

Flammlose Verbrennung (FLOX®) zur NOx-Minderung – Konzept und Anwendung für automatische Holzfeuerungen

Christian Gaegauf

9. Holzenergie-Symposium 2006

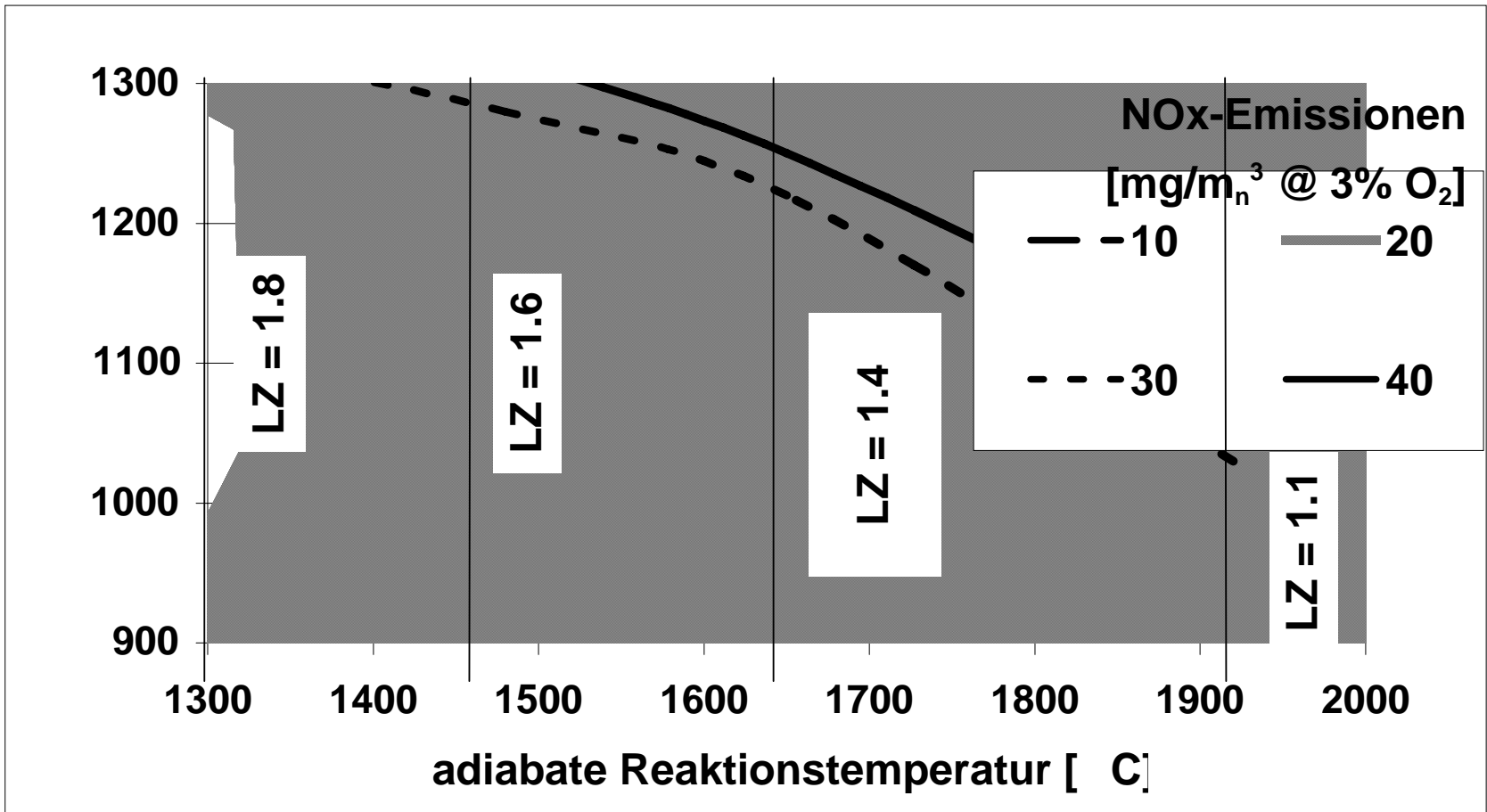
FLOX-Technik am Ökozentrum Langenbruck

FLOX-Brenner für Wärme-Kraft-Anlagen:

- Funktionsmuster eines 1.2 kW Stirling-Freikolbenmotors mit FLOX-Brenner für Gas und Heizöl
- Prototyp des Stirlingmotors von Stirling Systems AG



FLOX-Brenner reduziert thermische NOx



FLOX-Brenner für Bio-Reststoffe

EC-Projekt Bio-Pro:

- Energie aus flüssigen und gasförmigen Bio-Reststoffen
- Laborversuche mit LCV-Gas mit H_u 2 MJ/m³ (1/18 H_u -Erdgas)
- Luftvorwärmung 300°C
- CO und NO_x < 20 mg/m³

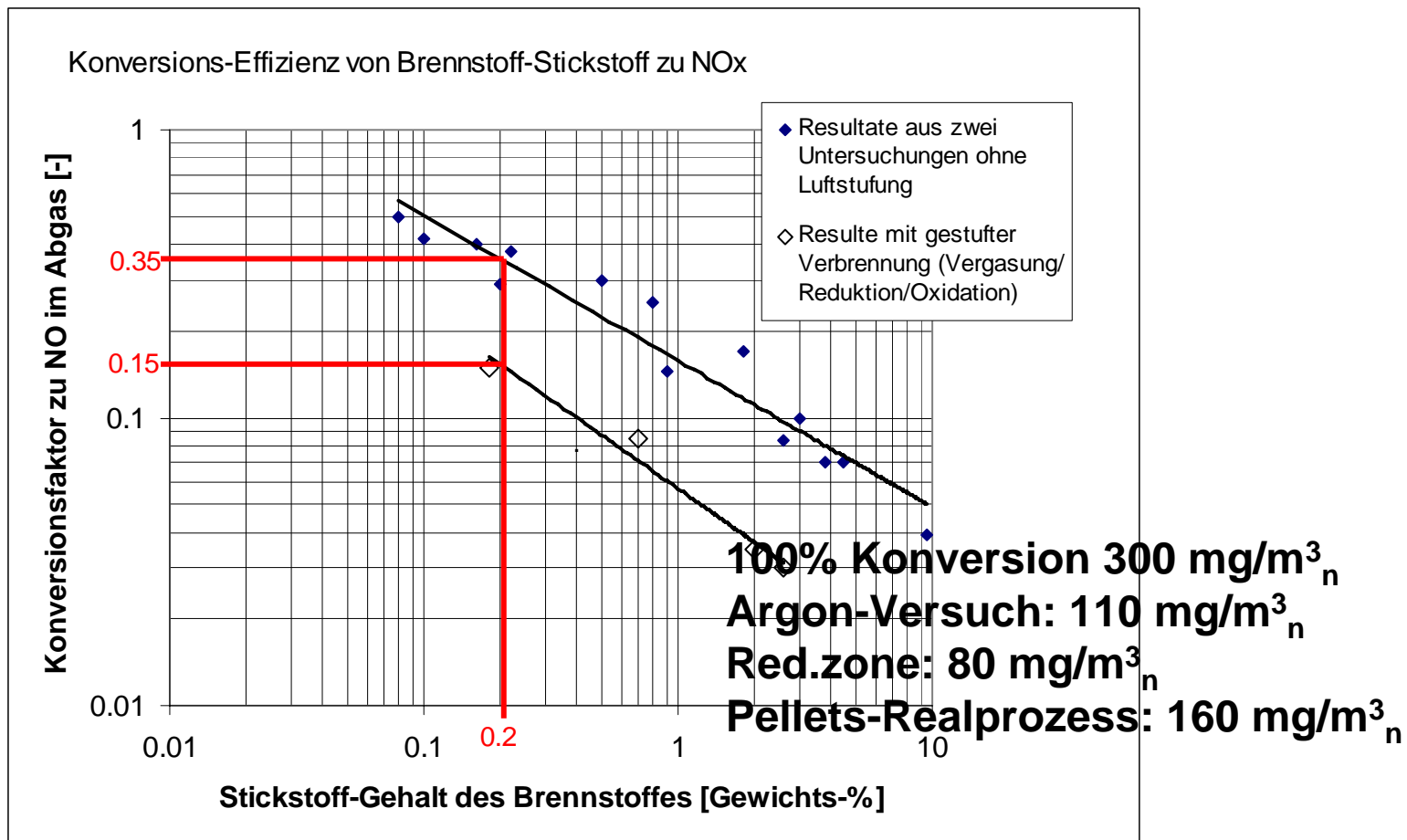


FLOX-Brenner für Schwachgas

- 40 kW FLOX-Fackel im Feldtest verbrennt Deponiegas mit einem Methangehalt von ca. 10%.
- Es können jährlich Methan-Emissionen in der Höhe von 600 Tonnen CO₂-Äquivalent verhindert werden.
- Handel mit CO₂-Zertifikaten im Wert von 9'000 CHF pro Jahr.



Holz-Brennstoff-NOx: FLOX-Arbeitshypothese

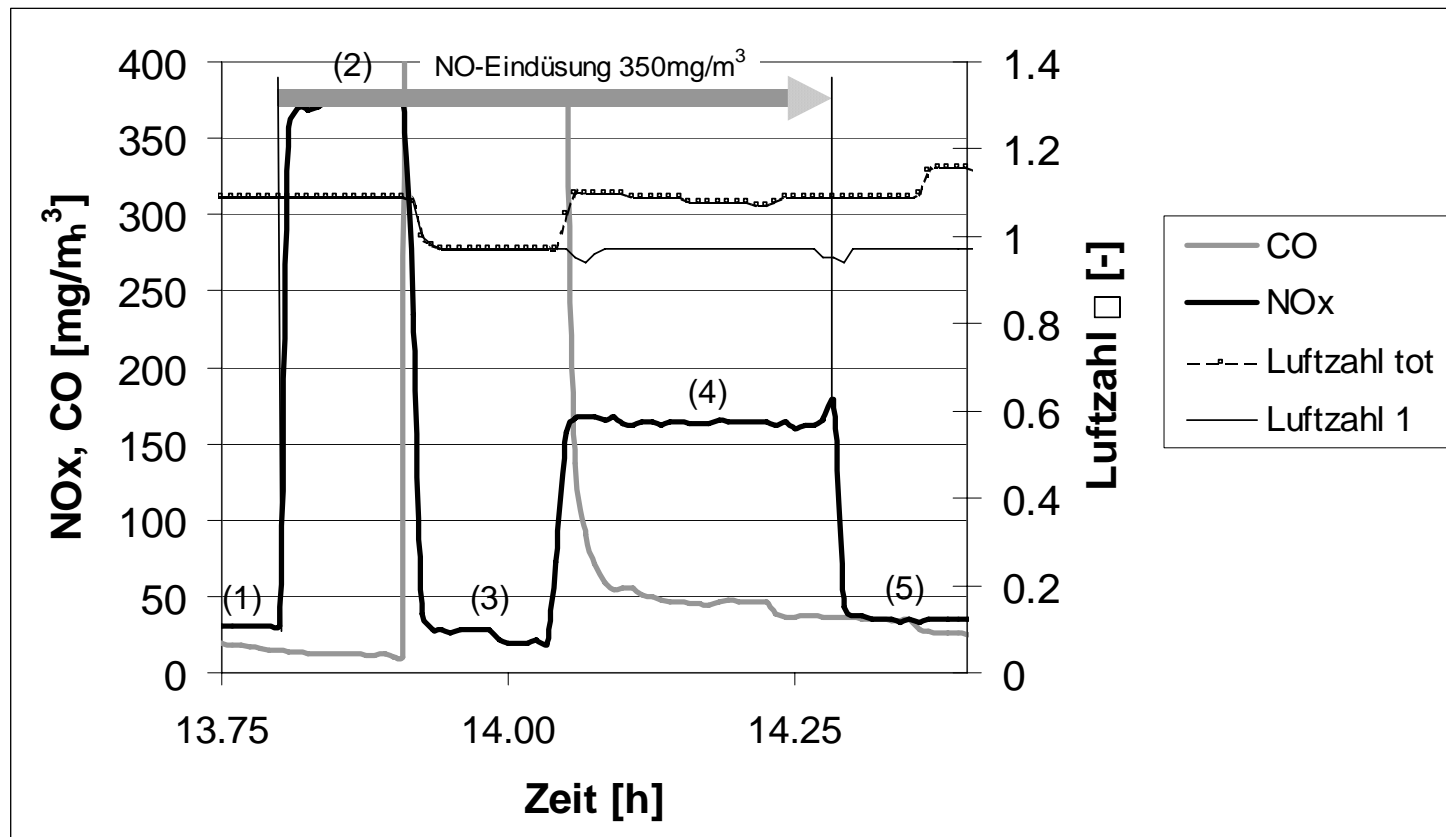


Quellen:

R. Keller, T. Nussbaumer, ETH Zürich 1994

R. Marutzky, Wilhelm-Klauditz-Institut, 1991

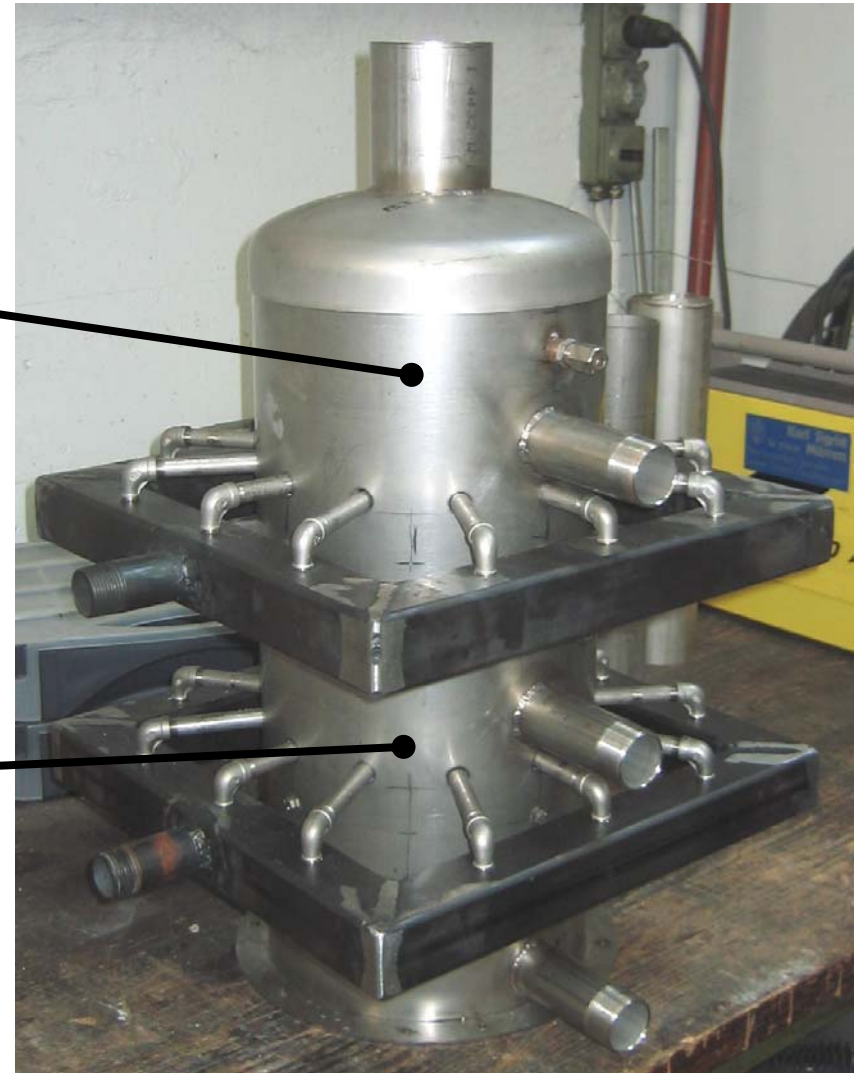
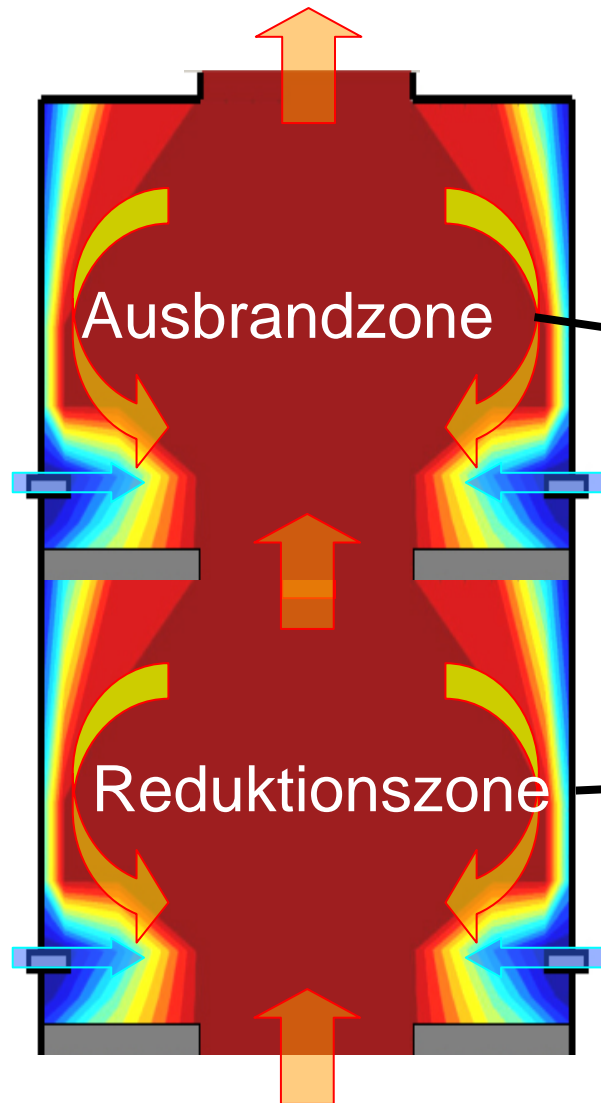
FLOX-Brenner-Versuche mit Erdgas zur Reduktion der Brennstoff-NOx



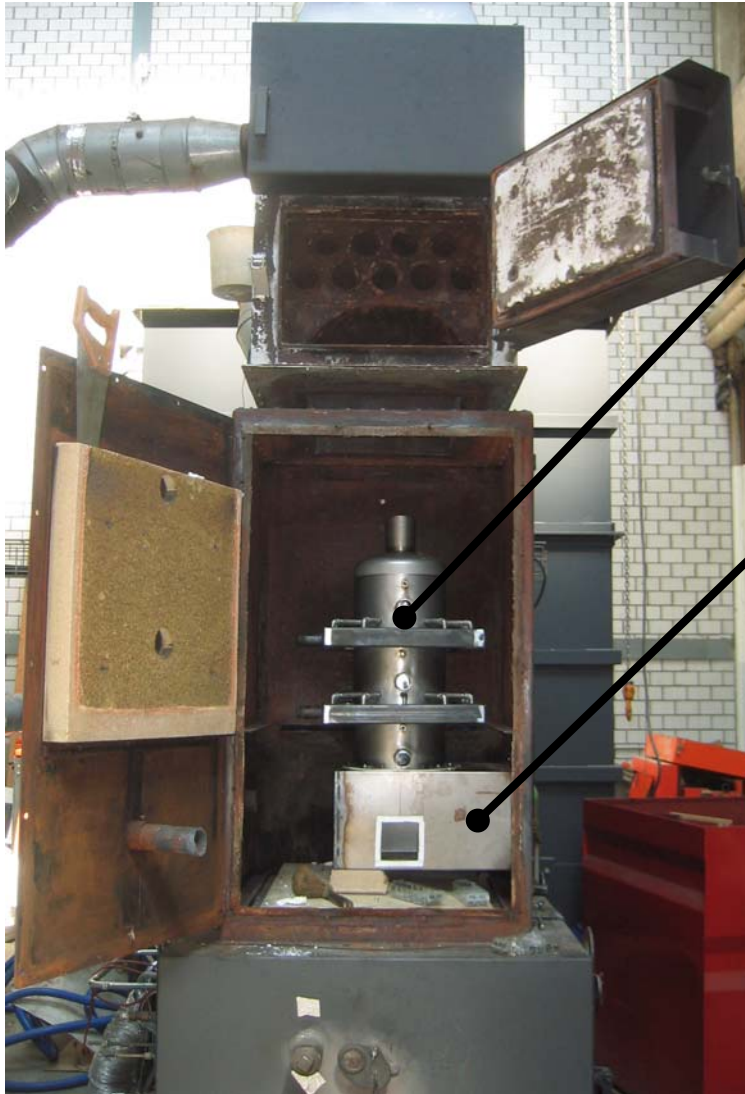
Eindüsung von NO in Verbrennungsluft als Brennstoff-Stickstoff



Double-FLOX-Design für Festbrennstoffe



Double-FLOX-Pellet-Versuchsbrenner

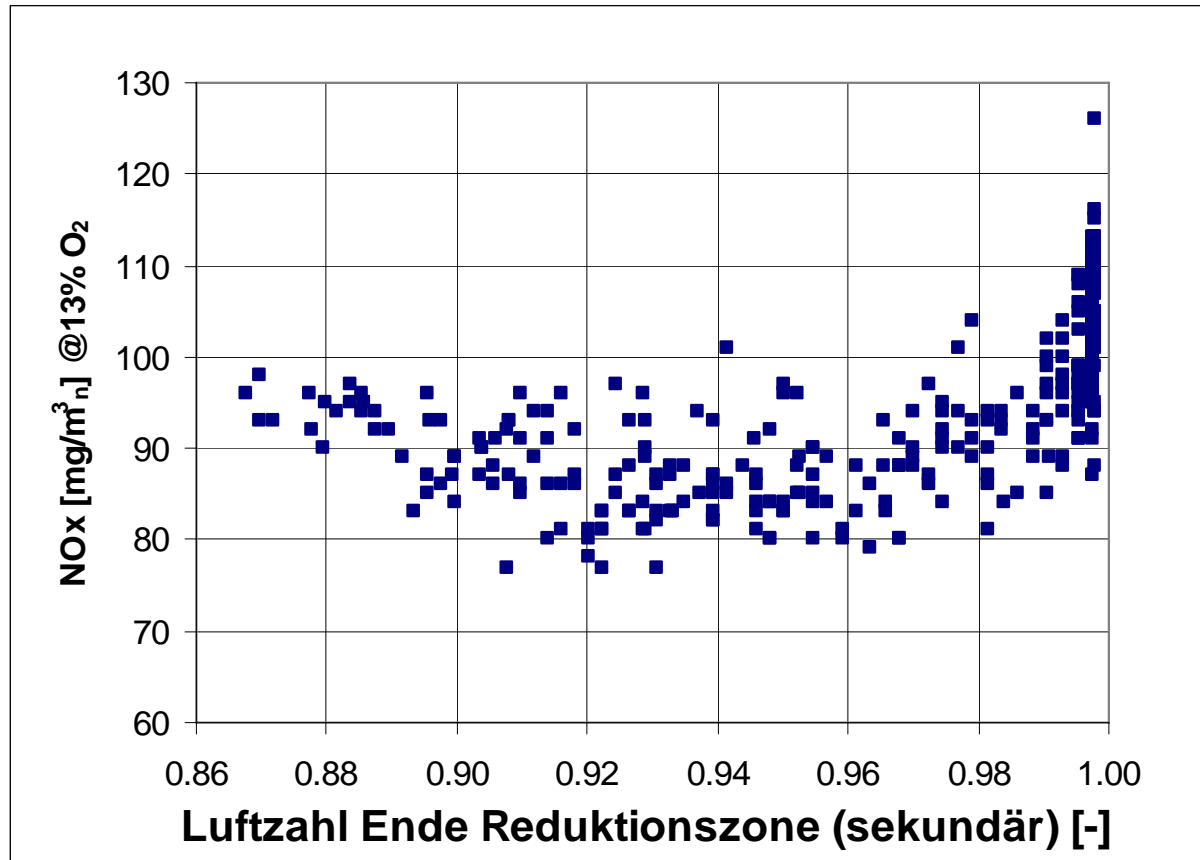


**Double-FLOX-Brenner
mit Reduktions- und
Ausbrandstufe**

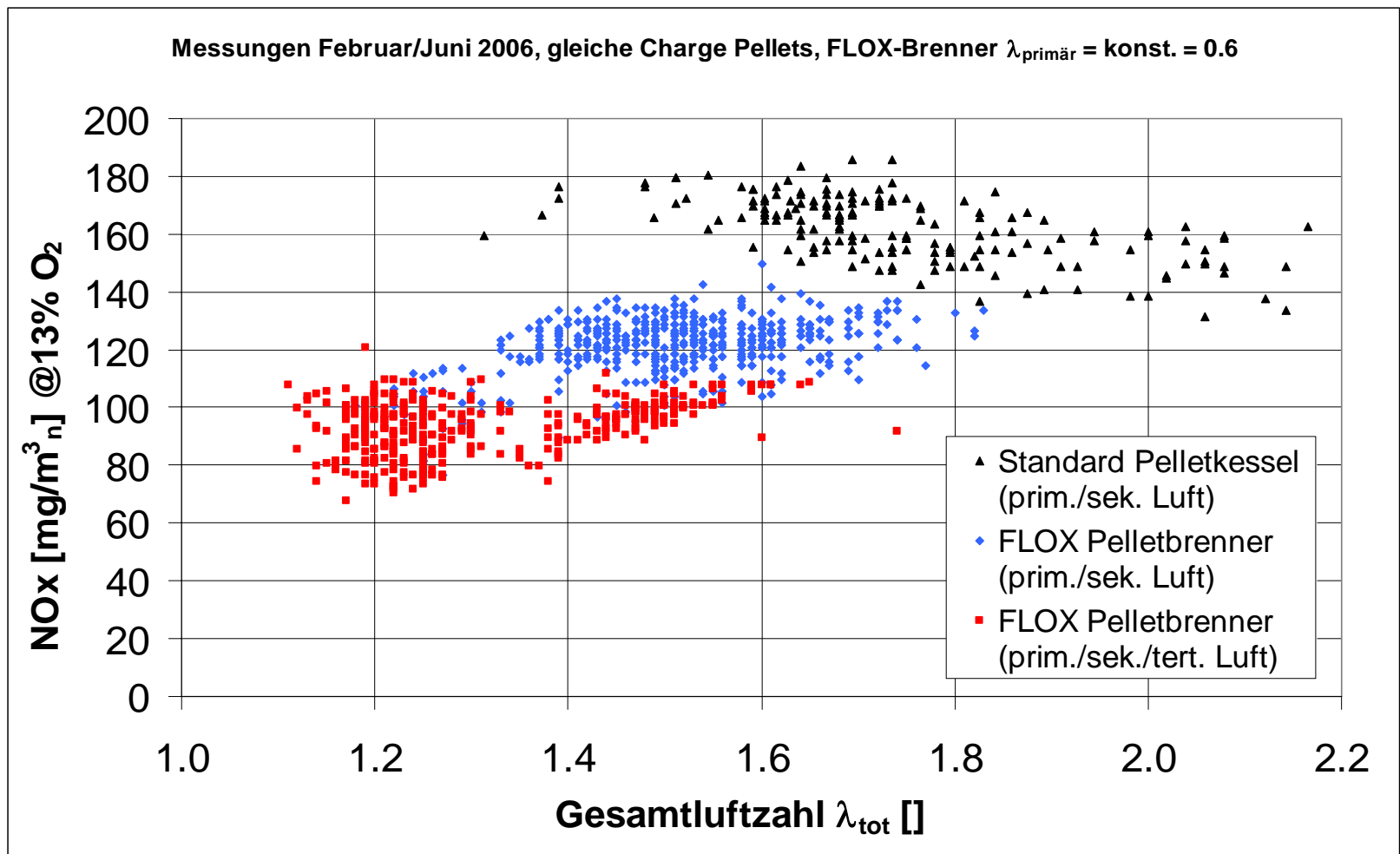
**Primärstufe:
20 kW Pelletbrenner
(Ökofen, Österreich)**



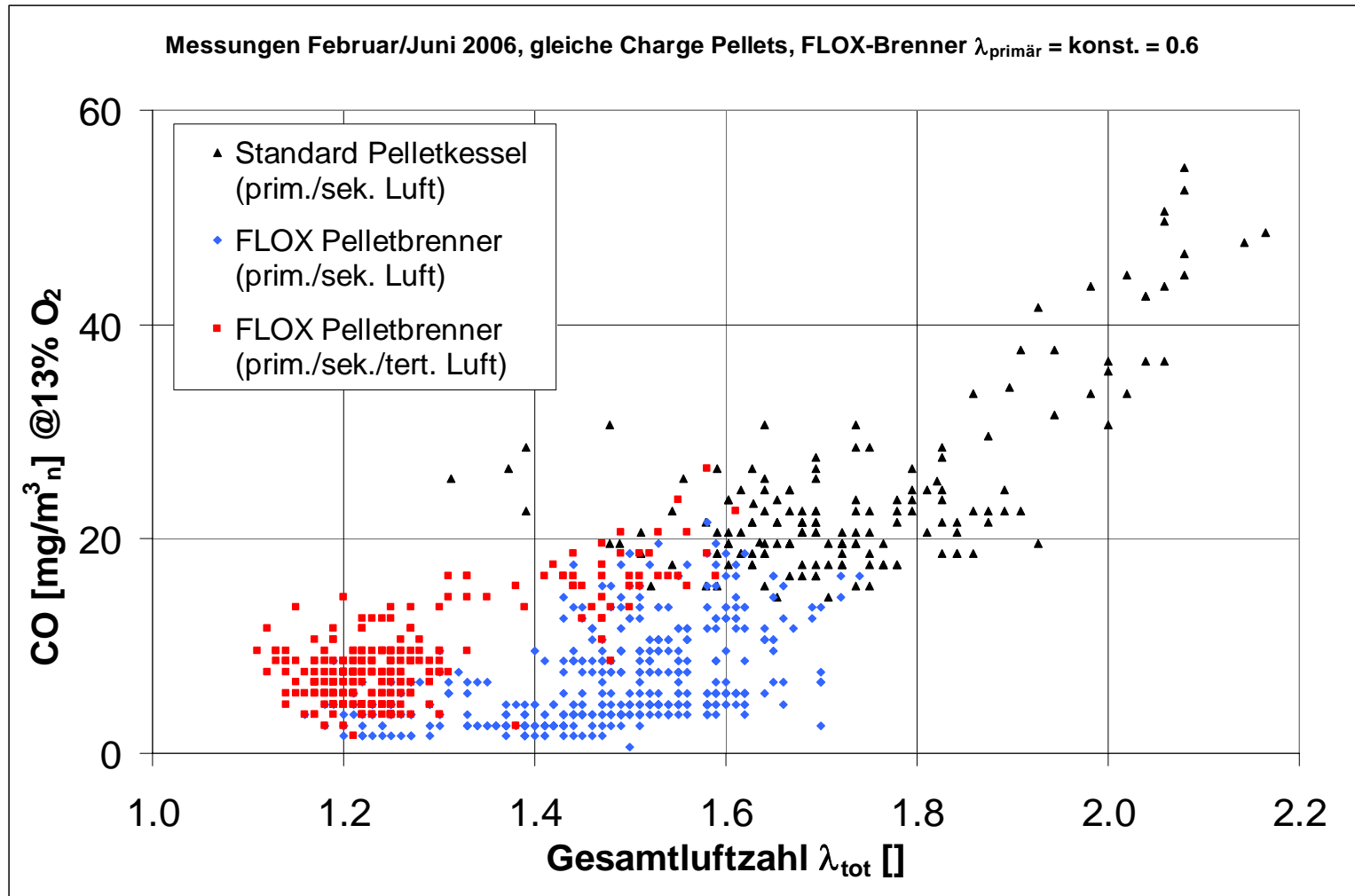
Double-FLOX: DENOx-Wirkung in Reduktionszone



Double-FLOX und Variationen DENOx: Standard / Single-FLOX / Double-FLOX



Double-FLOX Variationen CO: Standard / Single-FLOX / Double-FLOX



FLOX-Holzpellet-Brenner: Fazit

- Bei der Holzverbrennung stammt der grösste Teil der NO_x-Emissionen aus Brennstoff-N. Thermische NO_x spielen eine geringere Rolle.
- Von den Brennstoff-N basierenden NO_x-Emissionen lassen sich nur rund ein Drittel reduzieren. Der Rest, typischerweise 70 bis 90 mg/m³_n sind auch mit einer 1100°C FLOX-Reduktionszone nicht reduzierbar.
- FLOX-Technik verhindert thermische NO_x, erzielt aber gegenüber optimierten, konventionellen Reduktionsstufen keine signifikant höhere NO_x-Emissionsreduktion.
- FLOX-Technik ermöglicht durch die intensive Gasmischung auf kleinem Raum konstante Prozessbedingungen. Dies erlaubt einen vollständigem Ausbrand bei geringsten CO-Emissionen selbst bei tiefen Luftzahlen.
- Tiefen Luftzahlen sind ein Vorteil, falls Abgasrezirkulation zur Partikelreduktion angewendet wird, da in der Reduktionszone die Temperaturen nicht zu stark abgesenkt werden.

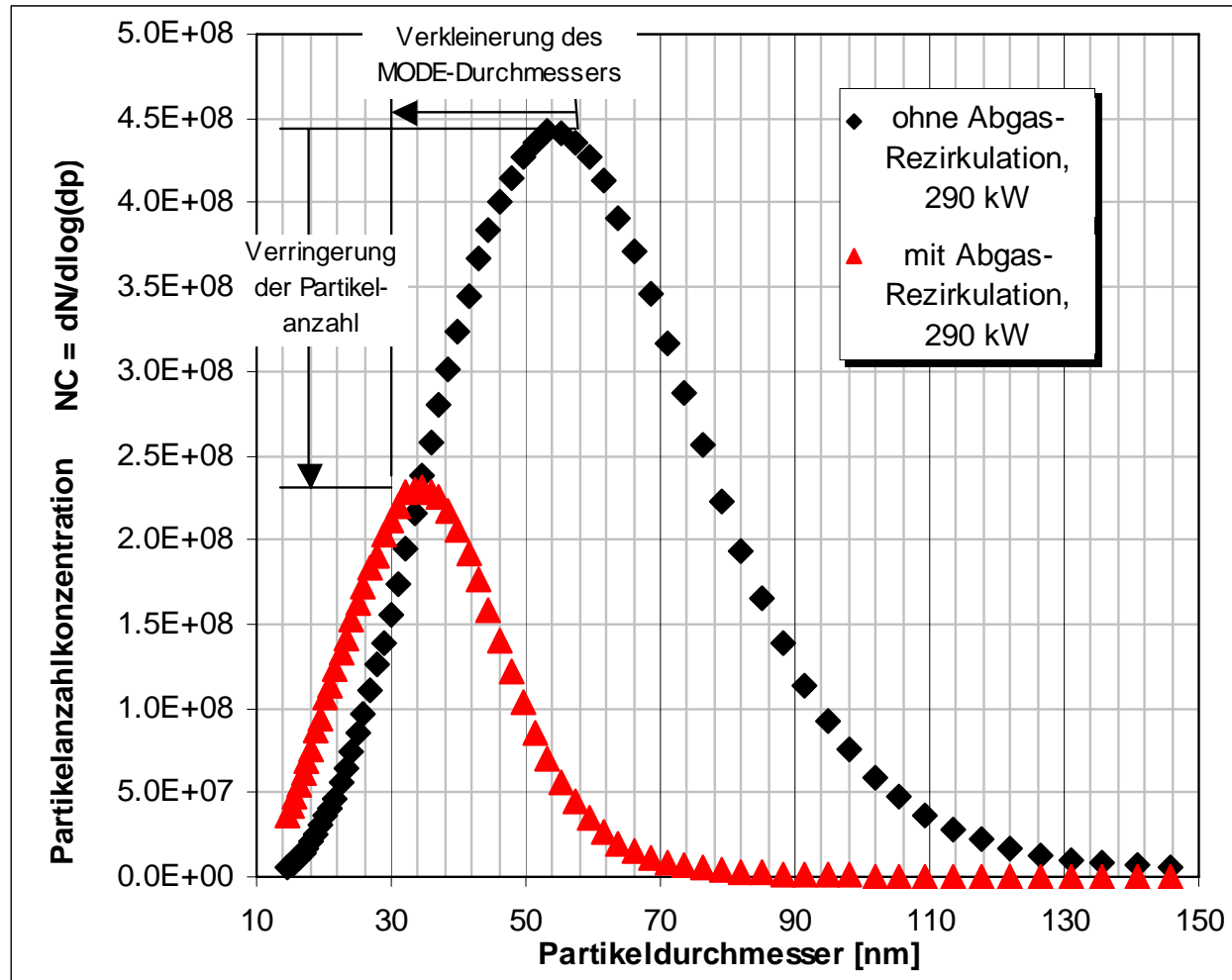


Primärmaßnahmen zur Feinstaubreduktion mit Glutbett-Temperaturführung

Faktor 6 weniger Feinstaubpartikel eines 300kW Holz-schnitzel-Kessels mit Glutbett-Temperaturführung durch Abgasrezirkulation (Schmid AG)



Feinpartikelminderung durch Glutbett-Temperaturführung



Energie aus nicht-holziger Biomasse



EUREKA-Projekt



KTI/CTI



Hintergrund

- **In der EU25 werden die pelletierbaren, nicht anderweitig eingesetzten Bio-Reststoffe auf 55 Mio Tonnen pro Jahr geschätzt – davon sind nur 8 Mio Tonnen sind aus Holz.**
- **In Serbien wird eine Strohmenge auf dem Feld abgefackelt, die dem halben Heizenergiebedarf des Landes entspricht.**
- **In der Schweiz betragen die inländisch entstehenden Müllerei-Filterstäube, welche heute nicht mehr als Futtermittel eingesetzt werden dürfen, ca. 30'000 t/a – das entspricht dem 2004 CH-Konsum an Holzpellets.**
- **Zusätzlich fallen in Europa mehr als 1 Mio t/a nicht essbare Getreide an (Lagerschäden, Schimmel)**



Industriepartner

Partner

Serbien-Montenegro:

- **Trocknungsanlagen 20-1000 kW mit Verbrennung von Mais-Spindeln, Strohballen, Pflaumen- und Kirschensteine**

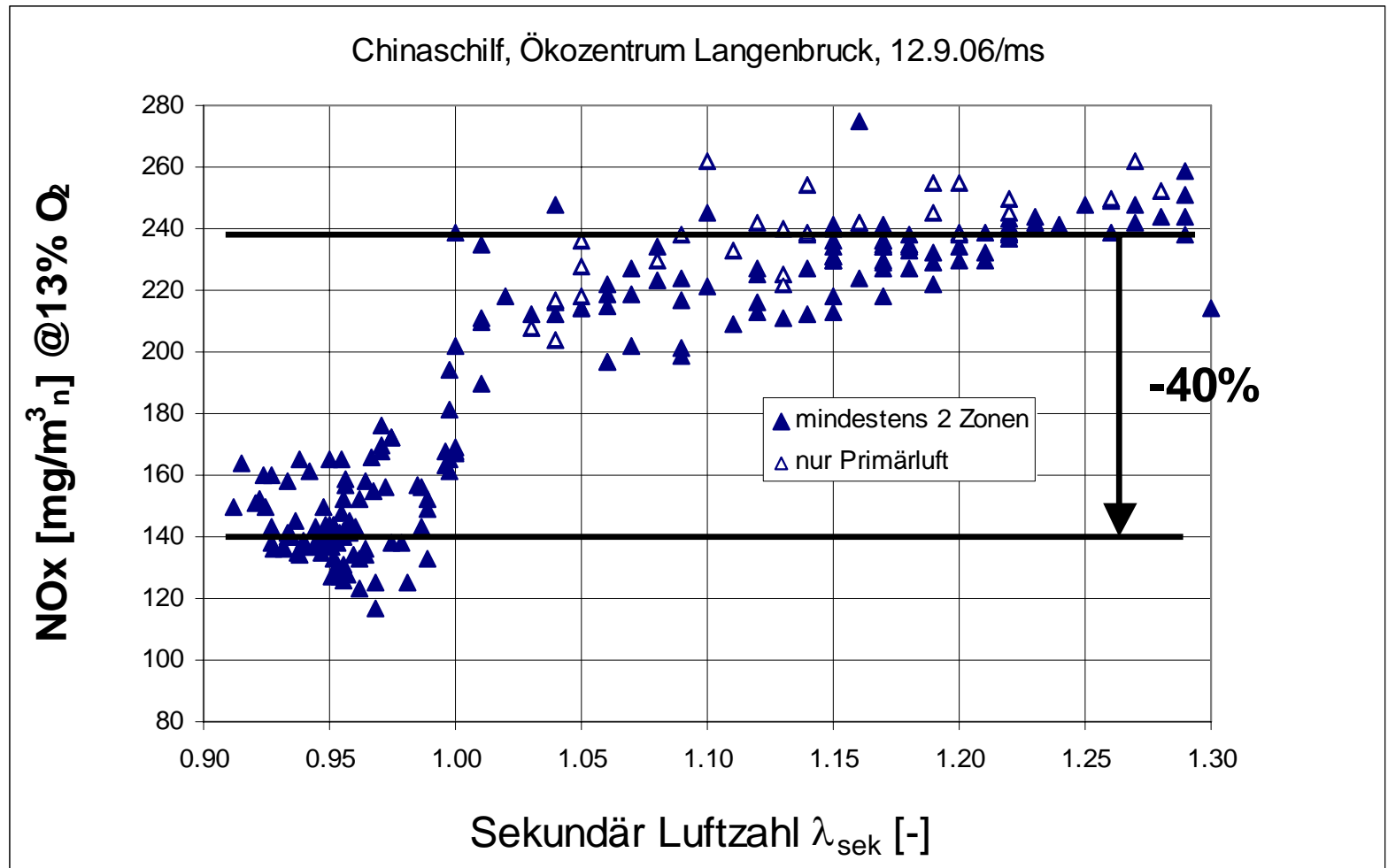


Partner CH/Liechtenstein:

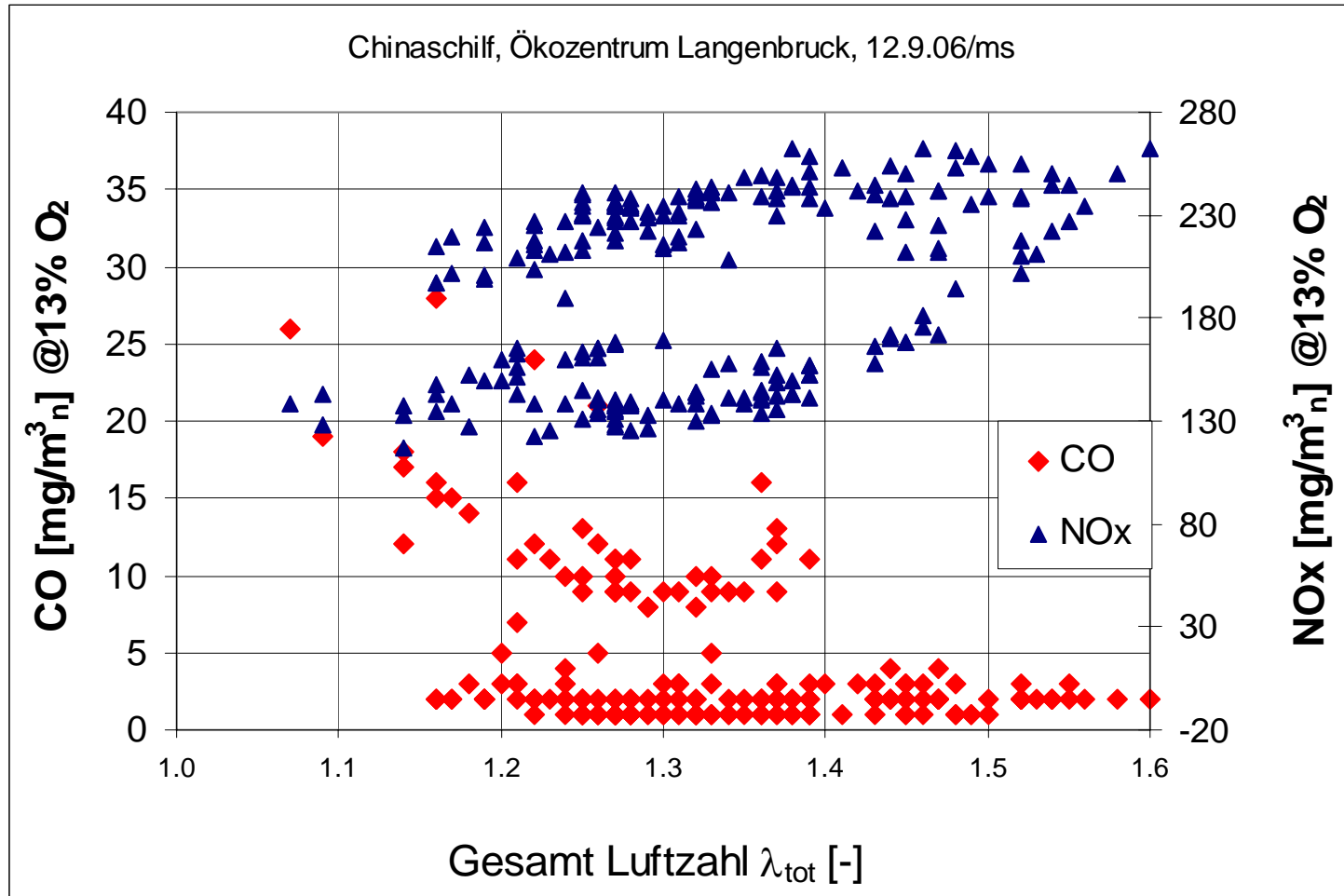
- **Pelletkessel für Bio-pellets Heizung/ Warmwasser**



Chinaschilf-Pellets (Miscanthus): NOx-Reduktion

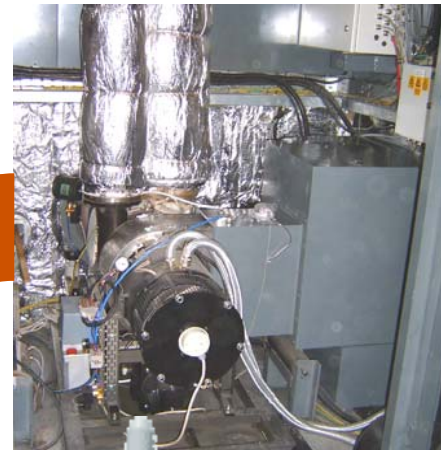


Chinaschilf-Pellets: CO-Emissionen



FLOX-Potenzial in Biomasse Wärme-Kraft-Anlagen

- Die Firma Kompogas plant gemeinsam mit dem Ökozentrum Langenbruck die erste holzbefeuerte Heissgasturbinen-Anlage (100 kWe / 250 kWth) in der Schweiz.
- Die Abwärme (300°C) wird von einer ORC-Turbine (35 kWe) genutzt.
- Neuer Ansatz für kompakte Biomasse-Combined-Cycle-Anlagen (Wirkungsgrad ca. 30%).



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dank an:

Martin Schmid¹, Daniel Hegele², Joachim G. Wüning³

¹ Ökozentrum Langenbruck (CH)

² Hoval Werke AG, Vaduz (FL)

³ WS-Wärmeprozestechnik GmbH, Renningen (D)

- Schweizer Bundesamt für Energie**
- Schweizer Bundesamt für Umwelt**
- Kommission Technologie und Innovation**
- Staatssekretariat für Bildung und Wissenschaft**

www.oekozentrum.ch

