

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 67 (2005)
Heft: 3

Artikel: Stark, sauber, laufruhig und sparsam
Autor: Stadler, Edwin / Schiess, Isidor
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081016>

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: 03.02.2026

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

Stark, sauber, laufruhig und sparsam

Der Traktor soll in Zukunft sauberer, leistungsfähiger und gleichzeitig sparsamer werden. Elektronische Einspritzsysteme wie Common Rail und elektronisch geregelte Einspritzpumpen bringen uns diesem Ziel näher. Das allein genügt allerdings noch nicht. Abgasturbolader mit Ladeluftkühlung und Zylinderköpfe mit Vierventiltechnik führen zu besserer Verbrennung und letztlich zum guten Gesamtergebnis. Als erste Traktoren mit modernster Motortechnik standen kürzlich drei New Holland-Traktoren auf dem Prüfstand der FAT. Die Ergebnisse dürfen sich in jeder Beziehung sehen lassen.

Edwin Stadler, Isidor Schiess, Agroscope FAT Tänikon

Der einfachere Weg besteht darin, Motormodelle durch *Modifikationen* den neuen verschärften Bedingungen anzupassen. Der zweite Weg ist aufwändiger und führt über eine *Neukonstruktion* des Motors.

Modifikation

Bei den Modifikationen spielt der Einspritzzeitpunkt eine wichtige Rolle. Mit einem verspäteten Einspritzbeginn kann das bei der

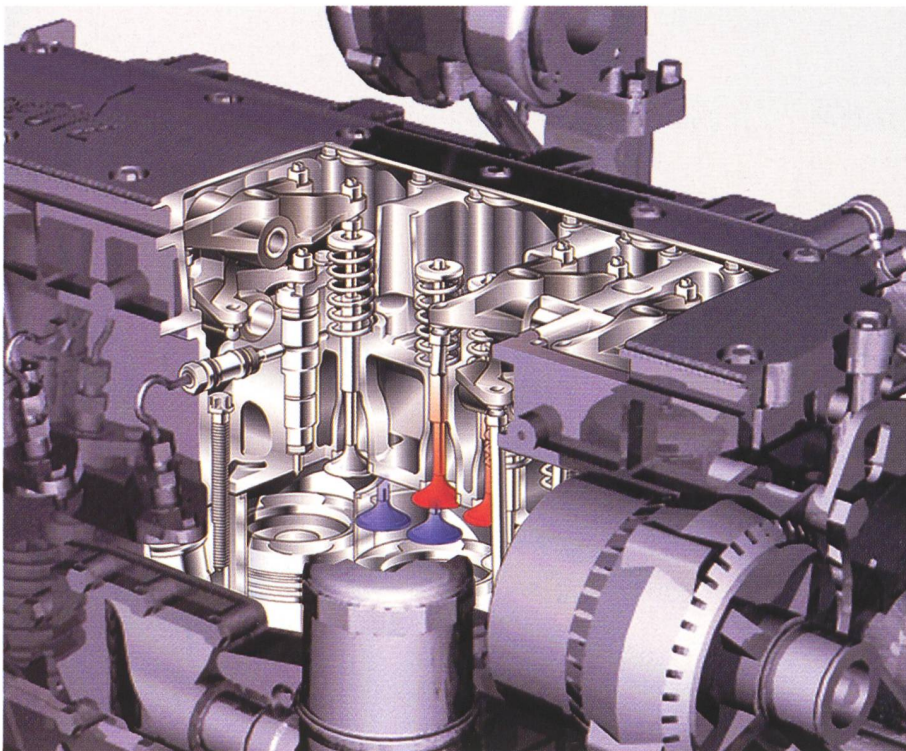


Abb. 2: Vier Ventile pro Zylinder, je zwei Einlass- und Auslassventile, vermindern die Gaswechselverluste und den Treibstoffverbrauch. Die zentrale Anordnung der Einspritzdüse verbessert den Verbrennungsablauf und die Abgase.

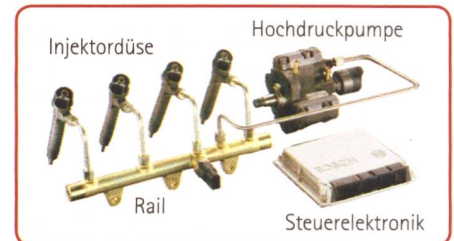


Abb. 1: Beim Common-Rail-Einspritzsystem bringt eine Niederdruck-Förderpumpe den Treibstoff durch den Filter zur Hochdruckpumpe. Diese pumpt den Treibstoff in die Hochdruckleitung (Rail). Die Hochdruck-Einspritzleitung verbindet alle Injektor-Magnetventile. Die Magnetventile der Injektoren werden von der Steuerelektronik elektrisch angesteuert.

Verbrennung im Motor entstehende Stickoxid NO_x vermindert werden. Der Motorwirkungsgrad sinkt, der Treibstoffverbrauch und der Bedarf an Kühlleistung steigen in der Regel merklich an. Auch der Abgasturbolader mit Ladeluftkühlung hilft auf dem Weg dem gleichen Ziel, jedoch mit weniger negativen Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch. Oft wird beides zusammen am selben Motor mit einem günstigeren Resultat auf der Verbrauchsseite realisiert. Mit einem temperaturgeregelten Motorkühlgebläse lässt sich der unerwünschte Treibstoffmehrverbrauch etwas vermindern.

Neukonstruktion

Die Neukonstruktion betrifft die Luft- und Abgasführung sowie die Treibstoffeinspritzung und Verteilung. Diesen Weg beschreiten zurzeit die Traktorhersteller *New Holland* mit Motoren von *IVECO* und auch *John Deere* mit bestimmten Motortypen in der Leistungsklasse ab 100 PS.

* Diese Grundlageninformationen sind dem Vorspann des FAT-Berichtes 628 «Geprüfte Traktoren, Zweifachsmäher und Transporter» entnommen.

Das Common-Rail-Hochdruck-Einspritzsystem mit einem maximalen Einspritzdruck zwischen 1000 und 1400 bar lässt dabei viele Möglichkeiten bezüglich Einspritzzeitpunkt, Einspritzdauer sowie Vor- und Nacheinspritzung offen. Damit lassen sich Verbrennungsablauf und Abgasentstehung in jedem Drehzahl- und Lastbereich elektronisch steuern. Der Zylinderkopf mit vier Ventilen ermöglicht nicht nur die optimale Platzierung des Injektors in der Mitte des Verbrennungsraumes, sondern senkt auch die Gaswechselverluste und damit direkt den Treibstoffverbrauch. Zusammen mit Abgasturbolader mit Ladeluftkühlung und temperaturgeregeltem Kühlgebläse zeichnet sich der neue Traktormotor im geprüften New-Holland-Traktor durch hohes Drehmoment, günstigen Treibstoffverbrauch, minimale Abgase und grosse Laufruhe aus. Dabei lässt die elektronische Motorregelung noch alle Möglichkeiten zu, wie automatisches Schalten des Getriebes, Power Boost, das heisst Mehrleistung unter bestimmten Arbeitsbedingungen, und on board diagnose (OBD), das mögliche Störungen im System am Fahrerdisplay anzeigt.

«Common Rail»

«Common Rail» bedeutet wörtlich «gemeinsame Schiene», und tatsächlich erfolgt nur bei diesem Speichereinspritzsystem die Druck erzeugung unabhängig von der Einspritzung.

Eine Vorförderpumpe transportiert den Treibstoff vom Tank zur Hochdruckpumpe. Diese besitzt eine Eingangssteuerung, sodass nur so viel Treibstoff komprimiert und zum Hochdruckspeicher, dem so genannten Rail, gefördert wird, wie für die Einspritzung erforderlich ist. Über Injektoren wird der Treibstoff dann mittels schnell schaltenden Magnetventilen zeit- und mengengerecht in die Brennräume der Zylinder eingespritzt. Ein Drucksensor im Rail erlaubt eine genaue Druckregelung im geschlossenen Regelkreis. Jedem Kennfeldpunkt ist ein in der Applikation definierter Druck zugeordnet, der durch diesen Regelkreis eingestellt wird. Der Einspritzdruck liegt in Bereichen zwischen 250 bar im Leerlauf und etwa 1400 bar im Volllastbetrieb.

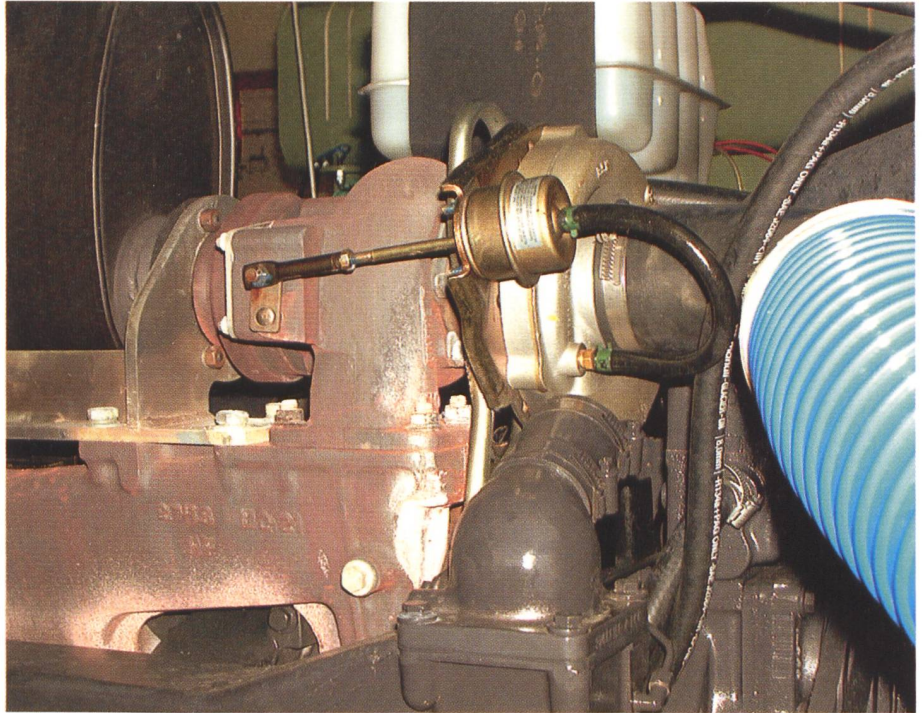


Abb. 3: Der Abgasturbolader nutzt die im Abgas enthaltene Energie zum Antrieb des Luftverdichters. Verschiedentlich sind die Abgasturbolader mit einem Regelorgan ausgerüstet, das einen Teil der Abgase direkt in den Auspuff (Bypass) leitet. Dadurch lässt sich über einen breiten Drehzahlbereich ein nahezu konstanter Ladedruck erzeugen.

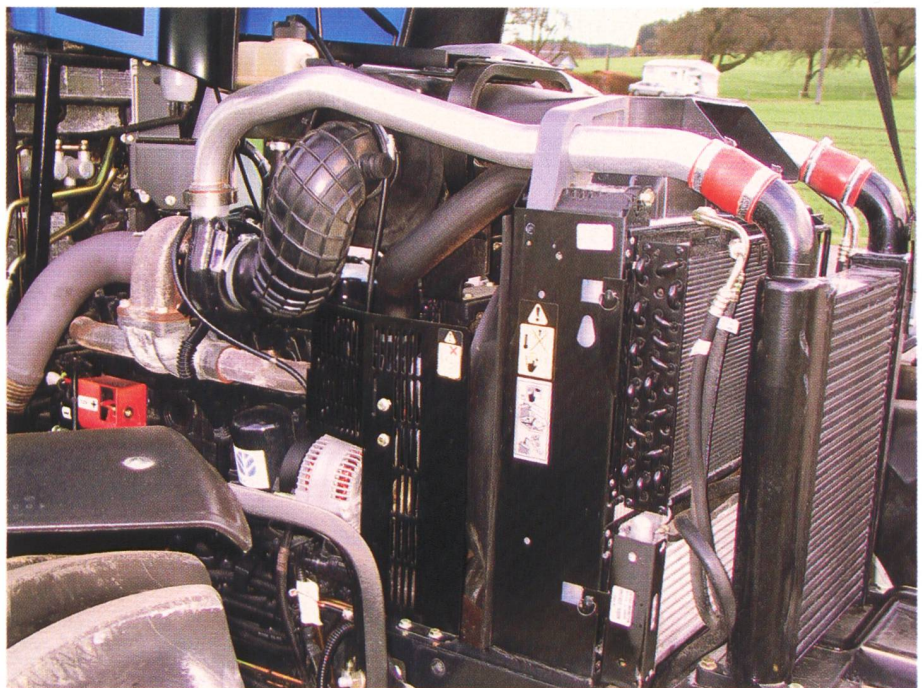


Abb. 4: Der luftgekühlte Ladeluftkühler (zum Beispiel New Holland) ist dem Wasserkühler vorgeschaltet. Der Platzbedarf ist gross und die Kühlwirkung sehr gut.

Die Injektoren sind mittels kurzen Hochdruckleitungen mit dem Druckspeicher im Rail verbunden und stehen immer unter Druck. Die Einspritzmenge wird durch eine magnetische Düsennadelhubsteuerung variiert. Durch Öffnen und Schliessen des Magnetventils wird der Druck im Steuerraum moduliert und damit die Düsennadel geöffnet und geschlossen. Das verwendete Magnetventil erlaubt Schaltzeiten im Millisekundenbereich. Diese sind erforderlich, um die exakte Dosierung auch kleiner Voreinspritzmengen zu ermöglichen.

Die Vorteile

- Einspritzmenge und Zeitpunkt werden über das Magnetventil gesteuert.
- Innerhalb des Kennfeldes frei wählbarer Einspritzdruck.
- Hohes Druckangebot auch bei niedrigen Drehzahlen.
- Flexibler Einspritzbeginn mit Vor- und Nacheinspritzung möglich.
- Durch Voreinspritzung sanfter Druckanstieg und weiche Verbrennung. Dadurch ruhiger Motorlauf und bessere Abgase.

Vier statt zwei Ventile

Der Ladungswechsel, die Abgase aus dem Zylinder ausstossen und Frischluft ansaugen, ist mit Arbeit verbunden. Es entstehen Gaswechselverluste, die möglichst gering gehalten werden müssen. Vier etwas kleinere anstatt nur zwei grosse Ventile sind vor allem bei langhubigen Motoren sinnvoll, da hier der relative Zylinderdurchmesser kleiner als beim kurzhubigen Motor ist. Je kleiner die Gaswechselverluste, umso besser der Treibstoffverbrauch. Zudem kann bei vier Ventilen die Einspritzdüse zentral im Verbrennungsraum angeordnet werden. Die Flammenwege sind nach allen Seiten gleich. Das beeinflusst die Verbrennung und die Abgasemissionen günstig (Abb. 2).

Der Abgasturbolader mit Ladeluftkühler

Bei der *Abgasturboaufladung* wird die Energie zum Antrieb des Laders dem Abgas entnommen (Abb. 3). Er besteht aus einer Turbine und



Abb. 5: Der wassergekühlte Ladeluftkühler (zum Beispiel John Deere) ist in den Abmessungen kleiner, und die Einbaulage ist annähernd frei wählbar. Die Ladeluft kann nur bis in die Nähe der Kühlmitteltemperatur heruntergekühlt werden.

einem Verdichter, die auf einer gemeinsamen Welle angebracht sind. Die Turbine nutzt die im Abgas enthaltene Energie zum Antrieb des Verdichters, der Frischluft ansaugt und verdichtete Luft in die Zylinder drückt. Die Vorteile der Abgasturboaufladung: Erhebliche Steigerung der Hubraumleistung, besserer Drehmomentverlauf im mittleren und oberen Drehzahlbereich, Verbesserung des Treibstoffverbrauchs und der Abgase. Als negativer Nebeneffekt ist die Luftherwärmung auf bis zu 120 °C durch den Abgasturbolader zu erwähnen. Diese entsteht durch das rasche Verdichten der Luft auf 0,8 bis 1 bar.

Die *Ladeluftkühlung* (Intercooler) senkt die Temperatur der Ansaugluft und reduziert die thermische Belastung des Motors. Gleichzeitig steigt die Masse der Luft, mehr Sauerstoff gelangt in den Verbrennungsraum und begünstigt die Verbrennung. Die Abgastemperatur und damit die Stickoxidemissionen (NO_x) sowie der Treibstoffverbrauch sinken. Der Ladeluftkühler, in der Regel ein Luft-Luft-Kühler, ist beim Traktor dem Wasserkühler vorgeschaltet (Abb. 4). In einigen wenigen Fällen wird die Ladeluft mittels vorhandenem Kühlmittelkreislauf gekühlt. Vorteil letzterer Variante: Der Platzbedarf für den Ladeluftkühler ist kleiner, und die Anordnung kann annähernd frei gewählt werden (Abb. 5). Nachteil: Die Ladeluft kann nur bis in die Nähe der Kühlmitteltemperatur heruntergekühlt werden.



Abb. 6: Der Visco-Lüfter passt die Drehzahl und damit die Kühlluft rate mittels geregelter Flüssigkeitskupplung automatisch dem Kühlbedarf des Motors an.

Das temperaturgeregelte Kühlgebläse (Visco-Lüfter)

Bis zu acht Prozent der Motorleistung gehen durch den Antrieb für das Kühlgebläse verloren. Wie viel Wärme abgeführt werden muss, hängt im Wesentlichen von der Motorbelastung ab. Bei maximaler Leistung und hoher Umgebungstemperatur ist die Belastung des Kühlsystems am grössten. Es ist vom Hersteller so ausgelegt, dass es auch Spitzenbelastungen im Dauerbetrieb bewältigt.

Konventionelle Kühlgebläse werden von der Motorkurbelwelle aus über einen Keilriemen in einem festen Verhältnis angetrieben. Es reagiert somit lediglich auf die Änderung der Motordrehzahl, nicht auf die Motorbelastung. Ob der Motor bei gleicher Motordrehzahl voll, halb oder gar nicht belastet ist, das Kühlgebläse verbraucht immer gleich viel Antriebsleistung, bei teilbelastetem und insbesondere bei unbelastetem Motor dann eben unverhältnismässig viel.

Genau da bringt der Visco-Lüfter Abhilfe (Abb. 6). Der Schlupf zwischen Antriebsrad und Lüfterflügel verändert sich entsprechend dem Kühlbedarf des Motors. Die Lüfterdrehzahl und damit die Kühlluft rate passen sich den jeweiligen Kühlbedürfnissen an.

Die wichtigsten Vorteile des Visco-Lüfters sind: Geringere Leistungsverluste, weniger Treibstoffverbrauch und schnellere Warmlaufphase des Motors. —