



H2Sensor4Quality

Entwicklung eines optischen Wasserstoffsensors zur präventiven Qualitätssicherung des Energiesystems Brennstoffzelle

H2-Kolloquium Baden-Württemberg | 04.-05. Juni 2024, Baden-Baden



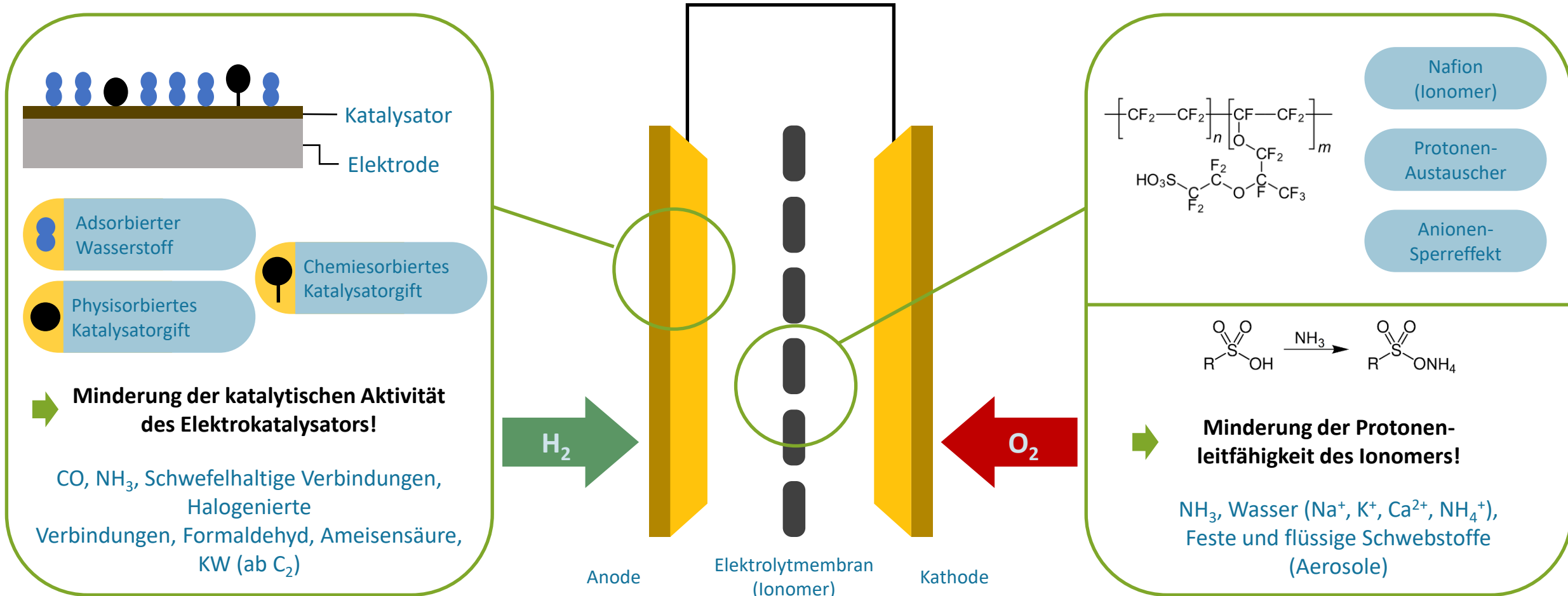
Ausgangslage und Problemstellung

- Für den dauerhaften Betrieb von mobilen PEMFC ist eine H₂-Reinheit von >99,97% gefordert.
- Verunreinigungen können zu Leistungs- und Performanceverlust, reversiblen oder irreversiblen Schädigungen führen.
- Eine dezentrale Wasserstoffproduktion durch Erneuerbare Energien erfordert (kosten-)optimierte Messverfahren.
- Mittels Filter und höherer H₂-Reinheit (z.B. 5.0) wird versucht das Brennstoffzellensystem „rein“ zu halten, eine kontinuierliche Überprüfung ist bislang nicht möglich. Teure Schäden können die Folge sein.
- Bislang gibt es nur stationäre und sehr kostenintensive und aufwändige Labordiagnosegeräte (z.B. Gaschromatographie).

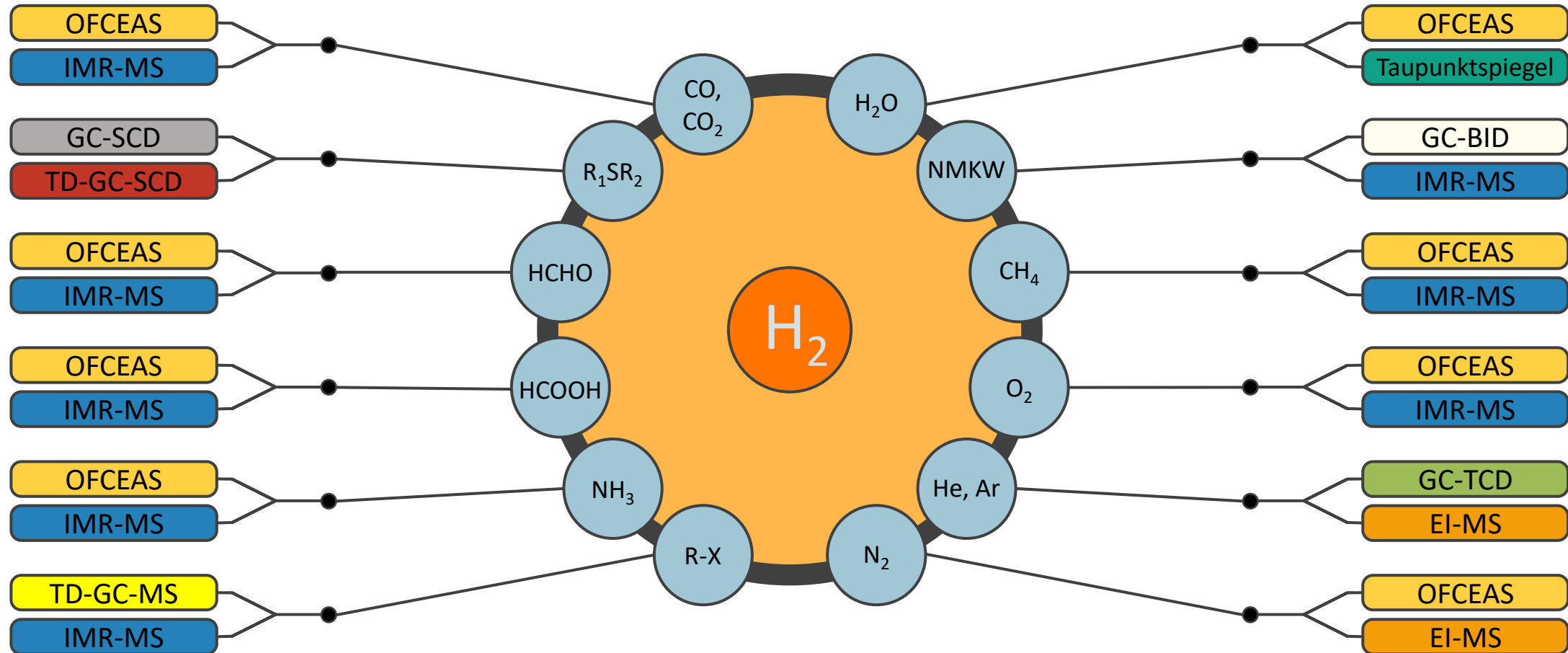
Anforderung: Wasserstoffreinheit >99,97% bzw. 3.7

Verunreinigung	Grenzwerte		Vergiftung des Katalysators	Beeinträchtigung des Ionomers	Schadensmuster
	DIN EN 17124 (2022-02 Entwurf)	ISO 14687 (2019-11) SAE J2719 (2020-03)			
H ₂ O	5	ppm	-	X	Irreversibel
Ges. Kohlenwasserstoffe	2	ppm	X	-	Reversibel
CH ₄	100	ppm	-	-	-
O ₂	5	ppm	-	-	-
N ₂ , Ar, He	300	ppm	-	-	-
CO ₂	2	ppm	-	-	-
CO, HCHO, HCOOH	0,2	ppm	X	-	Irreversibel
Ges. Schwefelverbindungen	0,004	ppm	X	-	Irreversibel
NH ₃	0,1	ppm	X	X	Irreversibel
Halogenierte Verbindungen	0,05	ppm	X	-	Irreversibel
Schwebstoffteilchen	1	mg · kg ⁻¹	-	X	Reversibel
Partikeldurchmesser	-	µm			

Hintergrund: potentielle Schädigung der PEMFC durch verunreinigtes H₂



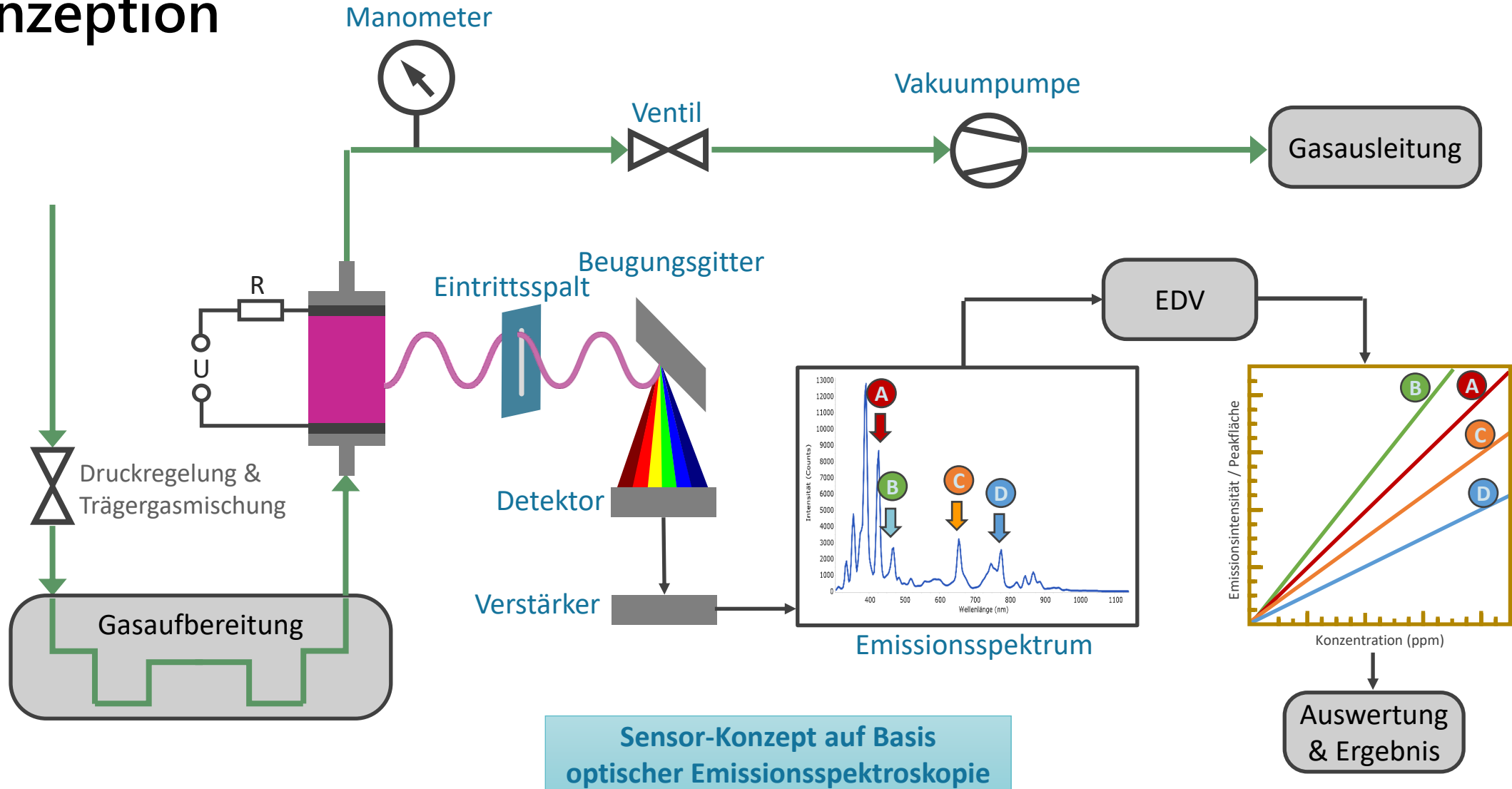
Analysemethoden der möglichen Verunreinigungen



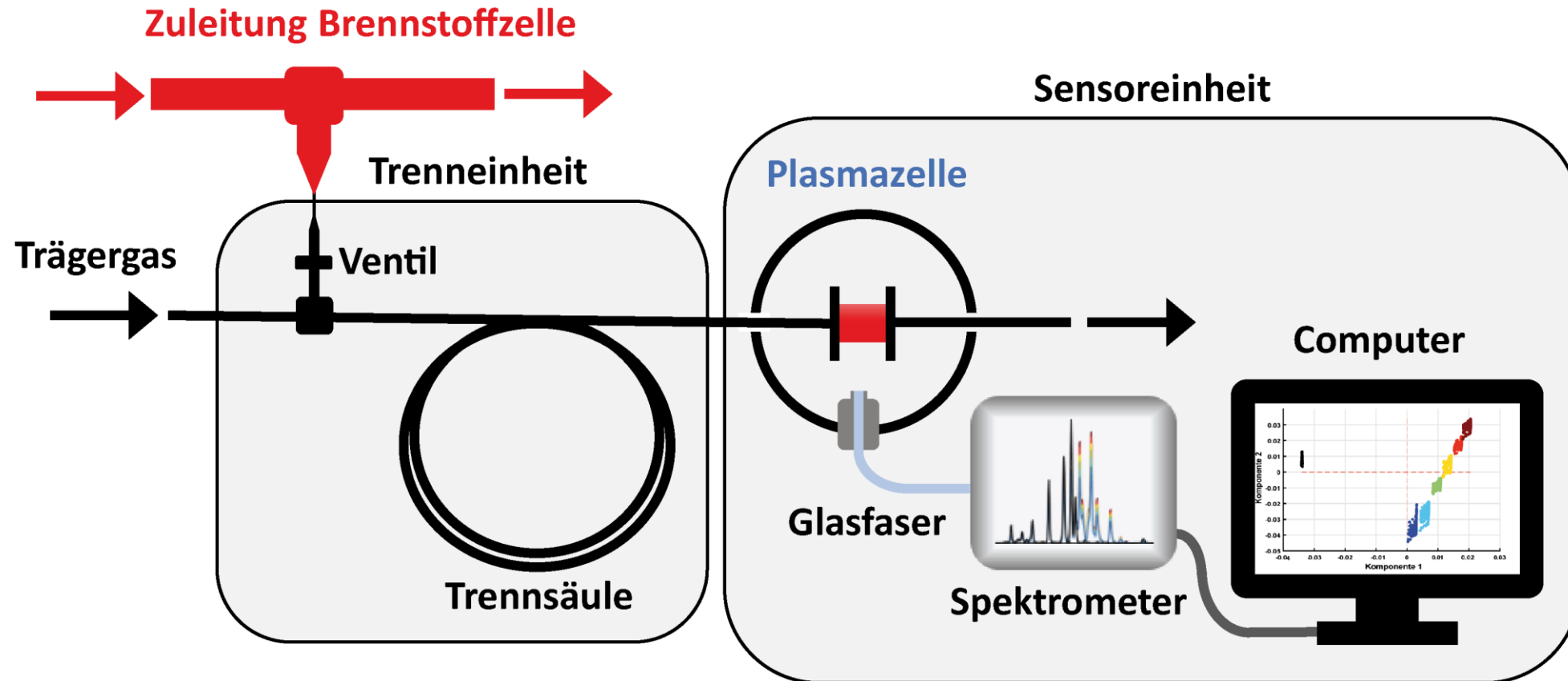
EI-MS = Elektronenstoßionisations-MS
GC-BID = GC-Barriereentladungsisonisationsdetektor
GC-SCD = GC-Sulfurchemilumineszenzdetektor
GC-TCD = GC-Wärmeleitfähigkeitsdetektor

IMR-MS = Ionenmolekülreaktion-MS
OFCEAS = Optical Feedback Cavity Enhanced Absorption Spectroscopy
TD-GC-MS = Thermodesorption-GC
TD-GC-SCD = Thermodesorption-GC

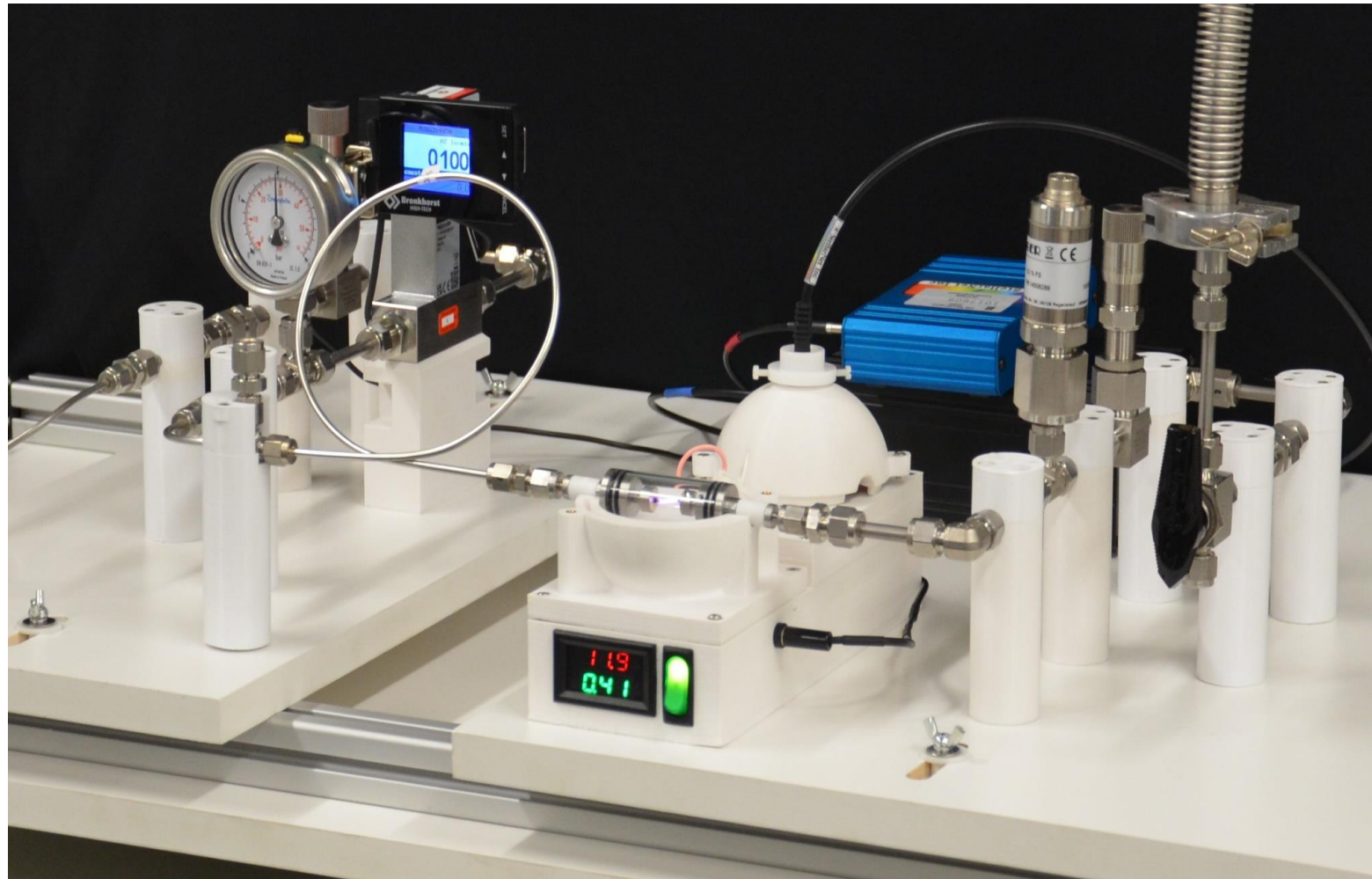
Konzeption



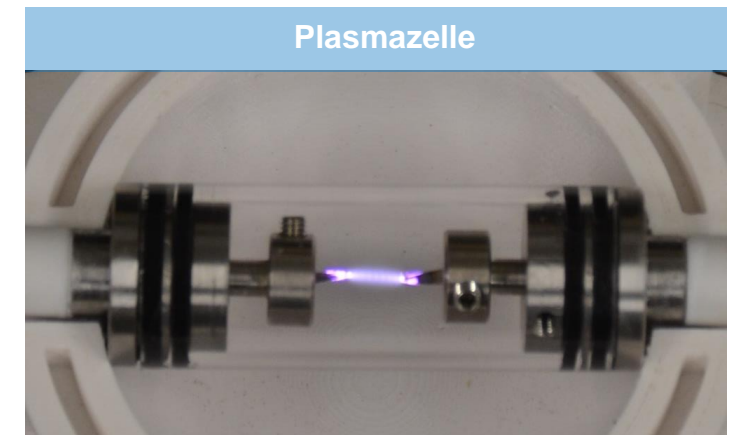
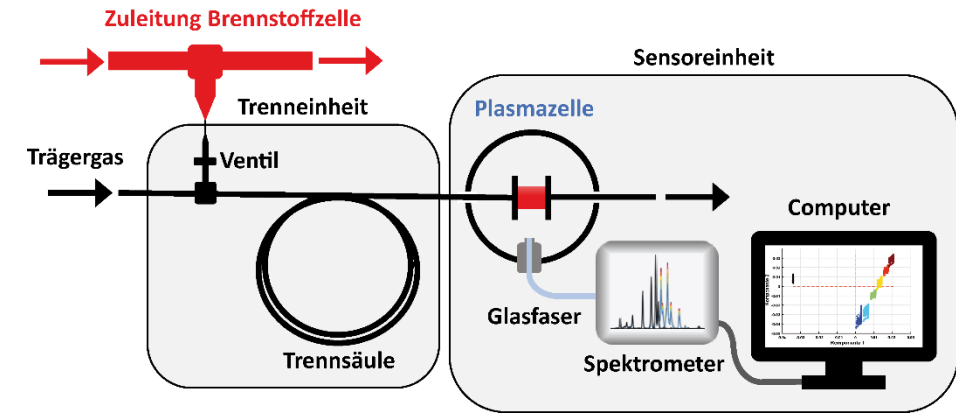
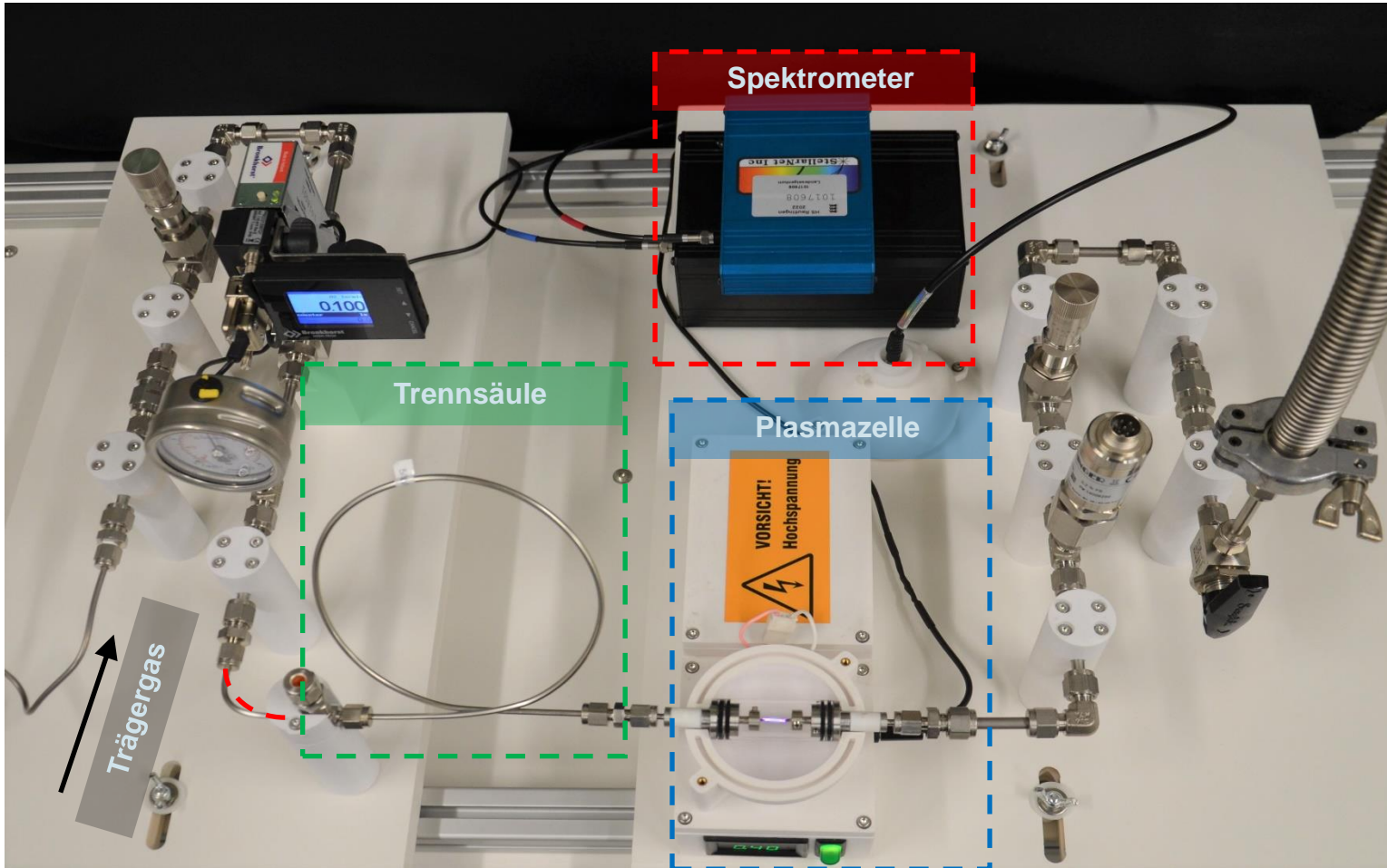
Schema



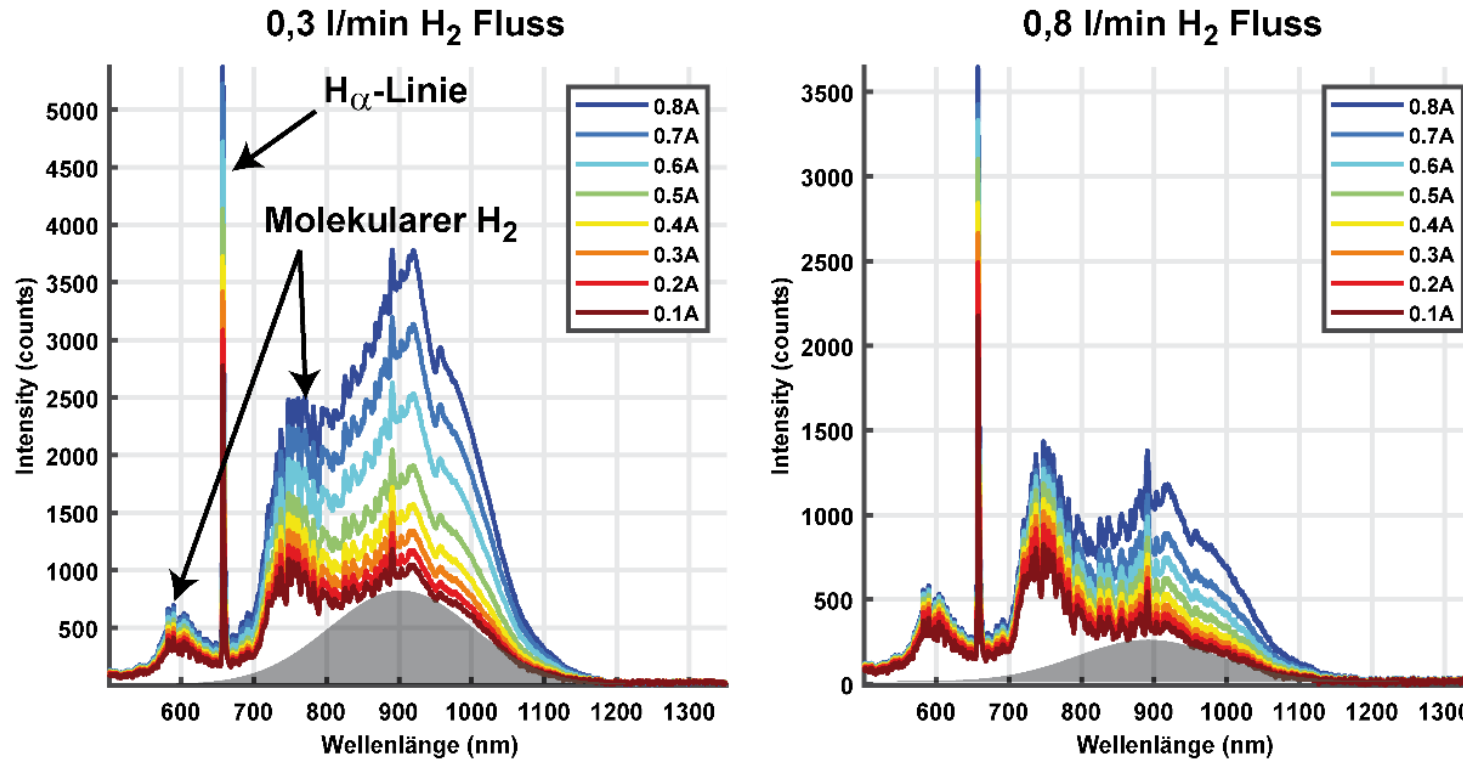
Demonstrator



Demonstrator

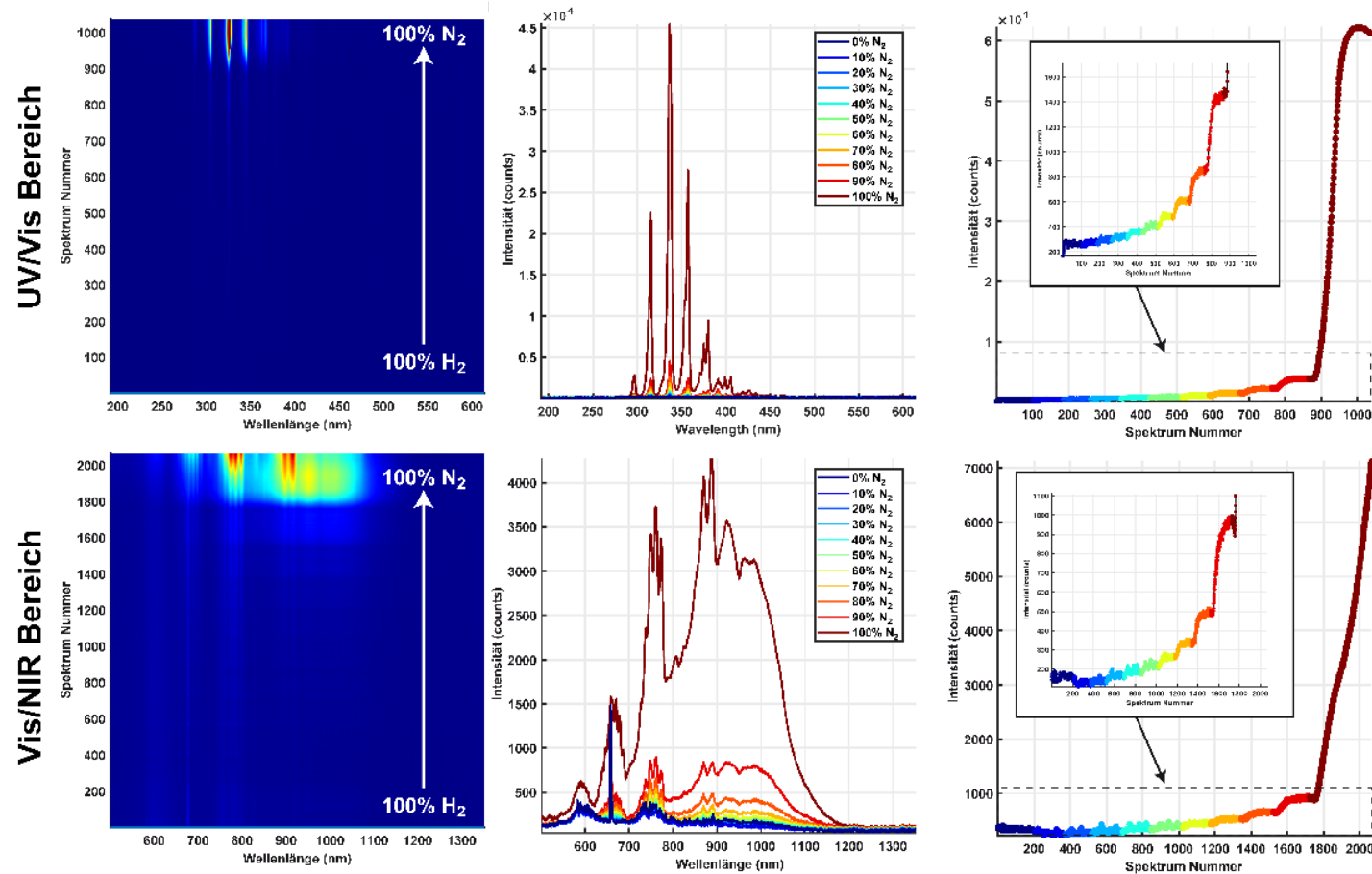


H₂ Plasma Emission



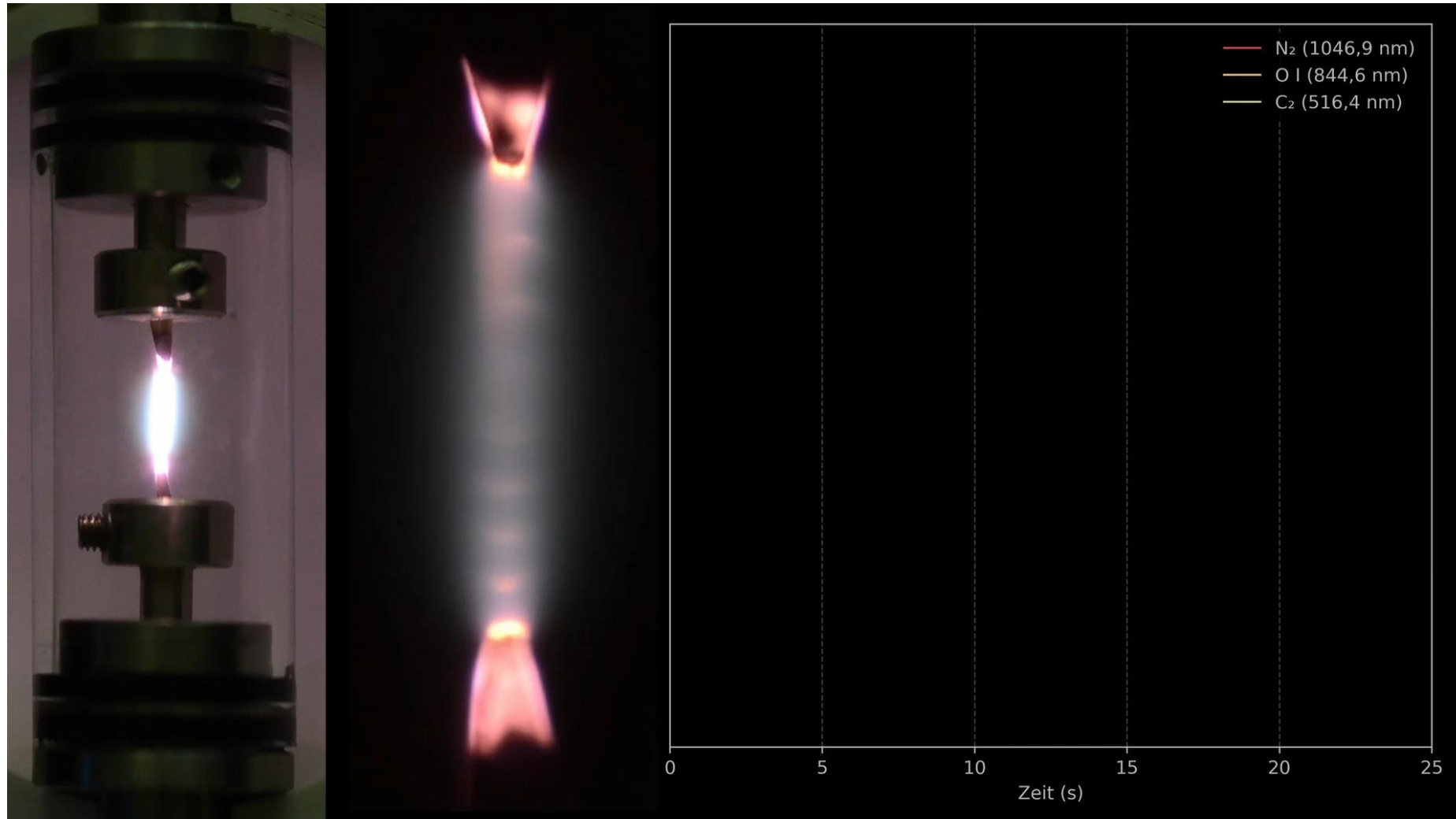
Wasserstoffplasma sowohl elementare (H_α) und molekulare (Fulcher Banden) Emission sichtbar

N₂/H₂ Plasma Emission

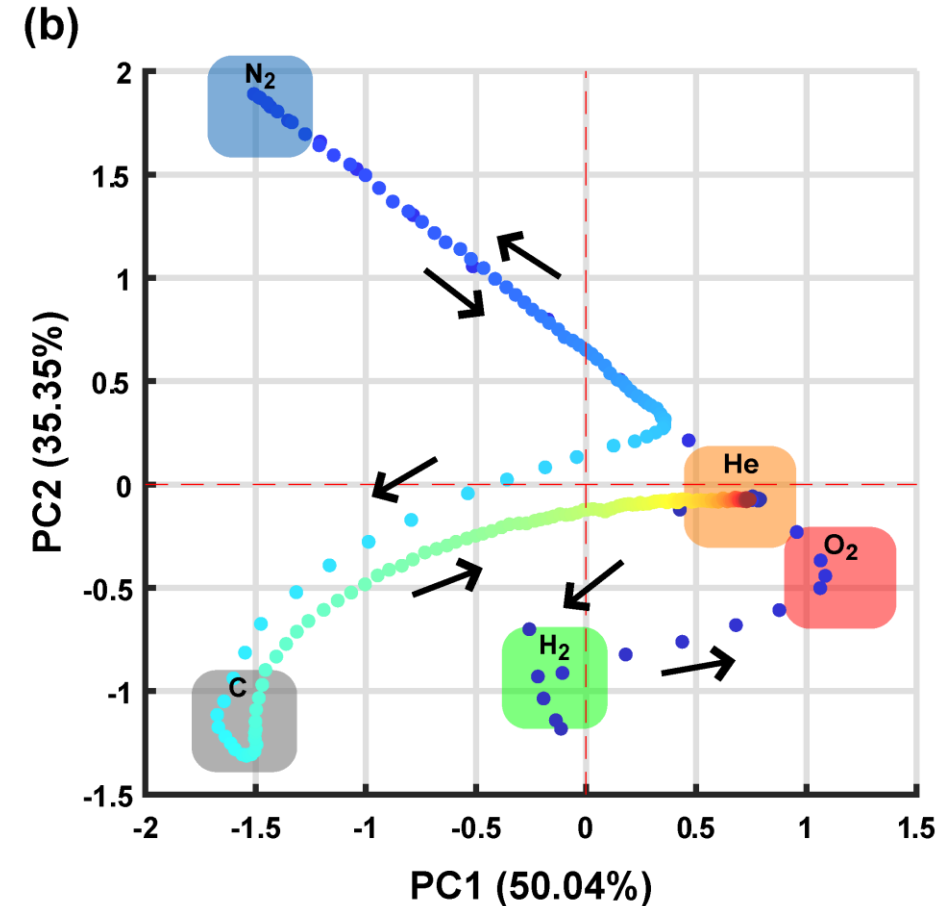
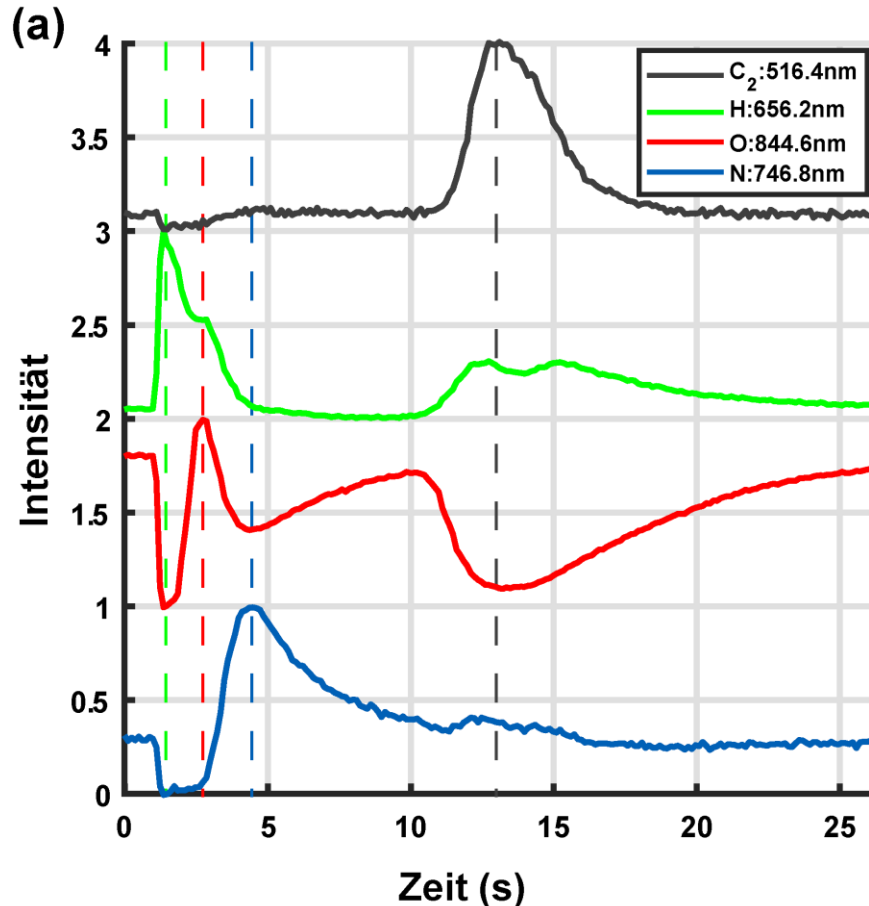


Extrem starker Einbruch des N₂ Signals selbst bei sehr geringen Wasserstoffanteil

Detektion einer Luft/ Butan Mischung



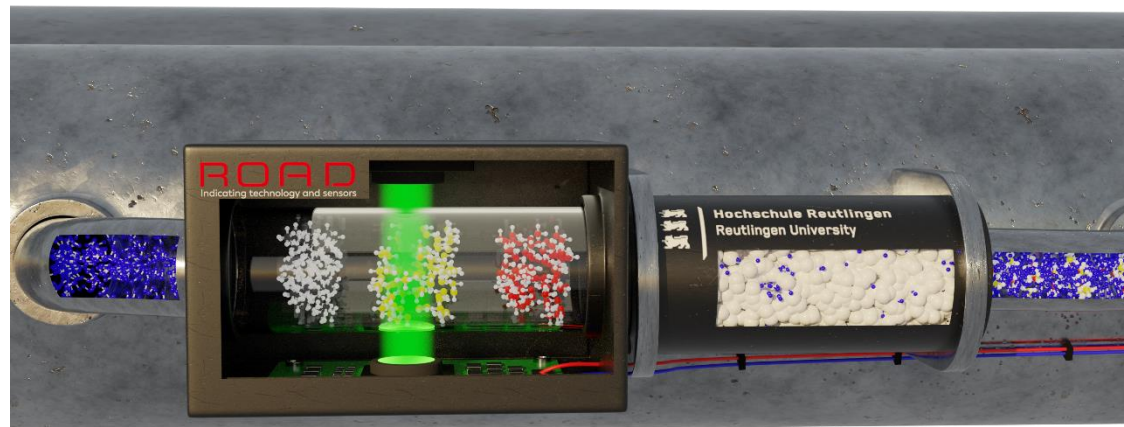
Detektion einer H₂/Luft/ Butan Mischung



→ Klare zeitliche und spektrale Trennung der einzelnen Gasbestandteile

Zusammenfassung

- Eine „einfache“ und „mobile“ Inline-Überprüfung der Reinheit ist bislang nicht möglich.
- Die normativen Kfz-Anforderungen der H₂-Reinheit sind sehr anspruchsvoll.
- Eine Qualitäts-Sensorik kann vor einem ineffizienten Betrieb oder Beschädigungen der kostenintensiven Brennstoffzellen schützen.



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

ROAD

Indicating technology and sensors

Volkmar Uebele

CTO

Tel.: +49 7252 535 69 – 37

E-Mail: v.uebele@road-online.de



Prof. Dr. habil. Marc Brecht

Professor

Tel.: +49 7121 271-2032

E-Mail: marc.brecht@reutlingen-university.de

Dr. Frank Wackenhut

R&D Hydrogen

Tel.: +49 7121 271-1483

E-Mail: frank.wackenhut@reutlingen-university.de