
Innovative NO_x-Reduzierung: Primär- und Sekundärseitige Ansätze zur Minderung von Stickoxid-Emissionen bei Biomassefeuerungen

17. Fachkongress Holzenergie



28.09.2017

Würzburg

Martin Meiller

Giovanny Mateus Batanero

Julian Walberer

Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

AGENDA

1. Motivation
2. Entstehung Stickoxide
3. Stand der Technik
4. Konzept Brennstoffstufung
5. Konzept Niedertemperatur SCR
6. Zusammenfassung

Motivation

- Gesundheitliche Aspekte
- Rechtliche Aspekte
- Wärmewende
 - Nutzung von biogenen Reststoffen
 - Verdrängung von fossilen Brennstoffen

Ziel: Biomasse so sauber machen, dass sie nicht angreifbar ist!

Fokus: 1-5 MW

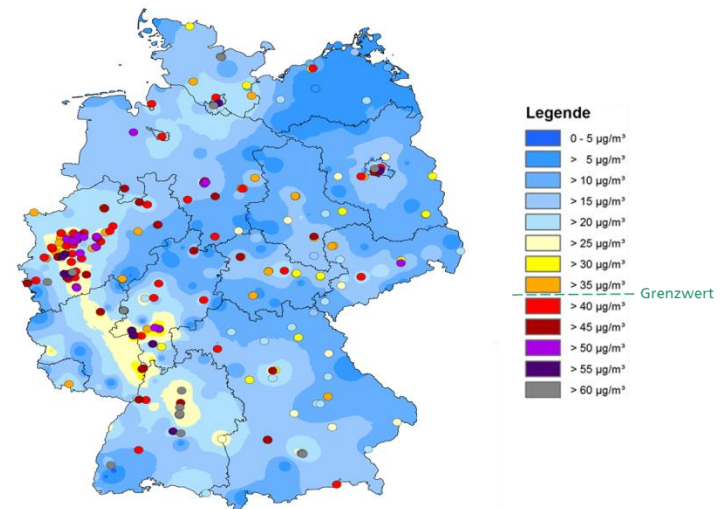
- Biogene Reststoffe:
 $600 \text{ mg/Nm}^3 \rightarrow 300 \text{ mg/Nm}^3 @ 6\% \text{ O}_2$
- Holzbrennstoffe:
- $380 \text{ mg/Nm}^3 \rightarrow 300 \text{ mg/Nm}^3 @ 6\% \text{ O}_2$

VW-Abgas-Skandal

So schädlich ist Stickoxid für die Gesundheit

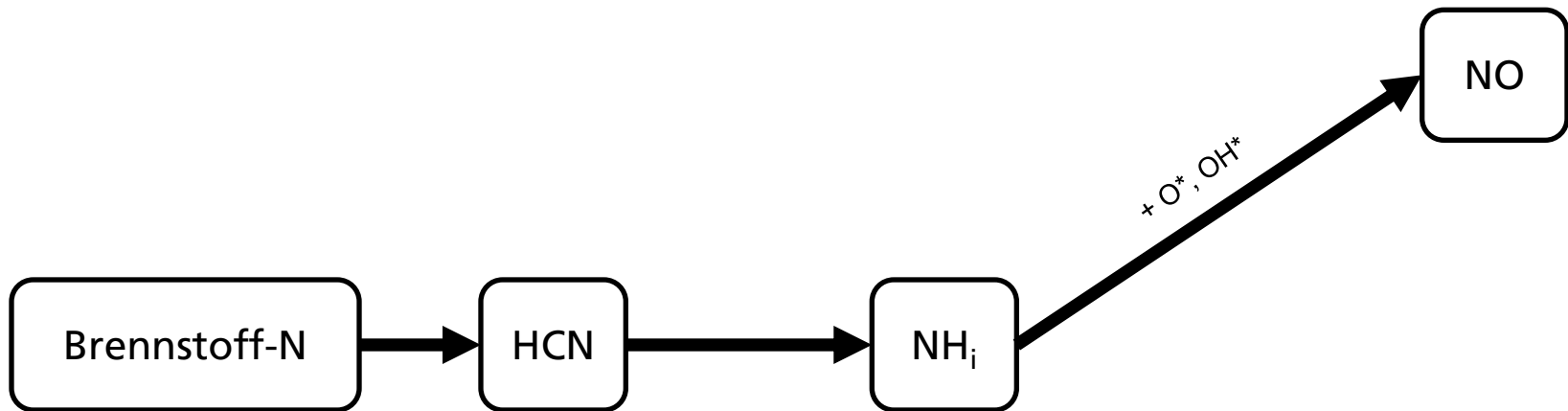


FOTO: Shutterstock/ssuaphotos



Entstehung von Stickoxiden

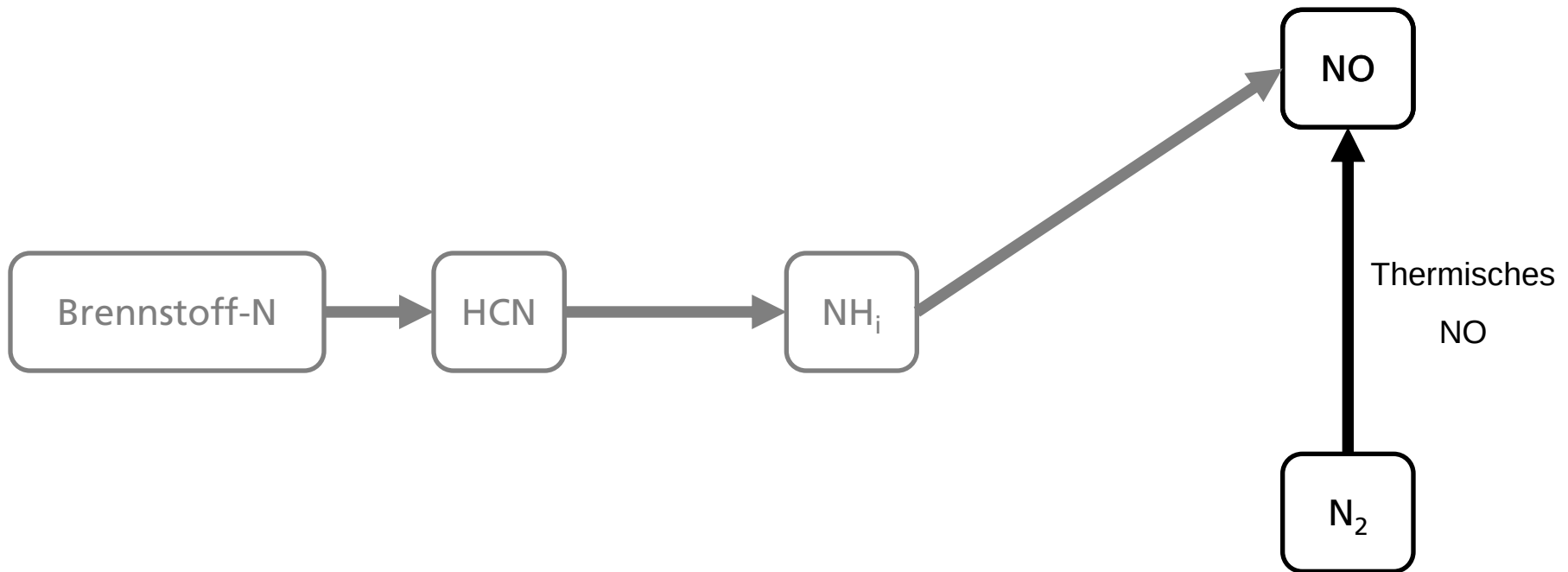
Brennstoff- NO_x



Quelle: ⁷Koger S., 2009

Entstehung von Stickoxiden

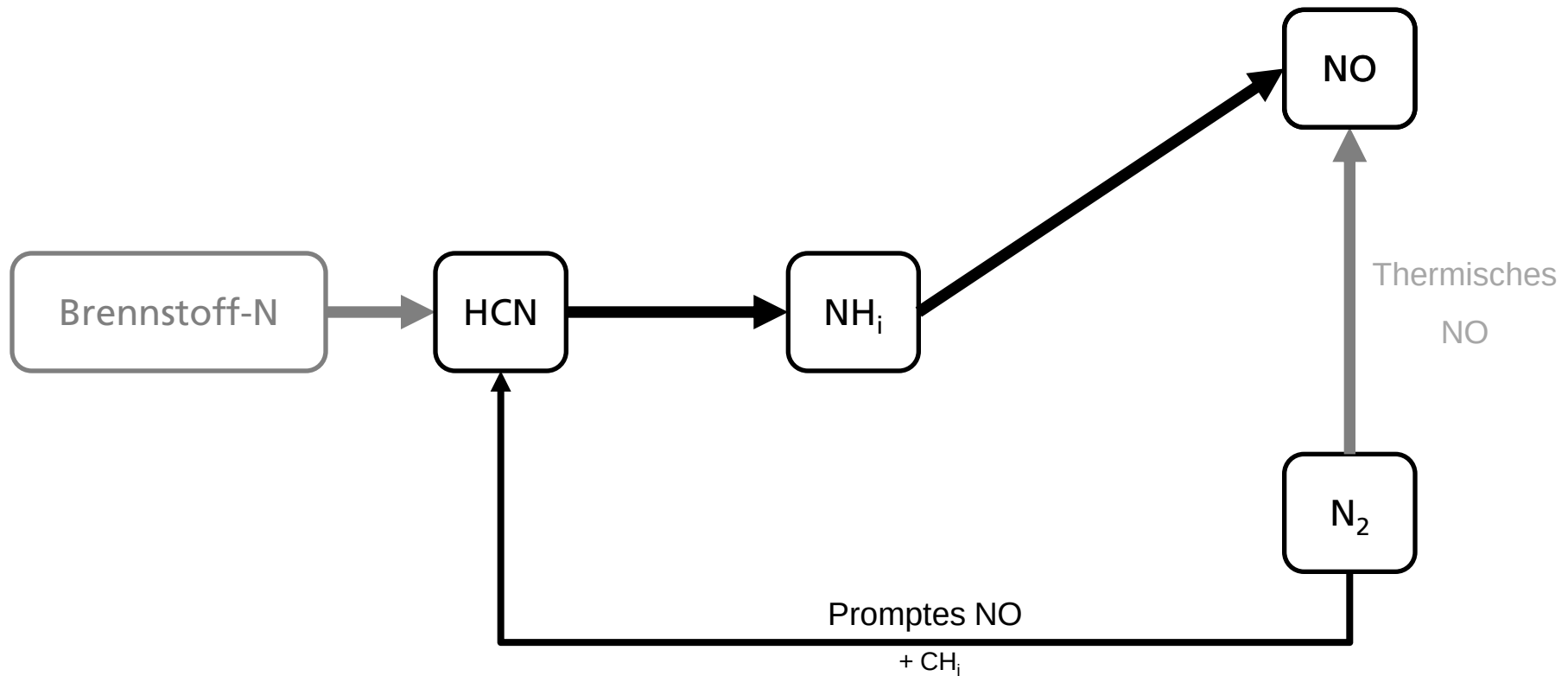
Thermisches NO_x



Quelle: ⁷Koger S., 2009

Entstehung von Stickoxiden

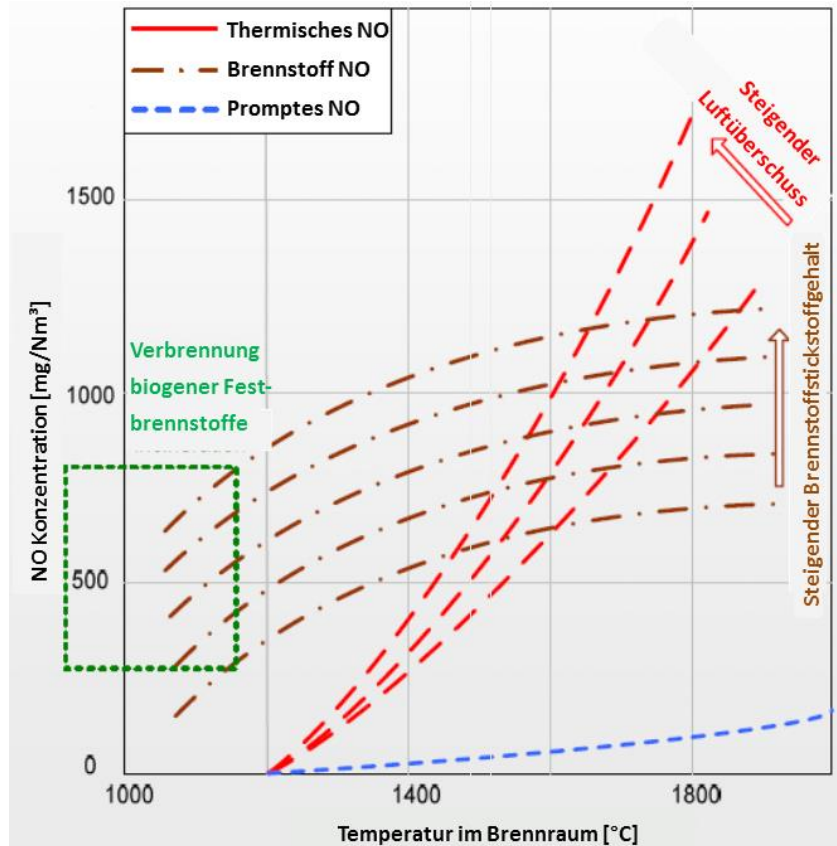
Promptes NO_x



Quelle: ⁷Koger S., 2009

Entstehung von Stickoxiden

Einflussfaktoren



- Brennstoffbeschaffenheit:
 - Brennstoff-N
 - Zusammensetzung der Asche
- Reaktionsbedingungen
 - Verfügbarkeit von O_2
 - Temperatur
 - Aufheizraten

Übersicht Bildungsmechanismen in Abhängigkeit von der Temperatur

Quelle: Martin GmbH, 2010

Stand der Technik

- **Primärmaßnahmen**

- Luftstufung
- Rezi-Luft
- Brennstoffstufung

- **Sekundärmaßnahmen**

- Selective Non-Catalytic Reduction (SNCR)
- Selective Catalytic Reduction (SCR)

Stand der Technik

- **Primärmaßnahmen**

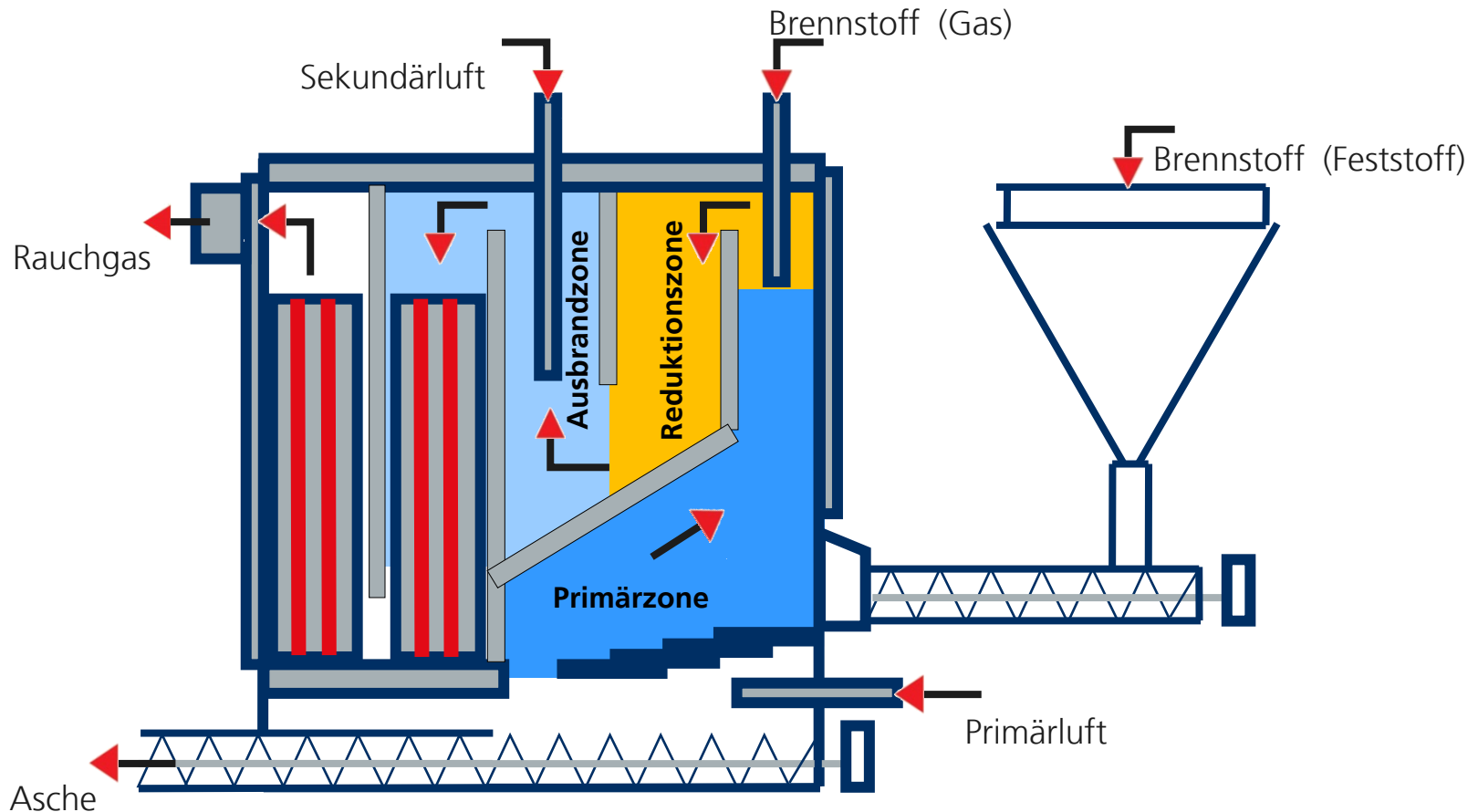
- Luftstufung
- Rezi-Luft
- Brennstoffstufung

- **Sekundärmaßnahmen**

- Selective Non-Catalytic Reduction (SNCR)
- **Selective Catalytic Reduction (SCR)**

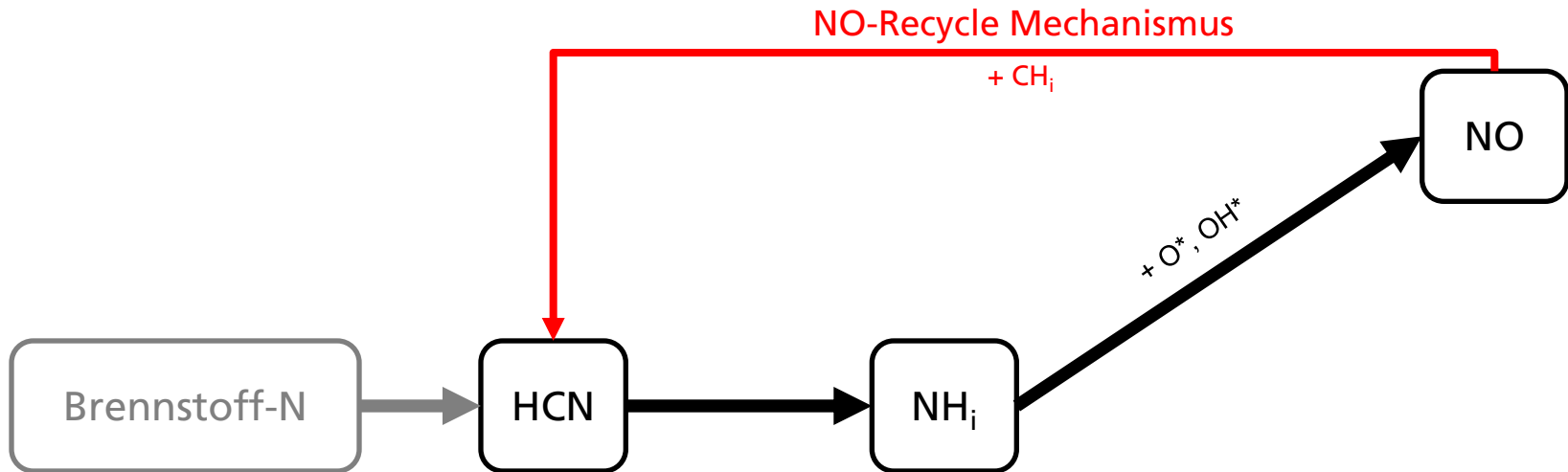
Lösungsansatz Brennstoffstufung

Anlagenkonzept



Lösungsansatz Brennstoffstufung

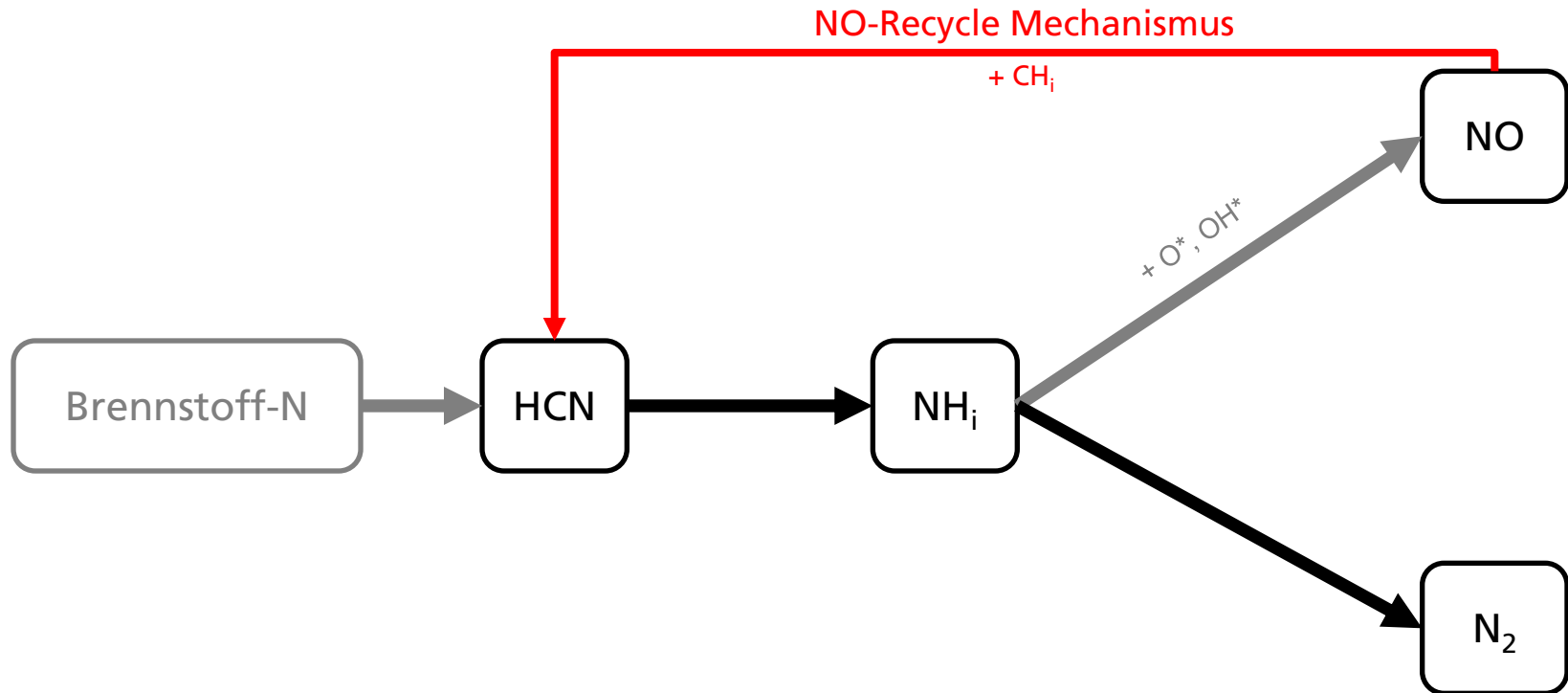
Hintergrund



Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Brennstoffstufung

Hintergrund



Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Brennstoffstufung

Versuche

Primärbrennstoff

- Rapspresskuchen (RPK)
 - Additiv
 - Pelletiert
- Holz



RPK 100%



RPK + Additiv



Holz

Sekundärbrennstoff

- Erdgas Typ H



25% RPK + Additiv /
75% Holz



50% RPK + Additiv /
50% Holz

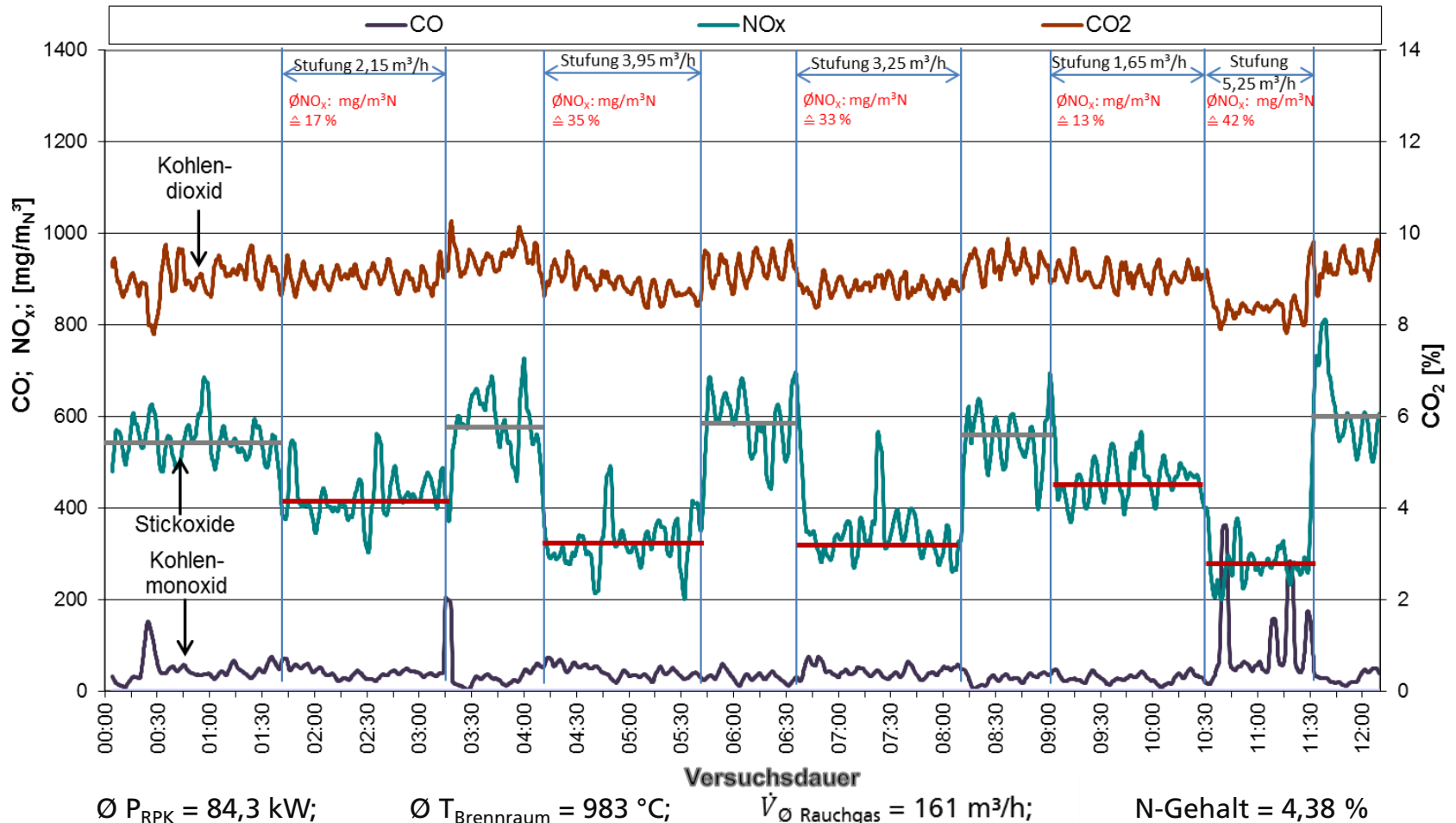


75% RPK + Additiv /
25% Holz

Lösungsansatz Brennstoffstufung

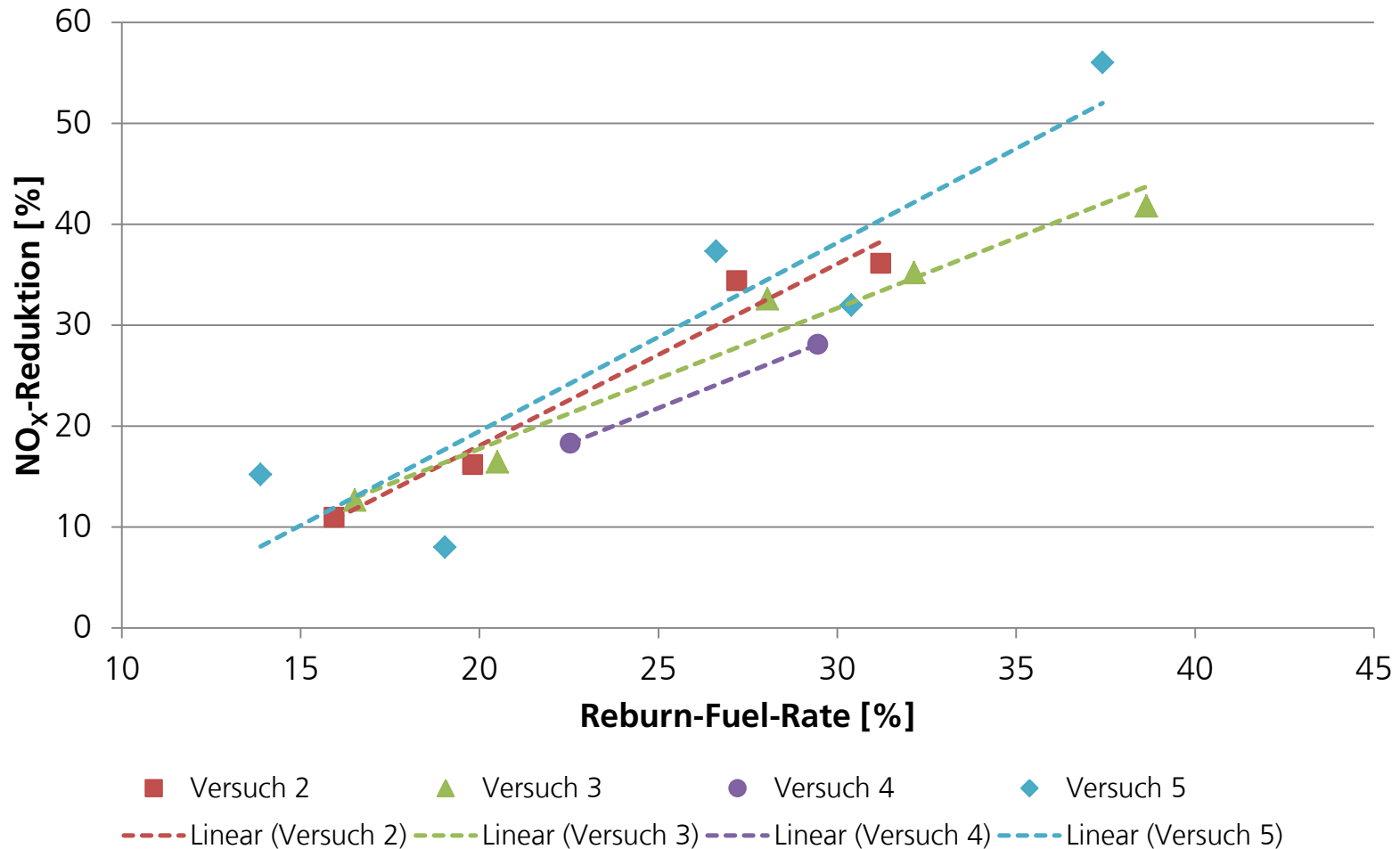
Versuchsergebnisse

Rapspresskuchen 75%/ Holz 25%
11% O₂ Bezug



Lösungsansatz Brennstoffstufung

Versuchsergebnisse



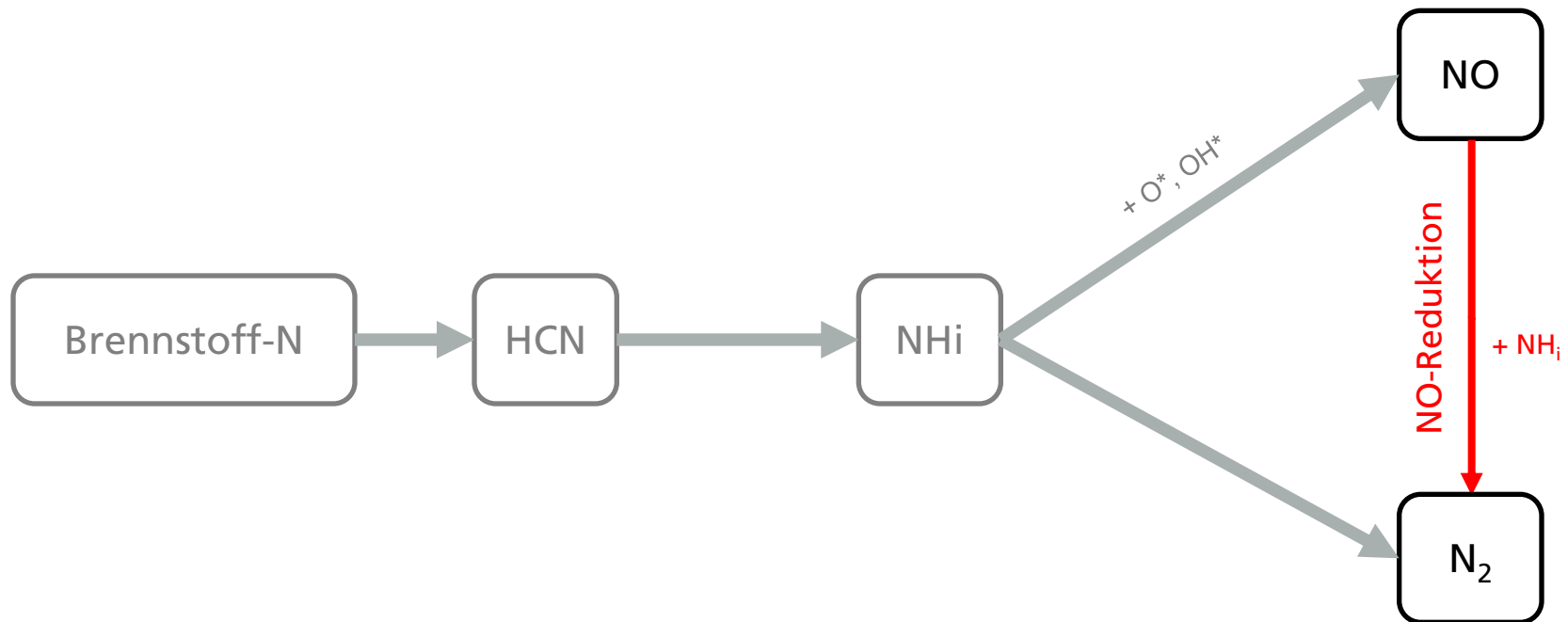
Lösungsansatz Brennstoffstufung

Zwischenfazit

- Reduktion von Stickoxiden
 - Reduktionsraten von fast 60% erreicht
 - Deutliches Optimierungspotenzial
- Flexibilisierung des Betriebs
 - Spitzenlast
 - Schwachlast

Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Hintergrund



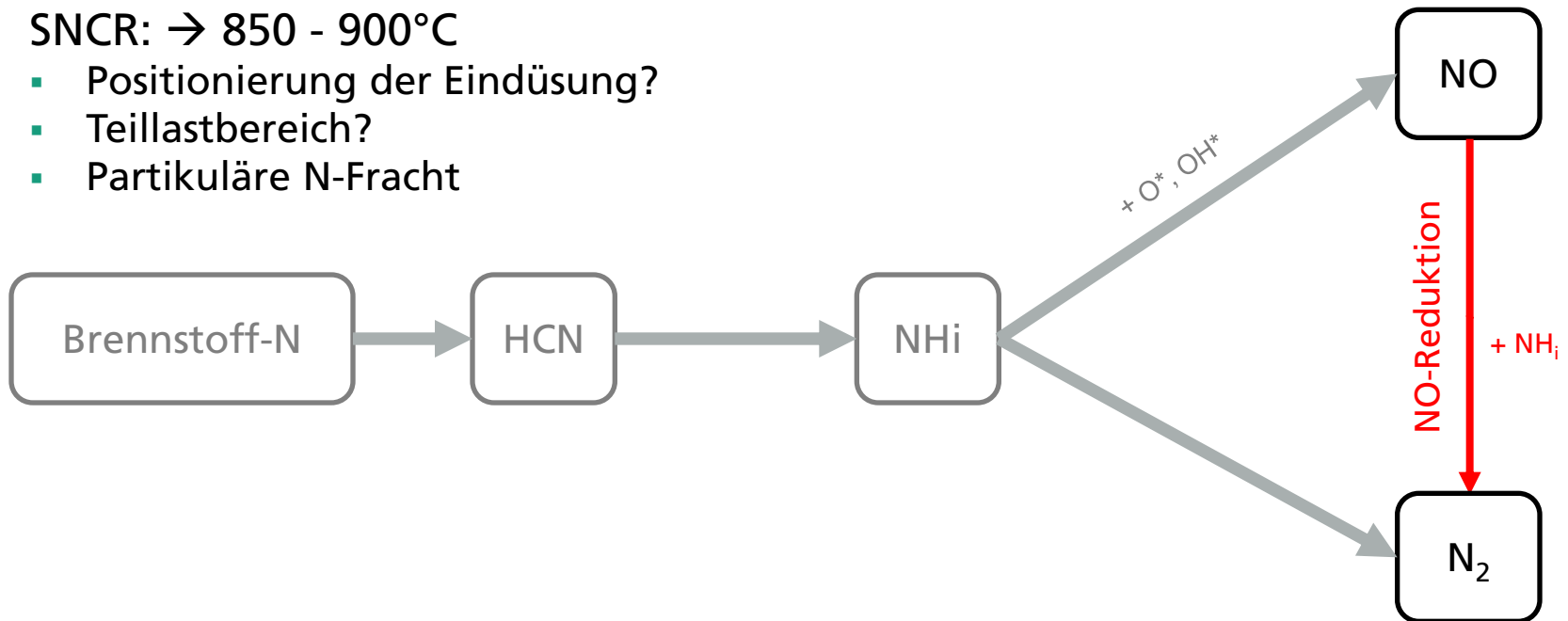
Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Hintergrund

SNCR: $\rightarrow 850 - 900^{\circ}\text{C}$

- Positionierung der Eindüsung?
- Teillastbereich?
- Partikuläre N-Fracht



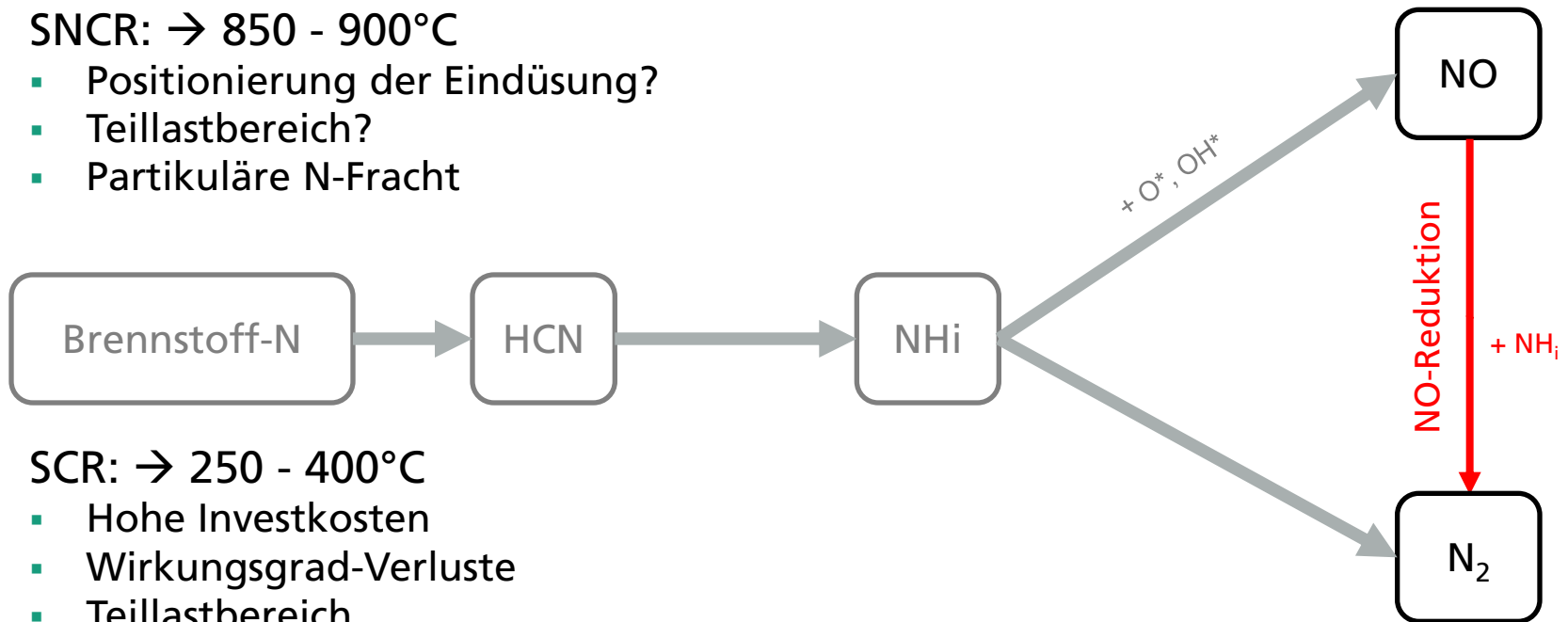
Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Hintergrund

SNCR: → 850 - 900°C

- Positionierung der Eindüsung?
- Teillastbereich?
- Partikuläre N-Fracht



SCR: → 250 - 400°C

- Hohe Investkosten
- Wirkungsgrad-Verluste
- Teillastbereich

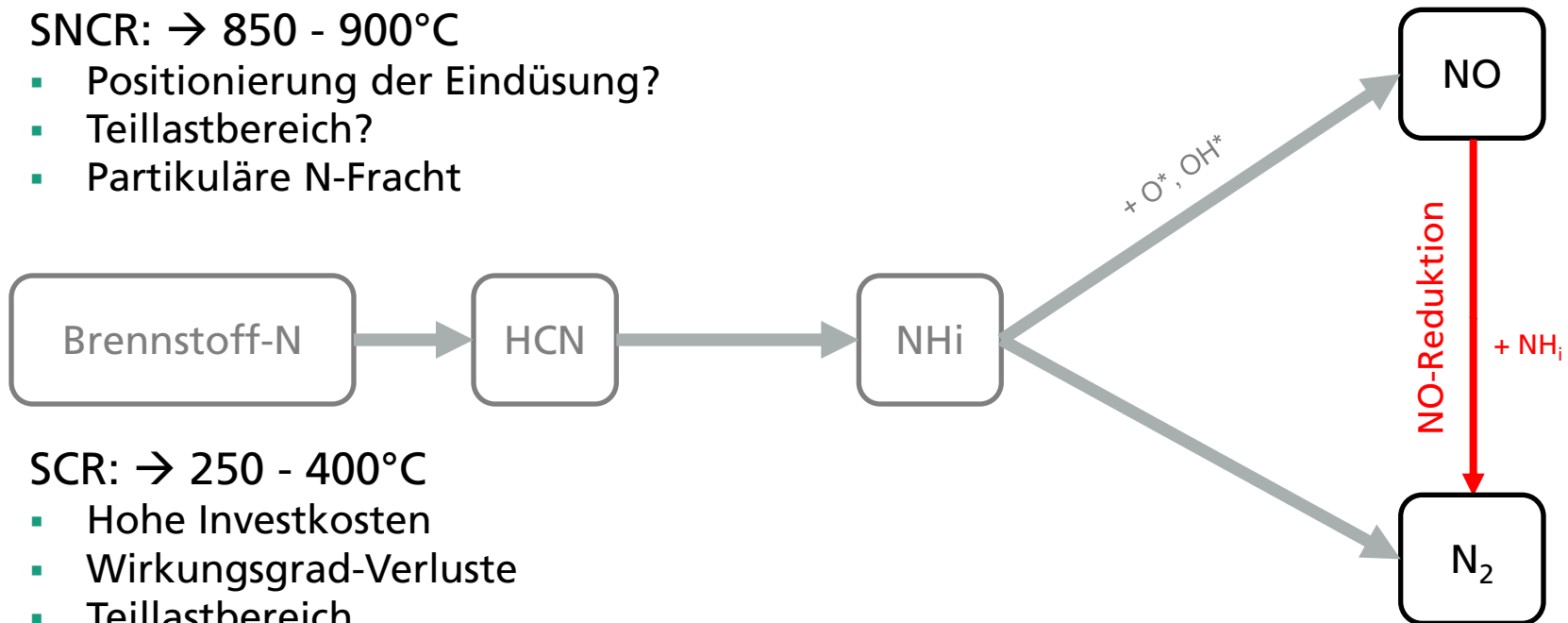
Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Hintergrund

SNCR: → 850 - 900°C

- Positionierung der Eindüsung?
- Teillastbereich?
- Partikuläre N-Fracht



SCR: → 250 - 400°C

- Hohe Investkosten
- Wirkungsgrad-Verluste
- Teillastbereich

Ziel: → 140 - 170°C

- Kombinierte Abscheidung von Staub und Stickoxiden
- Einsatz kostengünstiger Katalysatormaterialien
- Konzept zum Schutz der katalytisch-aktiven Zentren

Quelle: ⁷Koger S., 2009

Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Konzept



- Variation katalytisch-aktiver Materialien (Va, Ti, W, Fe, Cu, Zeolithe...)
- Variation Herstellverfahren und Prozessparameter (Kalzinierungsatmosphäre und –temperatur)
- Variation von Trägermaterialien



Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Konzept

Untersuchung
Grundlagen

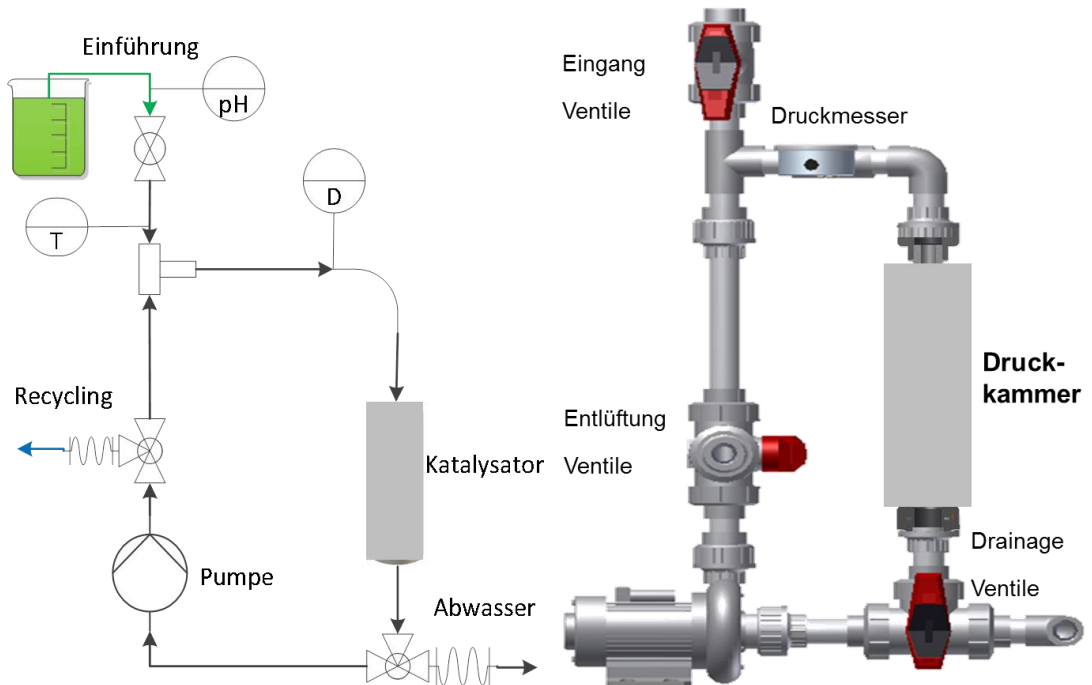
Reaktorentwicklung

Testkonzept

Auswertung

Ausblick

■ Herstellung von katalytisch-aktiven Trägern



Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Konzept

Untersuchung
Grundlagen

Reaktorentwicklung

Testkonzept

Auswertung

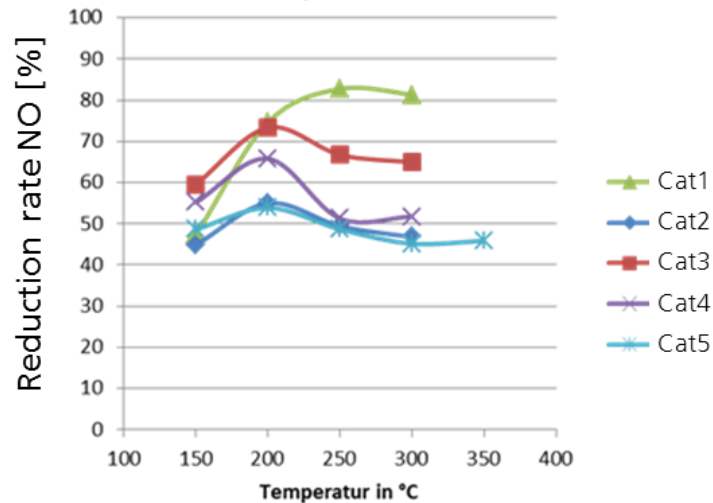
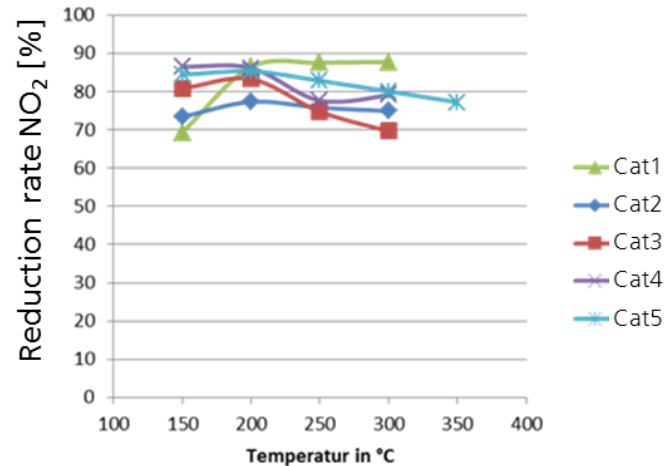
Ausblick

- Simulation verschiedener Gaskonzentrationen möglich
- Auswirkungen von „Katalysatorgiften“ (SO_2 , HCl) können untersucht werden
- Parallele Rohgas- und Reingasmessung



Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Konzept



Lösungsansatz Niedertemperatur-SCR

Konzept



- Neues Konzept zur Herstellung von SCR-Katalysatoren
 - Erfolgreicher Test verschiedener Katalysator-Varianten
 - Reduktionsleistung von über 60% im Temperaturbereich 130°-150°C
- **Upscale in Demomaßstab**
- Herstellverfahren
 - Filterkonzept

Zusammenfassung und Ausblick

- Verschärfung der Grenzwerte große Herausforderung für Biomassefeuerungsanlagen
- Vielversprechende Lösungsansätze von Fraunhofer UMSICHT entwickelt und getestet:
- **Brennstoffstufung**
 - Erfolgreich getestet mit Reduktionsraten bis zu 60%
 - Ausblick: Optimierung Praxistauglichkeit
- **Niedertemperatur-SCR:**
 - Innovatives Verfahren für Temperaturbereich 130°-150°C
 - Reduktionsleistung von über 60%
 - Ausblick: Upscale in Demomaßstab (Herstellverfahren und Filterkonzept)

REDUZIERUNG VON NO_x-EMISSIONEN

BRENNSTOFFSTUFUNG BEI DER THERMISCHEN VERWERTUNG VON ALTERNATIVEN ZUM BRENNSTOFF HOLZ

Vielen Dank!

Kontakt:



Martin Meiller

Gruppenleiter

Energie aus Biomasse und Abfall

Fraunhofer UMSICHT

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

An der Maxhütte 1

92237 Sulzbach-Rosenberg

Telefon: 09661-908 419

E-Mail: martin.meiller@umsicht.fraunhofer.de

Internet: <http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de>

