

MF und Valtra haben als Erste Schlepper mit dem SCR-System vorgestellt. Vor allem europäische Motorenhersteller setzen auf diesen Weg.



Preissprung durch die nächste Abgasnorm?

Jetzt wird es ernst bei den Abgasvorschriften. Die Hersteller müssen tief in die Trickkiste greifen, um ihre Motoren fit für die nächste Stufe zu machen. Was kommt auf die Schlepperkäufer zu?

Seit 1999 gelten Abgasvorschriften auch für Landmaschinen. Ab diesem Zeitpunkt trat ein Stufenplan in Kraft, nachdem die Emissionen der Motoren Schritt für Schritt reduziert werden mussten. Die fünf Emissionsstufen werden in Europa als Stage (I, II, IIIA, IIIB, IV) und in den USA als Tier (1, 2, 3, 4 interim, 4 final) bezeichnet. Weil es vielleicht griffiger ist, verwendet die Praxis meist den Begriff Tier – mit der europäischen Nummernfolge. Bei den Schadstoffen geht es vor allem um Stickoxide (NO_x)

und Rußpartikel, dazu kommen Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid.

Der Stufenplan richtet sich nach vier Schlepperleistungsklassen: 50 bis 76 PS, 76 bis 102 PS, 102 bis 177 PS und 177 bis 762 PS (von kW umgerechnet, gerundet). Die oberste Leistungsklasse erreicht bereits 2014 die schärfste Stufe. Dann dürfen die Motoren nur noch max. 3 % der Stickoxide und 3 % der Rußpartikel im Vergleich zum Beginn der Regelung ausstoßen.

Bis zur aktuellen Tier 3A konnten die Ingenieure die Motoren noch mit konstruktiven Maßnahmen trimmen, wie z.B. mit elektronischen Einspritzanlagen, der internen oder der aufwendigeren gekühlten externen Abgasrückführung (AGR).

Das Problem: Stickoxide entstehen vor allem bei effizienter Verbrennung mit hoher Temperatur und hohen Drücken. So widersinnig es klingt, die meisten Methoden zum Senken der NO_x-Emission gehen deshalb auf Kosten der Effizienz. Dieser Mehrverbrauch lässt sich nur durch höheren technischen Aufwand abpuffern. So werden die Triebwerke mit 2-stufigen



Zusätzlicher AdBlue-Tank an einem MF 8600.

oder variablen Turbos, Vier-ventil-Technik und geregelten Lüftern hochgerüstet.

Die Motoren für die derzeitige Abgasstufe Tier 3 A haben sich in Tests und in der Praxis bewährt. Doch die jetzt kommende Tier 3 B (minus 85 % NO_x und minus 97 % Partikel) lässt sich mit den bewährten Methoden wohl kaum erreichen. Für die oberste Leistungsklasse ab 177 PS steht diese Verschärfung bereits 2011 an, die anderen Klassen ziehen ein Jahr später nach. Nur die kleinen Motoren bis 76 PS haben noch bis 2013 Zeit. Sie erreichen mit der Tier 3 B sogar ihre Endstufe.

Mit Filter oder Harnstoff?

Beim Sprung von Tier 3 A auf 3 B können die Hersteller zwei Strategien wählen:

■ Den Motor durch effiziente Verbrennung auf möglichst niedrige Partikelemissionen trimmen. Mit der Effizienz steigen die NO_x -Emissionen. Die Firmen müssen ein AdBlue-System (SCR) wie im Lkw einbauen, das die Stickoxide chemisch abbaut.

■ Der Motor arbeitet weiter mit der Abgasrückführung und anderen technischen Lösungen, um den NO_x -Ausstoß zu minimieren. Die Verbrennung ist weniger effizient. Deshalb muss ein Partikelfilter die Abgase reinigen.

Zurzeit scheinen europäische Motorenhersteller wie Deutz, Agco-Sisu oder FPT (Fiat-Power-Train) eher auf die SCR-Technologie zu setzen, amerikanische Unternehmen wie DPS (Deere-Power-Systems) oder CAT propagieren den Partikelfilter. Die Vor- und Nachteile der Lösungen werden kontrovers diskutiert.

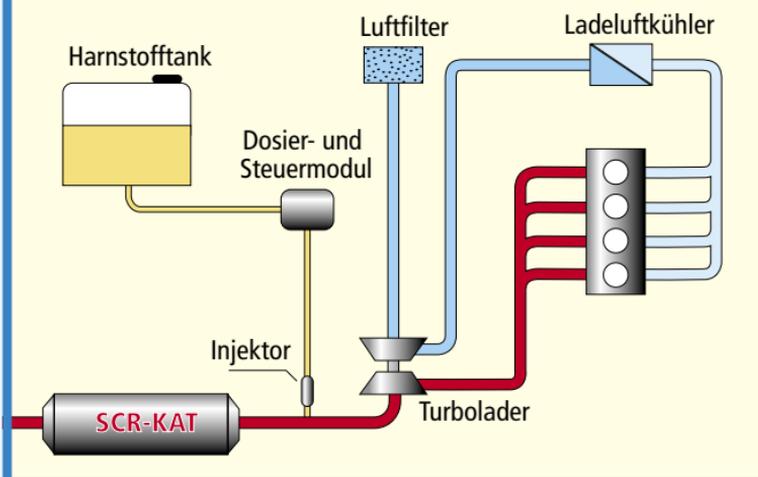
Sauber mit zwei Tanks

SCR heißt Selektive Katalytische Reduktion. Eine elektronische Steuerung dosiert eine wässrige Harnstofflösung (AdBlue) in einen Abgaskatalysator. Die chemische Reaktion wandelt die Stickoxide in harmloses Wasser und reinen Stickstoff um – ohnehin mit 78 % der größte Bestandteil der Umgebungsluft.

► **Vorteile:** Die Verbrennung im Motor kann ohne Rücksicht auf den NO_x -Gehalt optimal ablaufen. Die Temperaturen sind hoch, die Einspritzung läuft mit hohem Druck zum optimalen Zeitpunkt und die Abgasrückführung fällt weg – wenn auch nicht bei allen Lösungen komplett. Der Wirkungsgrad des Motors steigt deutlich. Und: Die Technik hat sich seit einigen Jahren im Lkw-Bereich bewährt.

► **Nachteile:** Die SCR-Anlage ist ziemlich aufwendig. Neben der elektronischen Steuerung

Übersicht 1: Harnstoff wandelt das gefährliche Stickoxid um



Das SCR-System arbeitet mit der Harnstoff-Lösung AdBlue, die sich bereits bei den Lkw bewährt hat.

zung plus Sensoren benötigt man ein komplettes zweites Tanksystem mit Fördertechnik. Dazu kommt das zusätzliche Gewicht und der voluminöse Katalysator, der sich ohne größere Änderungen kaum am Schlepper verstauen lässt. Weil der Kat bis zu 450° braucht, um vernünftig zu funktionieren, darf er nicht allzu weit vom Auspuffkrümmer entfernt sein.

Vielen Praktikern ist die Bevorratung von AdBlue ein Dorn im Auge. Der Verbrauch liegt zwischen 3 und 5% der Dieselmenge. Ab etwa -11°C gefriert AdBlue, der Tank am Schlepper braucht also eine Heizung und der Lagertank sollte möglichst frostfrei stehen. Dafür ist AdBlue kein Gefahrstoff und kann auch einfach in der 1000 l-Gitterbox (IBC-Container) lagern.

Ist der AdBlue-Tank am Schlepper leer, steht der Motor nicht still. Denn die SCR-Technologie hat keinen Einfluss auf das Triebwerk selbst. Doch in den USA ist bereits das so genannte Derating vorgeschrieben: Bei leerem AdBlue-Tank muss die Elektronik die Motorleistung deutlich herunterregeln.

Insider rechnen durch das aufwendige AdBlue-System mit einem deutlichen Plus von bis zu 40% beim Preis für den Motor und seine Nebenaggregate (Kühlung, Abgasnachbehandlung) – was bis zu 10% Mehrpreis für den Schlepper bedeuten könnte. Dazu kommen die Kosten von 50 bis 60 Cent/l für das AdBlue.

Hersteller wie Fendt, New Holland, MF oder Valtra haben bereits Traktoren mit der SCR-Technik vorgestellt.

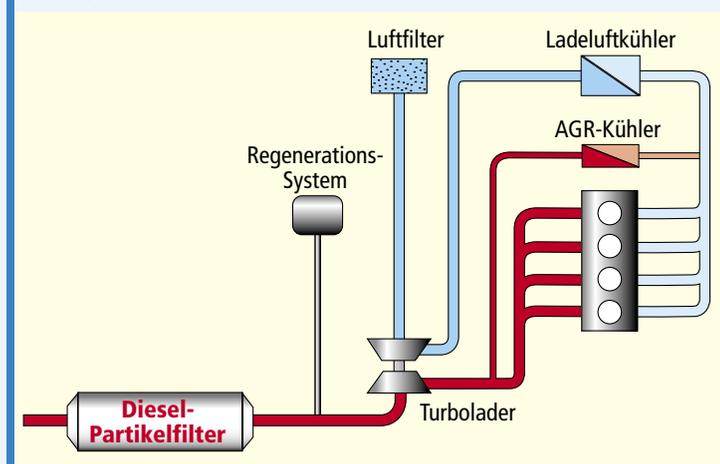


Emitec hat auf der letzten Agritechnica eine Kombination aus SCR-Kat und Partikelfilter vorgestellt. Damit soll das Platzproblem unter der Haube gelöst werden.



Unter anderem John Deere (Bild oben) setzt bei der Tier 3B weiter auf die gekühlte Abgasrückführung. Dann geht es nicht ohne einen Diesel-Partikelfilter.

Übersicht 2: Partikelfilter bei gekühlter Abgasrückführung (AGR)



Der Filter braucht ein System zur Regenerierung.

Sauber mit Filter

Bei dieser Strategie setzen die Ingenieure weiter auf die gekühlte Abgasrückführung (AGR) und die zeitversetzte Einspritzung. Die Bildung von Stickoxiden wird weitgehend verhindert. Doch die Rußgrenzwerte lassen sich nur mit einem Partikelfilter (DPF) einhalten.

► **Vorteil:** Schlagendes Argument ist der Verzicht auf den zweiten Betriebsstoff und das aufwendige SCR-Katalysator-System plus Tank und Regeltechnik. Es fallen keine zusätzlichen Kosten fürs Ad-Blue und die Logistik/Lagerhaltung an.

► **Nachteile:** Der technische Aufwand innerhalb des Triebwerks bleibt hoch, besonders durch die gekühlte Abgasrückführung und den unter Umständen mehrstufigen Turbo. Die Abgasrückführung belastet das Motoröl mehr mit Ruß und Schwefel. Vor allem läuft der Motor nicht im Effizienz-Optimum, der spezifische Dieserverbrauch ist höher als beim SCR.

Der Partikelfilter braucht zusätzlich Kraftstoff zur Regeneration (automatisch gesteuertes „Verbrennen“ der angesammelten Partikel). Die Regenerationsphase wirkt sich eventuell auf das Leistungsverhalten des Motors aus. Und wie beim SCR-Kat muss auch der recht sperrige Partikelfilter am Schlepper seinen Platz finden.

Unter anderem John Deere wird seine Traktoren mit dieser Lösung fit für die Tier 3B machen.

Zum Schluss Partikelfilter plus Harnstoff?

Für den Übergang zwischen Tier 3A auf die strengere Stufe 3B hatten die Firmen noch fünf Jahre Zeit. Doch jetzt wird es enger: Die Motoren müssen innerhalb von drei Jahren klar für die nächste Stufe sein! Was die Konstrukteure erheblich un-

Standpunkt

Was bringt das dem Praktiker?

Die Umweltauflagen steigen überall. Logisch, dass es auch die Schlepper und Selbstfahrer trifft. Und die Einführung der Abgasvorschriften hat einen Technologieschub ausgelöst, der sich z.B. bei den elektronischen Einspritzsystemen äußert. Jetzt potenziert sich der Aufwand, um die letzten paar Prozent zu erreichen. Lohnen sich diese Klimzüge? Im Vergleich zur Pkw- und Lkw-Flotte sind die Stückzahlen gering.

Die Abgasstufen binden zurzeit enorme Entwicklungskapazitäten. Die Firmen wenden mehr als die Hälfte ihrer Budgets für Forschung und Entwicklung dafür auf, die Motoren auf die nächste Stufe zu trimmen. Vor allem die kommenden Stufen Tier 3B und 4 werden die Preise nach oben bringen – und das ohne zusätzlichen Kundennutzen.

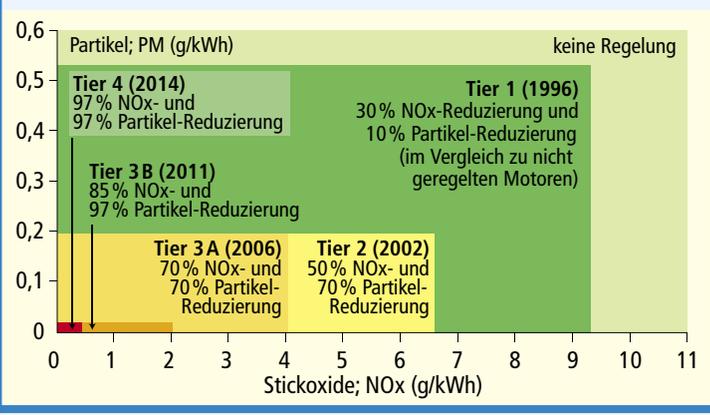


Guido Höner

Landwirte müssen den nächsten Kauf genau timen, um möglichst noch eine günstige Maschine der alten Norm zu ergattern. Weil saubere Motoren nicht immer effizient sind, wird in der Praxis gerne gechipt. Für weniger als 1000 € ist dann die „schöne neue Technik“ wieder passé. Wo bleibt da der Sinn?

Bleibt zu hoffen, dass sich der Gesetzgeber mit der finalen Abgasstufe zufrieden gibt, und sich die Firmen wieder um ihre ureigene Aufgabe kümmern können: Die Landtechnik weiterzuentwickeln. Es gibt genug zu tun, der Hunger der Welt nach Nahrung wächst. Aber anscheinend denkt man an entsprechender Stelle jetzt schon über eine CO₂-Beschränkung nach...
G. Höner

Übersicht 3: Die Abgase werden in Stufen bis zu 97 % „sauberer“



Ruß und Stickoxide müssen um bis zu 97 % reduziert werden.

Zeichnungen: Driemer

Fotos: Werkbilder, Höner

ter Zugzwang setzt. Denn hier schlägt das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses unbarmherzig zu: Die letzten Prozent NO_x und Partikel bekommt man nur noch mit gewaltigem Aufwand aus dem Abgas heraus. Die Grenzwerte der Tier 4 lassen sich – nach dem heutigen Stand der Technik – wohl nur mit einer Kombination von SCR plus Partikelfilter halten. Spätestens dann müssen die Schlepper neu durchkonstruiert werden. Es gilt, den Partikelfilter und den Katalysator plus AdBlue-Tank an der Maschine unterzubringen. Partikelfilter und Kat haben beide ein Volumen von 30 bis 50 l. Besonders bei den kompakten Traktoren über 76 PS und einigen selbstfahrenden Erntemaschinen dürfte es eng werden. Allerdings befeuern die strengen Abgasstufen auch die technischen Entwicklungen: Der Katalysator-Spezialist Emitec aus Lohmar hat bereits auf der Agritechnica einen SCR-Kat mit integriertem Rußpartikelfilter vorgestellt, der auch unter der Haube Platz finden soll.

Der Gesetzgeber räumt außerdem Übergangsfristen ein. Das Stichwort ist „Engine On Stock“ – was nichts anderes heißt, als dass bereits produzierte Motoren der alten Abgasstufe noch zwei Jahre eingebaut werden dürfen. Doch eine „fle-

xible“ Auslegung ist schwierig: Denn die Motoren müssen komplett montiert bereits im Schlepperwerk stehen – und das, wo alles auf die Lieferung just-in-time ausgelegt ist. Die Hersteller müssen also die Lagerkosten tragen und möglichst genau die jeweilige Stückzahl vorausplanen. Bleiben Motoren nach Ablauf der zwei Jahre über, können diese nur in Ländern ohne Abgasgesetzgebung abgesetzt werden, z.B. in Osteuropa oder Südamerika.

Für Landwirte ist es also interessant, Traktoren möglichst in dieser Übergangszeit zu kaufen. Denn danach drohen Preisaufschläge für die nächste Abgasstufe, die über 10 % liegen können. Allerdings orientieren sich auch die Modellzyklen an den Abgasstufen. Wer also ein neues Modell haben will, muss die nächste Abgasstufe zwangsläufig mitnehmen.

Mit der Abgasstufe steigen die Anforderungen an den Kraftstoff. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Motoren in Zukunft mit kalt gepresstem Pflanzenöl laufen. Und die Nachbarländer müssen sich wohl oder übel vom günstigen Agrardiesel verabschieden. Denn die neue Technologie verträgt keinen Schwefel, und der ist z.B. im französischen Landdiesel noch reichlich enthalten.

Übersicht 4: Die Termine richten sich nach der Schlepperleistung

Leistung	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
50 bis 76 PS			Tier 1			Tier 2			Tier 3A				Tier 3B					
76 bis 102 PS			Tier 1			Tier 2			Tier 3A				Tier 3B		Tier 4			
102 bis 177 PS		Tier 1			Tier 2			Tier 3A				Tier 3B		Tier 4				
177 bis 762 PS	Tier 1			Tier 2			Tier 3A				Tier 3B		Tier 4					

Für die unterschiedlichen Leistungsklassen gelten verschiedene Einführungsstermine.