



**Universität Stuttgart**  
Institut für Mechanische  
Verfahrenstechnik



# Umweltverfahrenstechnik

Spezialisierungsfach  
Master of Science Verfahrenstechnik



Universität Stuttgart

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik

Prof. C. Mehring, Ph. D.



Böblinger Straße 72

D-70199 Stuttgart

[www.imvt.uni-stuttgart.de](http://www.imvt.uni-stuttgart.de)



**Institutsdirektor: Prof. Dr. techn. Günter Scheffknecht**

**Abt. Reinhaltung der Luft: Dr.-Ing. Ulrich Vogt**

**Pfaffenwaldring 23**

**[www.ifk.uni-stuttgart.de](http://www.ifk.uni-stuttgart.de)**

# MSc Verfahrenstechnik

## Spezialisierungsfach Umweltverfahrenstechnik



- **IMVT:**

- Univ.-Prof. C. Mehring, Ph.D.
- Dr. Ing. Steffen Schütz  
(Lehrbeauftragter)
- Dr. Ing. Pius Trautmann  
(Lehrbeauftragter)
- Dr. Ing. Sascha Klett (Lehrbeauftragter)

- **IFK:**

- Prof. Dr. techn. Scheffknecht
- Prof. Dr.-Ing. Schnell
- Dr.-Ing. Vogt
- apl. Prof. Dr.-Ing Baumbach
- Dr.-Ing. Gehrman (KIT, ext.  
Lehrbeauftragter )

### Makrostruktur Studiengang M. Sc. Verfahrenstechnik

1. Semester (WS)	2. Semester (SS)	3. Semester (WS)	4. Semester (SS)
Prozess- und Anlagentechnik 6 LP	Spezialisierungsfach I 9 LP		Masterarbeit 30 LP
Molekulare Theorie der Materie (Physikalische Chemie II) 3 LP	Spezialisierungsfach II 9 LP		
Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik 3 LP	Wahlmodul I (Termin wählbar) 6 LP		
Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse 6 LP	Industriepraktikum (Termin wählbar) 12 LP		
Transportprozesse disperser Stoffsysteme 6 LP	nichttechn. Wahlmodul, Schlüsselqualifikation (Termin wählbar) 3 LP	nichttechn. Wahlmodul, Schlüsselqualifikation (Termin wählbar) 3 LP	
Numerische Methoden II 6 LP			
Summe: 30 LP	Summe: 30 LP	Summe: 30 LP	Summe: 30 LP

Gesamtzahl der Leistungspunkte = 120

Legende

	= Vertiefungsmodule
	= Spezialisierungsmodule
	= Schlüsselqualifikationen
	= Masterarbeit

(Universität Stuttgart, Stand 22.06.2012)

## Zwei Pflichtmodule: 12 LP

Pflichtmodul	Dozent (Institut)	Sem.	LP
Grundlagen der Luftreinhaltung	Baumbach, Vogt, Friedrich (IFK)	SS	6
Maschinen und Apparate der Trenntechnik	Mehring, Trautmann (IMVT)	WS	6

- **Grundlagen der Luftreinhaltung besteht aus zwei Vorlesungen:**
  - Luftreinhaltung I
  - Luftreinhaltung II (**Vorsicht: entspricht dem Wahlmodul 39110 Air Quality Management**)
- **Maschinen und Apparate der Trenntechnik**
  - Vorlesung inkl. Seminarreihe & Exkursion

# Wählbare Module IFK



Modulnr.	Name	Sem.	LP
15430	Measurement of Air Pollutants	SS	6
15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning	WS	6
15470	Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung	WS/SS	6
36550	Chemistry of the Atmosphere	WS	3
36790	Thermal Waste Treatment	SS	3
39110	Air Quality Management	SS	3

**6 LP frei wählbar  $\hat{=}$  1 – 2 Module**

# Wählbare Module IMVT



Modulnr.	Name	Sem.	LP
15470	Projektarbeit Mechanische Verfahrenstechnik	WS/SS	6
36910	Mehrphasenströmungen	SS	3
36940	Strömungs- und Partikelmessstechnik	SS	3
103960	Modellierung und Simulation von Einphasenströmungen	SS	6
105300	Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen	WS	6

**6 LP frei wählbar  $\hat{=}$  1 – 2 Module**

## Wählbare Module anderer Institute



Modulnr.	Name	Sem.	LP
14180	Numerische Strömungssimulation (IKE)	SS	6
38360	Methoden der numerischen Strömungssimulation (IKE)	WS	6
40440	Nachhaltige Rohstoffversorgung und Produktionsprozesse (IGVP)	SS	3
69880	Nachhaltige Produktionsprozesse (IGVP)	SS	3
36980	Simulationstechnik (ISYS)	WS	6
34540	Ökobilanz und Nachhaltigkeit (IABP)	WS	6

**6 LP frei wählbar  $\cong$  1 – 2 Module**

## Wählbare Module anderer Institute

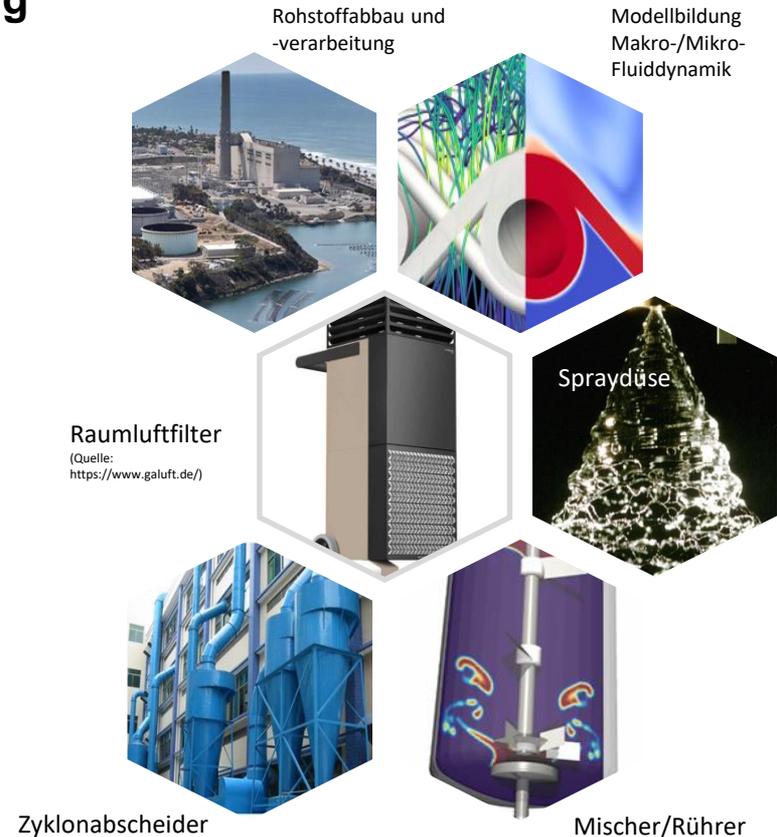


Modulnr.	Name	Sem.	LP
51800	Advanced Combustion (ITV)	SS	3
392000	Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung (ITV)	SS	3
36880	Solartechnik II (IGTE)	WS	3
36760	Wärmepumpen (IGTE)	SS	3
14100	Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (IHS)	WS	6
36980	Simulationstechnik (ISYS)	WS	6

**6 LP frei wählbar  $\cong$  1 – 2 Module**

- **Grundoperationen**
  - **Industrielle Anwendungen**
- 
- **Vermeidung bzw. Minimierung von Schadstoffen bzw. deren Vorgängerprodukte**
  - **Abscheide- und Rückhaltesysteme**
  - **Konversion in unschädliche oder weniger schädliche Formen**
  - **Feinstaub**
  - **Schwermetallemissionen (vor allem Quecksilber)**
  - **Spurenelemente**
  - **...**

- **Stoffumwandlung** und **Rohstoffveredelung** durch mechanische Einwirkung
- **Transport-/Strömungsprozesse** zur Intensivierung und Prozesstechnischen Umsetzung chem./biologischer Verfahren.
- Behandlung von
  - Gasen, Flüssigkeiten, Feststoffen
  - Dispersen Stoffsystemen
- Vier Grundoperationen:
  - ZERTEILEN
  - AGGLOMERIEREN
  - TRENNEN
  - MISCHEN



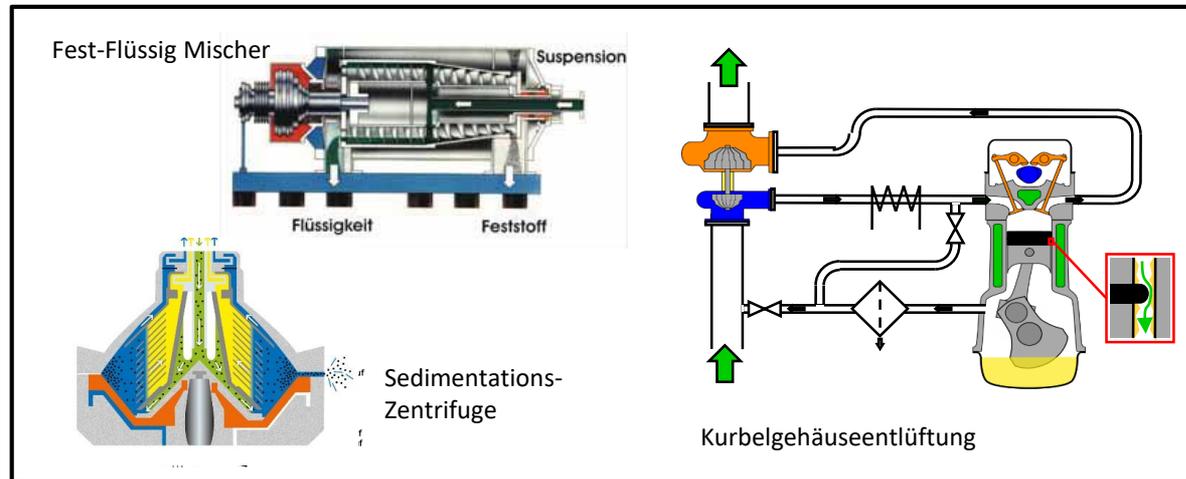
# M.Sc. Verfahrenstechnik

## Spezialisierungsfach UmwVT

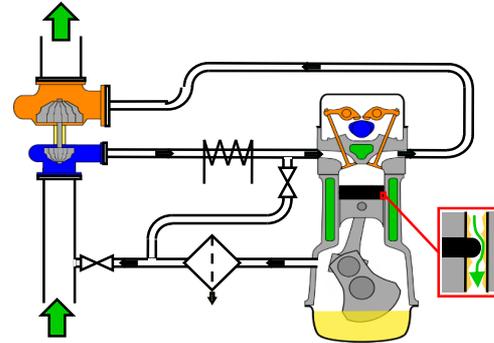
### Obligatorische Fächer:

Maschinen und Apparate der Trenntechnik  
(IMVT, G. Dwars, Prof. Mehring), beinhaltet Seminarreihe

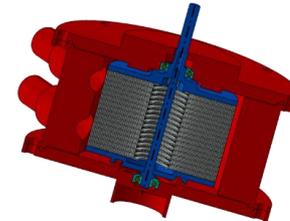
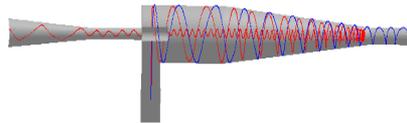
LP	V	Ü	Sem.
6	3	1	WS



- Anwendungsnahe Vorlesung
- Mit Selbstrechenübungen



- Auslegungsmethoden verschiedener **Trennapparate und -prinzipien**
  - Sedimentation, Filtration, Zentrifugen, Zyclone,....



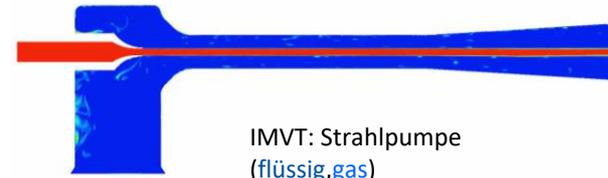
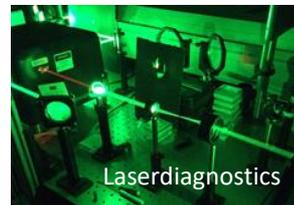
- Seminarvorträge verschiedener **Gastredner aus der Industrie**
  - Andritz, Mahle, Mann + Hummel, Dürr AG...

# M.Sc. Verfahrenstechnik

## Spezialisierungsfach UmwVT

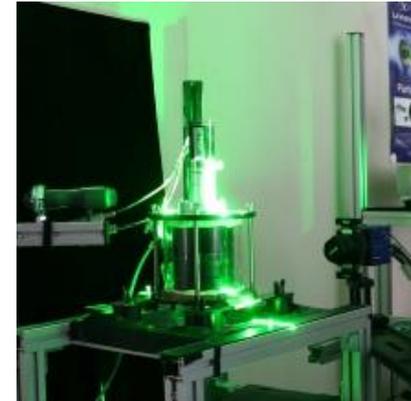
### Wählbare Fächer:

	LP	V	Ü	Sem.
Strömungs- und Partikelmesstechnik (IMVT, Prof. Mehring)	3	2	-	SS
Mehrphasenströmungen (IMVT, Prof. Mehring)	3	2	-	WS
Projektarbeit Mechanische Verfahrenstechnik (IMVT, Mitarbeiter)	6	-	-	WS/ SS
Modellierung und Simulation von Einphasenströmungen (IMVT, Dr. Schütz),	6	3	1	WS
Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen (IMVT, Dr. Schütz)	6	2	2	WS



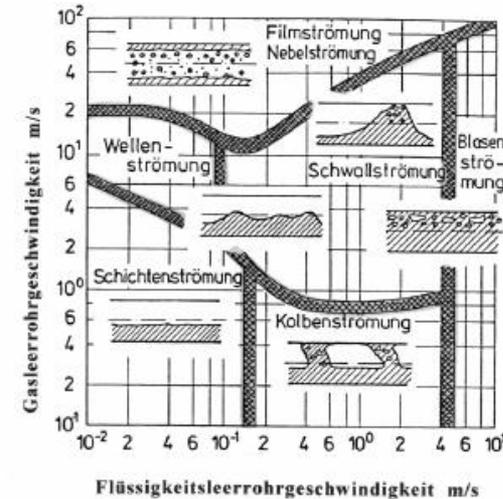
IMVT: Strahlpumpe  
(flüssig,gas)

- Praxisnah
- Ziel der Vorlesung: Vorgehen bei der **Analyse von dispersen Systemen**
  - Auswahl geeigneter Messverfahren
  - Richtige Probenahme
  - Charakterisierung von Partikelsystemen
  - Kritische Bewertung durchgeführter Messungen
- Schwerpunkt auf Partikelmessstechnik



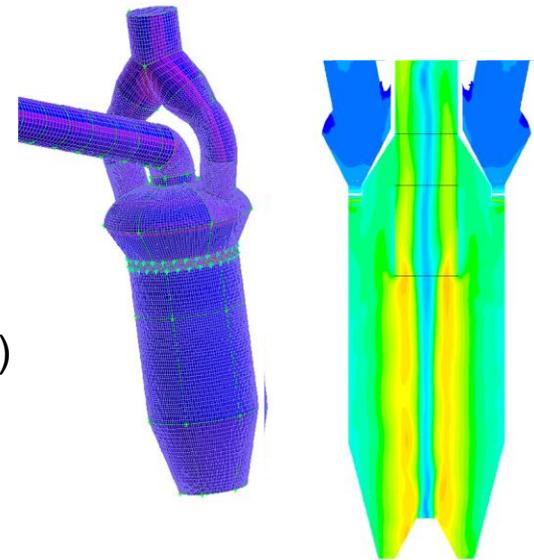
Versuchsstand zur Ermittlung eines Geschwindigkeitsfeldes mittels PIV

- Modellierung mehrphasiger Strömungen
- Vertikale- und horizontale Rohrströmungen
- Blasenbildung und -dynamik
- Pneumatischer Transport körniger Feststoffe durch Rohrleitungen
- Fließbett



IMVT: Blasenabriss an Drahtgewebe

- Zwei Vorlesungen werden angeboten:
  - Modellierung und Simulation von Einphasenströmungen
  - Modellierung und Simulation von Mehrphasenströmungen
  
- Selbständige Bearbeitung eines Projekts mit der Simulationssoftware FLUENT
  - Prüfungsleistung: Projektbericht + mündliche Prüfung
  
- Ansprechpartner:
  - Dr. Steffen Schütz ([steffen.schuetz@imvt.uni-stuttgart.de](mailto:steffen.schuetz@imvt.uni-stuttgart.de))





- Studentische Arbeit (Umfang: 6 Leistungspunkte)
- Kann in einem der Forschungsgebiete des IMVT erstellt werden
- Je nach Themenstellung gibt es
  - Experimentelle Arbeiten
  - Numerische Arbeiten (Strömungssimulation)
  - Analytische Arbeiten
- Betreuung durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter des Instituts
- Anfrage einfach direkt bei den Mitarbeitern

<https://www.imvt.uni-stuttgart.de/institut/team/>

# Übersicht der Themenbereiche des IMVT

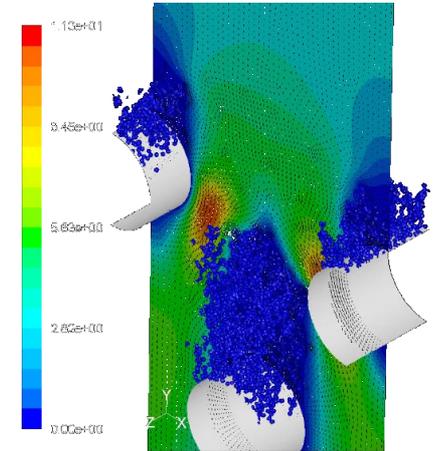
siehe Institutswebseite

- <https://www.imvt.uni-stuttgart.de/>

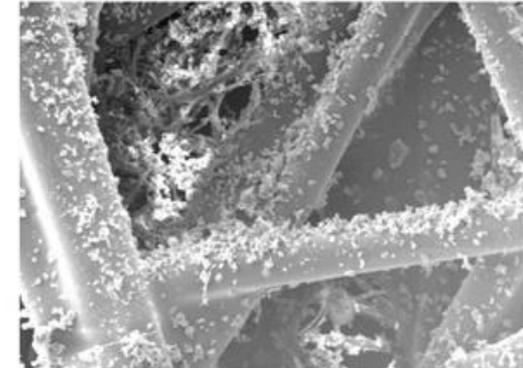
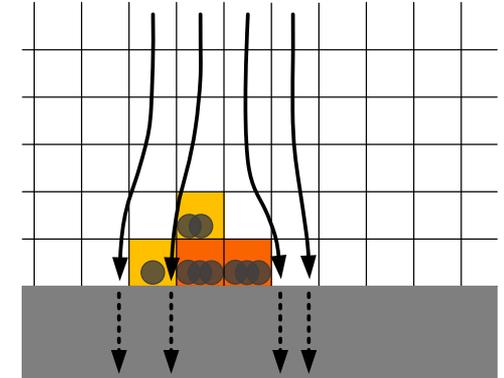


## Beladungskinetik von Tiefenfiltern

- Hochauflösende Simulation  
Partikelbeladener Strömungen im kleinskaligen Bereich.
- Fluid: numerische Strömungssimulation (CFD mit OpenFOAM®)
- Feststoffpartikel: Diskrete Elemente Methode (DEM mit Aspherix®)
- **Ziel:** Entwicklung eines datenbasierten Submodells für Partikelabscheidung und Verblockung.



Quelle: Weber (2012) -IMVT

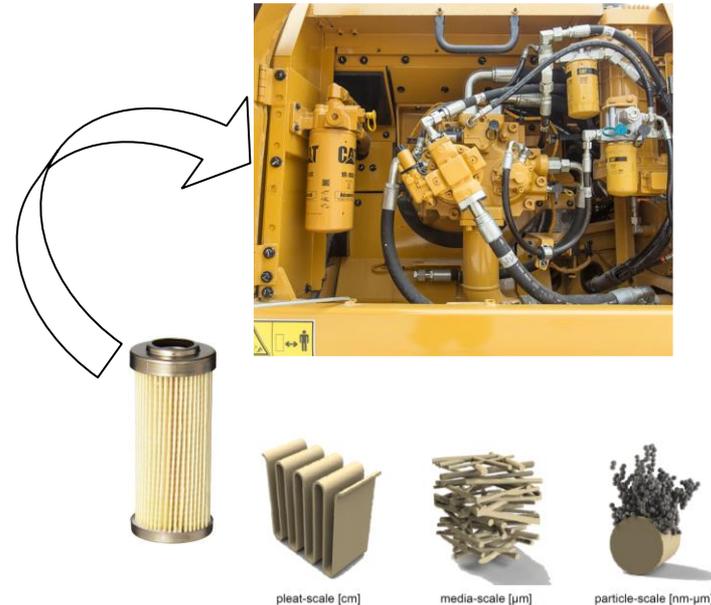


Quelle: REM Aufnahme - MANN+HUMMEL

# Filtration

## Fluidmechanisches und mechanisches Verhalten von Flüssigkeitsfiltern

- Numerische Simulation der Abscheide- und Transportprozesse in Hydraulikfiltern unter Berücksichtigung der Fluid- Strukturwechselwirkungen
- Filtration von:
  - Schmutz-/Metallpartikeln
  - Wasser
  - gelöste Gase/Luft
  - Ölalterungsprodukte
- Mechanische Beanspruchung der Filter durch Fluid u. Systeminterfaces



### Ziel:

- Verbessertes Verständnis der Filterleistung
- Entwicklung von Sensortechnologie für Hydraulikfilter u. Hydrauliksysteme

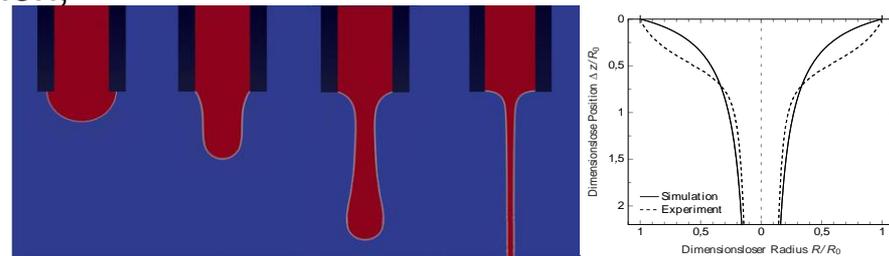
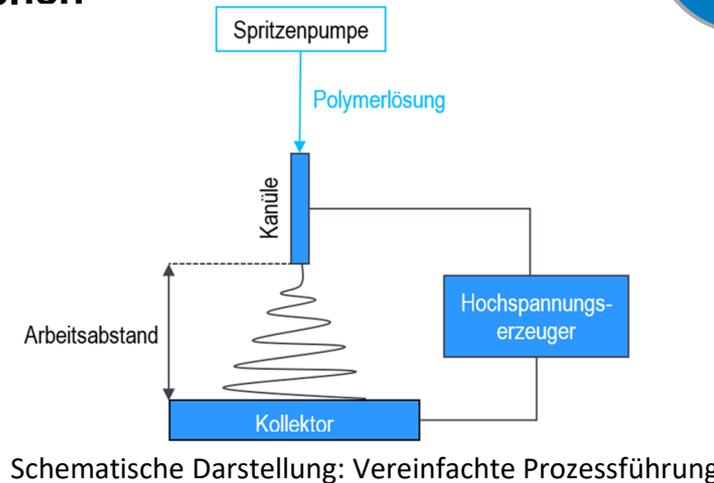
# Nanofaserherstellung u. Simulation

## Herstellung Funktioneller Strukturen/Oberflächen

- Erzeugung multifunktionaler Gewebe-/Oberflächenstrukturen
- Modellierung des elektrisch geladenen, viskoelastischen Jets in Düsennähe mit FVM und Lagrange-Ansatz
- Anwendungsgebiete vor allem Filtration, Medizin, Energiesektor

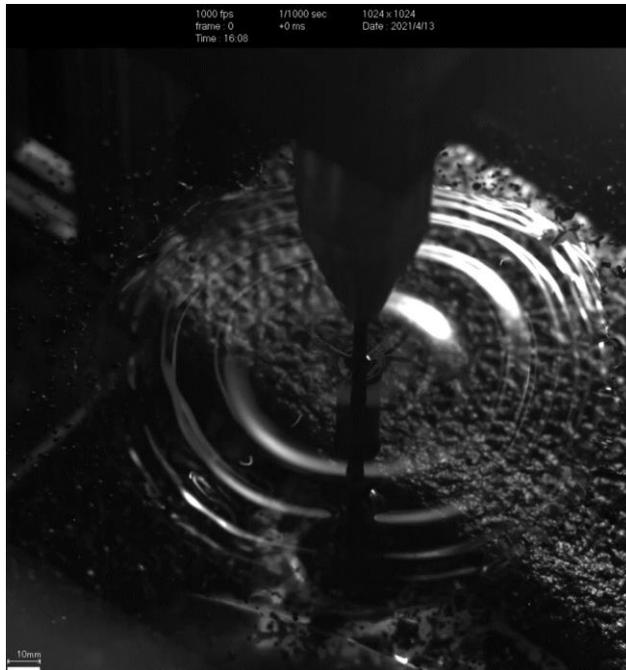


Bsp.: Filtermasken gegen luftgetragene Partikel jeglichen Ursprungs

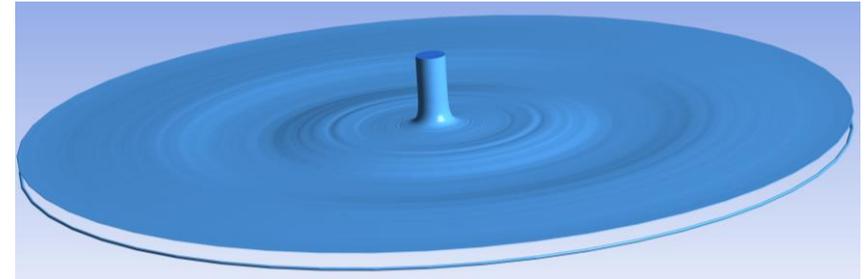


Beispielhafte Darstellung verschiedener Simulationsergebnisse: Links: Finite-Volumen-Methode. Rechts: Lagrange-Ansatz.

## EXPERIMENTE



## SIMULATION



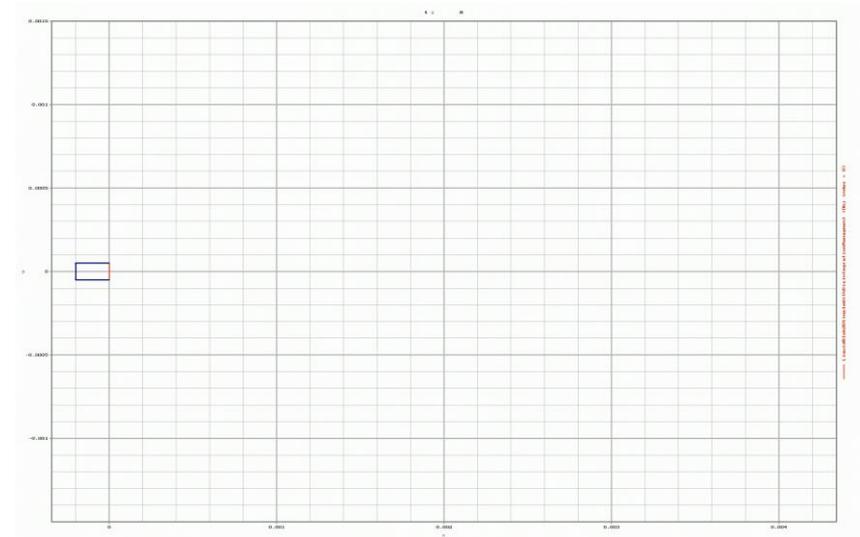
### Ziel:

- Besseres Verständnis der Filmdynamik und des Filmzerfalls
- Entwicklung verbesserter physikalischer und daten-basierter Modellbildungen.

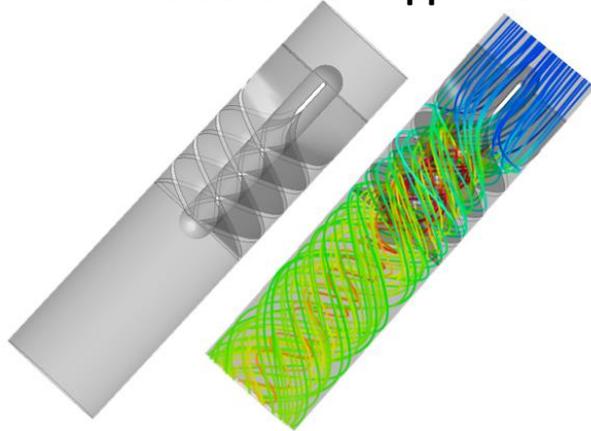
# Entwicklung neuartiger Simulationsmethoden

## Boundary Element Method

- Entwicklung effizienterer Simulationsmethoden für Flüssigkeitsfilme
- Erweiterung auf 3-D
- Kopplung mit konventioneller CFD-Software (OpenFoam, Fluent)
- Erstellen von Benchmark-Simulationen und Experimenten (Validierung)

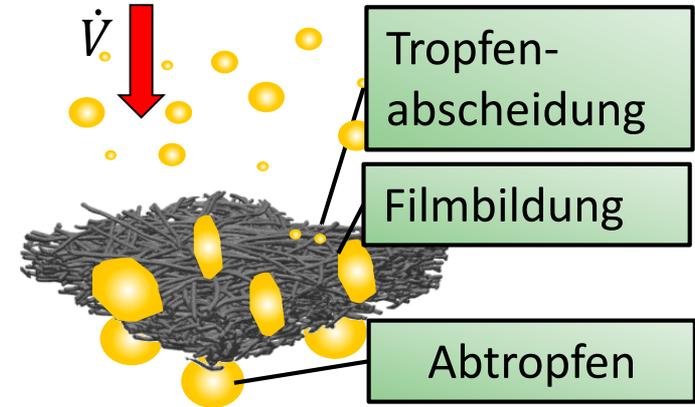


## Innovative Trennapparate



- Betrachtung des Gesamtsystems
- Entwicklung innovativer Abscheidekonzepte
- Optimierung bestehender Konzepte

## Simulation der Filmbildung

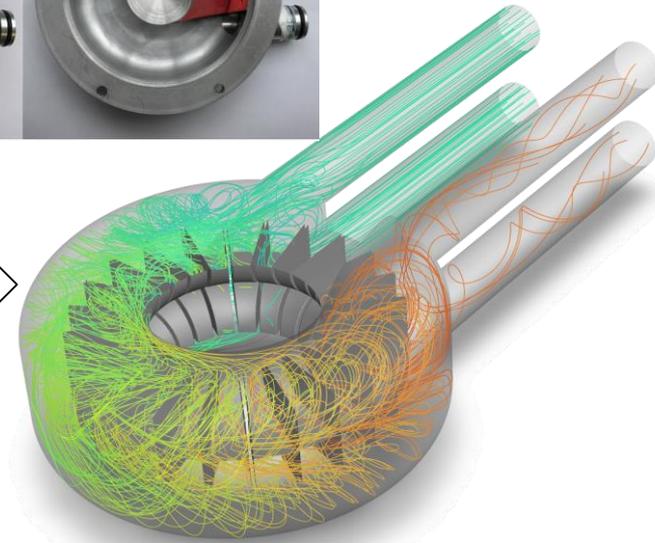


- Detailbetrachtung **nach** der Abscheidung
  - Filmbildung
  - Abtropfen, Abfließen; Tropfenmitriss?
- Modellierung und Simulation von Wandfilmen

- Aerodynamische und aeroakustische Untersuchungen miniaturisierter Seitenkanal-Strömungsmaschinen



Modellbildung



Vorteile:

- + hohe Energieübertragung
- + wartungsarm und zuverlässig
- + flexible Prozessintegration

Anwendungsgebiete:

- Brennstoffzellentechnik
- Polygrafische Industrie
- Wasser-/ Landwirtschaft
- Grobvakuumtechnik

# Kavitation

## Hydrodynamische Kavitation (Multiphasensysteme)

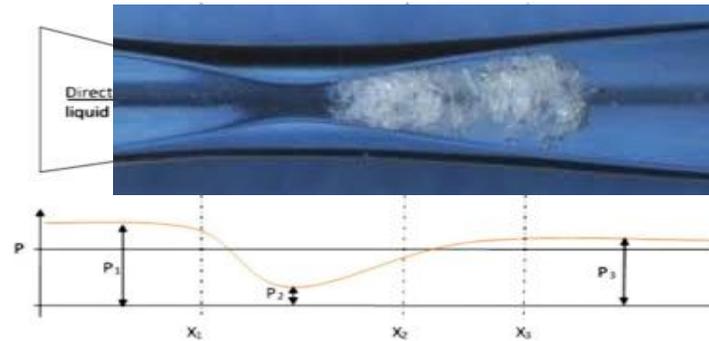
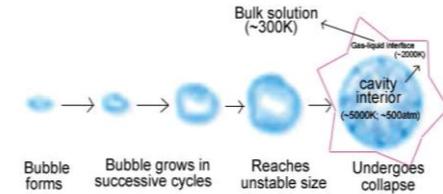
- Experimentelle u. Numerische Untersuchung:  
Kontrollierte Hydrodynamische Kavitation  
(↔ Ultraschall) für Misch- und Reinigungsprozesse
- Verschiedene Stoffsysteme u. Apparate



### Ziel:

Quelle: ecospheretech.com

- Evaluierung der Methode in Bezug auf Anwendungen im Recycling Bereich und Wasseraufbereitung.
- Verbesserung bzw. Erweiterung existierender Modelle (Kavitationsbildung, Materialwechselwirkung)





- Ansprechpartner:
  - **IMVT:** Univ.-Prof. C. Mehring, Ph.D.
  - **IFK:** Dr. Ulrich Vogt
- Kontaktdaten jeweils auf der Homepage des Instituts
  
- Fragen?