

EMISSIONEN AUS KLEINEN GASMOTOR- BLOCKHEIZKRAFTWERKEN (BHKW)

Dr.-Ing. Mohammad Aleysa

Stand der Emissionsminderungstechnik bei kleinen Motoranlagen
Umweltbundesamt UBA, Online-Workshop 19. Oktober 2021

Auf Wissen bauen



AGENDA

- Einführung, Allgemeine Information über BHKW
- Messung und Überwachung von Emissionen an einem kleinen BHKW (FWL < 100 kW)
 - Kohlenstoffmonoxid CO
 - Gesamt-C bzw. Organic Gaseous Carbon (OGC)
 - Stickstoffoxide NO_x
 - Ultrafeinstaub UFS
- Abgasminderungsmaßnahmen in BHKW

BHKW, Allgemeine Information

■ Anwendung

- Erzeugung von Strom, reguläre oder als Notstromaggregate
- heizen und kühlen von privaten und gewerblichen Gebäuden
- Versorgung von Industrieprozessen mit Wärme, Warmwasser und Wasserdampf

■ Brennstoffe

- **flüssige Brennstoffe:** wie z. B. Heizöl, Dieselkraftstoff, Methanol, Ethanol, Pflanzenöle
- **gasförmige Brennstoffe:** wie z. B. Erdgas, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Grubengas, Holzgas!

■ Leistungsbereich: von 1 kW bis zu mehreren MW FWL

- kleine Antriebsleistungen bzw. Feuerungswärmeleistungen → Otto-Motoren,
- große Antriebsleistung bzw. Feuerungswärmeleistung → Otto- und auch Zündstrahlmotoren

BHKW, Allgemeine Information

■ Schadstoffemissionen

- Kohlenstoffmonoxid CO
- Kohlenwasserstoffe bzw. THC-Emissionen
- Formaldehyd HCHO
- Stickstoffoxide NO_x
- Schwefeldioxid SO₂
- Ammoniak NH₃
- Gesamtstaub

■ Immissionsschutzrechtliche Anforderungen

- 44. BImSchV (MCP-Richtlinie: 1 MW ≤ FWL < 50 MW)
- TA-Luft

[Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau:](#)

[VDMA 44. BImSchV Fact Sheet DE 2019-07-10 1562767537981.pdf \(nox-reduction.de\)](#)

Zusammensetzung von gasförmigen Brennstoffen aus unterschiedlichen Quellen

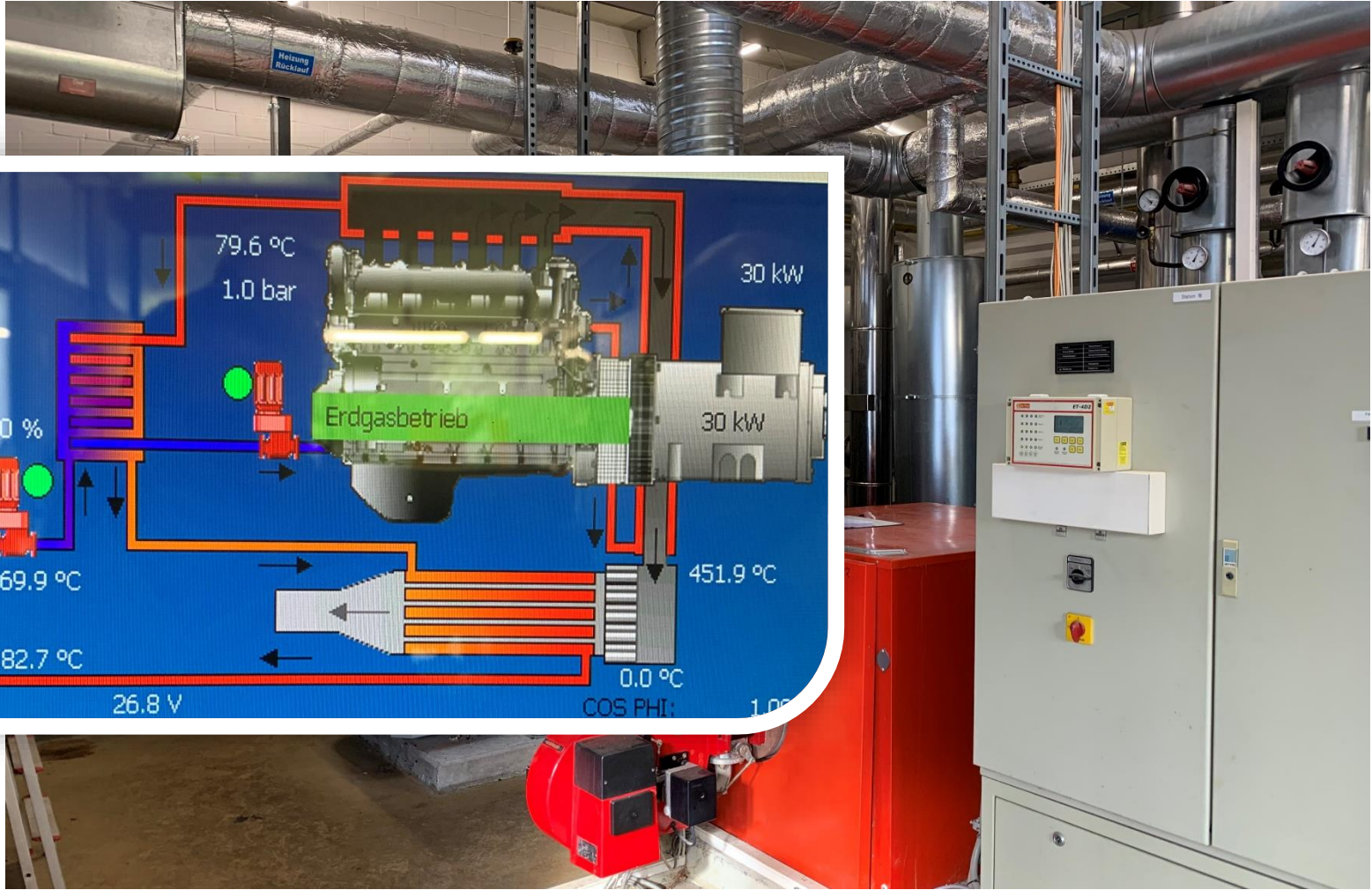
Quelle	CH ₄	CO ₂	O ₂	NH ₃	H ₂ S	H ₂	N ₂	H ₂ O
	[Vol.-%]							
Deponien	45 - 60	25 - 40	0	---	< 0,02	---	0 - 4	0 - 7
Erdgas ⁽¹⁾	98	---	---	---	---	---	---	---
Kläranlagen	45 -65	35 - 55	bis 2	---	bis 1	< 0,05	bis 10	bis 10
Biogasanlagen	40 -75	25 - 55	0 - 2	0 - 1	0 - 0,5	0 - 1	bis 5	bis10

(1): ca. 1 Vol.-% aus Ethan, Propan, Butan, Pentan + 1 Vol.-% aus Inertgasen z. B. CO₂, N₂

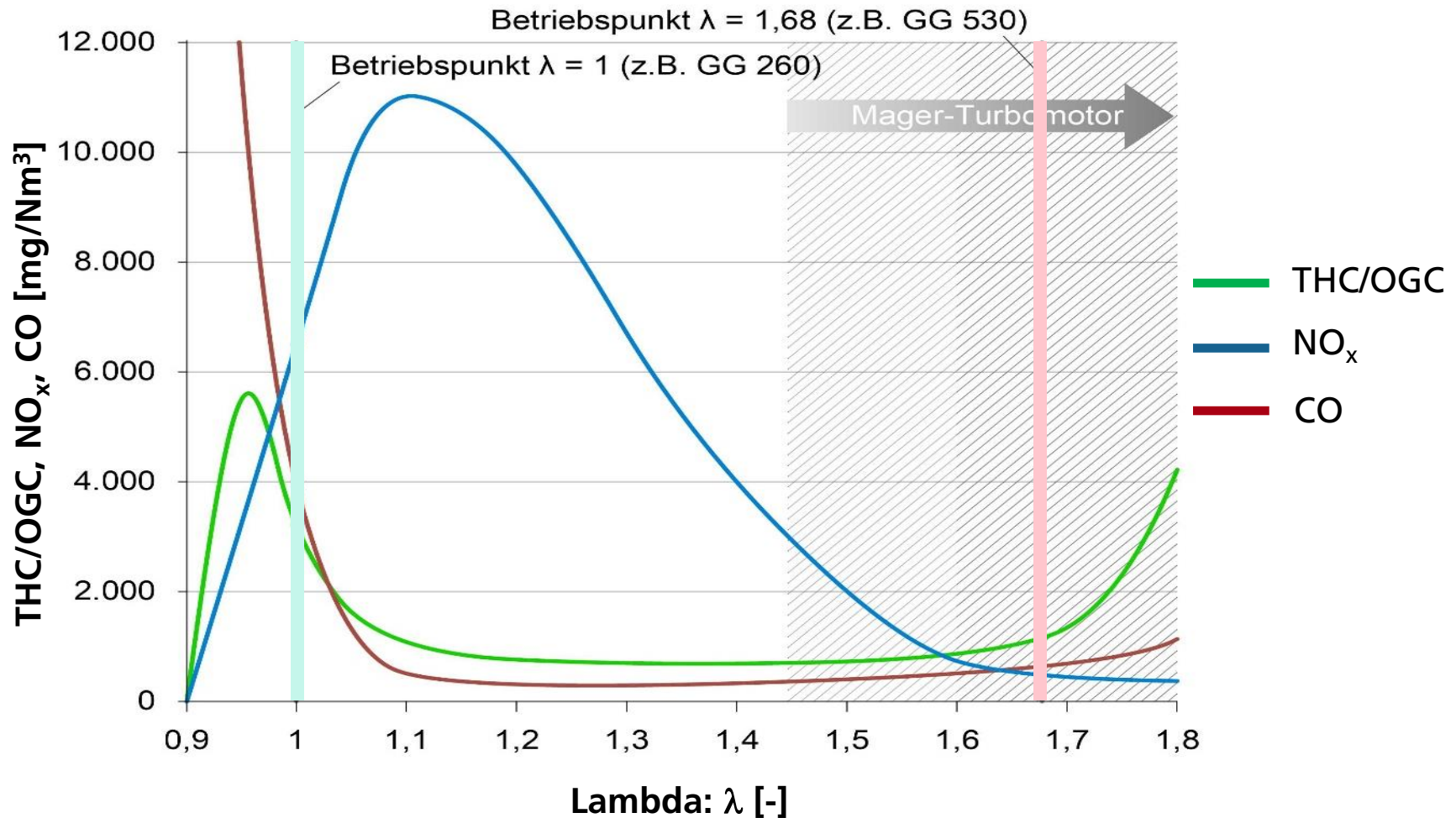
Die Zusammensetzung des Brennstoffs beeinflusst:

- ❖ die Art und die Konzentrationen der Schadstoffe
- ❖ die Einstellung des Verbrennungsprozesses und somit die Emissionen sowie die Effizienz
- ❖ die Effizienz des Verbrennungsprozesses
- ❖ die Verbrennungstechnik sowie die nachgeschaltete Abgasreinigung

BHKW Uni Stuttgart, ISWA: Institut für Siedlungswasserbau Wassergüte- und Abfallwirtschaft



Typische Verläufe der Emissionen (NO_x, CO und THC) in Abhängigkeit vom Lambda-Wert



Verwendete O₂/CO_e-Sonde, Typ KS1D

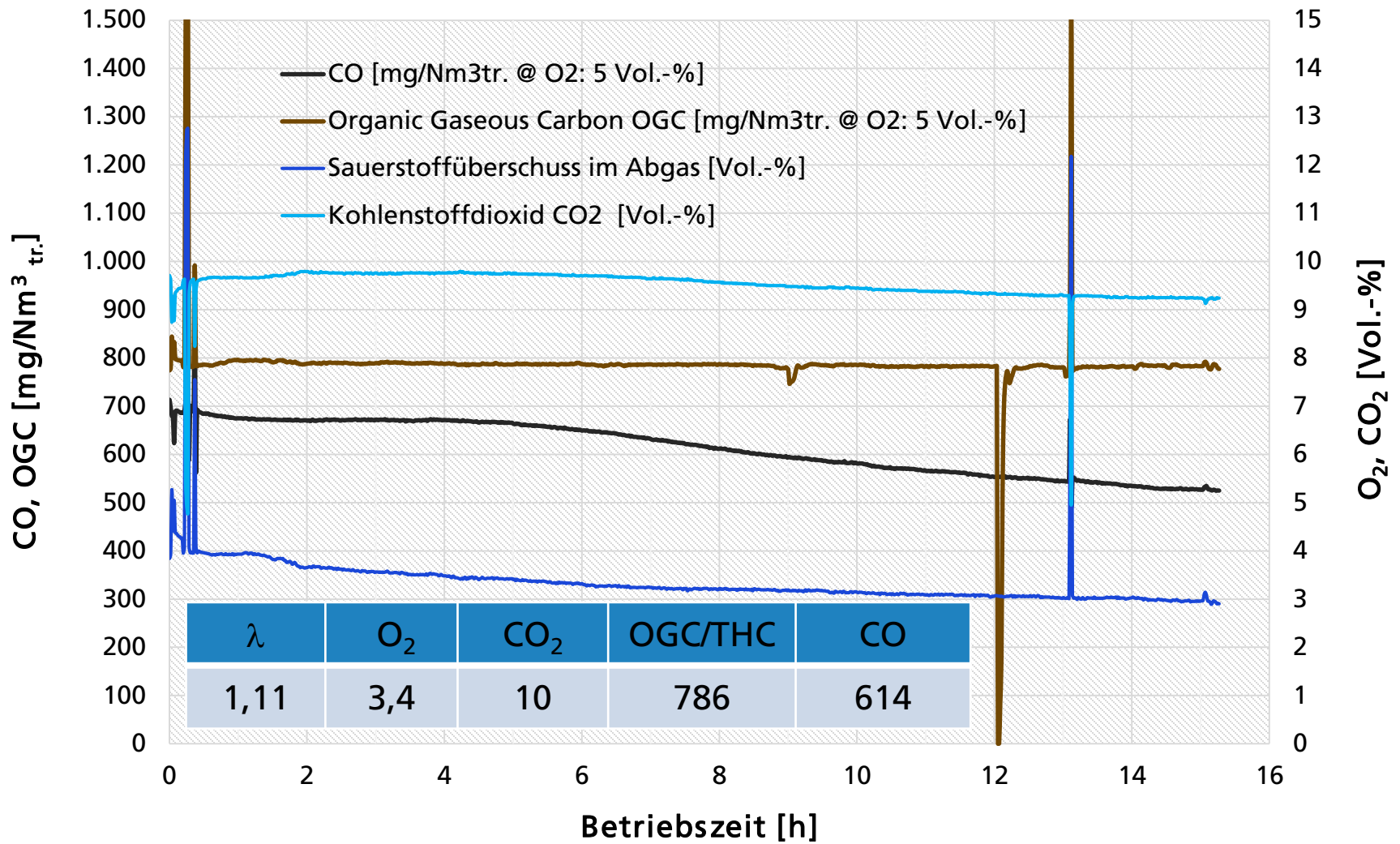


parallele Messung von Sauerstoff und vielen nicht verbrannten gasförmigen Abgasbestandteilen (C_nH_m, H₂, CO) als CO_e-Wert im Abgas

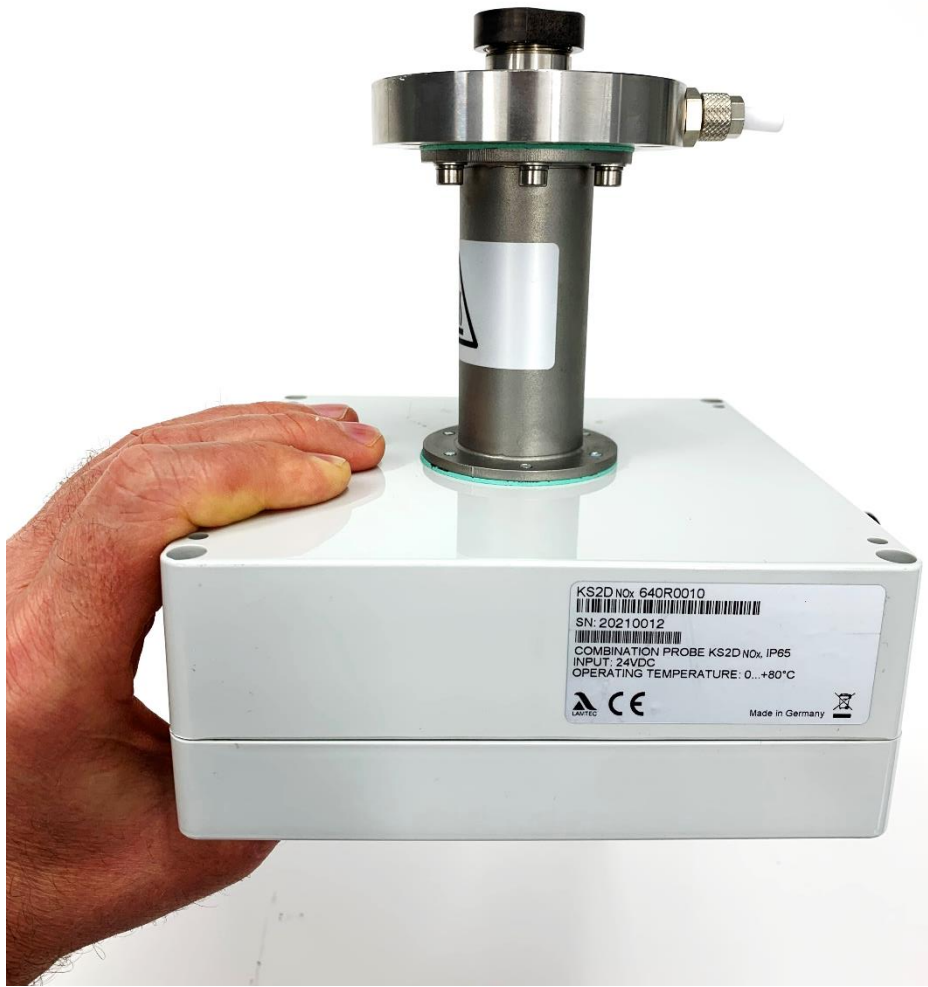


LAMTEC Meß- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH & Co. KG

Abgasmessungen, CO und OGC (gemessen mit FID)



Verwendete NO_x-Sonde (KS2D-NO_x) der Firma LAMTEC GmbH & Co KG



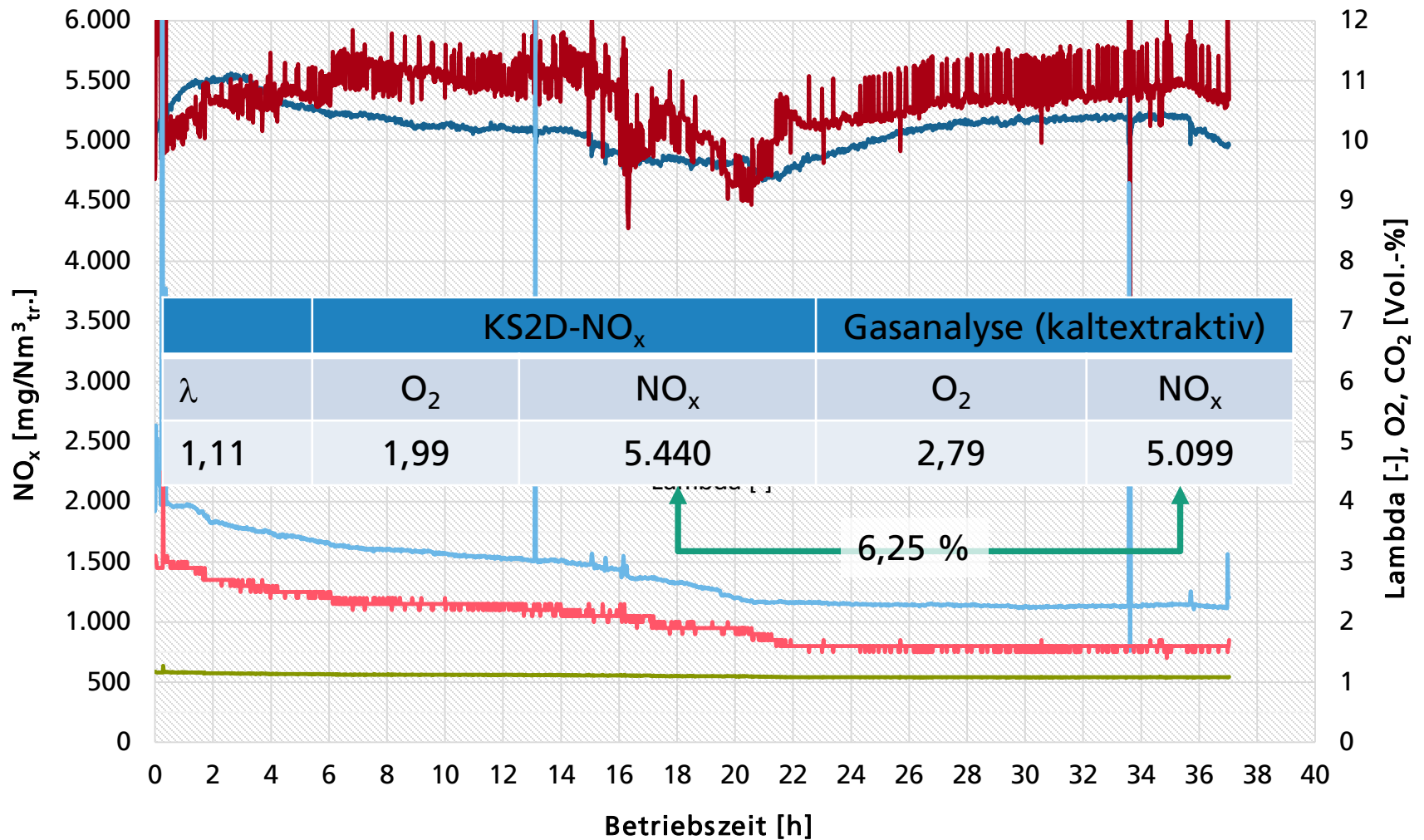
parallele Messung von Sauerstoff
und Stickstoffoxiden NO_x im
Abgas



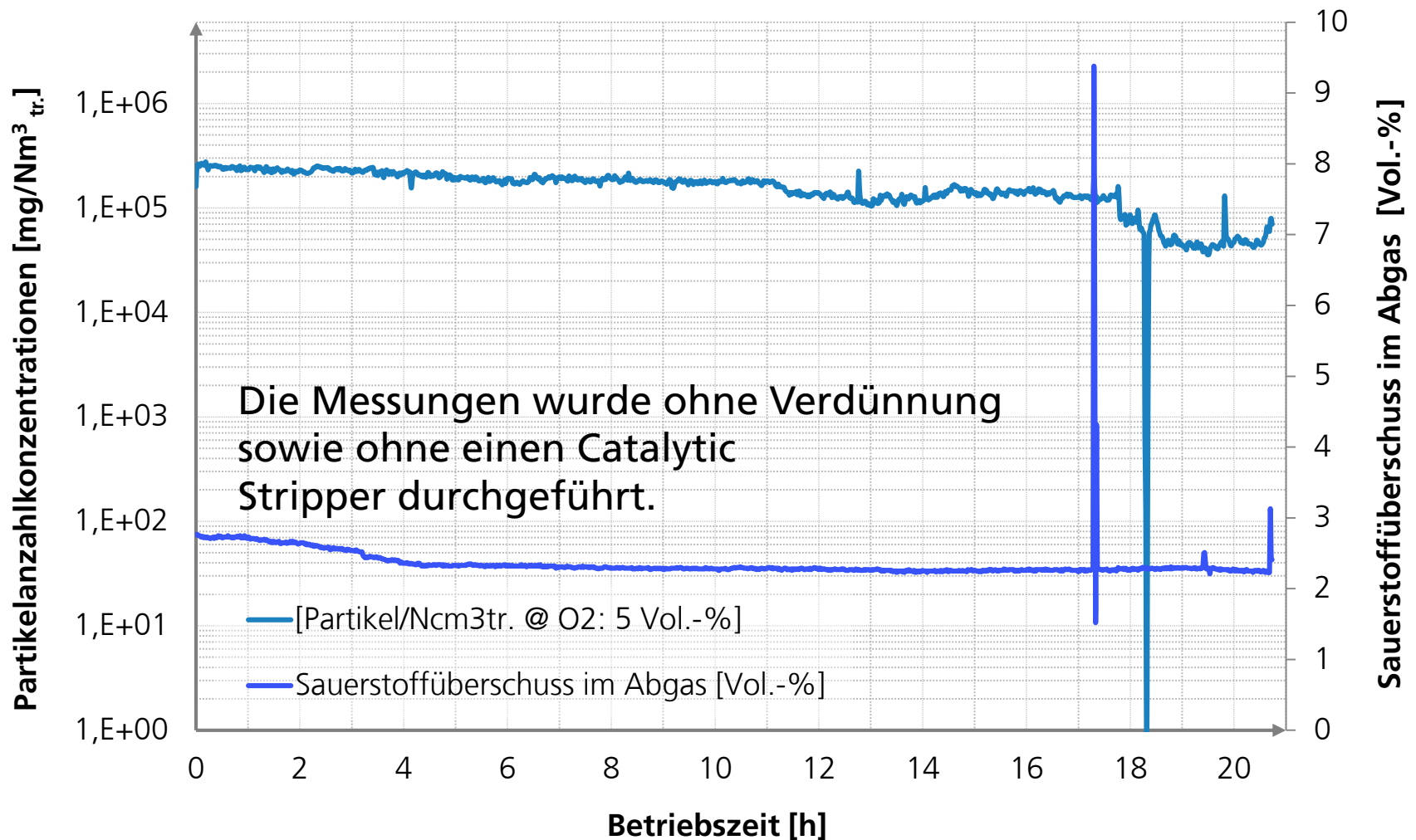
LAMTEC

LAMTEC Meß- und Regeltechnik für
Feuerungen GmbH & Co. KG

Abgasmessungen, Stickstoffoxide NO_x



Ultrafeinstaub 5 nm bis 350 nm, Partikelanzahlkonzentrationen



Abgasminderungsmaßnahmen in BHKW's

Präventive Maßnahmen

- ❖ Verbesserung der Brennstoffqualität (z. B. Erhöhung des CH_4 -Anteil)
- ❖ Eliminierung von Schadstoffen oder schadstoffbildenden Komponenten (Schwefeldioxid SO_2 , Schwefelwasserstoff H_2S , Ammoniak NH_3 , z. B. mit Aktivkohlefilter usw.)

Primärmaßnahmen

- ❖ Motor- bzw. Verbrennungstechnik
- ❖ Einstellungen des Verbrennungsprozesses z. B. Verbrennungsluftverhältnis (Air-fuel ratio)
- ❖ Abgasrückführung zur NO_x -Minderung

Sekundärmaßnahmen Abgasnachbehandlung

- ❖ Oxidationskatalysator, Behandlung von CO , THC , CH_2O
- ❖ SCR-Katalysator (selektive katalytische Reduktion), Behandlung von NO_x
- ❖ Elektrostatische Abscheider für die Minderung von Feinstaubpartikeln

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Mohammad Aleysa
Gruppenleiter Verbrennungs- und Umweltschutztechnik
Abteilung Umwelt, Hygiene und Sensorik

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nobelstr. 12 | 70569 Stuttgart | Germany

Telefon: +49 711 970-3455
mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de
<http://www.ibp.fraunhofer.de>