



Einsatz diagnostischer Verfahren zur Untersuchung von Verbrennungsprozessen am Institut für Raumfahrtantriebe, Lampoldshausen

M. Oswald

DIV 1

Göttingen, 05.10.2005

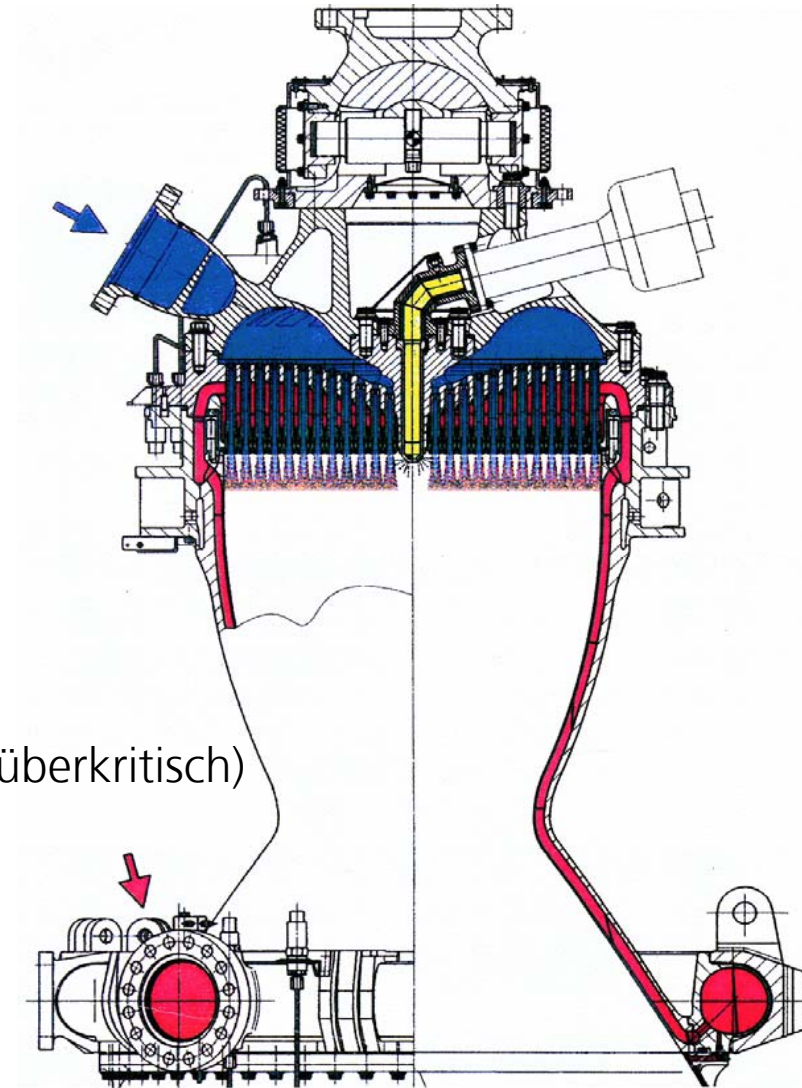
Untersuchungsgegenstand

Brennkammerphänomene

- ▶ Treibstoffinjektion (LOX/GH₂ bzw. LOX/HC)
- ▶ Mischung
- ▶ Verbrennung
- ▶ Düsenexpansion
- ▶ Wärmeübergang

Brennkammerbedingungen

- ▶ **Temperaturen:**
 - Fluide: 40 K - 3500 K
 - Struktur: 40 K - 800 K
- ▶ **Drücke:**
 - statisch: 1 kPa - 10 MPa (sub- und überkritisch)
 - dynamisch: bis zu 10 KHz
- ▶ **Geschwindigkeiten:**
 - Strömungen: 1 m/s - 1 km/s
 - Flammenfronten: bis 300m/s





Messgrößen:

Stoff- und Phasenverteilungen

- ▶ H_2 , H_2O , CH_4 , OH , ...

Lage von Reaktionszonen

- ▶ Flammenstabilisierung
- ▶ transiente Flammenausbreitung

Fluid- und Strukturtemperaturen

- ▶ reaktive Strömung
- ▶ BK-Wand

Strömungsgeschwindigkeiten

- ▶ Gasphase
- ▶ Tropfen

dynamische Drücke

Anforderungen an Messtechnik:

turbulente Strömung

- ▶ Mittelwerte und Schwankungsgrößen
- ▶ hohe Zeitauflösung

transiente Phänomene

- ▶ hohe Datenerfassungsrate

Prüfstandseinsatz

- ▶ ferngesteuerter Einsatz
- ▶ transportable Systeme
- ▶ robuste Apparaturen

Schattenaufnahmen Schlierenaufnahmen

Strömungstopologie

line-of-sight Bestimmung von Brechungsindexgradienten

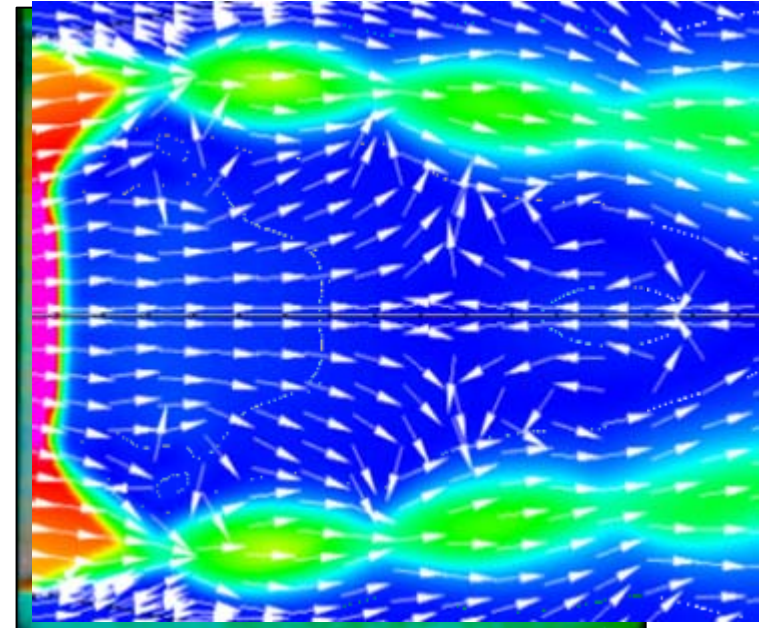
- ▶ Dichtegradienten
- ▶ Stoffgradienten

Visualisierung

- ▶ Mischungsprozesse
- ▶ Verteilung flüssiger Phasen

Düsenströmung

Strömungsablösung
in überexpandierter
Strömung



Treibstoffinjektion

LN₂/He koaxiale
Injektion

unterkritisch



überkritisch



Dye-Laserentwicklung

- ▶ angepasste spektrale Bandbreiten für H₂-, H₂O- und CH₄-CARS

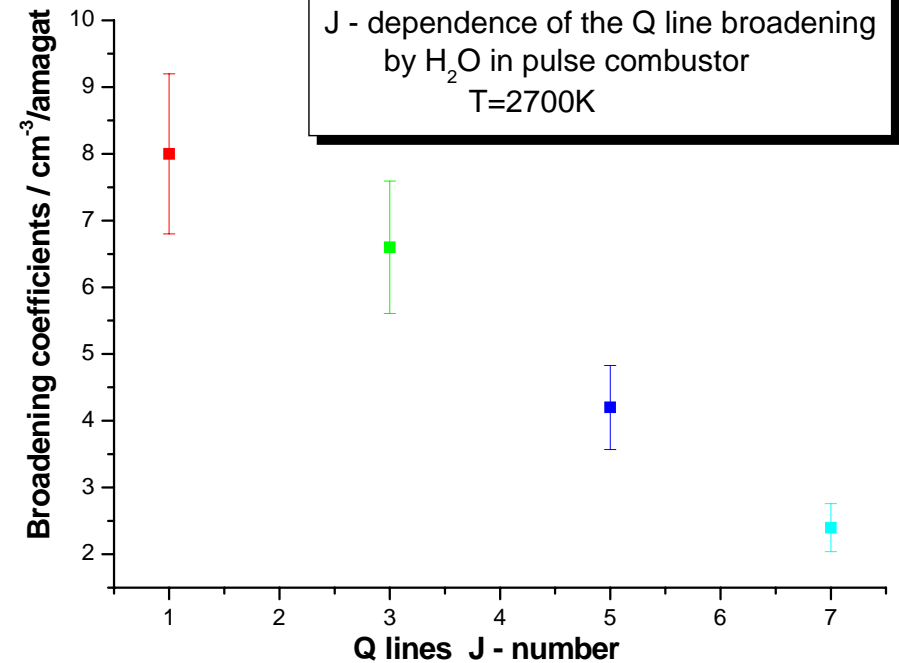
spektroskopische Grundlagen

- ▶ H₂-Linienverbreiterung durch H₂O
- ▶ Modellierung von H₂O- und CH₄-Spektren
- ▶ Thermometrie und Dichtebestimmung
- ▶ gepulster Hochdruck-Brenner (10MPa, 2800K)
- ▶ kontinuierlicher Hochdruckbrenner (4MPa)

Adaption für Prüfstandseinsatz

(P8, MASCOTTE, Industrie)

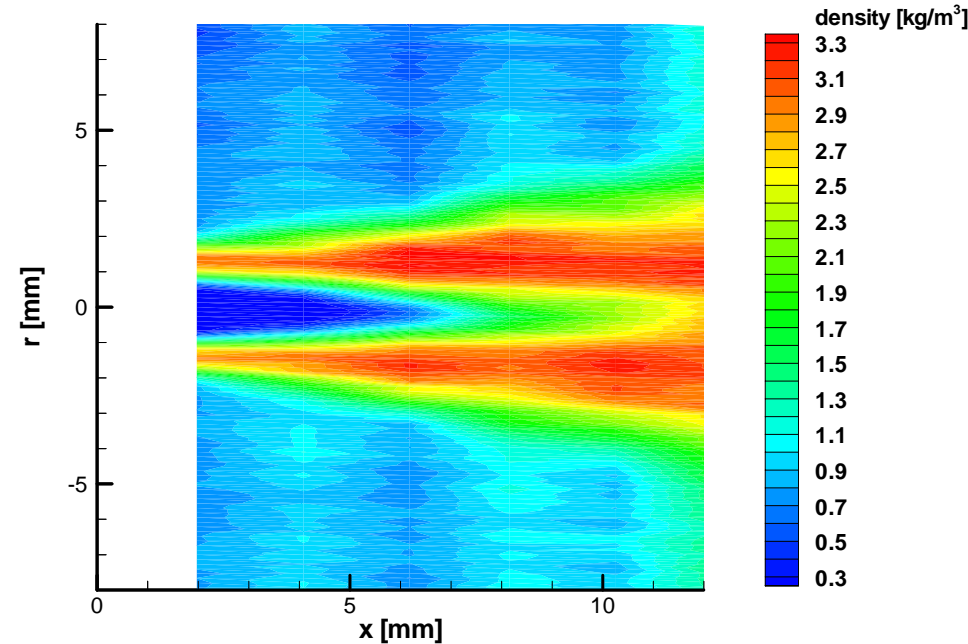
- ▶ Fernsteuerung
- ▶ transportable Anlage
- ▶ robuster Aufbau
- ▶ simultaner Nachweis von H₂ und H₂O



Raman-Streuung

Strahlzerfall überkritischer Jets

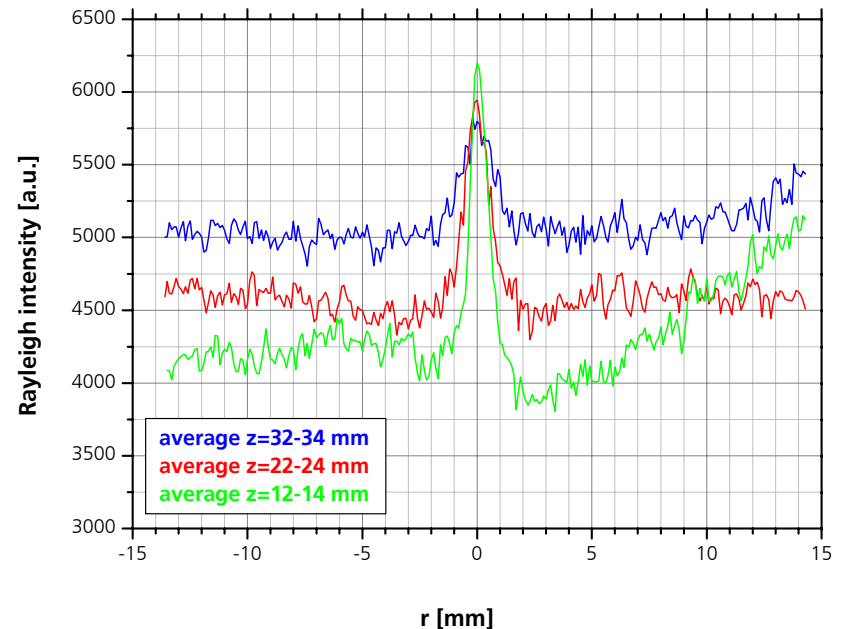
- ▶ LN₂-Freistrah, LN₂/GH₂-Koxial-Injektion
- ▶ Erfahrung beim Einsatz der Meßtechnik in Hochdruckanwendungen (6MPa)



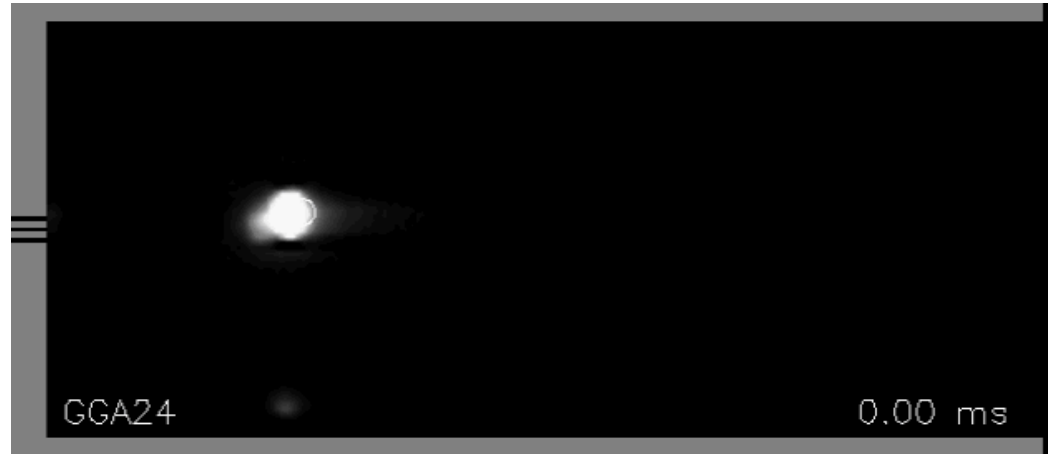
Rayleigh-Streuung

Stoffverteilung

- ▶ H₂-Injektion in Scramjets
- ▶ GO₂/GH₂-Injektion

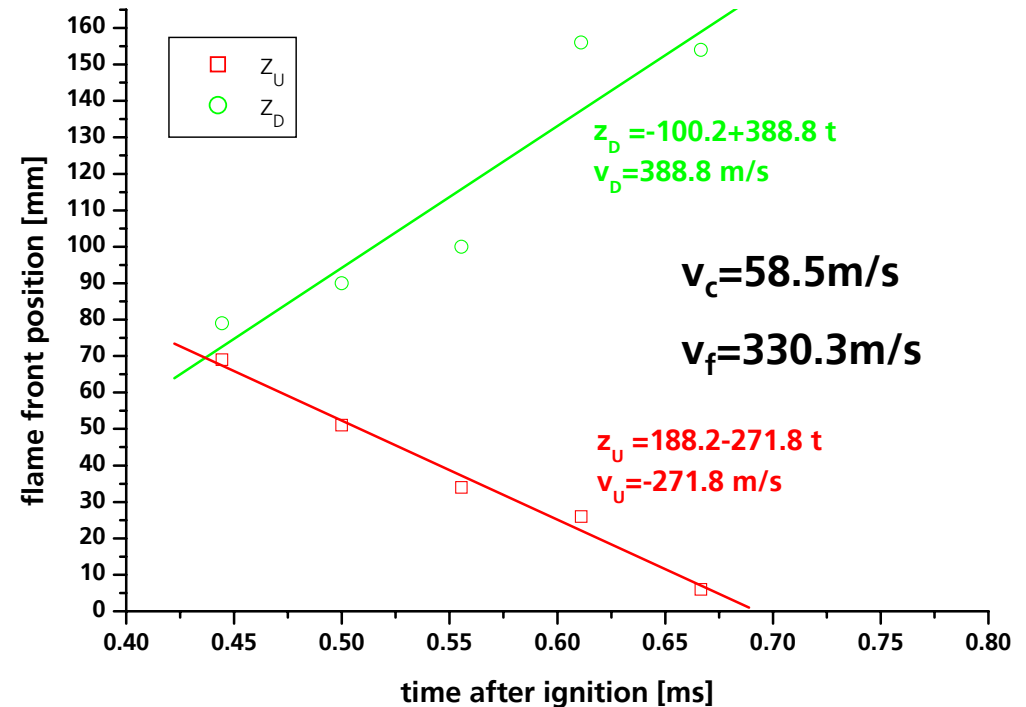
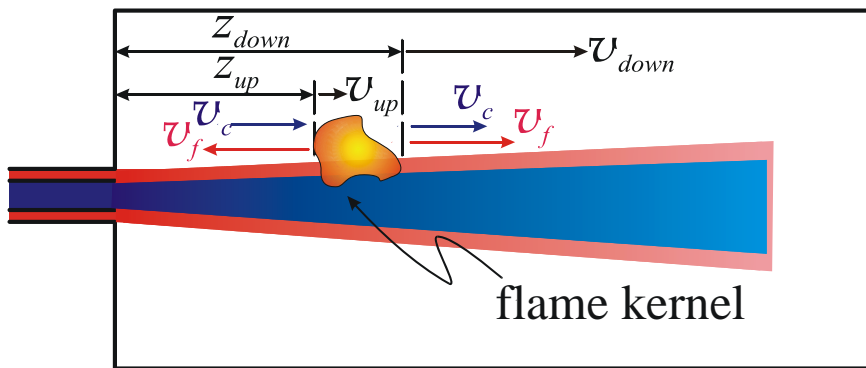


Hochgeschwindigkeits- Visualisierung



Flammenausbreitung während der Zündtransienten

- ▶ ICCD: 18KHz, 128 x 256 px²
- ▶ Bildverarbeitung



Strukturtemperatur

Meßgenauigkeit

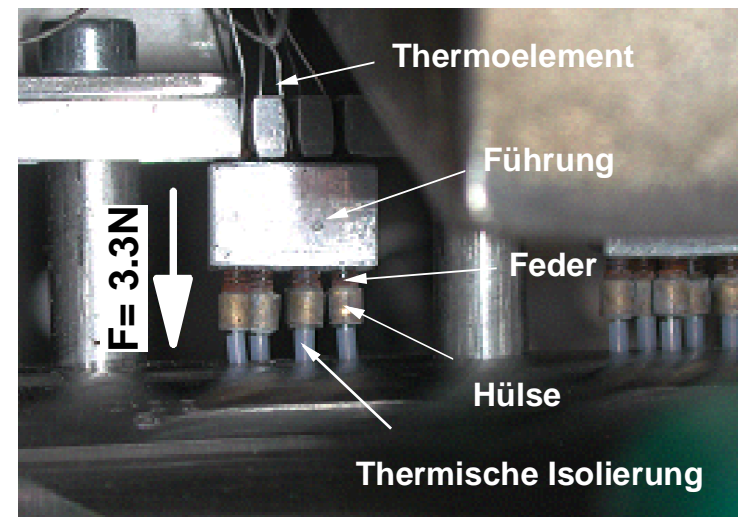
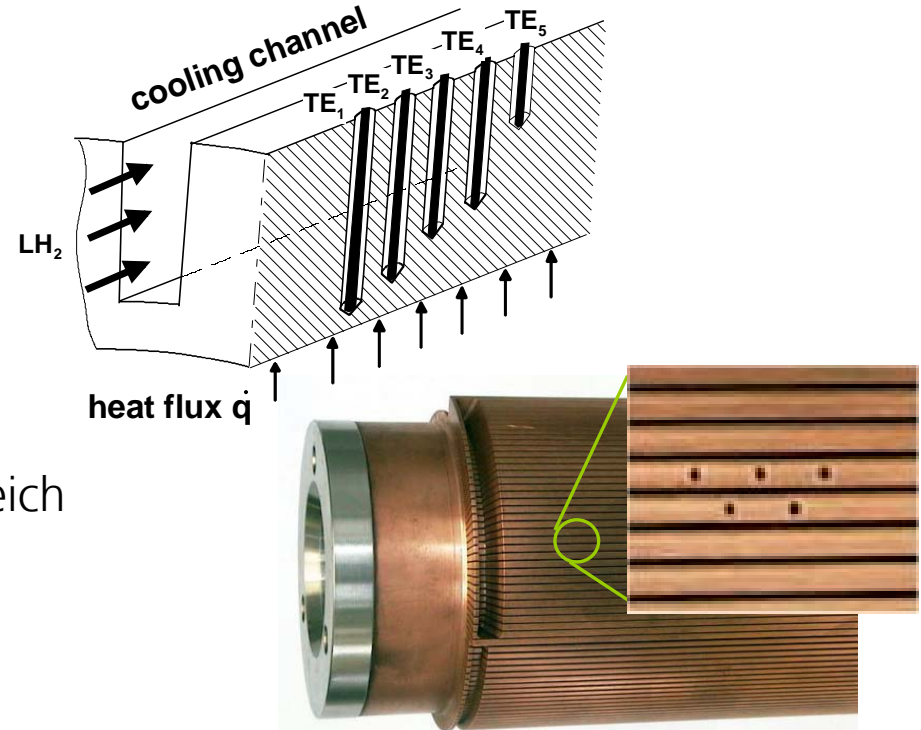
- ▶ LHe-Anlage zu Kalibrierung von Thermoelementen im Tieftemperaturbereich

Montage-Technologie

- ▶ qualifizierte Montage
- ▶ Positionsbestimmung

Auswertung

- ▶ detaillierte Analyse des WÜ im Sensor
- ▶ Entwicklung und Anwendung inverser Methoden



Akustische Charakterisierung von Brennräumen

Bestimmung der Eigenfrequenzen

Bestimmung der Dämpfung

