

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 74 (2012)
Heft: 11

Artikel: Saubere Kraft aus wenig Diesel
Autor: Stirnimann, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082383>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Saubere Kraft aus wenig Diesel

Zwar ist die Abgasstufe 3B noch nicht bei allen Leistungsklassen in Kraft. Doch die grossen Traktorenhersteller haben bereits ihre Technologiepfade für die nächste Stufe 4 vorgestellt. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Dieselmotortechnik, welche zur Einhaltung der Grenzwerte dieser beiden Abgasstufen notwendig ist.

Roger Stirnimann

Der Wettstreit der Marketingstrategen hat sich in der Zwischenzeit wieder etwas gelegt. Entbrannt war dieser vor einigen Jahren im Hinblick auf die Einführung der Motortechnologien für die Abgasstufe 3B. Die Verfechter der SCR-Technologie (Selektive Katalytische Reduktion)

wetterten über die Abgasrückführung, welche angeblich Leistungseinbussen und höheren Dieselverbrauch zur Folge haben sollte, die Vertreter der Fraktion «Abgasrückführung/Partikelfilter» (AGR/DPF) argumentierten mit dem Zusatzaufwand durch Beschaffung,

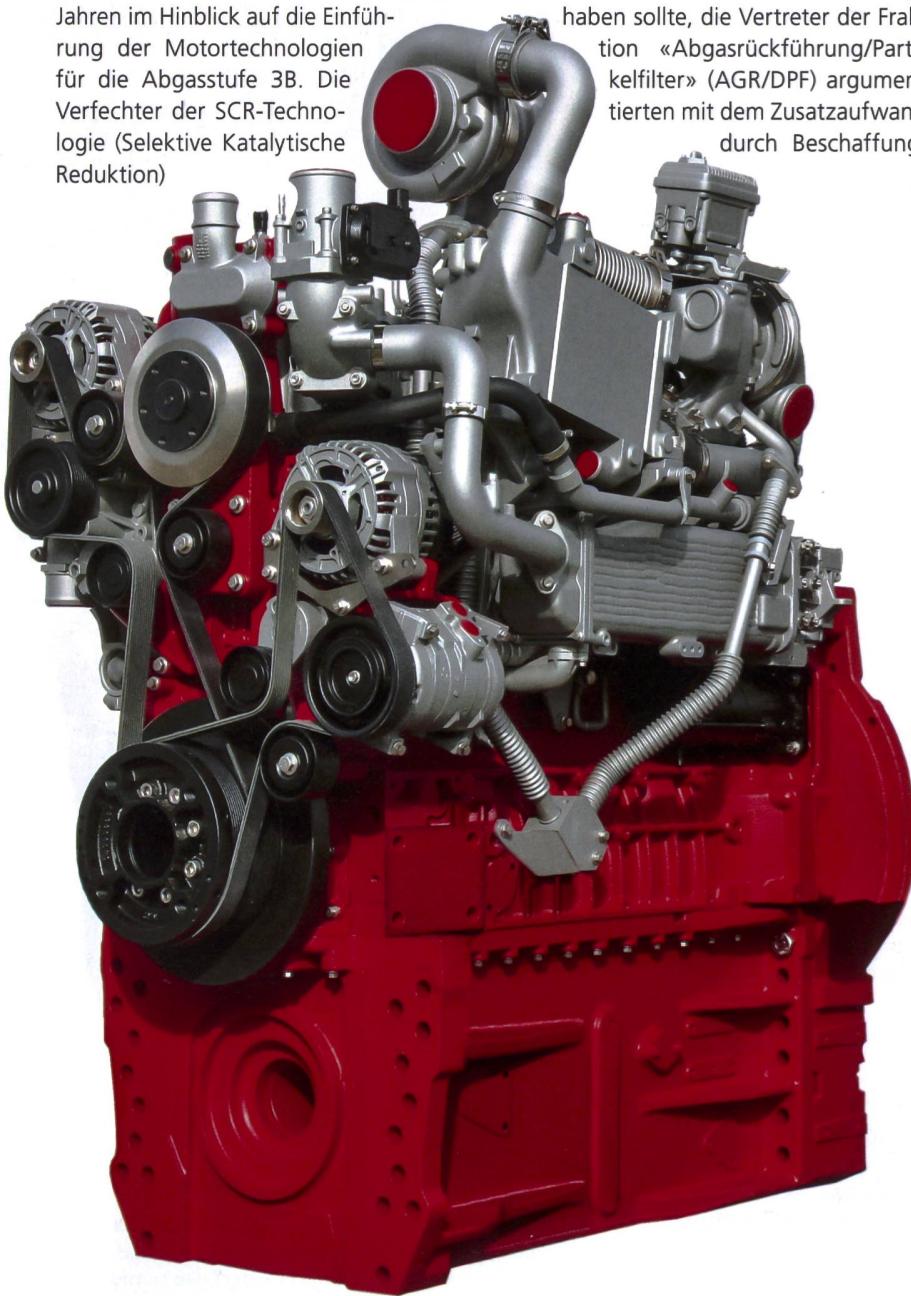
Lagerung und Betankung des zusätzlich notwendigen Betriebsstoffes AdBlue gegen die SCR-Technik (siehe auch Schweizer Landtechnik 9/2011).

Stickoxide müssen noch weiter abnehmen

Musste beim Übergang von der Stufe 3A zur Stufe 3B insbesondere der Ausstoss der Partikelmasse (PM) gesenkt werden (rund 90%), sind es beim bevorstehenden Wechsel von der Stufe 3B auf Stufe 4 die Stickoxide (NO_x), welche noch einmal um 80 bis 90% reduziert werden müssen (abhängig von der Leistungsklasse). Die Einführungszeitpunkte sowie die Stickoxid- und Partikelgrenzwerte der Abgasstufen 3A, 3B und 4 sind in der folgenden Tabelle ersichtlich. Für die oberen Leistungsklassen gelten grundsätzlich strengere Grenzwerte und frühere Einführungszeitpunkte als für die unteren. Berücksichtigt wird hier die Verhältnismässigkeit zwischen technischem Aufwand, Bauraum und Kosten. Bei einem 300-PS-Dieselmotor mit sechs Zylindern fallen beispielsweise die Kosten für eine SCR-Anlage weniger stark ins Gewicht als bei einem 4-Zylinder-Aggregat mit 100 PS. Dies erklärt auch, weshalb die Abgasgrenzwerte im Leistungsbereich unter 100 PS mit einfacherer Technologie eingehalten werden können (z.B. ohne SCR).

Kombination der Abgastechnologien

Eine sinnvolle Lösung zur Einhaltung der Abgasgrenzwerte der Stufe 4 scheint, zumindest für die mittleren bis oberen Leistungsklassen, in der Kombination der Technologien zur Begrenzung des NO_x -Ausstosses (AGR/SCR) zu liegen: Geringe Abgasrückführaten im Teillastbereich sollen die Entstehung von Stickoxiden (NO_x) im Brennraum so weit vermindern, dass die im Abgasstrom verbleibenden



Dieselmotoren in der Landtechnik sind zu Hightechaggregaten geworden, z.B. das Deutz TD7.8 Agri. (Bilder zVg)



Vier Ventile pro Zylinder und hohe Einspritzdrücke sind bei modernen Traktoren unabdingbar.

NO_x-Verbindungen im SCR-Katalysator mit AdBlue-Mengen von lediglich rund 3% in Wasser und harmlosen Luftstickstoff umgewandelt werden können.

John Deere als bisher harter Verfechter des «Nur Diesel»-Ansatzes (AGR/DPF) hat im Frühjahr 2012 angekündigt, sich für die Abgasstufe 4 ebenfalls der SCR-Technologie zu bedienen, und zwar als Ergänzung zur gekühlten Abgasrückführung und zum Partikelfilter. Auf Bild 2 ist die Stufe-4-Konfiguration der beiden grössten John Deere-Motoren mit 9,0 und 13,5 Liter Hubraum dargestellt. Dieses Bild veranschaulicht das komplette «Arsenal», welches den Motorenherstellern heute zur Verfügung steht, um die Antriebsaggregate gleichzeitig effizient und sauber zu machen: Zwei hintereinander geschaltete Turbolader (Niederdrucklader mit fixer, Hochdrucklader mit variabler Turbinengeometrie), Ladeluftkühlung, gekühlte Abgasrückführung, Dieseloxidationskatalysator (DOC), Partikelfilter (DPF), SCR-Katalysator und Ammoniak-Schlupfkatalysator. Dazu kommen Tank und Dosiereinheit für AdBlue mitsamt

technologisch aufwendig und sicher auch nicht billig, John Deere verspricht sich damit aber einen tiefen Gesamtflüssigkeitsverbrauch und hat damit bereits die Technologieplattform für die zu erwartende Abgasstufe 5, bei welcher neben der Partikelmasse auch die Partikelanzahl limitiert werden dürfte, auf die Beine gestellt. Die kleineren Motoren mit 4,5- und 6,8-Liter-Hubraum (Einsatz in den 6R-Modellen) werden grundsätzlich mit der gleichen Technologie daherkommen, teilweise aber mit etwas einfacherer Turboladetechnik (einstufige Aufladung mit variabler Turbinengeometrie). Mit welcher Motortechnik die 5R-Traktoren ausgestattet werden, hat John Deere bislang noch nicht einmal für die Stufe 3B offiziell kommuniziert, hier dürfte aber die Kombination DOC/DPF zum Zuge kommen.

Deutz setzt ebenfalls auf Kombination

Deutz als unabhängiger Motorenhersteller bietet Stufe-3B-Motoren sowohl mit SCR als auch mit AGR/DPF an. Für welchen der beiden Technologiepfade sich

Heizkreislauf gegen das Gefrieren sowie die Motorelektronik, welche alle diese Komponenten steuert und überwacht.

Alle Register gezogen

John Deere kombiniert bei diesen Stufe-4-Aggregaten also alle verfügbaren Technologien und nennt das Paket «Integrated Emissions Control», was nichts anderes heisst, als integrierte Emissionskontrolle. Dieser Weg ist

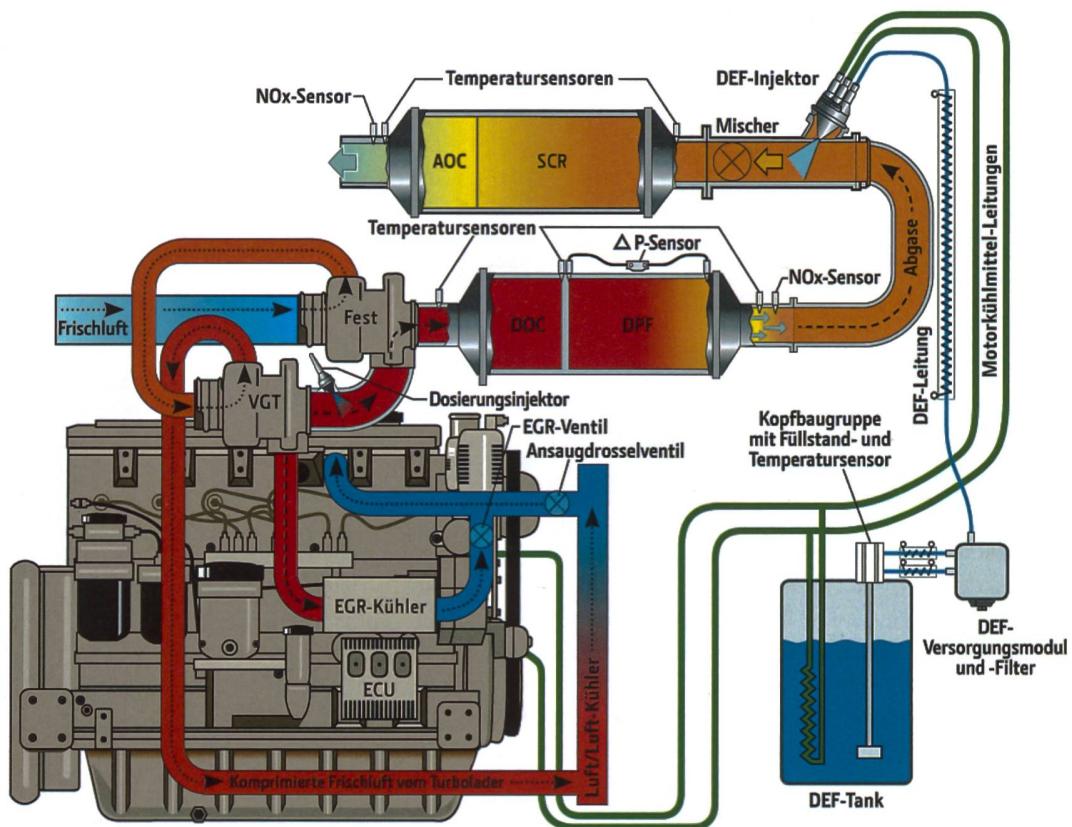
Schwere Lastwagen als Vorreiter bei der Motortechnologie

In der SL-Ausgabe 9/2011 wurden die Technologiepfade der Lastwagenhersteller Scania, Mercedes und Iveco zur Einhaltung der ab 2014 für schwere Strassenfahrzeuge gültigen Abgasnorm EURO VI skizziert. In der Zwischenzeit haben auch die übrigen Hersteller – Volvo, Renault, DAF und MAN – ihre technischen Lösungen für EURO VI vorgestellt. Wie Mercedes und Scania setzen auch die vier letztgenannten auf AGR, DPF und SCR. Iveco ist somit der einzige Lastwagenhersteller, welcher bei den schweren Modellen für die NO_x-Reduktion ausschliesslich auf SCR setzt, diese aber ebenfalls mit einem Partikelfilter kombiniert. Während der AdBlue-Verbrauch bei der Kombination AGR/DPF/SCR nach Angaben der jeweiligen Hersteller im Bereich von 3 bis 4% liegen soll, dürfte sich dieser bei Iveco im Bereich von 8 bis 10% bewegen. Auf der Nutzfahrzeugmesse IAA in Hannover vom vergangenen September wurde gemunkelt, dass Iveco derzeit auf eine Abgasrückführung verzichte, weil eine solche aufgrund des erhöhten Kühlbedarfes eine komplett Neukonstruktion der Fahrerkabine erfordert hätte, Iveco diesen Schritt aber noch nicht vollziehen wollte. Bleibt also abzuwarten, ob Iveco auch längerfristig auf dem Weg «DPF/SCR» bleibt oder ob im Einhergang mit der Einführung komplett neuer Lastwagen-Baureihen in einigen Jahren erneut auch auf AGR gesetzt wird.

die Kunden von Deutz entscheiden, hängt stark von den Einsatzgebieten und den Lastprofilen der jeweiligen Maschinen ab. Hersteller von Baumaschinen beispielsweise setzen eher auf die Lösung mit Abgasrückführung und Partikelfilter, weil es im Baubereich bezüglich Partikelaustritt einerseits sehr sensible Einsatzbereiche gibt (z.B. Tunnelbau) und andererseits in gewissen Ländern gesetzliche

Tabelle 1: Leistungsklassenabhängige Einführungszeitpunkte und Grenzwerte für die Abgasstufen 3A, 3B und 4

| Leistungsklassen | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------------------|--|------|------|---|------|--|------|------|------|
| Abgasstufen/Grenzwerte in g/kWh | | | | | | | | | |
| 19 kW ≤ P < 37 kW | Stufe 3A HC + NO _x = 7,5; PM = 0,6 | | | | | | | | |
| 37 kW ≤ P < 56 kW | Stufe 3A HC + NO _x = 4,7; PM = 0,4 | | | | | Stufe 3B HC + NO _x = 4,7; PM = 0,025 | | | |
| 56 kW ≤ P < 75 kW | Stufe 3A HC + NO _x = 4,7; PM = 0,4 | | | Stufe 3B NO _x = 3,3; PM = 0,025 | | Stufe 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025 | | | |
| 75 kW ≤ P < 130 kW | Stufe 3A HC + NO _x = 4,0; PM = 0,3 | | | Stufe 3B NO _x = 3,3; PM = 0,025 | | Stufe 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025 | | | |
| 130 kW ≤ P < 560 kW | Stufe 3A HC + NO _x = 4,0; PM = 0,2 | | | Stufe 3B NO _x = 2,0; PM = 0,025 | | Stufe 4 NO _x = 0,4; PM = 0,025 | | | |



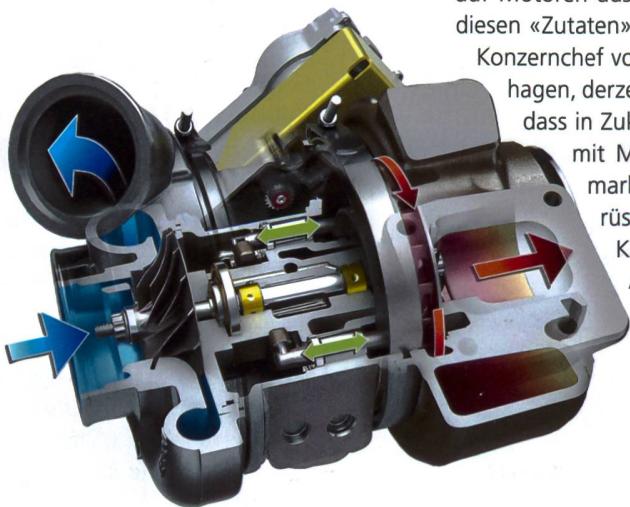
Darstellung der PowerTech-PSS-Motoren mit 9,0- und 13,5-Liter-Hubraum von John Deere in Stufe-4-Konfiguration.
Alle Technologieelemente zur Einhaltung der Stickoxid- und Partikelgrenzwerte kommen hier zur Anwendung.

Vorgaben gelten, welche den Einsatz von Maschinen mit Partikelfiltern zum Schutz von Mensch und Umwelt explizit vorschreiben. Die Schweiz ist mit der «Luftreinhalteverordnung im Bereich Baustellen» ein Beispiel hierfür. In der Landtechnik spielen solche Aspekte weniger eine Rolle, das Hauptaugenmerk wird hier eher auf niedrige Dieselverbräuche gelegt, weshalb beispielsweise Fendt und Same Deutz-Fahr bei den aktuellen Modellen in Stufe-3B-Konfiguration auf reine SCR-Lösungen setzen.

Für die Abgasstufe 4 wird Deutz die im DVERT-Baukasten (Deutz-Variable-Emission-Reduction-Technologie) bereits heute

zur Verfügung stehenden Technologien AGR, DOC, DPF und SCR aber ebenfalls kombinieren (Motoren ab 4,1-Liter-Hubraum). Die beiden in der Landtechnik gängigen Aggregate mit 6,1 und 7,8 Liter Hubraum werden zudem mit zweistufiger Turboladetechnik ausgerüstet. Da Same Deutz-Fahr nach wie vor ein grosser Aktionär bei der Deutz AG in Köln ist, dürfte bei diesem Traktorenbauer ein Wechsel des Motorlieferanten kaum ein Thema sein, und es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die grösseren Modelle von Same Deutz-Fahr ab 2014 mit AGR, DOC, DPF und SCR daherkommen werden. Auch Fendt dürfte für die Stufe 4 auf Motoren aus dem Hause Deutz mit diesen «Zutaten» setzen, auch wenn der

Konzernchef von Agco, Martin Richenhagen, derzeit immer wieder betont, dass in Zukunft alle Agco-Marken mit Motoren der Schwestermarke Agco-Power ausgerüstet werden sollen. Aus Konzernsicht ist dieser Ansatz nachvollziehbar,



Turbolader mit variabler Geometrie (VGT) kommen vorwiegend bei Motoren mit Abgasrückführung zum Einsatz.

Fendt dürfte bei den teilweise erst vor Kurzem vorgestellten mittleren und oberen Baureihen aus Kostengründen in den nächsten drei Jahren aber wohl kaum einen Wechsel des Motorlieferanten vollziehen. Überlegungen zur Differenzierung zwischen der Premium- und den übrigen Marken im Konzern dürften hier mit eine Rolle spielen.

AGCO Power kombiniert SCR mit AGR

AGCO Power zieht in die andere Richtung nach. Als erster Anwender der SCR-Technologie in der Landtechnik hat sich der finnische Motorenbauer seit der Einführung von Stufe-3A-Motoren für diese Technik stark gemacht. Für die Abgasstufe 3B wurde das SCR-System weiter verbessert und mit einem Oxidationskatalysator ergänzt. Zugunsten eines minimalen Gesamtflüssigkeitsverbrauchs wird AGCO Power für die Stufe 4 bei gewissen Motormodellen auf die Kombination der SCR-Technologie mit einer gekühlten Abgasrückführung mit moderaten Rückführaten im Teillastbereich setzen, allerdings ohne Partikelfilter. Bei den gerade eben vorgestellten Modellen N93 und N103 in Stufe-3B-Konfiguration (99 und 111 PS) kommen hingegen eine Abgasrückführung und ein Dieseloxydationskatalysator zum Einsatz. Wie diese 3-Zylinder-

Tabelle 2: Übersicht über die Technologiepfade ausgewählter Traktorenhersteller

| Traktorbaureihe | Leistungsbereich (Nennleistung) | Motorhersteller | Technologiepfad Stufe 3B | Technologiepfad Stufe 4 |
|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Claas | | | | |
| Arion 500/600 | 140–175 PS | Deere Power System | AGR/DOC/DPF | AGR/DOC/DPF/SCR |
| Axion 900 | 280–410 PS | Fiat Powertrain | SCR | SCR |
| Fendt | | | | |
| Vario 300 | 95–135 PS | Deutz | SCR | nicht bekannt |
| Vario 700 | 145–240 PS | Deutz | SCR | nicht bekannt |
| John Deere | | | | |
| 5R | 80–100 PS | Deere Power System | nicht bekannt | nicht bekannt |
| 6R | 105–210 PS | Deere Power System | AGR/DOC/DPF | AGR/DOC/DPF/SCR |
| Kubota | | | | |
| M60 | 86–100 PS | Kubota | AGR/DOC/DPF | nicht bekannt |
| M-GX | 110–135 PS | Kubota | AGR/DOC/DPF | nicht bekannt |
| Lindner | | | | |
| Geotrac | 78–126 PS | Perkins | AGR/DOC/DPF | nicht bekannt |
| New Holland | | | | |
| T5 | 88–114 PS | Fiat Powertrain | AGR/DOC/DPF | AGR/DOC/DPF |
| T7 | 125–269 PS | Fiat Powertrain | SCR | SCR |
| Valtra | | | | |
| N93/N103 | 99–111 PS | AGCO Power | AGR/DOC | nicht bekannt |
| T-Serie | 141–215 PS | AGCO Power | DOC/SCR | nicht bekannt |

(Abkürzungen: AGR → Abgasrückführung, DOC → Dieseloxidationskatalysator, DPF → Dieselpartikelfilter, SCR → Selektive Katalytische Reduktion)

der-Motoren für die Stufe 4 fit gemacht werden, ist derzeit noch offen.

Auf die Kombination SCR/AGR für die Abgasstufe 4 setzt übrigens auch MTU in Friedrichshafen. MTU-Motoren werden beispielsweise in den Feldhäcksler von Claas eingesetzt.

CNH setzt auf reine SCR-Lösung

New Holland, Case-IH und Steyr (CNH-Gruppe) setzen bei den Leistungsklassen ab 120 PS auch für die Stufe 4 weiterhin auf eine reine SCR-Lösung und gehen für die NO_x-Reduktion damit den gleichen Weg wie die Konzernschwester Iveco für Euro VI bei schweren Lastwagen (siehe Kasten). Durch den Verzicht auf die Abgasrückführung erreichen diese Motoren höhere Verbrennungstemperaturen, was sich zusammen mit hohen Einspritzdrücken positiv auf die Partikelemissionen auswirkt. Für die Abgasstufe 4 benötigen die Motoren von Fiat Powertrain deshalb auch keine Partikelfilter. Dieser technologische Ansatz erfordert überdies weniger Kühlkapazität, womit der Bauraum in der Traktorfront anderweitig genutzt werden kann oder die Hauben kompakter gestaltet werden können. Der Tribut hierfür dürften aber AdBlue-Verbräuche von 8 bis 10% sein.

Im Leistungsbereich unter 120 PS setzen die Italiener aber wiederum auf Abgasrückführung, Oxidationskatalysator und Partikelfilter. Der Grund für diesen Technologiesplitt ist darin zu suchen, dass das Dieseleinsparpotenzial durch die SCR-Technologie bei Traktoren unter 120 PS wesentlich geringer als bei grösseren Modellen ist, weil in der Regel die Motorauslastung tiefer ist und pro Jahr weniger Betriebsstunden gemacht werden. Auf den Technologiepfad AGR/DOC/DPF setzen für die Stufe 3B auch die Hersteller Kubota und Lindner, welche nur Traktoren im unteren Leistungsbereich bis 135 PS anbieten.

Die Tabelle 2 beinhaltet eine Auswahl an bekannten Traktormotoren mit den jeweiligen Technologiepfaden für die Stufe 3B und – wo bereits bekannt – auch für die Stufe 4.

Stufe 4 ist noch nicht das Ende

Mit den Stufen 3B und 4 wollten die Gesetzgeber den Einsatz von Partikelfiltern ursprünglich erzwingen. Aufgrund der technologischen Fortschritte bei den Einspritz- und Aufladesystemen können die entsprechenden Partikelmasse-Grenzwerte jetzt auch ohne Partikelfilter eingehalten werden. Da aber insbesondere die

ganz kleinen Partikel, welche bei der Partikelmasse nicht ins Gewicht fallen, eine gesundheitsschädigende Wirkung haben, wird in Brüssel derzeit über die Einführung einer nächsten Abgasstufe für Offroadfahrzeuge diskutiert. Mit dieser soll eine drastische Reduktion der Partikelanzahl erfolgen, wie dies mit Euro VI bei den schweren Lastwagen bereits der Fall ist. Ein solcher Grenzwert kann definitiv nur noch mit geschlossenen Partikelfiltersystemen eingehalten werden.

Gesamtoptimierung angestrebt

Nachdem die Limiten für Partikel und Stickoxide in den letzten Jahren Richtung Nullgrenzen getrieben wurden, dürften die Gesetzgeber das Augenmerk in Zukunft zudem vermehrt auf die CO₂-Reduktion richten. Bei den Motoren selber ist das Potenzial für Verbrauchssenkungen aufgrund der Zielkonflikte «Stickoxide/Partikel» resp. «Stickoxide/Verbrauch» ausgereizt. Die zukünftigen Ansätze müssen also vielmehr in Richtung Optimierung des Traktors als gesamtes Fahrzeug (Motor, Getriebe, Fahrwerk), Optimierung des Arbeitssystems (Traktor/Gerät) und Optimierung der Verfahrensketten (z.B. Feldhäcksler Einsatz mit Abfuhrlogistik) laufen. ■