

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 48 (1986)

Heft: 5

Artikel: Was bringt der Turbolader beim Traktor?

Autor: Stader, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081730>

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>

Was bringt der Turbolader beim Traktor?

E. Stadler, Eidg. Forschungsanstalt (FAT), 8356 Tänikon

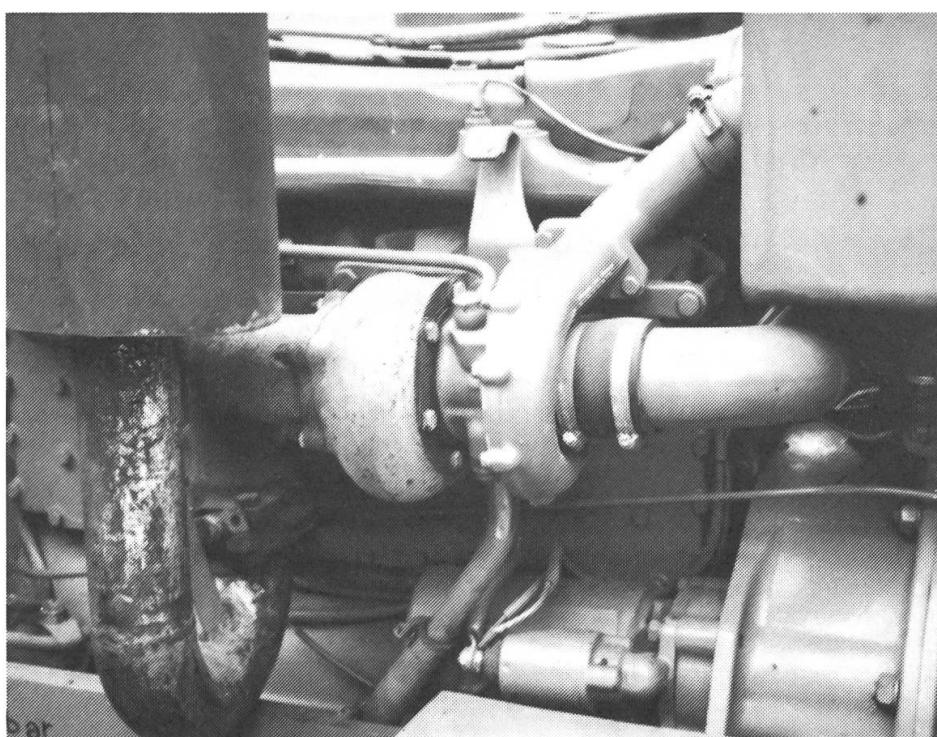
Dem Wort «Turbo» begegnen wir in der Werbung für Lastwagen, Personenautos, Traktoren, aber auch bei Mofas, ja sogar bei der Reklame für den Staubsauger oder den Haarföhn. Ganz offensichtlich ist mit dem Wort «Turbo» nicht immer dasselbe gemeint, hingegen scheint man sich über den Werbeeffekt dieses Wortes einig zu sein. In der Traktorenwerbung liest man von der «Turbo-kraft für Spitzenleistung» oder von «Superstark und supersparsam dank dem Turbo». Die Liste weiterer klangvoller Sprüche könnte noch verlängert werden. Doch was bringt ein Turbolader bei einem Traktor wirklich und lohnt sich der Mehrpreis, den man dafür zahlen muss?

Die Leistung eines Verbrennungsmotors hängt von der Luftmasse und der entsprechenden Treibstoffmenge ab, die dem Motor für die Verbrennung zur Verfügung gestellt werden können. Will man die Leistung eines Motors steigern, muss mehr Verbrennungsluft und mehr Treibstoff zugeführt werden. Diese Leistungssteigerung wird beim Saugmotor durch eine Hubraumvergrösserung oder durch die Erhöhung der Motordrehzahl erreicht. Eine weitere technische Lösung zur Steigerung der Motorleistung ist die Aufladung. Damit bezeichnet man die Vorverdichtung der Verbrennungsluft durch einen Abgasturbolader oder durch einen anderen vom Motor angetriebenen Verdichter.

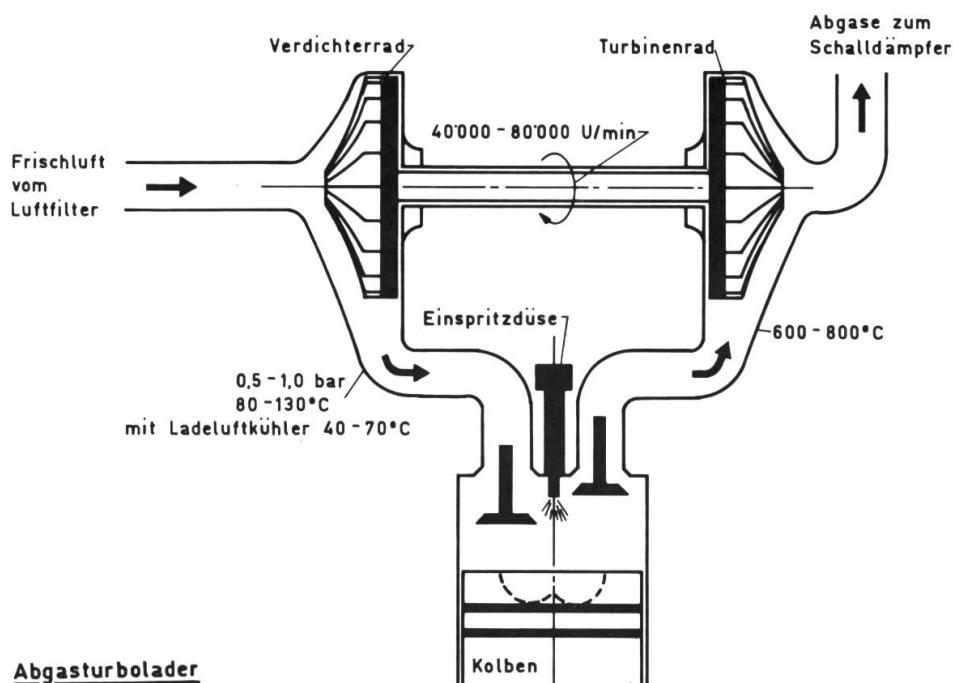
Zum Aufladen von Traktormotoren werden sogenannte Turbolader verwendet, die in den Auspuff des Motors bzw. in den Luftsaugkanal eingebaut werden. Die Antriebskraft für das Ladegebläse (Verdichterrad) wird

von den Auspuffgasen (Turbinentrad) geliefert (Abb. 2). Daher spricht der Turbolader auf Ände-

rungen sowohl in der Motorbelastung als auch in der Drehzahl an. Die Antriebskraft wird den Auspuffgasen als Druck- und als Wärmeenergie entnommen. Durch das Ladegebläse wird Frischluft durch den Luftfilter angesaugt und mit Überdruck von 0,5 bis 1,0 bar – je nach Aufladegrad – in die Motorzylinder geblasen. Durch **mehr Sauerstoff** im Zylinder kann eine **grössere Menge Dieseltreibstoff** verbrannt werden. Dadurch entstehen grössere



1: Die zunehmende Bedeutung der Abgas-Turboaufladung bei Traktorenmotoren hängt vor allem, einerseits mit den kleineren Motorabmessungen, dem geringeren Motorgewicht sowie den geringeren Herstellungskosten bei vergleichbarer Leistung zusammen und anderseits mit den bereits bestehenden und in Zukunft schärferen Umweltschutzbestimmungen bezüglich Lärm und Abgase.

Abgasturbolader

2: Die heißen Abgase treiben das Turbinenrad an, bevor sie durch den Auspuff entweichen. Das auf der gleichen Welle sitzende Verdichterrad saugt Frischluft vom Luftfilter an und presst sie mit einem Überdruck von 0,5 bis 1,0 bar in die Zylinder.

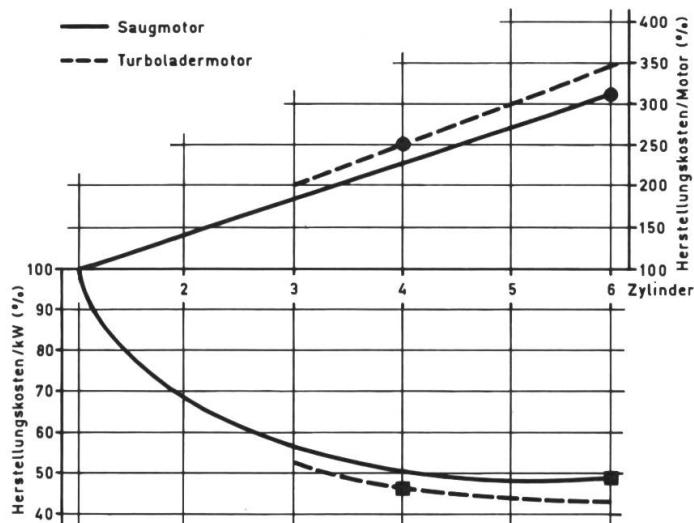
Verbrennungsdrücke in den Zylindern. Die sich daraus ergebenden grösseren Kräfte, die auf den Kolben einwirken, ergeben ein höheres Drehmo-

ment und damit eine grössere Motorleistung. Der Turbolader wirkt nebenbei sowohl auf der Motoransaug- als auch der Motorabgasseite als Schalldämpfer, sodass beim Turboladermotor Geräuschvorteile in der Grösse von 2 bis 4 Dezibel db(A) erwartet werden dürfen.

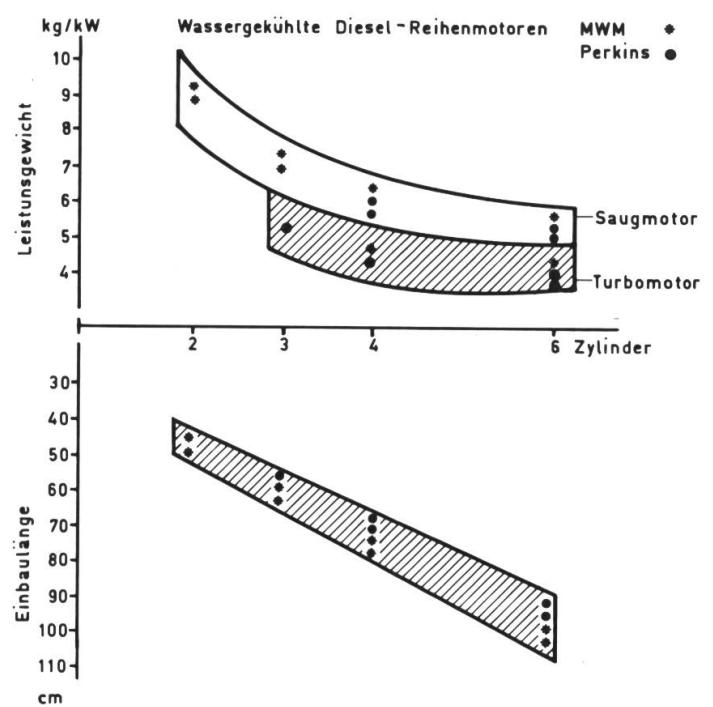
fer, sodass beim Turboladermotor Geräuschvorteile in der Grösse von 2 bis 4 Dezibel db(A) erwartet werden dürfen.

Kostengünstigere Motoren und geringeres Leistungsgewicht

Damit ein Turbolader wirtschaftlich ist, muss die Steigerung der Nennleistung gegenüber einem nicht aufgeladenen Motor gleicher Grösse bei 20 bis 30% liegen. Die Erzielung der gleichen Leistung ohne Aufladung würde den Bau eines wesentlich grösseren und schwereren Motors bedingen, der für den Traktorkonstrukteur vielleicht nicht annehmbar wäre und offensichtlich auch zu höheren Kosten führen würde (Abb. 3, Kostenvergleich nach Logos). Gehen wir davon aus, dass die Herstellungskosten für den Einzylindermotor 100% betragen, so kostet der Zweizylindermotor nicht 200%, sondern lediglich 140% des Einzylindermotors.

Kostenvergleich von Diesel-Reihenmotoren (Logos)

3: Bei vergleichbarer Leistung liegen die Herstellungskosten je Motor, wie auch die Kosten pro Kilowatt (kW) beim Motor mit Abgasturbolader günstiger als beim Saugmotor.



4: Vergleich von Leistungsgewicht und Einbaulänge/Zylinder wassergekühlter Diesel-Reihenmotoren.

Besonders interessant ist natürlich der **Kostenvergleich** zwischen Vierzylinder-Turbomotor und Sechszylinder-Saugmotor, zwei Motorvarianten, die sich oft als Konkurrenten mit vergleichbarer Leistung gegenüberstehen. Die Graphik zeigt, dass für den Vierzylinder-Turbomotor sowohl die Motorherstellungskosten als auch die Kosten pro kW günstiger liegen als beim Sechszylinder-Saugmotor.

Das **Leistungsgewicht** und die **Einbaulänge** der Motoren zeigt Abb. 4. Der Sechszylinder-Saugmotor weist ein Leistungsgewicht von etwa 5,5 kg/kW, der Vierzylinder-Turbomotor dagegen ein solches von knapp 4,5 kg/kW auf. Geht man davon aus, dass unsere Traktoren eher zu schwer sind, ergeben sich daraus Pluspunkte für den Turbomotor. Die Einbaulänge des Vierzylinder-Turbomotors ist mit 70 cm gegenüber dem Sechszylinder-Saugmotor mit 95 cm um 25 cm kürzer. Wird das konsequent ausgenutzt, können am Traktor mit Vierzylindermotor längere Frontgeräte angebaut werden, ohne dass der zulässige vordere Überhang (*) überschritten wird.

Höhere Leistung bei günstigem Drehmomentverlauf

Beim Traktor muss sich der Turbolader einem weiten Bereich von Motordrehzahlen und Belastungen anpassen. Ziel ist es, die Motorleistung zu steigern und dabei gleichzeitig eine

geeignete Form der Drehmomentkurve zu bewahren. Anfänglich stiess man auf Schwierigkeiten in dem Bemühen, diese Ziele zu erreichen. Bei Anpassung des Ladegebläses auf das für den Betrieb bei Nennleistung richtige Mengenverhältnis von Luft und Treibstoff ergab sich eine unzureichende Luftzufuhr für den Bereich, in dem das maximale Drehmoment erreicht werden sollte. Die Folge davon waren ein zu starker Drehmomentabfall und unzulässige Rauchfahnen aus dem Auspuff. Das Gegenmittel besteht in der Überanpassung des Turboladers im Betriebsbereich der Nenndrehzahl, bei gleichzeitiger Abstimmung der Treibstoffeinspritzmenge. Dabei muss in Kauf genommen werden, dass

das maximale Drehmoment bei einer etwas höheren Motordrehzahl erreicht wird, als dies bei nicht aufgeladenen Motoren in der Regel möglich ist. Abb. 5 zeigt am Beispiel den Motor Deutz F4L 913. Dieser Motor ist eingebaut im Traktor Deutz DX 4.30 als Saugmotor, im Traktor Deutz DX 4.70 als Turbomotor.

Rauch beim Gasgeben

Ein weiteres Problem lag anfänglich in der starken Rauchentwicklung beim Beschleunigen des Traktors, insbesondere aus dem Stand oder aus niedrigen Geschwindigkeiten mit grosser Belastung. Der Grund für diese ziemlich lang andauernde Bildung von schwarzem Rauch lag in der tragen Reaktion des Turboladers auf

Vor- und Nachteile eines Turbolader

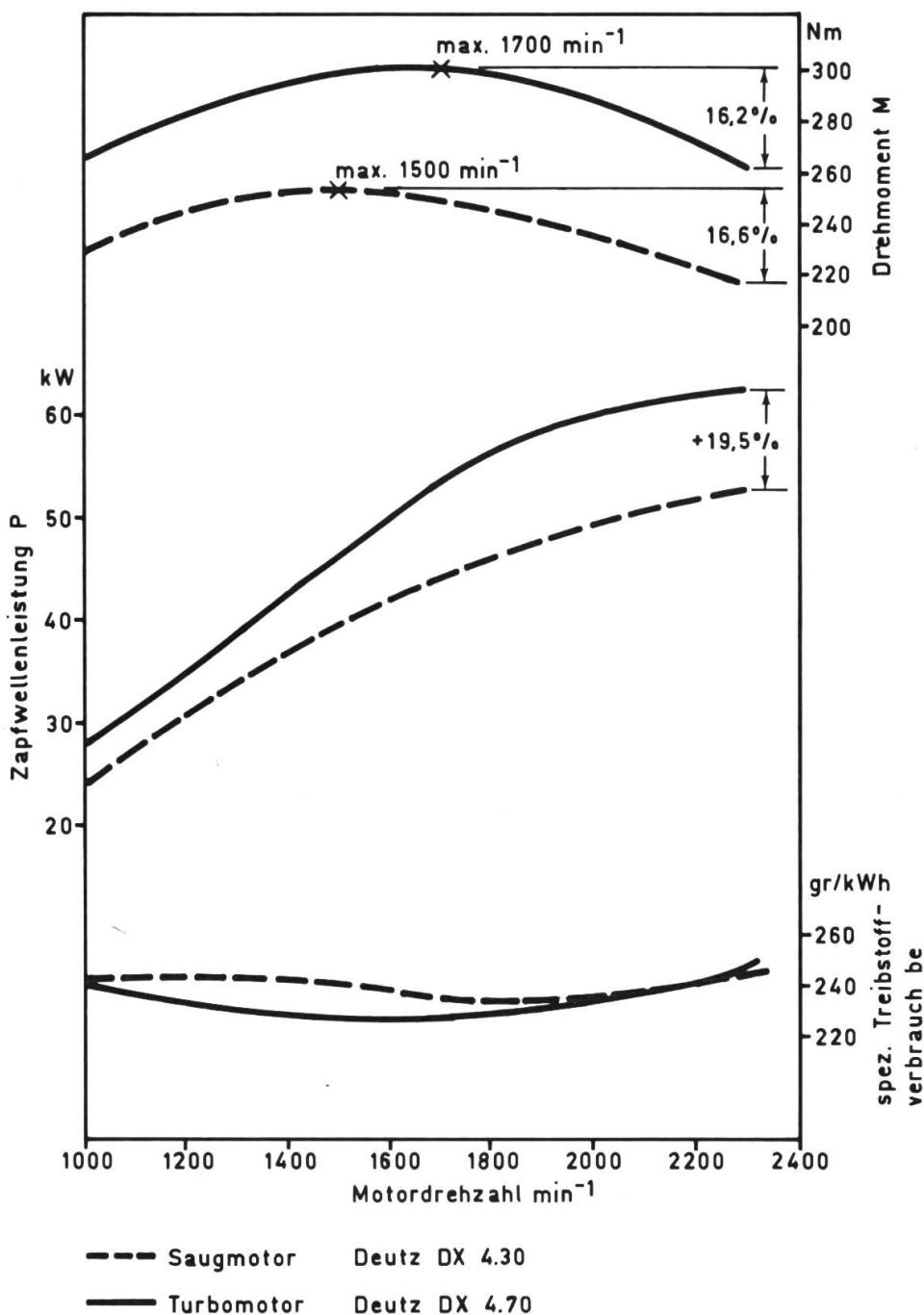
- Die Leistung eines gegebenen Motors lässt sich durch Aufladung mit dem Abgasturbolader um 20 bis 30% steigern, sofern die Dieseleinspritzmenge im gleichen Massen erhöht wird. Die höhere mechanische und thermische Belastung setzen der Aufladung nach oben Grenzen.
- Der Motordrehzahlbereich, bei dem das Drehmoment am grössten ist, liegt beim Motor mit Turbolader in der Regel etwas höher. Das wirkt sich bei Arbeiten mit Zapfwelleneinsatz zwar günstig, bei reinen Zugarbeiten insbesondere beim Einkuppeln und Anfahren mit schweren Lasten dagegen eher negativ aus.
- Das Leistungsgewicht (kg/kW) eines Turbomotors ist geringer als das eines Saugmotors und beeinflusst somit das Traktorgewicht günstig.
- Die Einbaulänge eines Turbomotors ist kürzer als die eines Saugmotors gleicher Leistung. Dadurch können unter Umständen am Traktor längere Frontanbaugeräte angebaut werden (vorderer Überhang).
- Der Turbomotor ist etwas kostengünstiger (Fr./kW) als ein Saugmotor mit gleicher Leistung. Auf den Endpreis des Traktors hat dies allerdings nur wenig Einfluss.
- Der Turbolader wirkt sowohl auf der Auspuff- als auch auf der Luftsaugseite als Schalldämpfer und ergibt dadurch einen um bis zu 4 dB(A) reduzierten Lärmwert.
- Der spezifische Treibstoffverbrauch des Turboladermotors ist in der Regel im Vollastbetrieb günstiger, bei geringer Belastung und hoher Motordrehzahl dagegen oft schlechter als derjenige eines vergleichbaren Saugmotors. Im praktischen Einsatz dürften sich deshalb nur wegen des Abgasturboladers kaum spürbare Verbrauchsvorteile erzielen lassen.

(*) Gesetzlich zulässige Grenzmass von 3 m ab Hinterkante Lenkrad bis Vorderkante Gerät)

die plötzlich einsetzende Zufuhr der vollen Einspritzmenge. Um diese Rauchbildung beim Beschleunigen zu reduzieren, ist ein schnelles Ansprechen des Turboladers sehr wichtig. Die geringere Rotationsträgheit der inzwischen entwickelten kleineren und leichteren Turbolader haben hier grosse Fortschritte gebracht.

Günstiger Treibstoffverbrauch?

Bei hoher Drehzahl und geringer Belastung (niedrige Einspritzmenge) liegt der spezifische Treibstoffverbrauch des **nicht aufgeladenen Motors** in der Regel günstiger als bei dem Motor mit Turbolader. Mit zunehmender Belastung (grösserer Einspritzmenge) schneidet jedoch der **Motor mit Turbolader** besser ab. Der Hauptgrund für den höheren spezifischen Treibstoffverbrauch des Motors mit Turbolader bei geringer Belastung liegt darin, dass das Turbogebüllse den auf den Motor einwirkenden Gegendruck im Verhältnis zum Ansaugdruck erhöht und dadurch die Gesamtverluste des Motors steigert, so dass der mechanische Wirkungsgrad schlechter wird als beim nicht aufgeladenen Motor. Bei zunehmender Belastung (höhere Einspritzmenge) nützt jedoch die Turbine die in den Auspuffgasen enthaltene Energie besser aus, so dass eine Verbesserung des Wirkungsgrades und eine Verringerung des spezifischen Treibstoffverbrauches gegenüber dem nicht aufgeladenen Motor resultiert.



5: Vergleich der Vollastkennlinien von Drehmoment, Leistung und Treibstoffverbrauch des Turbomotors Deutz DX 4.70 mit dem Saugmotor Deutz DX 4.30.

Vergleichswerte von geprüften Traktoren mit Saug- oder Turbomotoren

In Tabelle 1 sind OECD- und FAT-Testergebnisse von Traktoren vergleichsweise aufgeführt. Es handelt sich dabei um Trak-

tortypen, deren Motoren sich lediglich dadurch unterscheiden, dass sie einmal ohne und einmal mit Abgasturbolader ausgerüstet sind.

Die Zapfwellenleistung der Traktoren mit Turbolader liegt im Mittel 21,8% höher als diejenige

mit normalen Saugmotoren. Bei den Turbomotoren liegt der spezifische Dieselverbrauch (Verbrauch für die gleiche Leistung) bei maximaler Motordrehzahl und voller Belastung im Durchschnitt um 1,5% tiefer, bei einer Teilbelastung von 42,5% dagegen um 3,8% höher als bei den Motoren ohne Turbolader. Das Drehmomentmaximum erreichen die Motoren mit Turbolader bei einer Drehzahl, die im Durchschnitt um etwa 80 U/min höher liegt als bei den Saugmotoren. Der Drehmomentanstieg, ein Mass für die Elastizität eines Motors, liegt beim Turbomotor mit 20,9% um durchschnittlich 2,9% höher.

Nachträglicher Turbolader-Einbau

Die Versuchung für den Landwirt, seinen Traktor mit Saugmotor nachträglich in einen Turbomotor umrüsten zu lassen, ist recht gross. Die nötigen Bauteile sind im Handel zum Preis von etwa Fr. 2000.– erhältlich, und eine Werkstatt, die den Umbau vollzieht, lässt sich finden (Umbaukosten zirka Fr. 1000.–). Dennoch gilt es folgendes zu beachten: Beim Motor mit Turbolader ist sowohl die mechanische als auch die thermische Belastung grösser, da bei gleichem Verbrennungsraum im Gegensatz zum nicht aufgeladenen

Motor eine grössere Treibstoffmenge verbrannt und eine entsprechend höhere Leistung erzielt wird. Nicht jeder Saugmotor ist aber so konstruiert, dass er der höheren Belastung gewachsen ist. Deshalb werden nachträglich mit Turbolader ausgerüstete Motoren etwas mit Sorge betrachtet. Niemand kann im voraus sagen, ob die höheren Belastungen nicht doch zu starkerem Verschleiss und zu Motorschäden führen. Von den Motorherstellern werden aus diesem Grunde etwaige Garantieansprüche abgelehnt, wenn der Motor ohne ihre Einwilligung nachträglich mit einem Turbolader ausgerüstet wurde.

Vergleichswerte von geprüften Traktoren mit Saug- und Turbomotoren

(alle Messungen beziehen sich auf die Zapfwelle)

Test Nr.	Fabrikat	Typ	Leistung max.		Dieselverbrauch bei Belastung				Drehmoment		Anstieg	
			kW	%	100 gr/kWh	%	42,5 gr/kWh	%	Maximum U/min	U/min	%	Differ. %
OECD 826	Case (David Brown)	1390	45,7	+ 21,4	268	- 2,2	317	+ 5,7	1350	+ 150	14,9	± 0
729	Case (David Brown)	1490	55,5		262		335		1500		14,9	
OECD 891	Deutz	DX 4.30	52,2	+ 19,5	247	+ 0,4	304	+ 1,3	1500	+ 200	16,6	
894	Deutz	DX 4.70	62,4		248		308		1700		16,2	- 0,4
OECD 816	Fendt	308 LS	52,0	+ 21	256	- 4	317	- 1,9	1500	± 0	16	
914	Fendt	310 LS	63,2		246		311		1500		28	+ 12
FAT 541	Ford	5600	38,4	+ 24	286	± 0	407	+ 5,4	1200	+ 200	19	
542	Ford	6600	47,6		286		429		1400		21	+ 3
FAT 548	Hürlimann	H 480	53,1	+ 25,6	256	- 1,6	314	+ 4,1	1200	+ 200	21	
1142	Hürlimann	H 496	66,7		252		327		1400		18	- 3
OECD 808	IHC	745 S	48,5	+ 21,6	260	- 2,4	321	+ 14,6	1570	- 170	15,9	
895	IHC	856 XL	59,0		254		368		1400		21,3	+ 5,4
FAT 821	Steyr	8070	38,7	+ 18,6	270	- 0,4	353	- 2,3	1600	± 0	23	
677	Steyr	8080	45,9		269		345		1600		26	+ 3
Mittelwerte				+ 21,7		- 1,5		+ 3,8		+ 83		+ 2,9