

Master-Studiengang Maschinenbau

Informationen zum Schwerpunkt „Thermodynamik“

U. Maas, Institut für Technische Thermodynamik



Einleitung



- **Thermodynamik bildet Grundlage für Prozesse in der Natur und der Technik**

- **Aus Thermodynamik im 3. und 4. Semester:**

- **Hauptsätze**
- **Wärmekraftmaschinen**
- **Chemische Thermodynamik**
- **Wärmeübertragung**

- **SP „Thermodynamik“: Vertiefung und Erweiterung auf irreversible Thermodynamik**
- **Schwerpunkt auf reagierenden Strömungen und Modellbildung**

Beispiel für reagierende Strömungen: Verbrennungsprozesse



- Verbrennung begleitet den Menschen seit Jahrtausenden:
 - als ungebändigte Naturgewalt und als wichtiges Mittel zur Verbesserung der Lebensqualität.
- Aber:
 - Ressourcenknappheit
 - Emissionen
- Notwendigkeit der Optimierung von Verbrennungssystemen.

Problematik

Schadstoffproblematik



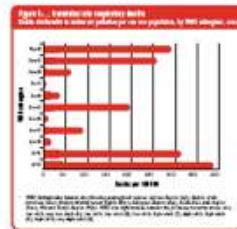
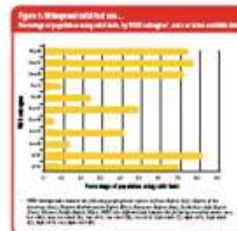
More, however, tobacco and many other diseases compete for newspaper headlines – and the attention of the public. How should decision-makers prioritize our health problems against another?

The burden of disease combines years of life lost due to death with the years of the lost due to disability in a single measure that applies across diseases and health risks. WHO investigated the contribution of a range of risk factors, such as malnutrition, smoking and lack of physical activity, to the burden of disease. The results for the year 2000 revealed cooking as a dangerous underlining and indoor air pollution from burning solid fuel as one of the top ten global health risks. The 'kitchen killer' turned out to be responsible for 1.6 million deaths and 2.7% of the global burden of disease. In poor developing countries, only malnutrition, unsafe sex and lack of clean water and adequate sanitation were greater health threats than indoor air pollution.

This [new](#) up-to-date report from an pollster on the international public health agenda for the first time, for the most recent and most accurate estimates show gradually in change. Globally, 3.5 million people die from disease caused by indoor air pollution in the year 2000. The figure includes children who died from pneumonia and adults who died from chronic respiratory disease and lung cancer, only those diseases for which current evidence for a link with indoor air pollution is sufficient to have in. What if indoor smoke exposure did contribute to low birth weight and tuberculosis?

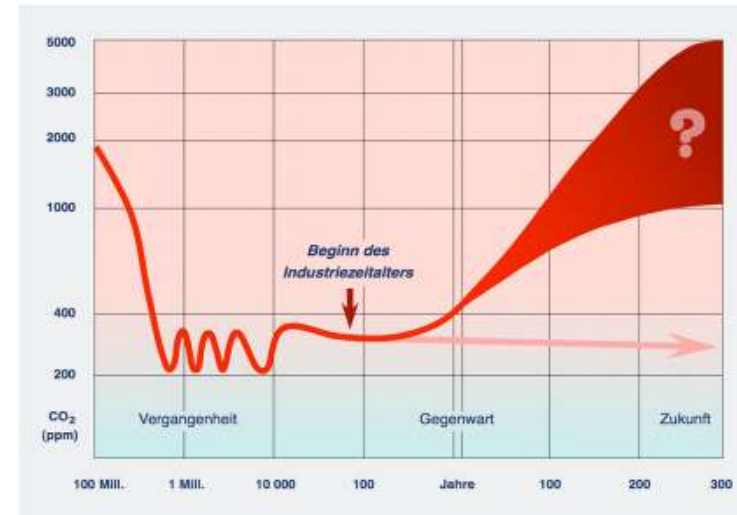
[illegible]

Indoor air pollution continues to damage rural communities and poor urban dwellers. And it continues to be largely ignored by the world community.

12. **Answer: D.** Neurological Energy and Health.

WHO - <http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife.pdf>

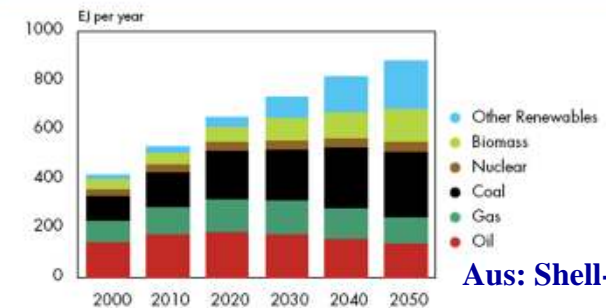
■ CO2-Problematik



H. Grobe

Energiebedarf

Primary energy by source



Aus: Shell-Studie

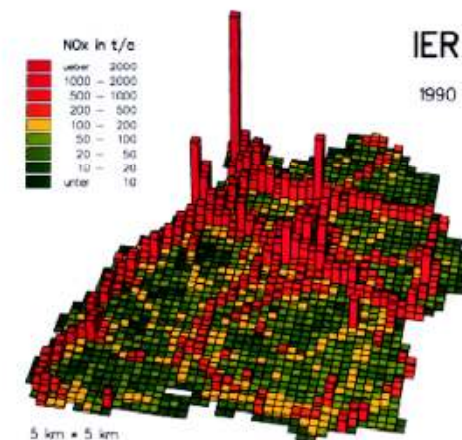
Biomass includes traditional renewables such as wood, dung, etc.

Weitere Beispiele reagierender Strömungen

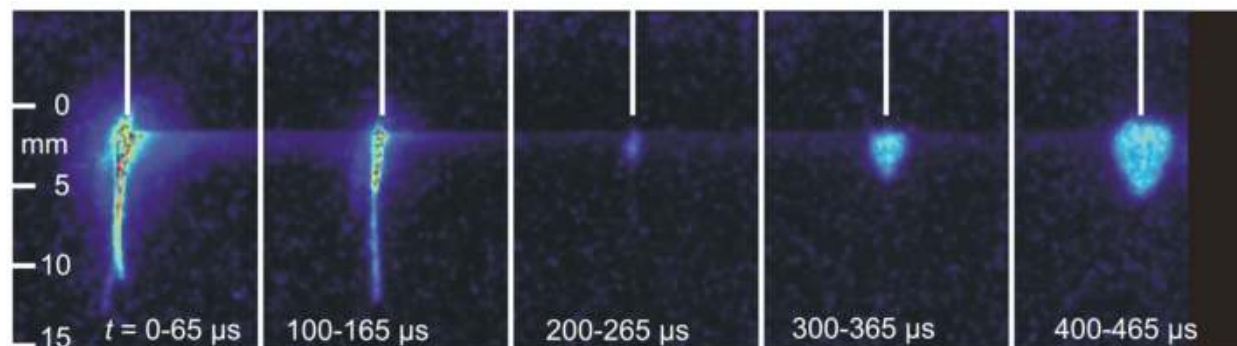
Chemical Vapor Deposition/Infiltration



Schadstofftransport in der Atmosphäre



Zündung durch Plasmen



Schwerpunkt

- **mindestens 16 LP pro Schwerpunkt**
- **8 LP Kernmodulfächer (K) KP = Pflicht**
- **andere LP auch aus Ergänzungsfächern (E)**
- **nicht mehr als 4 LP aus Praktika**
- **andere Vorlesungen möglich mit Genehmigung des SP-Verantwortlichen**
- **maximal 20 LP**

Vorlesungen im Kernbereich

VNr	Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem	Inst
2165515	K	Grundlagen der technischen Verbrennung I	Maas	2	4	WS	ITT
2166538	K	Grundlagen der technischen Verbrennung II	Maas	2	4	SS	ITT
2167523	K	Modellierung thermodynamischer Prozesse	Schießl / Maas	3	6	ww	ITT

Empfohlenes Wahlpflichtfach: Wärme- und Stoffübertragung

Grundlagen der technischen Verbrennung I (WS)

- Erhaltungsgleichungen
- chemische Kinetik
- Experimentelle Methoden
- laminare Flammen
- Schadstoffbildung



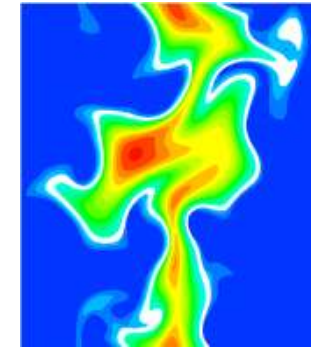
Rußbildung bei der
Biomasseverbrennung



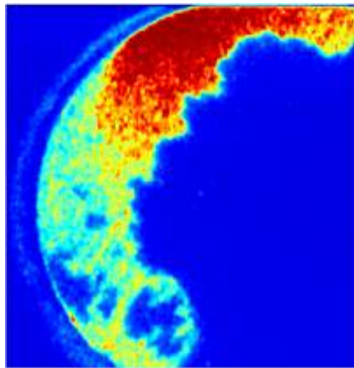
Laser-Diagnostik

Grundlagen der technischen Verbrennung II (SS)

- Turbulente Flammen
- Motorische Verbrennungsprozesse
- Verbrennung flüssiger und fester Brennstoffe
- Zündprozesse

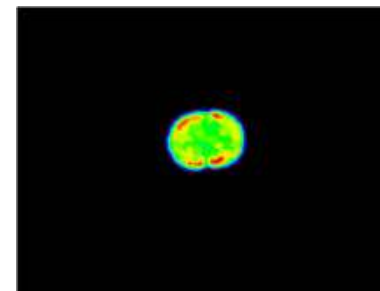


DNS einer turbulenten
Flamme

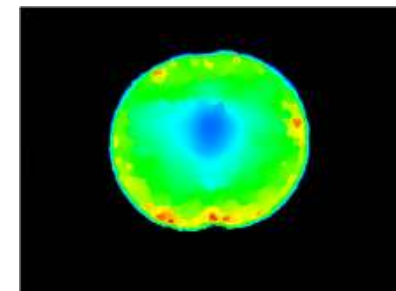


Flammenausbreitung und
Motorklopfen in einem
Ottomotor

turbulente Flamme



1.5 ms

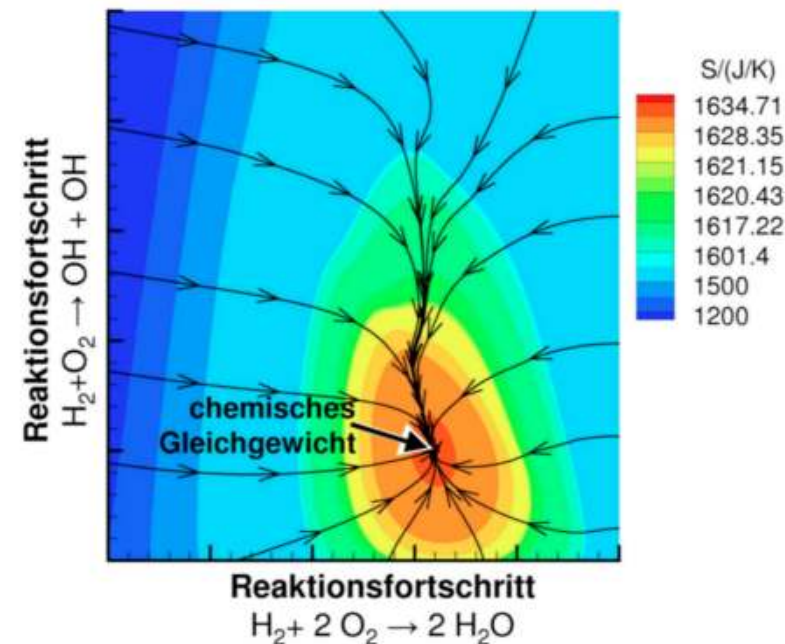


5.5 ms

Ausbreitung eines Zündkerns

Mathematische Modellierung thermodynamischer Prozesse

- Modellbildung
- Simulationsverfahren
- Numerische Behandlung komplexer Zustandsgleichungen
- Berechnung chemischer Gleichgewichte
- Optimierungsverfahren
- Wärmeleitungsprobleme
- Modelle reagierender Strömungen



Ergänzungsfächer

- Sehr breite Auswahl an Grundlagen- und Anwendungsfächern
- Vorlesungen des ITT aber auch anderer Institute
- Nach Absprache auch weitere Vorlesungen möglich

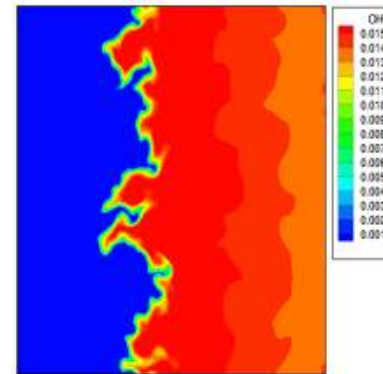
2134112	E	Aufladung von Verbrennungsmotoren	Golloch	2	4	SS	IFKM
2167541	E	Ausgewählte Kapitel der Verbrennung	Maas	2	4	ww	ITT
2186126	E	Automobil und Umwelt	Kubach / Spicher / Maas / Wirbser	2	4	SS	IFKM/ ITT
2165514	E	Biogas-Chancen und Möglichkeiten	Drausnigg	2	4	WS	ITT
22012	E	Grundlagen der Kältetechnik	Oellrich	2	4	WS	ciw
2165525	E	Mathematische Modelle und Methoden der Theorie der Verbrennung	Bykov / Maas	2	4	WS	ITT

Ergänzungsfächer

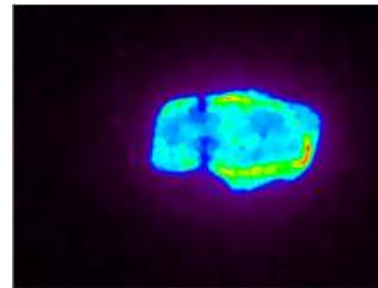
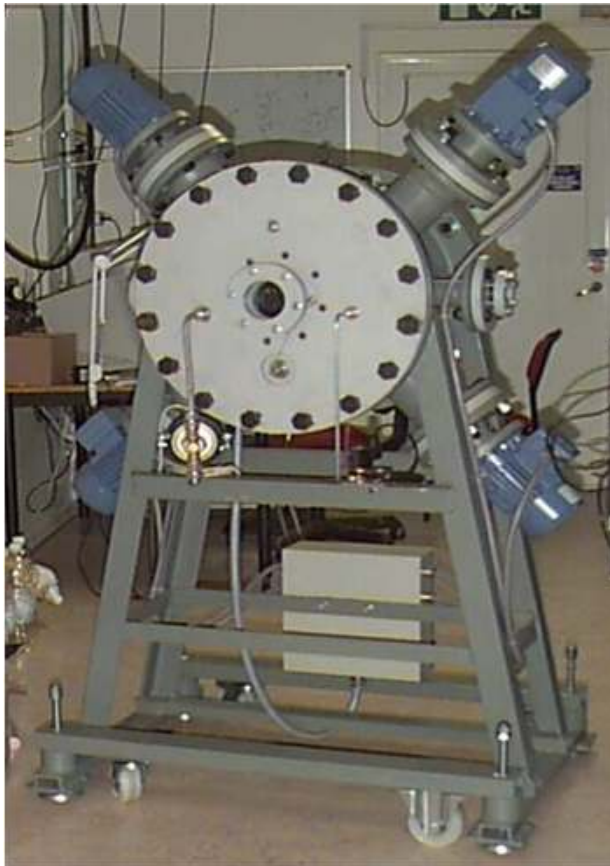
VNr	Kat	Vorlesung	Dozent	SWS	LP	Sem	Inst
2134134	E	Methoden zur Analyse der motorischen Verbrennung	Wagner	2	4	SS	IFKM
2166543	E	Reduktionsmethoden für die Modellierung und Simulation von Verbrennungsprozessen	Bykov / Maas	2	4	SS	ITT
2131114	E	Simulation von Spray- und Gemischbildungsprozessen in Verbrennungsmotoren	Baumgarten	2	4	WS	ifkm
2153406	E	Strömungen mit chemischen Reaktionen	Class	2	4	WS	ISL
2169453	E	Thermische Turbomaschinen I	Bauer	3	6	WS	ITS
2170476	E	Thermische Turbomaschinen II	Bauer	3	6	SS	ITS
22010	E	Thermodynamik disperser Systeme	Schaber	2	4	SS	ITK
2167048	E	Verbrennungsdiagnostik	Schießl / Maas	2	4	ww	ITT
2133101	E	Verbrennungsmotoren A	Spicher	6	8	WS	IFKM
2166534	E	Wärmepumpen	Wirbser / Maas	2	4	SS	ITT

Möglichkeiten für Masterarbeiten

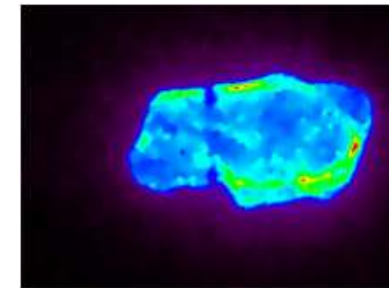
- experimentelle Untersuchung und mathematische Modellierung von Verbrennungsprozessen
- von physikalisch-chemischen Grundlagen zu praktischen Anwendungen
- von chemischer Kinetik bis zu Anwendungen
- von Laser-Diagnostik zu mathematischen Modellen



Funkenzündung

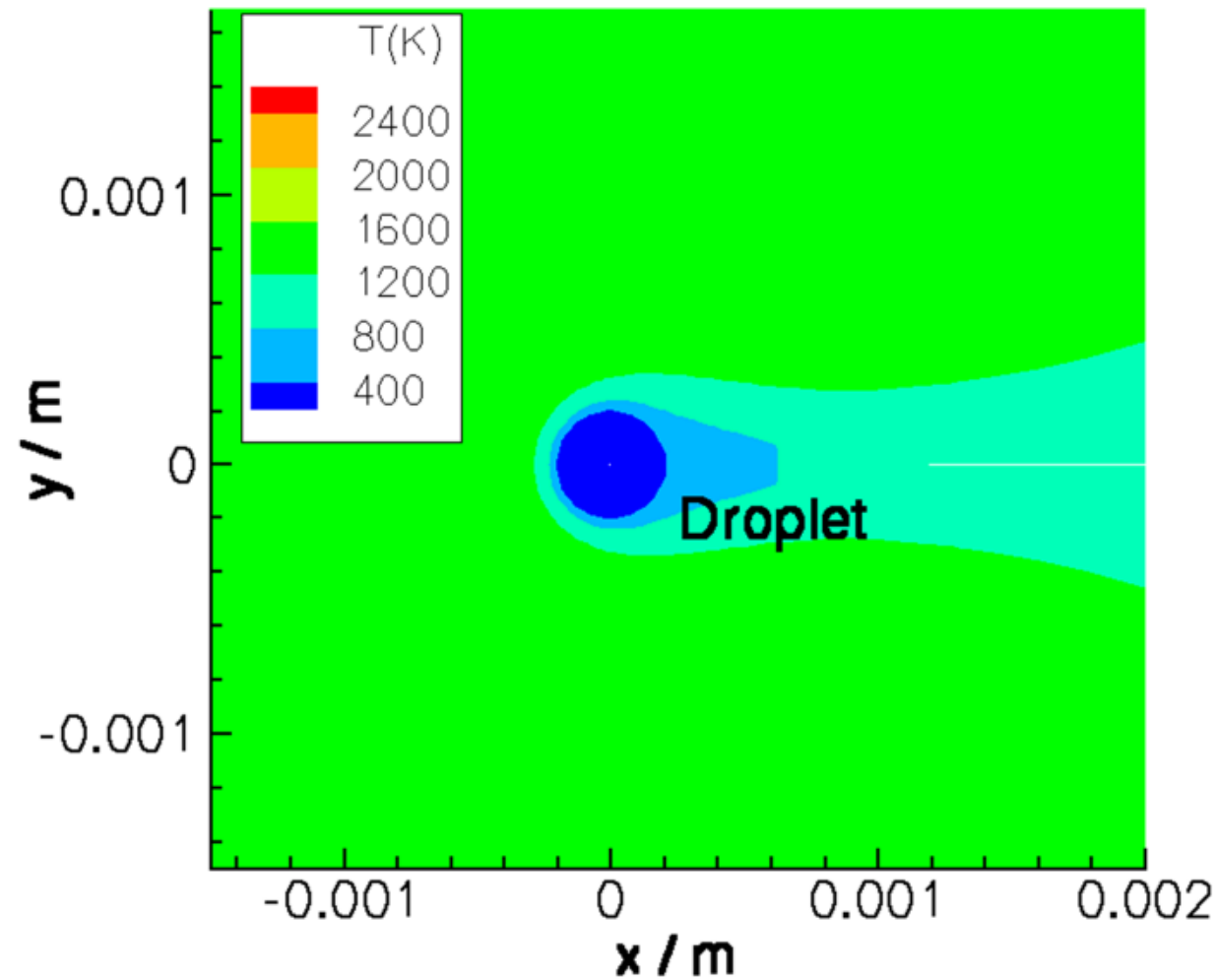


7.5 ms

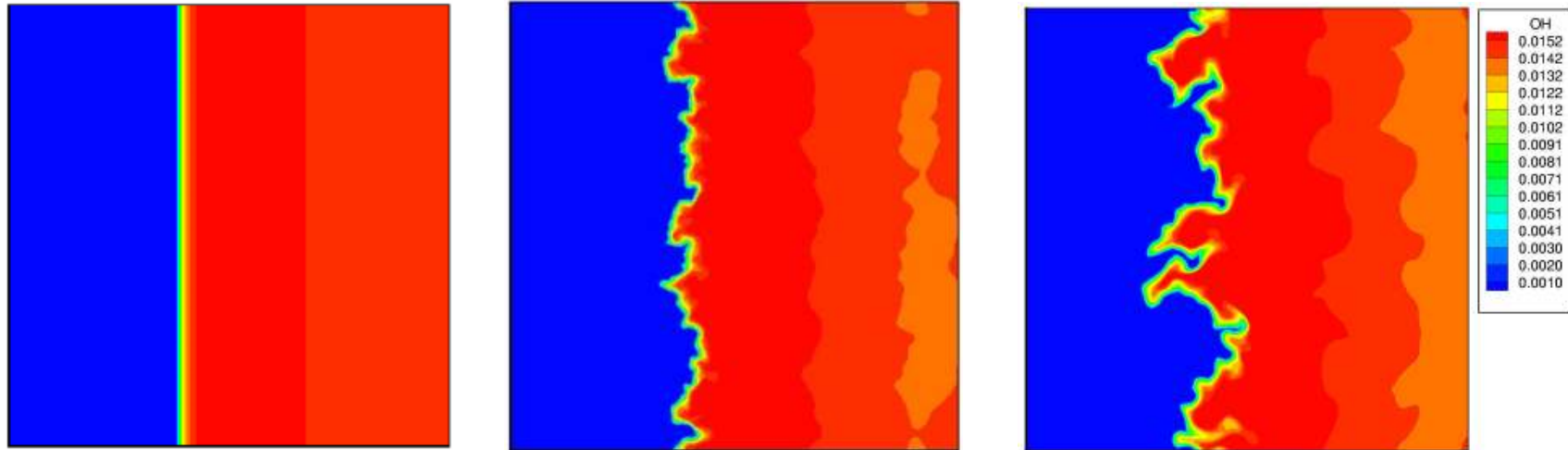


10.5 ms

Zündung und Verbrennung von Sprays



Direkte Numerische Simulationen



$t = 0 \mu\text{s}$

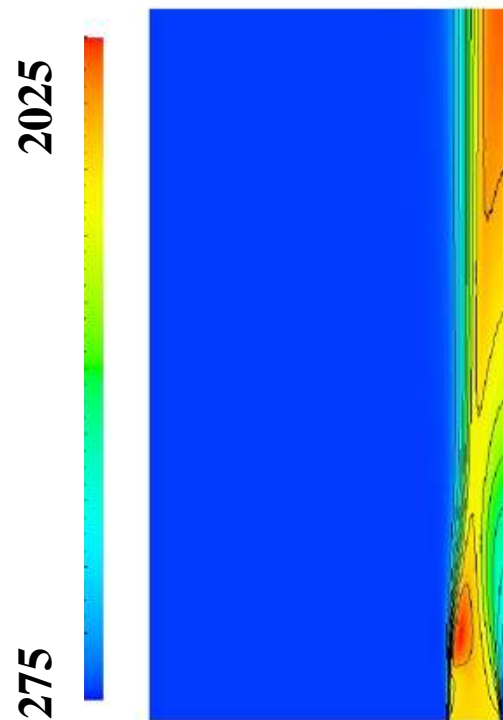
$t = 12 \mu\text{s}$

$t = 36 \mu\text{s}$



Einsatz von HPC („High Performance Computing“)

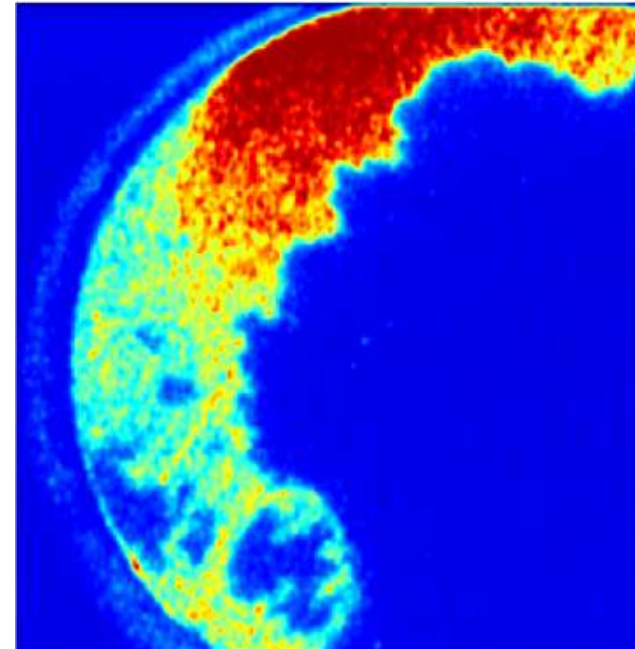
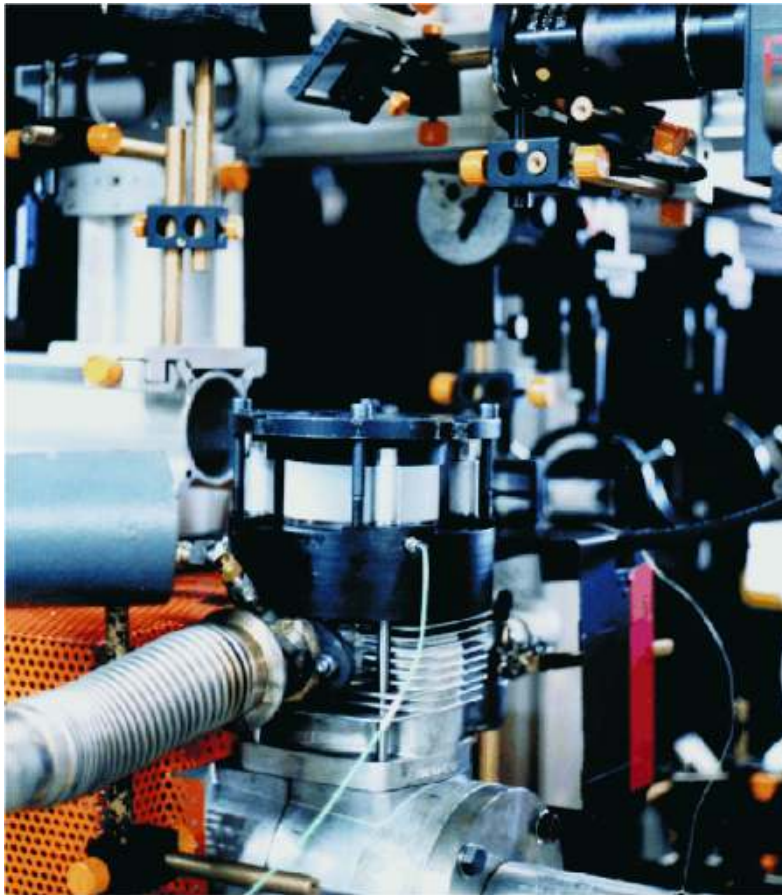
Turbulente Flammen – Laserdiagnostik und statistische Modelle



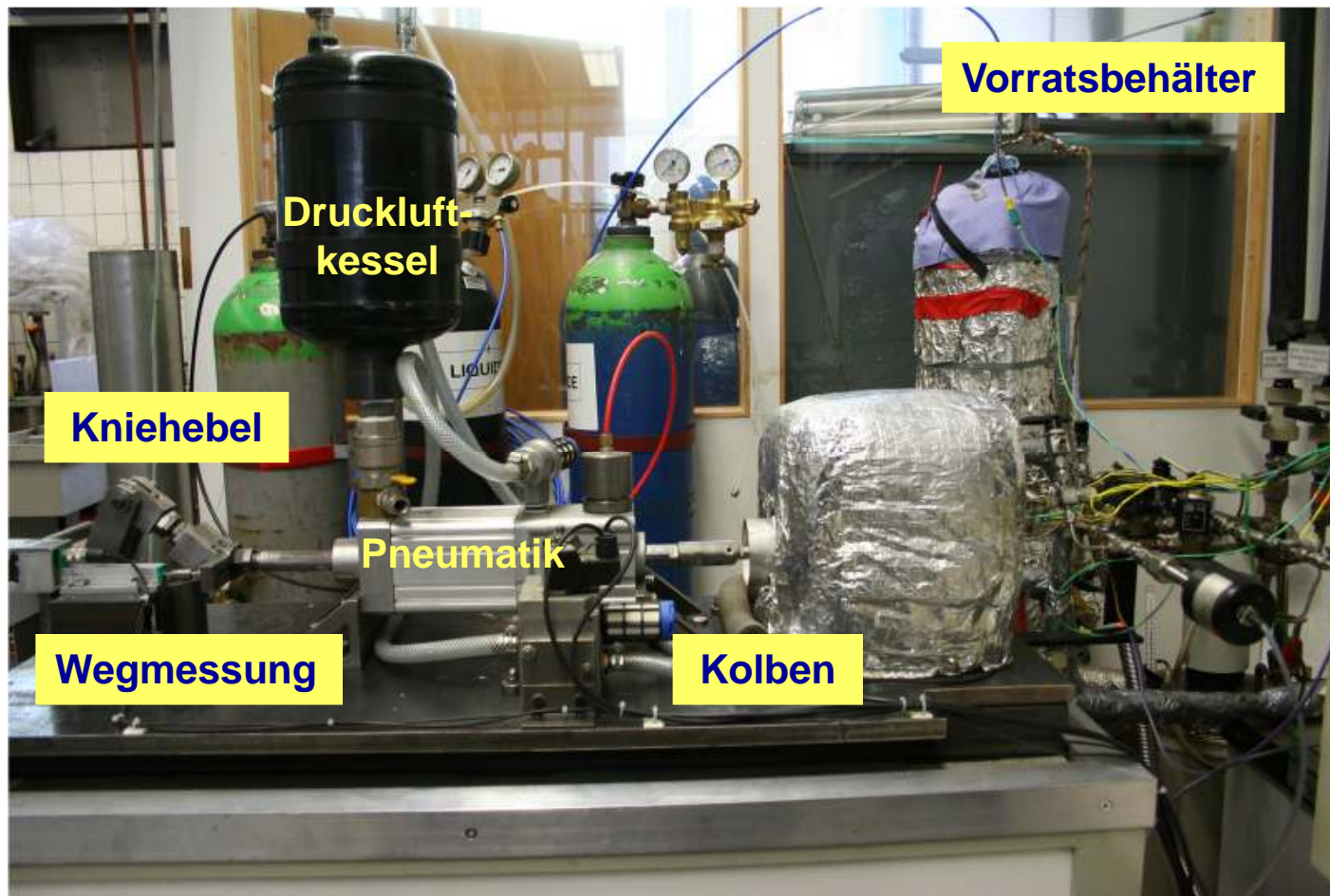
*Mean temperature from
the ensemble of particles*



Diagnostik motorischer Verbrennungsprozesse

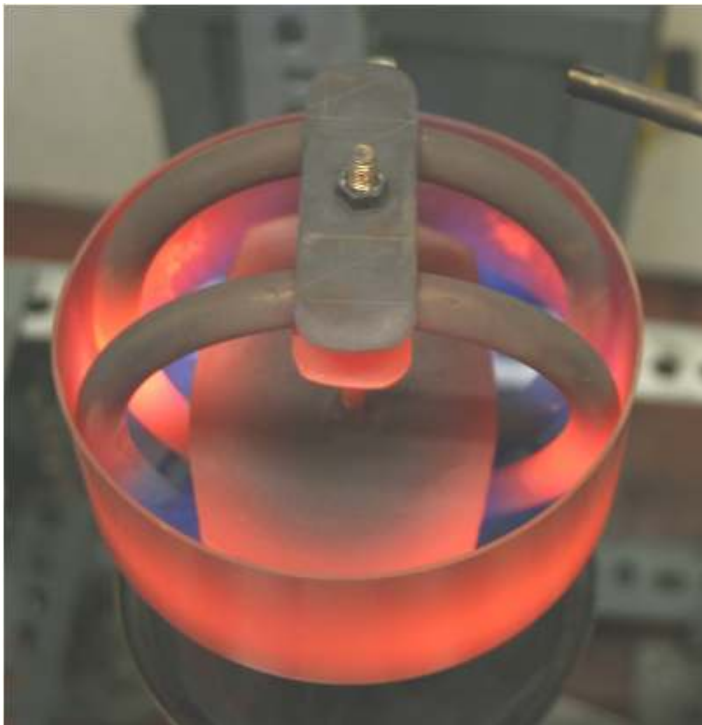


Zündeigenschaften von Kohlenwasserstoffen



Entwicklung von Pflanzenölkochern

- Verdampfung des Brennstoffs unter Zersetzung
- Austritt aus der Düse, Mischen mit Luft
- Verbrennung in der Gasphase



Schadstoffe bei der Holzverbrennung

- Entgasung
- Abbrand der flüchtigen Bestandteile
- Koksabbrand



