

# Mechanik & CE



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Willkommen am  
Fachgebiet für Strömungsdynamik

Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack

MASCHINENBAU **FDY**  
We engineer future



# Persönliche Vorstellung

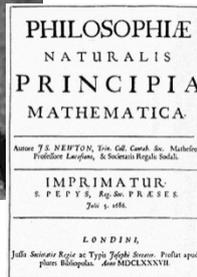
## ▪ CV Prof. Dr.-Ing. Martin Oberlack

- Diplom MB / Luft und Raumfahrt *RWTH Aachen* 89`
- Promotion *RWTH Aachen* 94`
- Post Doc *Center for Turbulence Research: Stanford/NASA Ames* bis 97`
- Habilitation *RWTH Aachen* 00`
- Seit 00` Professur TU Darmstadt
  - 00`-03`: Hydromechanik und Hydraulik, FB Bauingenieurwesen
  - 03`-04`: Strömungsmechanik, FB Mechanik
  - Ab 04`: Strömungsdynamik, FB Maschinenbau

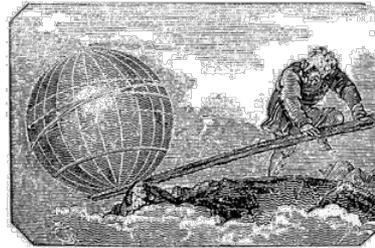


# Mechanik ist ...

... ein Teilgebiet der Physik, das sich der Untersuchung von Kräften und Bewegungen widmet und eine jahrhundert alte wissenschaftliche Tradition besitzt.

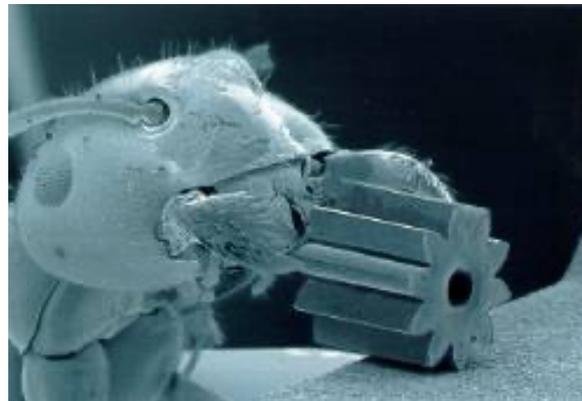
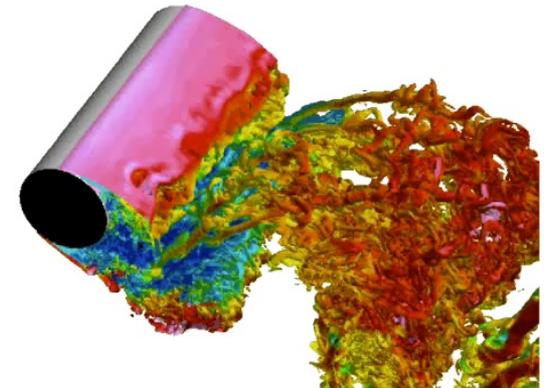
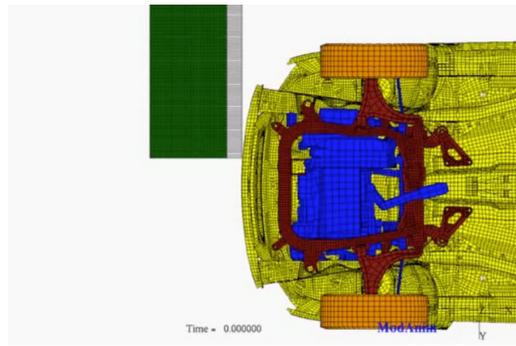
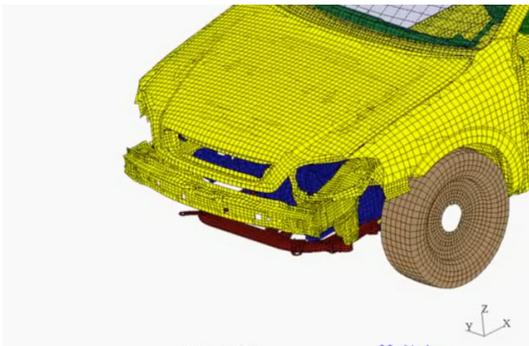


$$F = m a$$



# ... aber Mechanik ist AUCH ...

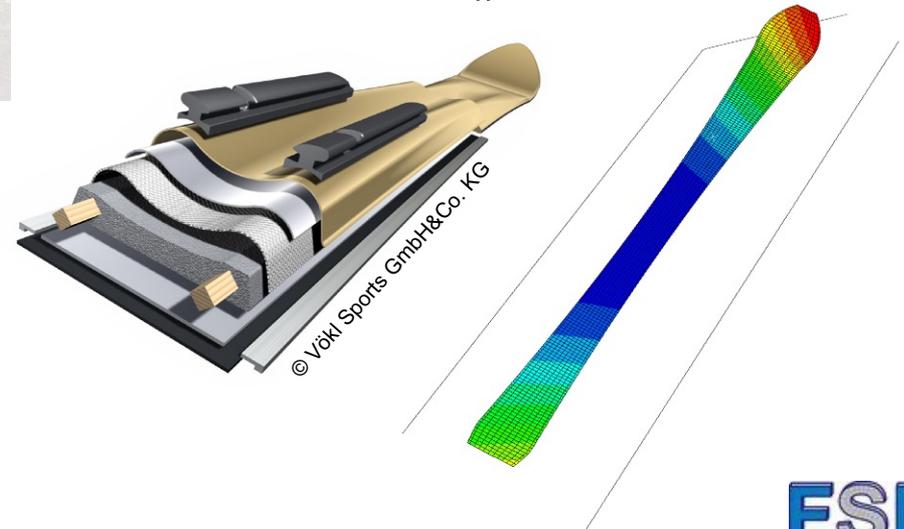
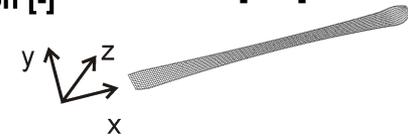
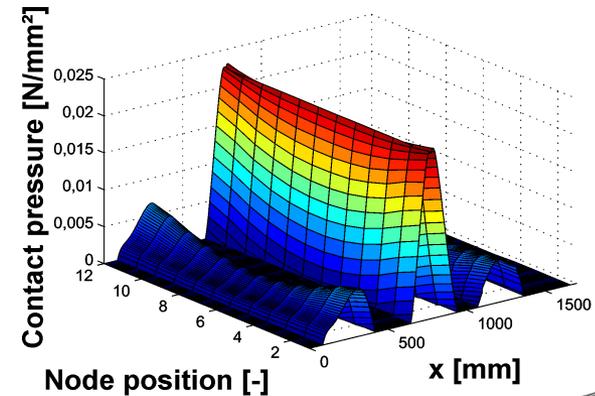
... ein Forschungs- und Lehrgebiet mit zentraler Bedeutung für High-Tech Produkte:



# Festkörper- und Elastomechanik

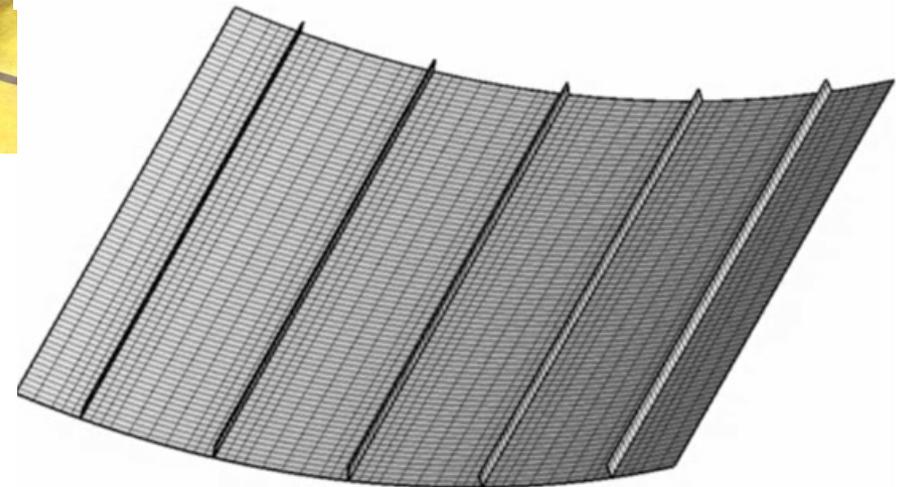
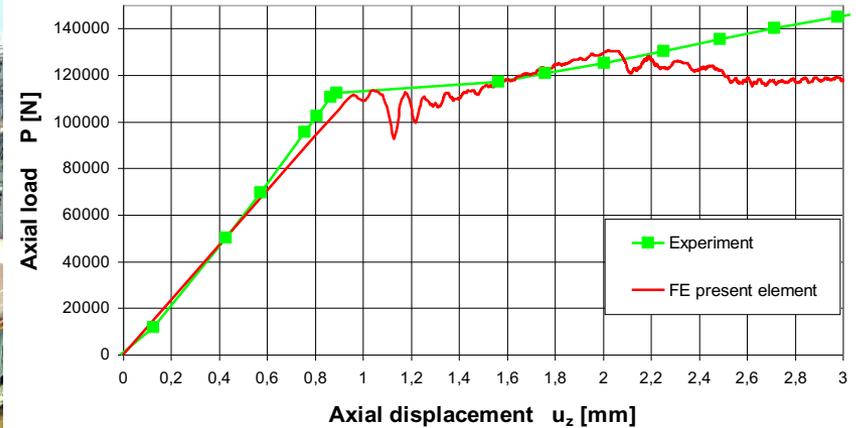


© Vökl Sports GmbH&Co. KG

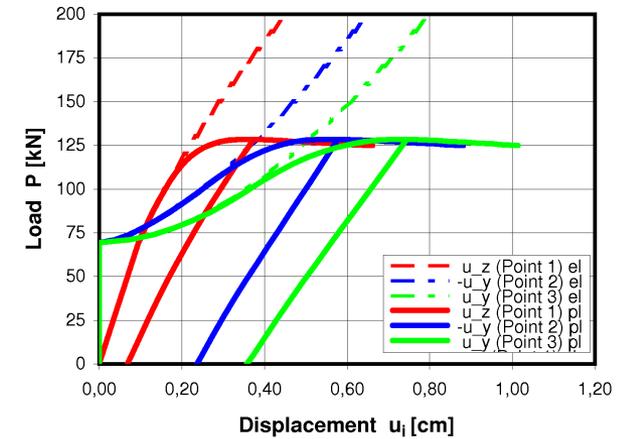
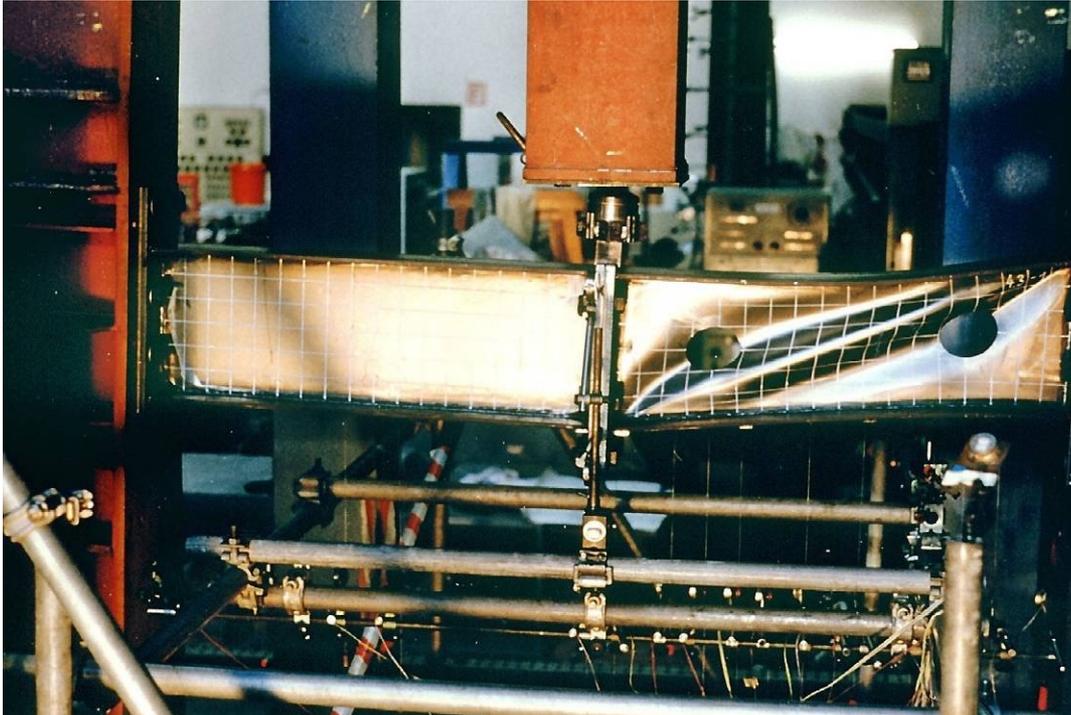


Strukturmechanische  
Analyse und Optimierung  
von Carvingski

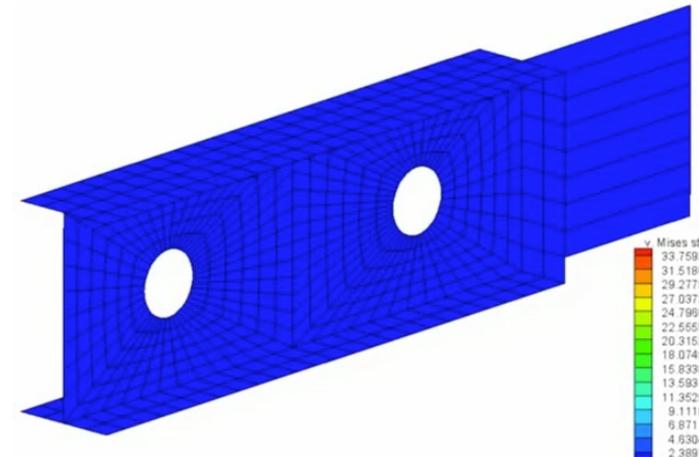
# Festkörper- und Elastomechanik



Strukturmechanische Analyse  
versteifter Zylinderschalen

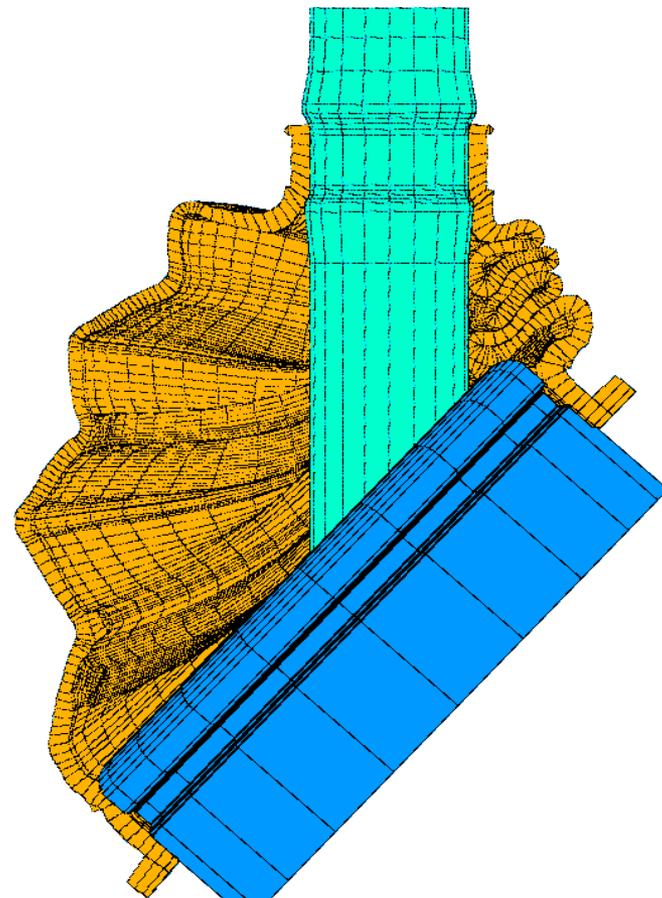
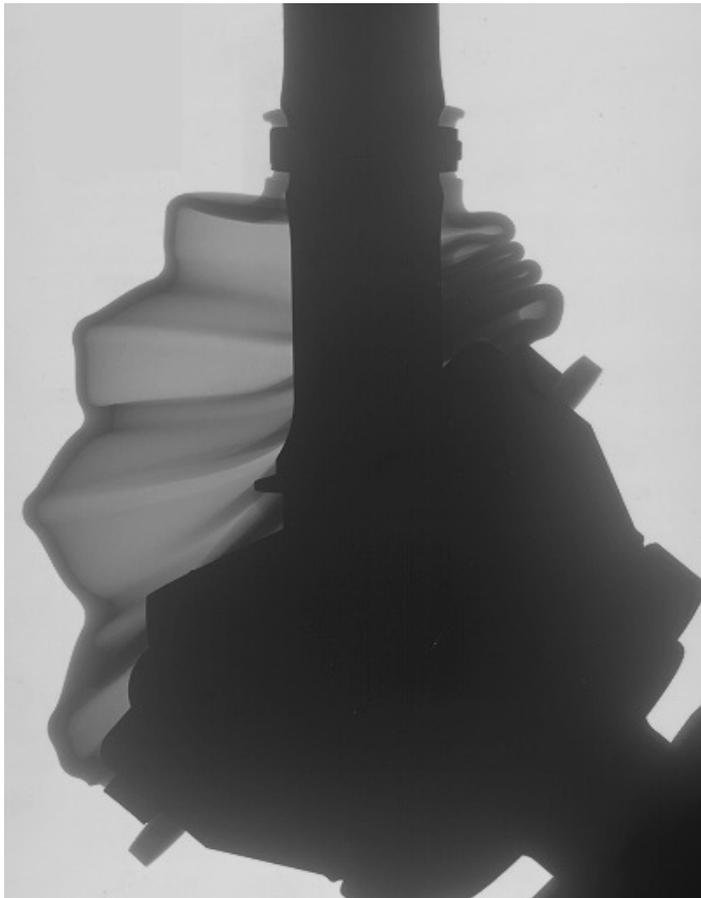


Strukturmechanische Analyse  
dünnwandiger Bauteile

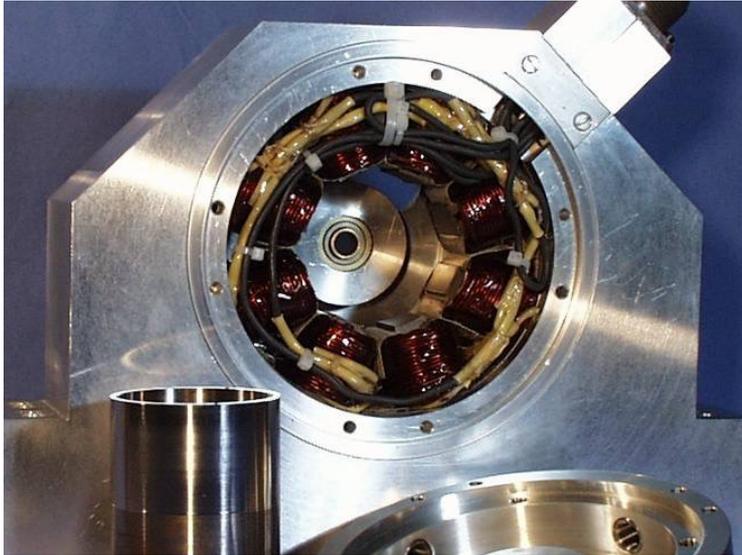


# Kontinuumsmechanik

Viskoelastizität gummiartiger Strukturen (in Zusammenarbeit mit Freudenberg Forschungsdienste KG)

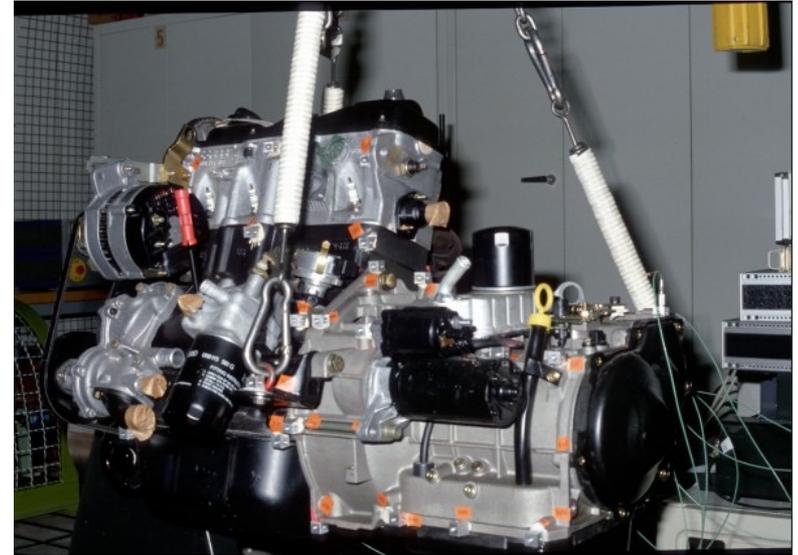


# Dynamik und Schwingungen



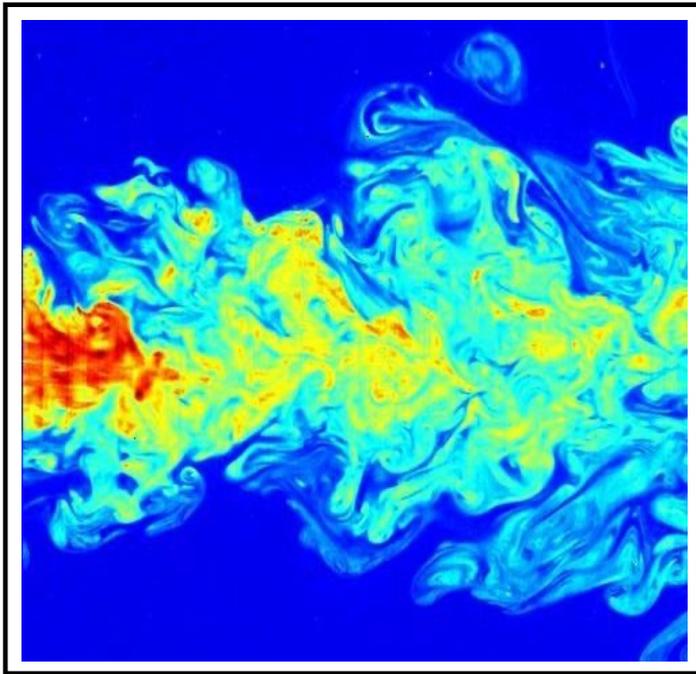
Komponenten eines  
Magnetlagers

- Strukturdynamik
- Rotordynamik
- Schwingungsmesstechnik
- Etc.



Schwingungsmessungen  
am Motor

# Strömungsmechanik ist ...



**Turbulente Strömungen**

## Zwei-Phasen Strömungen



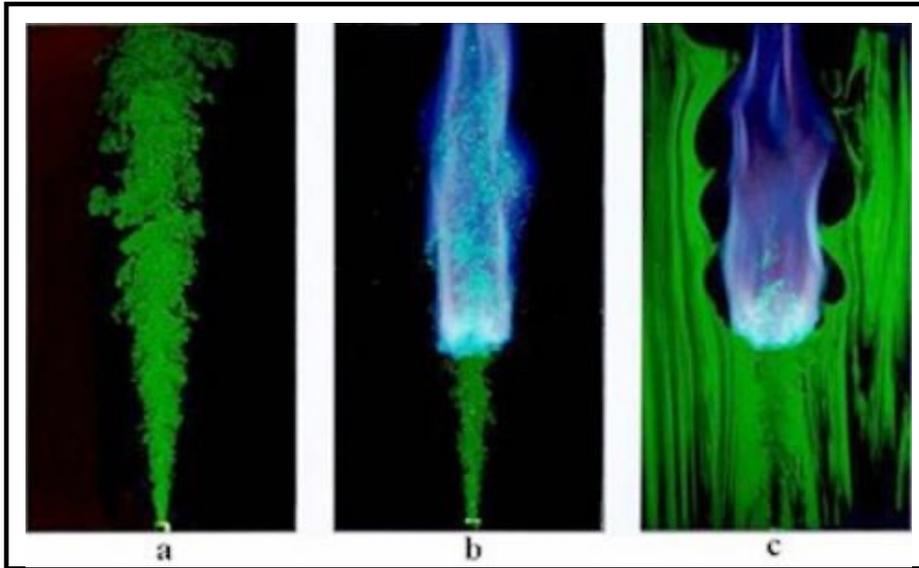
**... oder ...**

**„7-Minuten Bier“**



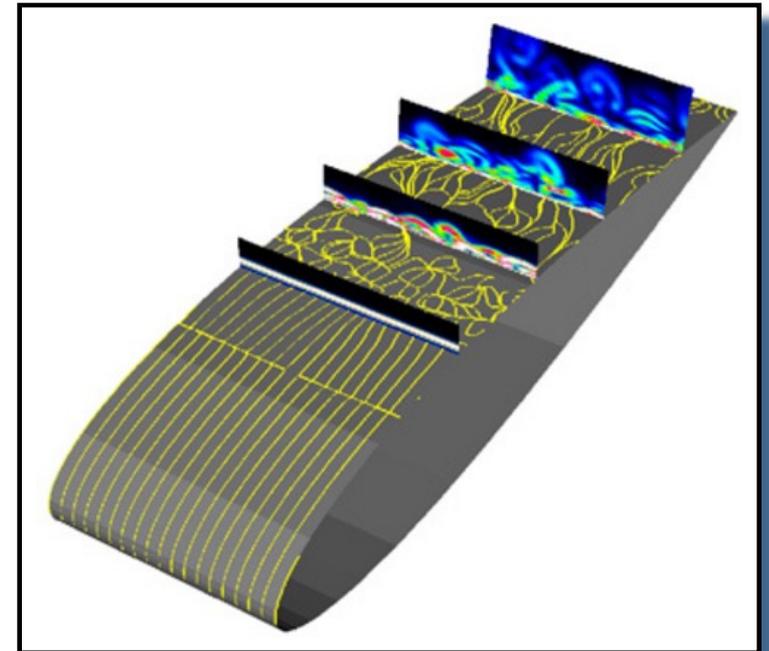
**Porsche bei Mach 3**

... oder ...



**Turbulente Verbrennung**

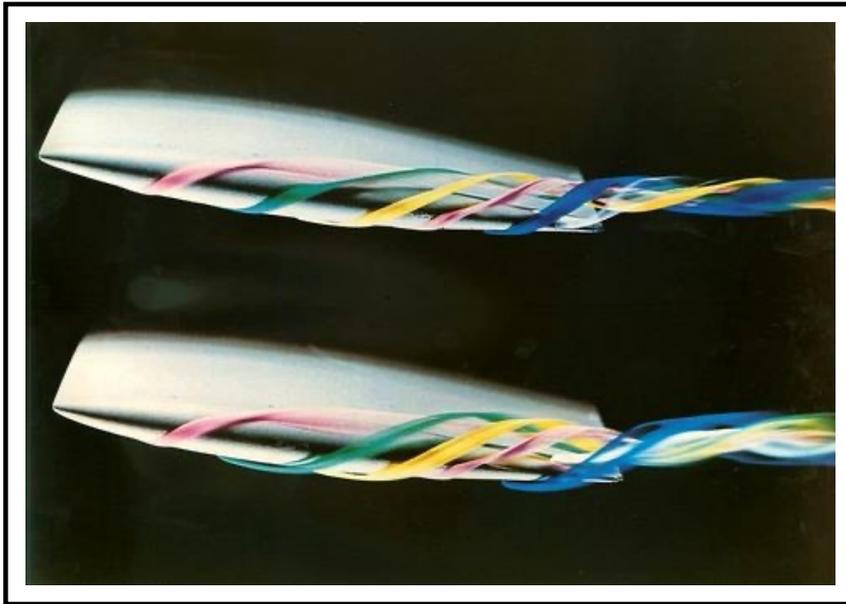
**Transition zur Turbulenz**



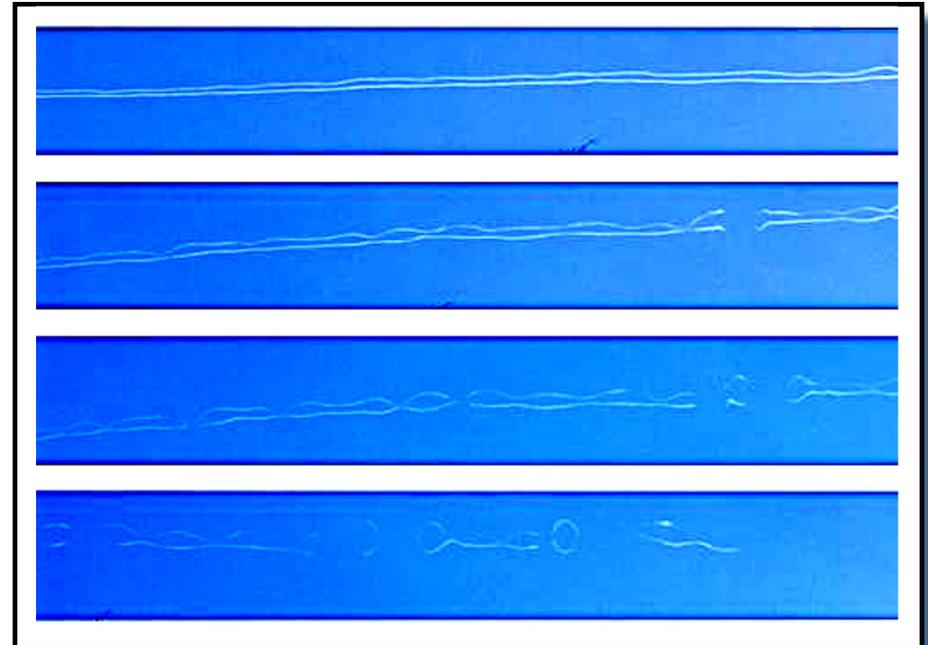
# Flugzeuggrandwirbel



# Flugzeuggrandwirbel

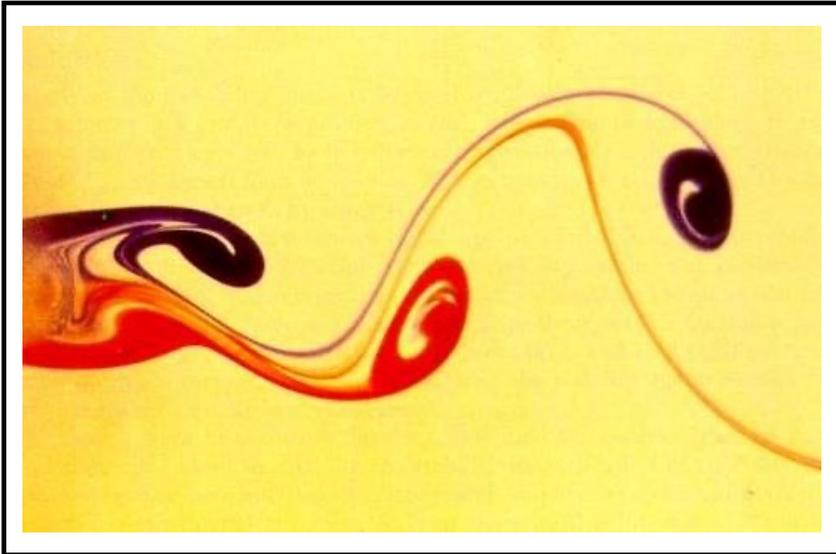


## Crow Instabilität



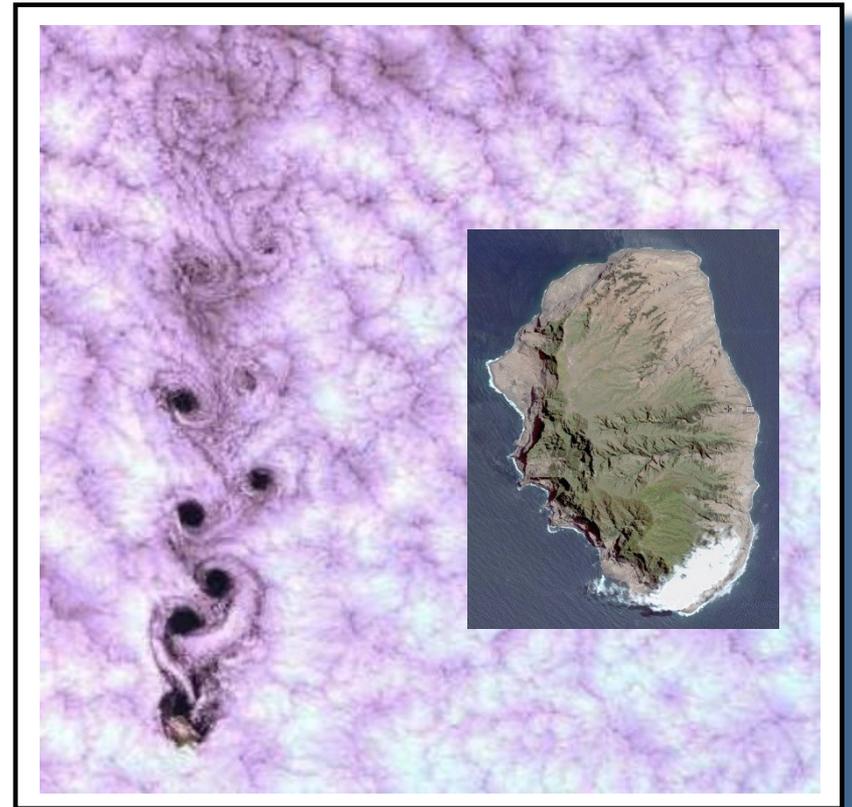
## Wirbelbildung

# Karmansche Wirbelstraße



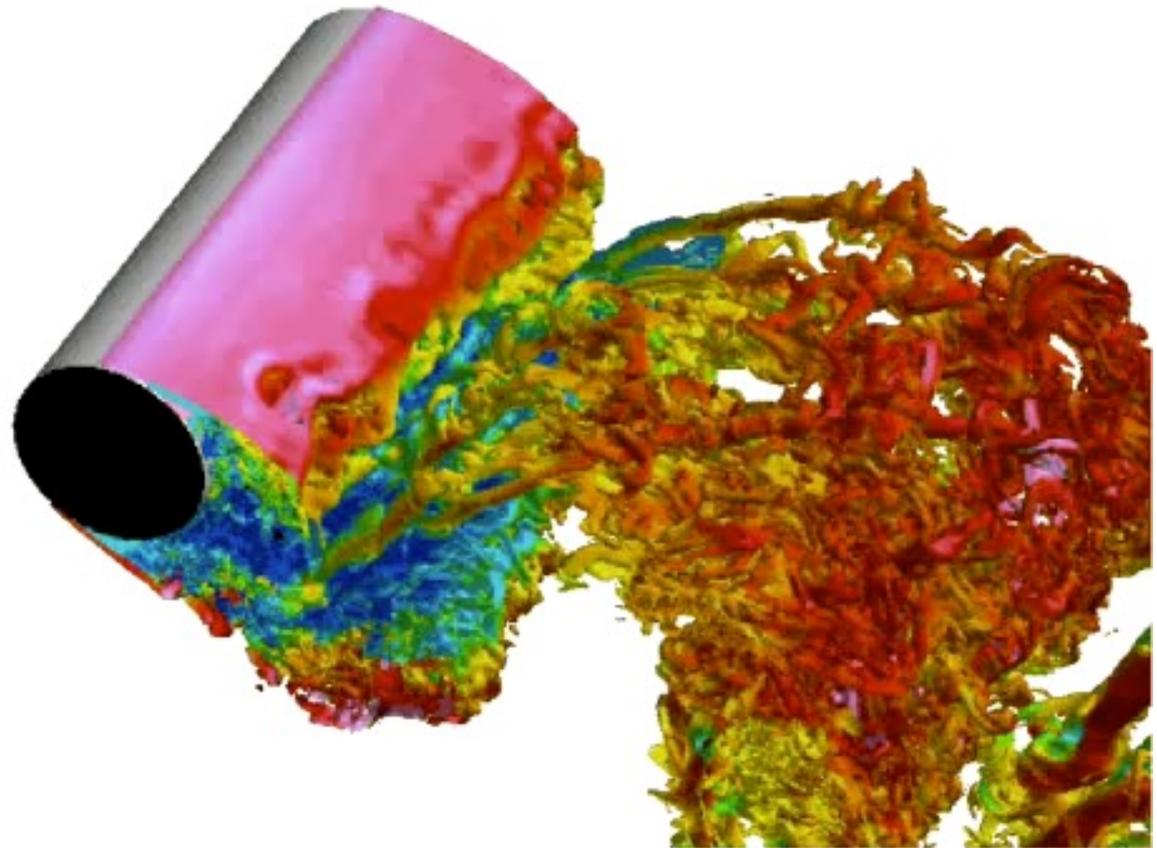
Laborexperiment

## Alejandro Selkirk Insel



# Karmansche Wirbelstraße

## Simulation der Wirbelstraße



# Karmansche Wirbelstraße

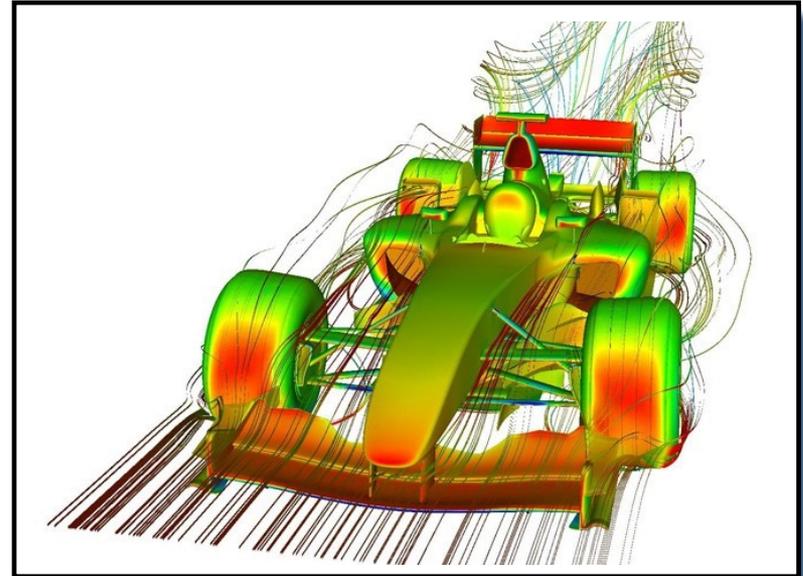


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

„Tacoma Narrow  
Bridge desaster“



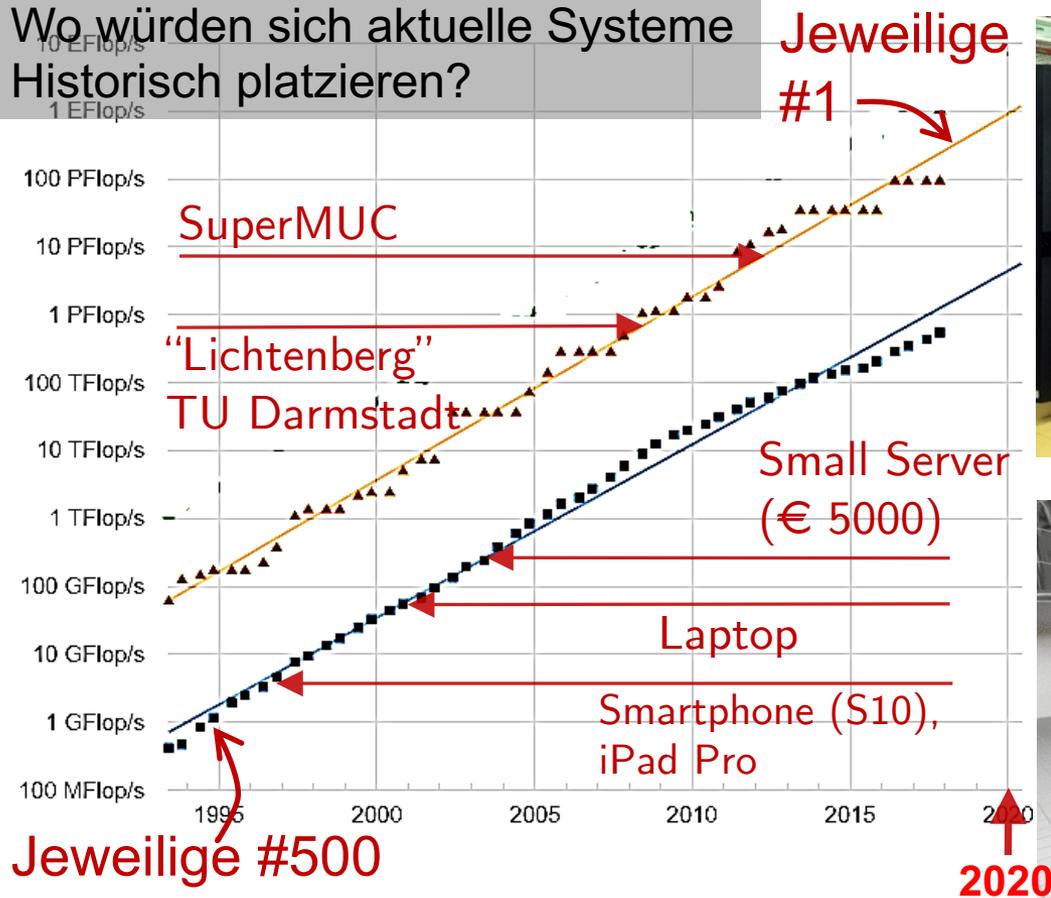
# Vom Experiment zur Simulation



- Vorteile der Simulation
- Kosten: Supercomputer sind (meist) billiger als Windkanäle!
  - Supercomputer: 100kWatt; Windkanal: 2MWatt, etc,
- Mehr Information
  - Simulation: Strömungsdaten in jedem Punkt
  - Windkanal: nur ausgewählte Messpunkte, niedrige Auflösung

# High Performance Computing

Wo würden sich aktuelle Systeme  
Historisch platzieren?



# ... und das **1 Mio\$ Problem!**



## EXISTENCE AND SMOOTHNESS OF THE NAVIER-STOKES EQUATION

CHARLES L. FEFFERMAN

The Euler and Navier–Stokes equations describe the motion of a fluid in  $\mathbb{R}^n$  ( $n = 2$  or  $3$ ). These equations are to be solved for an unknown velocity vector  $u(x, t) = (u_i(x, t))_{1 \leq i \leq n} \in \mathbb{R}^n$  and pressure  $p(x, t) \in \mathbb{R}$ , defined for position  $x \in \mathbb{R}^n$  and time  $t \geq 0$ . We restrict attention here to incompressible fluids filling all of  $\mathbb{R}^n$ . The *Navier–Stokes* equations are then given by

$$(1) \quad \frac{\partial}{\partial t} u_i + \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = \nu \Delta u_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + f_i(x, t) \quad (x \in \mathbb{R}^n, t \geq 0),$$



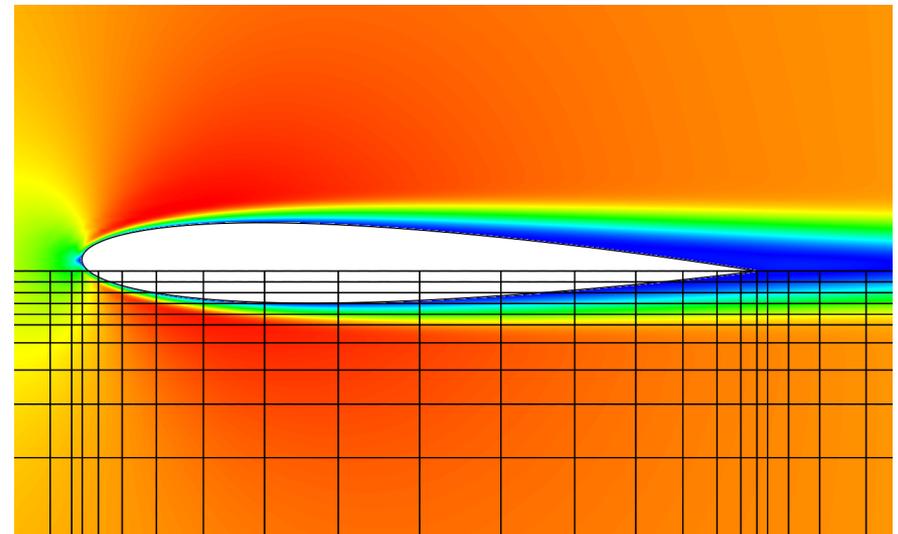
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# VORLESUNGEN AM FACHGEBIET FÜR STRÖMUNGSDYNAMIK

# Vorlesungen am FDY

## Fortgeschrittene Strömungsmechanik I (Kernlehrveranstaltung, V3+Ü1, 6.0 CPs)

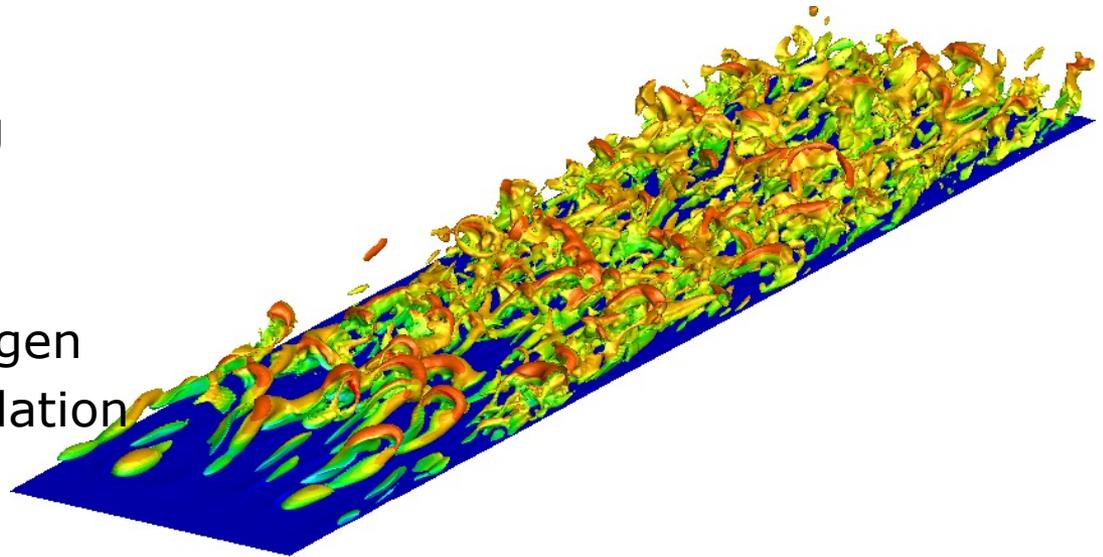
- Erhaltungssätze
- Wirbelströmungen
- Exakte Lösungen
- Schleichende Strömungen
- Laminare Grenzschichten
- Stabilität
- Einführung in die Turbulenz
- Temperaturgrenzschichten
- Mehrphasenströmungen



## Grundlagen der Turbulenz

### (Kernlehrveranstaltung, V3+Ü1, 6.0 CPs)

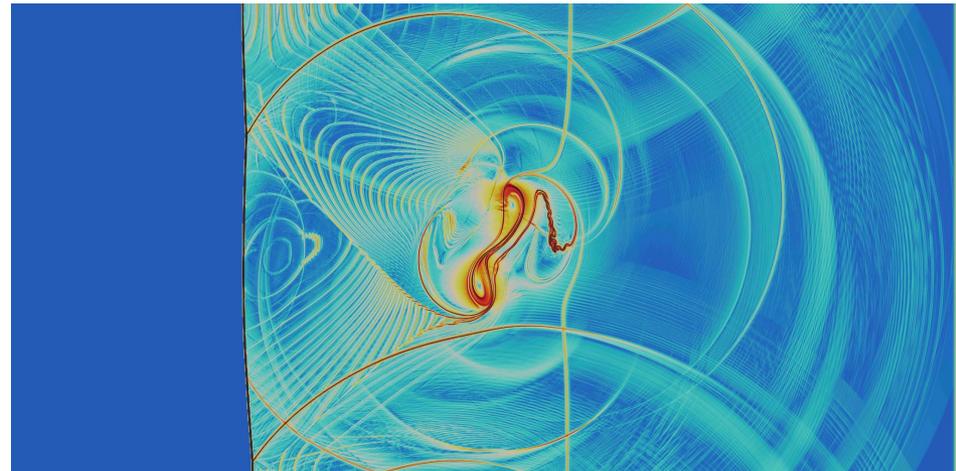
- Einführung
- Grundgleichungen
- Statistische Beschreibung
- Gemittelte Gleichungen
- Turbulente Skalen
- Wandnahe Scherströmungen
- Direkte numerische Simulation
- Turbulenzmodelle



# Vorlesungen am FDY

## Fortgeschrittene Strömungsmechanik II (Wahlfach, V3+Ü1, 6.0 CPs) ab SS2021

- Erhaltungssätze
- Sprungbedingungen
- Potentialströmungen
- Kompressible Strömungen
- Verdichtungsstöße
- Kompressible Grenzschichten
- Einführung in die Akustik
- Viscoelastische Fluide

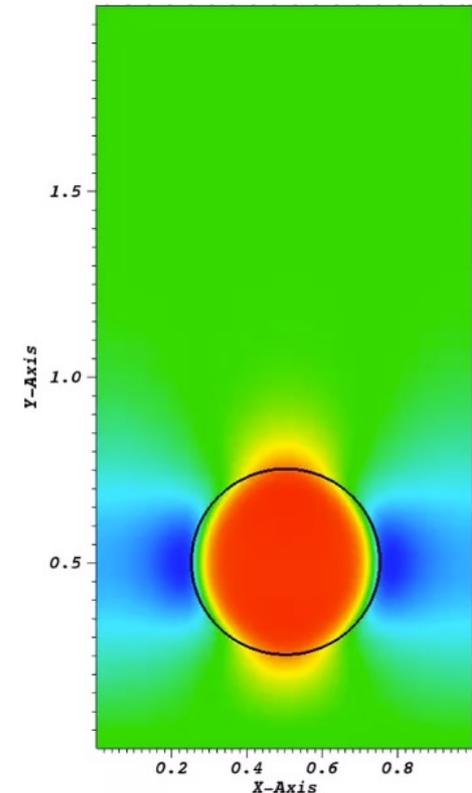


# Vorlesungen am FDY

## Mehrphasenströmungen

### (Wahlfach, V3+Ü1, 6.0 CPs)

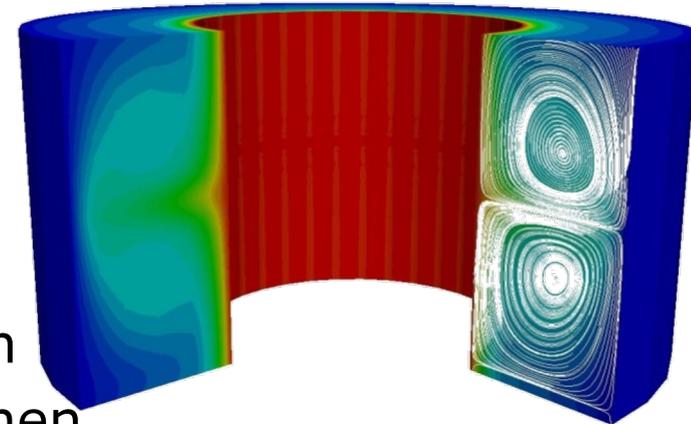
- Unvermischbare Mehrphasenströmungen mit Phasengrenzflächen
- Partikelbeladene Strömungen
- Vermischbare Mehrkomponenten-Mischungen



## Hochgenaue Verfahren zur numerischen Strömungssimulation

(Wahlfach, V2+Ü1, 4.0 CPs)

- Einführung in hochmodernes Verfahren zur numerischen Lösung von allgemeinen partiellen Differentialgleichungen
- Vorlesung: Überblick über Grundlagen und Theorie
- Rechnerübung: Implementierung und praktische Anwendung



# Wo sind unsere Absolventen heute



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



J. Wallaschek  
Prof. für Mechatronik,  
Universität Paderborn



H. Baaser  
Senior Scientist,  
Freudenberg Forschung



M. Seidler  
Leiter „Strukturdynamik,  
Heidelberger Druckmaschinen



G. Ehrhardt  
Designmanagerin,  
Hochtief Consult



M. Küssner  
Geschäftsführer,  
ABAQUS Deutschland



M. Weth  
Developmentengineer,  
EADS Astrium



T. Emmel  
Project-engineer,  
ABAQUS Deutschland



St. Kolling  
Prof. Mechanik & Numerik  
FH Giessen

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

