

Stickoxidminderung durch oszillierende Verbrennung am Beispiel der Verbrennung von Altholz

Dr. Hans-Joachim Gehrman¹, **Dr. Krasimir Aleksandrov**¹, **Manuela Hauser**¹, **Prof. Dr. Dieter Stapf**¹, **Philipp Danz**²
Bo Jaeger³, **Dr. Siegmart Wirtz**³, **Prof. Dr. Viktor Scherer**³, **Gregor Pollmeier**⁴

¹KIT - Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

²b&d Energie- und Umwelttechnik GmbH, Weimar, Deutschland

³Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik, Universität Bochum, Deutschland

⁴POLZENITH GmbH & Co. KG, Schloß Holte-Stukenbrock, Deutschland

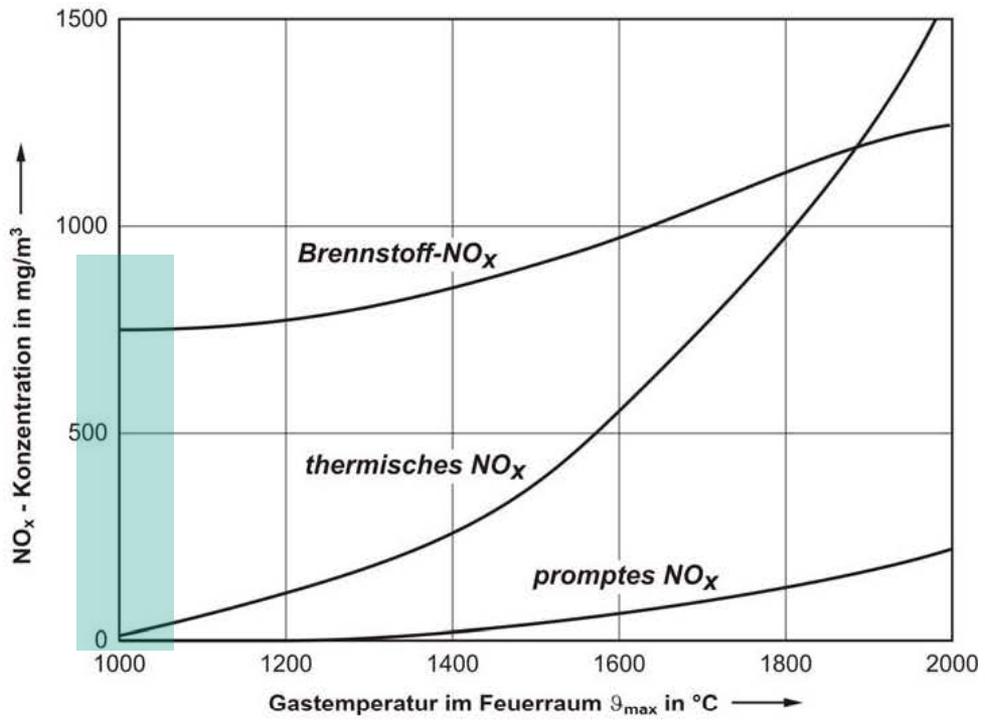


Einführung



- Entstehungspfade von NO_x
- Primär- und Sekundärmaßnahmen zur Minderung von NO_x
- Versuchsanlage Festbettreaktor KLEAA
- Untersuchungen zur Minderung von NO_x durch Oszillation
- Umsetzung und weiteres Vorgehen

Entstehungspfade NO_x



Quelle: UBA-Studie „Beschreibung unterschiedlicher Techniken und deren Entwicklungspotentiale zur Minderung von Stickstoffoxiden im Abgas von Abfallverbrennungsanlagen und Ersatzbrennstoff-Kraftwerken hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten und Energieverbrauch“; Texte 71/2011; Prof. Dr. Michael Beckmann, ISSN 1862-4804

Primär- Sekundärmaßnahmen



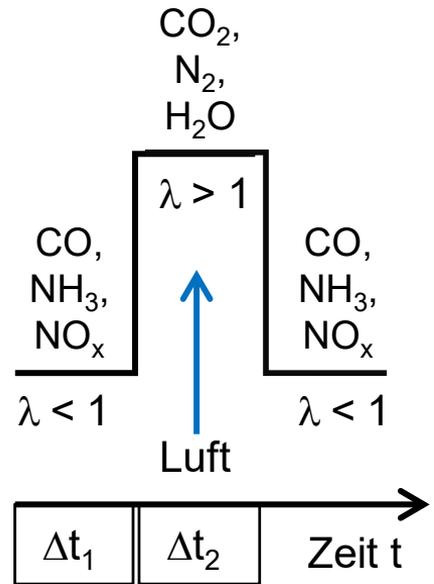
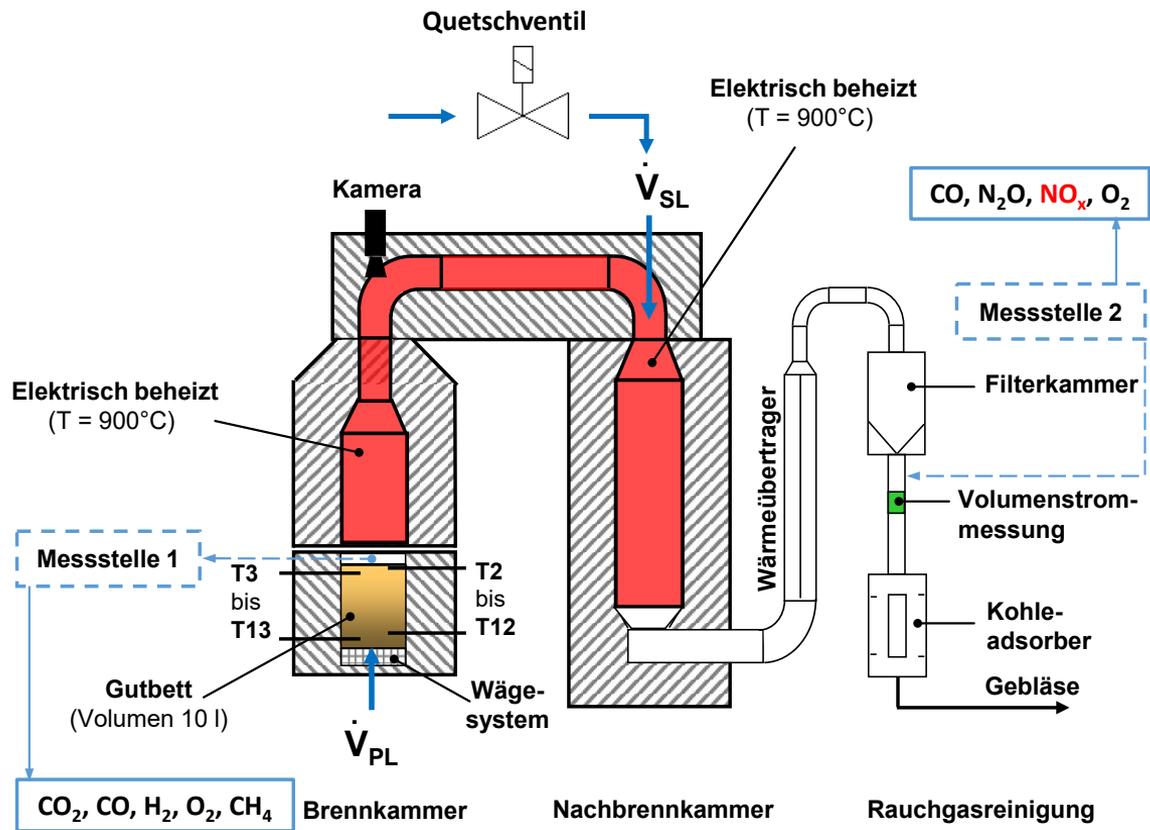
Primärmaßnahmen greifen in den Feuerungsprozess ein, z.B.

- Luftstufung/ Brennstoffstufung
 - In mehreren Stufen wird der Brennstoff partiell oxidiert (z.B. Vergasung)
 - Vollständige Verbrennung in Sekundärzone
 - **Neu***: zeitliche Stufung, koppelbar mit lokaler Stufung
- Rauchgasrückführung
 - Zirkulieren des Rauchgases → Senken von O_2 - Konzentration, geringere Temperatur (Maßnahme bei thermischem NO)
- Reduktion der Verweilzeit in Bereichen hoher Temperaturen
- Quenchen
 - Eindüsung von Wasser zur Temperaturabsenkung (Motorentchnik)

Sekundärmaßnahmen reduzieren gebildetes NO entweder nicht katalytisch (SNCR) oder katalytisch (SCR)

*Patent Nachverbrennung mit pulsiertem Reaktionsgas DE 10 2015 117 718.8

Oszillationsuntersuchungen an KLEAA



Brennstoffdaten / Versuchsprogramm



■ Altholz der Firma POLZENITH



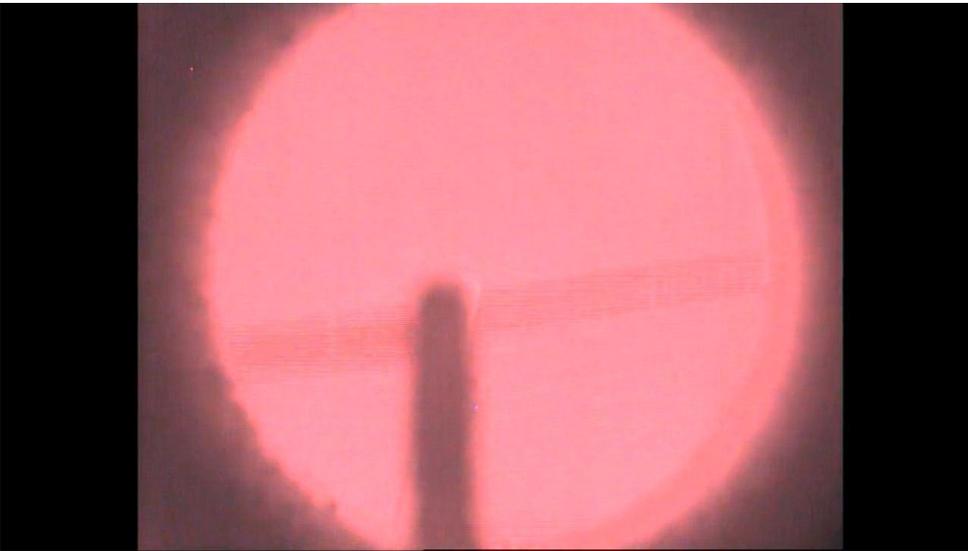
	Wassergehalt [Ma.-%]	Schüttdichte [kg/m ³]	Stickstoffgehalt [Ma.-% wf]
Altholz	5,20	250	4,22
Pellets	16,80	160	



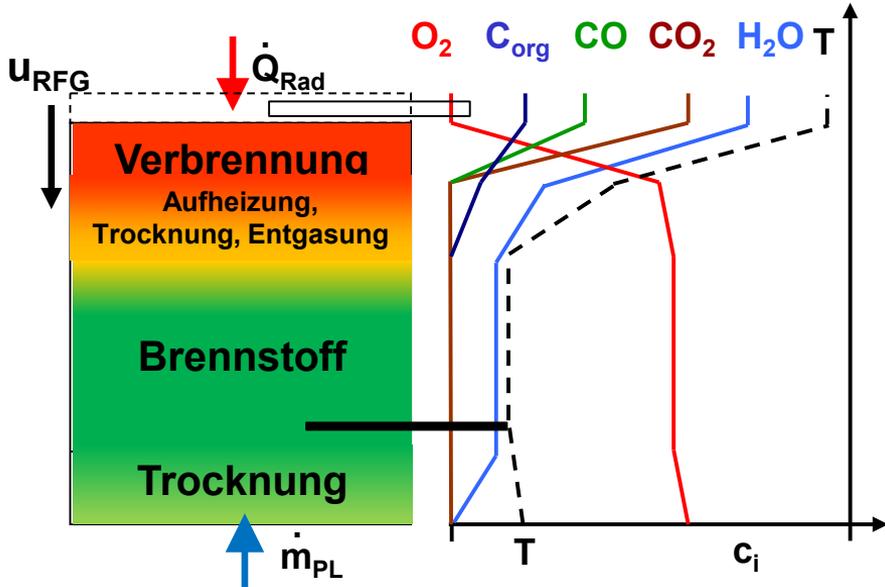
- Beginn der Oszillation bei Erreichen der quasistationären Abbrandphase
- Temperatur in der Nachbrennkammer: 900°C
- Verweilzeit zwischen 1,5 s und 1,6 s

Versuchsbezeichnung	Brennstoff	Primärluft	Sekundärluft	Frequenz Sekundärluft
Altholz1	Altholz	10 Nm ³ /h	25 Nm ³ /h	0
Altholz2				1
Pellet1	Pellets aus Altholz (Länge 10 mm, ø 6 mm)			0
Pellet2				0,25

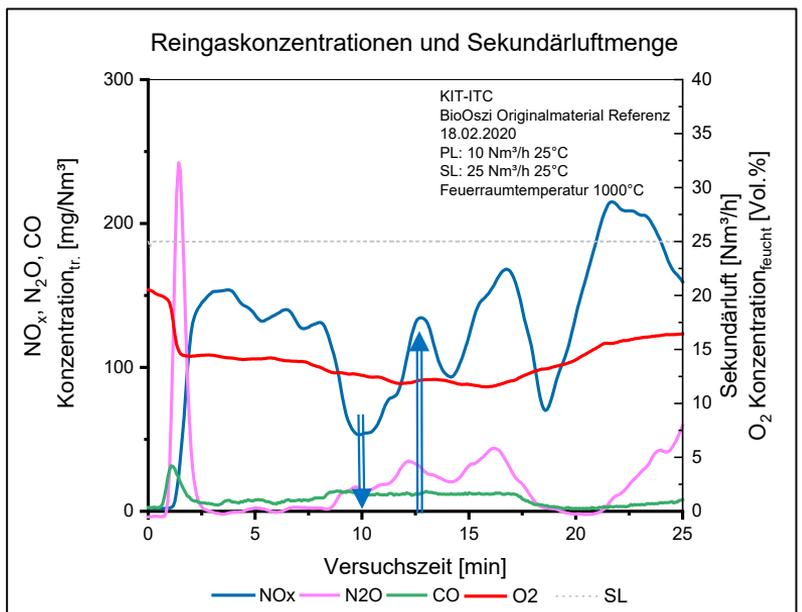
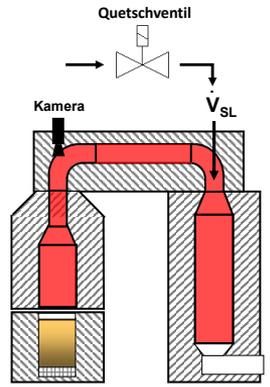
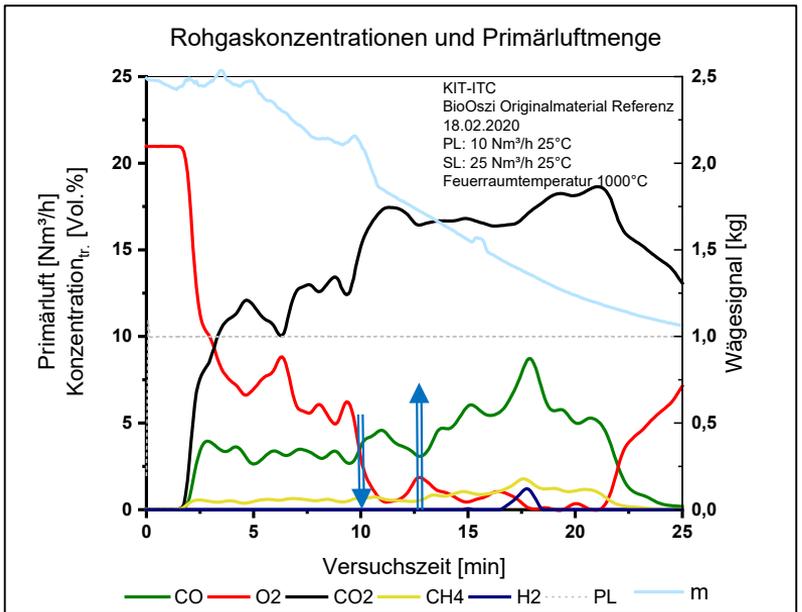
Abbrandverhalten im Festbett



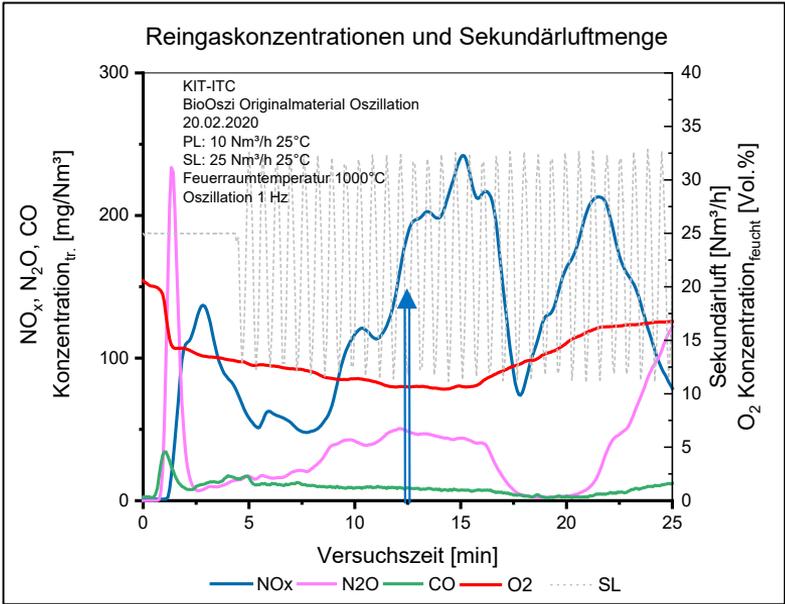
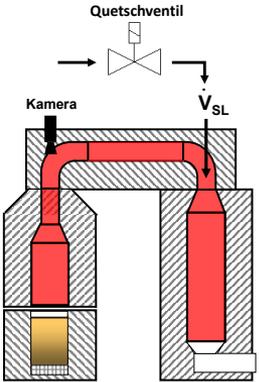
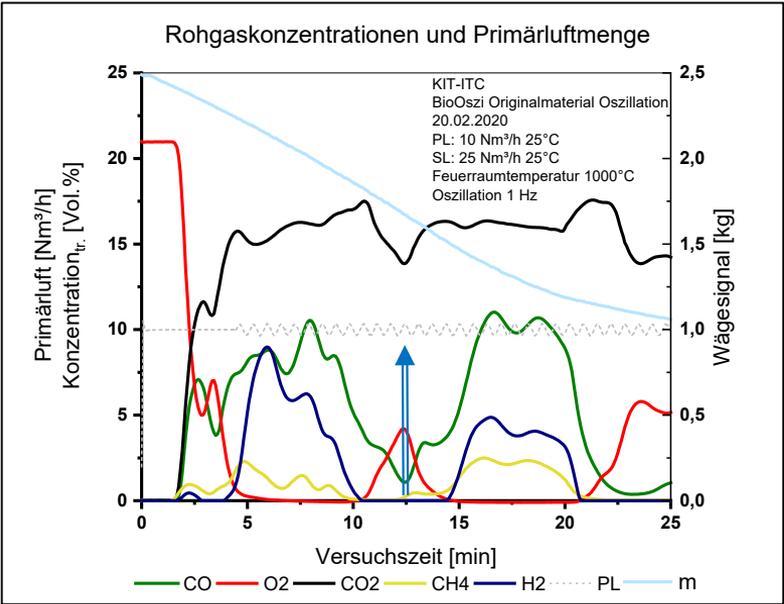
Versuch „Pellets2“



Referenzversuch – „Altholz1“



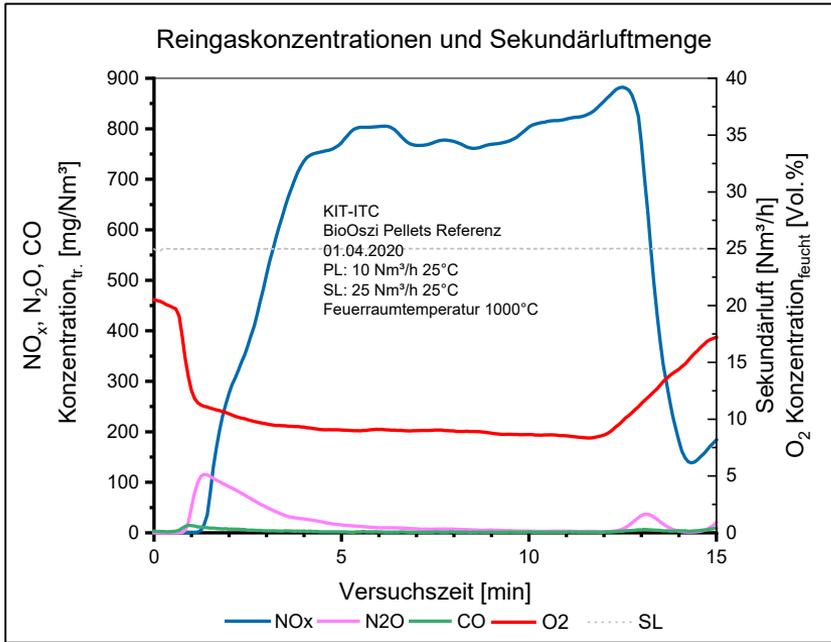
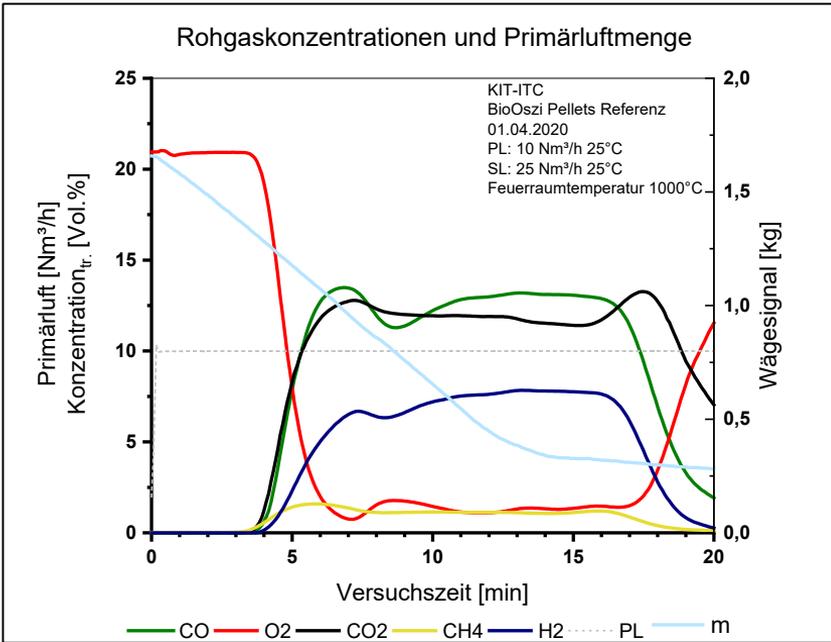
Oszillationsversuch – „Altholz2“



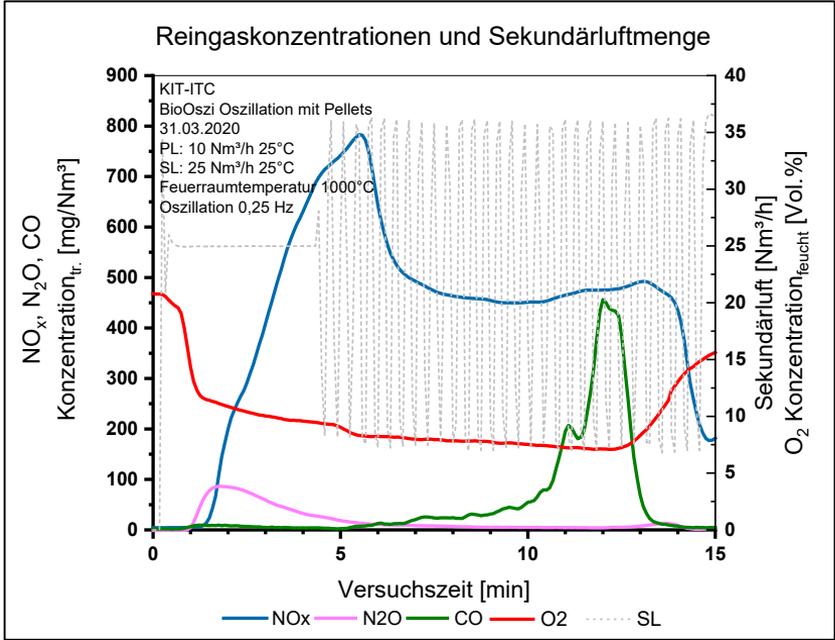
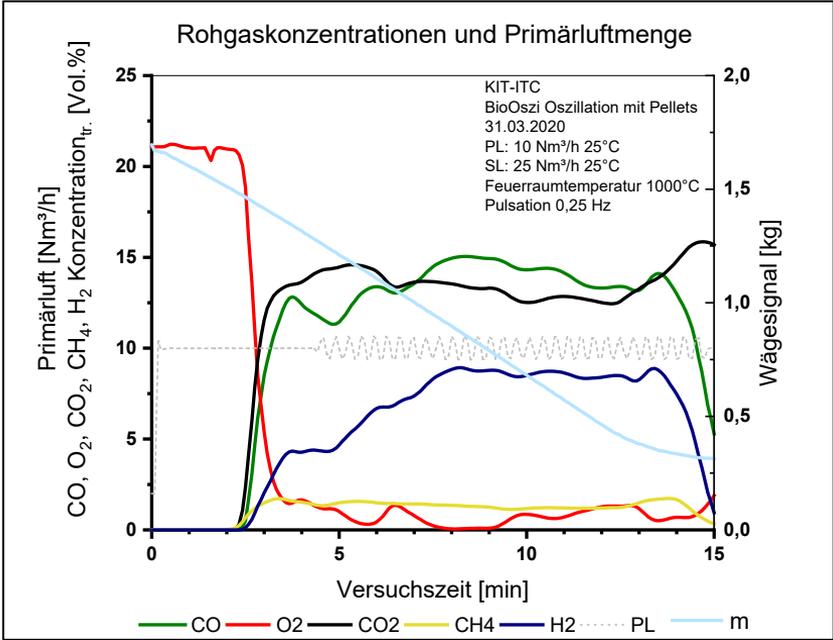
Sehr inhomogener Abbrand, keine quasi-stationären Bedingungen → Pelletierung



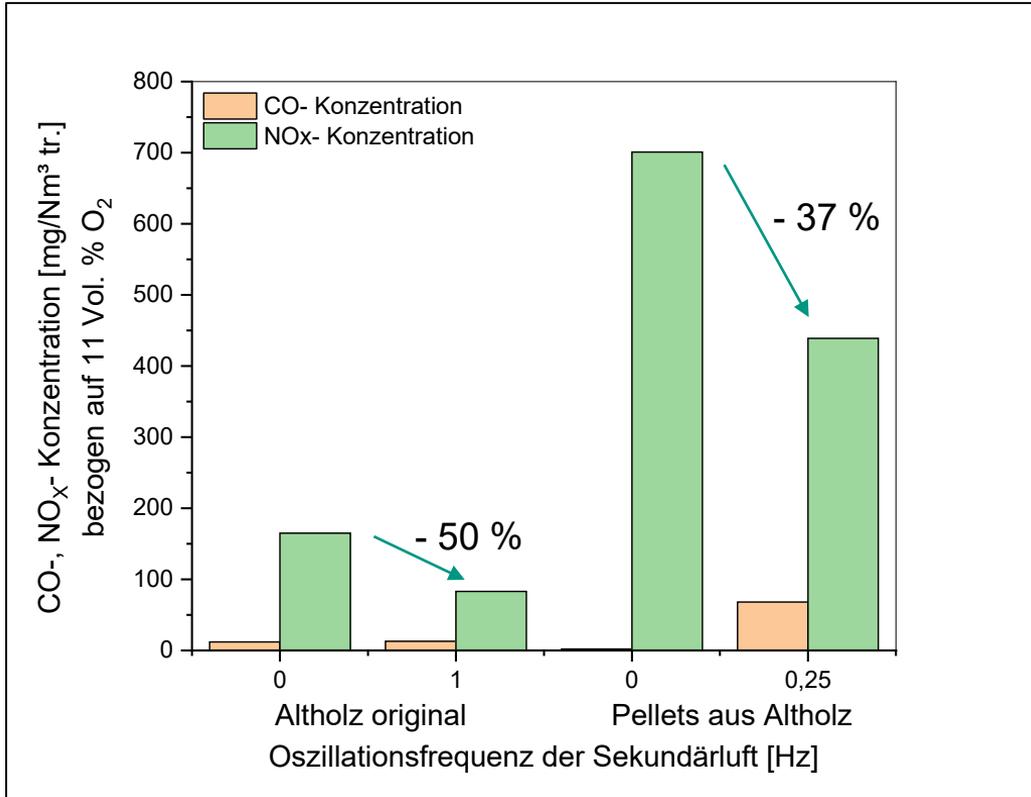
Referenz – „Pellet1“



Oszillation – „Pellet2“



Zusammenfassung

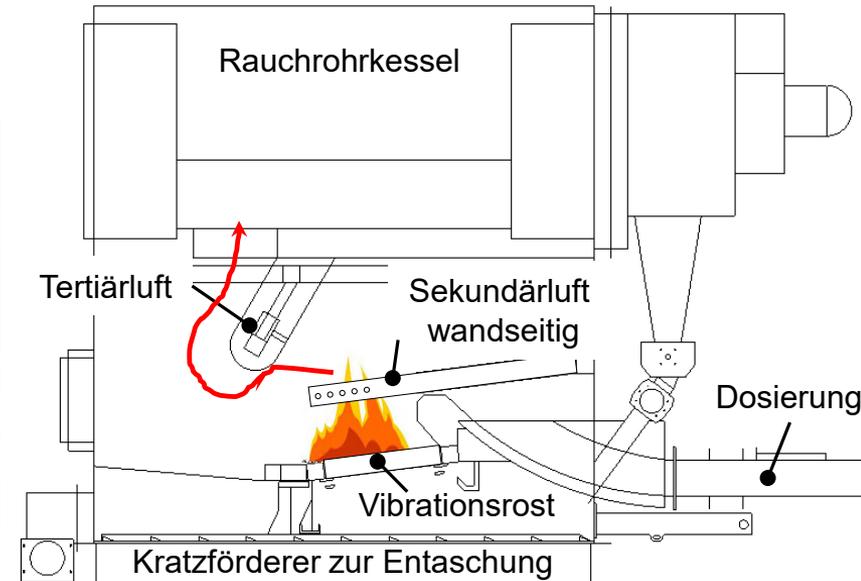


- Oszillation erzeugt lokal unterstöchiometrische Zonen in der Nachverbrennung und reduziert auf diese Weise NO_x
- (zu) hohe Frequenzen führen zwar zu intensiverer Durchmischung von Rohgas und Luft, reduzieren aber gleichzeitig die „Lebensdauer“ unterstöchiometrischer Zonen, der Reduktionseffekt für NO_x ist kleiner
- Kompromiss zwischen CO und NO_x-Reduktion erforderlich



Übertragung auf eine Rostfeuerung

- Entwicklung eines geeigneten Oszillators für hohe Betriebszeiten und Volumenströme (Prototyp ist gebaut)
- Auswirkungen auf Gebläse und Peripherie
- Weitere Parametervariationen an KLEAA erforderlich und Vergleich mit Modellierungsergebnissen
- Vorbereitungen der Versuchskampagne an der Anlage von POLZENITH (400 kW)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

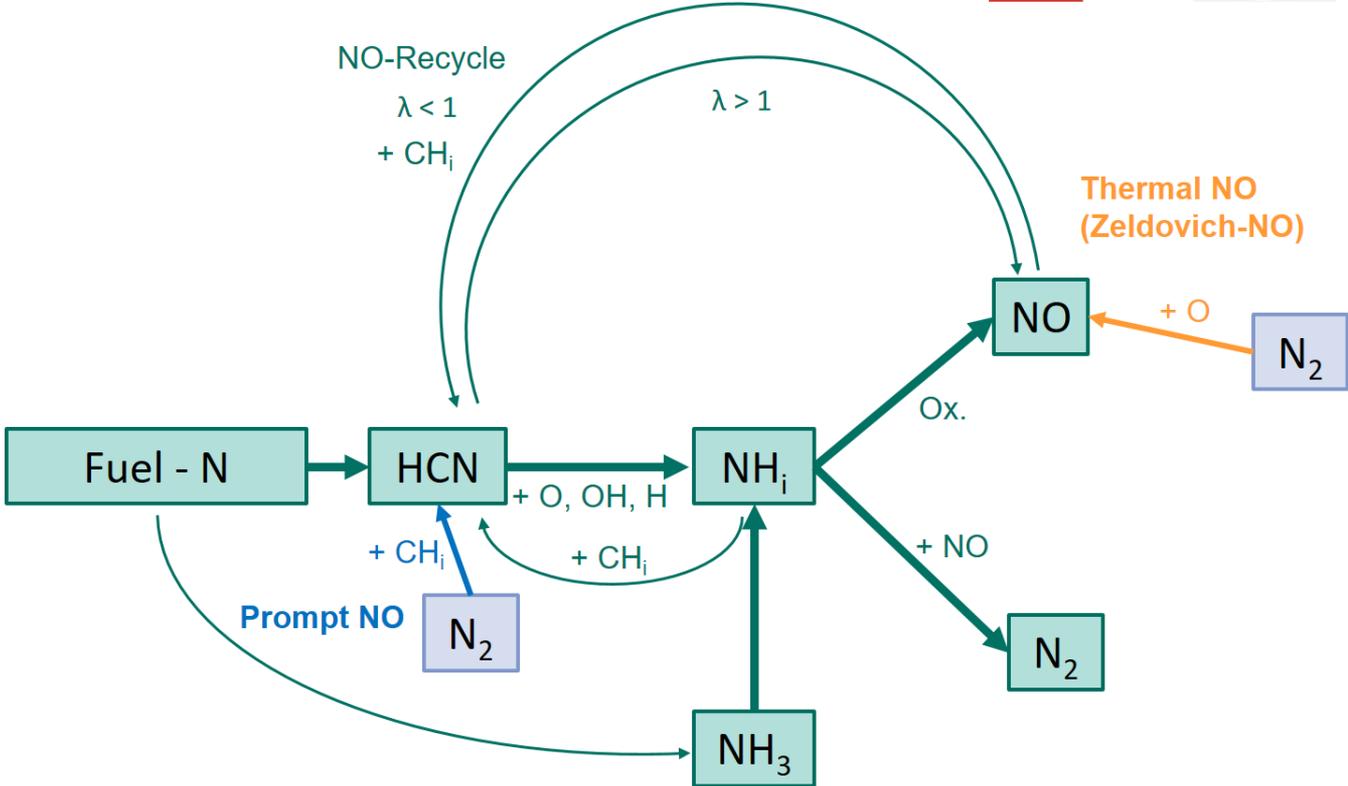
GEFÖRDERT VOM



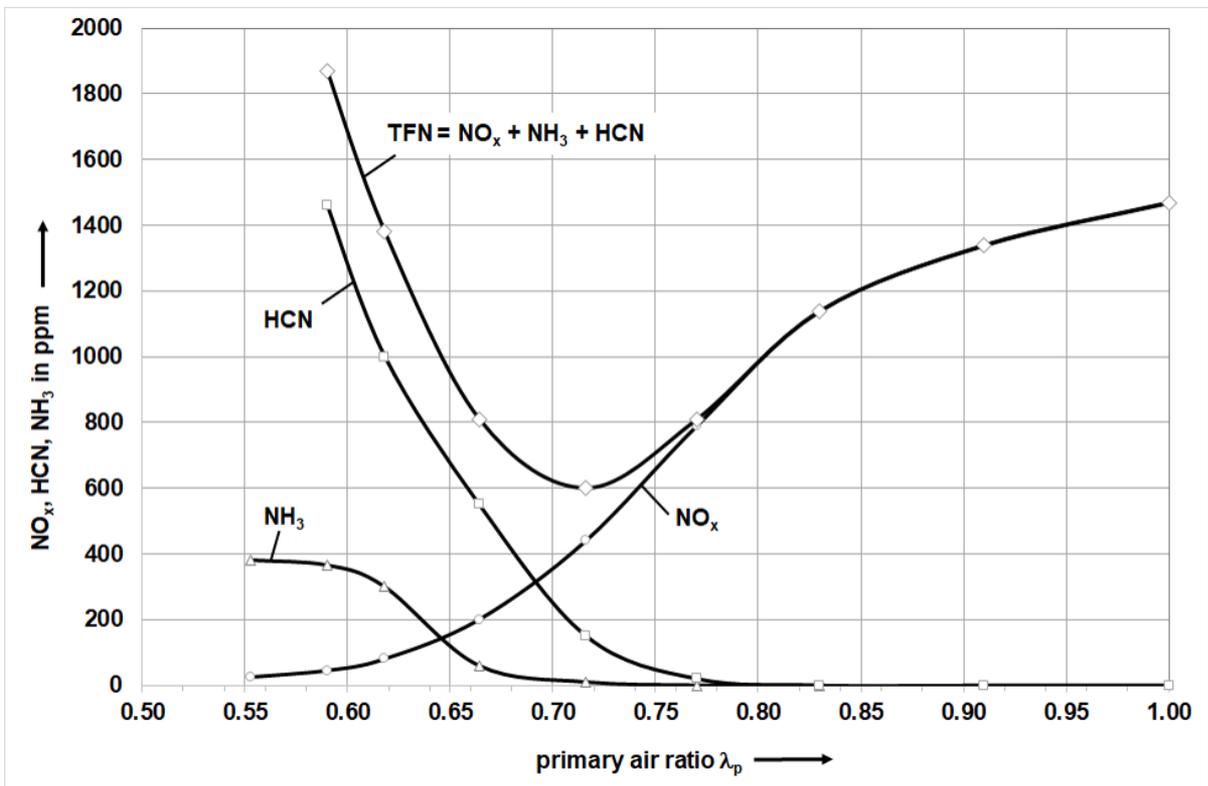
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Backup



Stapf, D. Experimentell Basierte Weiterentwicklung von Berechnungsmodellen der NOx-Emission Technischer Verbrennungssysteme; VDI-Verl.: Düsseldorf, Germany, 1998.



Eberius, H.; Just, T.; Kelm, S. NO_x-Schadstoffbildung aus Gebundenem Stickstoff in Propan/Luft-Flammen, Vergleich mit Kinetischen Modellen; VDI-Berichte: Düsseldorf, Germany, 1983; Volume 498, pp. 183–192.