

Abgasemissionen von Gasmotoren

Planertage 2017

H. Baas



Abgasemissionen von Gasmotoren

- Novellierung der TA-Luft
- Umsetzung der EU-Richtlinie MCPD
- Erfahrungen mit SCR-Katalysatoren
- Kontinuierliche Emissionsmessung

Neue Emissionsvorschriften für Gasmotoren

Novellierte TA-Luft:

- Die neue TA-Luft soll bis Anfang 2018 in Kraft treten.
- Die Emissionsgrenzwerte bleiben bis auf Formaldehyd bei den Werten der TA-Luft 2002.
- Formaldehyd-Werte werden aus der LAI-Empfehlung von Anfang 2016 übernommen.
- Jährlich wiederkehrende Emissionsmessungen werden gefordert.
- Auch Prüfstände für Verbrennungsmotoren werden geregelt.

Zeitplan:

- Aktuell Ressortabstimmung
- 4. Quartal 2017: Bundesratsbefassung
- 1. Quartal 2018: Voraussichtliche Veröffentlichung und Inkrafttreten

Abgasemissionen von Gasmotoren

Formaldehyd

- Neuanlagengrenzwert:
 - 30 mg/mn3 ab 01.01.2016
 - 20 mg/mn3 ab 01.01.2020
- Altanlagen
 - 30 mg/mn3 spätestens ab 05.02.2018, wenn bisher >40 mg/mn3
 - 30 mg/mn3 spätestens ab 05.02.2019, wenn bisher <40 mg/mn3
- Messungen und Überwachung von Emissionen
 - Jährlich wiederkehrende Einzelmessung für Stickoxide, Formaldehyd und Kohlenmonoxid für Anlagen mit Erdgas, Biogas, Grubengas oder Klärgas ab 01.01.2016

Vollzugsempfehlung Formaldehyd der LAI

(Stand 09.12.2015) gültig ab 01.01.2016

4. BImSchV Nr.	Anlagenbeschreibung	Emissionswert [mg/m ³]	
1.1/1.2.2/ 1.2.3/ 1.4.1/1.4.2	Zündstrahl- oder Magermotoren, die mit Biogas, Erdgas, Grubengas oder Klärgas betrieben werden und nach dem Inkrafttreten der Vollzugsempfehlung errichtet werden	30	ab 01.01.2020 20
	<p><u>Altanlagen</u> Zündstrahl- oder Magermotoren, die mit Biogas, Erdgas, Grubengas oder Klärgas betrieben werden und Emissionswerte > 40 mg/m³ aufweisen, sollen einen Emissionswert von 30 mg/m³ spätestens ab dem 05.02.2018 einhalten;</p> <p>Zündstrahl- oder Magermotoren, die mit Biogas, Erdgas, Klärgas oder Grubengas betrieben werden und Emissionswerte ≤40 mg/m³ aufweisen, sollen einen Emissionswert von 30 mg/m³ spätestens ab dem 05.02.2019 einhalten;</p> <p>Die für die Festlegung der Sanierungsfrist heranzuziehenden Messwerte sollen möglichst aktuell und mit Datum des Inkrafttretens dieser Vollzugsempfehlung nicht älter als ein Jahr sein.</p>		
	<p><u>Messung und Überwachung der Emissionen</u> Anlagen mit Biogas, Erdgas, Grubengas oder Klärgas Für Formaldehyd, Stickstoffoxide und Kohlenstoffmonoxid sollen jährlich wiederkehrende Einzelmessungen gefordert werden.</p>		
	Verbrennungsmotoranlagen, die mit flüssigen Brennstoffen (z. B: Heizöl EL, Diesel, Bioöle, Biodiesel) betrieben werden	20	
	Verbrennungsmotoranlagen, die mit sonstigen Brennstoffen, z.B. Holzgas, betrieben werden	10	
	Verbrennungsmotoranlagen, die ausschließlich dem Notbetrieb dienen	60	

Vollzugsempfehlung Formaldehyd (Stand 09.12.2015)

8.1.2.2	<p>Verbrennungsmotoranlagen mit einer FWL bis 1 MW, die mit Deponiegasbetrieben werden</p> <p>Anlagen mit einer FWL über 1 MW, die mit Deponiegas betrieben werden</p>	<p>60</p> <p>60 Ab 1.1.2025: 40 Die Möglichkeiten, die Emissionen durch motorische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, sind auszuschöpfen.</p>
10.15.1	<p>Prüfstände für oder mit Verbrennungsmotoren, ausgenommen Rollenprüfstände und Anlagen, in denen mit Katalysator oder Dieselpartikelfilter ausgerüstete Serienmotoren geprüft werden.</p>	<p>Die Möglichkeiten, die Emissionen durch motorische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, sind auszuschöpfen.</p>

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)

Abgasemissionen von Gasmotoren

- Novellierung der TA-Luft
- Umsetzung der EU-Richtlinie MCPD
- Erfahrungen mit SCR-Katalysatoren
- Kontinuierliche Emissionsmessung

Umsetzung der EU-Richtlinie MCPD

Umsetzung in eine Motorenverordnung im Rahmen BImSchV

Auszug aus der MCPD:

“The MCP Directive entered into force on 18 December 2015 and will have to be transposed by Member States by 19 December 2017.

The emission limit values set in the MCP Directive will have to be applied from 20 December 2018 for new plants and by 2025 or 2030 for existing plants, depending on their size.”

Die Emissionswerte aus dem Entwurf zur Novellierung der TA-Luft sollen in die MCPD übernommen werden.

Zeitplan:

August 2017: Referentenentwurf angekündigt

September 2017: Verbändeanhörung

Frühjahr 2018: Bundestag und Bundesrat

Mitte 2018: geplantes Inkrafttreten

Motorenverordnung BImSchV aktueller Stand

Gas engines	Engine type (ignition method)		MWth		CO [mg/m ³]		NOx [mg/m ³]		HCHO [mg/m ³]		total dust [mg/m ³]		total carbon [mg/m ³] part load included		NH ₃ [mg/m ³] using SCR-Cat.	
	2002	2016	2002	2016	2002	2015	2002	2016	2002	2016	2002	2015 @ 5%	2002	2016	2002	2016
	natural gas (pipeline gas)	lean-burn	---	---	---	300	100	500	100	60	30	-	-	-	1300	-
	other	---	---	---	300	---	250	---	60	ab 2020: 20	-	-	-	λ-1: 300	-	---
mine gas	lean-burn	---	---	---	650	300	500	500	60	30	-	10	-	1300	-	10
	other	---	---	---	650	---	250	---	60	ab 2020: 20	-	---	-	---	-	---
biogas	pilot inj.	---	< 3	---	2000	---	1000	---	40	---	---	---	---	---	---	---
		---	> 3	---	650	---	500	---	40	---	---	---	---	---	---	---
	spark ing.	---	< 3	---	1000	300	500	500	40	ab 2020: 20	-	5	-	1300	-	10
		---	> 3	---	650	---	500	---	40	---	---	---	---	---	---	---
sewage gas	pilot inj.	---	< 3	---	2000	---	1000	---	60	---	---	---	---	---	---	---
		---	> 3	---	650	---	500	---	60	---	---	---	---	---	---	---
	spark ing.	---	< 3	---	1000	300	500	500	60	ab 2020: 20	-	5	-	1300	-	10
		---	> 3	---	650	---	250	---	60	---	---	---	---	---	---	---
dump gas	lean-burn	---	---	---	650	---	500	---	60	30	-	10	-	---	-	10
	other	---	---	---	650	300	250	500	60	ab 2020: 20	-	---	-	---	-	---

Diesel engines	MWth		dust [mg/m ³] @ 3%		CO [mg/m ³]		NOx [mg/m ³]		HCHO [mg/m ³]		smoke number		total carbon [mg/m ³]		NH ₃ [mg/m ³] using SCR-Cat.	
	2002	2015/16	2002 @ 3%	2016 @ 5%	2002	2016	2002	2016	2002	2016	2002	2016	2002	2016	2002	2016
	Diesel, Light Fuel oil, Ethanol, Methanol, etc	>3	>20	20	1	300	100	500	140	60	20	-	-	-	-	-
	<3	<20	20	1	300	100	1000	140	60	20	-	-	-	-	-	10

2002: TA Luft 2002

2016: letzter Entwurf TA Luft, Stand September 2016

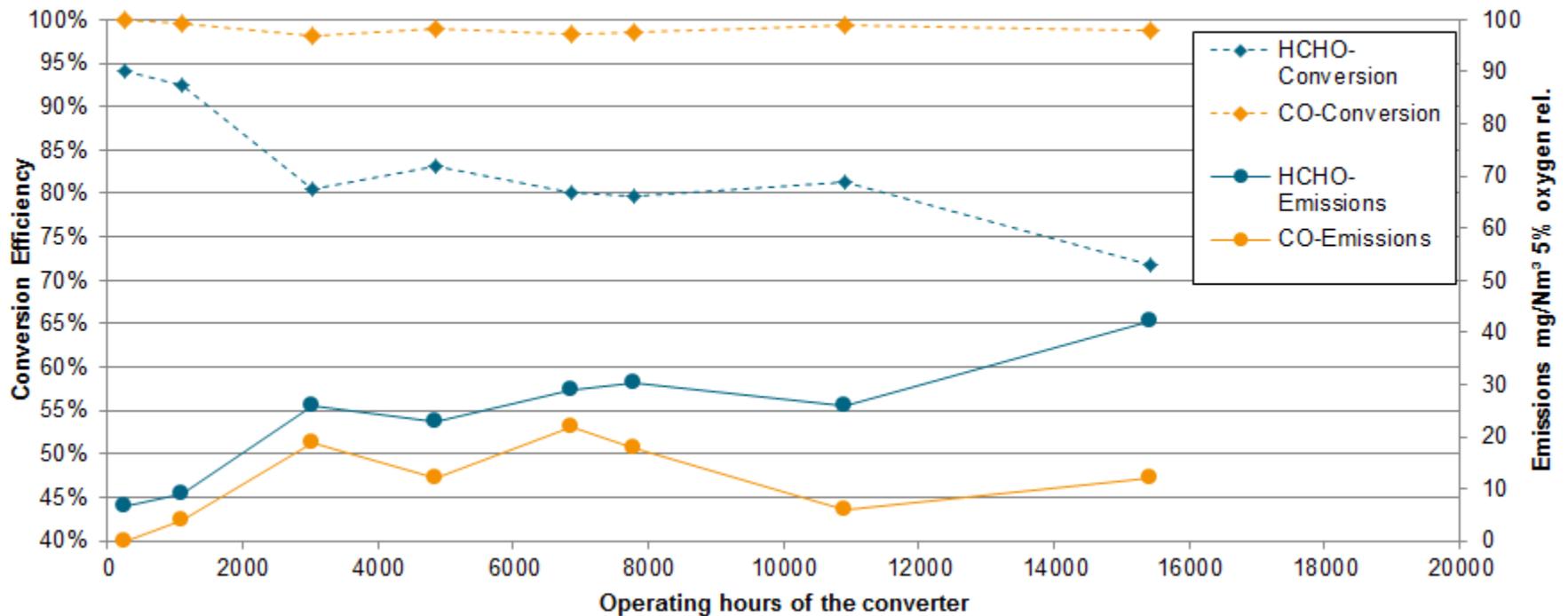


Stand der Technik bei CES:

- Alle aufgelisteten Grenzwerte können eingehalten werden
- Stickoxide (Nox) mittels SCR-Katalysator bzw. durch Motoreinstellung
- Kohlenmonoxid (CO) mittels Oxidationskatalysator
- Formaldehyd (HCOH) mittels Oxidationskatalysator
- Gesamtkohlenstoffe (THC) durch Motoreinstellung

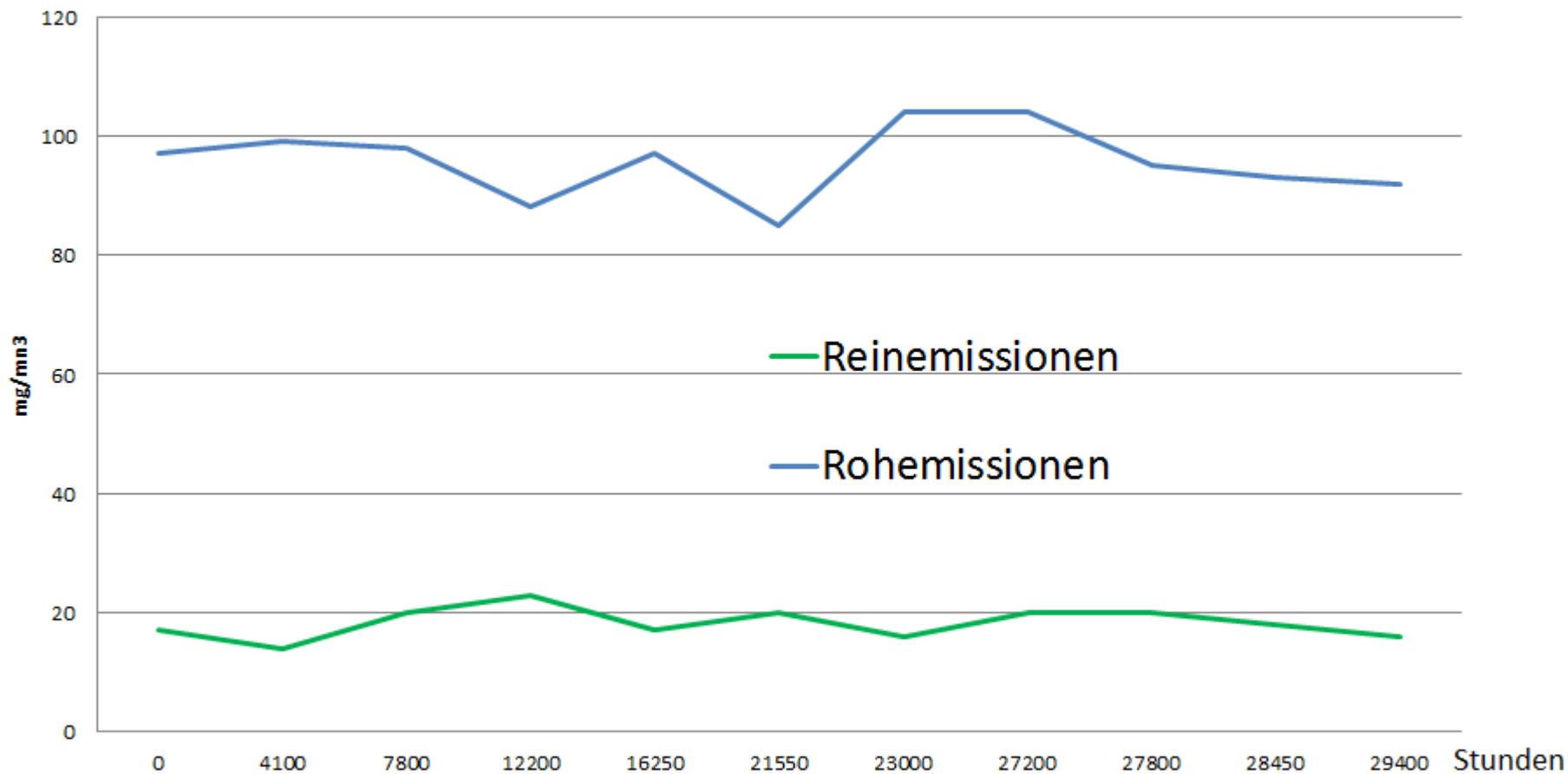
Oxidationskatalysator

BGA Kitzingen
TCG 2016 V16

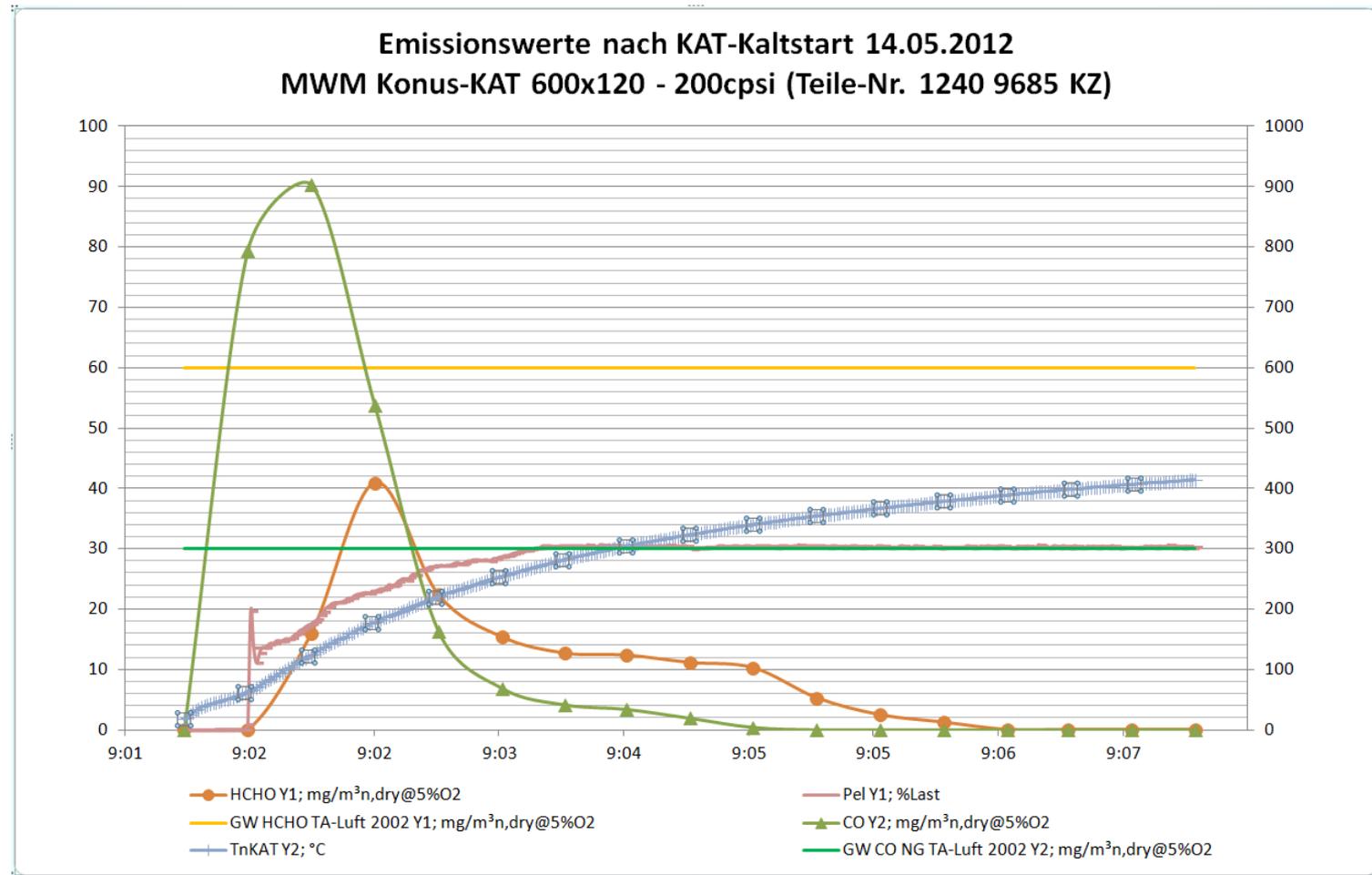


Oxidationskatalysator

Formaldehyd, Langzeiterprobung

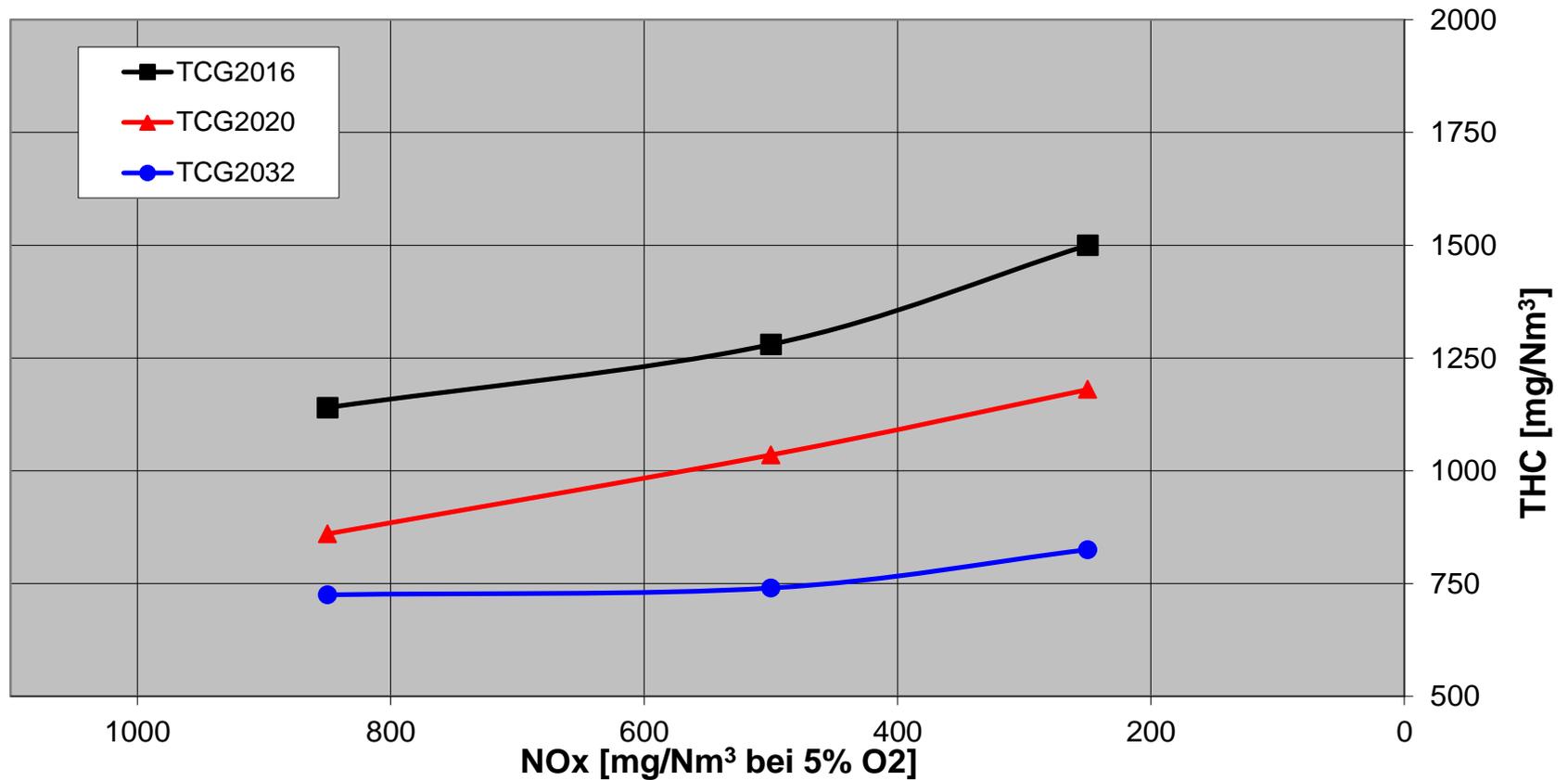


Oxidationskatalysator



Abschätzung Betrieb gemäß TA-Luft neu

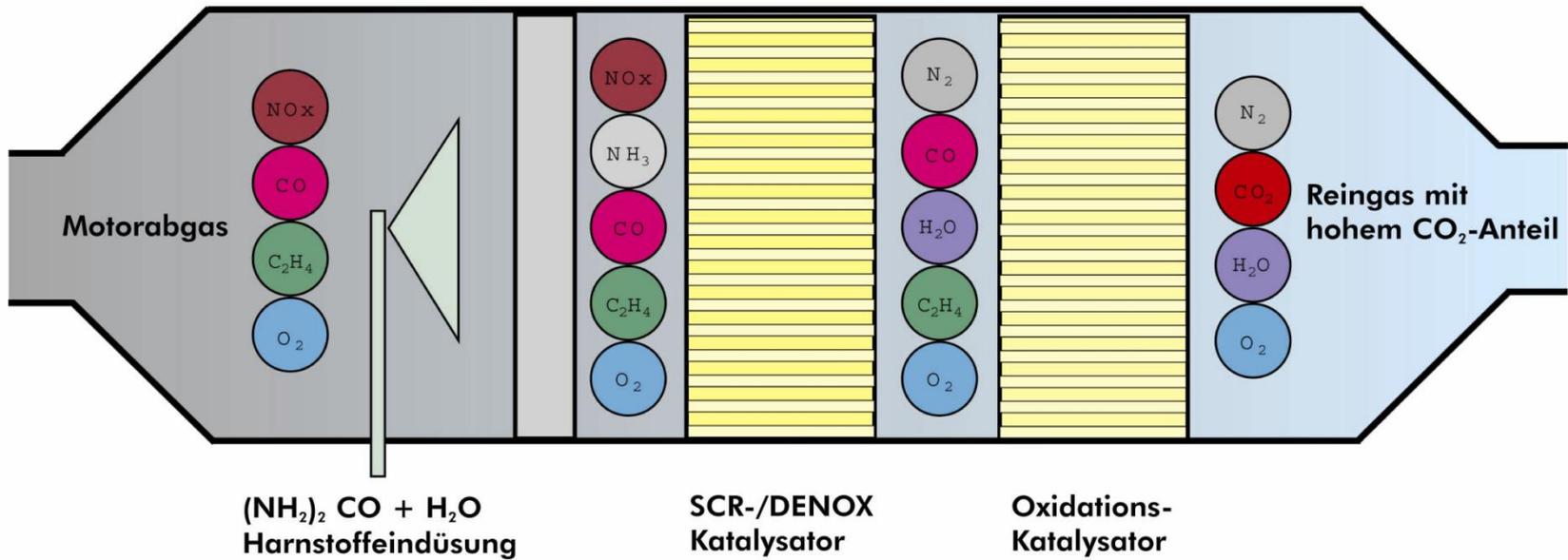
THC Emissionen



Abgasemissionen von Gasmotoren

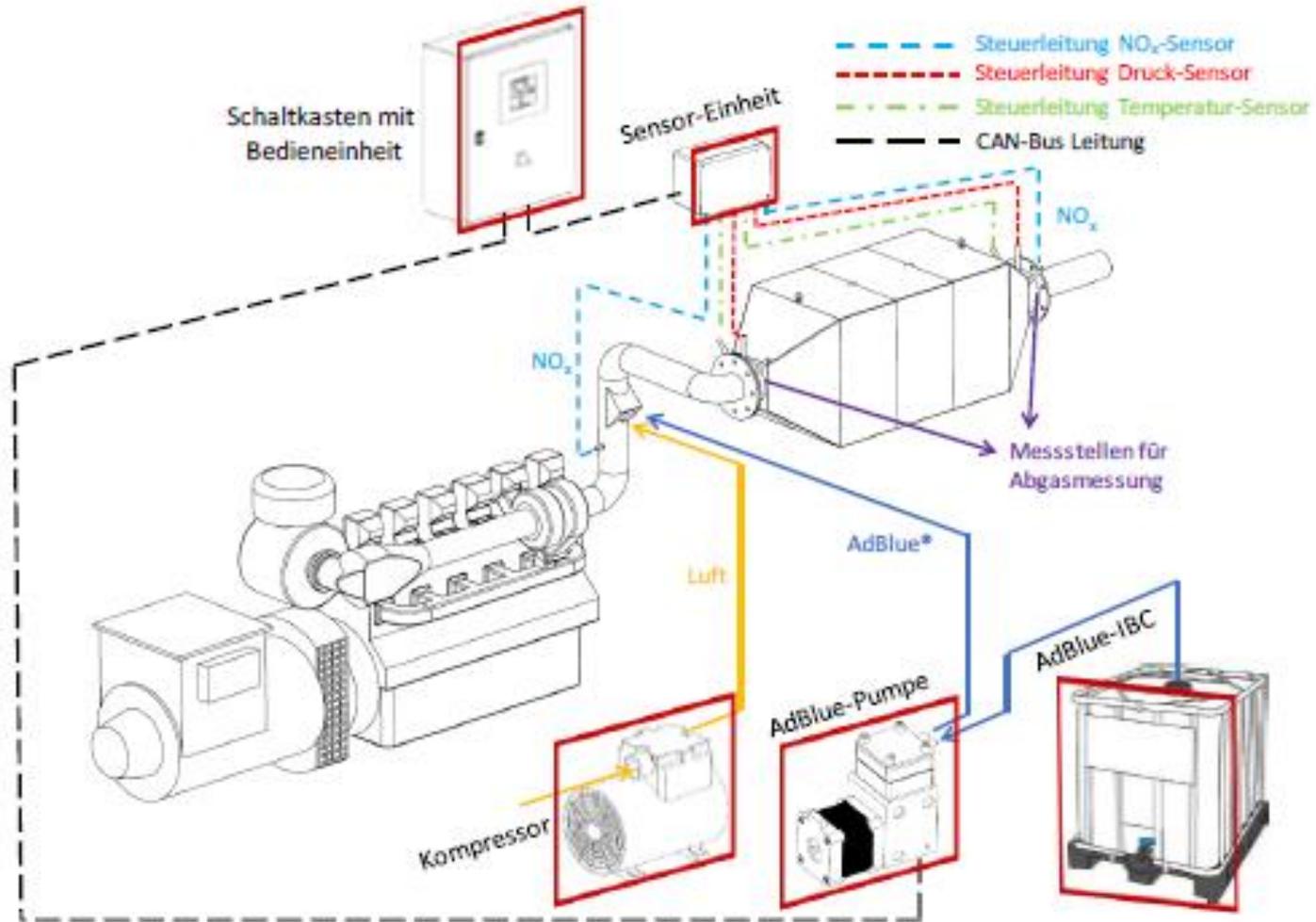
- Novellierung der TA-Luft
- Umsetzung der EU-Richtlinie MCPD
- Erfahrungen mit SCR-Katalysatoren
- Kontinuierliche Emissionsmessung

Reaktionsablauf im SCR-Katalysator



Quelle: Steuler

SCR-System



Quelle: Emission Partner

SCR-Anlagen



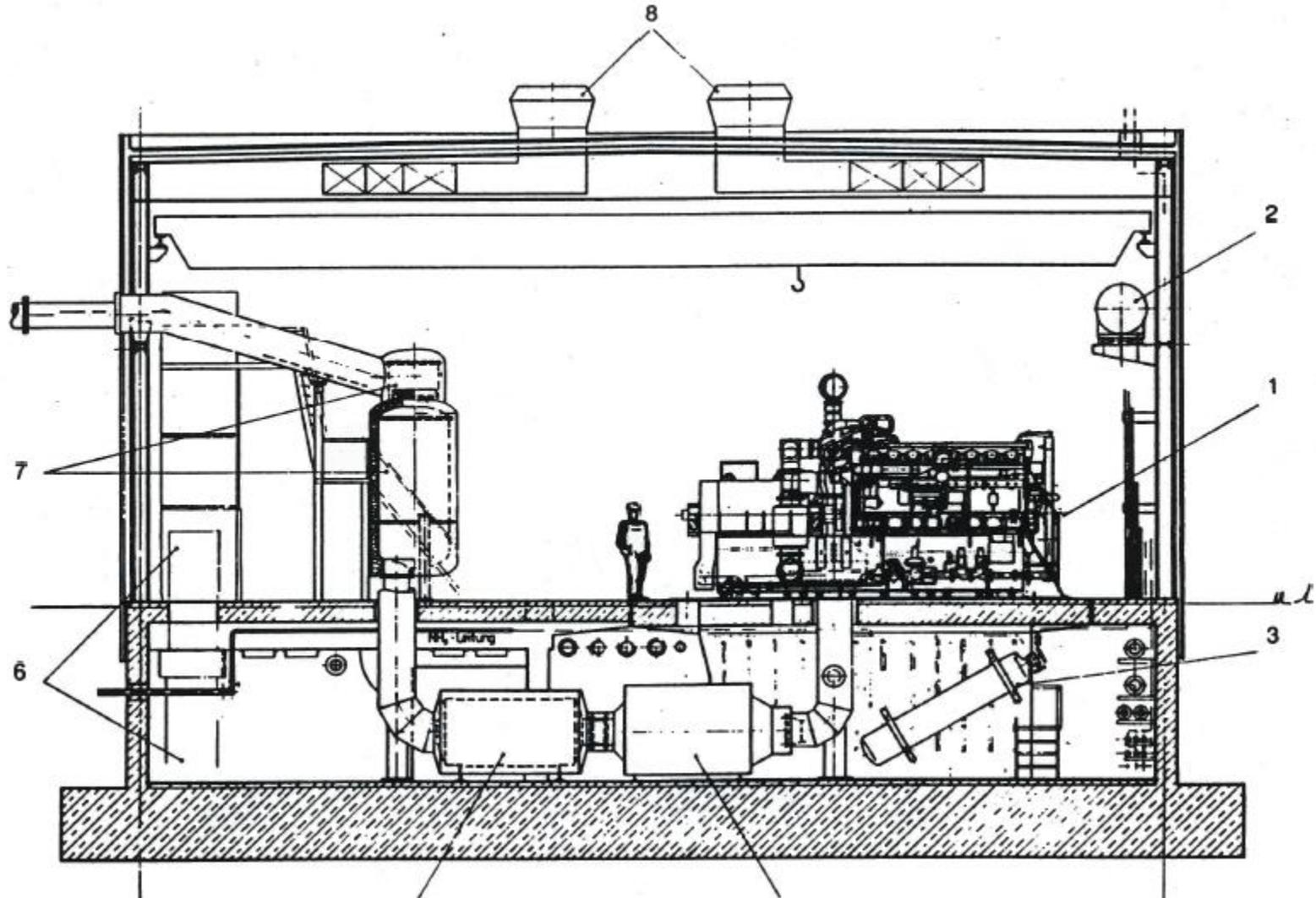
SCR-Anlagen



SCR-Anlagen



Aufstellung Flughafen München

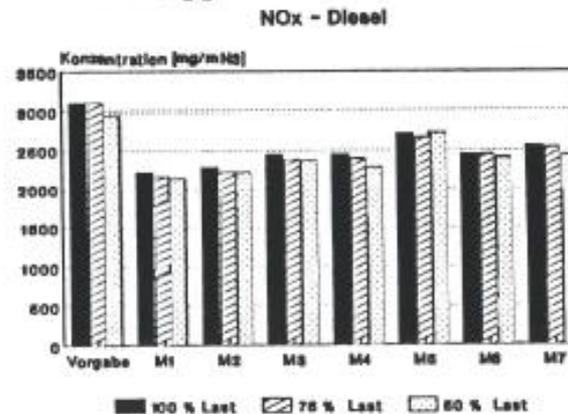
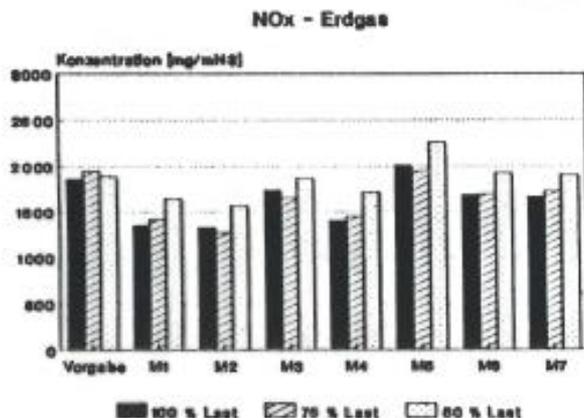


Montage SCR-Katalysator in Köln

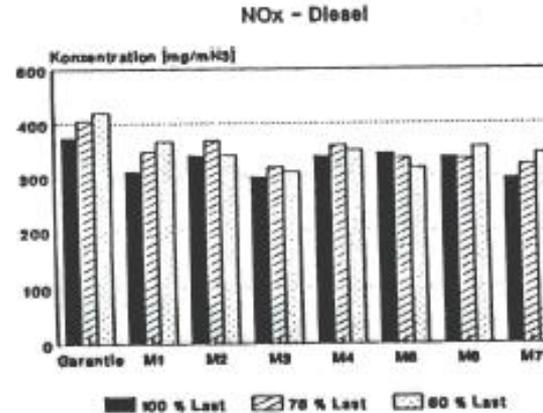
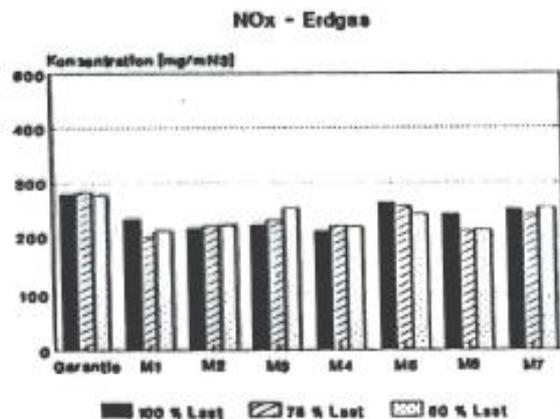


IBN - Messung Flughafen München II

Rohemissionen NO_x



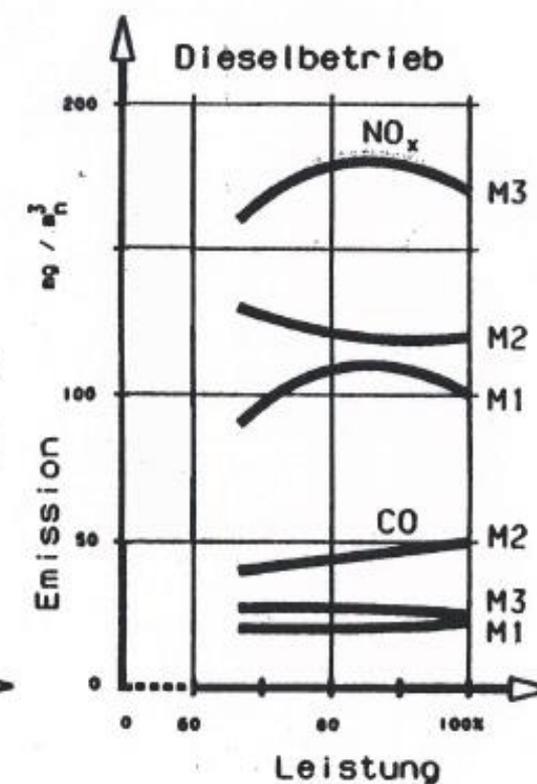
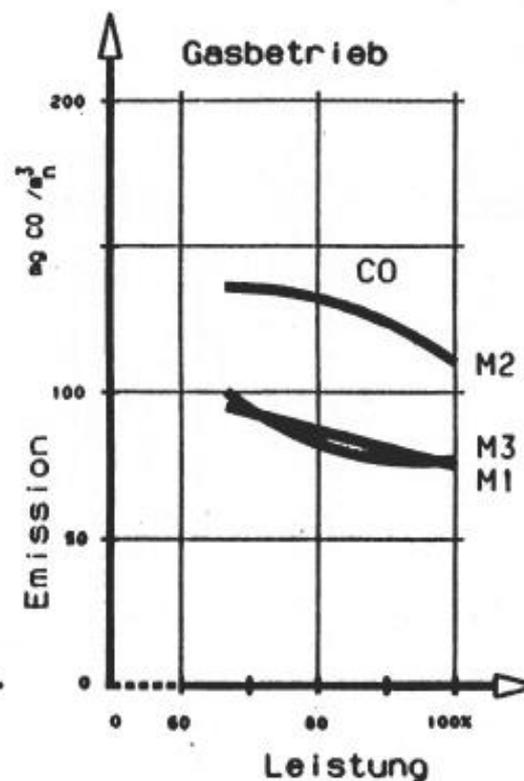
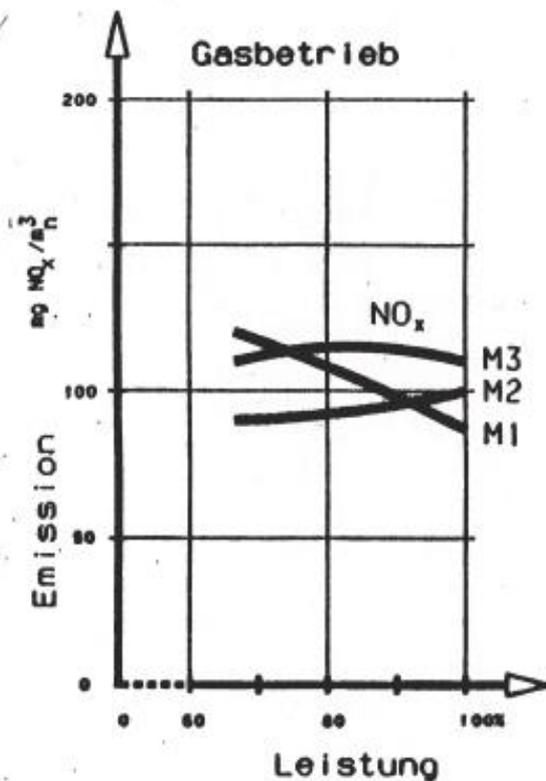
Restemissionen NO_x



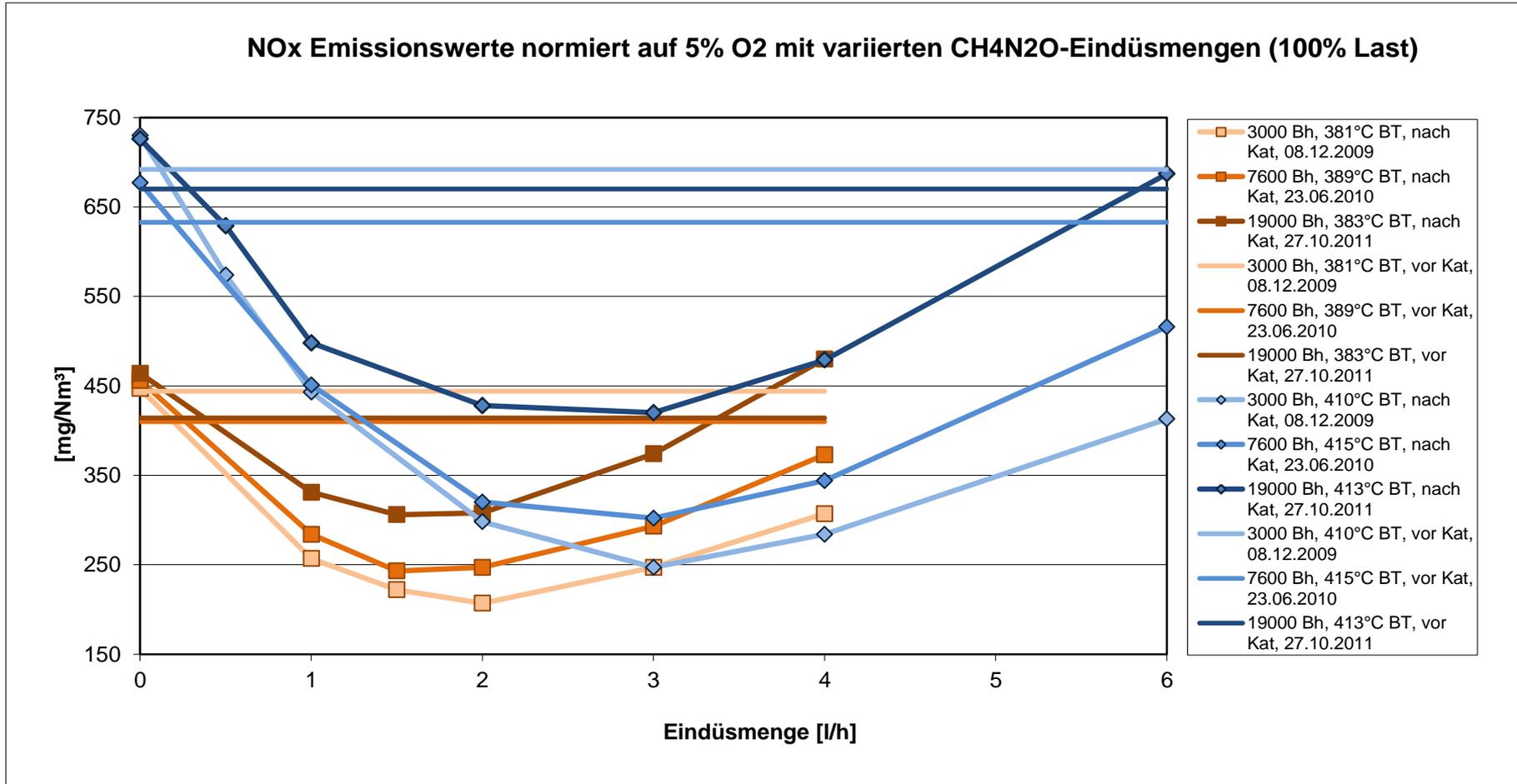
Emissionsmessung NO_x

MWM DIESEL UND GASTECHNIK

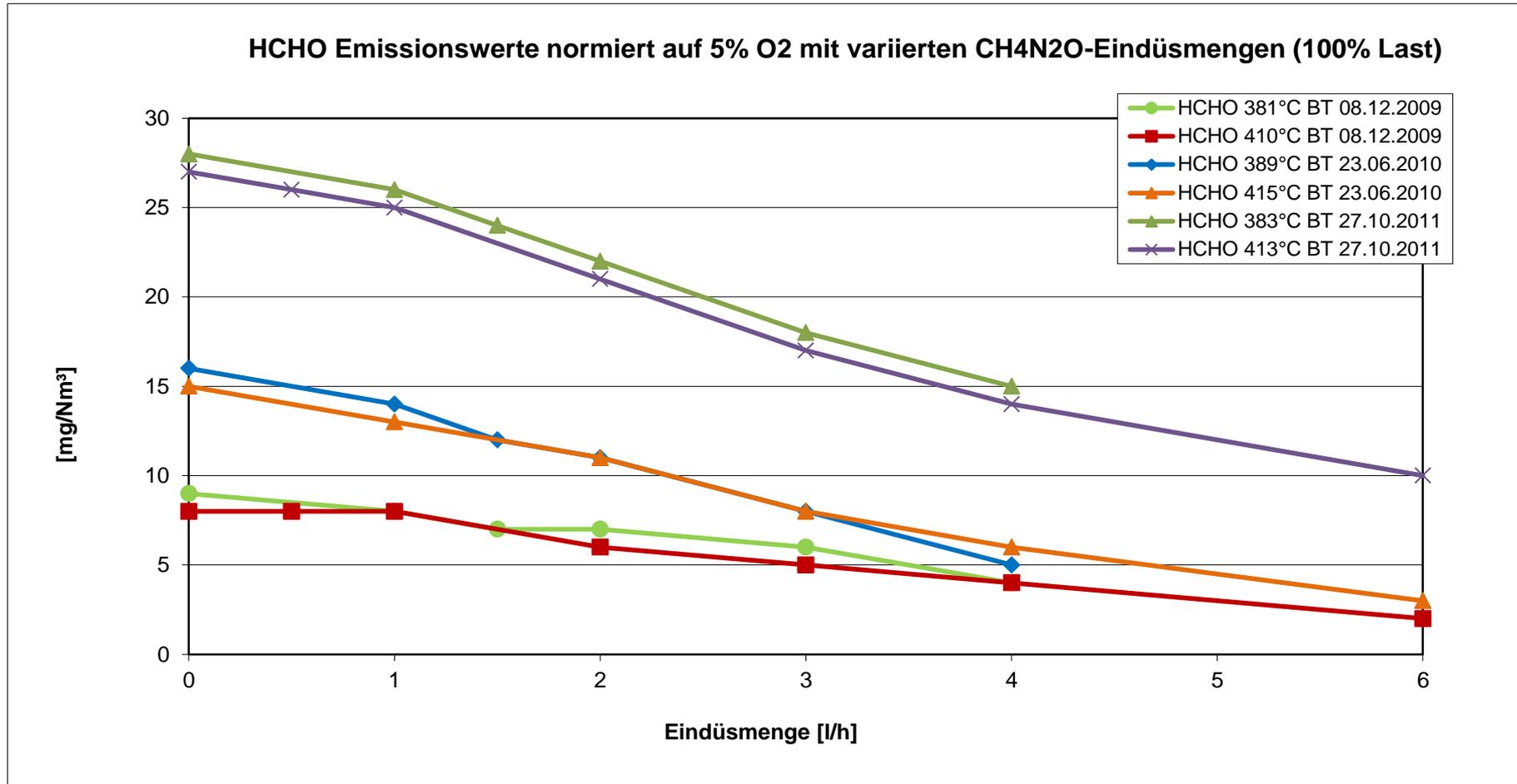
Emissionsverhalten der Diesel-Gas-BHKW-Anlage Berlin-Steglitz



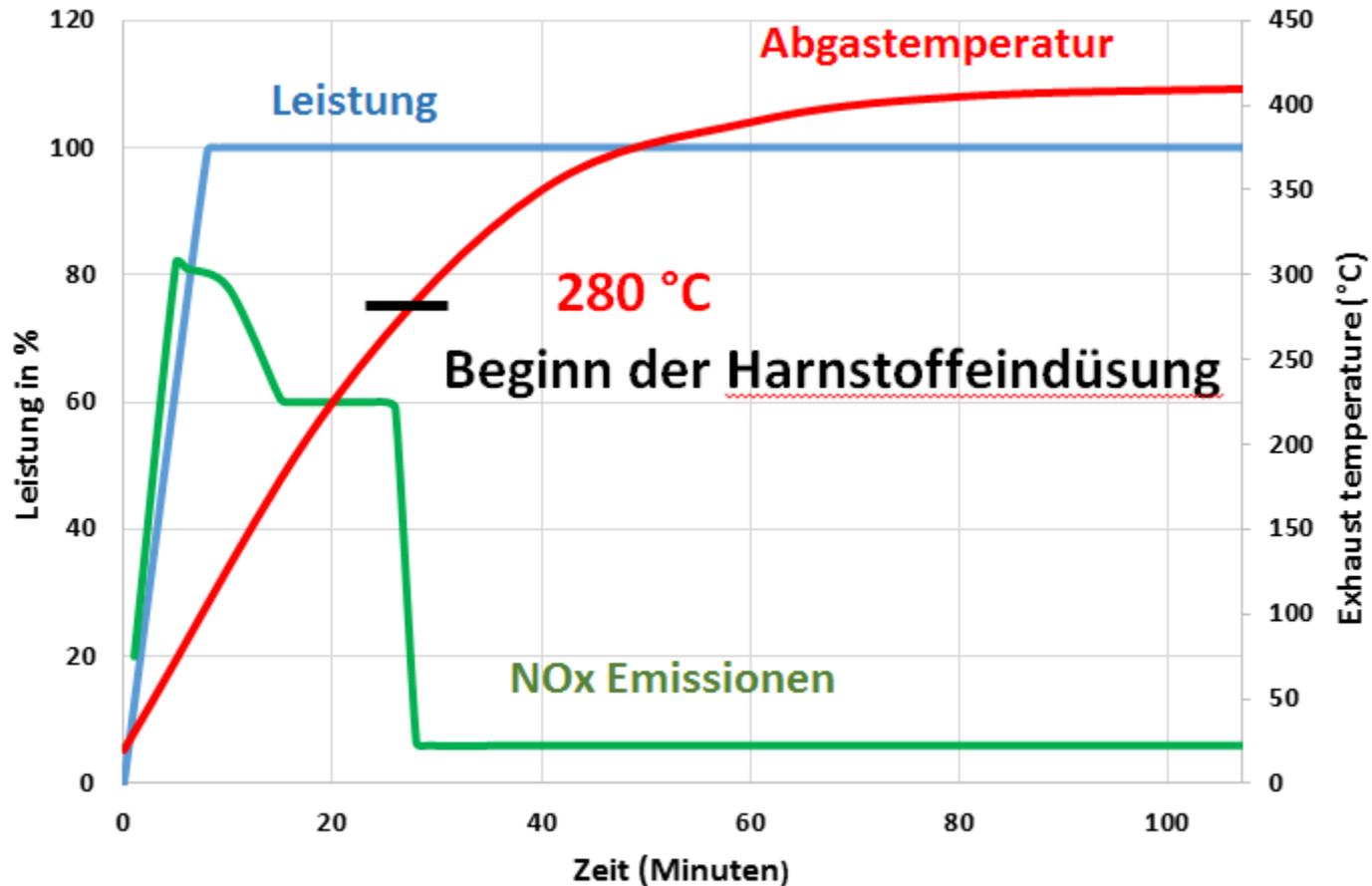
SCR-Katalysator im Biogasbetrieb



SCR-Katalysator im Biogasbetrieb



SCR-Katalysator , Startvorgang, Groß-Gasmotor



SCR-Katalysator im Treibhaus



SCR-Katalysator im Treibhaus



SCR-Katalysator im Treibhaus



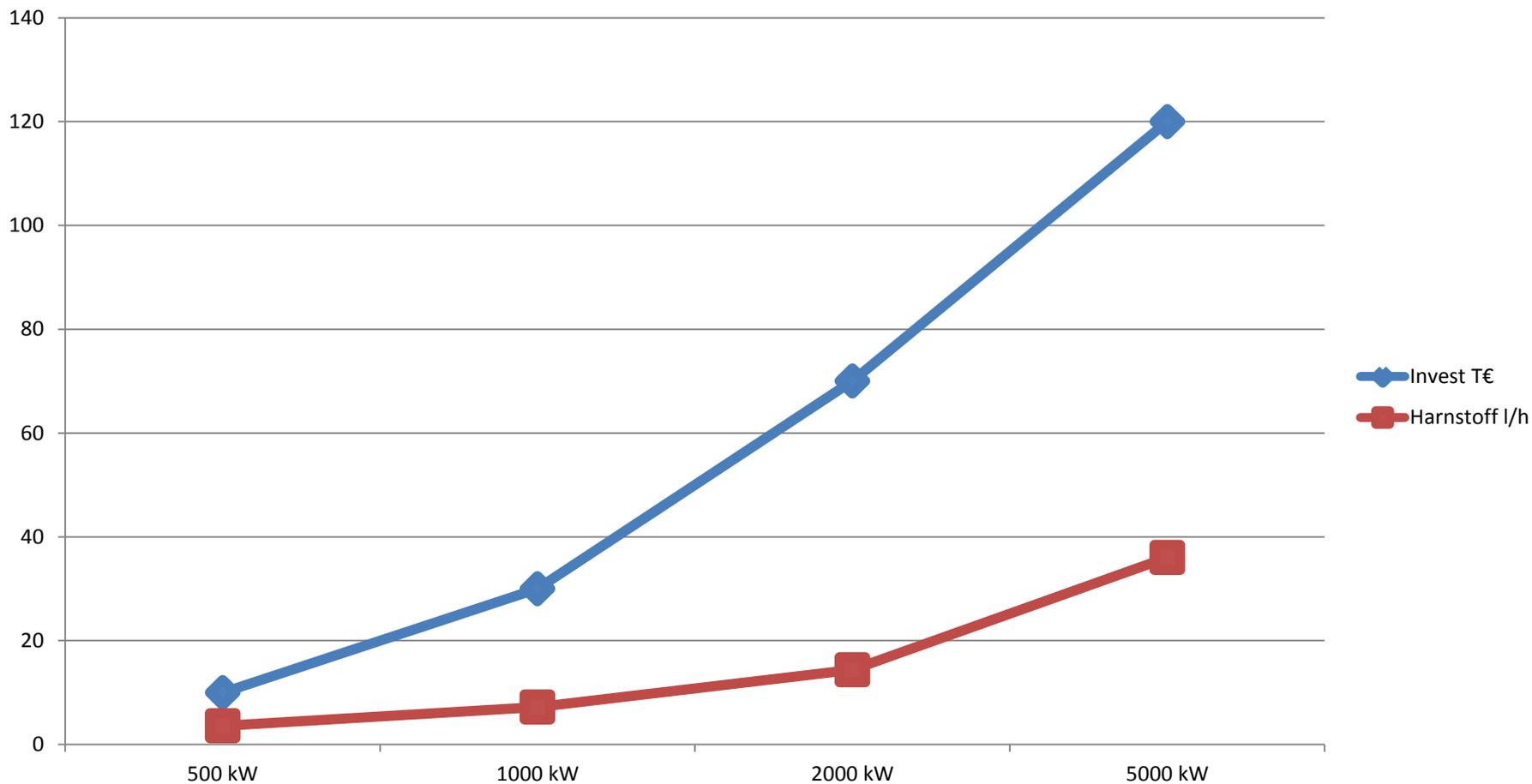
SCR-Katalysator im Treibhaus



SCR-Katalysator im Treibhaus



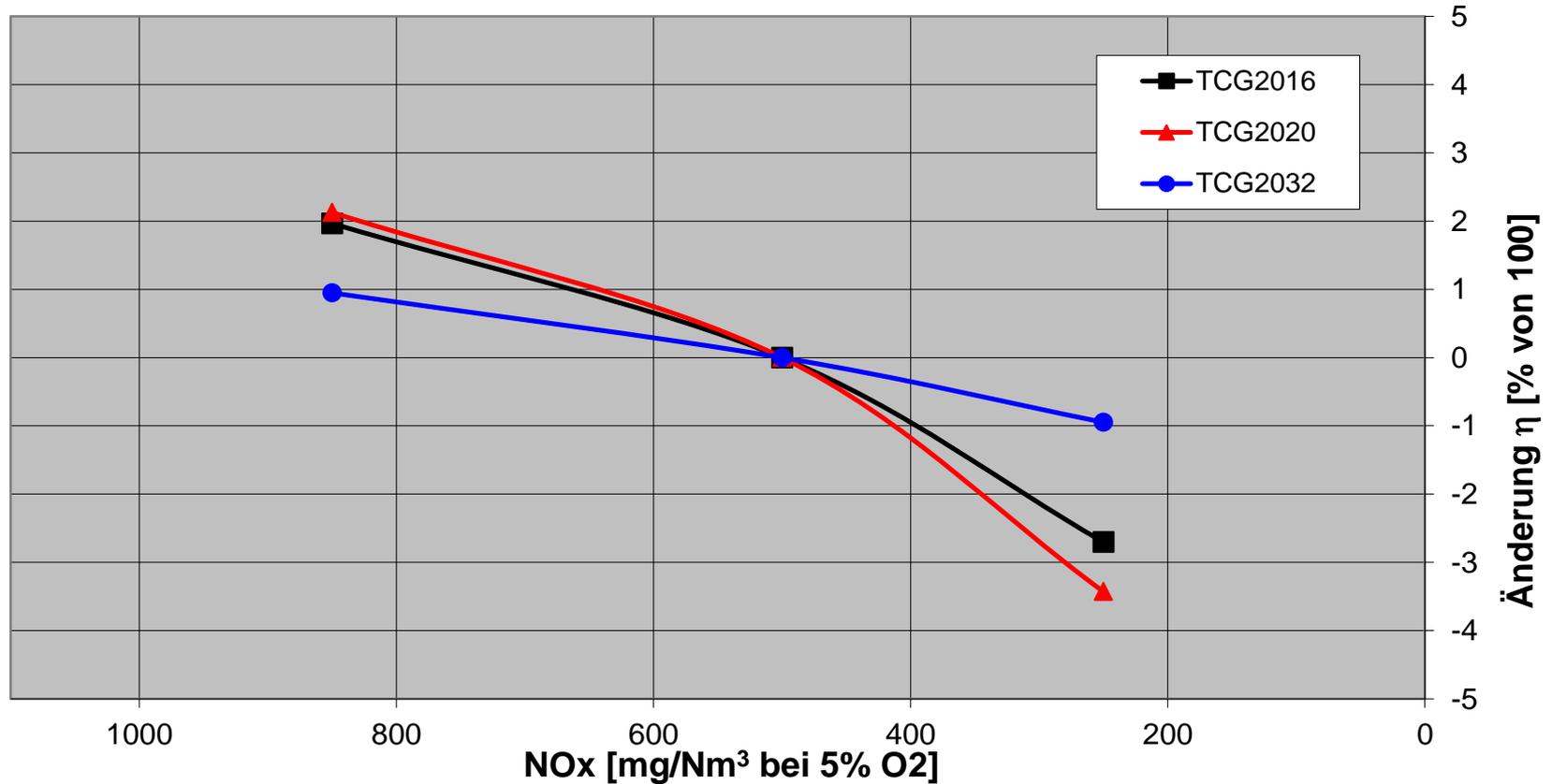
Investkosten und Harnstoffverbrauch



Quelle: Harnstoffwerte von Emission Partner

Abschätzung Betrieb gemäß TA-Luft neu

Wirkungsgradänderung



SCR-System, Beispielrechnung

Gasmotorenaggregat:

Leistung: 1000kWe, Brennstoffeinsatz: 2400kW (500 mg/Nm³ NO_x),

Betriebsstunden: 8000 h/a

Kostenvergleich:

	mit SCR	mager	heute
Nox-Emissionen:	100 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	500 mg/Nm ³
SCR-Invest:	30.000€	-	-
Harnstoffkosten: 25 ct/l, 7,2l/h	14.400 €/a	-	-
Brennstoffkosten: 25 €/MWh	470.400 €/a	499.200 €/a	480.000 €/a
Wartungsmehrkosten: ca.	7.500 €/a	-	-
Summe:	492.300 €/a	499.200 €/a	480.000 €/a

Mehrkosten SCR / heute:

12.300 € jährlich
30.000 € einmalig

Quelle:Harnstoffwerte von Emission Partner

Abgasemissionen von Gasmotoren

- Novellierung der TA-Luft
- Umsetzung der EU-Richtlinie MCPD
- Erfahrungen mit SCR-Katalysatoren
- Kontinuierliche Emissionsmessung

Auszüge aus der Präsentation des UBA zum Fachgespräch am 25.04.2016 in Berlin

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Fachgespräch zur TA Luft

Überwachung von Feuerungsanlagen im Entwurf der TA Luft

Anja Nowack

Fachgebiet III 2.1 / Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie,
Feuerungsanlagen

Auszüge aus der Präsentation des UBA zum Fachgespräch am 25.04.2016 in Berlin

Überwachung von Feuerungsanlagen im Entwurf der TA Luft

1.1 Regelungen zu Messungen im Entwurf der TA Luft

- **Verbrennungsmotoranlagen – geltende TA Luft**
- Einzelmessungen alle drei Jahre für CO, NO_x, Formaldehyd, bei Dieselmotoren Staub
- **Verbrennungsmotoranlagen – Entwurf TA Luft**
- Kontinuierliche Messung CO bei Anlagen ohne TNV, NO_x bei SCR oder FWL ab 20 MW, Staub/Rußzahl bei flüssigen Brennstoffen, NH₃ bei SCR
- Qualitativ kontinuierliche Messung Staub bei Zündstrahlmotoren, NO_x bei FWL < 20 MW ohne SCR
- Jährliche Messung Formaldehyd, Gesamt-C sowie als Ergänzung zur qual. kontinuierlichen Messung

1.2 Hintergrund der Neuregelung

EU-RL Mittelgroße Feuerungsanlagen

Artikel 7 Absatz 4:

„Bei mittelgroßen Feuerungsanlagen, in denen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte eine sekundäre Emissionsminderungsanlage verwendet wird, führt der Betreiber Aufzeichnungen hinsichtlich des effektiven kontinuierlichen Betriebs dieser Minderungsanlage bzw. hält Informationen zum diesbezüglichen Nachweis vor.“

Auszüge aus der Präsentation des UBA zum Fachgespräch am 25.04.2016 in Berlin

Überwachung von Feuerungsanlagen im Entwurf der TA Luft

1.2 Hintergrund der Neuregelung

- **Weitere Einflussfaktoren**
- Alterung/Deaktivierung von Katalysatoren (v. a. Formaldehyd)
- Mehr Teillastbetrieb durch flexible Stromerzeugung
- Ausbau von Katalysatoren
- Manipulation durch den Betreiber ausschließen

Vorschlag des VDMA

- Jährliche Überprüfung durch akkreditiertes Messinstitut und Meldung an die Aufsichtsbehörde.
- Bei Emissionsmessungen werden die relevanten Motorparameter dokumentiert und der Aufsichtsbehörde gemeldet.
- Bei Motorparameteränderungen sind Emissionsmessungen durchzuführen und zu melden.
- Verplombung des Katalysators.
- Bei Einsatz von SCR-Systemen ist der Harnstoffbezug zu dokumentieren.

Ausblick:

- Die Abgasemissionen von Gasmotoren bleiben in der Diskussion, verschärfte gesetzliche Vorgaben kommen auf uns zu.
- Caterpillar Energy Solutions GmbH arbeitet an vielen Stellen mit, damit die Interessen der BHKW Branche, die Interessen unserer Kunden berücksichtigt werden.
- Caterpillar Energy Solutions GmbH beteiligt sich aktiv und intensiv an Forschungsvorhaben zur Reduzierung der Abgasemissionen und führt zusätzlich eigene Entwicklungen hierzu durch, damit unsere Produkte auch die zukünftigen gesetzlichen Vorgaben erfüllen.
- Die Emissionsgrenzwerte in der geplanten BImSchV nach heutigem Stand können mit den Gasmotoren von Caterpillar Energy Solutions GmbH und den zugehörigen Katalysatoren eingehalten werden.

Vielen Dank.

Heinrich Baas

Tel.: +49 621 384 8660

Mobil: +49 171 766 7514

heinrich.baas@mwm.net