

Bayerisches Zentrum für
Angewandte Energieforschung e.V.

Messapparatur zur Bestimmung der infrarot- optischen Eigenschaften von Gasen unter extremen Bedingungen

M. Zipf, T. Stark, M. Arduini, J. Manara, J. Hartmann, H.-P. Ebert

MIT SONNE UND VERSTAND.

© ZAE Bayern



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

- **Motivation**
- **Messapparatur für Gase bei hohen Drücken und Temperaturen**
- **Bisher erzielte Ergebnisse**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

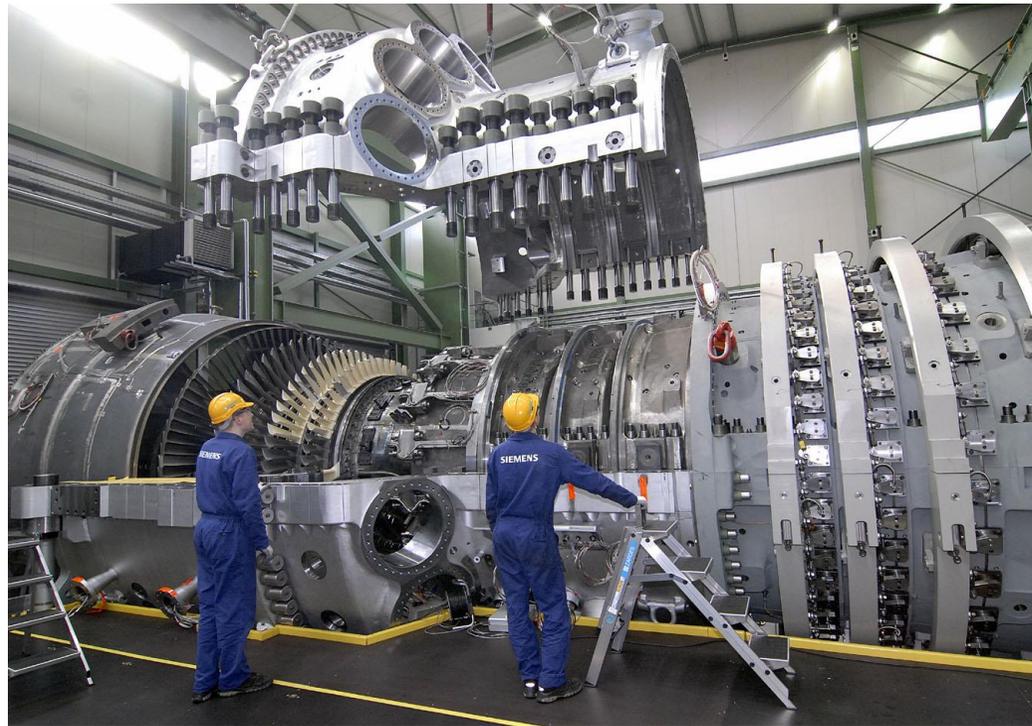
STATIONÄRE GASTURBINE

EU-Projekt **STARGATE**:

Sensors towards advanced
Monitoring and Control of
Gas Turbine Engines

Ziel:

Exakte Temperaturmessung in stationären Gasturbinen zur Optimierung der Betriebsparameter zur Steigerung des Wirkungsgrades



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

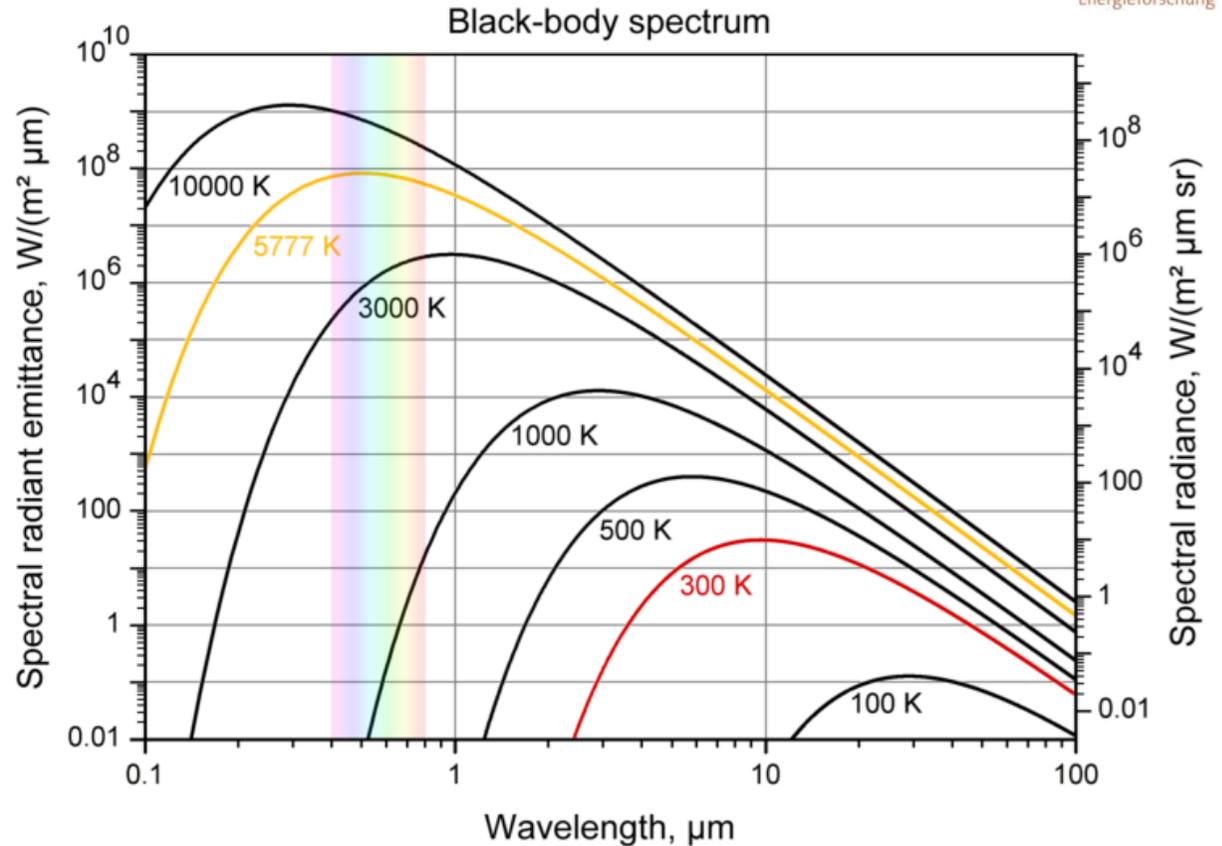
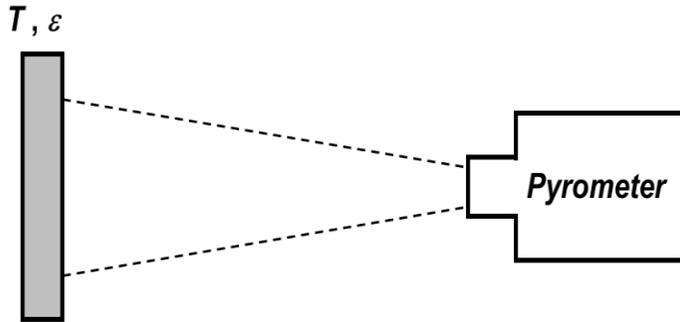
Wirkungsgrad Joule-Kreisprozess:

$$\eta_{Joule} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

BERÜHRUNGSLOSE TEMPERATURMESSUNG



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



Emissionsgrad ε bekannt



Ermittlung der Temperatur möglich

Temperatur T bekannt

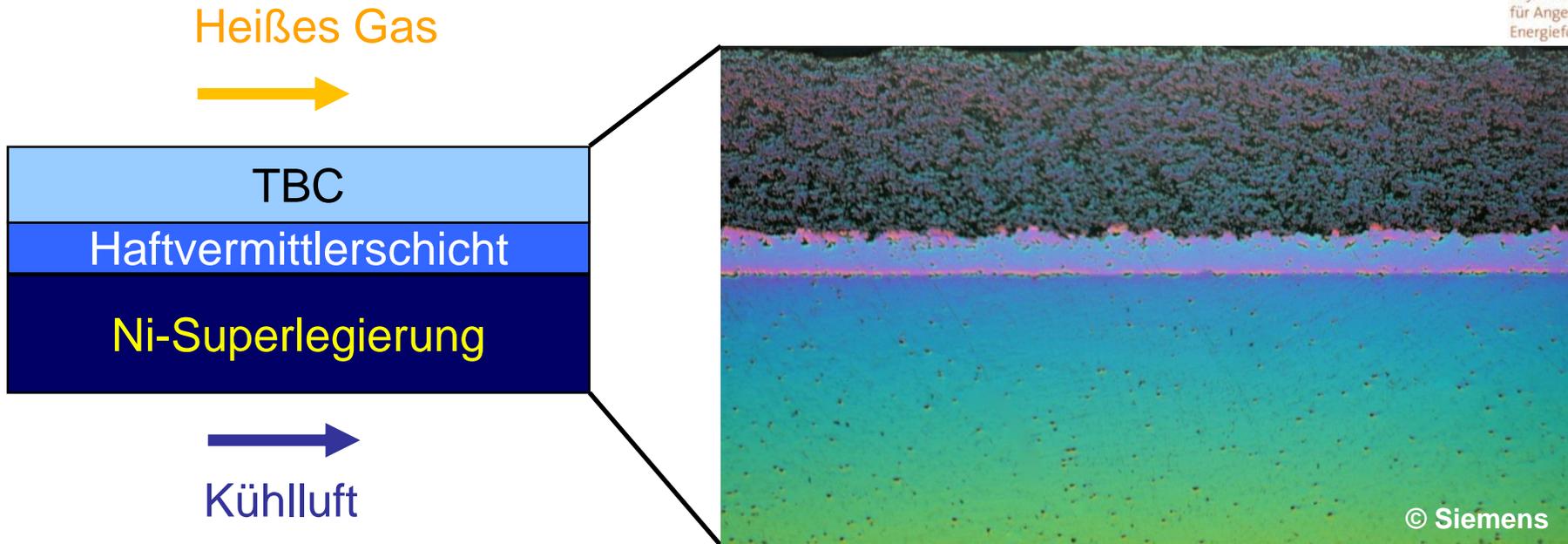


Ermittlung des Emissionsgrades möglich

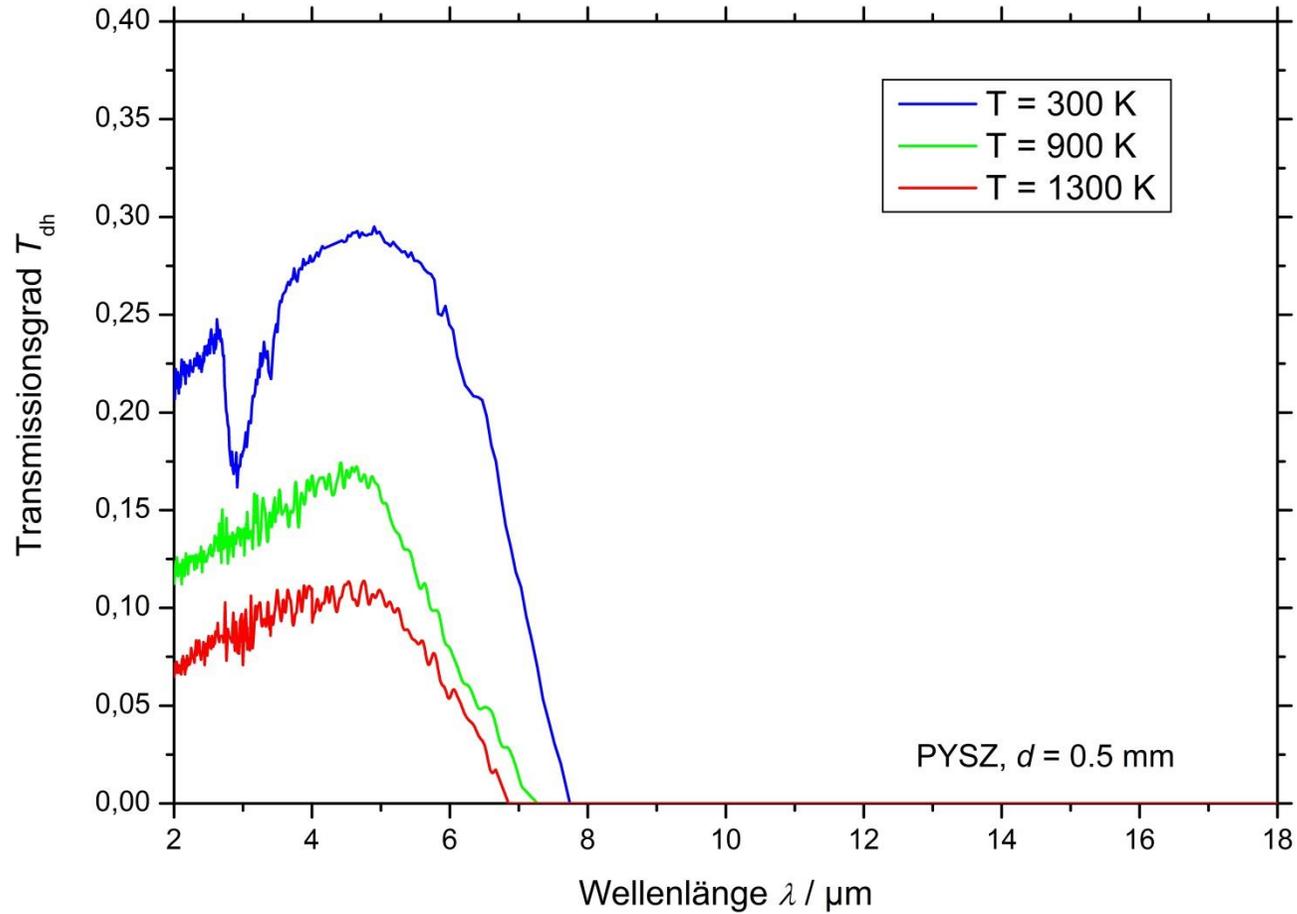
THERMAL BARRIER COATING (TBC)



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD EINER FREI STEHENDEN TBC-PROBE

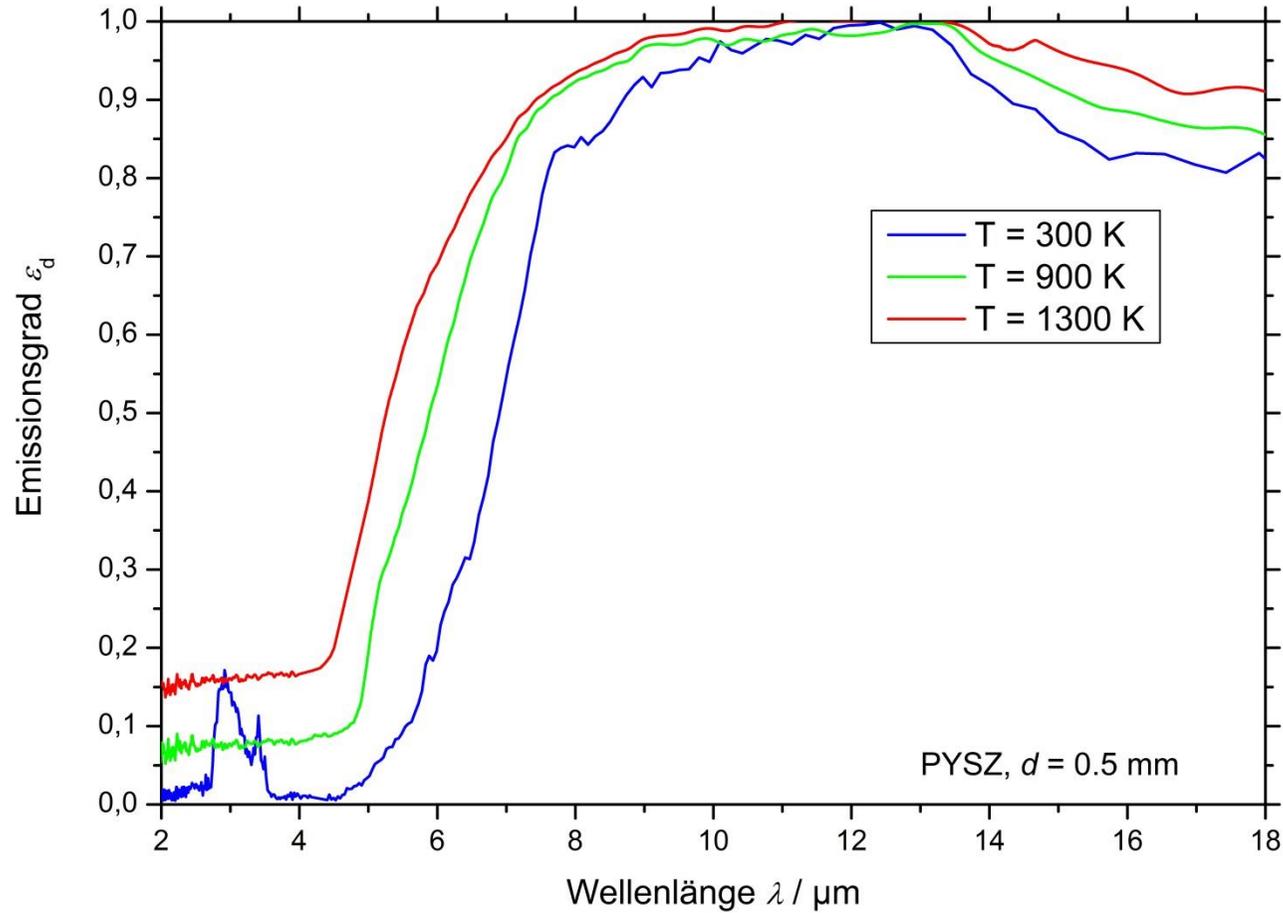


EMISSIONSGRAD EINER FREI STEHENDEN TBC-PROBE



ZAE BAYERN

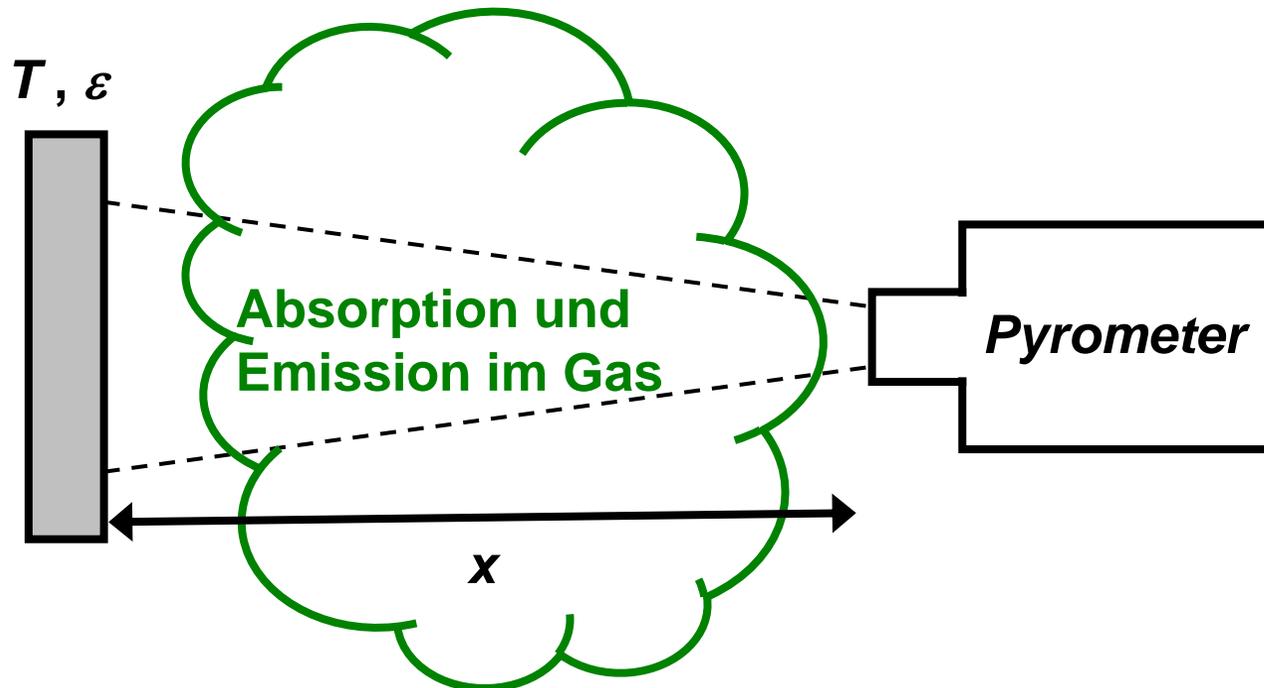
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



BERÜHRUNGSLOSE TEMPERATURMESSUNG



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



$$i_{\text{meas}}(T) = i_{\text{surface}}(T, T_{\text{gas}}, T_a, \varepsilon, x) \cdot \tau_{\text{gas}}(T_{\text{gas}}, x) + \varepsilon_{\text{gas}}(T_{\text{gas}}, x) \cdot i_{\text{bb}}(T_{\text{gas}})$$

TRANSMISSIONSSPEKTRUM DES HEIßEN VERBRENNUNGSGASES

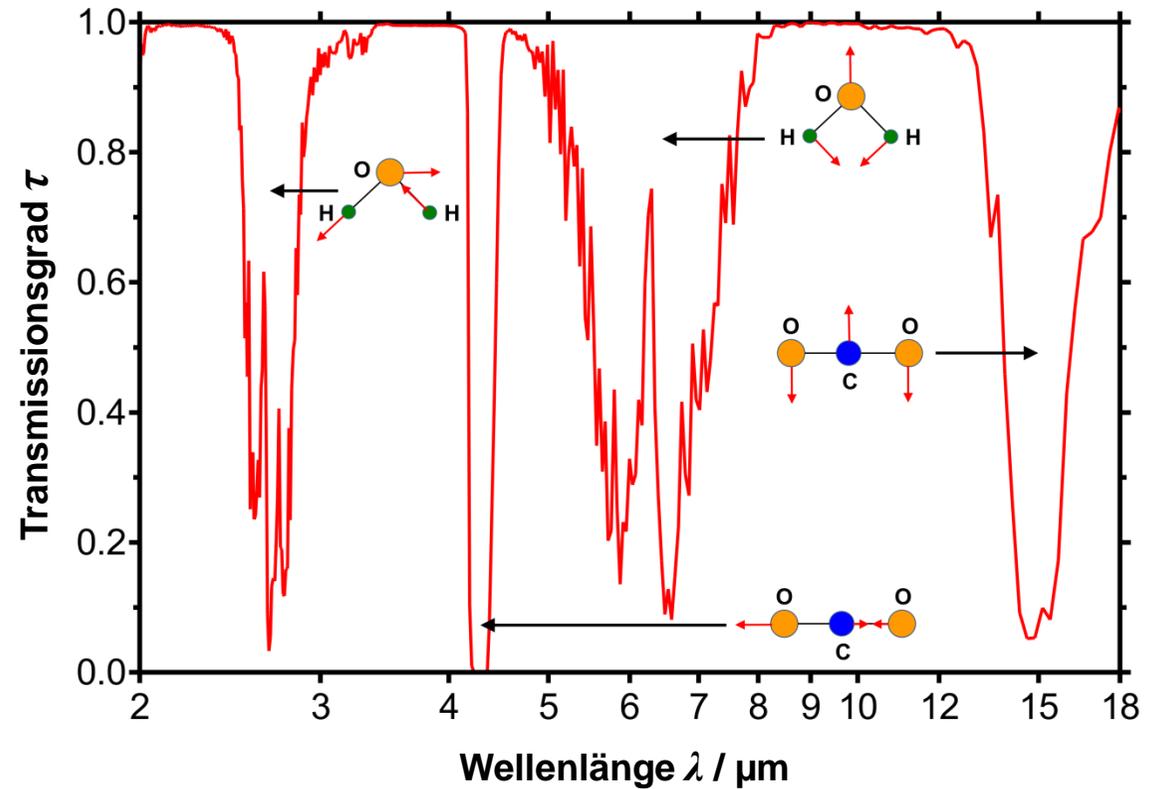


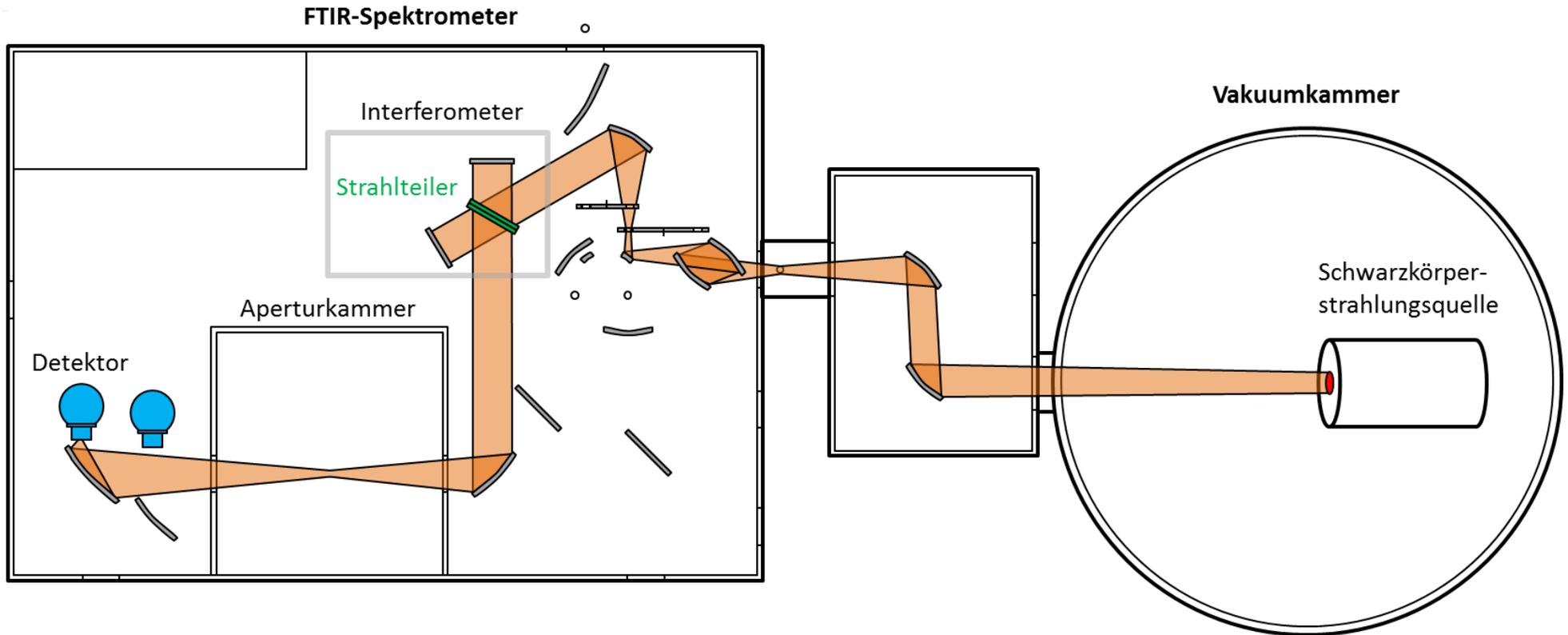
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

Verbrennungsgas

- Temperatur $T = 1300 \text{ °C}$
- Druck $p = 13 \text{ bar}$

Gas	Anteil
N_2	75 %
O_2	10 %
H_2O	10 %
CO_2	5 %



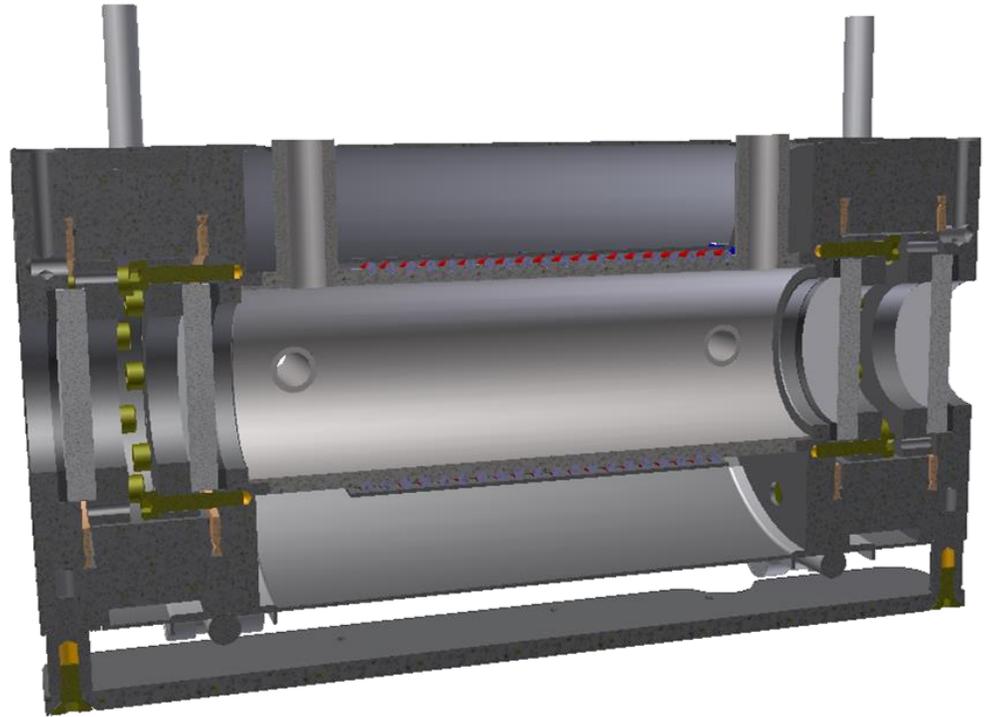


GAS-TRANSMISSIONS-ZELLE



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

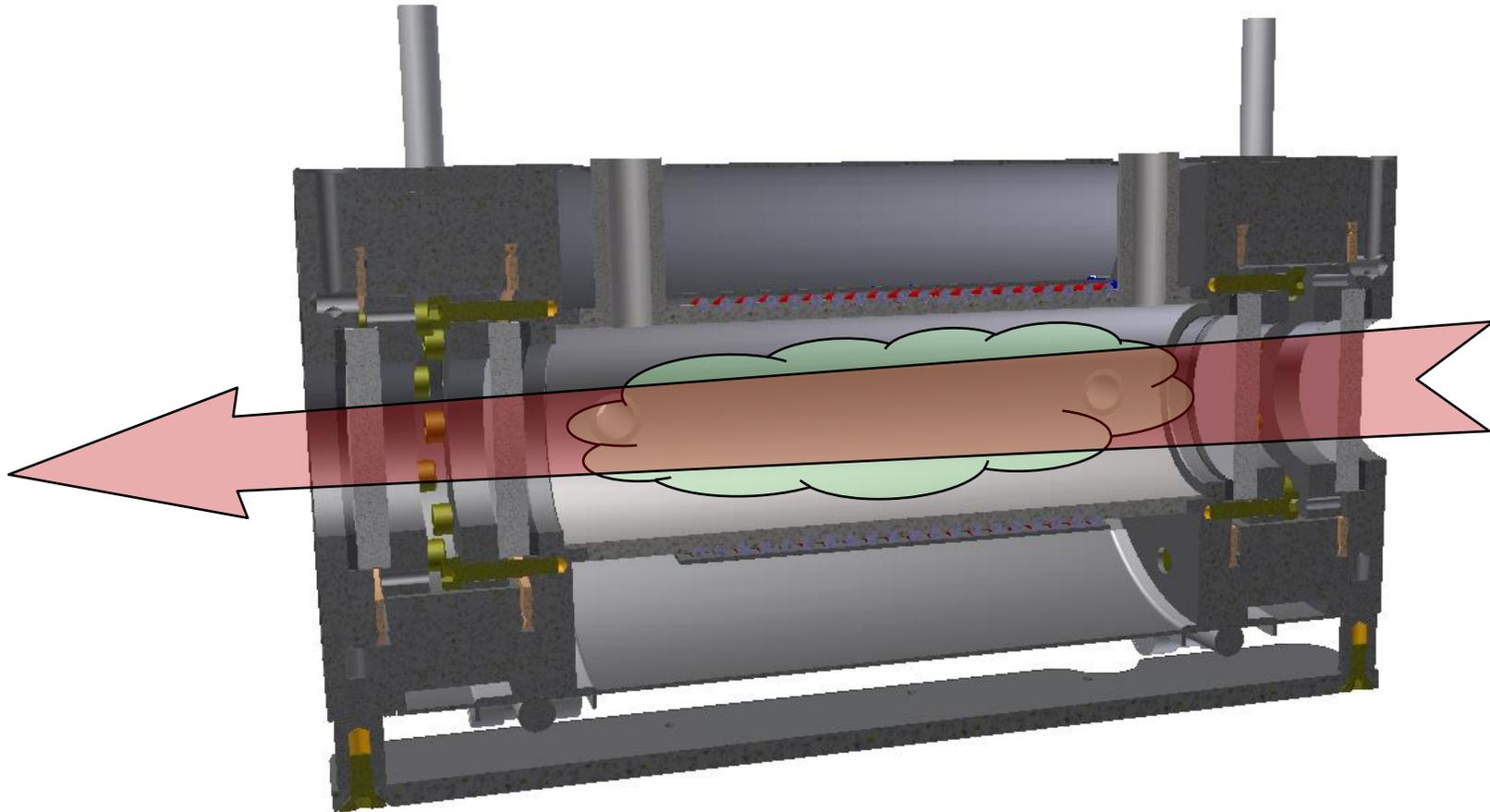


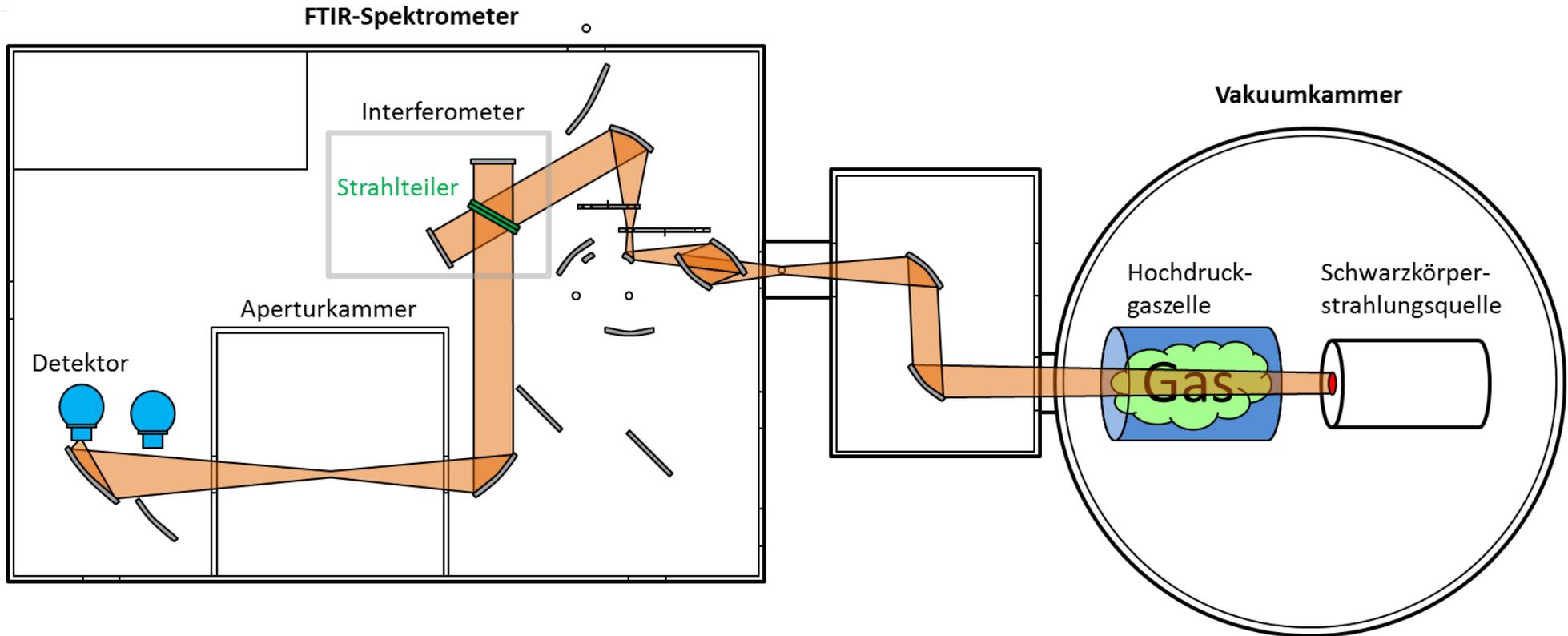
GAS-TRANSMISSIONS-ZELLE

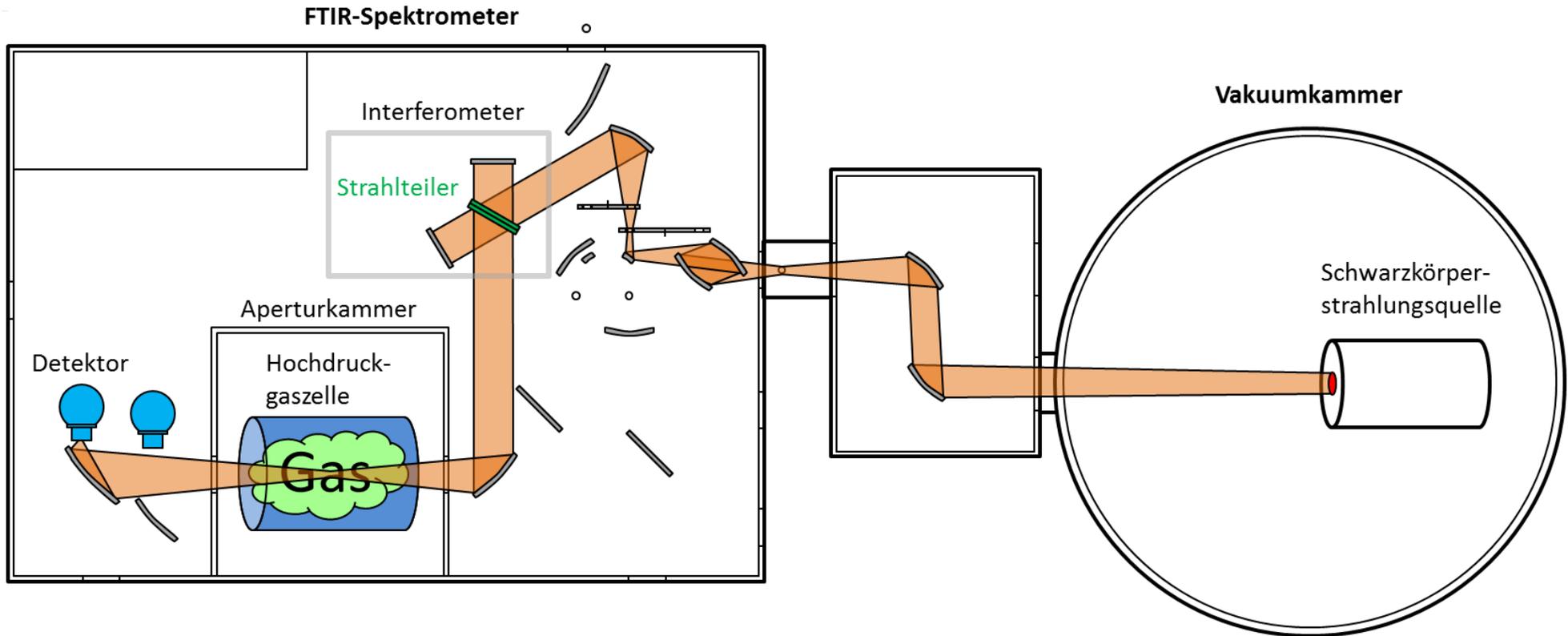


ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



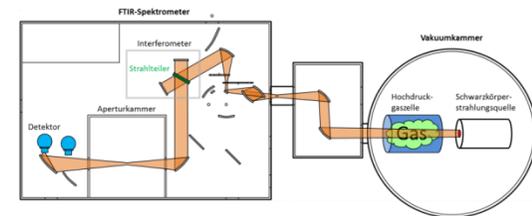
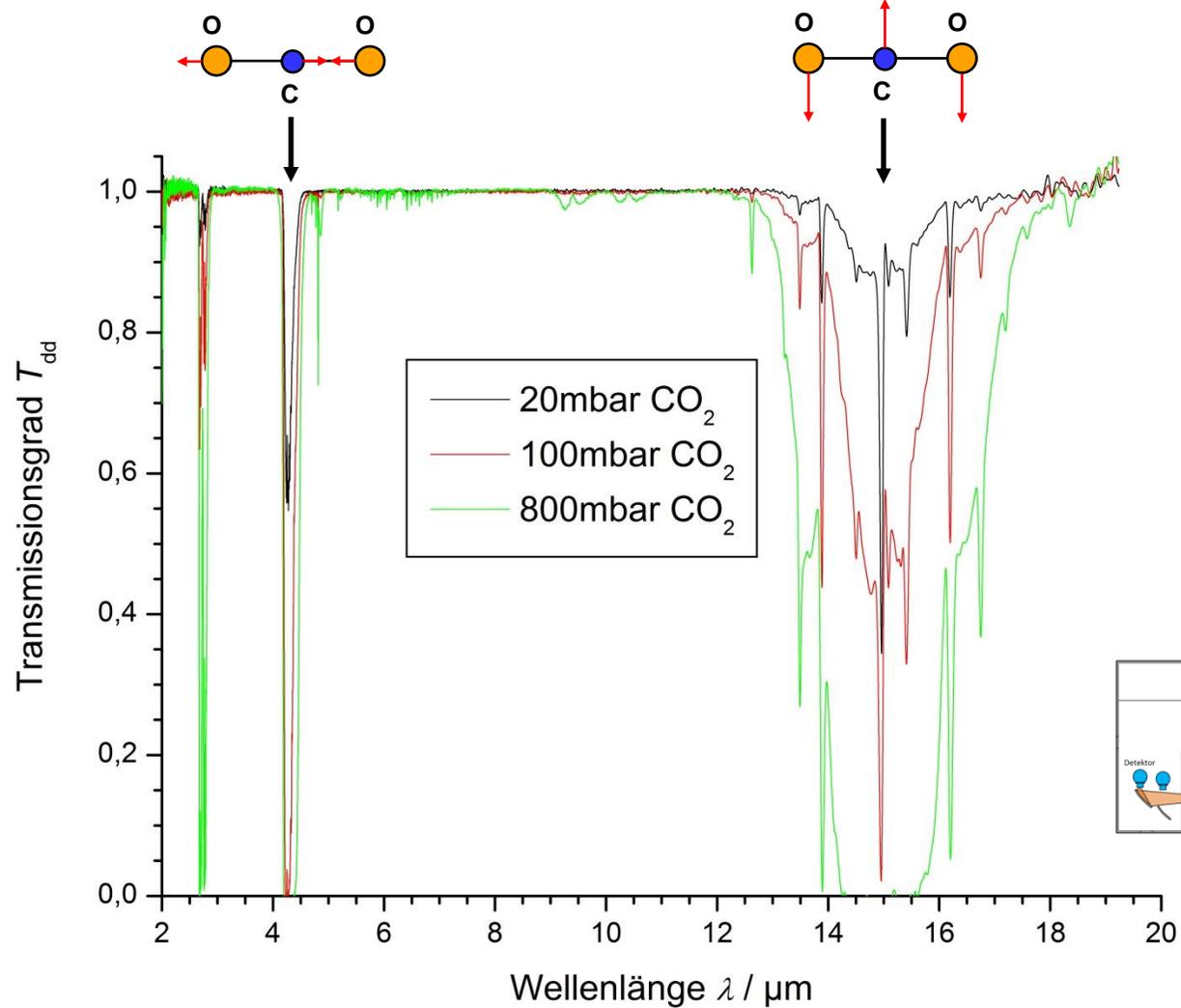




TRANSMISSIONSGRAD VON KOHLENSTOFFDIOXID (CO₂)



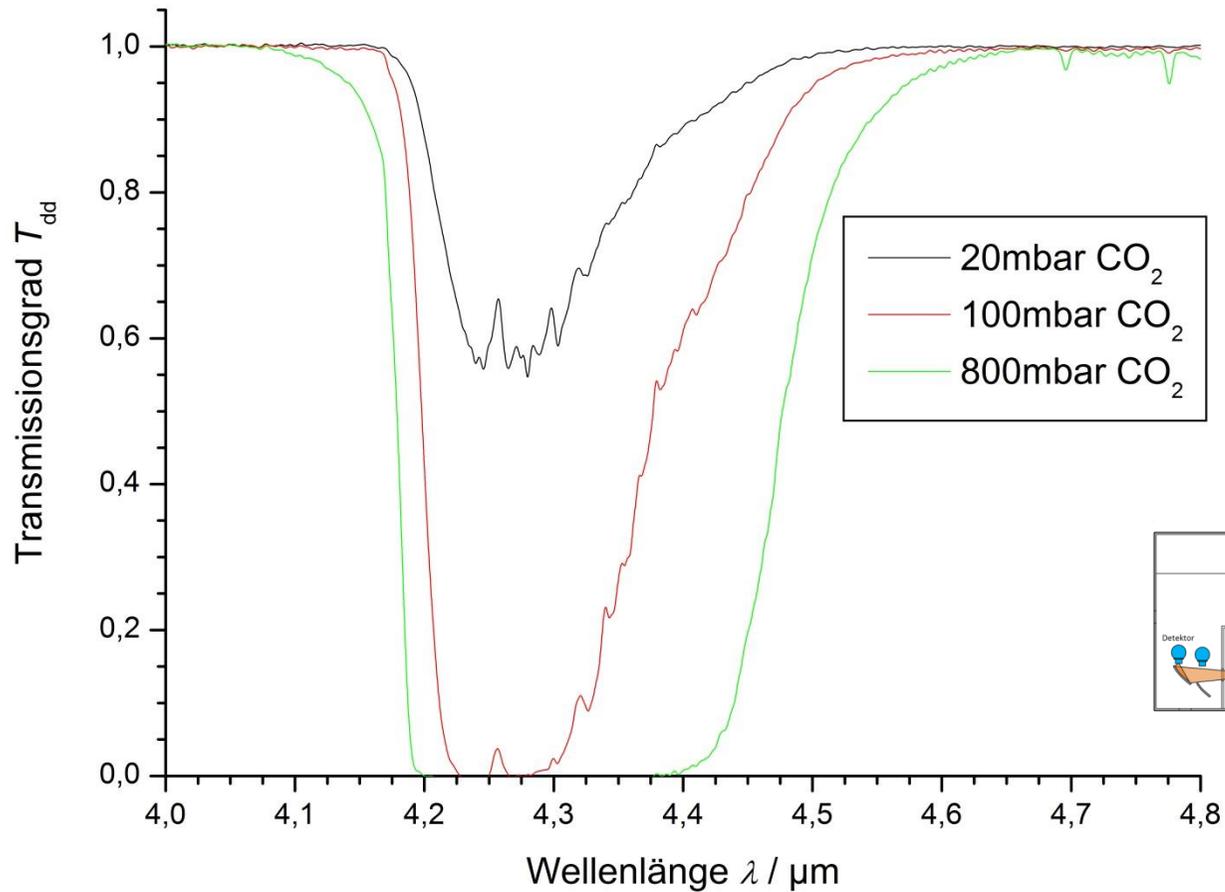
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD VON KOHLENSTOFFDIOXID (CO₂)



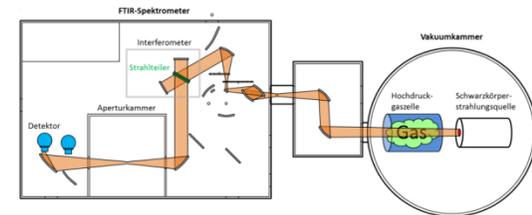
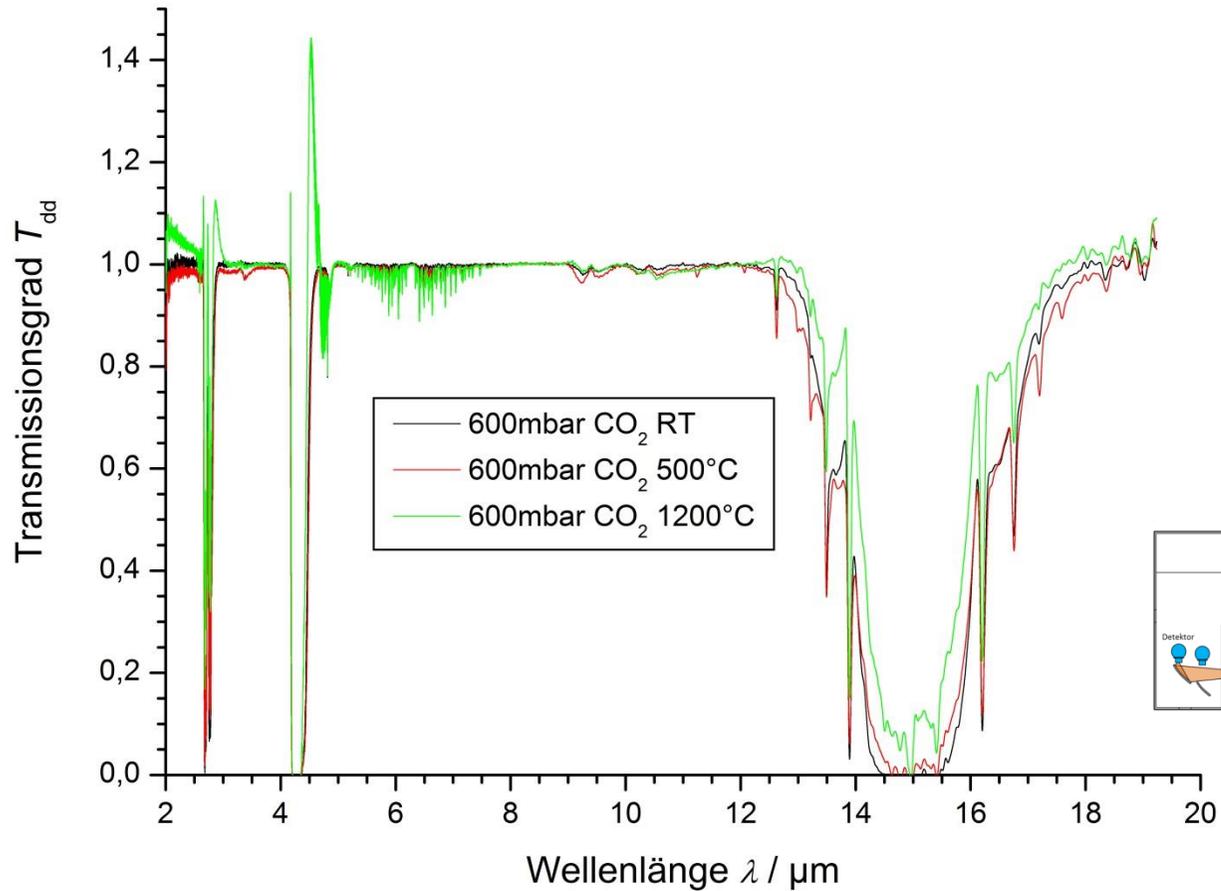
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD VON KOHLENSTOFFDIOXID (CO₂)



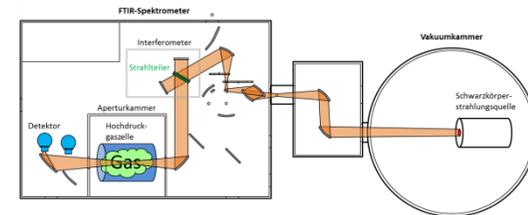
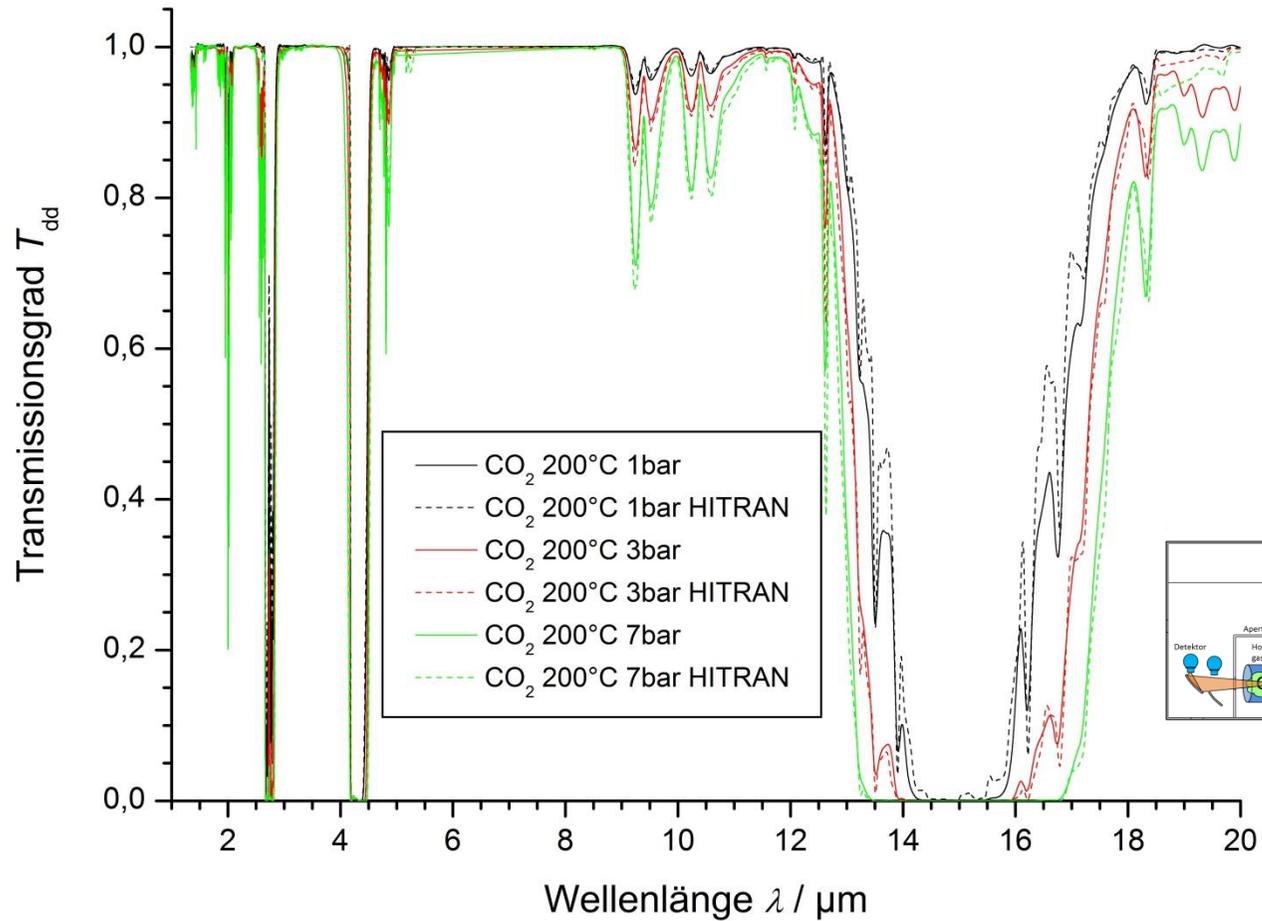
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD VON KOHLENSTOFFDIOXID (CO₂)



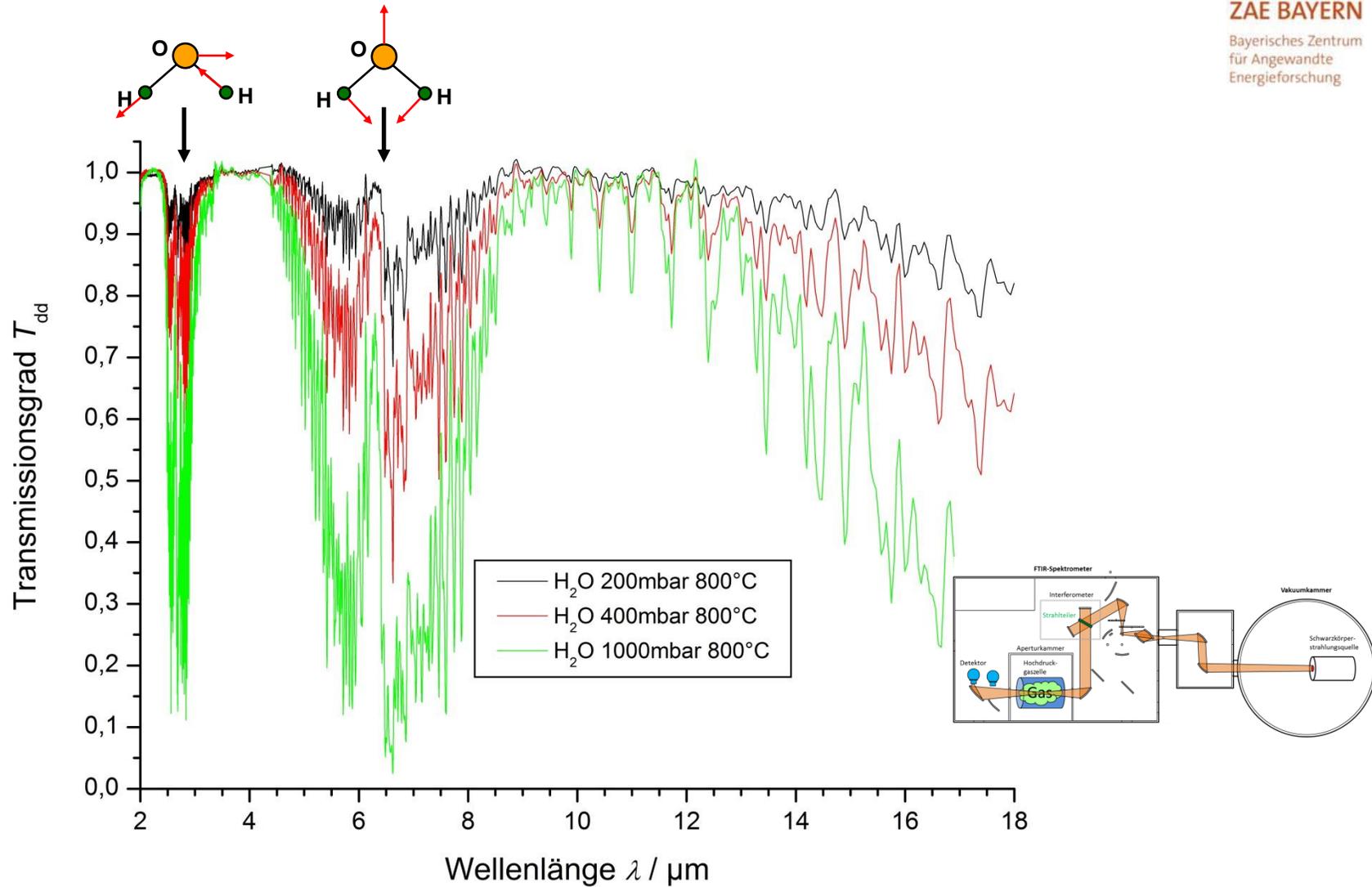
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD VON WASSERDAMPF (H₂O)



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

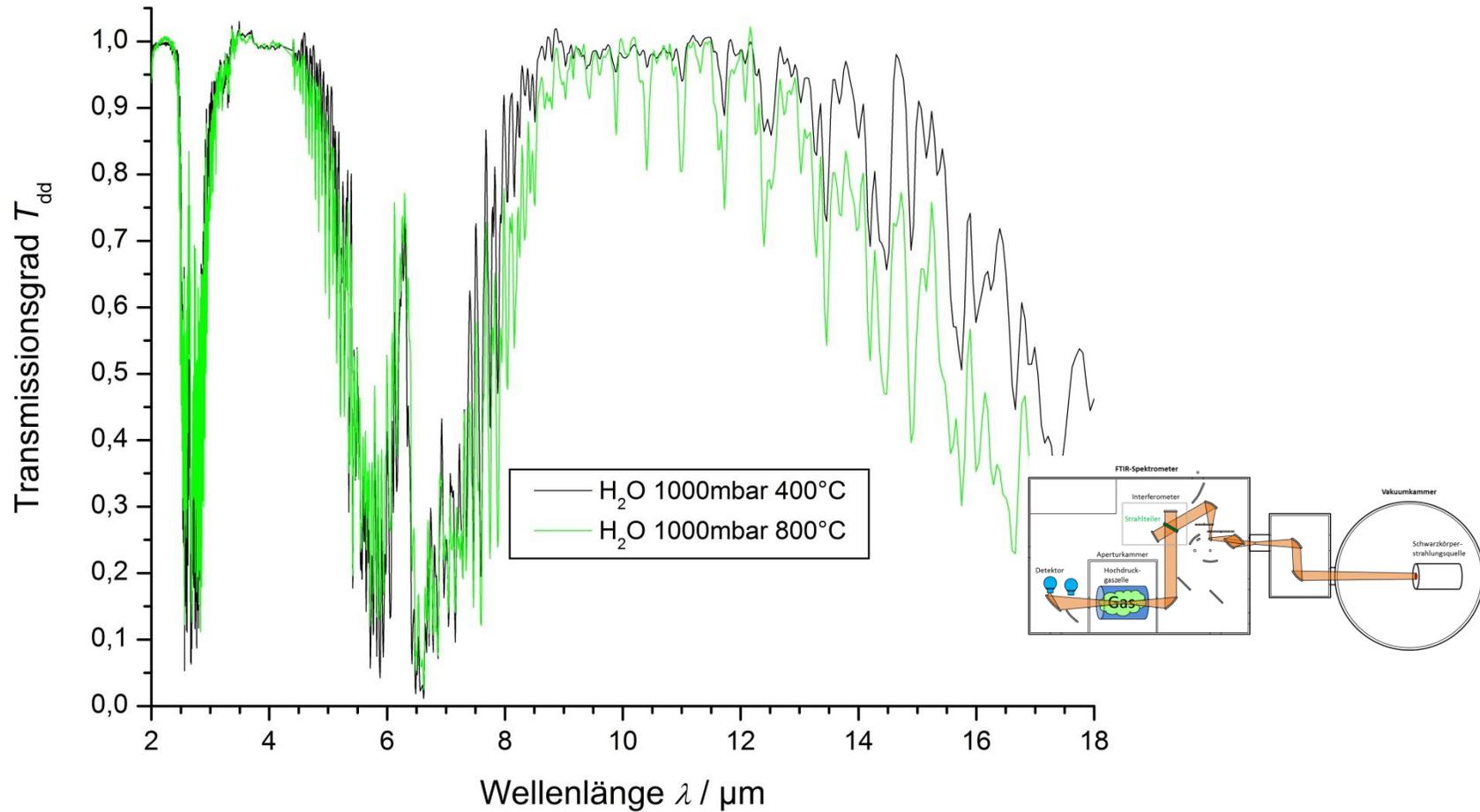


TRANSMISSIONSGRAD VON WASSERDAMPF (H₂O)



ZAE BAYERN

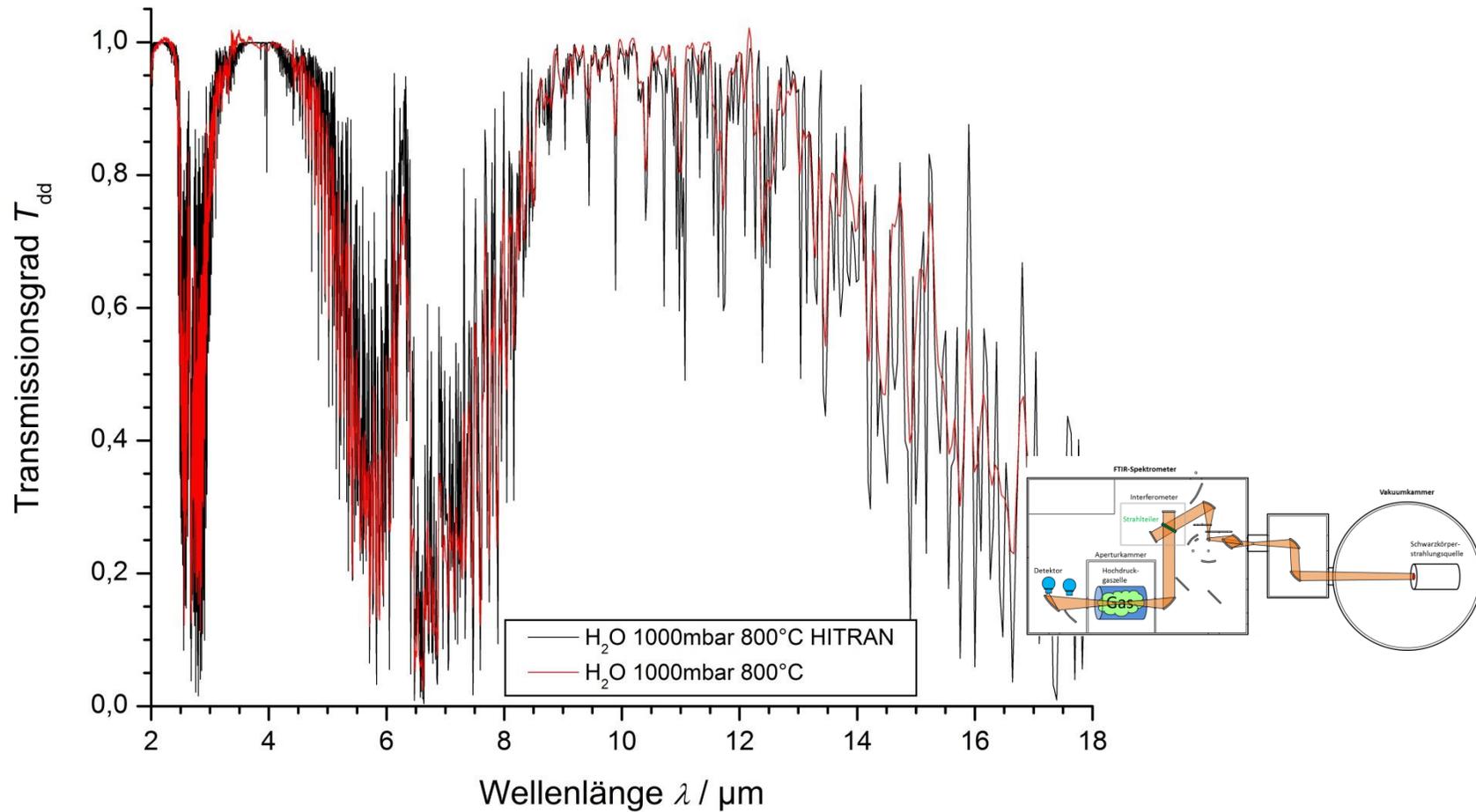
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



TRANSMISSIONSGRAD VON WASSERDAMPF (H₂O)



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung



Bestimmung IR-optischer Eigenschaften von Heiß-Gasen

- Erforderlich für Pyrometrie an Turbinenschaufeln im Betrieb
- Messzelle zur Ermittlung von Heiß-Gas Einflüssen aufgebaut
- Messfenster bei $10\mu\text{m}$ auch bei hohen Temperaturen noch vorhanden
- Nutzung der Ergebnisse zur Gas-Temperatur-Messung möglich

Weiterentwicklung der Messapparaturen / zukünftige Messvorhaben

- Erweiterung der Gastransmissionsmesszelle für höhere Temperaturen
- Steigerung der Spektralen Auflösung der gemessenen Spektren
- Untersuchung weiterer Gase und Gasgemische
- Weitere Untersuchungen zur Gas-Temperatur-Messung

Danke

MIT SONNE UND VERSTAND.

© ZAE Bayern



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung