

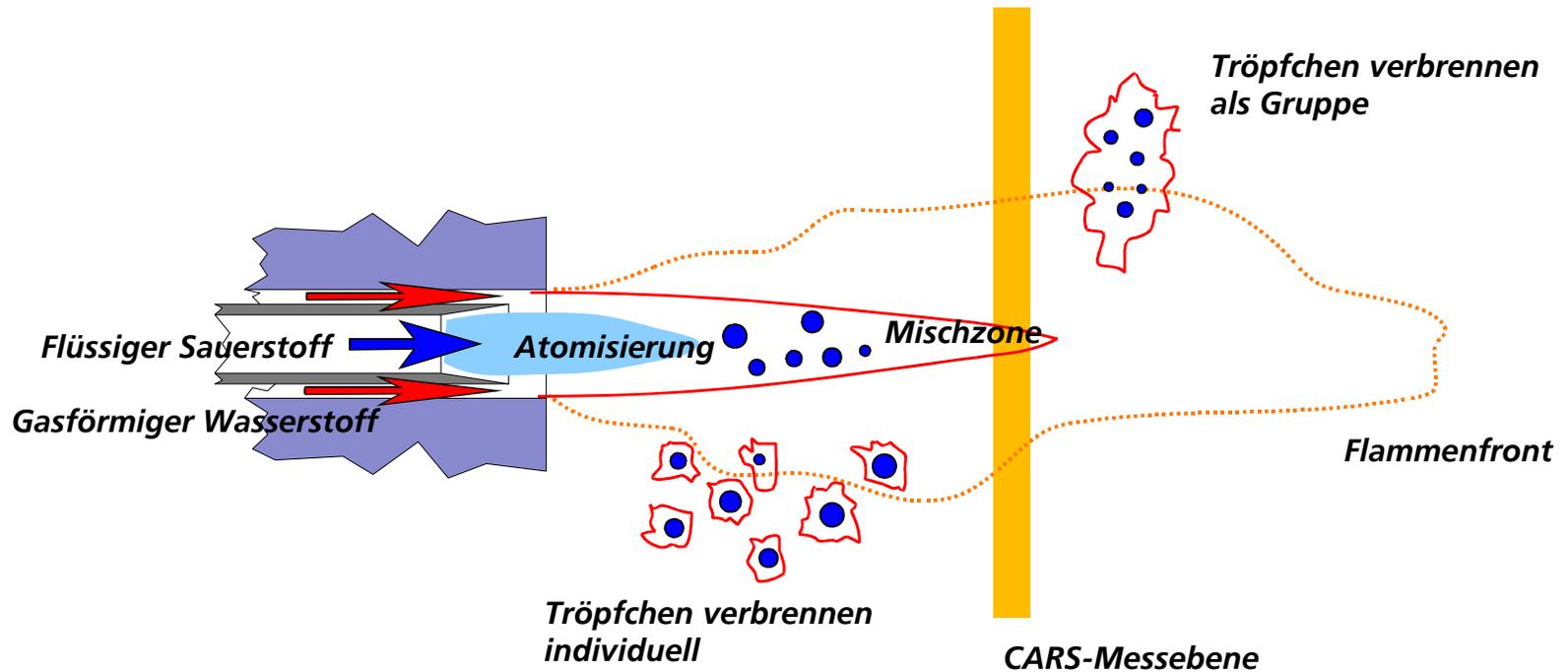


CARS-Thermometrie am Prüfstand P8

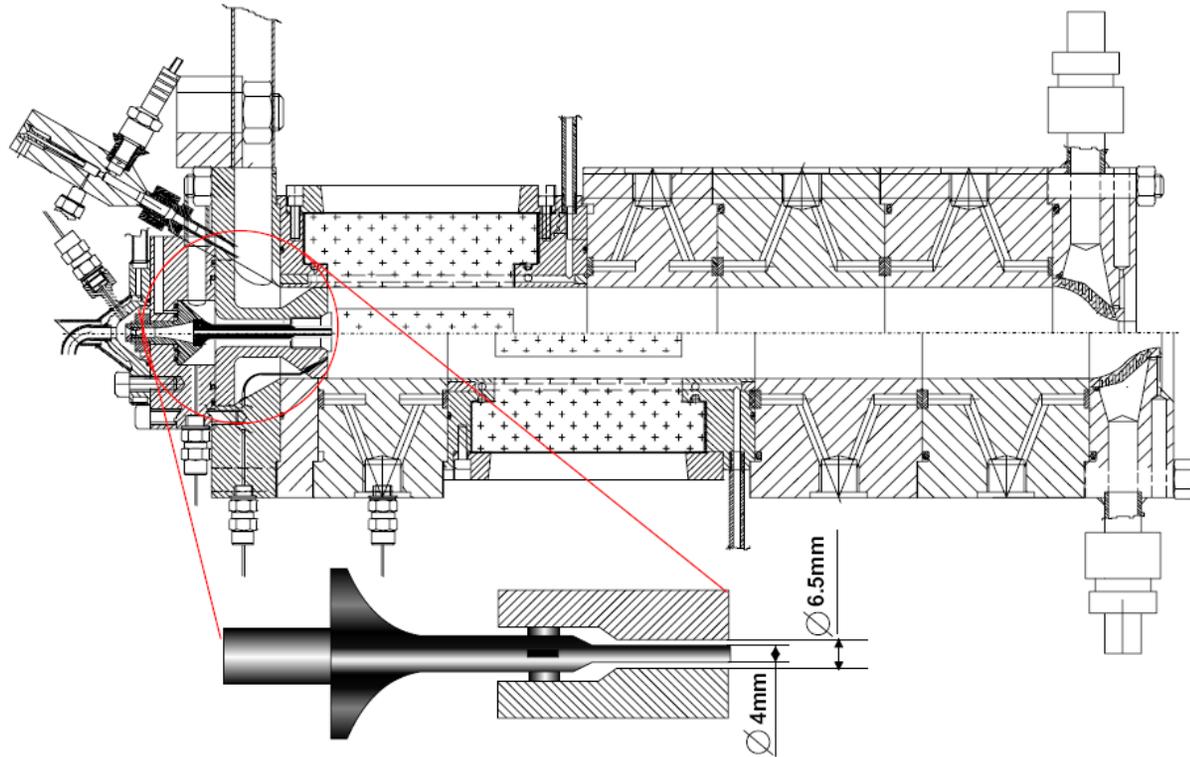
Walter Clauß, Dmitry Suslov, Michael Oswald

Motivation

- Kryogene Raketentriebwerke arbeiten mit LOX/GH₂-Verbrennung im überkritischen Druckbereich ($P_{\text{krit,O}_2} > 5,04 \text{ MPa}$).
- Zusammenhänge von Injektion, Atomisierung, Mischung, Verdampfung und Verbrennung noch weitgehend ungeklärt.

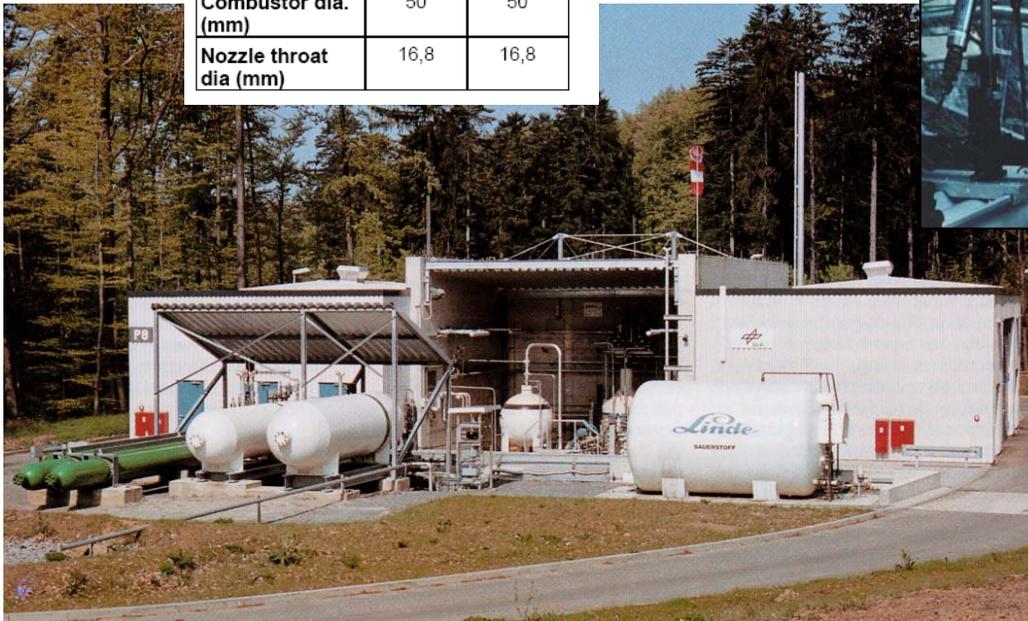
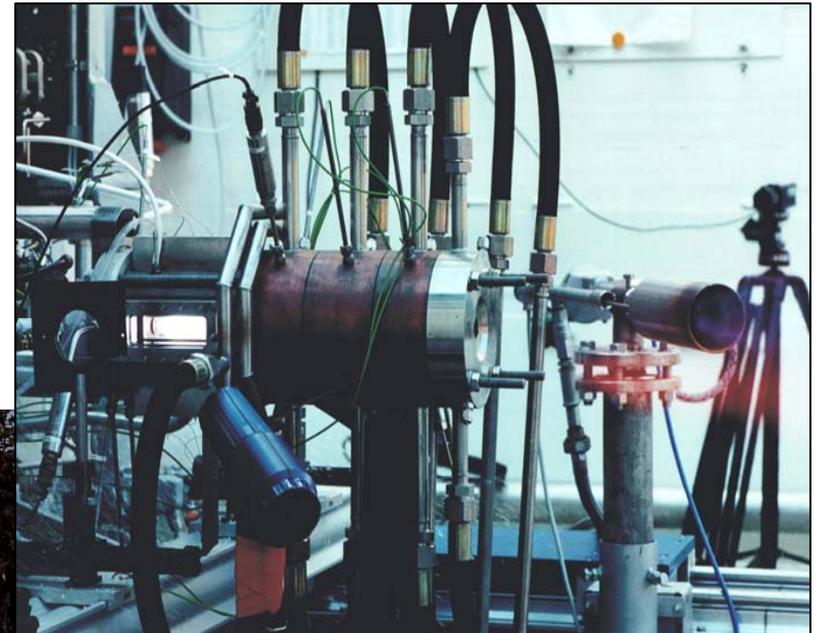


Wassergekühlte Experimental-Brennkammer (DLR-Modell C) mit Fenstermodul zur optischen Diagnostik



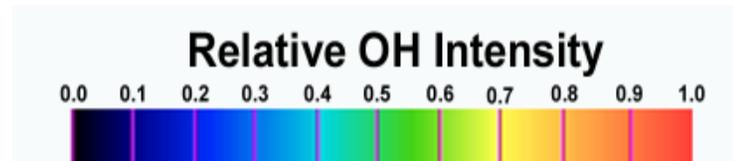
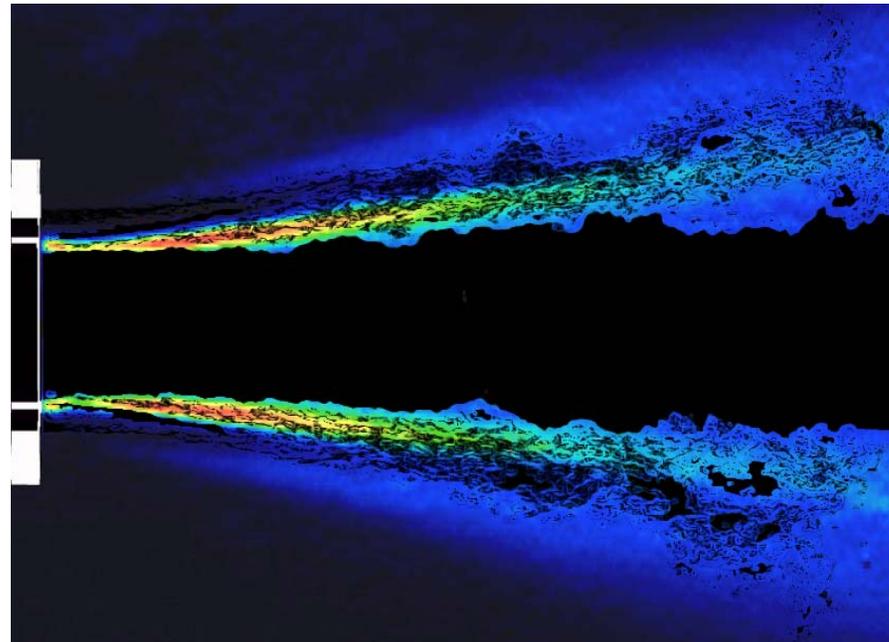
Prüfstand P8 mit Testlauf Brennkammer C

	Condition 1	Condition 2
Chamber Pressure (bar)	60	60
LOX Mass flowrate (kg/s)	0.3	0.3
LOX Temperature (K)	115	95
H2 Mass flow rate (kg/s)	0.06	0.06
H2 Temperature (K)	110-115	60-65
Combustor Length (mm)	430	430
Combustor dia. (mm)	50	50
Nozzle throat dia (mm)	16,8	16,8



Bildgebende optische Diagnostik

Simultane Aufnahme von Schattenbildern und OH-Emission bei 306nm.
OH-Bilder werden entabelt.

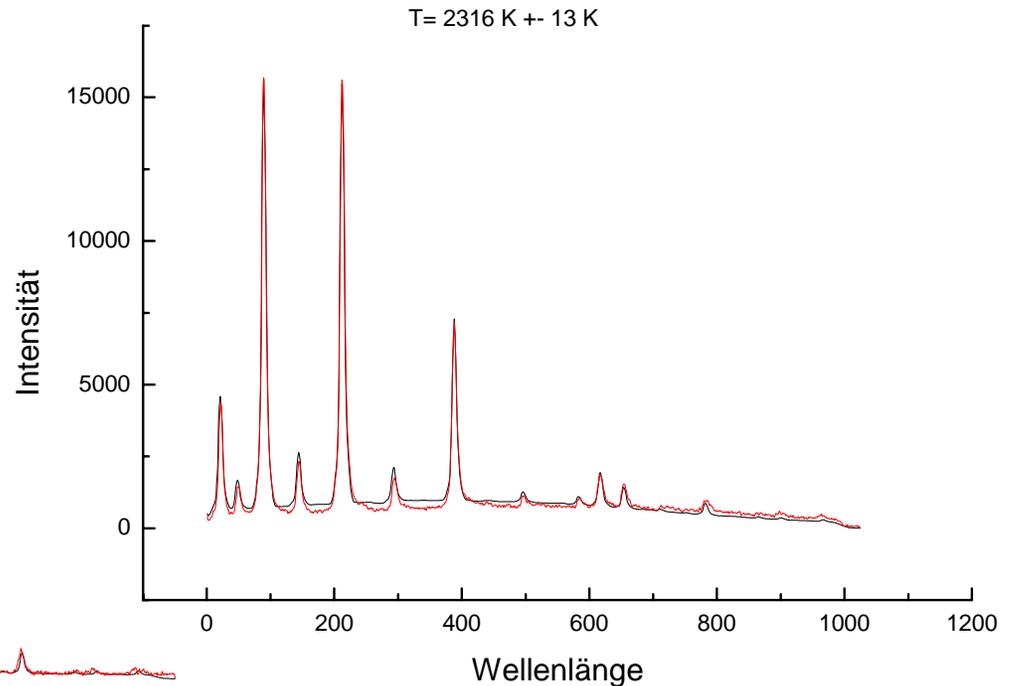
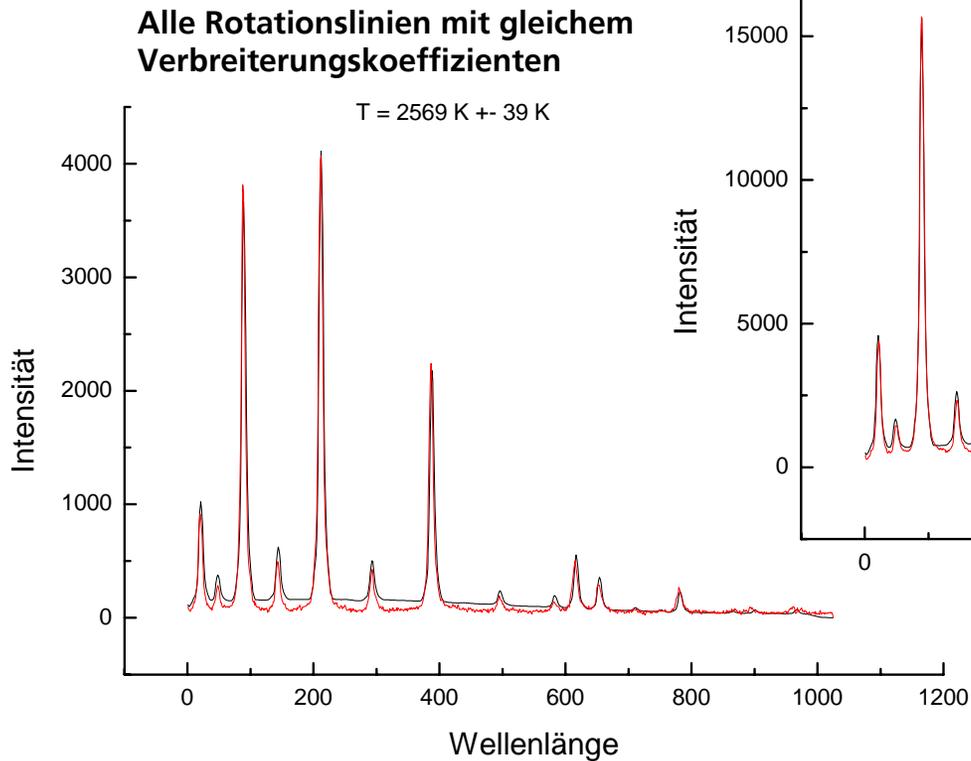


Strömung am Injektor der
Brennkammer C bei 4,5 MPa.

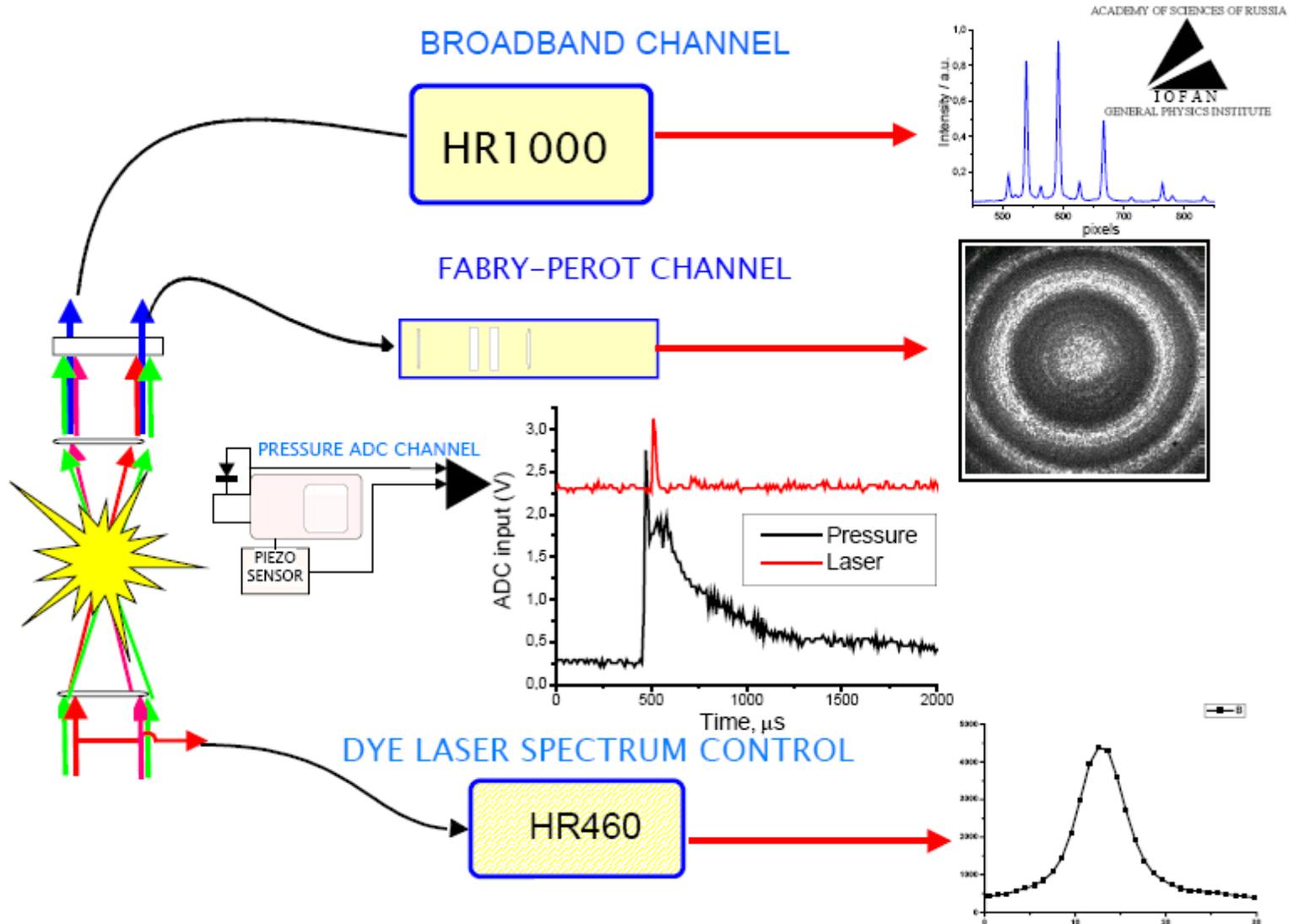
Wasserstoff-CARS an Brennkammer C

Linienverbreiterung durch Stöße mit Wassermolekülen

Rotationslinien mit quantenzahlabhängigen
Verbreiterungskoeffizienten

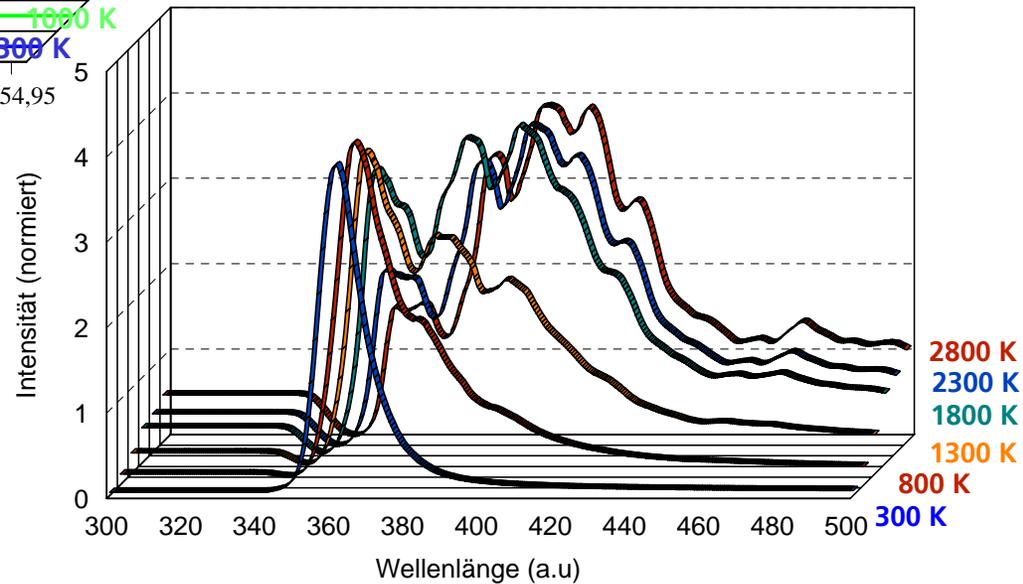
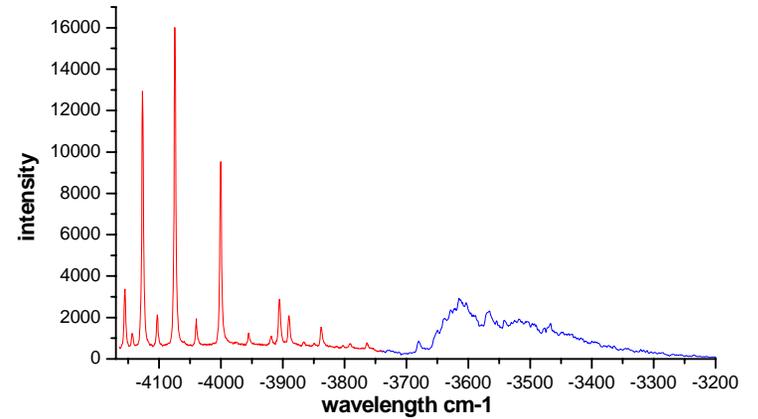
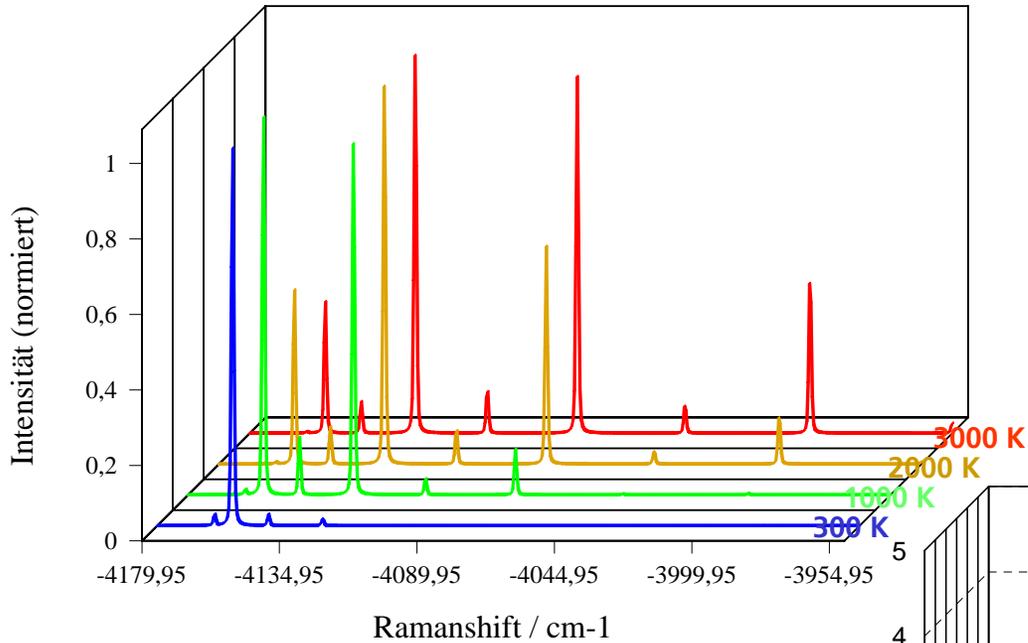


Ermittlung von Verbreiterungskoeffizienten für Wasserstoff-Rotationslinien

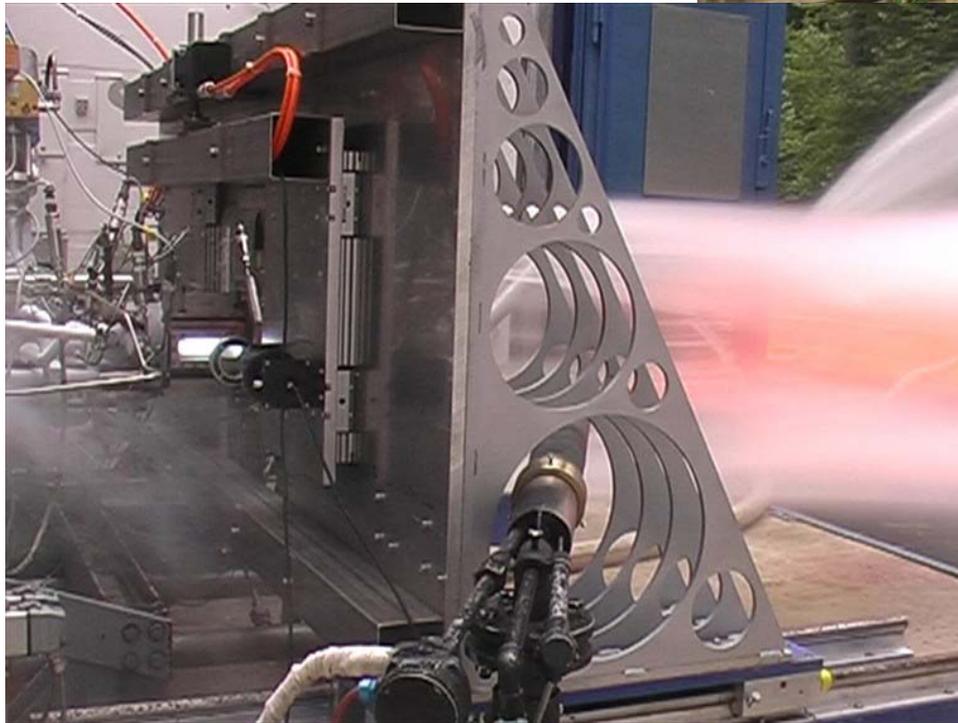
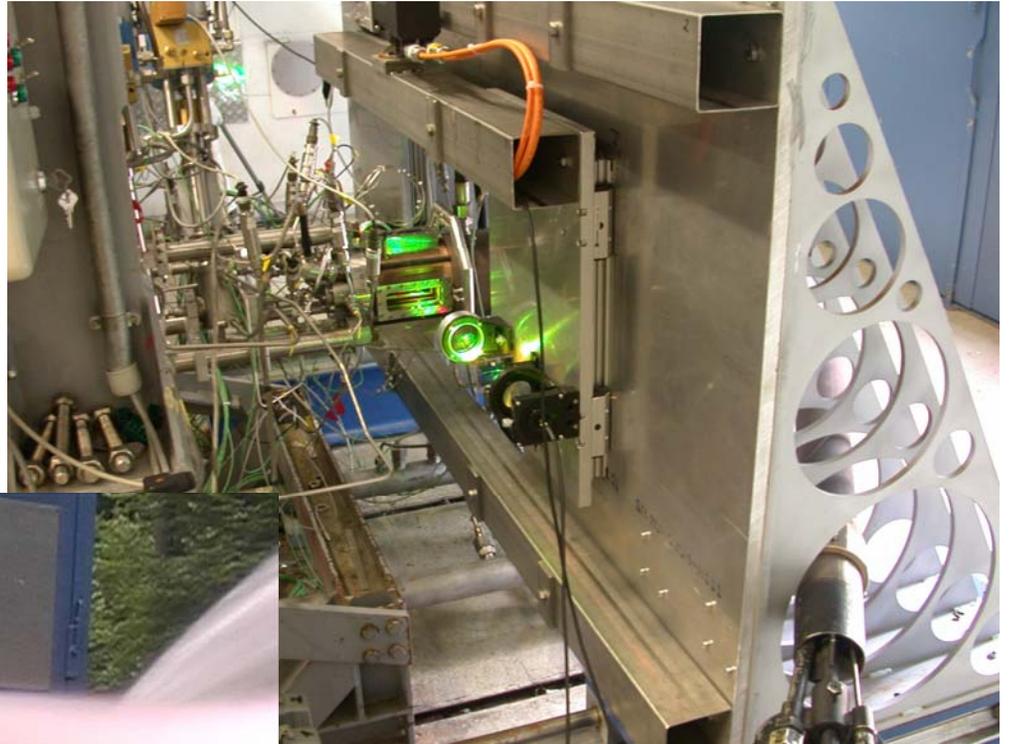


CARS an Wasserstoff und Wasser

Temperaturempfindlichkeit

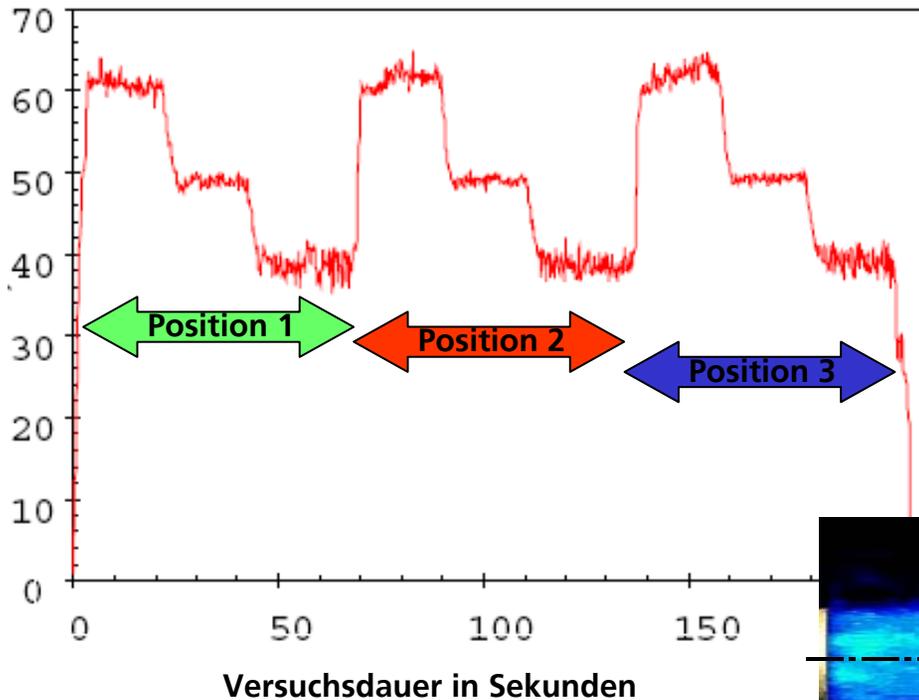


Traversiereinrichtung an P8

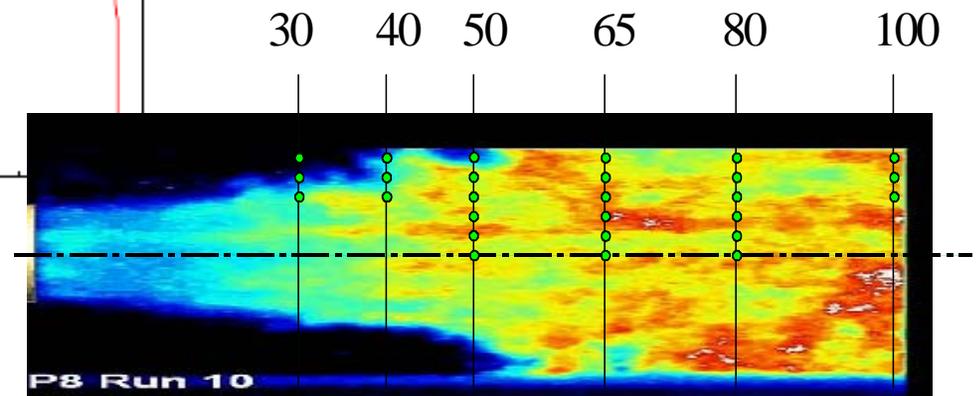


CARS-Meßkampagne an Brennkammer C, Sommer 2005

Brennkammerdruck in bar

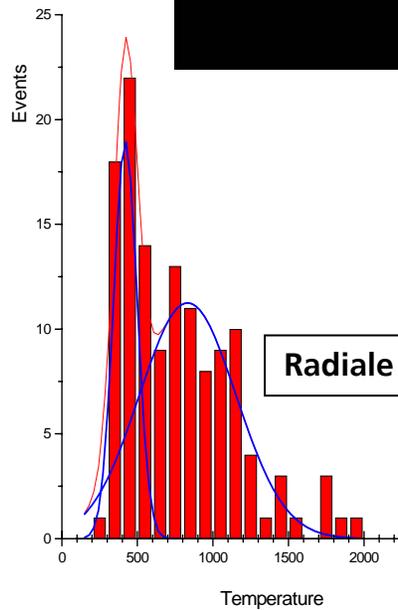
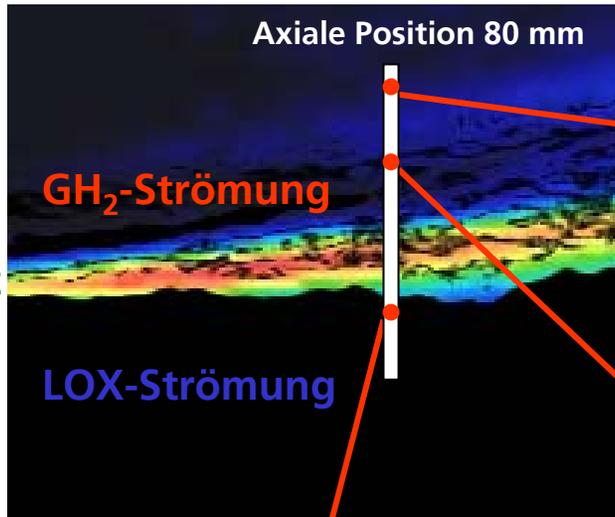


Messung an 3 radialen Positionen des Messvolumens und an drei Druckstufen der Brennkammer in einem Versuchslauf von 200 Sekunden Dauer. Insgesamt 27 Messpunkte.

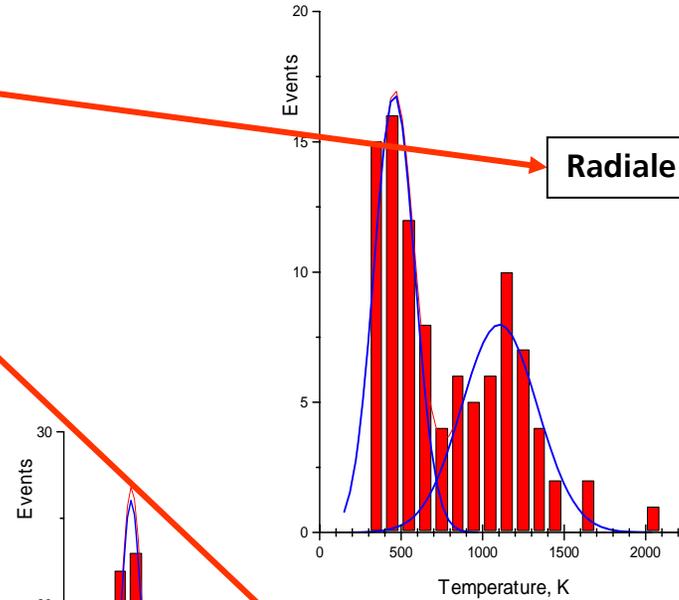


CARS-Meßkampagne an Brennkammer C

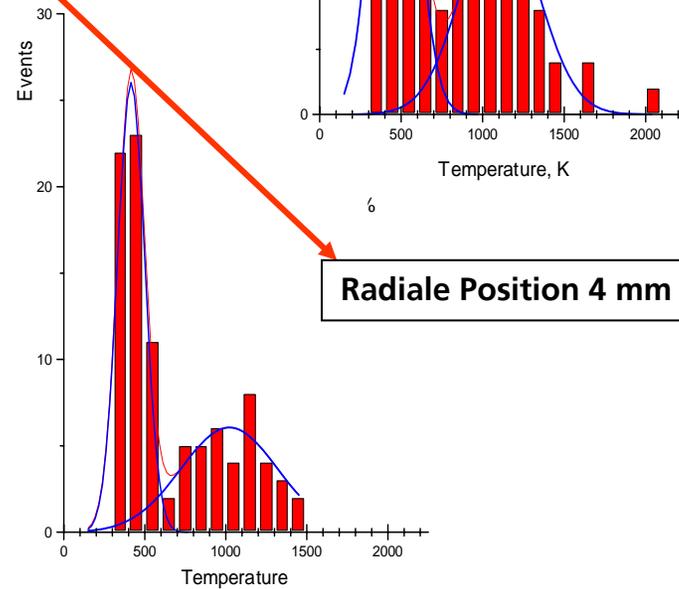
Scherschicht



Radiale Position 2 mm



Radiale Position 6 mm



Radiale Position 4 mm



Die Treibstoffkombination Methan/LOX

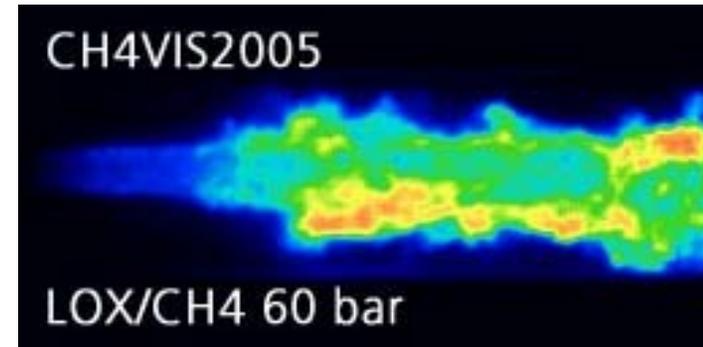
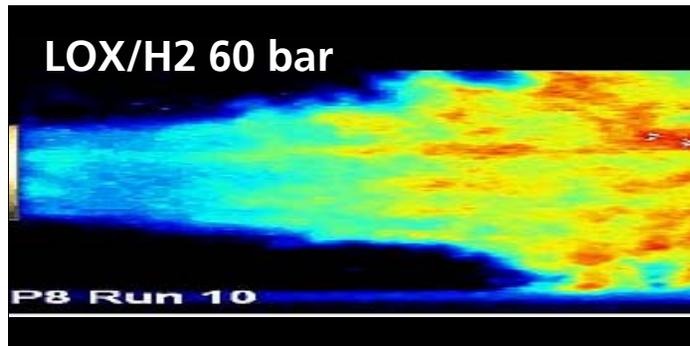
ROF 3.4
Brennkammerdruck 3,8-7 MPa
Temperatur LOX 120 K
Temperatur CH4 270 K
Momentum Flux Ratio J 1.3-20
Velocity Ratio VR 5-25

$$VR = \frac{v_{fuel}}{v_{oxidizer}} \quad J = \frac{(\rho v^2)_{fuel}}{(\rho v^2)_{oxidizer}}$$

	Sauerstoff	Wasserstoff	Methan
Molmasse [kg/kmol]	31.9988	2.01594	16.0428
Normal Boiling Point [K]	90.1878	20.2769	111.667
Tripelpunkt [K]	54.361	13.8	90.6941
Krit. Temperatur [K]	154.581	32.938	190.564
Krit. Druck [bar]	50.43	12.8377	45.992

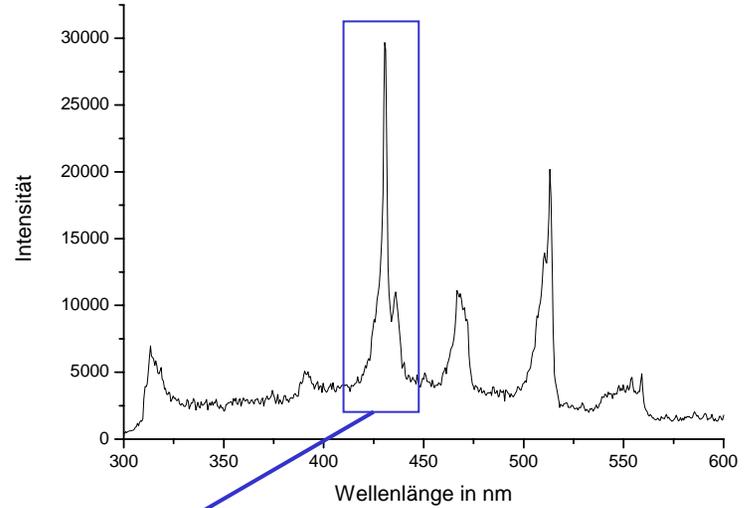
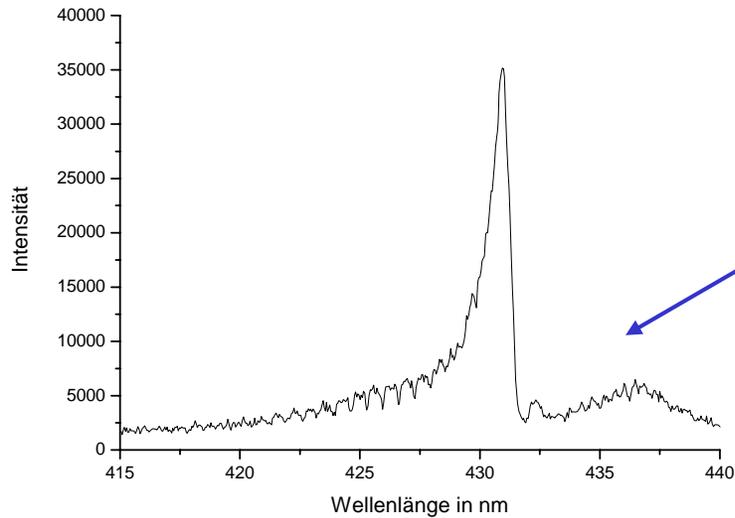
Strömungsvisualisierung

OH-Imaging mit bildverstärkter Kamera
UV-Nikkor-Objektiv
Interferenzfilter bei 306 nm

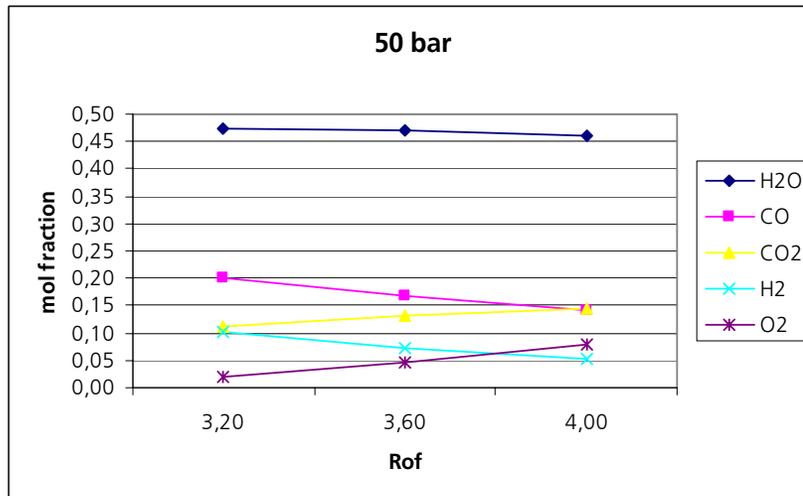
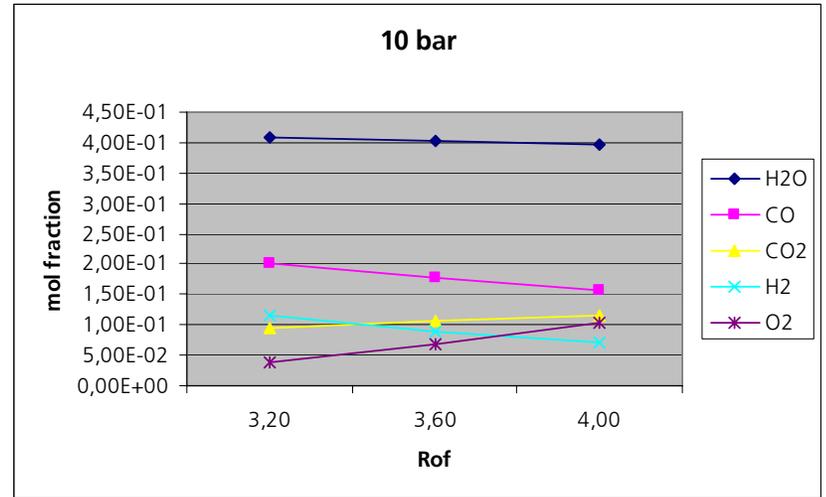
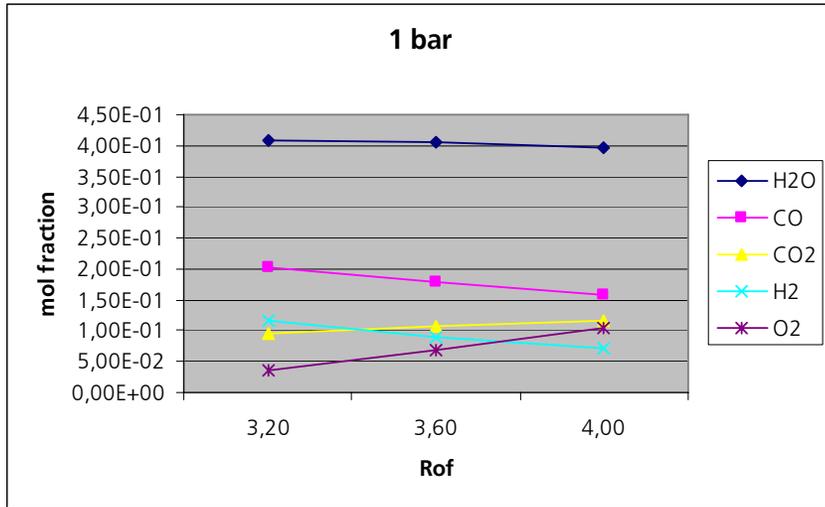


Chemolumineszenz einer Methan-Sauerstoff-Flamme bei 1 MPa

Visualisierung von OH (306nm) und CH (430nm) möglich



Konzentration von Verbrennungsprodukten Methan-Sauerstoff-Flamme



Methan-CARS bei 900K und 1 MPa

