



**Universität Stuttgart**  
Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

# Anwendungsfach „Regelungstechnik in der elektrischen Energieversorgung“

Prof. Dr.-Ing. Hendrik Lens

Abteilung Stromerzeugung und  
Automatisierungstechnik



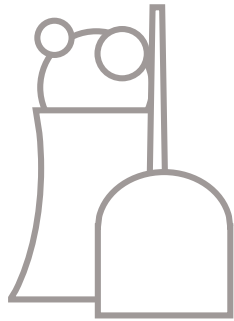
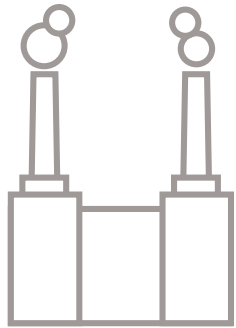
Quelle: nasa.gov



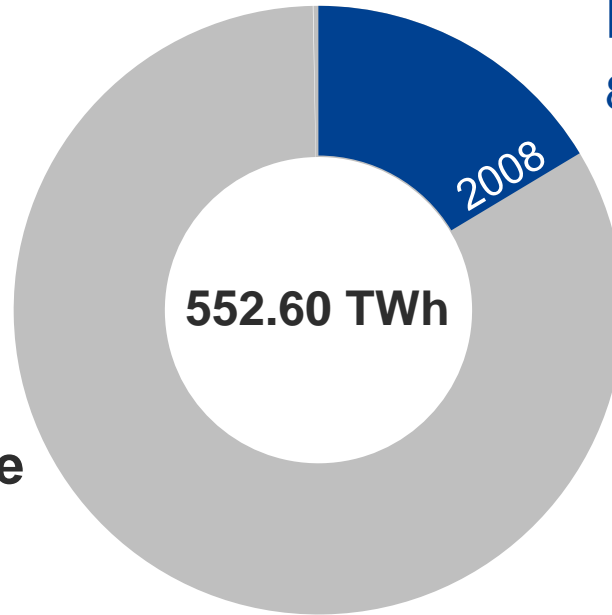
Italien-Blackout 2003

# Energiewende

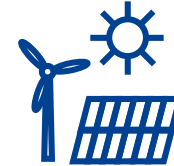
## Nettostromerzeugung in Deutschland in 2008



**Nicht Erneuerbare**  
463,06 (83,7%)

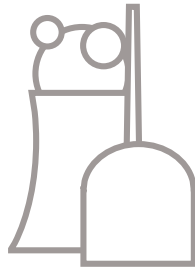
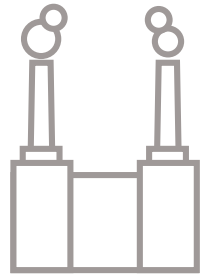


**Erneuerbare**  
89,55 (16,3%)



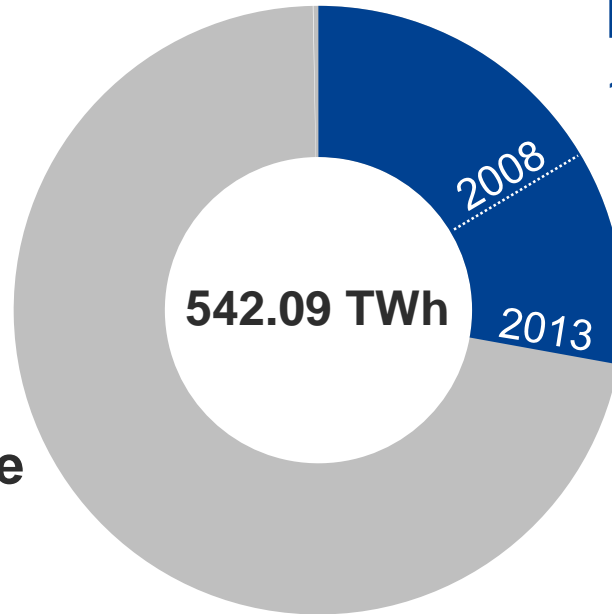
# Energiewende

## Nettostromerzeugung in Deutschland in 2013



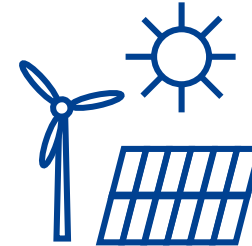
**Nicht Erneuerbare**

394,56 (72,7%)



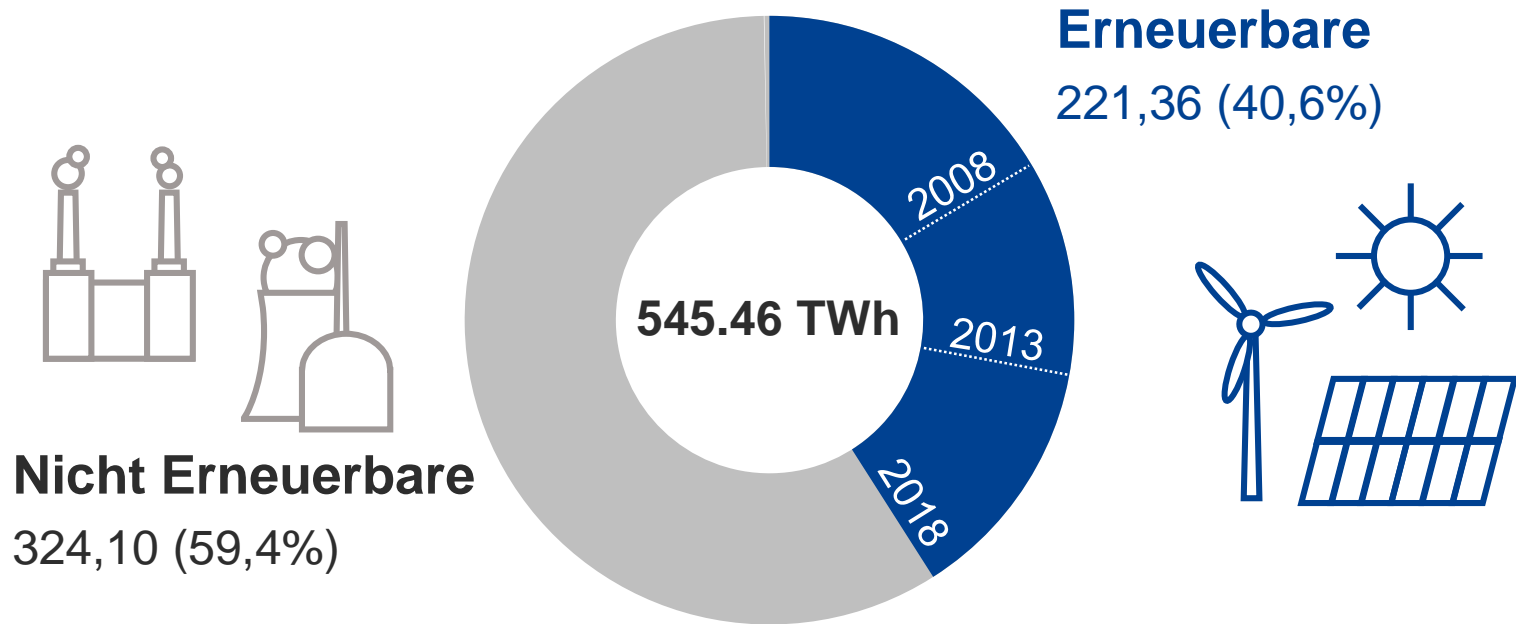
**Erneuerbare**

147,53 (27,3%)



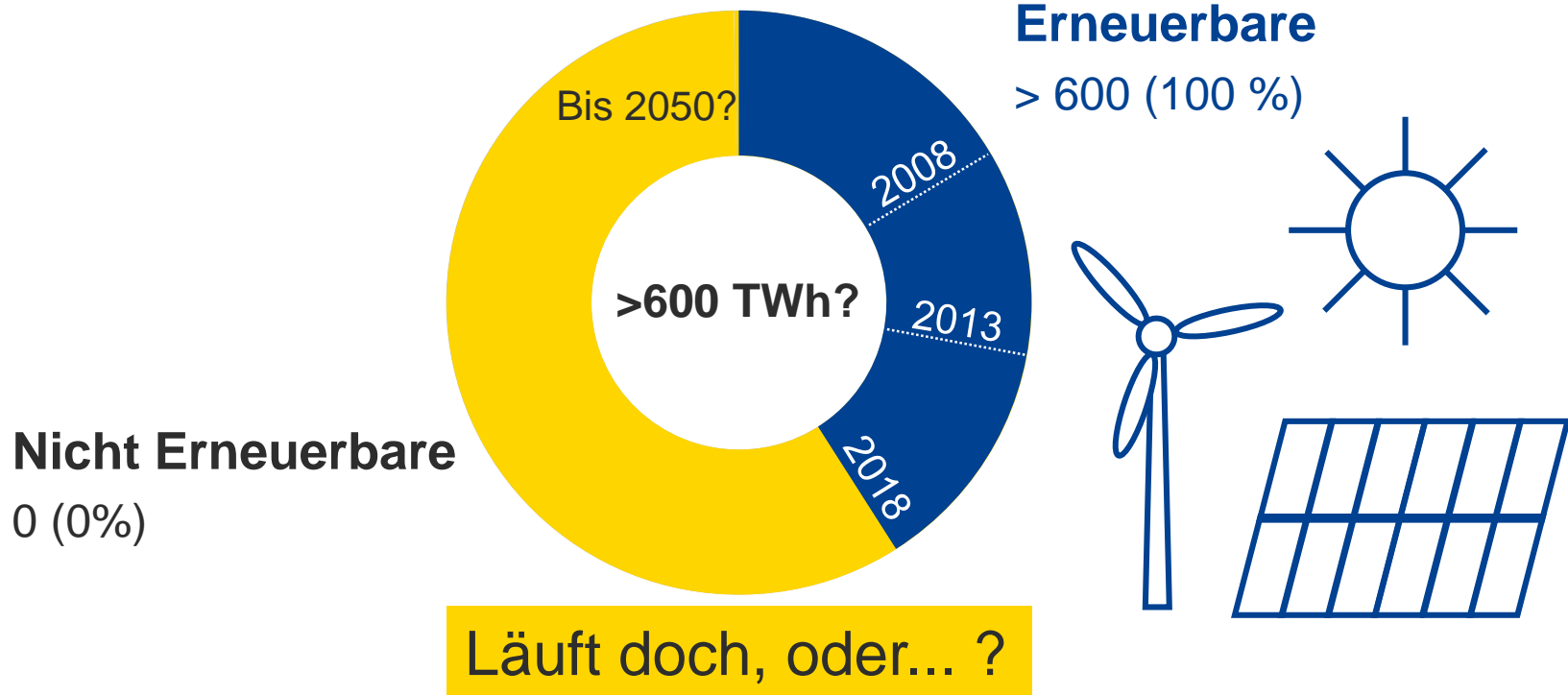
# Energiewende

## Nettostromerzeugung in Deutschland in 2018



# Energiewende

## Nettostromerzeugung in Deutschland in der Zukunft



# **Einfluss erneuerbarer Energien auf das System**



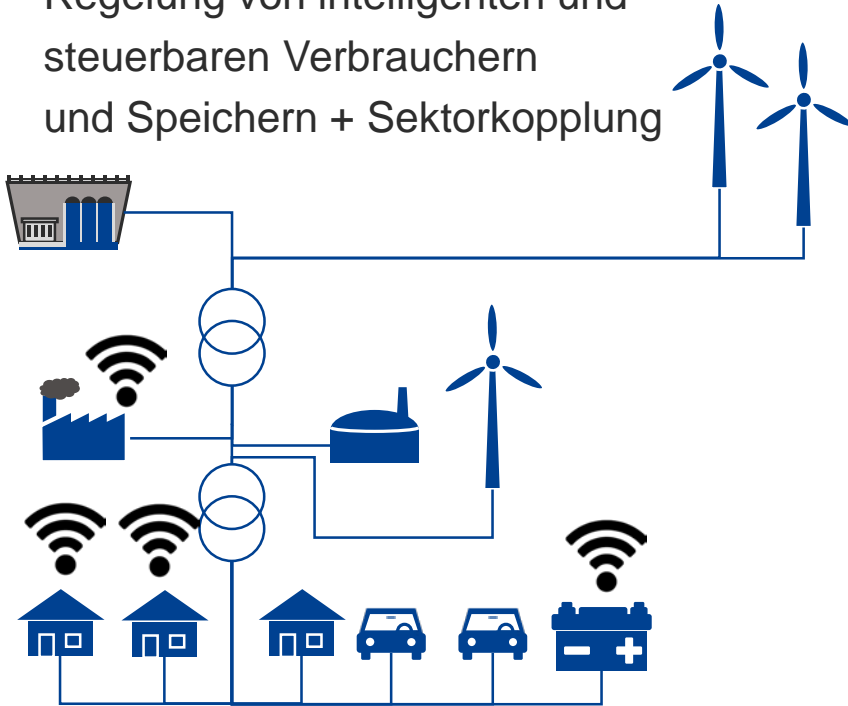


# Das System elektrische Energieversorgung

... zum Smart Grid

ZUKUNFT?

- **Smart Grid:** Kommunikation und Regelung von intelligenten und steuerbaren Verbrauchern und Speichern + Sektorkopplung

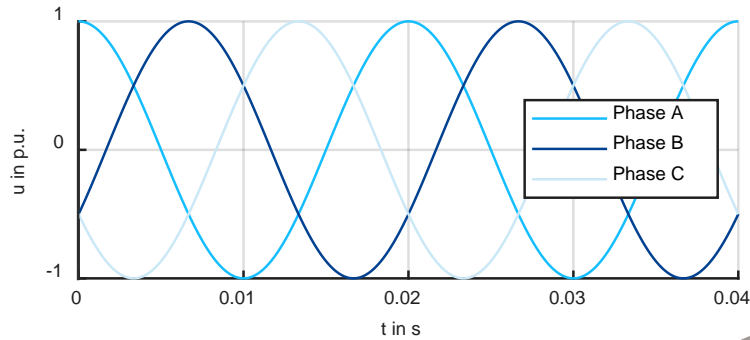


HERAUSFORDERUNGEN

- **Koordination** vieler kleiner Einheiten  
→ Ziel: „**System of Smart Grids**“
- EE-Anlagen verhalten sich anders als klassische Kraftwerke  
→ Neue Phänomene und Problemstellungen, Bedarf an **neuen Lösungen**
- Bedeutung der Regelungstechnik nimmt im Verlauf des Wandels weiter zu  
→ Auf absehbarer Zeit besteht **erheblicher Bedarf an Experten mit Kenntnissen in den Bereichen Energieversorgung und Kybernetik**

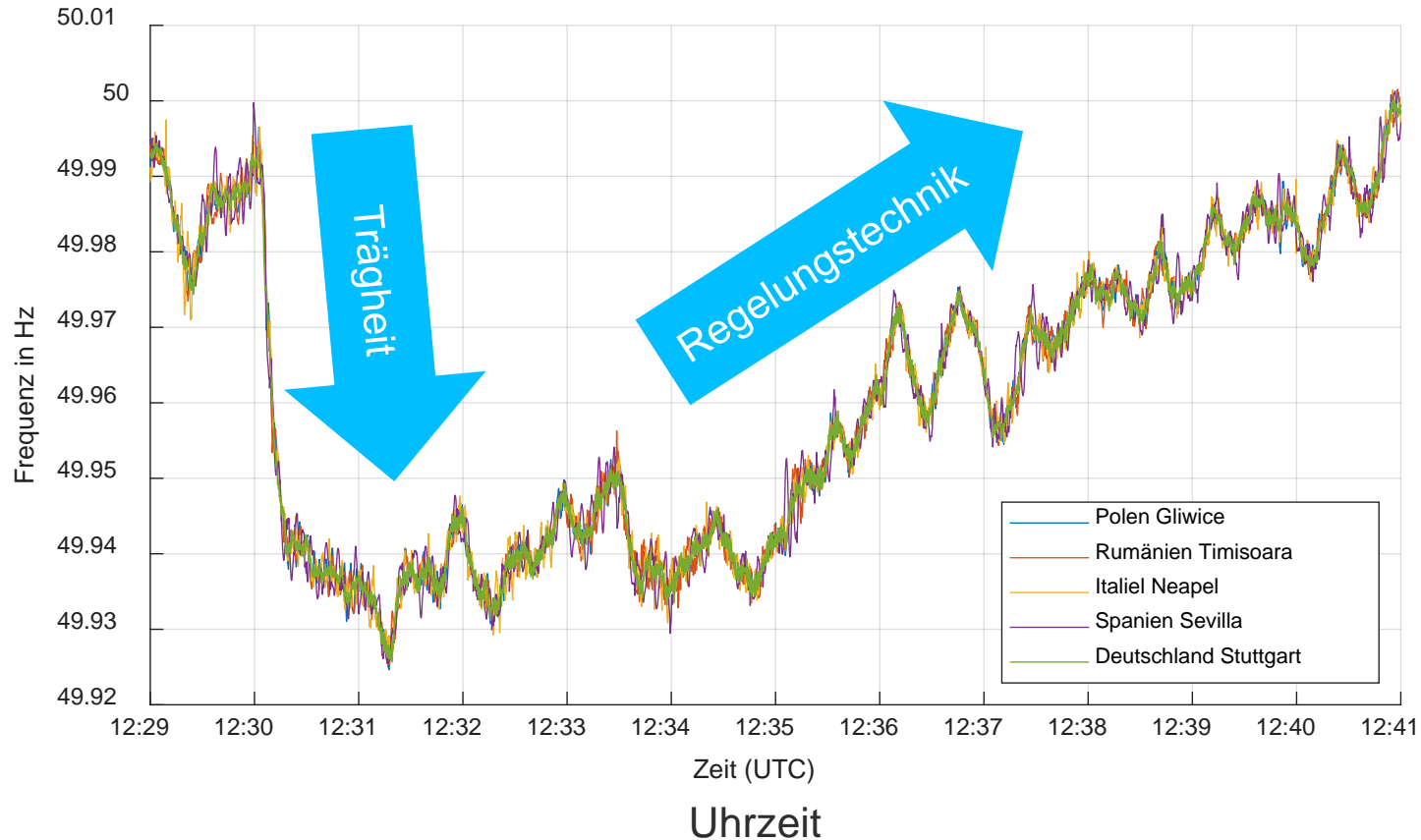
# Bisherige Grundlage der elektrischen Energieversorgung

## Synchronmaschine



# Frequenzmessungen vom 10.1.2017

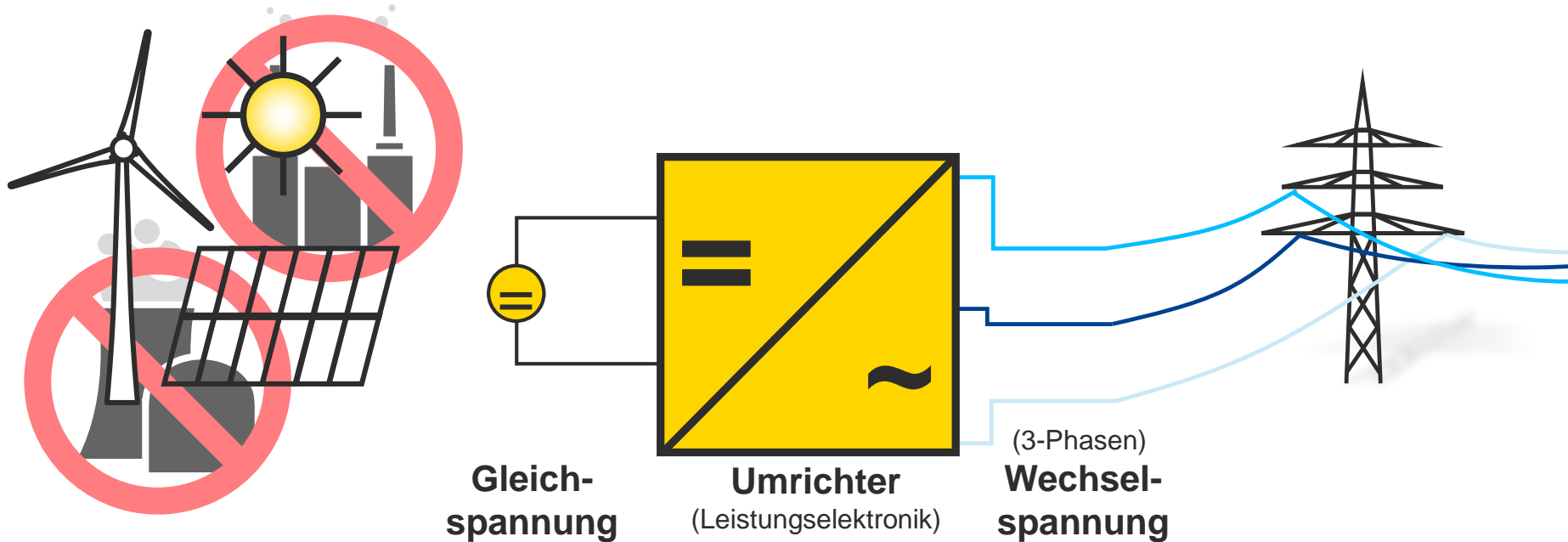
## Kraftwerksausfall



# Zukünftige Grundlage der elektrischen Energieversorgung

## Umrichter

- Umrichter verhalten sich aber nicht genauso wie Synchronmaschinen
- Wie kann das funktionieren → Forschungsfragen für die nächsten Jahrzehnte!



**Anwendungsfach**

# Anwendungsfach „Regelungstechnik in der el. Energieversorgung“

## Pflichtmodul „Regelung von Kraftwerken und Netzen“

- Dynamisches Verhalten und Regelung der Teilnehmer am elektrischen Energieversorgungssystem
  - Erzeuger
  - Verbraucher
  - Netzbetriebsmittel
- Liberalisierung und Deregulierung: Wechselwirkungen zwischen Markt und Physik; Stromhandel und Einbindung erneuerbarer Energien
- Netzregelung: Grundlegende Regelaufgaben in elektrischen Energieversorgungssystemen
  - Leistungs-Frequenzregelung: Ausregelung von Wirkleistungsungleichgewichten
  - Spannungsregelung: Deckung des Blindleistungsbedarfs
- Aktuelle Herausforderungen

# Anwendungsfach „Regelungstechnik in der el. Energieversorgung“

## Pflichtmodul „Regelung von Kraftwerken und Netzen“

- Halbtagesexkursion im Rahmen der Vorlesung:
  - Netzleitwarte der TransnetBW GmbH in Wendlingen, inkl. Besichtigung des Umspannwerks
- Besichtigung:
  - Heizkraftwerk des Campus Vaihingen
- Übungen
- Gastvorlesungen aus der Industrie



# Anwendungsfach „Regelungstechnik in der el. Energieversorgung“

## Überblick der Pflicht- und Wahlmodule

- Empfehlung für **Natur- und Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung**
  - Einführung in die Elektrotechnik II
- **Pflichtmodul** (6 LP):
  - Regelung von Kraftwerken und Netzen (Lens, IFK)
- **Wahlmodule** (6 LP):
  - Elektrische Energienetze I (Tenbohlen, IEH)
  - Energie- und Umwelttechnik (Scheffknecht, IFK)
  - Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung (Hufendiek, IER)
  - Grundlagen der thermischen Strömungsmaschinen (Vogt, ITSM)
  - Grundlagen Windenergie (Cheng, SWE)
  - Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (Riedelbauch, IHS)



Universität Stuttgart

# Vielen Dank!



**Prof. Dr.-Ing. Hendrik Lens**

E-Mail [hendrik.lens@ifk.uni-stuttgart.de](mailto:hendrik.lens@ifk.uni-stuttgart.de)

Telefon +49 (0) 711 685-66213

Fax +49 (0) 711 685-63491

Universität Stuttgart

Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Pfaffenwaldring 23 • 70569 Stuttgart

