

# Großanlagen und Solare Materialien

Karl-Heinz Funken, 13.07.2011



## Mission und Ziele

### Verknüpfung der Grundlagenforschung mit der Qualifizierung im Ingenieursmaßstab

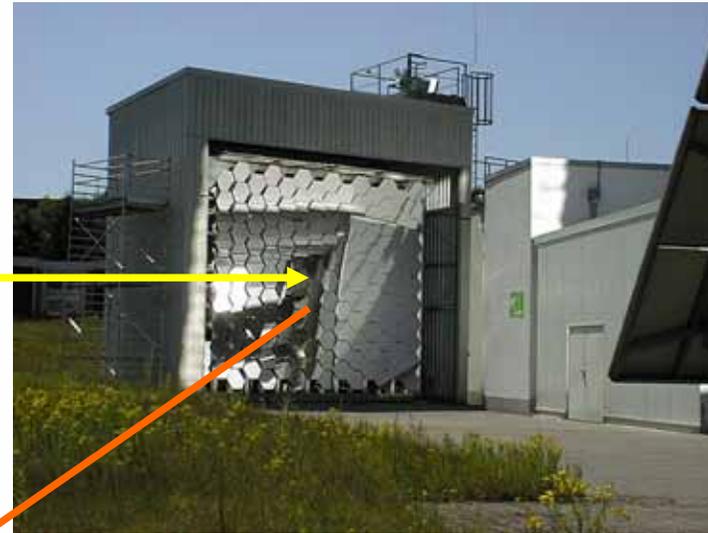
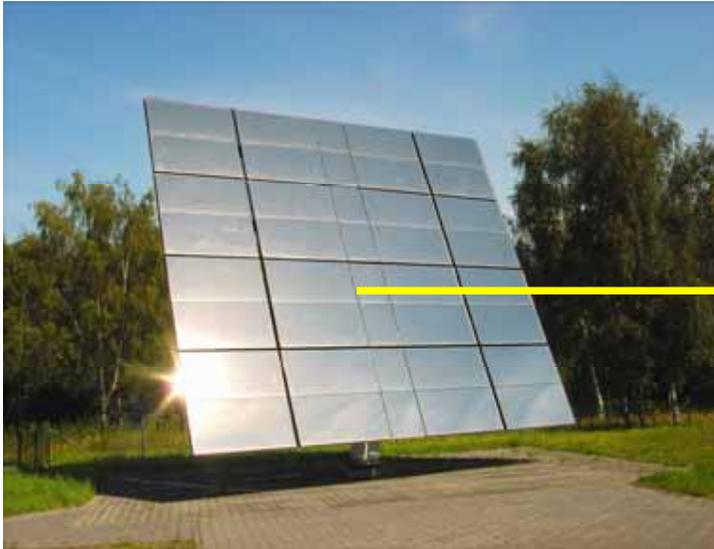
- **Kundengerechter Betrieb und Service der Großanlagen**
- **Standort Jülich: von der Interimslösung zur gefestigten F+E Infrastruktur**
- **Beantwortung grundlegender Werkstoff-Fragen in CSP und Spin-Off Themen**
- **Wissenschaftlich-technische Wertschöpfungskette in einer Hand: Konzept – Labor – Miniplant – Technikum  
Kundenvorteil: „geschützte“ F+E**



## Hochflussdichte- Sonnenofen



- **Maximale Strahlungsleistung: bis zu ca. 25 kW**
- **Natürliches sonnenlichtähnliches Spektrum**





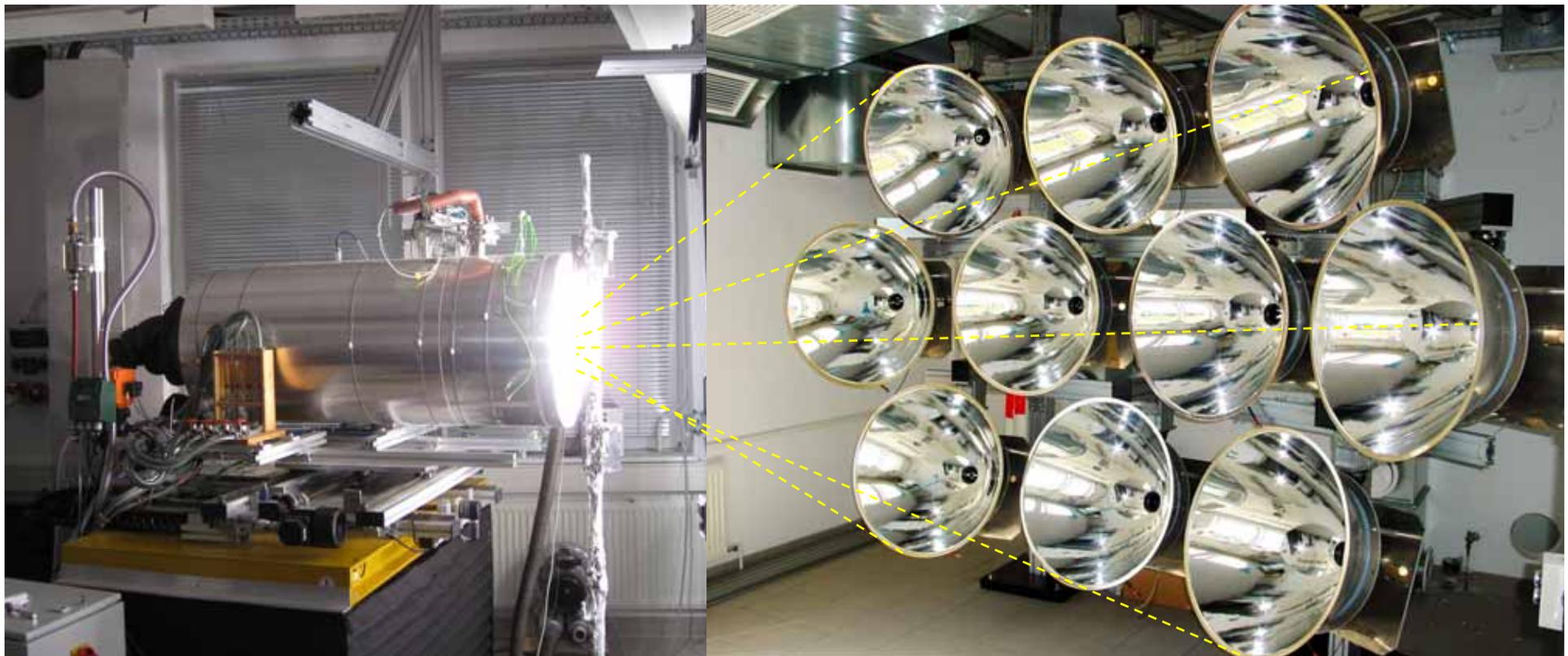
## Hochleistungsstrahler



- **Elektrische Anschlussleistung: 60 kW**
- **Maximale Strahlungsleistung: ca. 20 kW**
- **Künstliches sonnenlichtähnliches Spektrum**



# Nutzung des Hochleistungsstrahlers in der Qualifizierung von Receivermaterialien





# Sonnenofen und Hochleistungsstrahler: Bedienung von Kundenwünschen in weiten Bereichen

## Technische Features:

- Bestrahlungsrichtung: horizontal und vertikal
- Temperaturniveaus: 80 K bis > 2500 K
- Strahlungsleistung im Fokus: bis zu > 20 kW
- Bestrahlungsstärken: wenige kW/m<sup>2</sup> bis > 5 MW/m<sup>2</sup>
- Flussdichtepprofile: Peak (5 MW/m<sup>2</sup>) – uniform (36 kW/m<sup>2</sup> auf 0,3 x 0,3 cm<sup>2</sup>) – Multifoki
- Drücke: Umgebungs-, Überdruck, Hochvakuum bis < 10<sup>-4</sup> mbar
- Spektrum: naturnahes Spektrum – Filterung

## Erfahrene Betriebsmannschaft:

- Sonnenofen: seit 1994 > 160 Messkampagnen
- Hochleistungsstrahler: seit 2007 > 20 Messkampagnen



## Einteilung: Hochflusssdichtebestrahlungsverfahren

- **Hohe Temperatur oder auch hohe Bestrahlungsstärke gefordert, ohne dass zugleich Leistung angefordert wird**
- **Hohe Temperatur oder auch hohe Bestrahlungsstärke und hohe Leistung werden zugleich angefordert**



## Hochflusssdichtebestrahlungsverfahren ohne Leistungsanforderung

- **Wärmebehandlung von Materialien bei  $T > 1000 \text{ °C}$**
- **Praxisnahe Materialprüfung unter oxidierenden Bedingungen bei hohen Temperaturen**
- **Praxisnahe Materialprüfung im Hochvakuum bei erhöhten Bestrahlungsstärken**
- **Praxisnahe Materialprüfung zur Simulation beschleunigter Alterungsprozesse mit konzentrierter natürlicher UV-Bestrahlung**
- **Kinetische Untersuchungen von Hochtemperaturprozessen**
  - **Verdampfungsgeschwindigkeiten von Feststoffen**
  - **Zersetzungsreaktionen**
  - **Bildungsgeschwindigkeiten von Feststoffen**
- **Hochtemperatursynthesen spezieller Stoffe (z. B. gemischtoxidische Mineralien)**



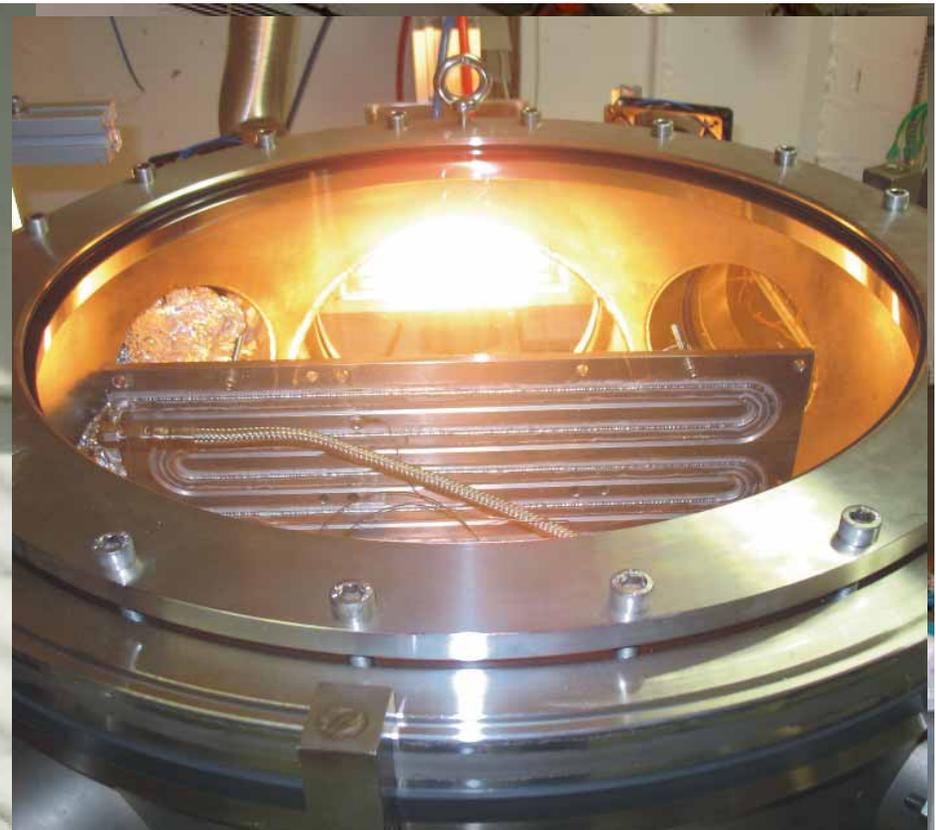
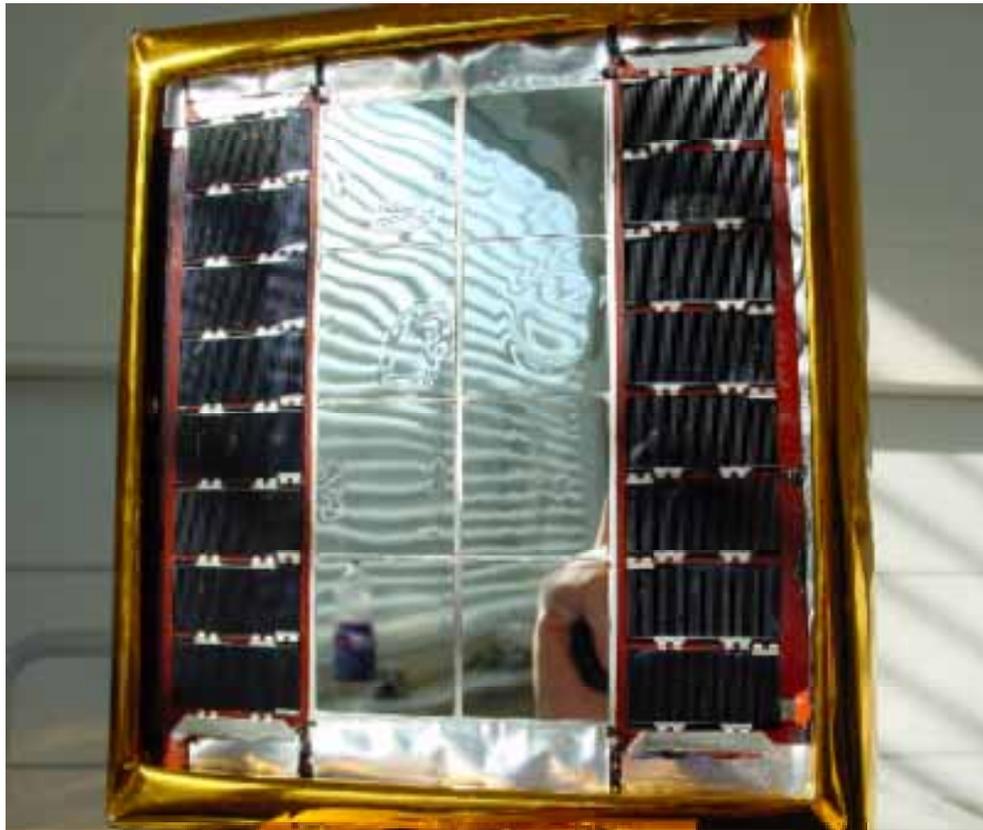
## Test von Satellitenkomponenten im Hochvakuum bei erhöhten Bestrahlungsstärken



Ref. Neumann, Willsch et al., DLR



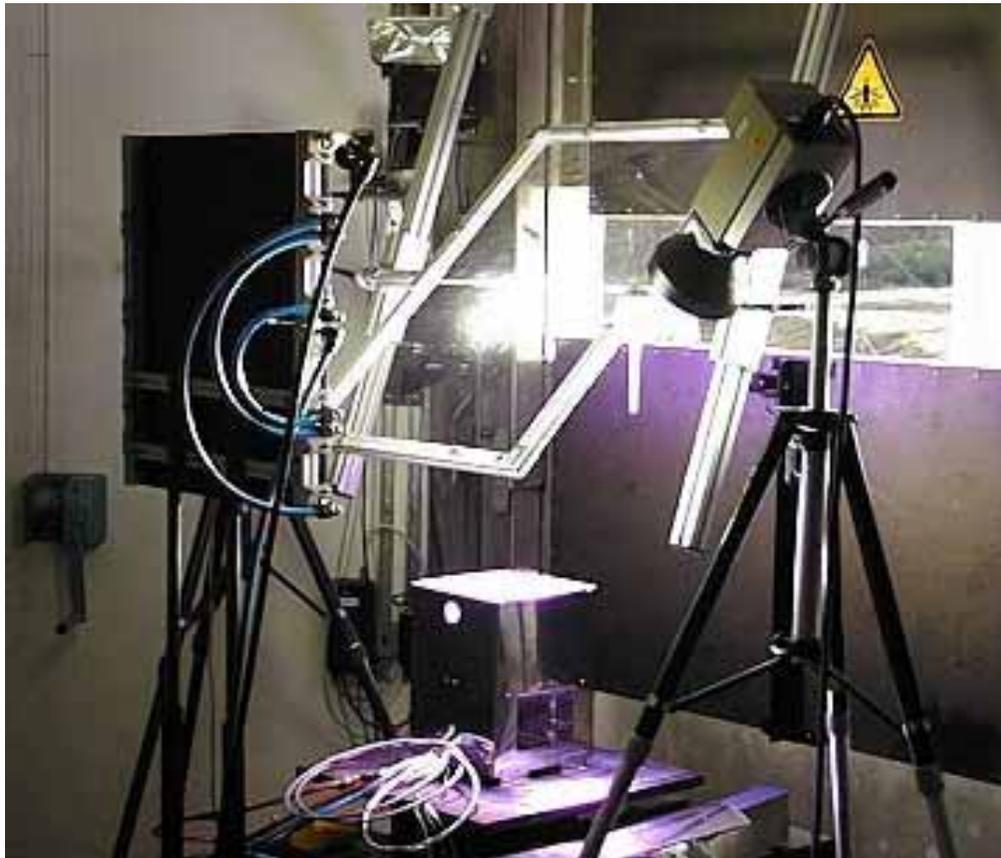
# Thermische Tests für Satellitenanwendungen im Hochvakuum



Ref. Dibowski, Willsch, Raeder et al., DLR



## „Blauer Strahl“: Beschleunigte Alterung von Lackproben mit konzentriertem natürlichem UV-Licht



**Option: spektrale Selektion**

Ref. Neumann et al., DLR



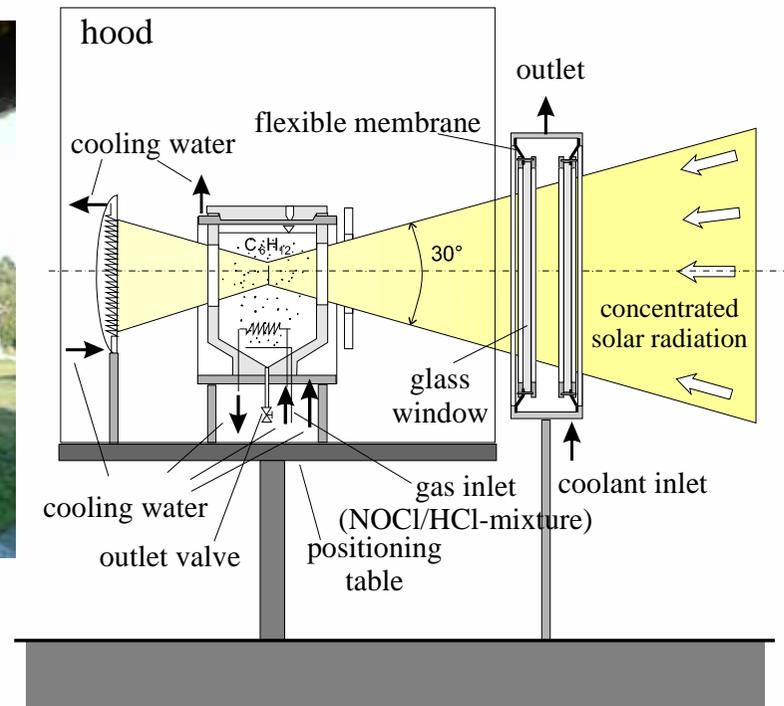
# Hochflusssdichtebestrahlungsverfahren mit Leistungsanforderung

## Verfahrensentwicklung zum Nachweis der technischen Machbarkeit

- **Solare photochemische Synthesen von Spezialchemikalien**
- **Hochtemperaturbehandlung und Recycling anorganischer Materialien**
- **Solarthermische Brennstoffherstellung**
- **Qualifizierung volumetrischer Receiver**



# Solare Photochemie: Photooximierung zur Herstellung von Nylon-Vorprodukten



**Option: spektrale Selektion**

Ref. Riffelmann, Funken, DLR



# Recycling von Aluminium-Schrott in solar beheiztem Schmelztiegel



**Option: vertikale  
Bestrahlung**

Ref. Schmidt-Traub et al., Uni Dortmund



# Hybride solar-fossil beheizte Methanreformierung



**Option: vertikale  
Bestrahlung**

Ref. Mauermann et al., CCD



# Quasikontinuierliche solarthermische Wasserstoffherstellung

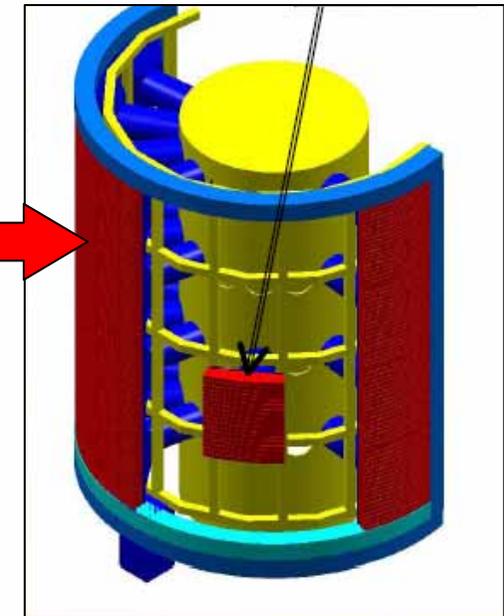
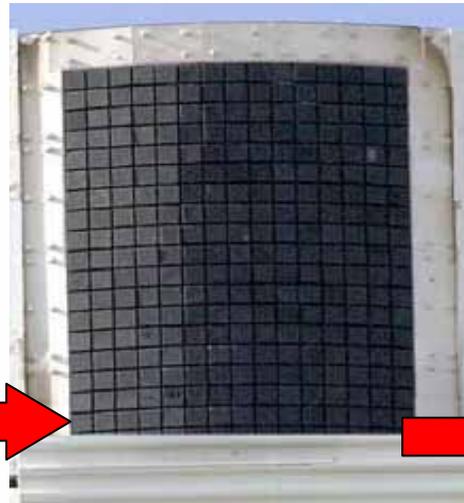


**Option: mehrere Foki**

Ref. Sattler, Roeb et al., DLR



# HiTRec Receiver Entwicklung



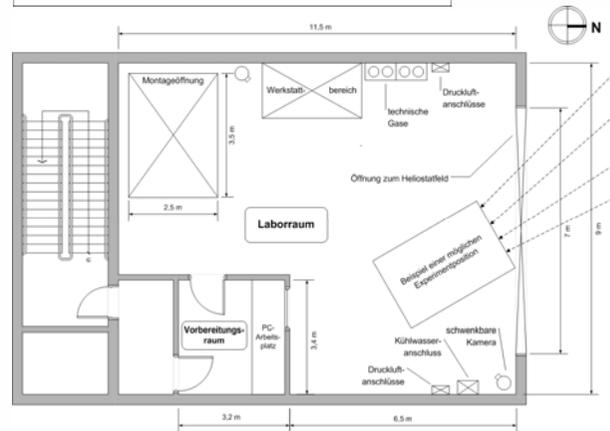
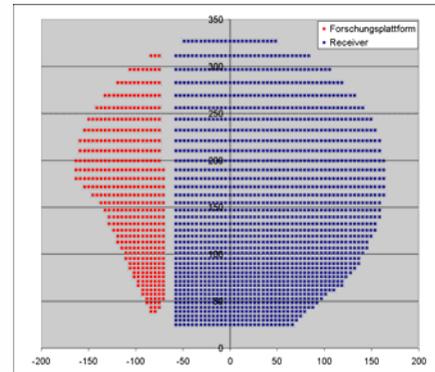


## Solarthermisches Versuchs- und Demonstrationskraftwerk Jülich (STJ) – eine neue Großanlage des DLR





# Forschungsplattform im STJ





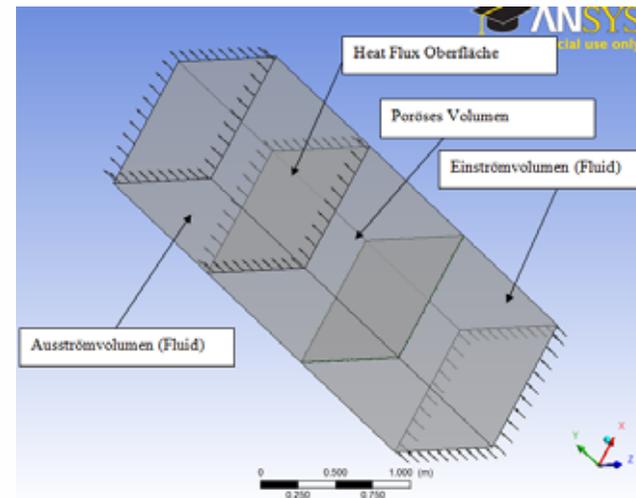
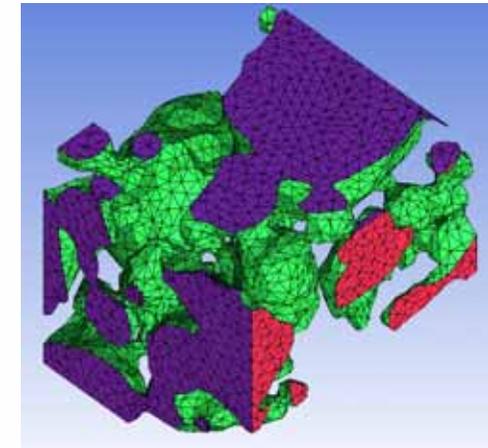
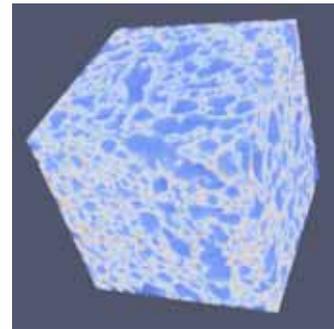
# Tätigkeitsfelder Solare Materialien

- **experimentelle Bestimmung von Materialeigenschaften**
  - (effektive) Wärmeleitfähigkeit
  - Permeabilität
  - Reflexion / Emissivität
- **Entwicklung von Messtechniken**
  - dissipative Quervermischung
  - volumetrischer Wärmeübergang
  - thermischer Wirkungsgrad
  - Hochtemperaturverhalten
- **Untersuchung von Struktur-/Eigenschaftsrelationen und Modellbildung**
- **Begleitende Materialentwicklung**
- **Konjugierte numerische Berechnung von Strömungs- und Wärmetransportvorgängen**

# CFD/Wärmeübertragung: orts aufgelöste Berechnungen

## Untersuchungsmöglichkeiten (ANSYS Fluent):

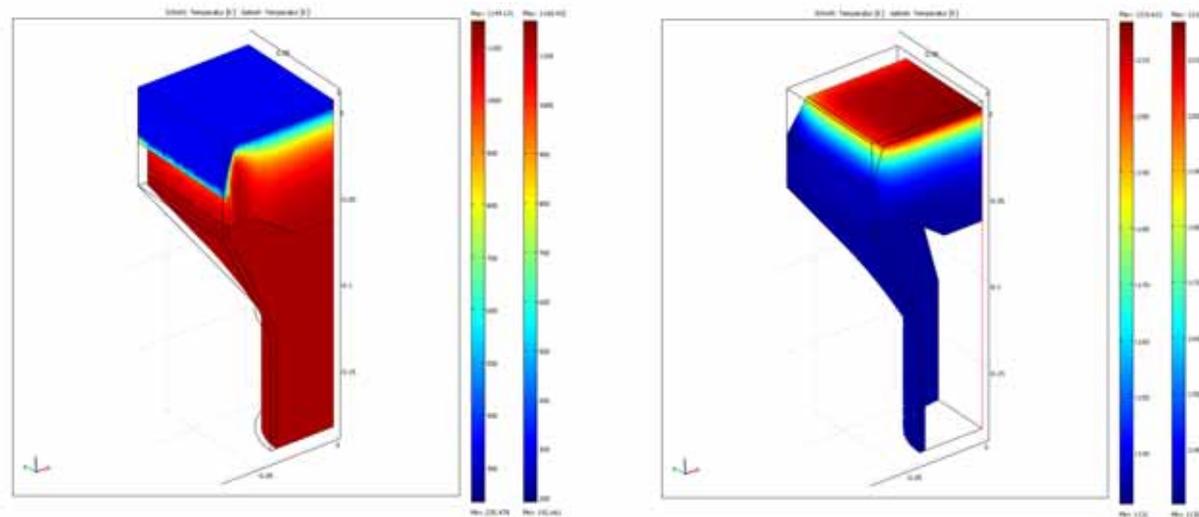
- + numerisches Strömungsexperiment in komplexen Originalgeometrien (CT-Abbildung)
- + Ermittlung effektiver Eigenschaften poröser Materialien mit komplexer Porenstruktur
- + Strukturmodell
- nur sehr kleine Volumina





## CFD/Wärmeübertragung: Kontinuumsansatz

- + Beschreibung des Porenmaterials mittels effektiver Eigenschaften
- + Lösung des Transportproblems mit erweiterter Darcy Gleichung über gemessene Permeabilitätsdaten
- + auch große Volumina darstellbar



Luft- und  
Wandtemperatur im  
HITREC-Modul



## Zusammenfassung

- **Wissenschaftlich-technische Wertschöpfungskette in einer Hand: Konzept – Labor – Miniplant – Technikum**  
**Kundenvorteil: „geschützte“ F+E**