

---

# Multiskalenmodellierung für technische Anwendungen

European Centre for Emerging Materials and Processes

Dresden - Germany  
December 7th, 2015

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Peters



# Inhalt

---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

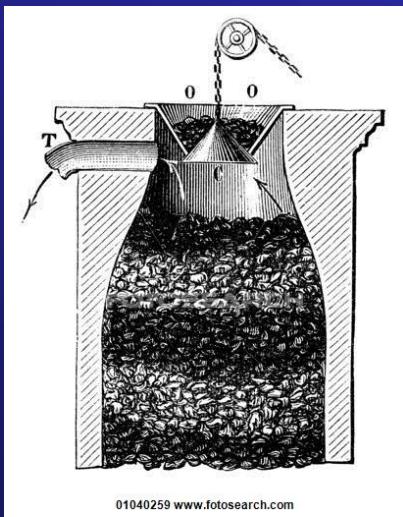


# Inhalt

---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

# Einleitung





# Inhalt

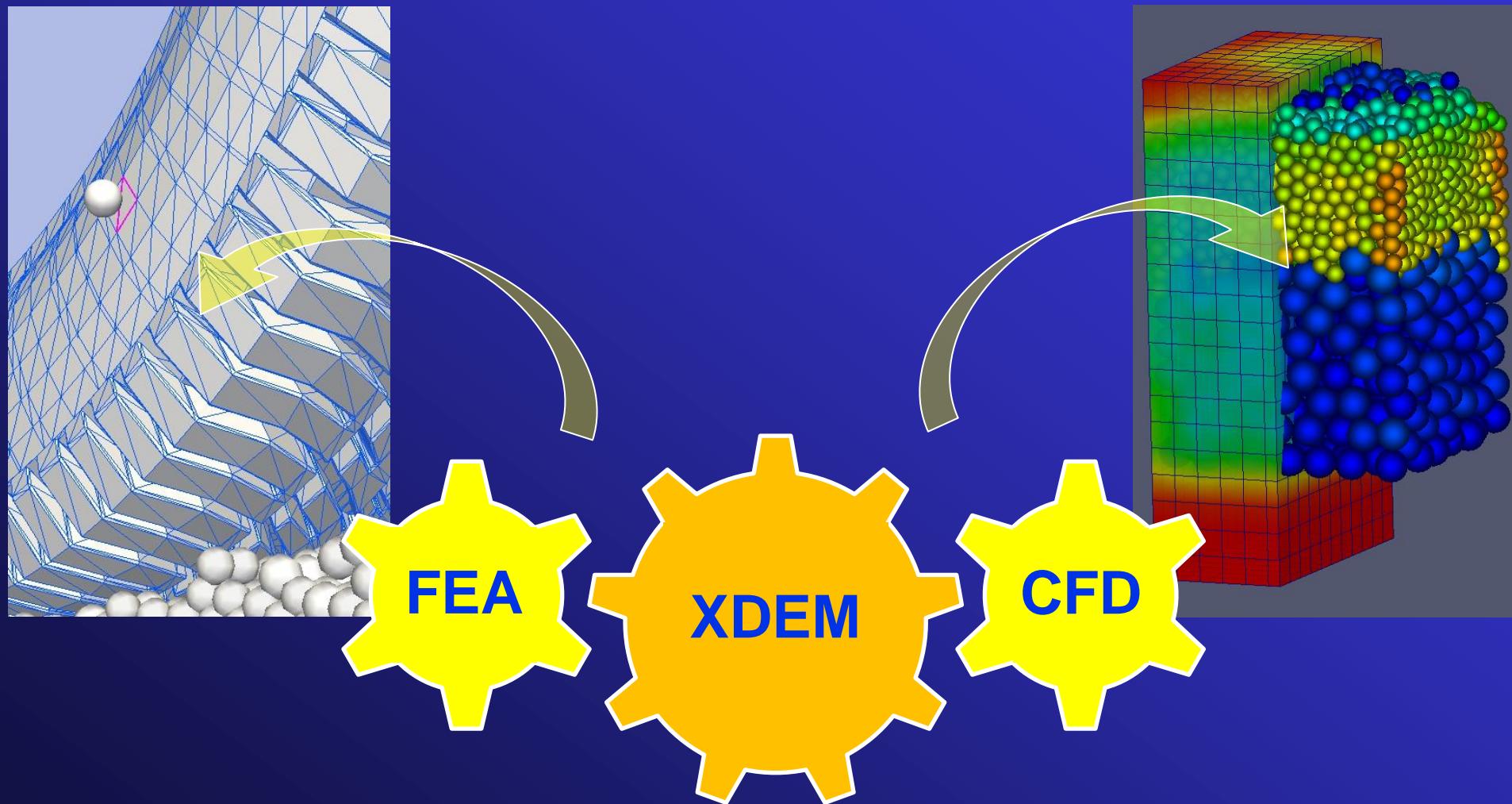
---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

## Extended Discrete Element Method:

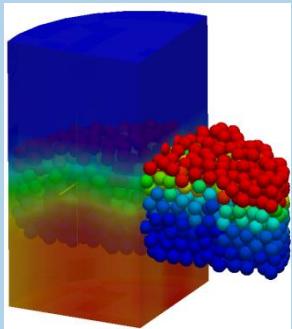
- Abgeleitet von der klassischen Discrete Element Method (DEM), um Bewegung von granularem Material zu beschreiben (diskrete Phase)
- Erweitert durch
  - Thermodynamik der Partikel
  - Schnittstelle zu Computational Fluid Dynamics (CFD) und Finite Element Analysis (FEA)
- Kopplung zu kommerzieller/OpenSource software

# Technologisches Konzept



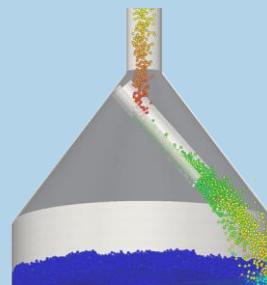
# Anwendungen

## Verfahrenstechnik



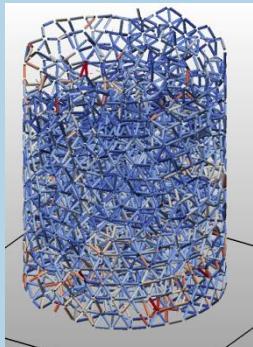
- Thermische Konvertierung von Festbetten/bewegten Betten
- Reaktorauslegung

## Kinematik/Dynamik



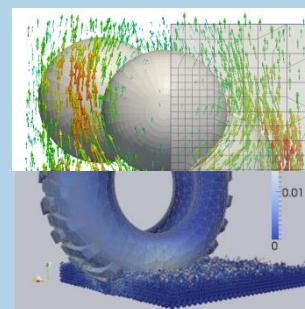
- Transport und Speicherung von granularen Stoffen
- Mechanische Last an Strukturen

## Materialwissenschaften



- Funktionale Materialien
- Materialverarbeitung
- Bruchverhalten

## CFD / FEA



- Mehrphasenströmung
- Emissionen
- Simultane FEA/CFD Analyse



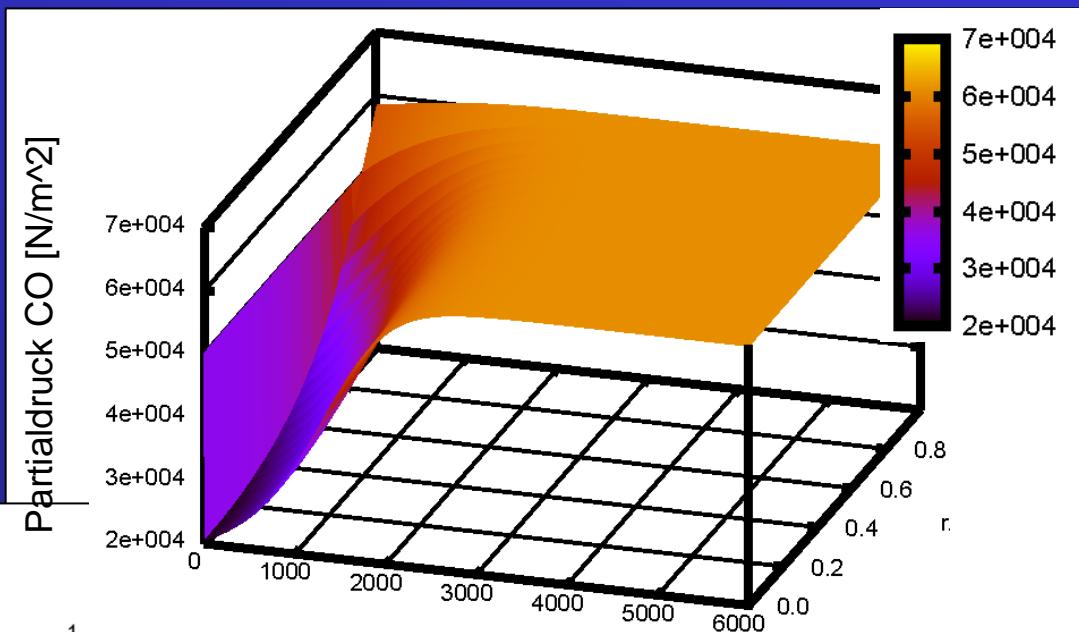
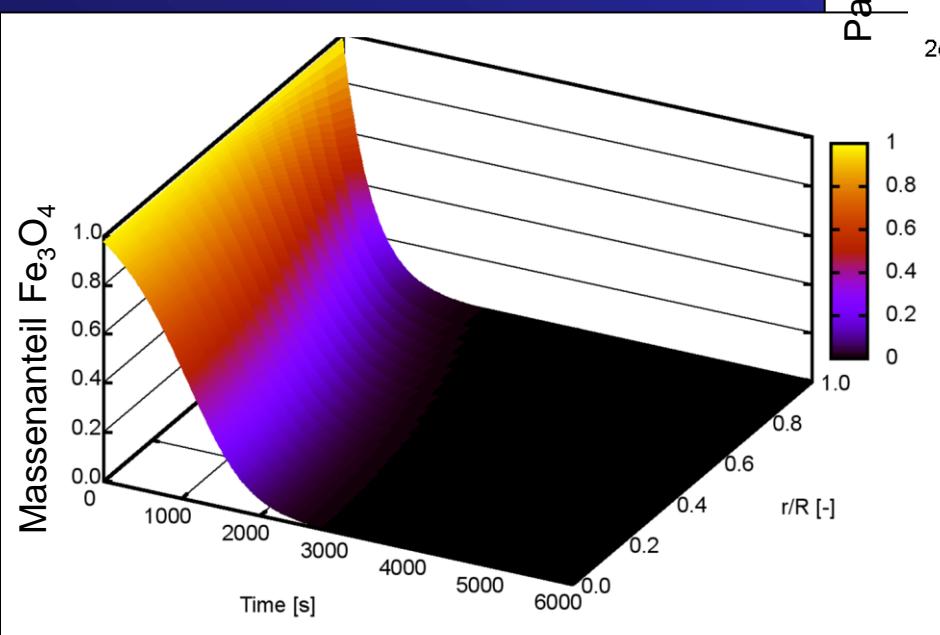
# Inhalt

---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

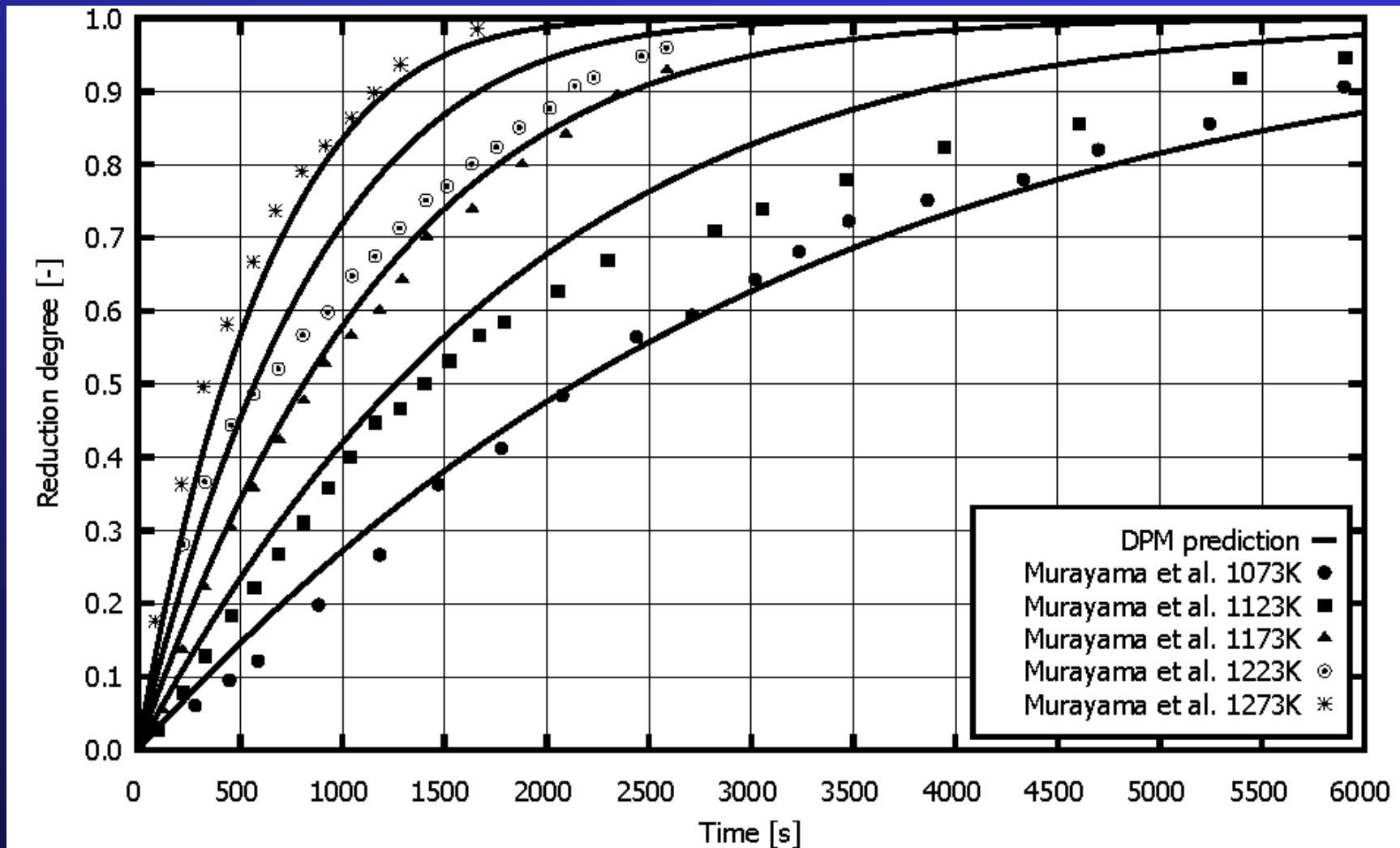
# XDEM: Thermodynamik

- Generisches Modell für Partikelprozesse:
  - Temperatur
  - Strömung in Poren
  - Chemische Reaktion

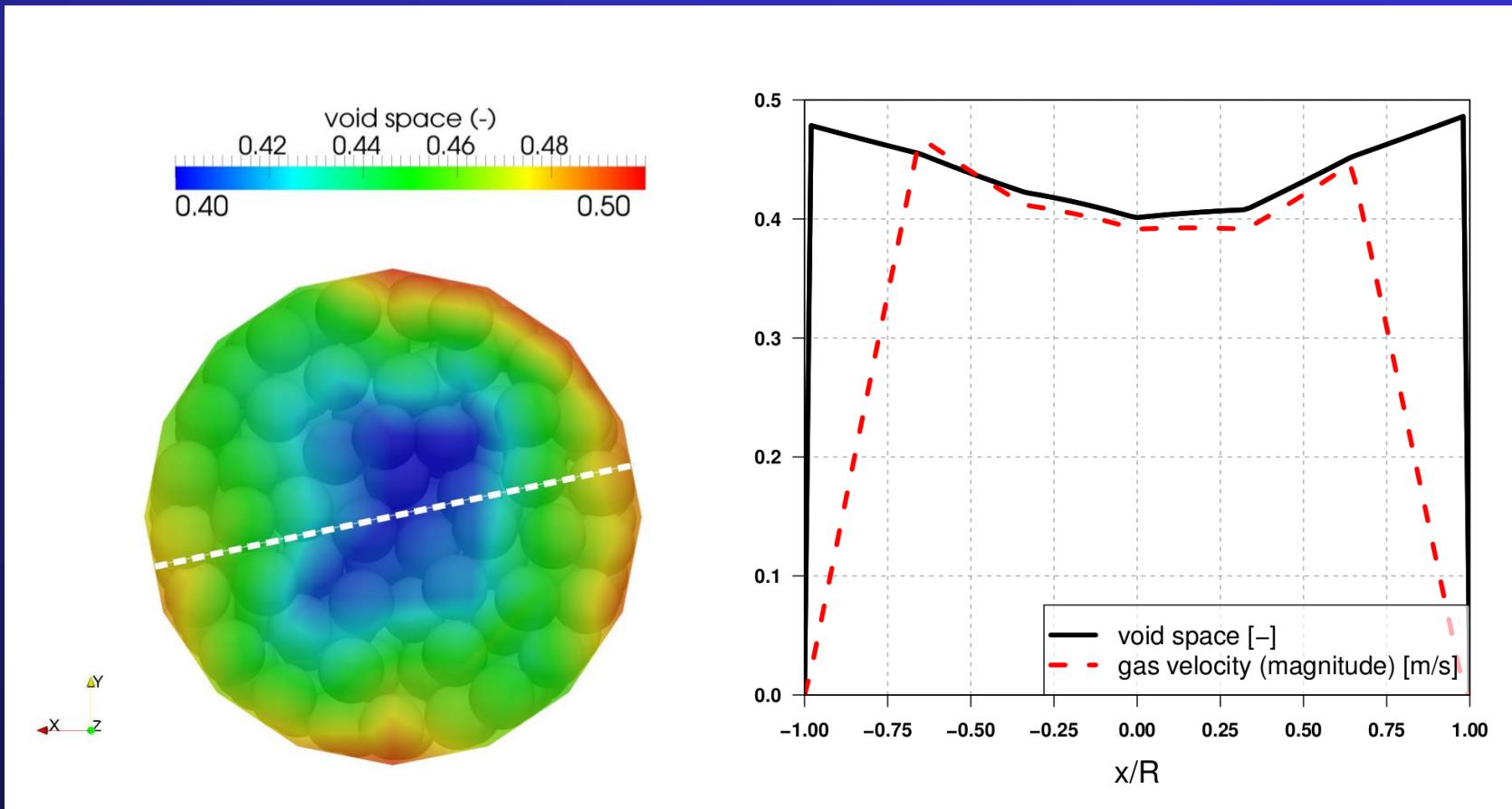


- Schnittstelle zu CFD für Stoff- und Wärmeübergang

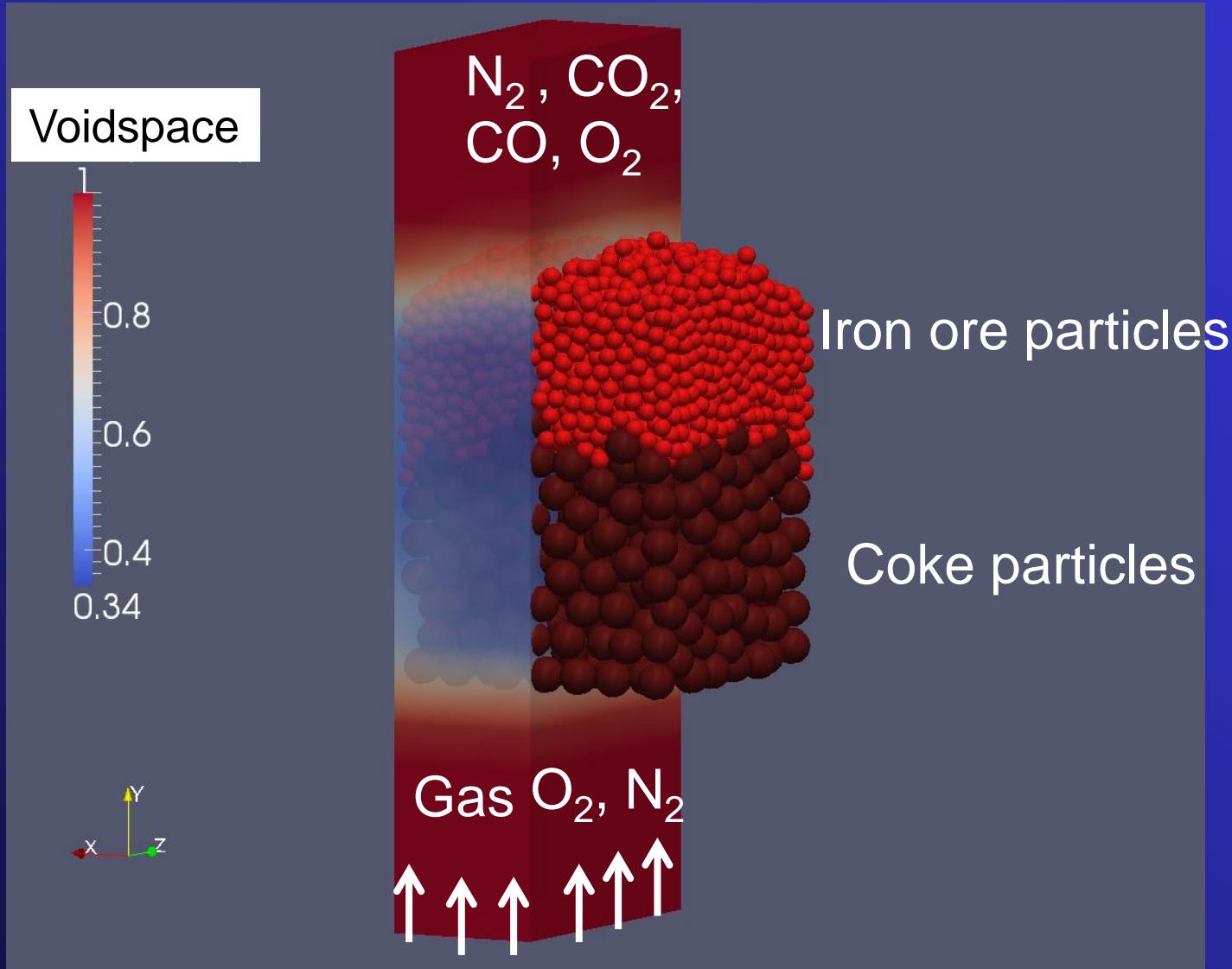
# Magnetide ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) zu Wustite ( $\text{FeO}$ )



# Lückenraum und Gasgeschwindigkeit



# Eisenreduktion mit Koks

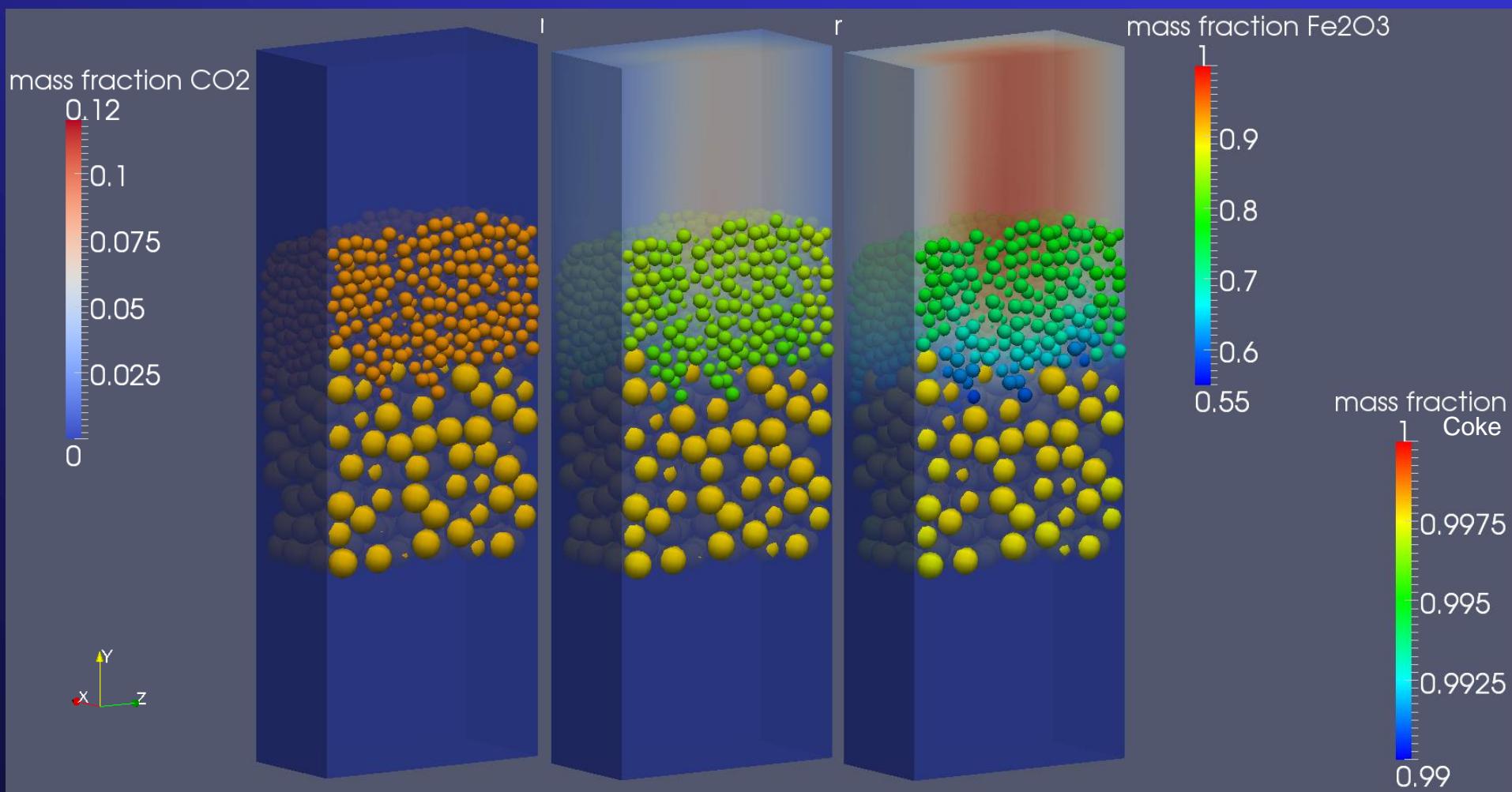


# Reduktion von Eisenerz

t=10s

t=300s

t=700s



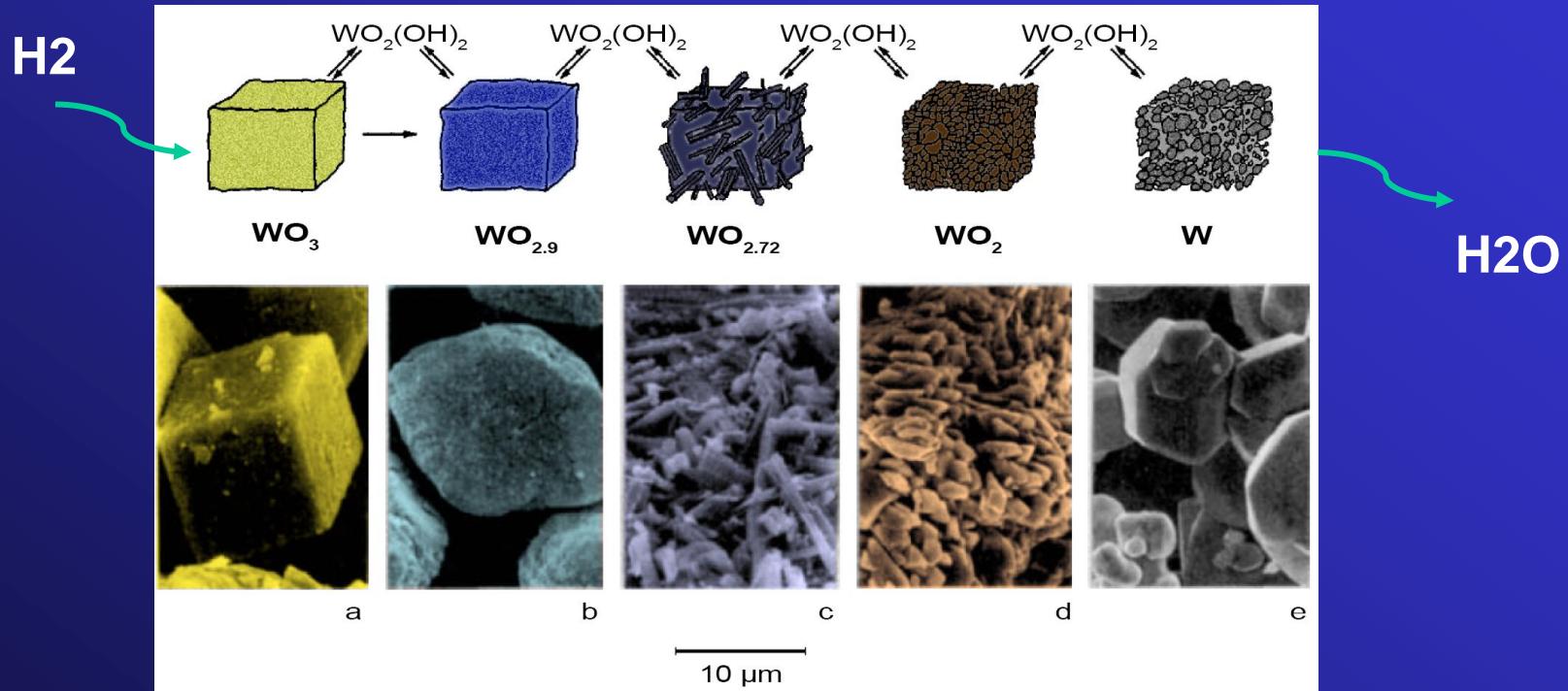


# Inhalt

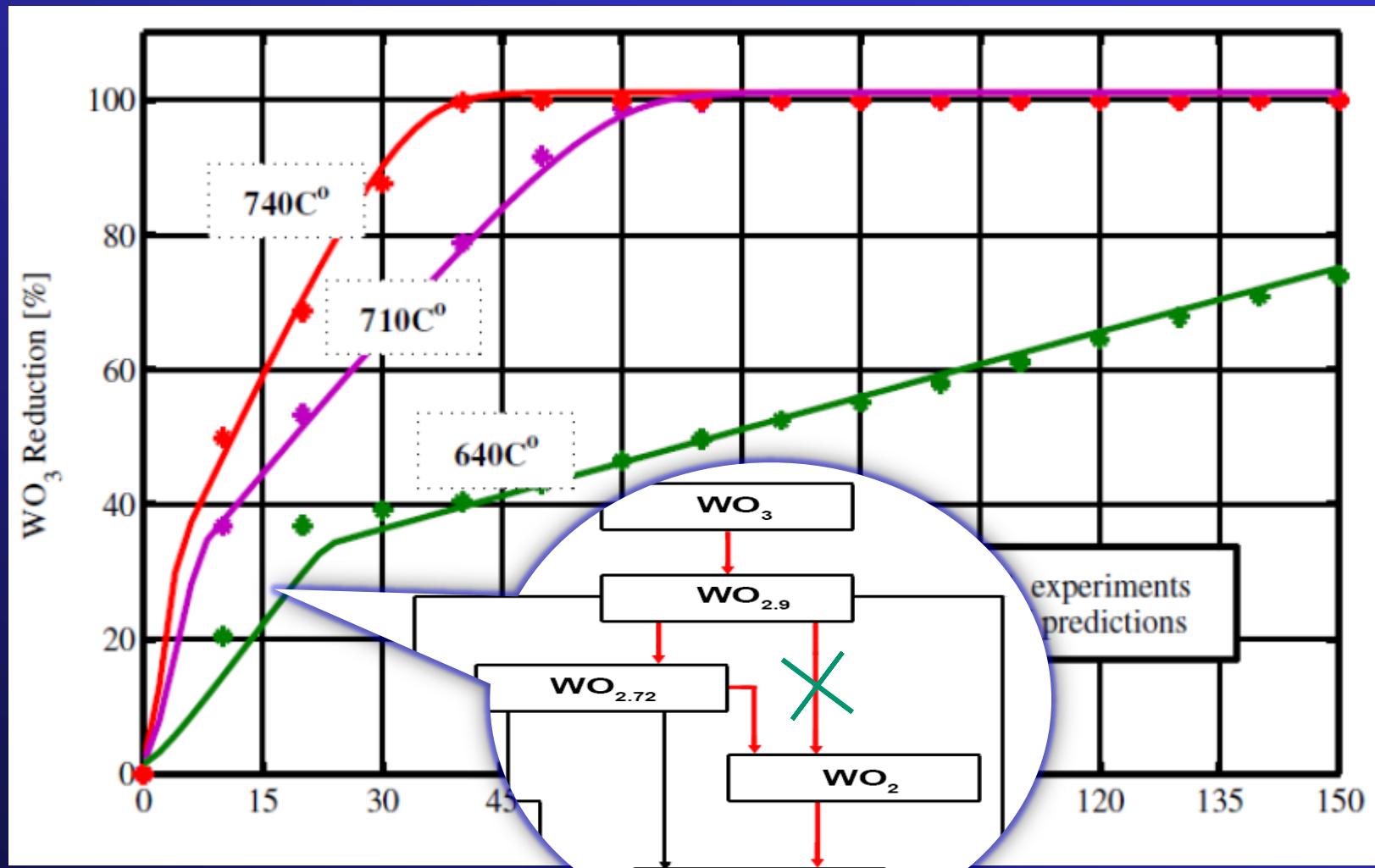
---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

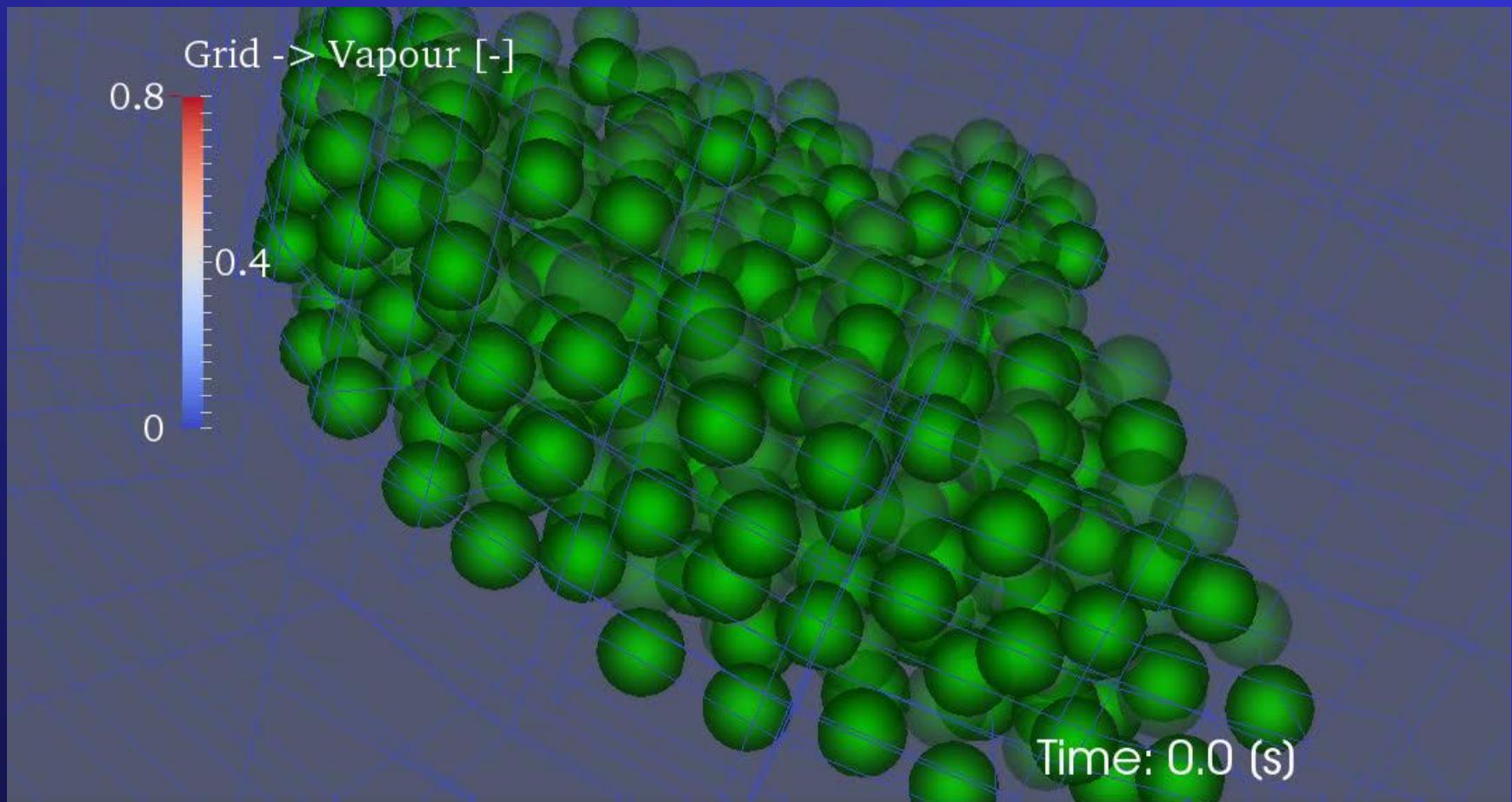
# Wolframoxidreduktion



# Wolframoxidreduktion



# Reduktion in Gasphase





# Inhalt

---

- Einleitung
- Extended Discrete Element Method (XDEM)
- Anwendungsbeispiele:
  - Roheisengewinnung
  - Pulvermetallurgie
- Zusammenfassung

# Zusammenfassung

- XDEM als ein innovatives Werkzeug für multi-physikalische Anwendungen
- Multiskalencharakter durch hohe Auflösung der diskreten und kontinuierlichen Phase
- Beschreibung der granularen Phase unter thermischer und mechanischer Last
- Effiziente und flexible Kopplung zu CFD/FEM
  - Mechanische Wechselwirkung
  - Stoff-/Wärme-/Impulsaustausch
- Breites Anwendungsspektra mit großem Potential für Adaption und Erweiterung