



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

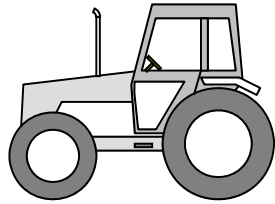
Neue Abgasvorschriften - saubere Traktoren

Marco Landis

Agrartechniktage Tänikon, 16./17. Juni 2010



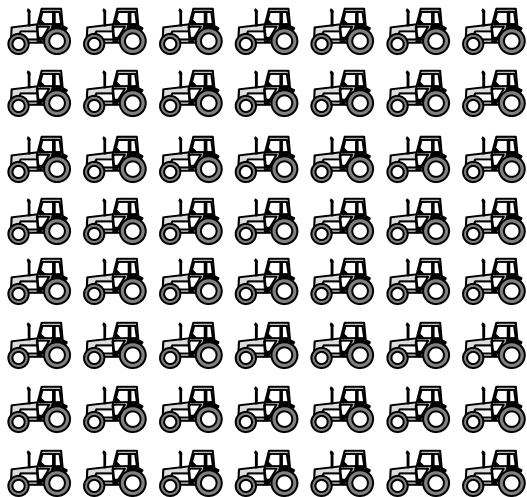
Wie sauber werden die Traktoren?



1 Traktor Baujahr 2000, 70 kW,

$1 * 0,85 \text{ g/kWh} * 1,23 \text{ (Dynamik)} * 1,2 \text{ (Alterung)} = 1,25 \text{ g/kWh}$

gleiche Pm- Emissionen wie:



56 Traktoren Baujahr 2012, 70 kW

$56 * 0,0225 \text{ g/kWh} = 1,26 \text{ g/kWh}$

Grundlage:

- Emissionsfaktoren: BAFU UW0828
- Turbomotor
- Korrektur Dynamik für Stufe 0 Motor, Stufe III B (dynamischer Mess-Zyklus)



Gesetzgebung für Traktoren und Motorkarren

Tab. 9: Traktoren und Motorkarren mit Selbstzündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Kategorie	Inkrafttreten*	Motorleistung (kW)	Grenzwerte in [g/kWh]			
					CO	HC	NO _x	PM
TAFV 2 / VTS (2000/25/EG)	Stufe I	B	1.07.2002/1.10.2002	75 ≤ P < 130	5.0	1.3	9.2	0.70
		C	-----/1.10.2002	37 ≤ P < 75	5.0	1.3	9.2	0.70
	Stufe II	E	1.07.2002/1.10.2002	130 ≤ P ≤ 560	3.5	1.0	6.0	0.2
		F	07.2002/03	75 ≤ P < 130	5.0	1.0	6.0	0.3
		G	01.2003/04	37 ≤ P < 75	5.0	1.3	7.0	0.4
		D	1.07.2002/1.10.2002	18 ≤ P < 37	5.5	1.5	8.0	0.8
2005/13/EG analog zu 2004/26/EG	Stufe III A	H	01.2005/06	130 ≤ P ≤ 560	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.2
		I	01.2006/07	75 ≤ P < 130	5.0	4.0 (HC+NO _x)		0.3
		J	01.2007/08	37 ≤ P < 75	5.0	4.7 (HC+NO _x)		0.4
		K	01.2006/07	19 ≤ P < 37	5.5	7.5 (HC+NO _x)		0.6
	Stufe III B	L	01.2010/11	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	2.0	0.025
		M	01.2011/12	75 ≤ P < 130	5.0	0.19	3.3	0.025
		N	01.2011/12	56 ≤ P < 75	5.0	0.19	3.3	0.025
		P	01.2012/13	37 ≤ P < 56	5.0	4.7 (THC+NO _x)		0.025
	Stufe IV	Q	01.2013/14	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	0.4	0.025
		R	01.2013/14	56 ≤ P < 130	5.0	0.19	0.4	0.025

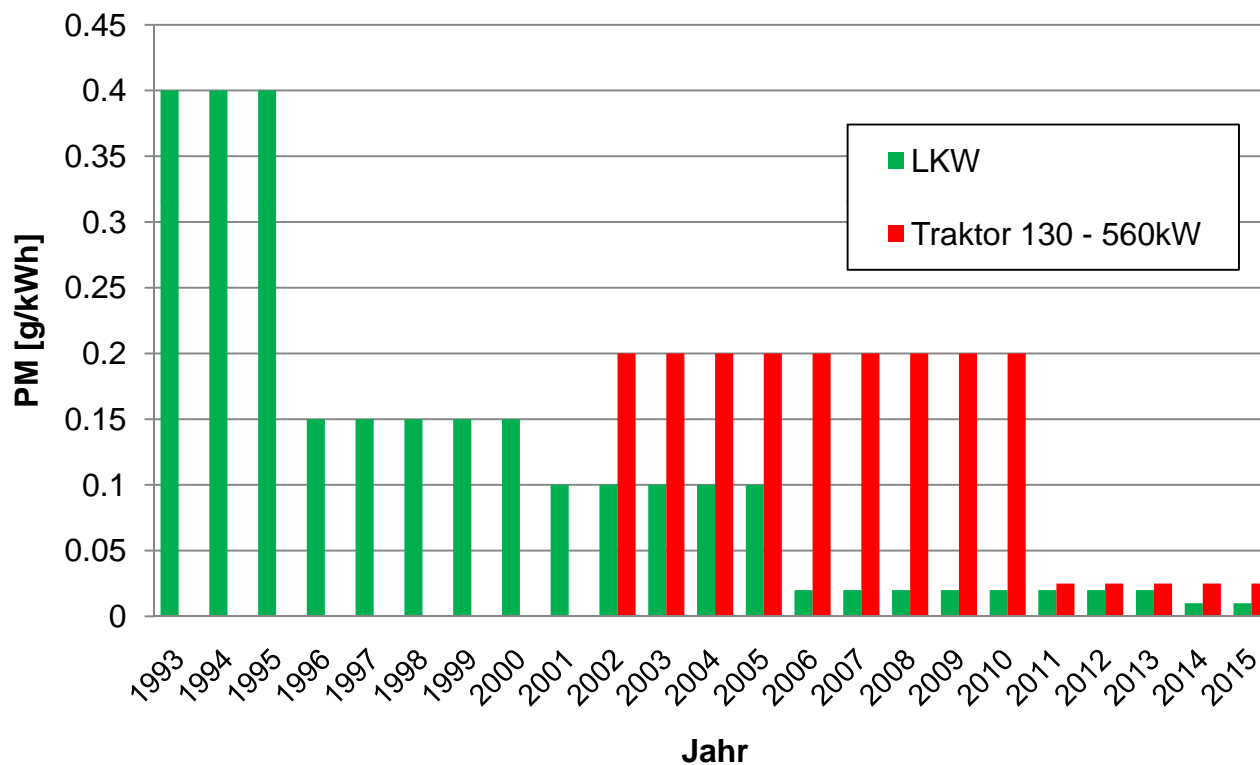
* Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

Quelle: BAFU 2008, Entwicklung der CH-Gesetzgebung im Bereich der Abgasemissionen von Motorfahrzeugen und Maschinen



Vergleich zu LKWs

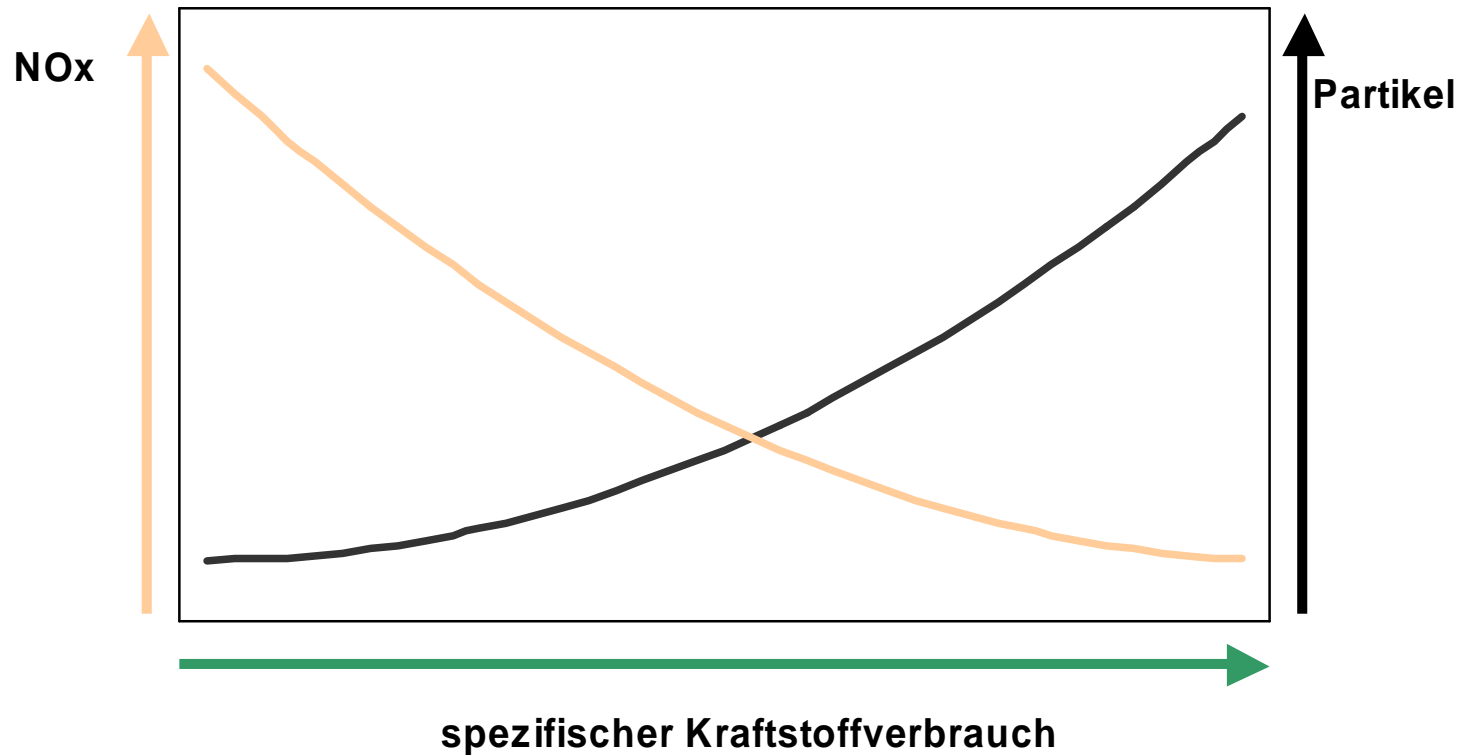
Vergleich PM Grenzwerte zwischen LKW und Traktor





Problematische Abgasbestandteile (Partikel und NOx)

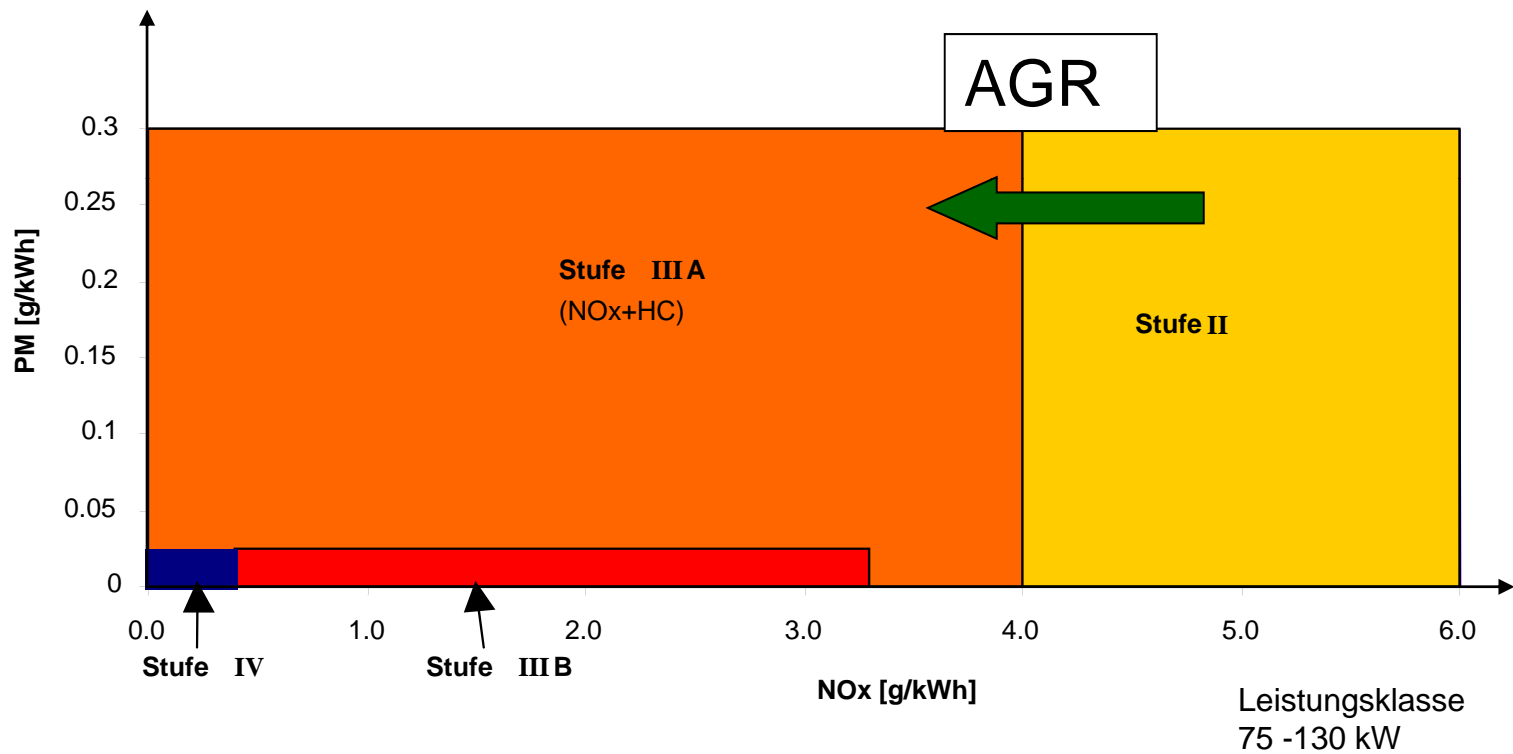
Verhalten von Russ - NOx - Kraftstoffverbrauch





Technik zum Erreichen der Stufe IIIA

AGR: Abgasrückführung



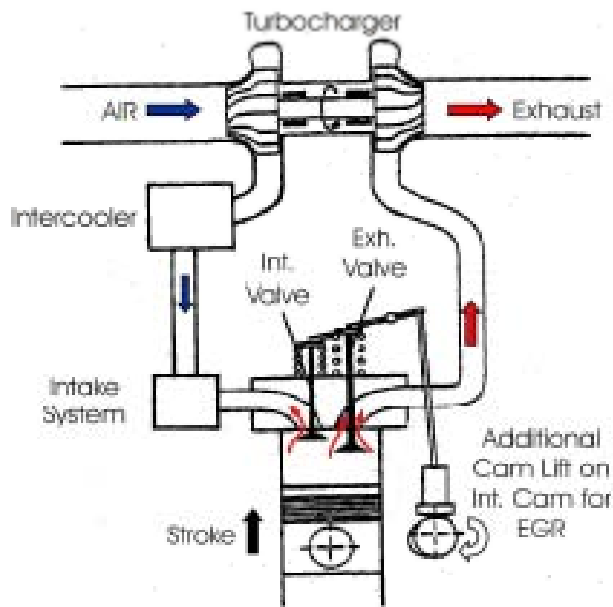


Abgasrückführung

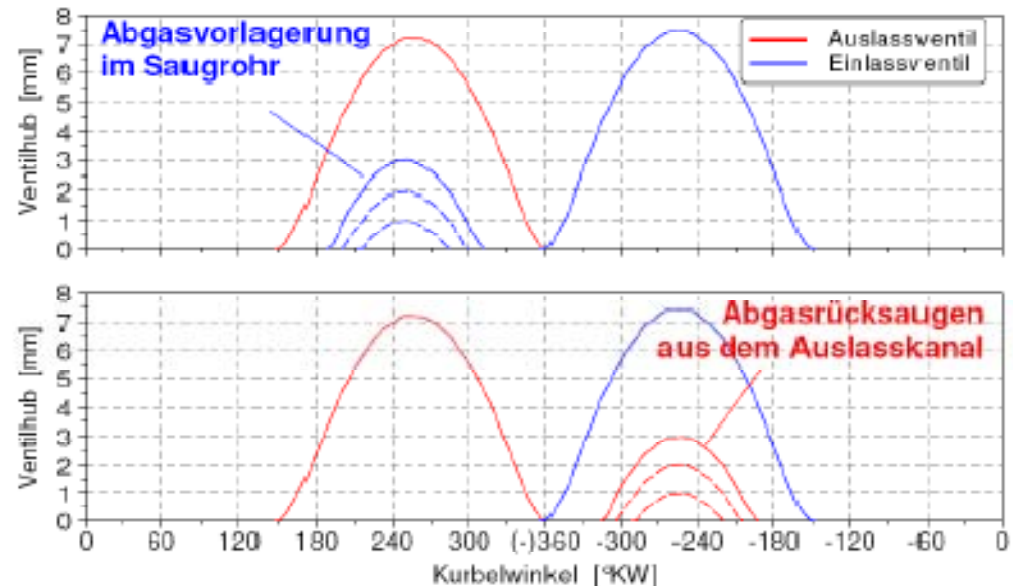
- Ein Teil des Abgases wird zurückgeführt
- Das rückgeführte Abgas weist einen geringeren Sauerstoffanteil auf und nimmt nicht mehr aktiv an der Verbrennung teil.
- Verbrennungstemperatur sinkt, es entstehen weniger Stickoxide NO_x
- Die Rückführung des Abgases kann intern, aber auch extern erfolgen.



Abgasrückführung (intern)



Interne Abgasrückführung durch Zusatznocken

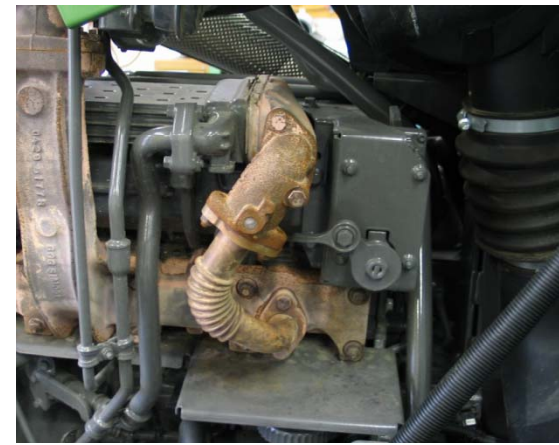
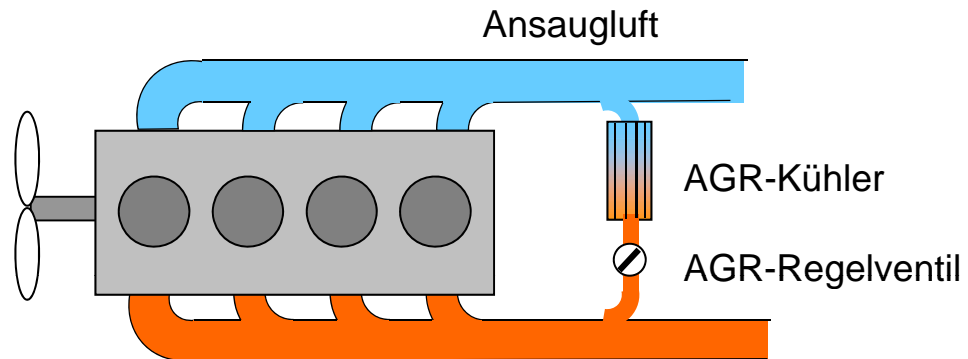


- Abgas wird innerhalb des Motors rückgeführt
- Einfacher Aufbau (zusätzliche Nocke auf Nockenwelle)
- Rückgeführtes Abgas weist hohe Temperaturen auf

Quelle: F. Jaussi, HDT-Konferenz
27.+28.6.2007



Abgasrückführung (extern)



- Abgas wird ausserhalb des Motors rückgeführt
- Rückgeführtes Abgas wird gekühlt -> geringere Verbrennungstemperatur
- Anteil an rückgeführtem Abgas kann variiert werden

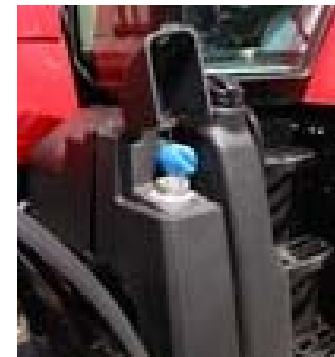


Abgasstufe 3B und 4

(Einführung ab 1.1.2011)

Abgasnachbehandlung wird notwendig!

- Partikelfilter
(Reduktion der Partikel)
- SCR-Systeme
(Reduktion der Stickoxide)

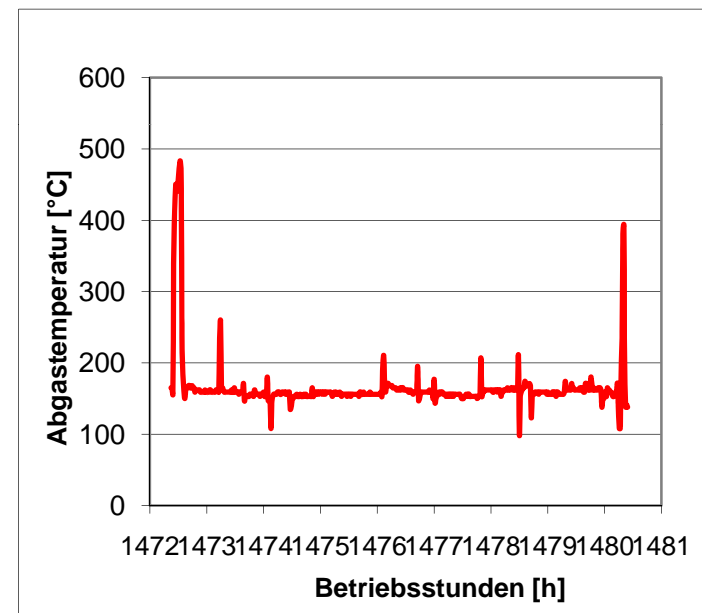




Abgasnachbehandlungssysteme in der Landwirtschaft

- Sehr unterschiedliche Auslastung -> unterschiedlichen Abgastemperaturen

(auch SCR-Systeme brauchen eine Mindesttemperatur zum Funktionieren)

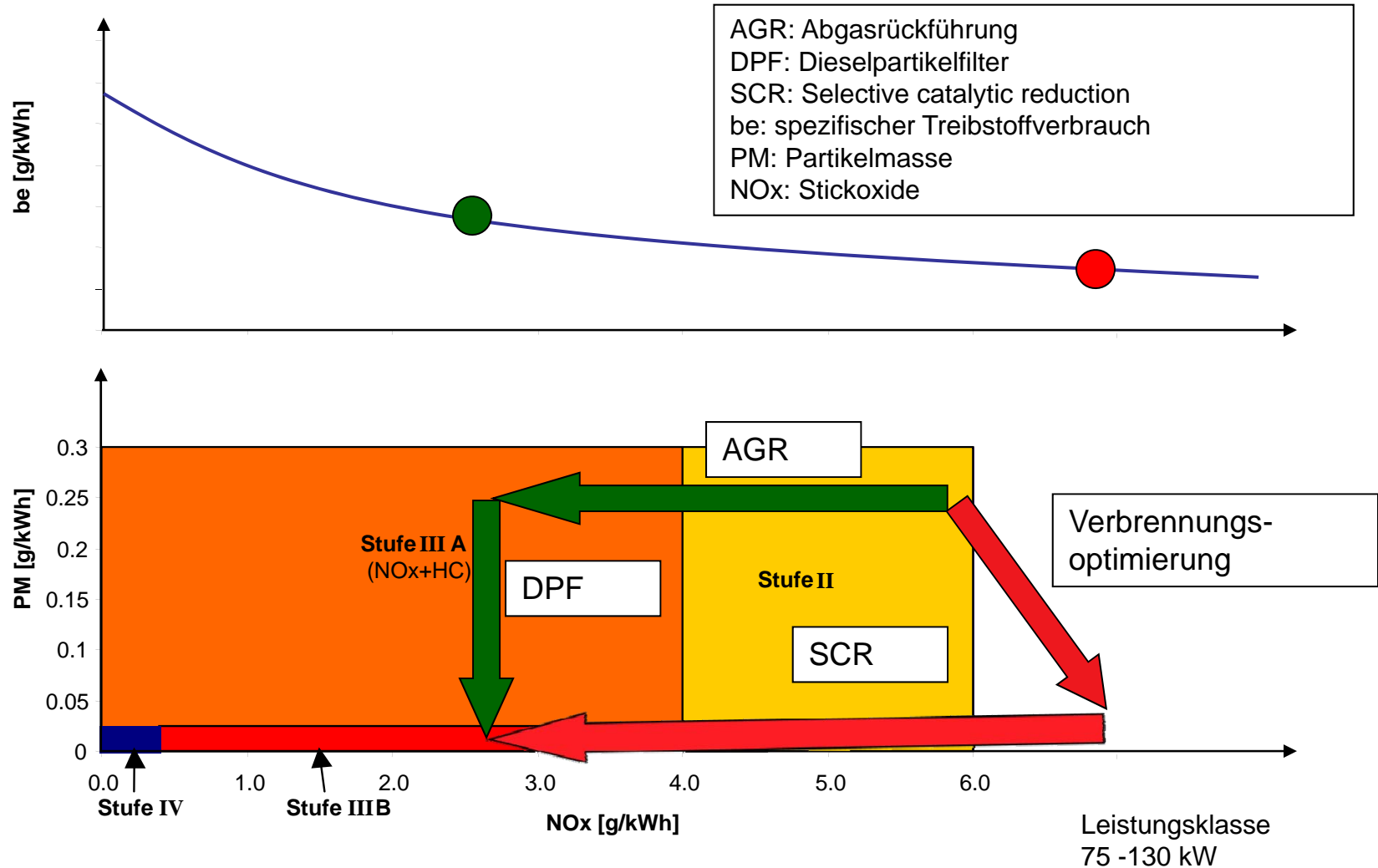


Abgastemperatur beim Holz-Spalten

- Kurzzeiteinsätze
- Hoftankstelle

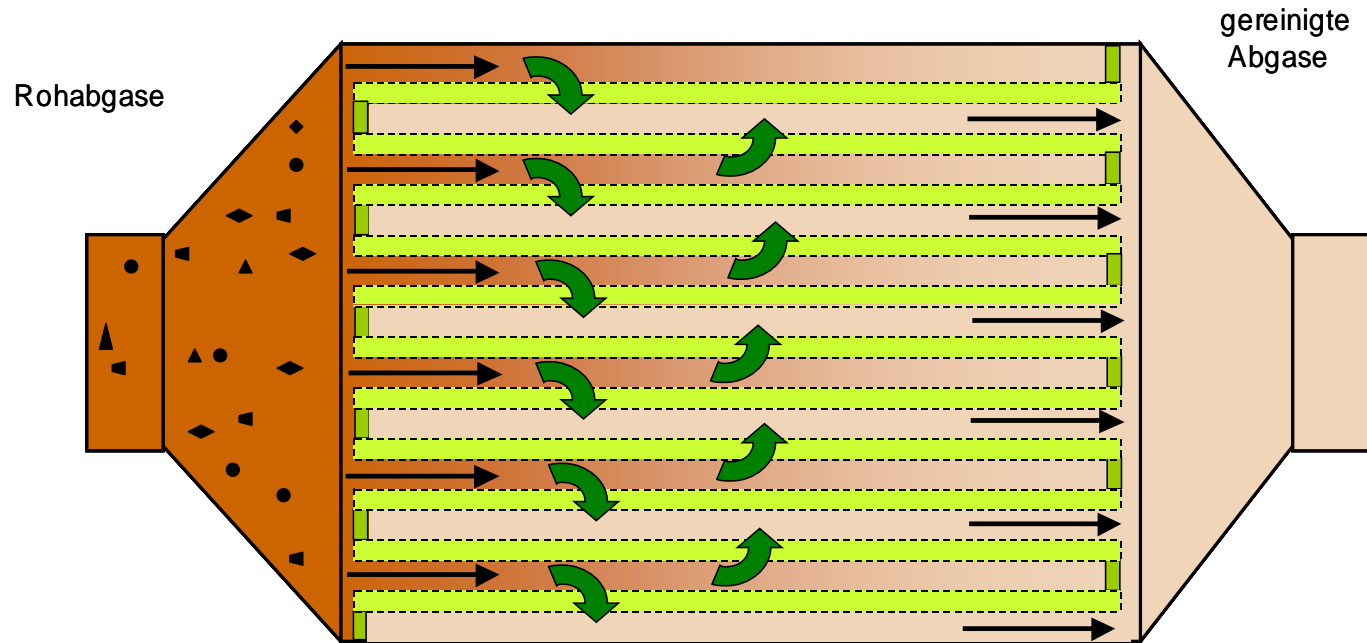


Technik zum Erreichen der Stufe IIB





Diesel-Partikelfilter (DPF)

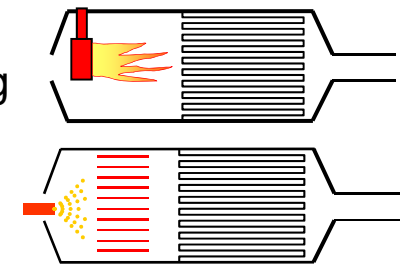


Das Abgas durchströmt die porösen Trennwände des Filters. Dort lagert sich der Russ ab. Damit der Filter nicht verstopft, wird der Russ periodisch oder kontinuierlich zu CO_2 und wenig Asche verbrannt.

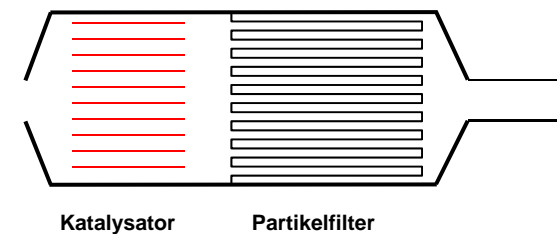
Diesel-Partikelfilter

- DPF werden in die Motorsteuerung integriert

- Thermomanagement
 - Brenner
 - katalytische Verbrennung
 - Luftdrosselung
 - Einspritzzeitpunkt
 - Nacheinspritzungen

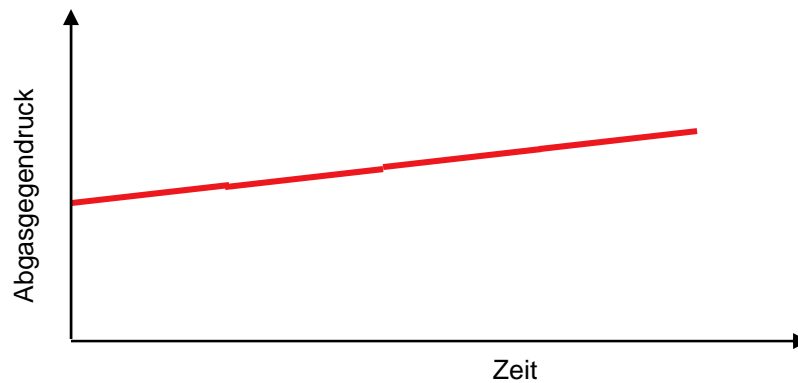
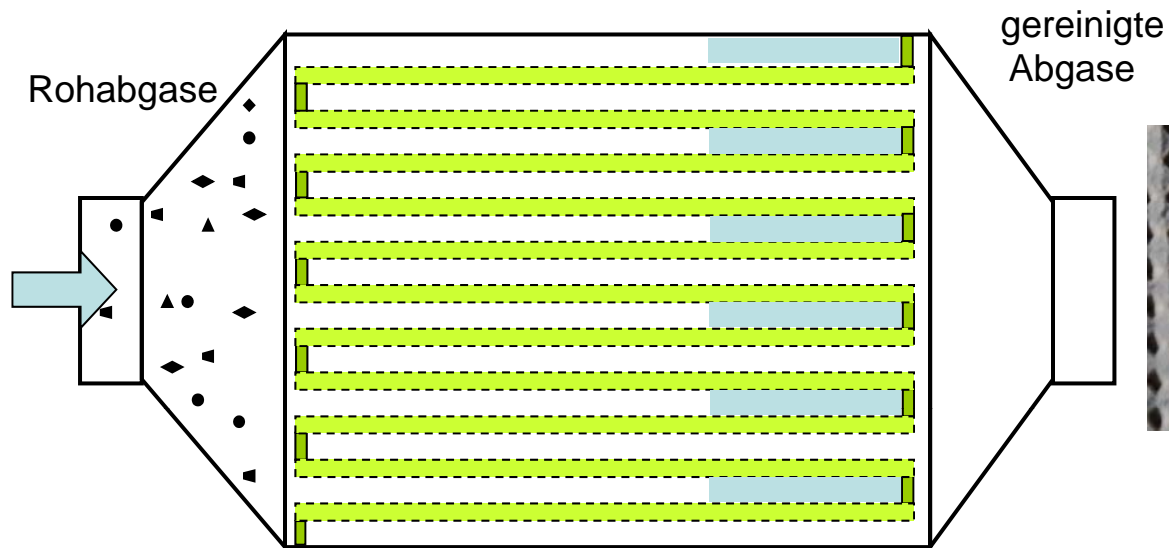


- Einsatz meist mit vorgeschaltetem Oxidationskatalysator (Reduziert Russzündtemperatur und vermindert CO und HC)





Wartung DPF



US-Tier4-Vorschrift für Offroad-Dieselmotoren:

Minimale DPF-Wartungs- und Reinigungsintervalle (§ 1039.125)!

P < 130 kW minimal 3000 h

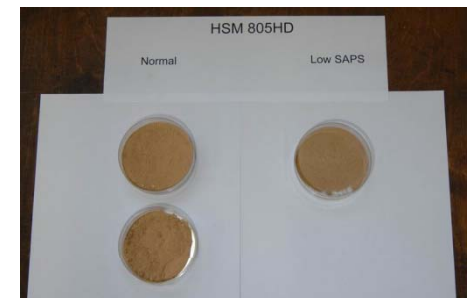
P > 130 kW minimal 4500 h

Gilt nur für OEM-Ausrüstungen (nicht für Nachrüstungen)



Ascherückstände

Ölsorte	Fendt Farmer 411 Vario		Deutz-Fahr Agrottron K100		HSM 805 HD	
	normal oil	Low-SAPS	normal oil	Low-SAPS	normal oil	Low-SAPS
Laufzeit [h]	553	553	415	416	674	660
Ölnachfüllung [l]	7	5.5	2	2.4	< 1	< 1
Asche [g]	76.1	28.0	13.1	7.4	17.6	7.2
Asche [g/100 h]	13.8	5.1	3.2	1.8	2.6	1.1
Veränderung Aschemenge [%]	-63%		-44%		-59%	



Die Filterasche besteht hauptsächlich aus:

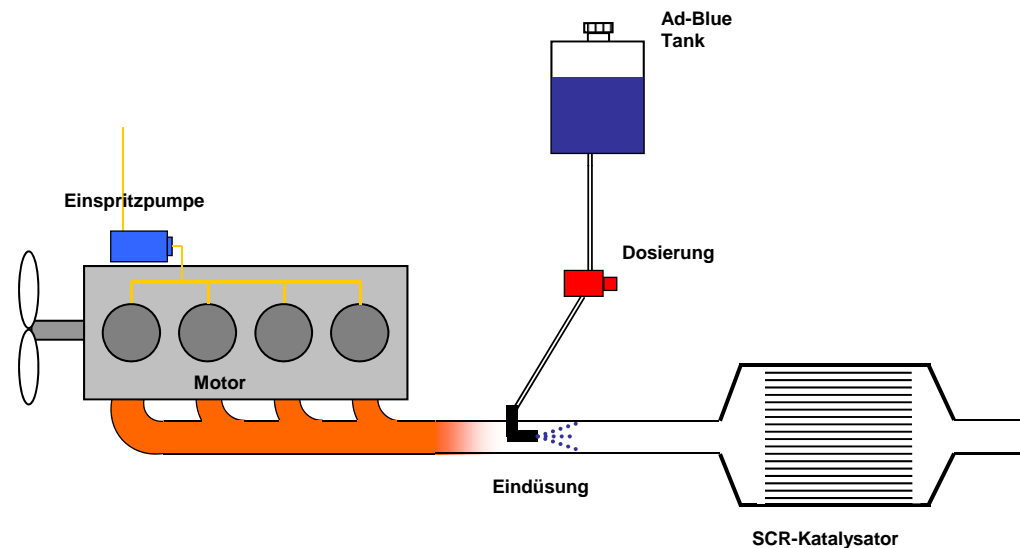
- Calciumoxid
- Phosphaten
- Sulfaten



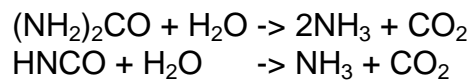
SCR System

In das Abgas wird eine Harnstofflösung eingespritzt, welche im Katalysator die Stickoxide beseitigt

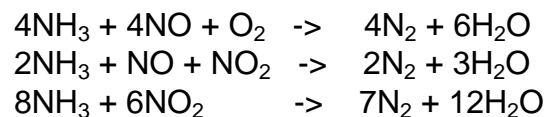
Verbrauch zirka 2 bis 5 % des Kraftstoffverbrauches



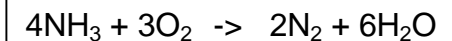
Harnstoff-Zersetzung



SCR-Katalysator



Sperrkatalysator





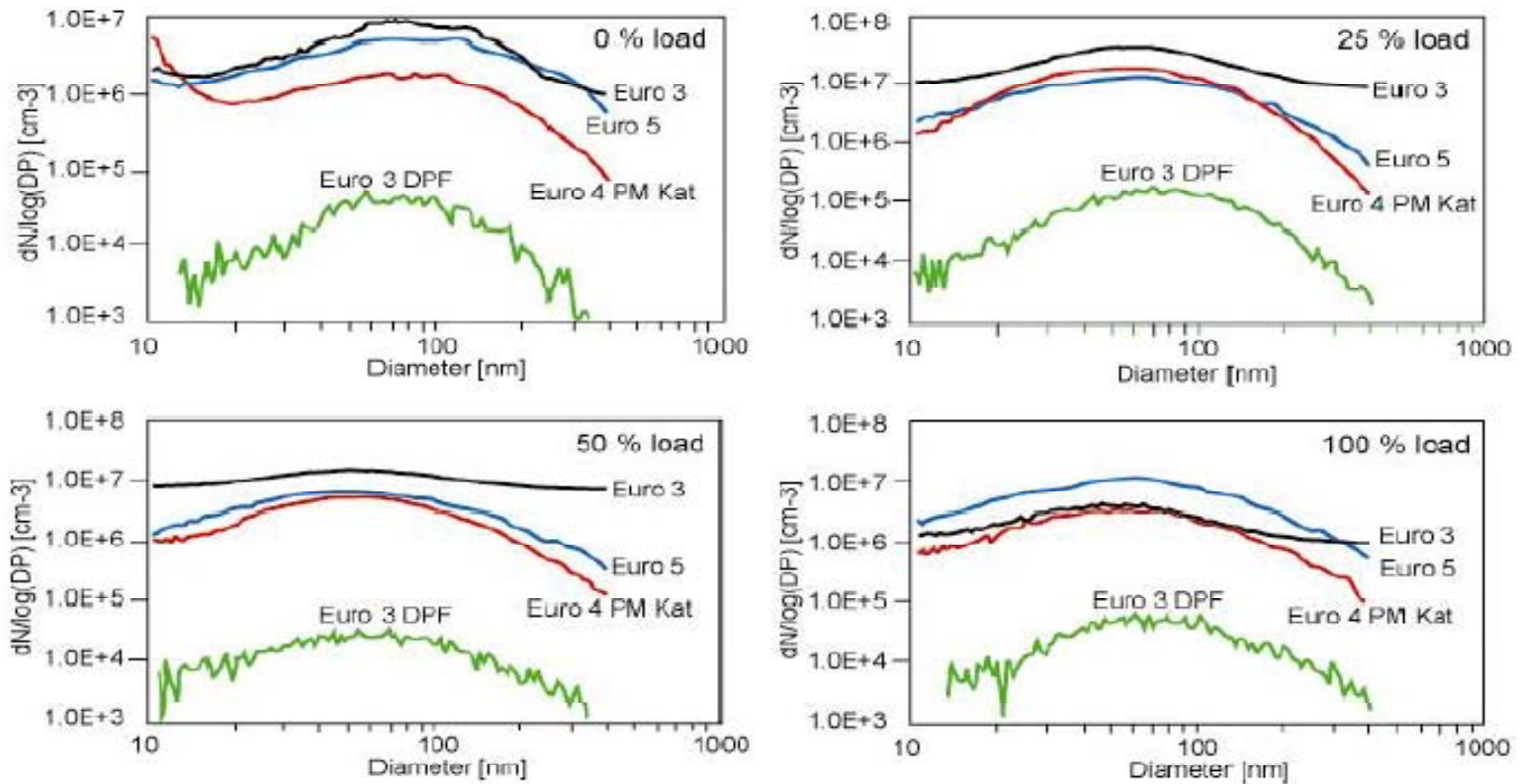
Harnstofflösung

- Für den Einsatz in SCR-Systemen wird eine wässrige 32,5 % Harnstofflösung eingesetzt.
- Genormt nach DIN 70070 und ISO 22241
- Markenname AdBlue[®]
- Eigenschaften:
 - Klare Flüssigkeit
 - Gebindegrößen ab 10 Liter
 - Kristallisiert bei -11°C





Partikelmasse - Partikelanzahl



Vergleich von Abgasnachbehandlungs-Technologien bei LKW's

Quelle: Mayer et. al, Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 152. Jg., Heft 1-3/2007

- **Partikelmassegrenzwert lässt sich mit DPF oder SCR erreichen**
- **Deutliche Partikelanzahlreduktion nur mit DPF**



Vergleich DPF - SCR

DPF	SCR
+ Keine zusätzlichen Betriebsstoffe	+ Geringerer Treibstoffverbrauch durch optimalere Motoreinstellung
+ Massive Reduktion der Partikelanzahl	+ Durch geringeren Treibstoffverbrauch auch CO ₂ Einsparung
- Filterreinigung notwendig	- Zusätzlicher Betriebsstoff (Beschaffung, Lagerung, Betanken)
- Treibstoff-Mehrverbrauch, insbesondere während aktiven Regenerationen)	- Partikelanzahl bleibt hoch



Technologien der Hersteller

Zur Einhaltung der Stufe III B Grenzwerte können SCR- oder DPF-Systeme eingesetzt werden.

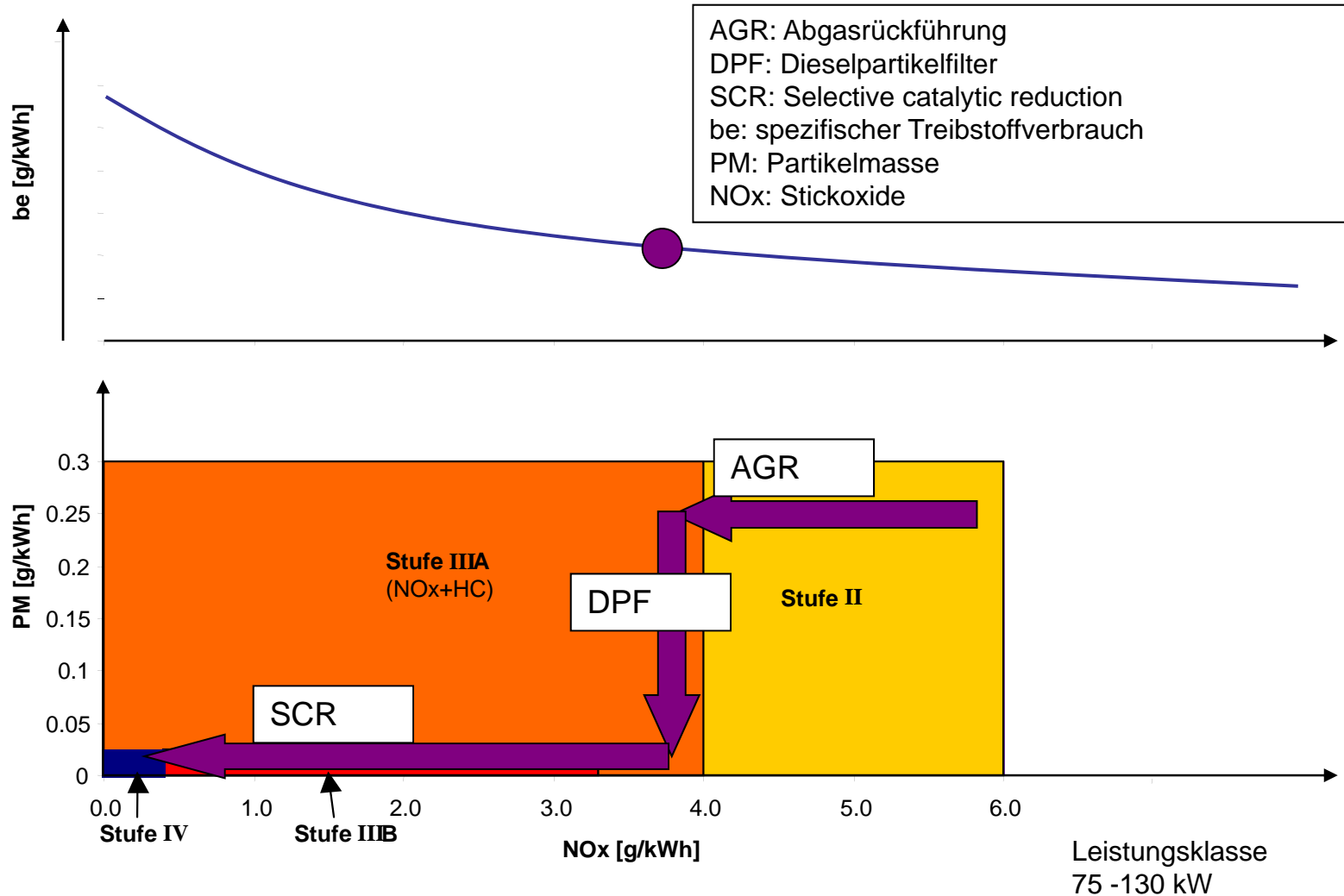
Traktorhersteller haben sich für folgende Techniken entschieden:

SCR	DPF
<ul style="list-style-type: none">- Massey Ferguson (Serie 8600)*- Valtra (Serie S)*- Fendt (Serie 800 Vario)*- New Holland (über 100 PS)- Deutz-Fahr (Agrotron Baureihe)- Case IH, Steyr (über 100 PS)	<ul style="list-style-type: none">- John Deere- New Holland (unter 100 PS)- Case IH, Steyr (unter 100 PS)

* Vorgestellt oder schon im Einsatz

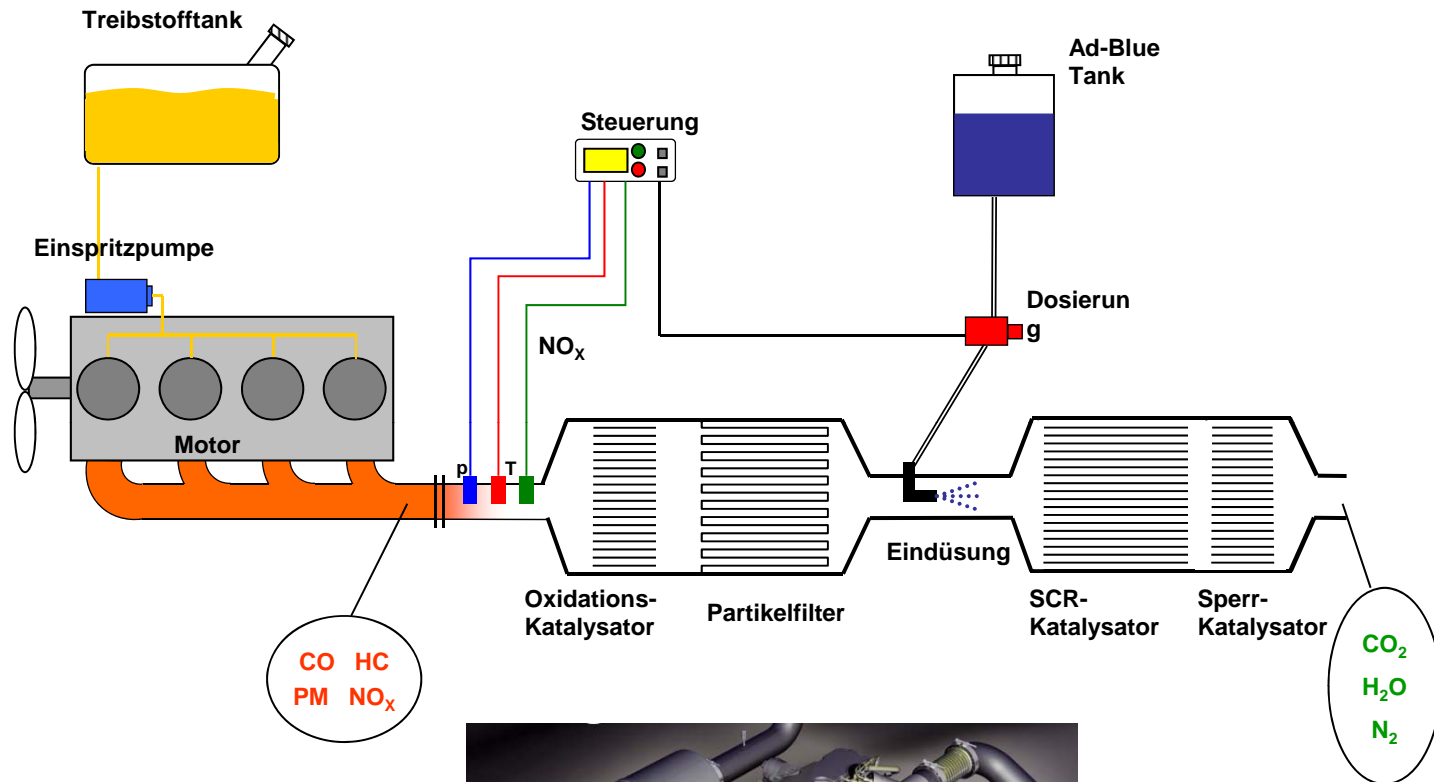


Technik zum Erreichen der Stufe IV





SCRT-System



Quelle: Deutz



Besondere Vorschriften Schweiz

- Im Rahmen des Luftreinhalte-Konzepts und des Aktionsplans gegen Feinstaub werden verschiedene weitergehende Massnahmen zur Minderung der Partikelemissionen geprüft.
Das UVEK arbeitet einen Partikelanzahlgrenzwert für neue land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge aus und wird ihn international notifizieren.
Einführung nicht vor 2012.
Wird auch für andere Dieselmotoren geprüft!
- Partikelanzahlgrenzwert für Baumaschinen gemäss LRV
(Betrifft Traktoren auf Baustellen)



Zusammenfassung

- Die Abgasgrenzwerte werden mit den Stufe IIIB und IV massiv verschärft
- Abgasnachbehandlung wird notwendig mit DPF und /oder SCR
- Anforderungen an Treibstoff- und Ölqualität steigen
- Bauraum für Motor und Abgasnachbehandlung wird grösser
- Kosten für Motoren steigen



Fragen

