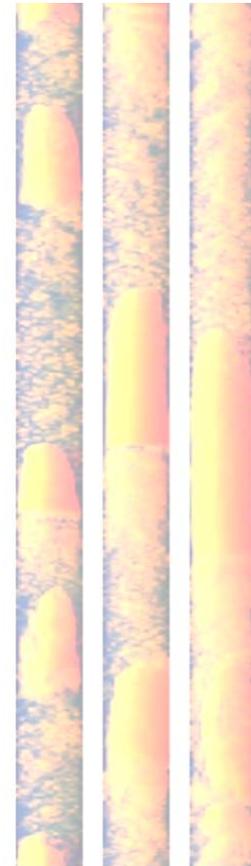




# Spezialsensorik für die Prozessindustrie

Technologietransfer aus der  
Sicherheitsforschung

ForMaT – eine BMBF-Initiative

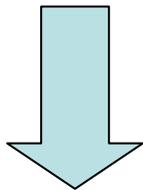
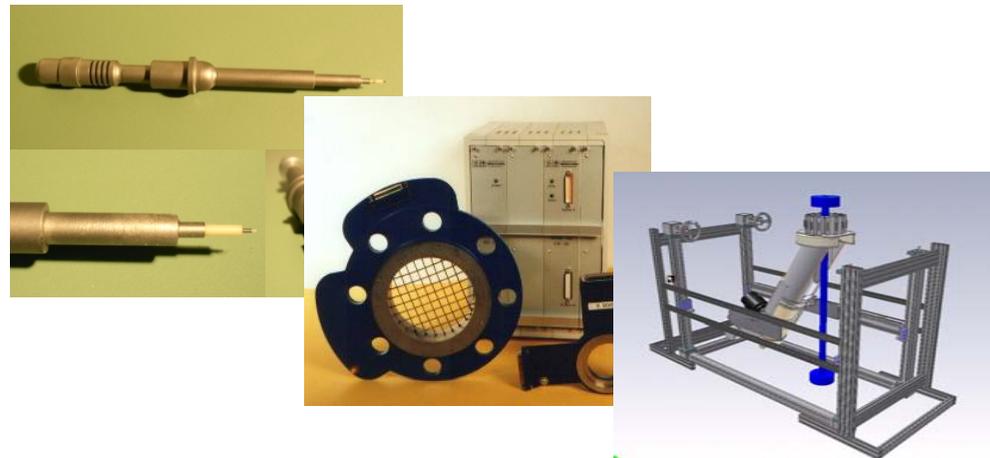


Forschungszentrum  
Dresden Rossendorf

Vorliegen eines umfangreichen Sensorikportfolios am  
Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD)

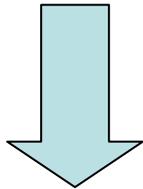


**Besondere Expertise:**  
**Bildgebende und lokale Prozesssensoren für raue  
Betriebsbedingungen**

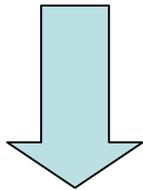


# Ausgangspunkt

Bisher Fokussierung auf Instrumentenbau ausschließlich für die Forschung



Das Ziel:  
Überführung wissenschaftlicher Einzelinstrumente in marktreife Produkte



Der Weg:  
BMBF geförderte Initiative ForMaT (Potenzialscreening)





Dr. Uwe Hampel  
Abteilungsleiter  
Durchwahl: -2772



Dr. Marco Jose Da Silva  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter  
Durchwahl: -2467



Eckhard Schleicher  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter  
Durchwahl: -3230



Sebastian Thiele  
Doktorand  
Durchwahl: -2320



Robert Schmid  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
ForMaT-Projekt  
Durchwahl: -2037

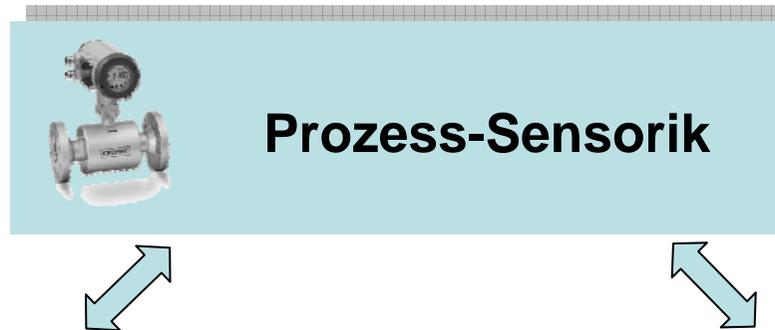


Tobias Hauptmann  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
ForMaT-Projekt  
Durchwahl: -2037

Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V.  
Institut für Sicherheitsforschung  
Abteilung Experimentelle Thermofluidynamik  
Bautzner Landstr. 400  
01328 Dresden

[www.fzd.de/fws/format](http://www.fzd.de/fws/format)  
Telefon: +49 351 260 - 0





- ✓ höhere Prozessausbeute
- ✓ höhere Produktqualität

- ✓ niedrigerer Energieverbrauch
- ✓ höhere Anlagenverfügbarkeit

- PS dient zunehmend zur **Optimierung** bestehender Anlagen.
- PS soll Prozessinformationen erfassen, aber auch **Zwischen- und Trendinformationen** zu Regelzwecken.
- Für spezifische Applikationen werden Prozessdaten in höherer **Genauigkeit** benötigt.
- Die **räumlichen Verteilung** von Prozessdaten soll erfasst werden.

Quelle: NAMUR & VDI/VDE GMA Roadmap Prozess-Sensoren 2005-2015

## Anforderungen an Sensoren für den industriellen Einsatz

- Prozesstauglichkeit
- Echtzeit-Messungen mit ausreichend hoher Messfrequenz
- Erfassung von Prozessentwicklungen und –trends
- preiswert
- wartungsarm
- intuitiv bedienbar

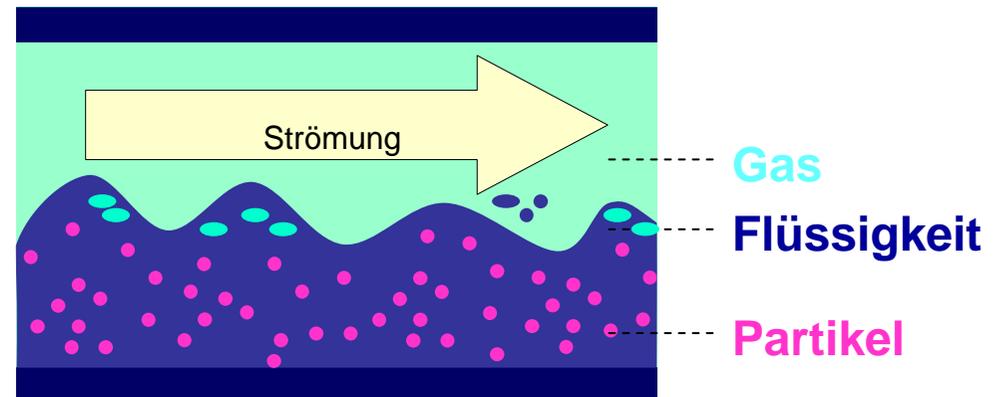


## Mehrphasige Gemischströmungen

... stellen besondere Anforderungen an die Sensoren

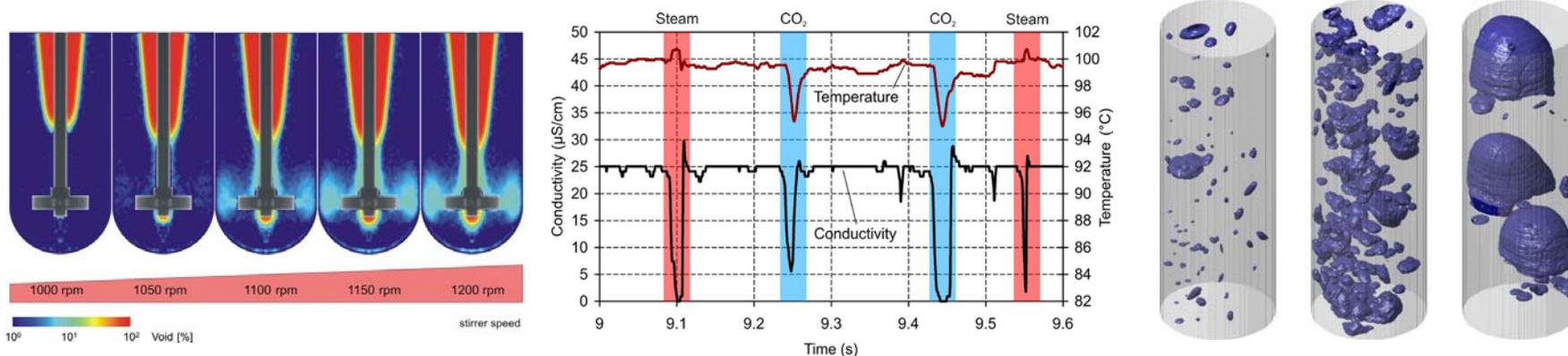
schnelle Messung von

- Phasenverteilungen
- Partikelgrößenverteilungen
- Phasengeschwindigkeiten
- Grenzflächendichte
- Temperatur und Stoffkonzentrationen in Einzelphasen



Mehrphasenmessung ist ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten am FZ Dresden-Rossendorf

- Phasenmessung (zum Beispiel Gasgehalte)
- Temperaturfeldmessung
- Bildgebende, räumlich auflösende Messverfahren
- Schnelle Messung und Datenerfassung
- Sensoren für hohe Drücke und Temperaturen



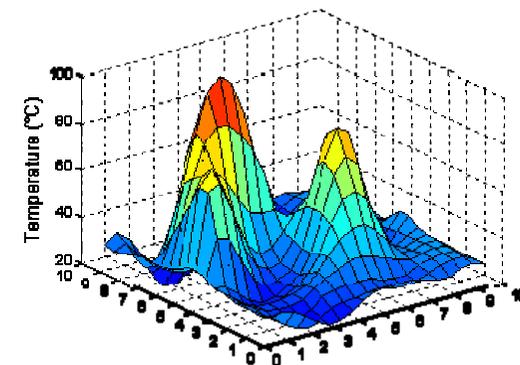
## Ausgereifte Sensorkonzepte

- Nadelsonden
- Gittersensoren
- Tomographie
- Mehrkanalige schnelle Temperaturmessung
- Strömungsmikroskop



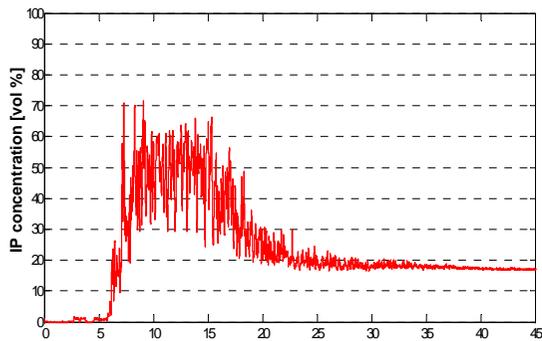
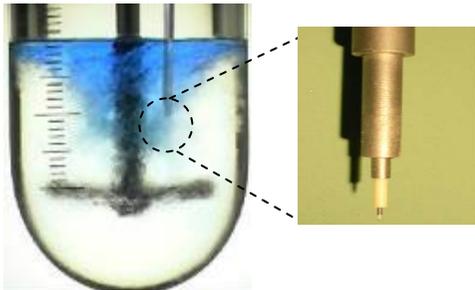
## Sensorkonzepte in Entwicklung

- Mehrphasen-Durchflussmessung
- Temperaturfeldmessung
- Geschwindigkeitsfeldmessung
- Autonome Prozesssensoren



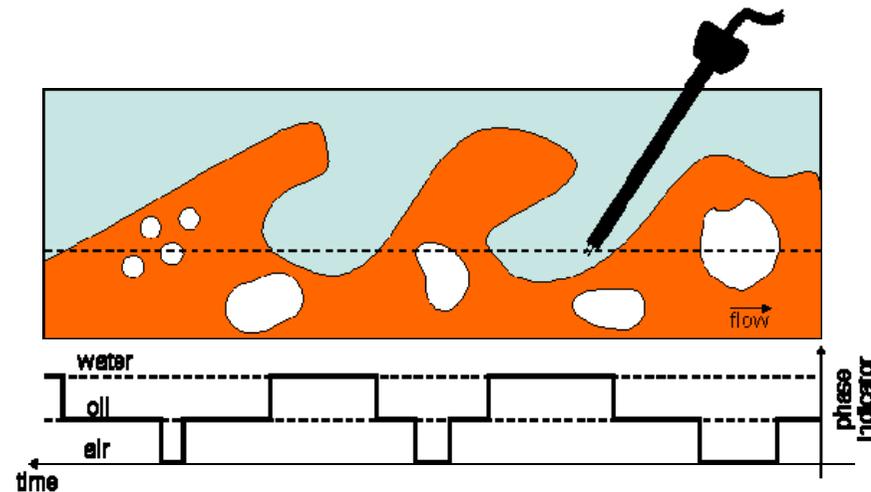
## Nadelsonden

Schnelle lokale Phasen-, Konzentrations- und Temperaturmessung



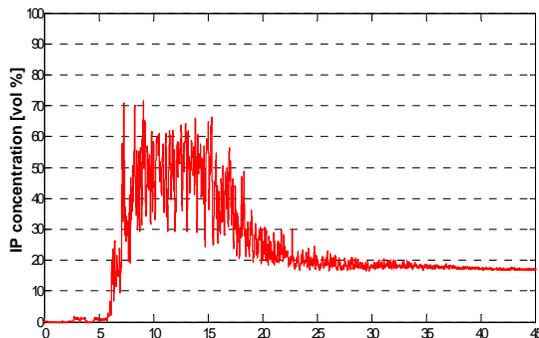
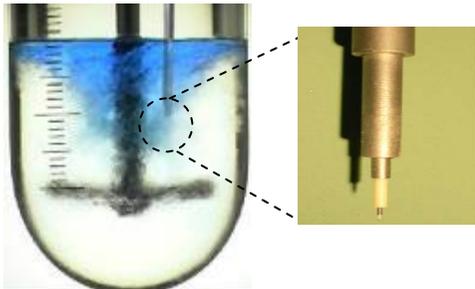
## Funktionsprinzip

- Schnelle Messung von Impedanz, Phasenindikator und/oder Temperatur lokal in einem Prozess
- Temperaturmessung bis 1 kHz, 0,5 K
- Phasenmessung bis 10 kHz
- Hohe Messgenauigkeit durch triaxialen Aufbau
- Robustes Design



## Nadelsonden

Schnelle lokale Phasen-, Konzentrations- und Temperaturmessung



## Funktionsprinzip

- Schnelle Messung von Impedanz, Phasenindikator und/oder Temperatur lokal in einem Prozess
- Temperaturmessung bis 1 kHz, 0,5 K
- Phasenmessung bis 10 kHz
- Hohe Messgenauigkeit durch triaxialen Aufbau
- Robustes Design

## Anwendungsgebiete

- Kraftwerkstechnik
- Chemiereaktoren
- Verfahrenstechnische Prozesse

## Einsatzbedingungen

- Temperaturen bis 300°C
- Druck bis 20 MPa

**Status**

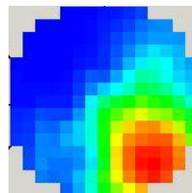
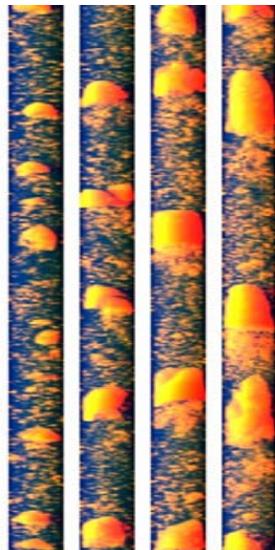
Kleinserie

**Kosten**

ca. 10 kEUR / System

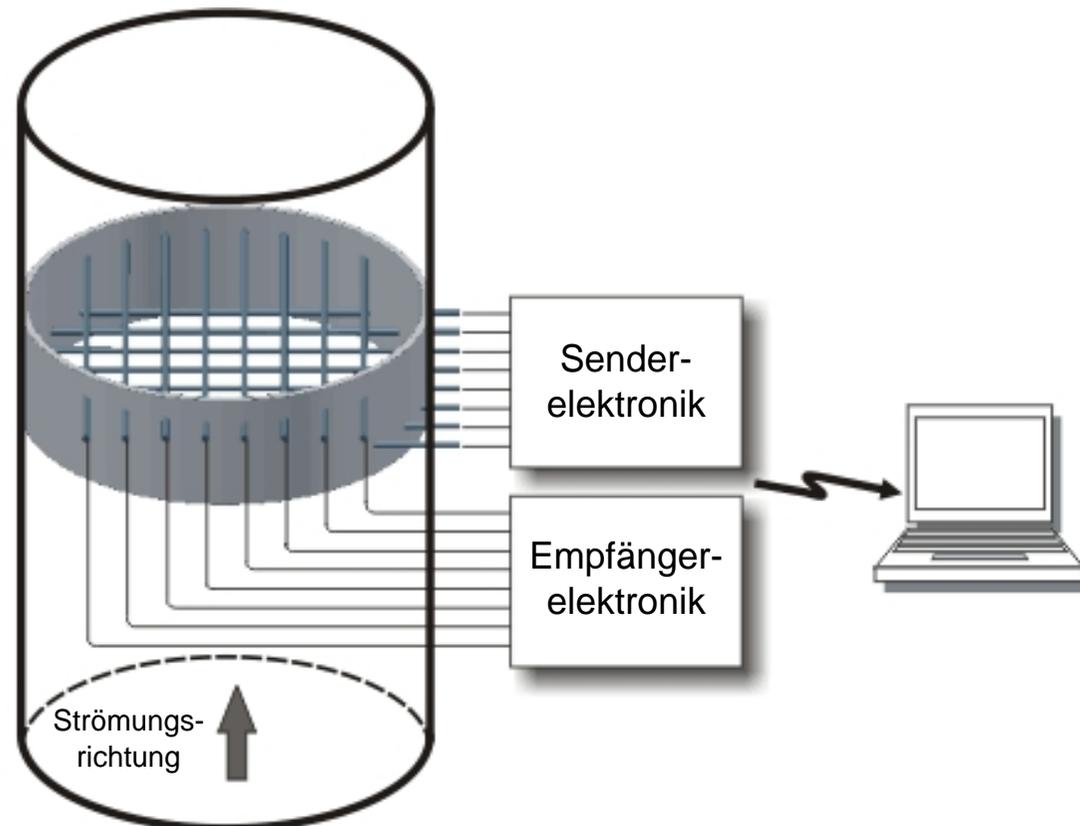
## Gittersensor

Visualisierung von  
Phasen & Grenzflächen



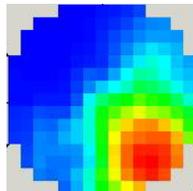
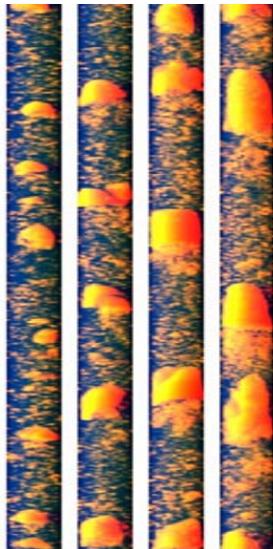
## Funktionsprinzip

- Schnelle zweidimensionale Messung von Phasen in Gefäßquerschnitten
- Strömungsvisualisierung mit ultimativer Geschwindigkeit (10.000 Bilder pro Sekunde)



## Gittersensor

Visualisierung von  
Phasen & Grenzflächen



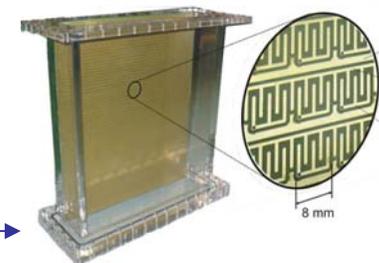
## Funktionsprinzip

- Schnelle zweidimensionale Messung von Phasen in Gefäßquerschnitten
- Strömungsvisualisierung mit ultimativer Geschwindigkeit (10.000 Bilder pro Sekunde)

## Anwendungsgebiete

- Strömungen in Rohren
- Chemiereaktoren
- Anlagenkomponenten
- Siebe
- Dynamische Füllstandmessung

Flächensensor



## Einsatzbedingungen

- Temperaturen bis 250°C
- Druck bis 7 MPa
- Strömungsgeschwindigkeit bis 10 m/s

**Status**

Kleinserie

**Kosten**

ca. 70 kEUR / System

## Mehrkanalige schnelle Temperatur- messung



### Funktionsprinzip

- 200-kanaliges Messsystem für eine vollparallele 1 kHz Temperaturmessstellenerfassung mit Mikro-Thermoelementen
- Messunsicherheit 0,5 K

### Anwendungsgebiete

- Kraftwerkstechnik
- Verfahrenstechnik
- Anlagen-, Komponenten- und Gebäudeüberwachung
- ...
- Dort, wo IR-Kameras nicht einsetzbar sind

### Einsatzbedingungen

- Temperaturen bis 250°C

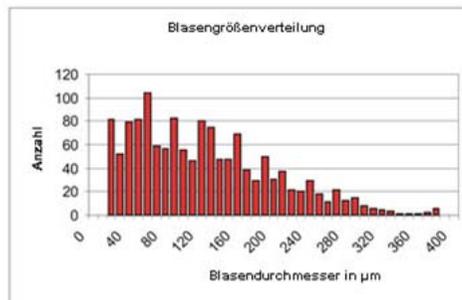
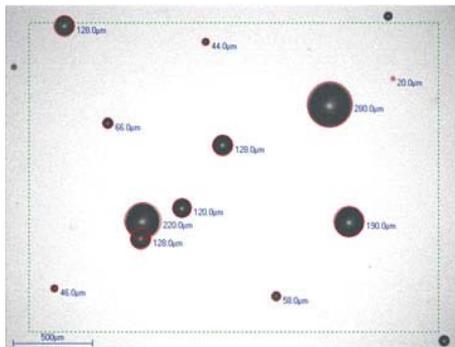
**Status**

Prototyp

**Kosten**

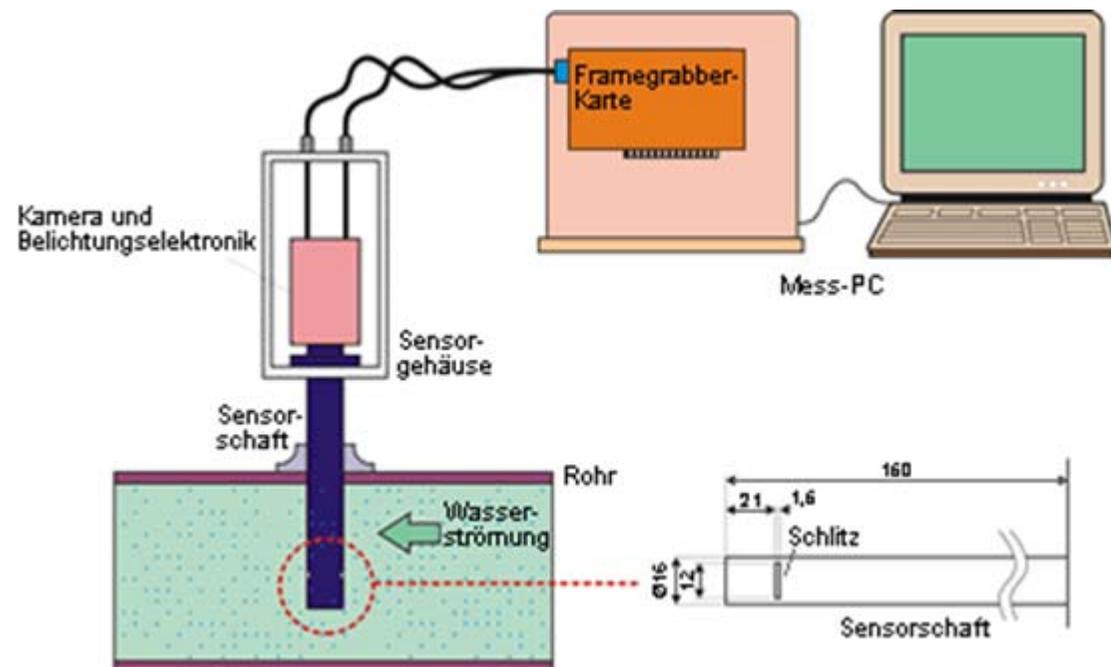
ca. 50 kEUR / System

## Strömungs- mikroskop

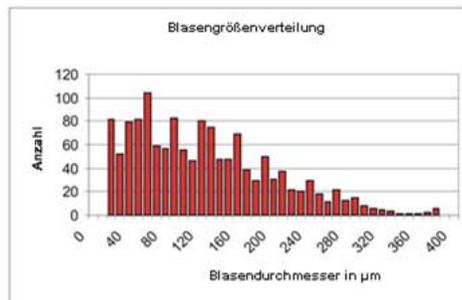
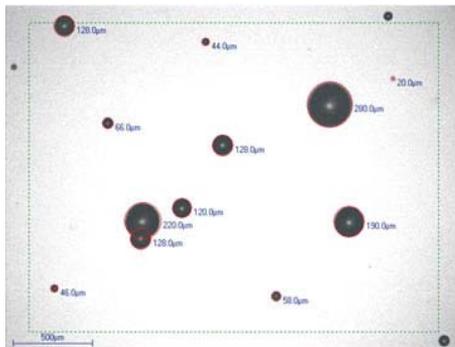


## Funktionsprinzip

- Durchlichtabbildung von Partikeln in Prozessen mittels eines endoskopischen bildgebenden Systems
- Bildfrequenz 30 Hz (Erhöhung möglich)
- Auflösung ca. 3 µm



## Strömungs- mikroskop



### Funktionsprinzip

- Durchlichtabbildung von Partikeln in Prozessen mittels eines endoskopischen bildgebenden Systems
- Bildfrequenz 30 Hz (Erhöhung möglich)
- Auflösung ca. 3 µm

### Anwendungsgebiete

- Kraftwerkstechnik
- Verfahrenstechnik
- Partikeltechnologie

### Einsatzbedingungen

- Druck bis 8 MPa
- Temperaturen bis 100 °C

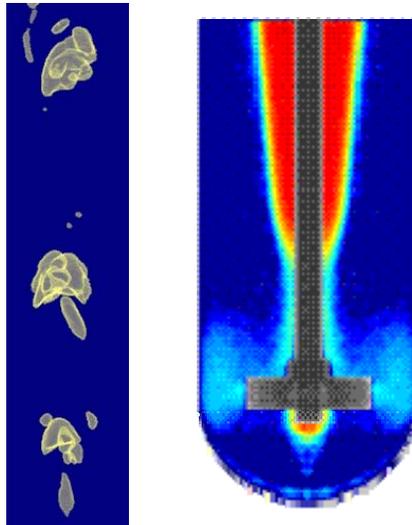
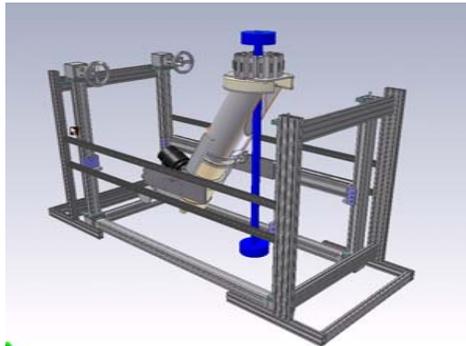
**Status**

Prototyp

**Kosten**

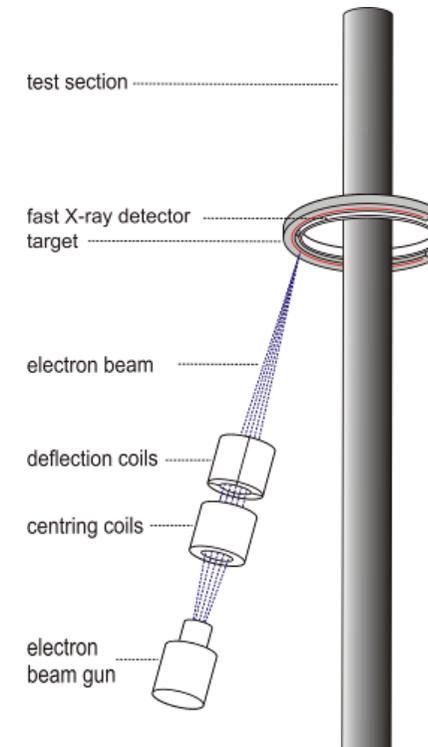
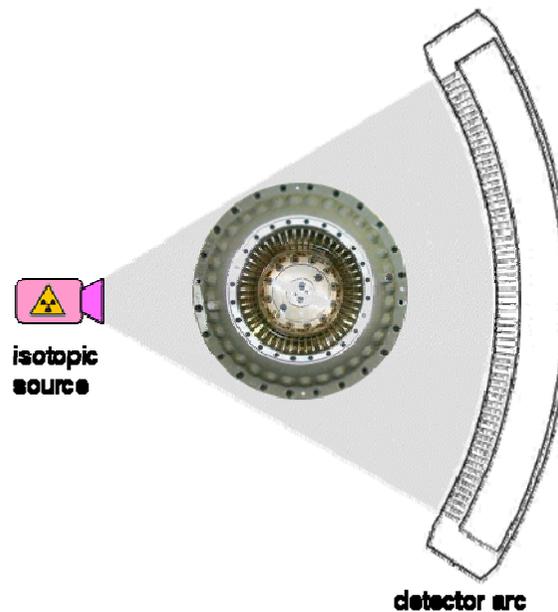
ca. 50 kEUR / System

## Strahlungsmessverfahren

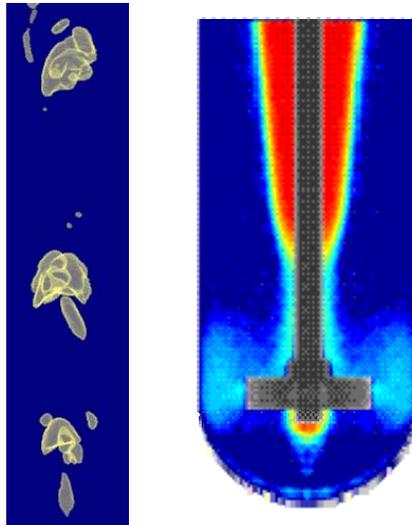
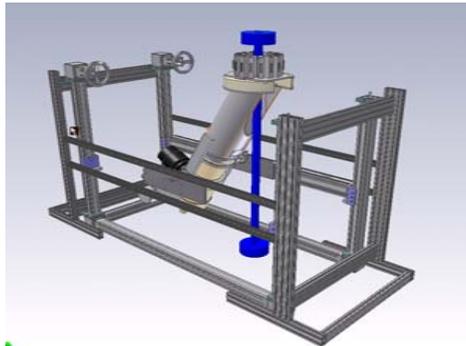


## Funktionsprinzip

- Nicht-invasive Dichtemessung oder Schnittbildaufnahme von Prozessen mittels Röntgen- oder Gammastrahlung
- Densitometrie – einfache Einstrahl-Dichtemessung
- Gammatomographie – Schnittbildgebung mittels rotierendem Scanner
- Röntgentomographie – schnelle Schnittbildaufnahme mit Elektronenstrahl



## Strahlungsmessverfahren



### Funktionsprinzip

- Nicht-invasive Dichtemessung oder Schnittbildaufnahme von Prozessen mittels Röntgen- oder Gammastrahlung
- Densitometrie – einfache Einstrahl-Dichtemessung
- Gammatomographie – Schnittbildgebung mittels rotierendem Scanner
- Röntgentomographie – schnelle Schnittbildaufnahme mit Elektronenstrahl

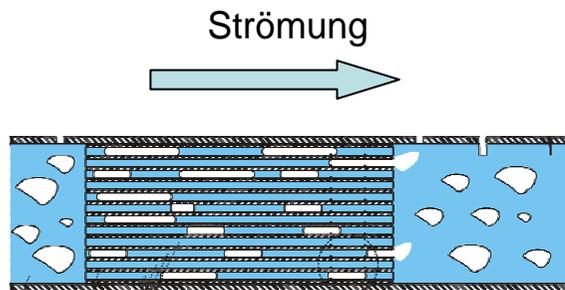
### Anwendungsgebiete

- Phasenmessung in Labor, im Technikum oder an realen Anlagen
- Zerstörungsfreie Prüfung

### Status

- Geräte für Dienstleistungen sind vorhanden
- Scannerfertigung möglich

## Mehrphasen- Durchflussmessung



### Funktionsprinzip

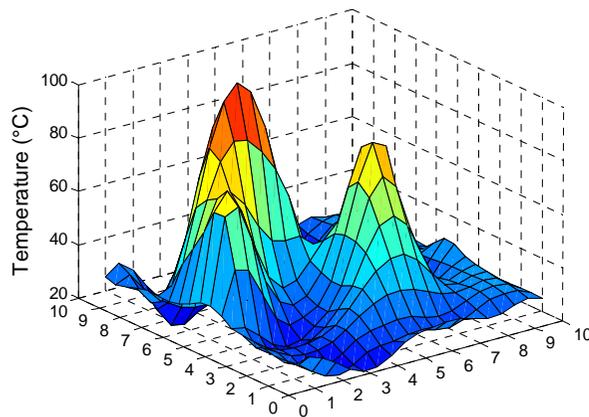
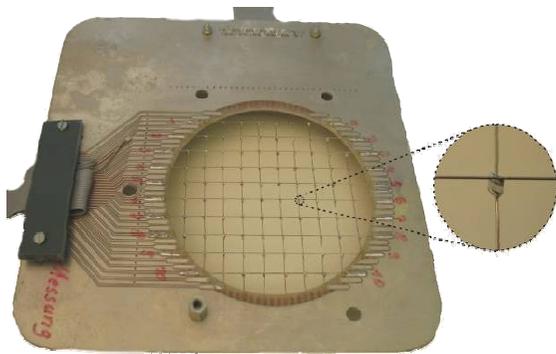
- Getrennte Erfassung der Phasenvolumenanteile und deren Geschwindigkeiten in Gemischströmungen auf Basis des Gittersensorprinzips
- Errechnung der Partialvolumenströme aus den Messdaten

### Anwendungsgebiete

- Verfahrenstechnik
- Kraftwerkstechnik
- Ölindustrie

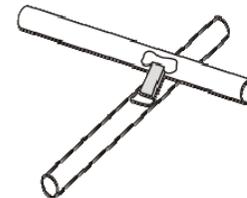


## Temperatur- und Geschwindigkeitsfeldmessung



### Funktionsprinzip

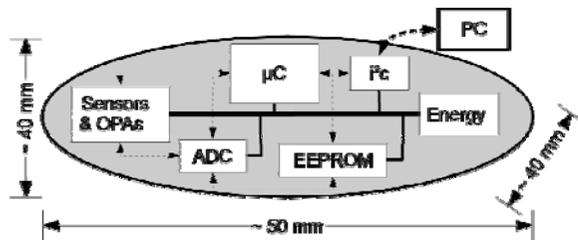
- Zweidimensionale gitterförmige schnelle Messung der Temperatur oder Strömungsgeschwindigkeit (Anemometrie)
- mittels erweitertem Gittersensorprinzip (intelligenter Kreuzungspunkt)



### Anwendungsgebiete

- Kraftwerkstechnik
- Verfahrenstechnik
- Trocknungsanlagen
- Landwirtschaft
- Komponenten- und Anlagenüberwachung

## Autonome Prozesssensoren



## Funktionsprinzip

- Tischtennisballgroße batteriebetriebene Partikel zur kontinuierlichen Erfassung von Prozessparametern
- in schwer zugänglichen Prozessen

## Anwendungsgebiete

- Fermenter
- Reinigungsanlagen
- Nahrungs- und Futtermittelüberwachung
- Lebensmitteltechnik
- Überwachung verderblicher Güter
- Verfahrenstechnik allgemein



**1. Sind die vorgestellten Sensoren für Sie von Interesse?**

**2. Wo haben Sie Bedarf an**

- bildgebenden
- schnellen
- robusten

**Messverfahren für Ihre Prozesse, Maschinen, Anlagen?**

**3. Welche Anwendungen sehen Sie in Ihrem Umfeld ?**

**4. Welche technischen Anforderungen haben Sie?**

**5. In welchem Umfang ist ein Einsatz bei Ihnen denkbar?**

**6. Gibt es weitere Interessenten?**