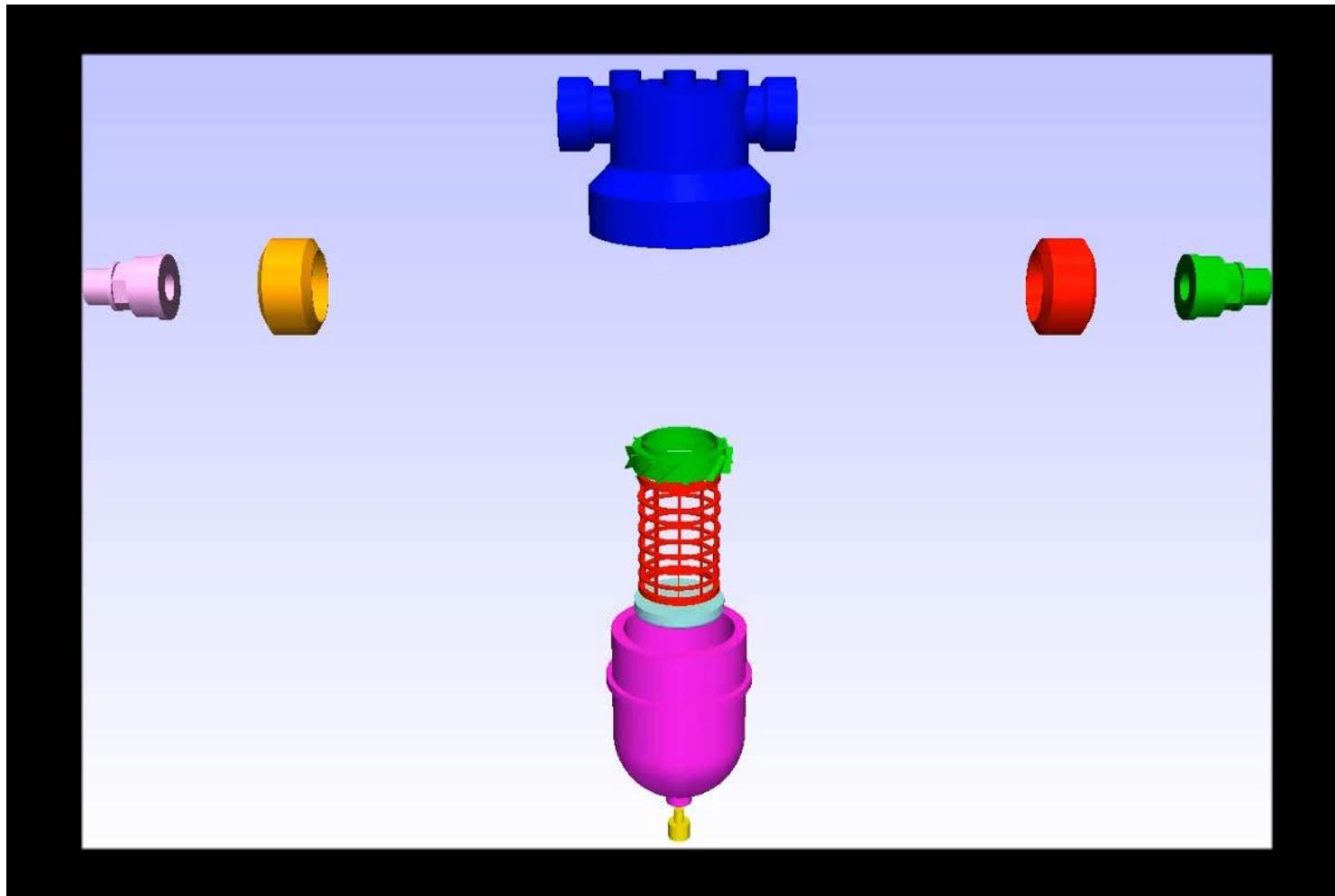
Mikroskopisches Modell



Mikroskopisches Modell



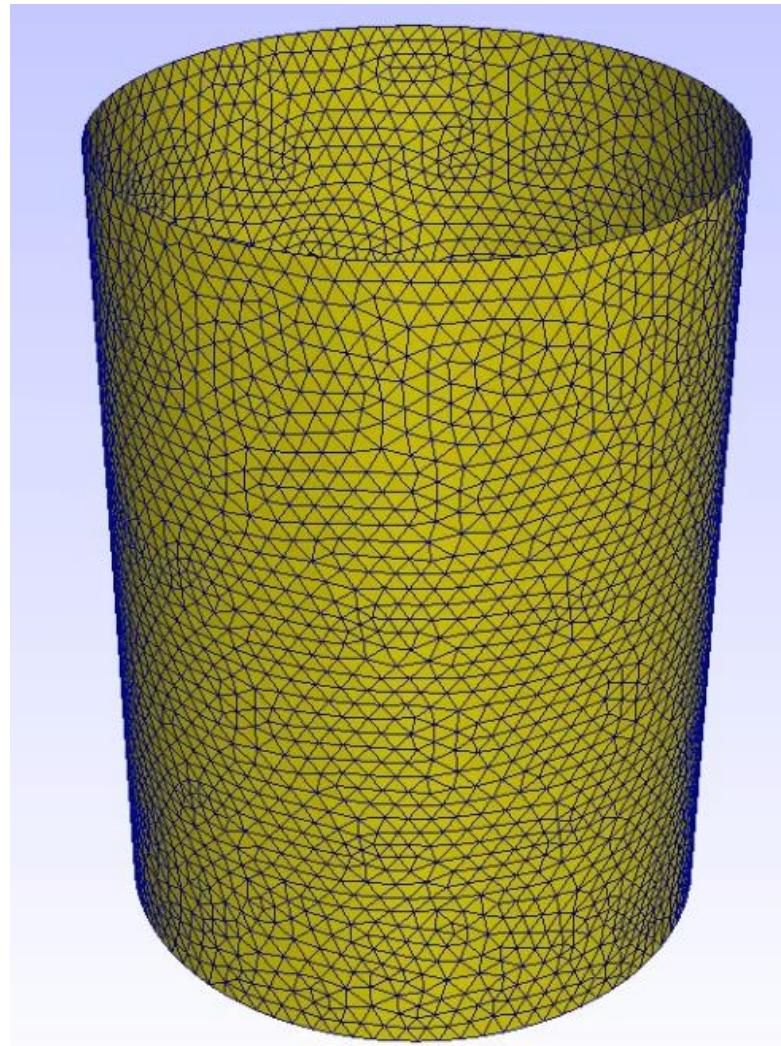
Makroskopisches Modell



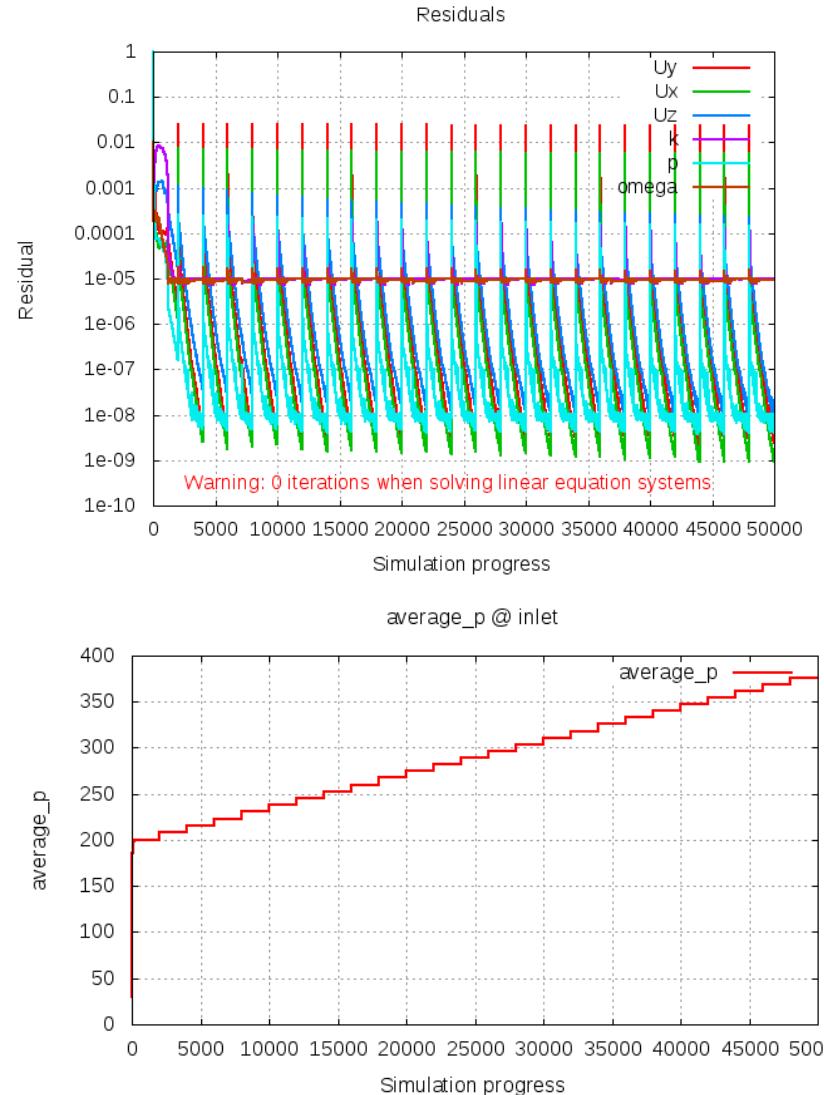
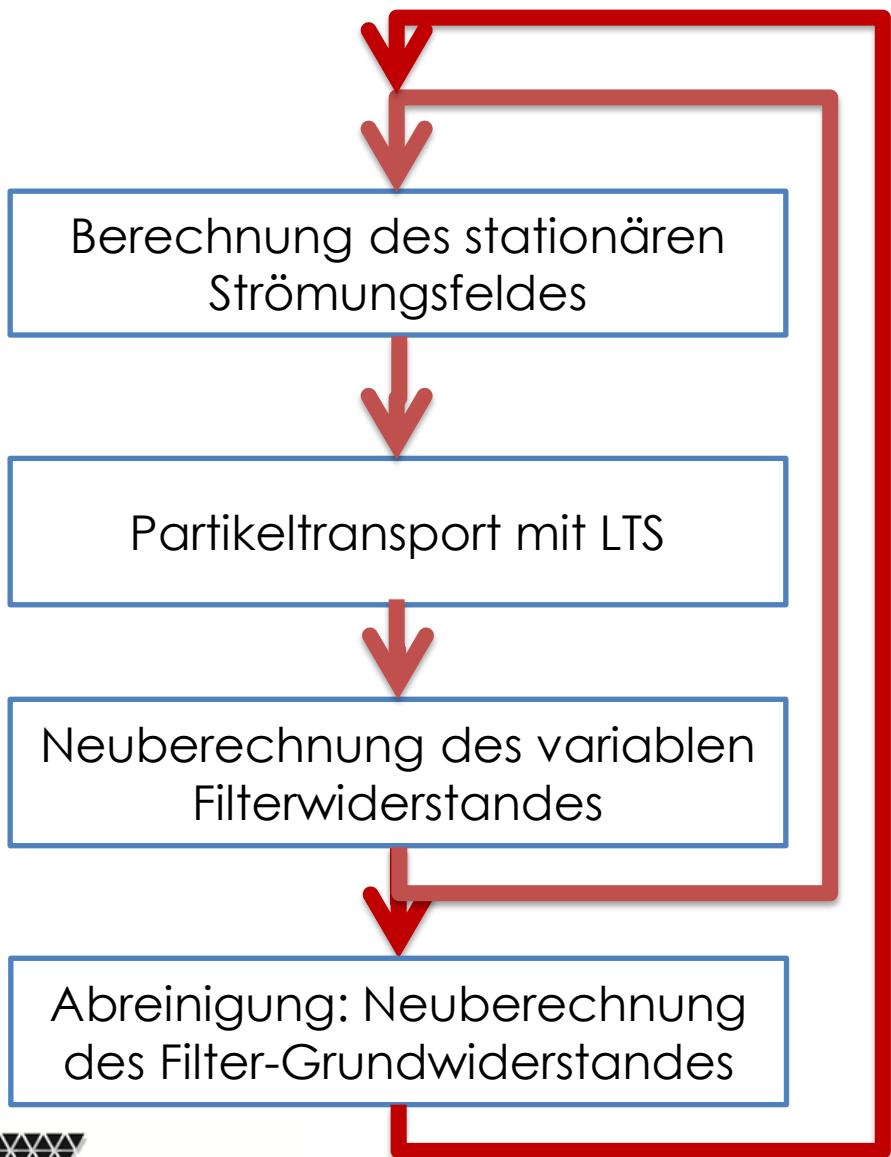
Filteransatz

Speichert in jeder Zelle:

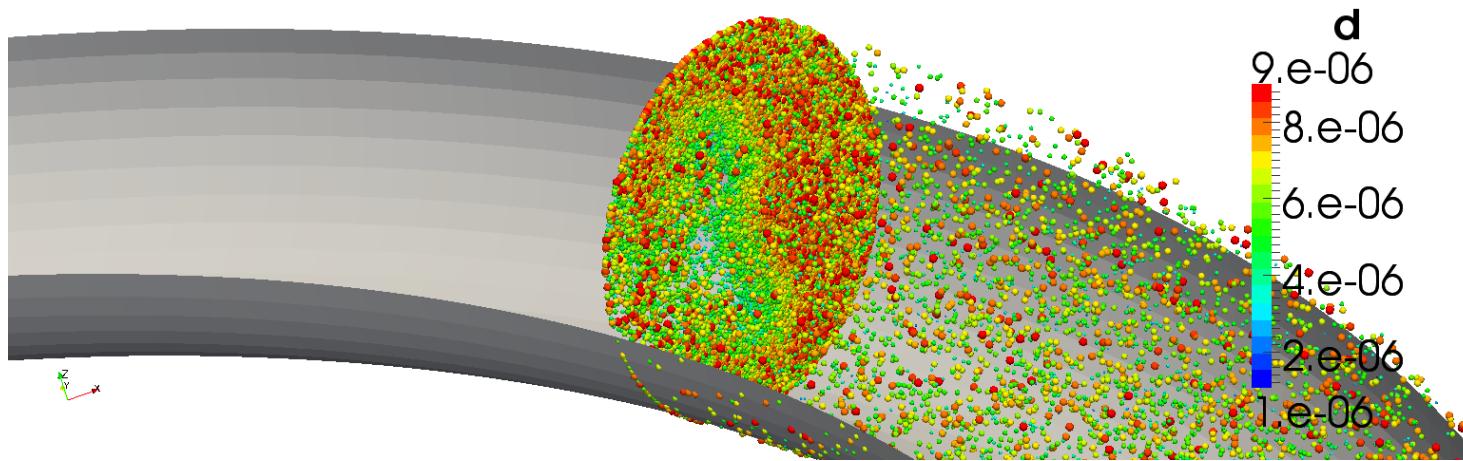
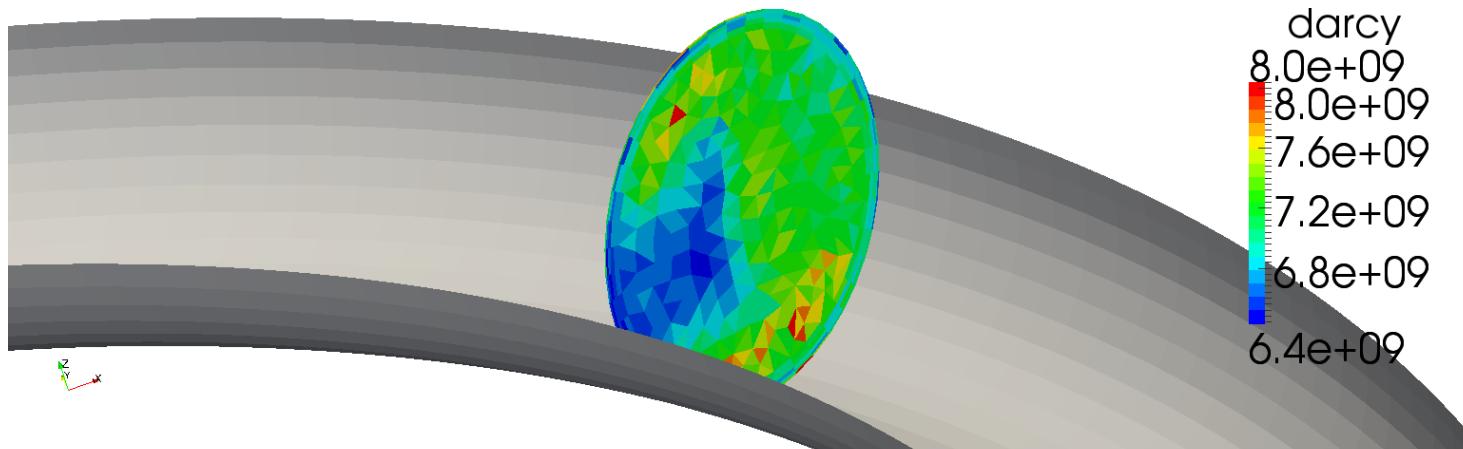
- Lokale Beladung (z.B. Masse pro m²)
- Anzahl Partikel-Treffer
- Darcy-Grundwert:
 - Widerstandsparameter des unbestaubten Filters
 - Zeitabhängiger Widerstandswert für abgereinigte Filter
- Variabler Darcy-Wert in Abhängigkeit von der lokalen Beladung, z.B. abhängig von:
 - Masse
 - Partikelgröße
 - Zeit
 - Kompressibler oder inkompressibler Filterkuchen



Iterativer Kopplungsprozess



Filterpatch



Erforderliche Erweiterungen an OpenFOAM

Filter-Patch:

- Erstellung des Filterpatches auf Basis der porousBaffle Funktionalität
- Lokale Widerstandswerte
- Verschiedene Widerstandcharakteristika
- Partikelgrößen, die den Filter durchdringen können

Gesamtsolver/Ablauf:

- Optimierung auf Stabilität bei Integration des Filters
- Behandlung der Turbulenzgrößen im Filter
- Iterativer Kopplungsprozess
- Anpassungen am zeitlichen Partikeltransport (LTS)

Makroskopische Modellüberprüfung

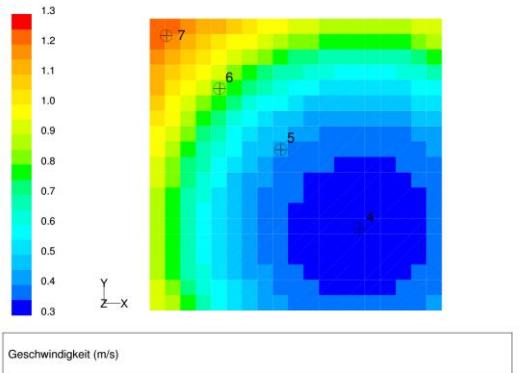
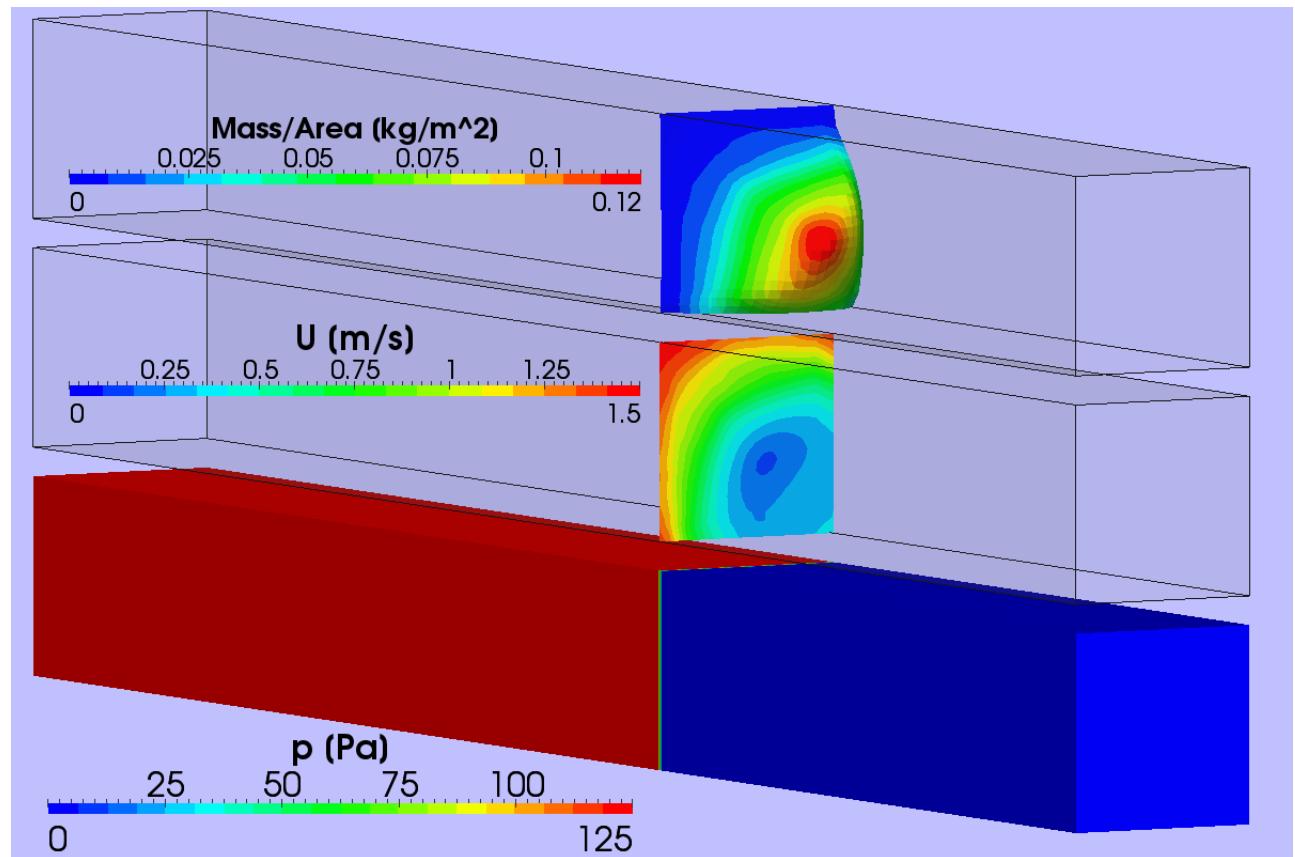


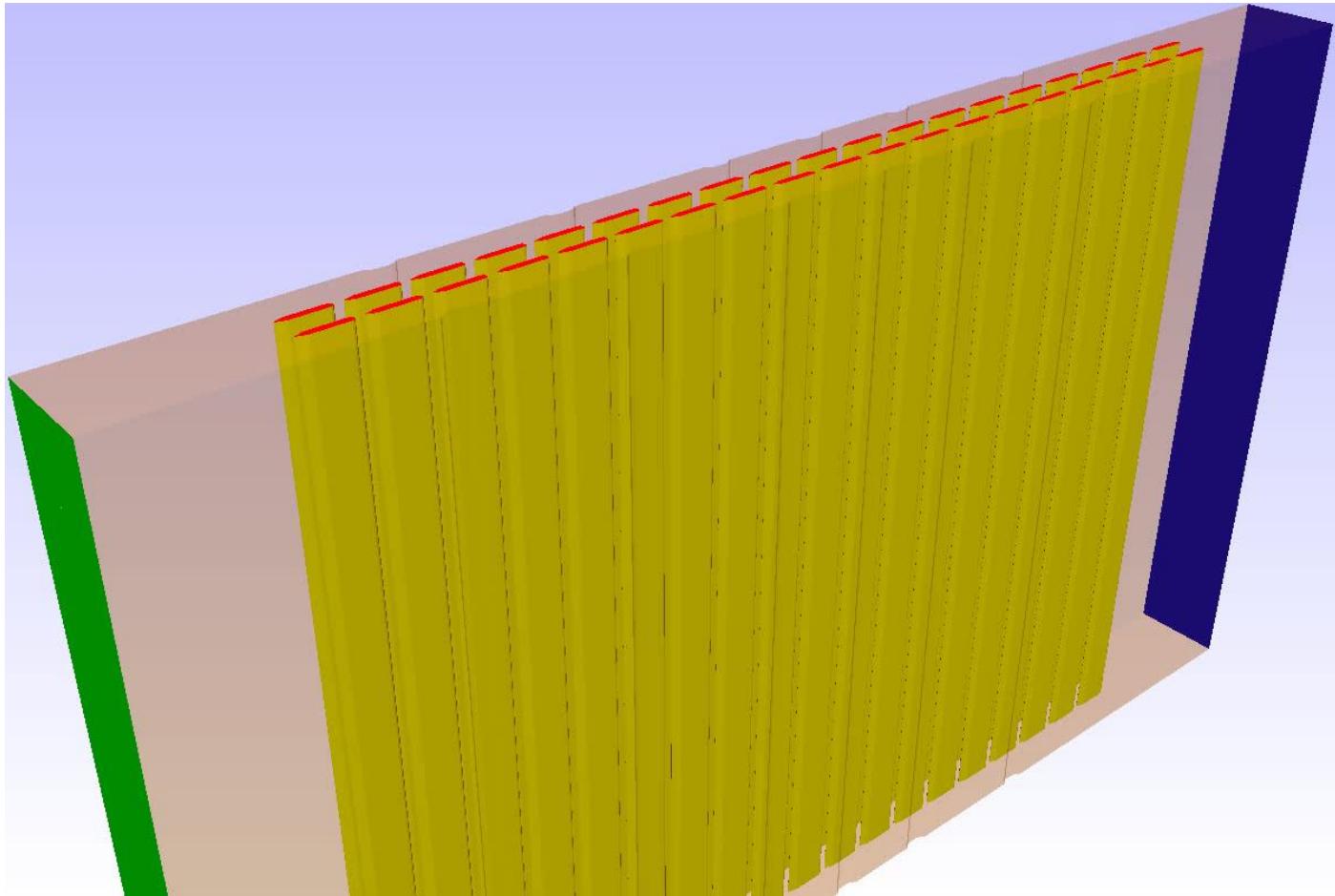
Abbildung 5.14: Zuströmgeschwindigkeit für inhomogenen Fall



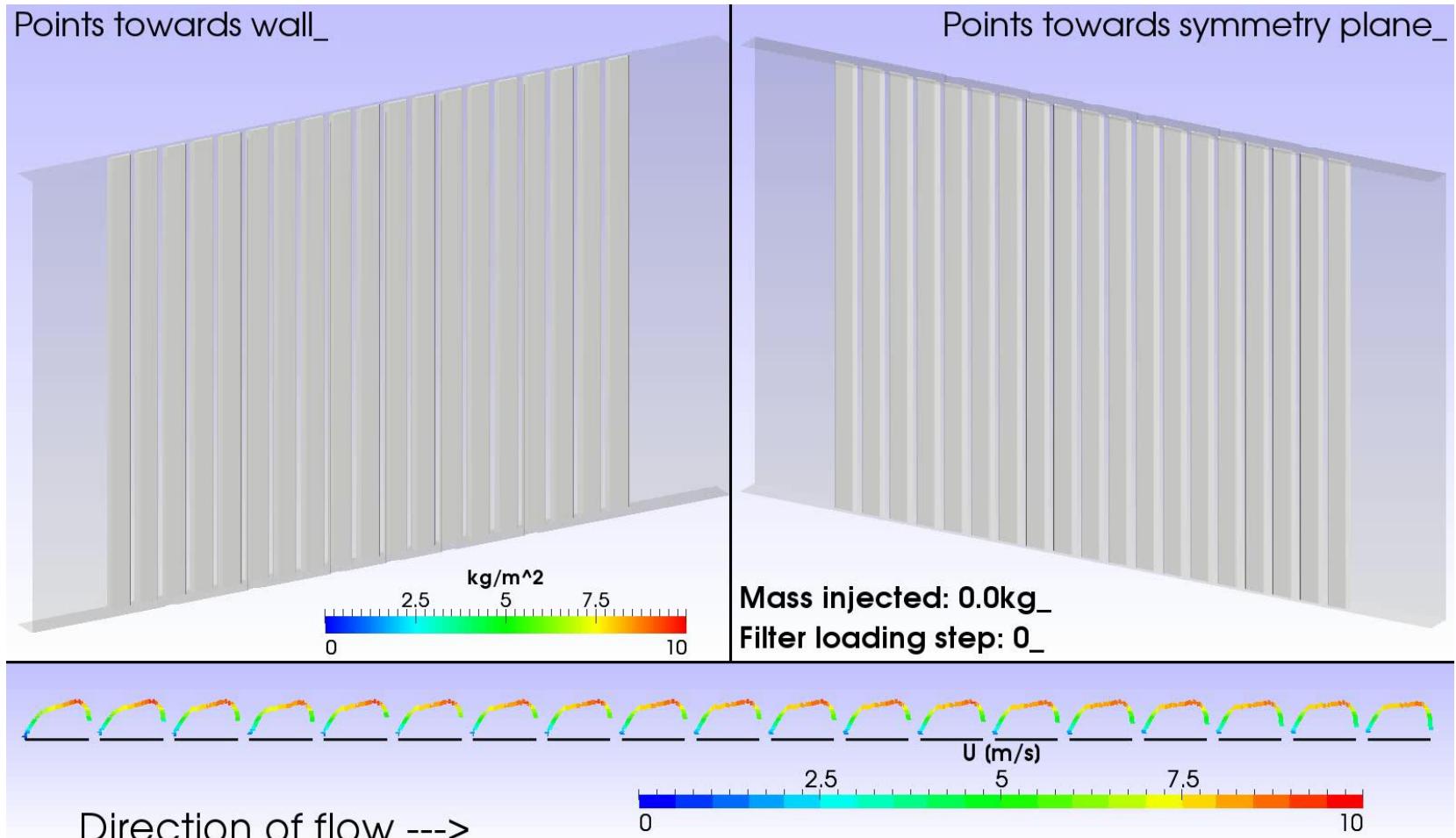
Numerische Modellierung des zeitlichen Verhaltens von Strömungen in der Umgebung von Tiefenfiltern, Michele Cagna



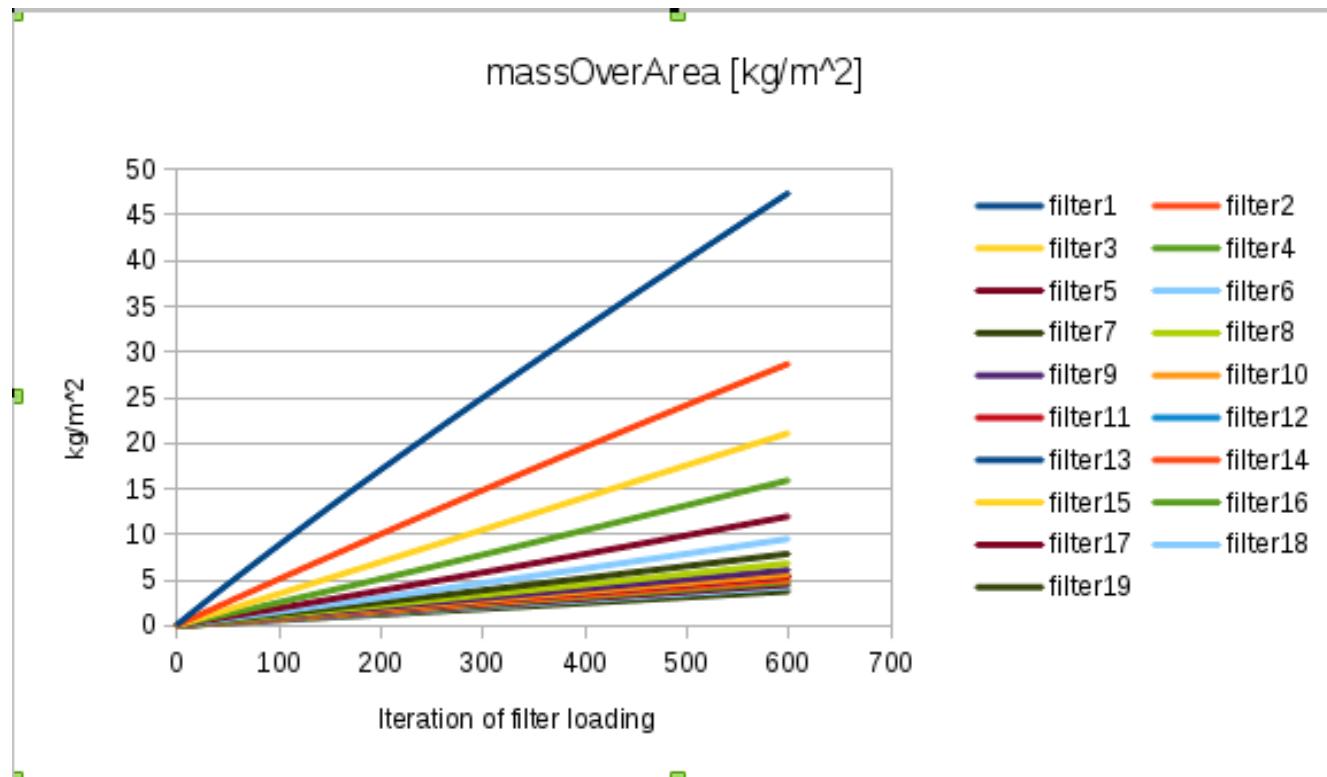
Einfache Filterreihe



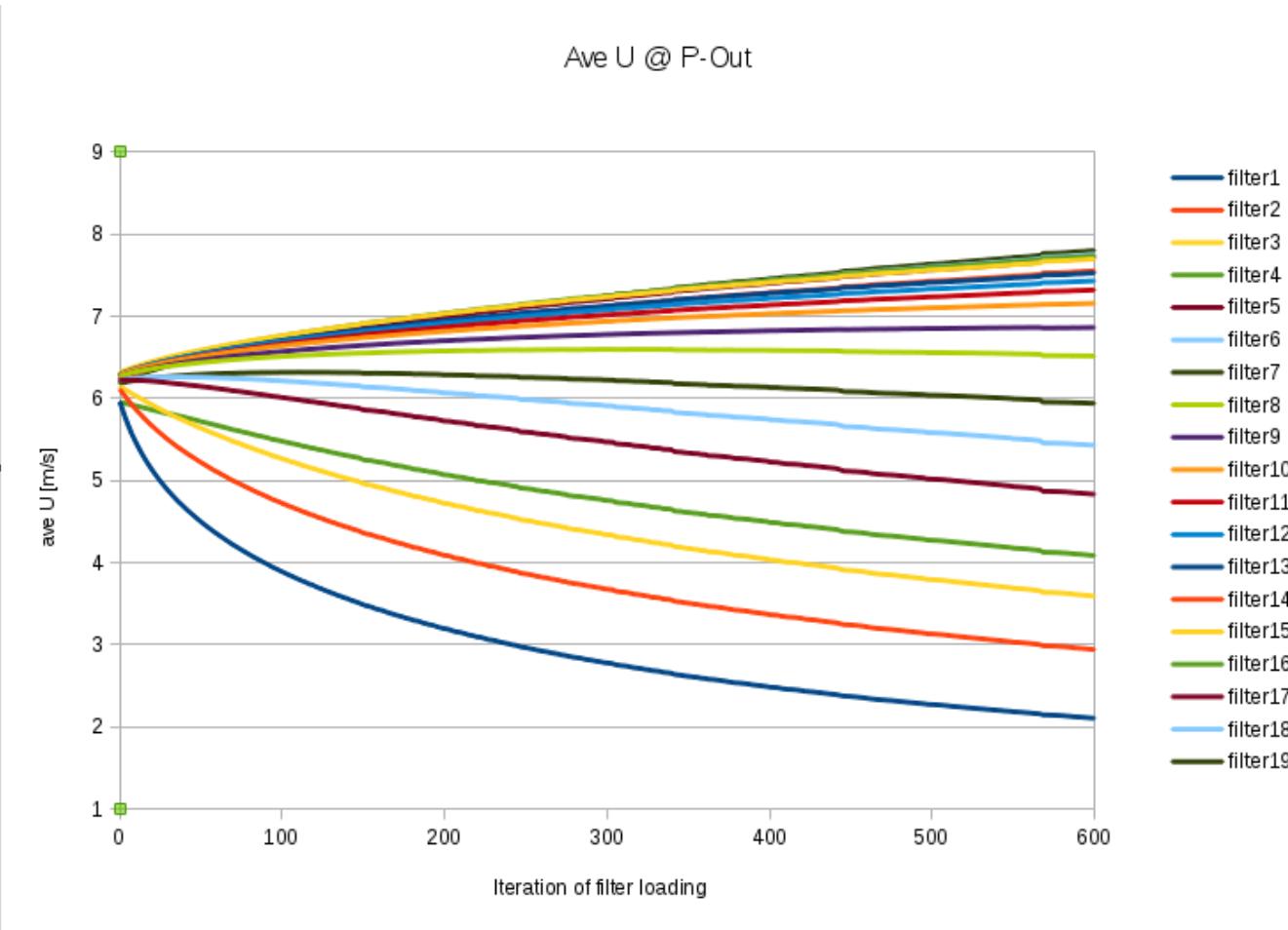
Belastung der Filter



Belastung der Filter



Geschwindigkeiten am Austritt



Zusammenfassung

Stand:

- Erstellung von numerischen Modellen für Filteranwendungen:
 - Mikromodellierung: Anhaftung an Fasern, Kuchenbildung
 - Makromodellierung: Partikeltracking mit Rückwirkungen der Abscheidung am Filter
- Überprüfung der Teilmmodelle an einfachen Literaturbeispielen

Zusammenfassung/Ausblick

Ausblick

- Validierung am Anlagenmodell
- Mikromodellierung Validierung am Filterprüfstand
- Fluid-Struktur-Interaktion: Filterverformung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hinweis:

Die Präsentation auf der NAFEMS-Konferenz enthielt mehrere Animationen, die im pdf-Format nicht dargestellt werden können.

Gerne schicken wir Ihnen die Originalpräsentation zu. Bitte schicken Sie uns eine Email an:

info@dhcae-tools.de