HOCHSCHULE ZITTAU/GÖRLITZ
University of Applied Sciences

Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik
Forschungsinstitut der Hochschule Zittau/Görlitz

Messverfahren für die Analyse von Mehrphasensystemen

Praktische Anwendungen in der Forschung

Versuchsstände (Auswahl)

- Versuchsstand „Ringkanal“:
  - Analyse partikelbelasteter turbulenter Horizontalströmungen einschließlich dessen Verhaltens an Wehren

Versuchsstand „Ringkanal“

- Versuchsstand „Säule“:
  - Analyse sedimentierenden Materials im ruhenden Fluid (3.0 m Sedimentstrecke)
- Versuchsstand „Tank“:
  - Analyse von in einer Wasservorlage eindringenden Jets einschließlich Luftmitriss
  - Erfassung von Resuspensionseffekten sedimentierten Materials

Versuchsstand „Säule“

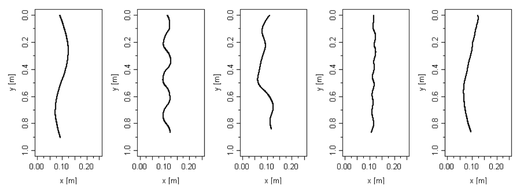
Versuchsstand „Tank“

Digitale Bildverarbeitung (DBV)

- Bildbasierte Erfassung von Kenngrößen zur Charakterisierung des Verhaltens disperser Phasen in einem transparenten Trägermedium

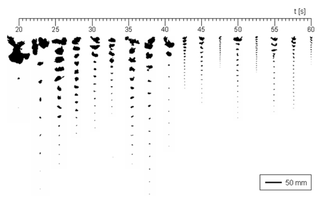
Particle Tracking

- Bild-zu-Bild-Verfolgung von Einzelpartikeln in horizontaler/vertikaler Trägerströmung
- Aufzeichnung von Bewegungspfaden, Geschwindigkeiten und Formattributen
- Detektion von Einzeleffekten wie Kollision, Zerfall und Agglomeration



Trajektorien sedimentierender Partikel in einem Messvolumen von 1.0 x 0.25 x 0.1 m

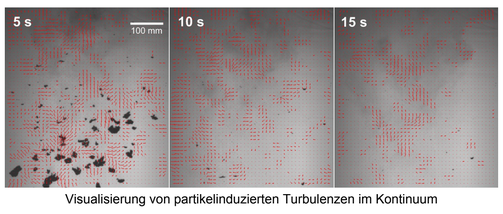
Trajektorien von Faser-agglomeraten in einer Horizontalstömung



Time-Shape-Diagramm sinkender Faseragglomerate nach 1.75 m Sedimentstrecke

Optischer Fluss

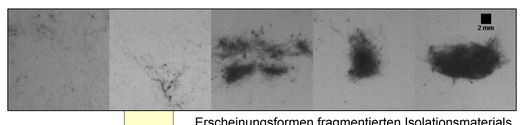
- Analyseverfahren zur Bewegungsrekonstruktion in Bildfolgen



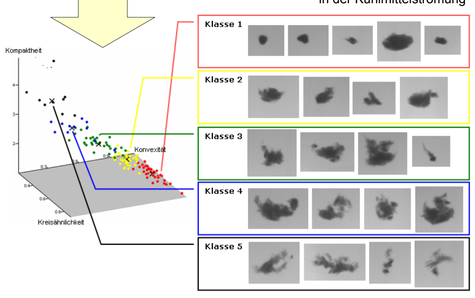
Visualisierung von partikelinduzierten Turbulenzen im Kontinuum

Formanalyse disperser Elemente

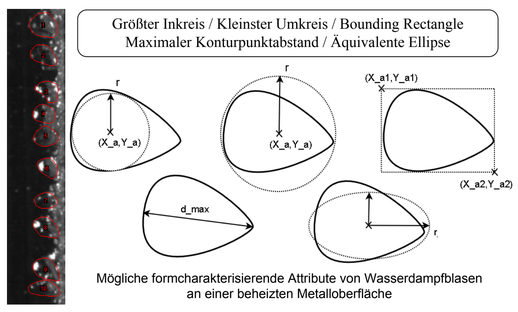
- Charakterisierung von regulären und irregulär geformten Objekten anhand von
  - Formfaktoren
  - Äquivalenten geometrischen Konstrukten
  - Äquivalenten Durchmessern usw.
- Objektklassifizierung
- Bestimmung der Korrelationen zwischen Formgebung und Verhalten im Kontinuum



Erscheinungsformen fragmentierten Isolationsmaterials in der Kühlmittelströmung



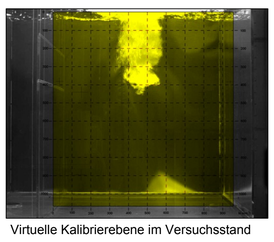
Klassifizierung anhand formbeschreibender Attribute



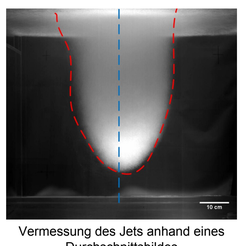
Mögliche formcharakterisierende Attribute von Wasserdampfblasen an einer beheizten Metalloberfläche

Vermessung von Impinging Jets

- Bildbasierte Analyse eines in eine Wasservorlage eintauchenden Jets bei Mitriss von Luft (Versuchsstand „Tank“)
- Erfassung spezifischer Parameter
  - Eintauchtiefe
  - Kegelausweitung an Wasseroberfläche
  - Formausprägung



Virtuelle Kalibrierebene im Versuchsstand

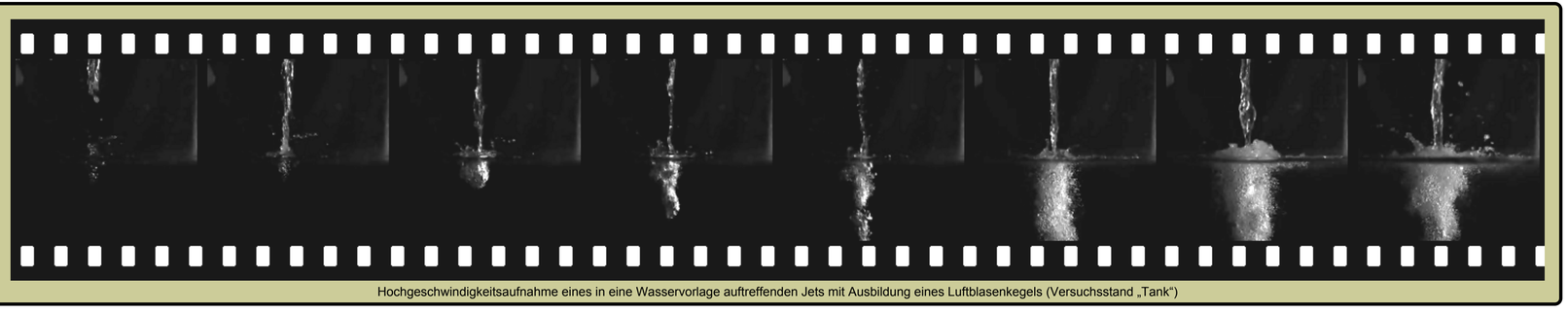


Vermessung des Jets anhand eines Durchschnittsbildes

Highspeed-Videoanalyse

Hochgeschwindigkeits-Kamera

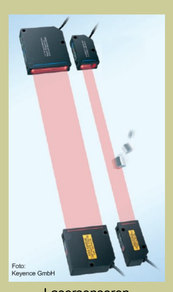
- Serienaufnahme von schnellen dynamischen Vorgängen in Mehrphasensystemen
- Quantitative Auswertung des Videomaterials mittels Digitaler Bildverarbeitung (DBV)
- Moderne Kameratechnik ermöglicht Aufnahmen bis zu 195.000 Bilder/s



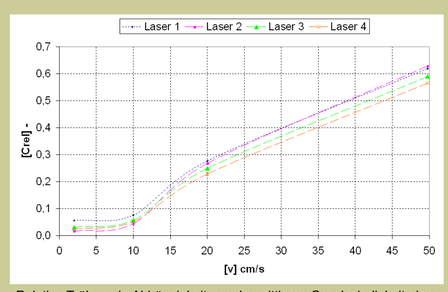
Hochgeschwindigkeitsaufnahme eines in eine Wasservorlage auftreffenden Jets mit Ausbildung eines Luftblasenkegels (Versuchsstand „Tank“)

Laserbasierte Trübungsmessung/ Ultraschallmessung

- Laserbasierte Trübungsmessung im Durchlichtverfahren
- Bestimmung der Partikelkonzentration in einer Horizontalströmung anhand der sensorisch erfassten Lichtintensitätswerte

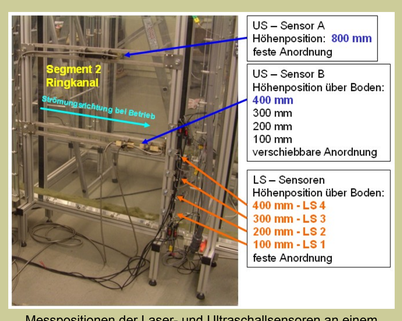


Lasersensoren



Relative Trübung in Abhängigkeit von der mittleren Geschwindigkeit einer partikelbelasteten horizontalen Strömung

- Bestimmung lokaler Geschwindigkeiten der Grundströmung mittels Ultraschall-sensoren

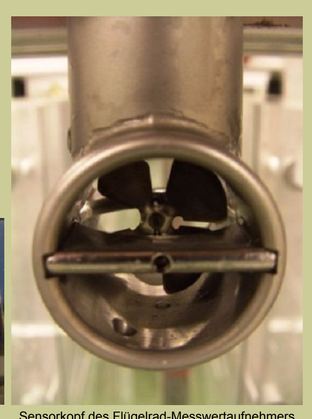


Messpositionen der Laser- und Ultraschallsensoren an einem Segment des Versuchsstands „Ringkanal“

Durchflussmessung

- Lokale Durchflussmessung der Grundströmung in großen Messvolumen mittels Flügelrad-Strömungssensor
- Einsatz von Magnetisch-Induktiven Durchflussmessern (MID) in Rohrleitungssystemen

Magnetisch-Induktiver Durchflussmesser (MID)



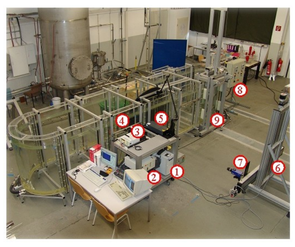
Sensorkopf des Flügelrad-Messwertaufnehmers

Weitere Messtechnik

- Temperatursensoren / Temperaturmesslanzen zur lokalen Temperaturbestimmung
- Differenzdruckgeber
- Messtechnik zur Bestimmung von pH-Wert und Leitfähigkeit von Fluiden

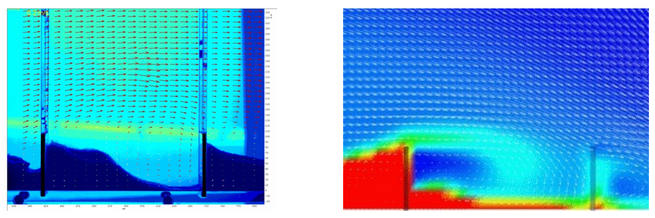
Particle Image Velocimetry (PIV)

- Messverfahren zur Bestimmung vorherrschender Geschwindigkeits-felder einer Grundströmung
- Doppelbild-Aufnahme von reflektierenden Tracern in einer mittels Laser erzeugten Lichtebene
- Berechnung des Strömungsfeldes durch Kreuzkorrelation



Versuchsstand "Ringkanal“ mit PIV-Messinventar

(1) Arbeitsrechner
(2) Reglerrechner
(3) Geschwindigkeitsmessgerät
(4) Geschwindigkeitssensor
(5) Impulslaser
(6) Zeitachsen-Linearsystem
(7) CCD-Kamera
(8) Frequenzumrichter
(9) Impeller



Visualisierte Geschwindigkeits-Vektorfelder der Grundströmung in einem sedimentbelasteten Segment des Versuchsstands „Ringkanal“ (li.), äquivalente numerische Simulation mit ANSYS CFX (re.)

Prof. Dr. - Ing. Wolfgang Kästner · Prof. Dr. - Ing. Alexander Kratzsch · Dr. - Ing. André Seeliger
Dipl. - Ing. Sören Alt · Dipl. - Ing. Thoralf Gocht · Dipl. - Wirtschaftsmath. (FH) Stefan Renger
Matthias Pfeiffer · Frank Zacharias