

Beschreibung von Aerosolverhalten in MVA mittels CFD-Simulation

Dipl.-Ing. Martin Weghaus, Weghaus GmbH

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, GKS GmbH



weghaus
GmbH

Inhalt

1. Einleitung
2. Grundlagen
3. Beispiele
4. Diskussion
5. Zusammenfassung

Einleitung

CFD

Computational Fluid Dynamics

Strömungssimulation



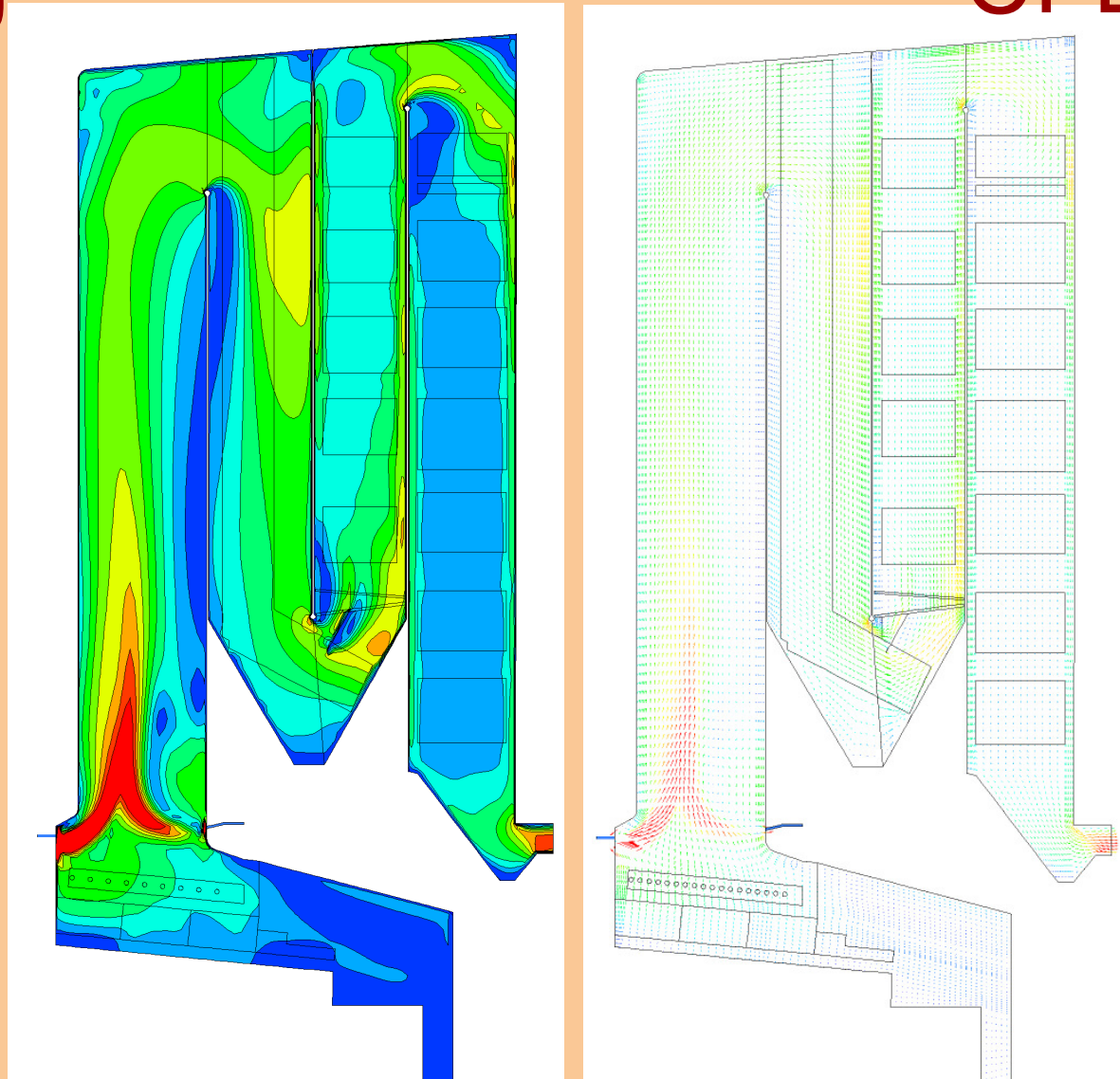
weghaus
GmbH

VDI-WF-Seminar: Beläge und Korrosion in Großfeuerungsanlagen,
14.-15.06.2005

Einleitung

CFD

Beispiele

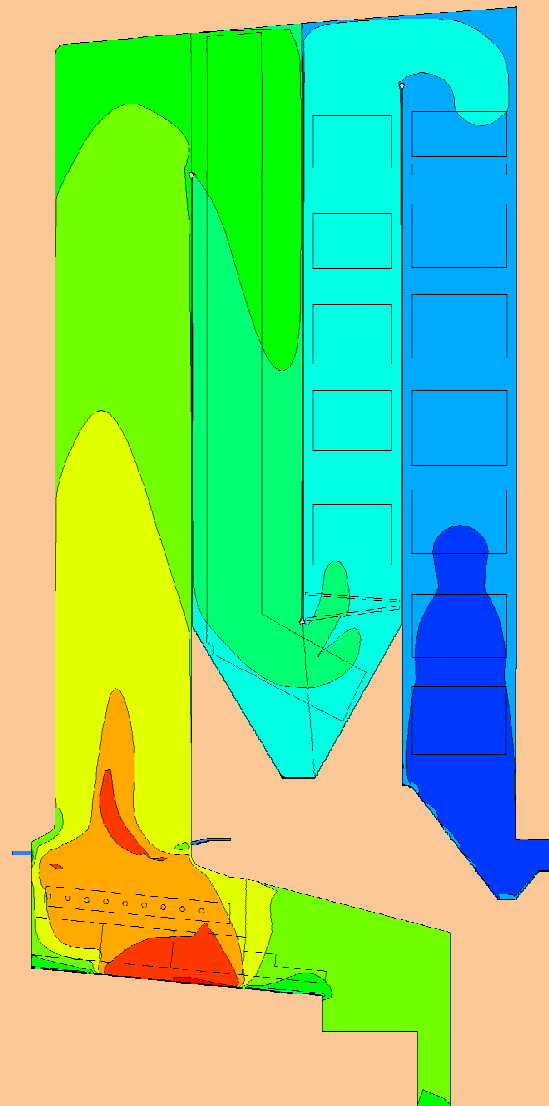


Erweiterungen zur reinen CFD

- Temperaturfelder
- Reaktion
- Partikel

Einleitung

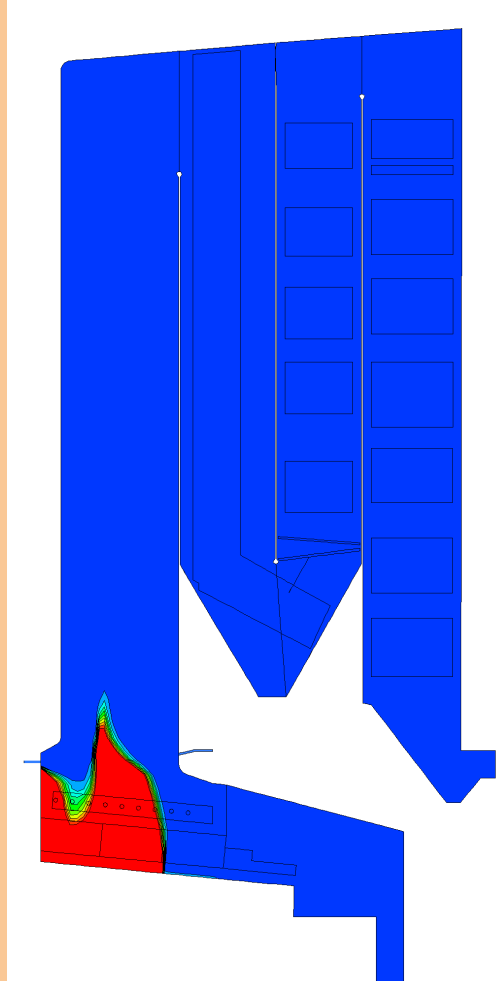
CFD



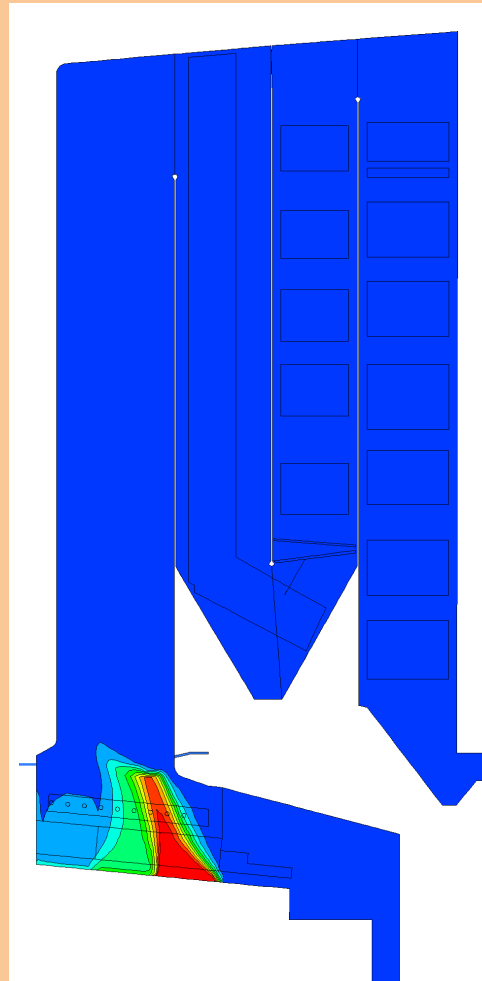
Temperatur

Einleitung

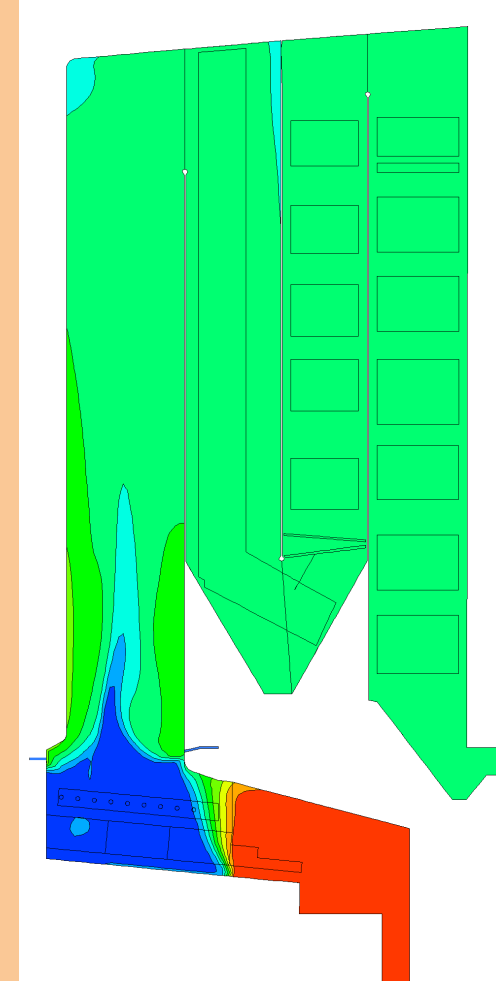
CFD



Organik



Kohlenmonoxid



Sauerstoff

Einleitung

CFD



Partikelbahnen

Anbindung externer Programme

- Fluid Struktur Kopplung
- Eigene Mechanismen (Turbulenz, Reaktion ...)
- Quellen / Senken (Wandhaftung, Kondensation ...)

GTT -Technologies

- **RWTH Aachen - Lehrstuhl für Werkstoffchemie**
- **Technische Thermochemie seit 1983**
- **Grosse thermochemische Datenbank**

- **Software**
 - **FactSage**
 - **ChemApp**
 - **ChemSheet**
 - **SimuSage**

ChemApp

- Berechnung komplizierter Mehrkomponenten-, Mehrphasen-chemischen Gleichgewichte
- Ermittlung der dazugehörigen Energieabgleichungen
- Gesamtdruck
- Temperatur
- Phasenmengen
- interne Konzentrationen von der Phasen- oder Systembestandteile
- chemischen Potentiale
-

Ansys CFX

- **AEA Technologies**
- **Hauptgebiete**
 - **Turbomaschinen**
 - **Verbrennung**
 - **Fluid Struktur Interaktion**

CFX bietet dem Benutzer eine Schnittstelle

- Über diese Schnittstelle können beliebige Daten an jeder Stelle der Berechnung ausgetauscht werden.
- Das Strömungsmedium kann mit zusätzlichen Variablen erweitert werden
- Die erweiterten Variablen können
 - Rein algebraische Werte sein
 - Transportierte Größen
- Es gibt nahezu keine Beschränkungen des Eingriffs in das Programm
 - Gefahr ! -> verfälschte bis unsinnige Ergebnisse
 - Nutzen -> Möglichkeit enormer Erweiterbarkeit
- Praxis
 - Angepasste Algorithmen für Haus-spezifische Anwendungen (Turbinen, Motor , Klima ..)
 - Erweiterungen für nicht unterstützte Features (feuchte Luft, Taupunkt bei Rauchgasen)

Aerosole

Die Aerosole in Feuerungsanlagen werden durch den Elementen-Vorrat im Rauchgas bestimmt.

Diese sind im Wesentlichen :

C	H	O	N	S	Cl	F
AL	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si
Ti	Pb	Zn	Pb			

Aerosole

- ChemApp berechnet mit dem Elementen-Vorrat das Gleichgewicht von 364 möglichen Phasen.
- In den einzelnen Phasen treten bis zu 200 Verbindungen auf.
- Für die Summe aller möglichen Verbindungen werden in CFX 680 zusätzliche Variablen je Zelle implementiert.

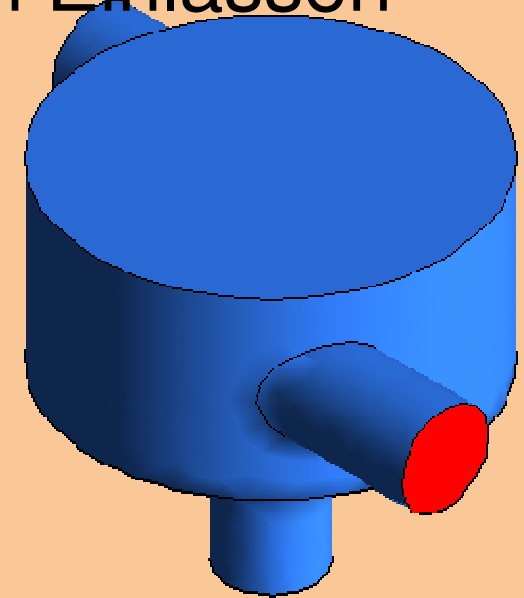
Beispiel

statischer Mischer

statischer Mischer mit 2 tangentialen Einlässen

In den Einlässen strömen folgende Verbindungen ein:

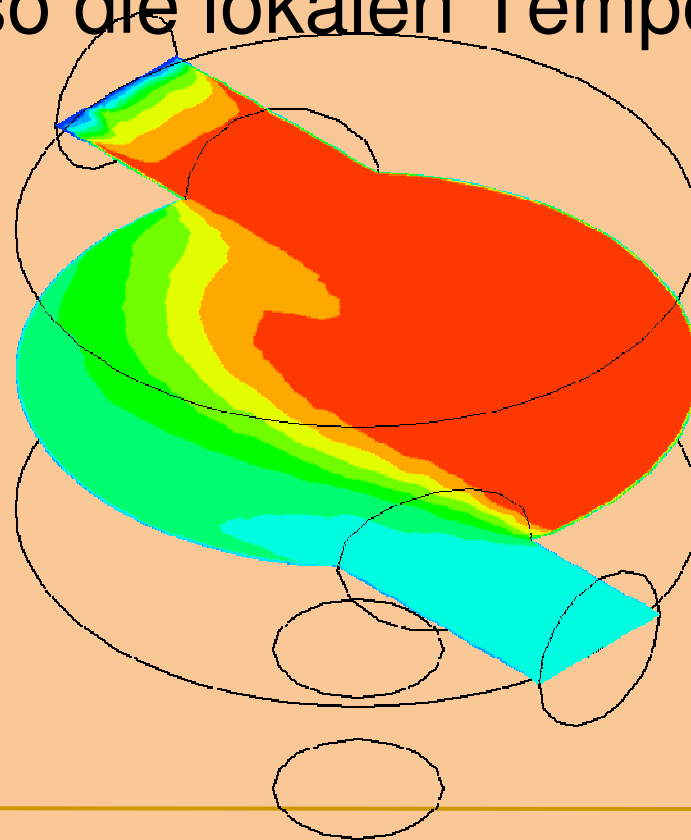
- Brenngase :
 - CO, CO₂, C₃H₈, O₂, N₂, H₂, H₂O
- Metalle:
 - Al₂O₃, CaO, Cl, Fe₂O₃, K₂O, MgO, NH₃, Na₂O, P₂O₅, PbO, SO₂, SO₃, SiO₂, TiO₂, ZnO



Beispiel

statischer Mischer

Die eintretenden Gase reagieren und bestimmen so die lokalen Temperaturen



Beispiel

statischer Mischer

Für jede Zelle wird eine Gleichgewichts-Berechnung durchgeführt.

Hierzu werden die lokalen Daten:

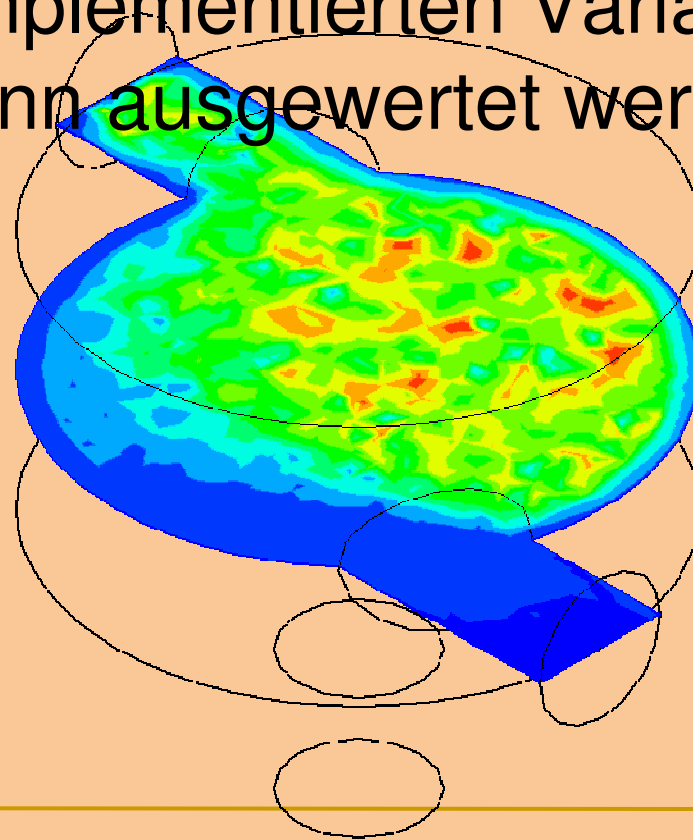
- Temperatur
- Druck
- Elementenmengen

an den externen Code übergeben.

Beispiel

statischer Mischer

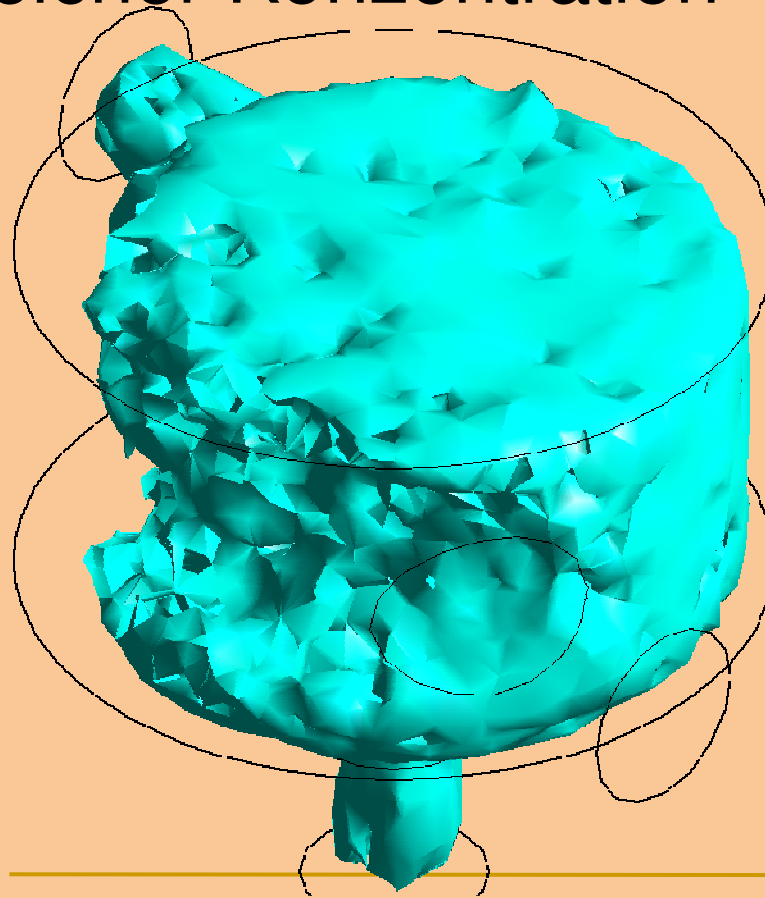
Die berechnete Verteilung der Konstituenten wird in die implementierten Variablen abgelegt und kann dann ausgewertet werden.



Beispiel

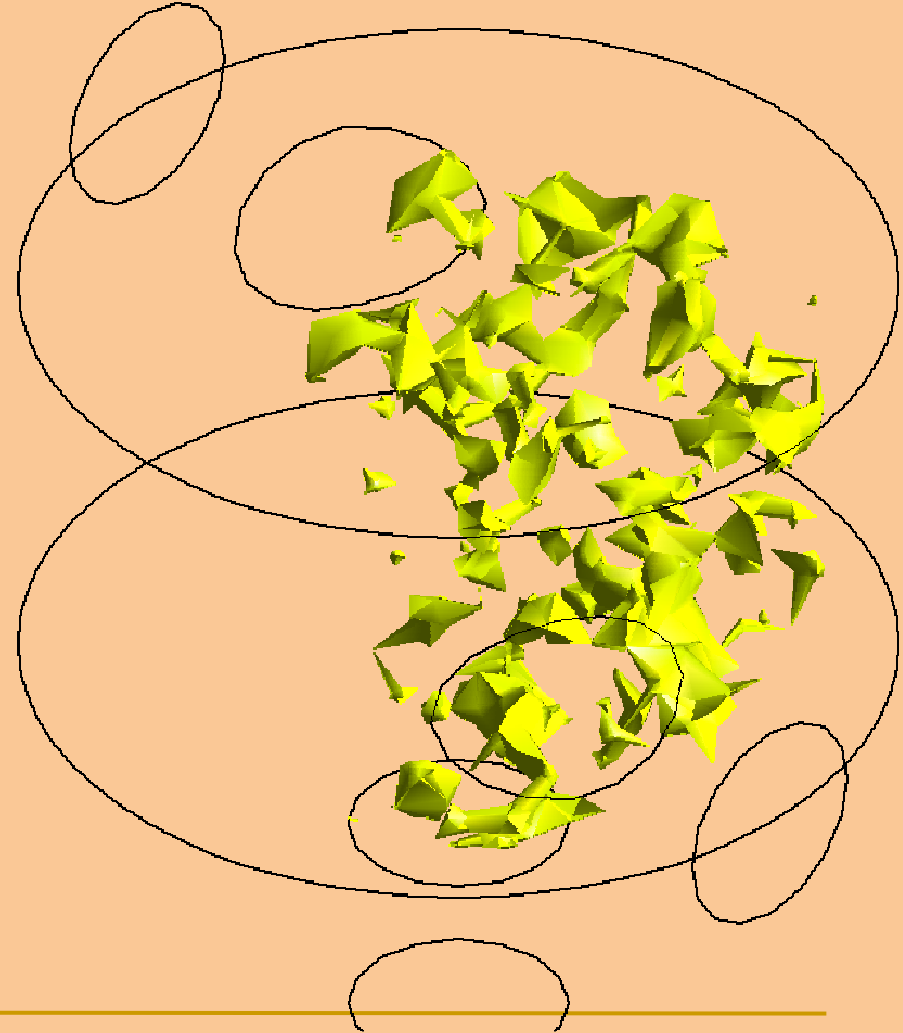
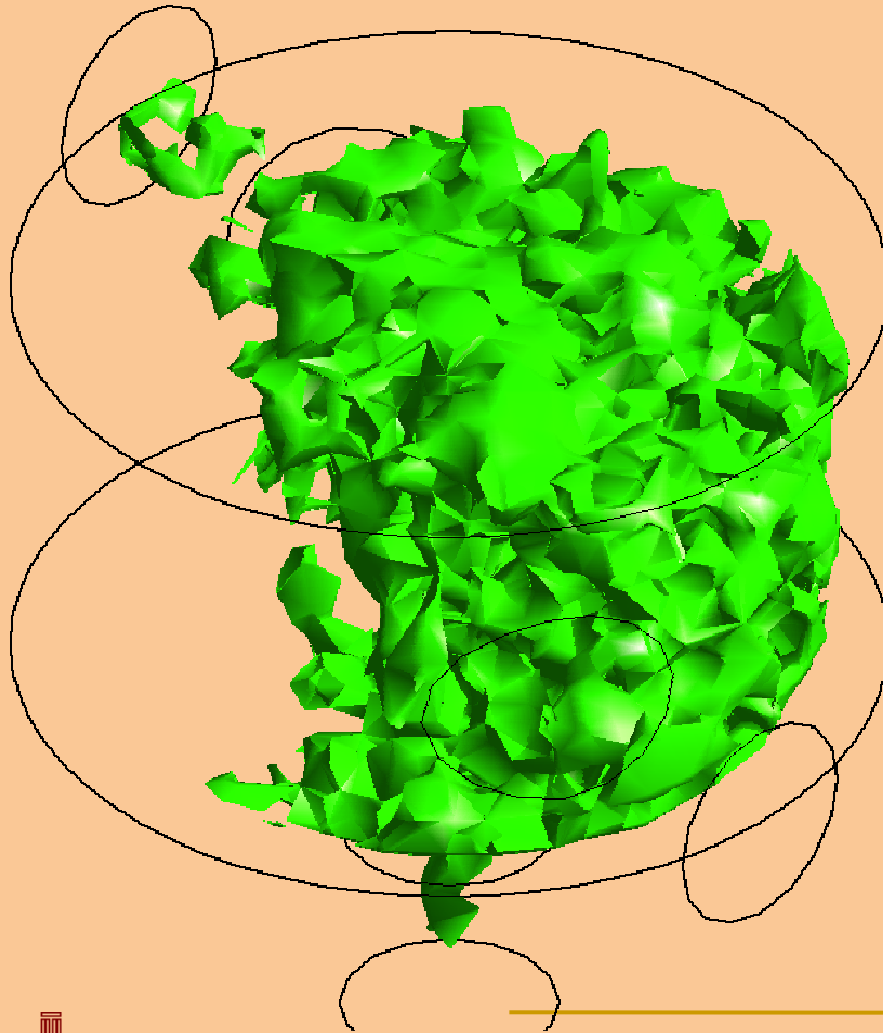
statischer Mischer

Bereiche gleicher Konzentration



Beispiel

statischer Mischer

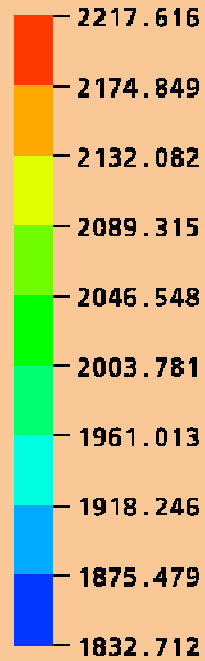


Beispiel

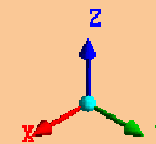
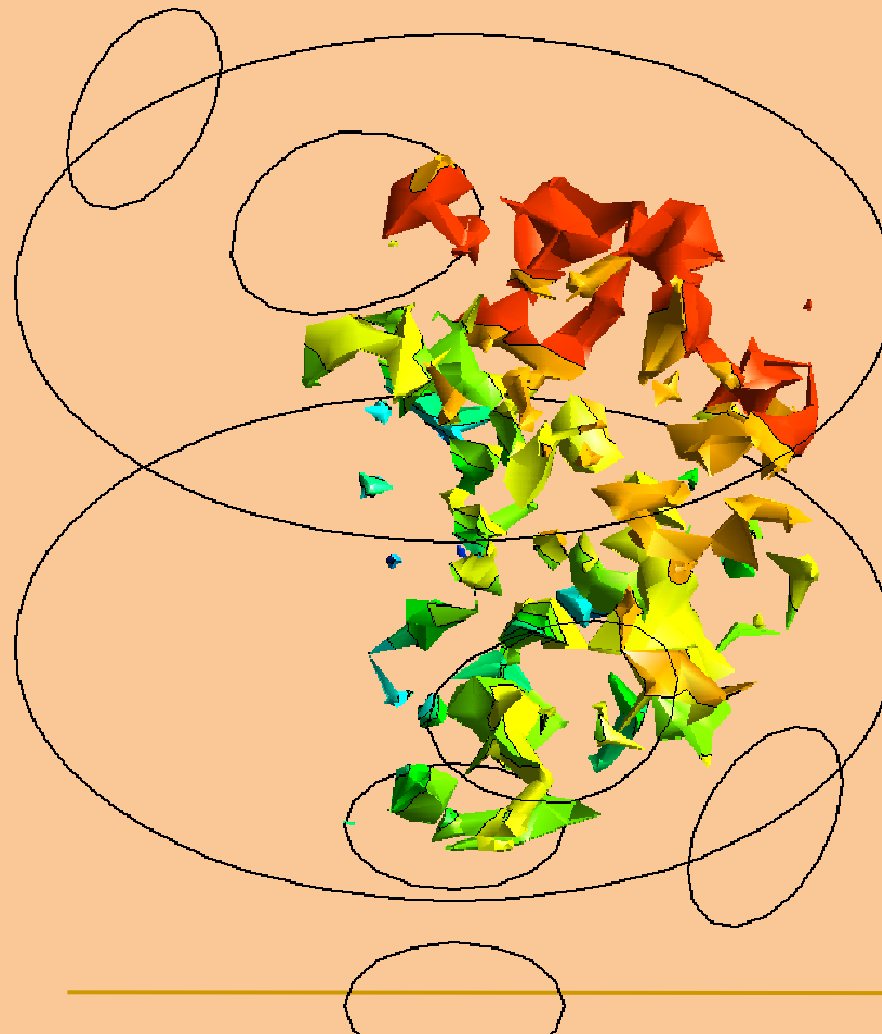
statischer Mischer



Temperature



[K]



Zusammenfassung

- Dank stetiger Weiterentwicklung der Computer ist es nun möglich, riesige Datenmengen in überschaubarer Zeit zu verarbeiten.
- Durch stetige Forschung auf dem Gebiet der Thermochemie können jetzt komplexe Systeme berechnet werden.
- Die gemeinsame Berechnung von Strömungsfeldern und Gleichgewichten komplexer Systeme ist umgesetzt.
- Hierdurch ist es möglich, die reine Gleichgewichtsberechnung quasi-transient zu erweitern.

So können z.B. sich zeitlich ändernde Ablagerungen in die Gleichgewichtsberechnung einfließen.

Ausblick

- Einbau neuer Abscheide-Mechanismen
- Berücksichtigung der Partikelgrößen
- Kopplung von ChemApp an diskrete Partikel

