Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 61 (1999)
Heft: 5

Artikel: Traktoren : Stand der Technik im Motorenbau
Autor: Schulz, Herbert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1081111

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

Traktoren: Stand der Technik im Motorenbau

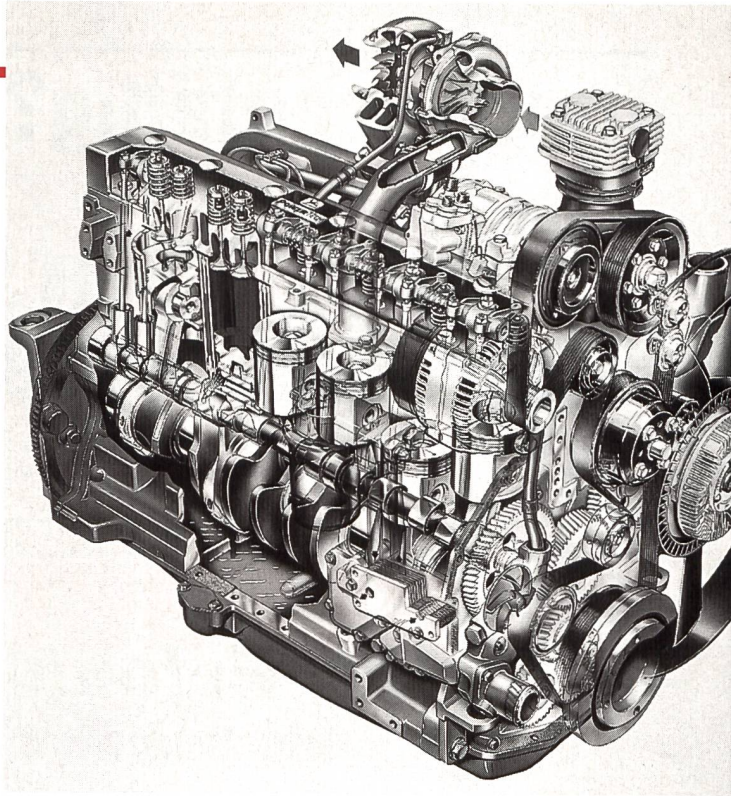


Fig. 1: 6-Zylinder-Motor im Teilschnitt für die 6010er Serie von J. Deere (77 bis 99 kW).

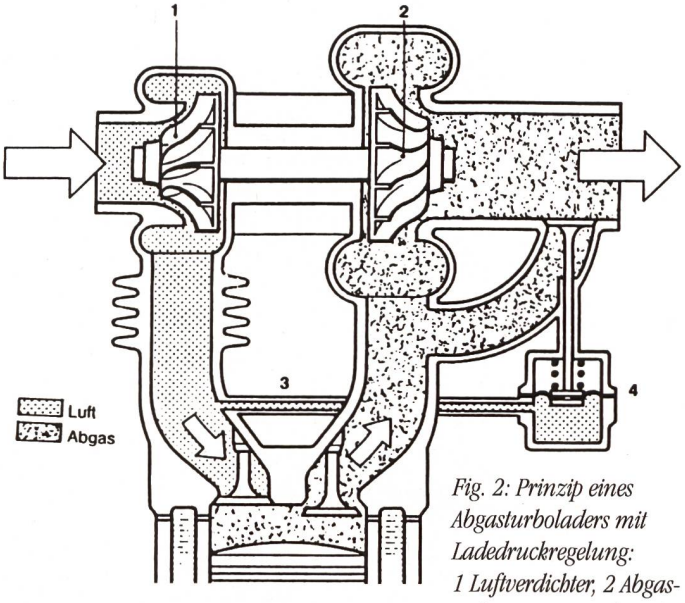


Fig. 2: Prinzip eines Abgasturboladers mit Ladedruckregelung: 1 Luftverdichter, 2 Abgasturbine, 3 Bypasskanal, 4 Ladedruckregelventil.

Herbert Schulz, Spezialist und Publizist rund um die Traktortechnologie, charakterisiert, was heute im Motorenbau Sache ist.

Der Anwender kennt die Anforderungen an einen Traktormotor: lange Lebensdauer, geringer Treibstoffverbrauch und geringe Umweltbelastung sowie jeder Zeit abrufbare Leistungsbereitschaft. Die Anforderungen können nur unter einen Hut gebracht werden, wenn die technisch hochstehenden Motorbaugruppen in ihren Wechselwirkungen optimal aufeinander abgestimmt sind. Als Beispiel sei hier die Auslegung des Kühlsystems und dessen Einfluss auf den Verschleiss der Baugruppen und den Kraftstoffverbrauch erwähnt.

Stärkeklassen

Motoren für Traktoren werden in Baureihen hergestellt, bzw. einzelne Motoren für den Einbau in verschiedene Traktoren modifiziert, so dass es leistungsabhängig Ausstattungsunterschiede geben kann (Fig. 1). Grob kann die Zuordnung von Traktorleistung und Motorausführung wie folgt charakterisiert werden:

- **30 bis 60 kW**
  kleine Traktoren, 3- bis 4-Zylinder
- **55 bis 80 kW**
  untere Mittelklasse, 3- bis 4-Zylinder
- **75 bis 120 kW**
  obere Mittelklasse, 6- Zylinder
- **115 bis 210 kW**
  Grosstraktoren

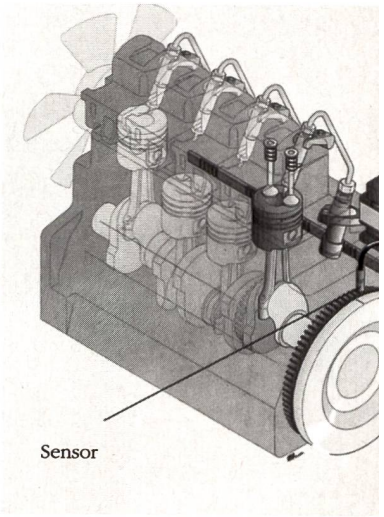
Luft, Treibstoff und explosives Gemisch

Besondere Bedeutung wurde bei der Motorenentwicklung in den letzten Jahren dem Luft- und Kraftstoffkreislauf gewidmet, also jenen flüssigen und gasförmigen Komponenten, die dem Motor zur Energiewandlung und Leistungserzeugung zugeführt werden müssen.

Luft: Da die Staubentwicklung bei landwirtschaftlichen Arbeiten bis zu zwei Gramm je Kubikmeter Luft betragen kann, kommt der **Luftfiltrierung** für eine lange Lebensdauer des Motors eine grosse Bedeutung zu. Verwendet werden heute vorzugsweise zwei- und dreistufige Trockenluftfilter. Sie bestehen aus Zyklonvorabscheider sowie Haupt- und Mikrofeinfilter. Neueste Entwicklungen sind Zyklone mit rotierenden Vorabscheidern, die durch die Ansaugluft bewegt werden. Die Entwicklung auf der «Luftseite» ist weiter dadurch gekennzeichnet, dass die **Tendenz zu aufgeladenen Traktormotoren** noch zunimmt, nebst neuer 4-Ventil-Technik je Zylinder (Fendt). Das beginnt bereits bei 3-Zylinder-Motoren (z.B. Landini). Es werden Abgasturbolader verwendet, teilweise drehzahlabhängig oder mit Ladedruckregelung (Fig. 2) und bei höheren Leistungen mit Ladeluftkühlung (z.B. Same). Mit dem Aufladen des Motors wird die Leistung und die Momentenelastizität (grosser Drehmomentanstieg) gesteigert, und es resultieren eine Verringerung des Treibstoffverbrauchs sowie weniger Ansauggeräusche, insgesamt somit auch eine bessere Umweltverträglichkeit.

Durch Aufladung, gemeint ist Niederdruckaufladung mit 0,8 bis 1,2 bar Überdruck, wird auch das Leistungsangebot innerhalb einer Traktorenbaureihe variiert. Aufladung ist aber nur möglich, wenn ein Motor dafür konzipiert ist. Im Vergleich zu einem baugleichen Saugmotor kann mit dieser Aufladung die Leistung bis zu 50% gesteigert werden.

Das bei geringer Teillast nicht optimale Beschleunigungsverhalten von Motoren mit Abgasturboaufladung wird durch die Ladedruckregelung bedeutend verbessert. Die Anwendung der Abgasturboaufladung bei Dieselmotoren ist durchaus positiv zu bewerten.



Treibstoff: Die Entwicklungen auf der «Treibstoffseite» hatten in den letzten Jahren wohl noch die grössere Bedeutung für den technischen Stand der Traktormotoren und die Energieausnützung als diejenigen der «Luftseite». Es geht dabei im wesentlichen um zwei Bereiche:

- Hohe Genauigkeit der Mengendosierung je Einspritzung
- Feinheit der Kraftstoffteilchen sowie homogene Vermischung mit der Luft in den Brennräumen.

Damit die Einspritzmengen genau dosiert werden können, steht heute zunehmend die elektronische Mess- und Regeltechnik (Fig. 3) zur Verfügung, die unter Beachtung des zeitlichen Einspritzverlaufs, u.a. auch den Zünderverzug (Dieselnageln) beeinflusst.

Explosives Gemisch: Zur massgeblichen Verbesserung der Gemischbildung und damit der Energieumsetzung im Motor werden zunehmend Mehrlochdüsen und die Hochdruckeinspritzung eingesetzt. Es sind Einspritzdrücke bis zu etwa 1500 bar in Anwendung, während vor etwa 30 Jahren Direkteinspritzer mit etwa 175 bar arbeiteten. Der hohe Druck ist nur möglich, weil feine Lochdüsen mit 5 oder 6 Bohrungen den Sprühnebel in spezielle Mulden des Kolbenbodens einspritzen. Anderenfalls gäbe es Probleme mit der Schmierung und der Lebensdauer von Kolben und Zylinder. Die Erzeugung solch hoher Drücke für den vieljährigen Dauerbetrieb ist eine hohe technische Leistung. Die Druckerzeugung erfolgt entweder durch zeitlichen Druckaufbau in der Einspritzpumpe oder nach dem Druckspeicherprinzip (Common Rail). Die hohen Drücke und die erforderliche Genauigkeit der Einspritzung haben zur Entwicklung als **Einzelpumpe – Düse** oder **Pumpe – Düse – Element** geführt. Zur Beherrschung der hohen Einspritzdrücke wird sogar eine Kraftstoffkühlung (Intercooler) angewendet (Deutz).

Einige Entwicklungen deuten darauf hin, dass zur Sicherung des vereinbarten technischen Standes (geringer Treibstoffverbrauch und geringe Umweltbelastung) die Motordrehzahl im Bereich von 2000 bis 2200 U/min begrenzt wird (Case-IH, New Holland, MF u.a.).

Kühlung

Überwiegend werden flüssigkeitsgekühlte Motoren mit nassen Zylinderbüchsen verwendet, was vorteilhaft für die Lebensdauer und eine geringere Geräuschabstrahlung eines Motors ist. Bei den vorherrschenden, direkt einspritzenden Motoren muss für gute Leistungs- und Verbrauchswerte die Luft im Verbrennungsraum maximal für die Verbrennung genutzt werden. Es sind also wenig Schadräume, das heisst Räume, in denen die Luft nicht an der Verbrennung teilnimmt, erwünscht. Um das zu erreichen, sind die Kolbenringe nahe am Kolbenboden angeordnet (Hochringkolben), und die Ventile haben nur ein geringes Rückstellmass im Zylinderkopf. Bestückt sind die Kolben mit drei Kolbenringen, die Schaftpartie wird neuerdings graphitbeschichtet. Kolbenkühlung durch Motorspritzöl an die Unterseite des Kolbenbodens wird teilweise angewendet (z.B. Renault).

Die Kühlsysteme sind wartungsarm ausgelegt. Zum Verringern des Kaltverschleisses der Zylinder und Kolben verwenden einige Hersteller (z.B. Case-IH) Wärmetauscher zwischen Kühlmittel und Motorenöl (Fig. 4). Da sich nach dem Start das Kühlmittel schneller erwärmt, als das Öl, wird dieses zuerst vom Kühlmittel erwärmt, später wirkt der Wärmetauscher in umgekehrter Richtung, es wird Wärme vom Öl abgeführt. Der korrosive Verschleiss und der Kraftstoffverbrauch sinken dank Wärmetauscher. Ein 74-kW-Motor (100 PS) benötigt immerhin etwa zwei Liter Diesel zum Aufheizen der Baugruppen und Betriebsstoffe bis er seine Betriebstemperatur erreicht hat! Um bei unterschiedlicher Belastung ein optimales Temperaturniveau zu erhalten und den Treibstoffverbrauch (ca. 0,8 l/h) zu senken, werden temperaturgesteuerte Lüfter (Viskoselüfter) verwendet.

Für Traktormotoren bisher einmalig ist die Entwicklung des **Sigma-Power-Systems** von Valmet. Es handelt sich dabei um eine Leistungsregelung, bei der über Impulsgeber an der Zapfwelle im Falle einer Belastung eine Phasenverschiebung an die Elektronik weitergegeben wird, wodurch die Einstellung der Einspritzpumpe für eine höhere Leistung ausgelöst wird.

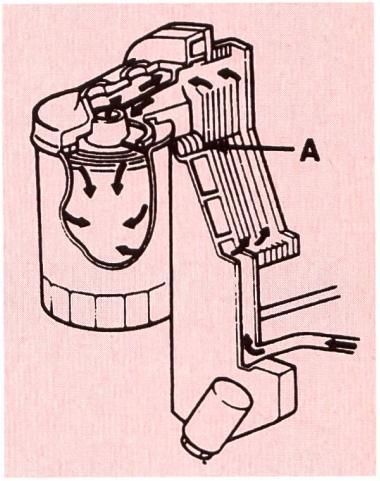
Motorcharakteristik

Für den unmittelbaren Einsatz der Traktoren sind die durch den technischen Stand erreichten Betriebseigenschaften massgebend, also: Treibstoffverbrauch sowie Drehmomentanstieg und Leistungsverlauf in Abhängigkeit der Motordrehzahl.

Verbrauchsseitig sind Motoren heute sehr vorteilhaft zu bewerten, wenn sie bei Nennleistung einen spezifischen Verbrauch von etwa 230 g/kWh und im Bestpunkt 200 bis 210 g/kWh erreichen (Fig. 5).

Der Drehmomentanstieg sollte gute 30% bei etwa 30% Drehzahlabfall unter Nenndrehzahl betragen, und eine Konstant- oder Überleistung über diesen Drehzahlbereich ist ebenfalls ein sehr positives Merkmal (Fig. 5). Motorexperten sind der Meinung, dass der Dieselmotor noch weitere Entwicklungschancen bietet und somit auch beim Traktormotor noch Innovationen zu erwarten sind.

Fig. 4: Schema des Öl-Kühlmittel-Wärmetauschers von Case-IH.



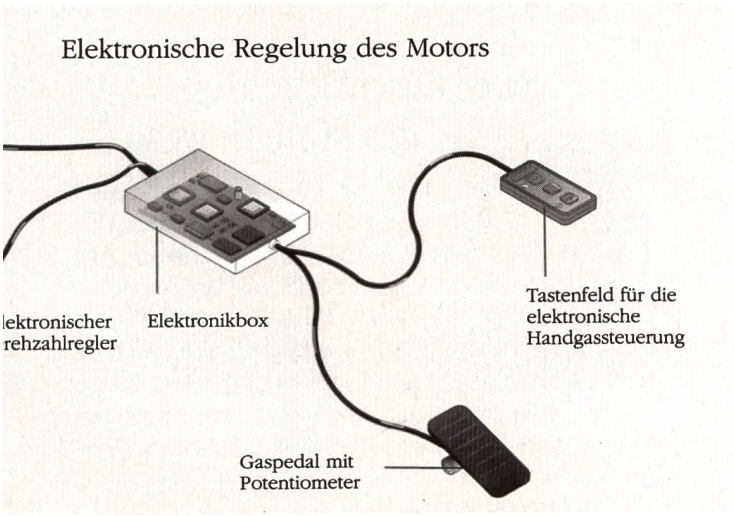


Fig. 3: Schema der elektronischen Regelung bei Lamborghini-Motoren.

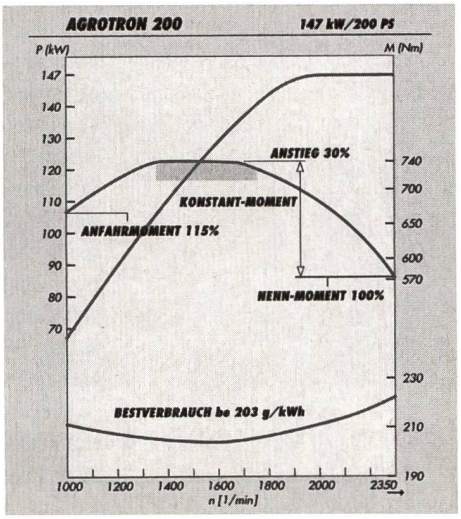


Fig. 5: Günstige Kennlinien von Leistung, Drehmoment und Verbrauch am Beispiel des 6-Zylinder-Motors von Deutz für den Agrotron 200 (147 kW).