

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 64 (2002)
Heft: 2

Artikel: Die Effizienz von Abgasturboladern
Autor: Schulz, Herbert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080733>

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](#)

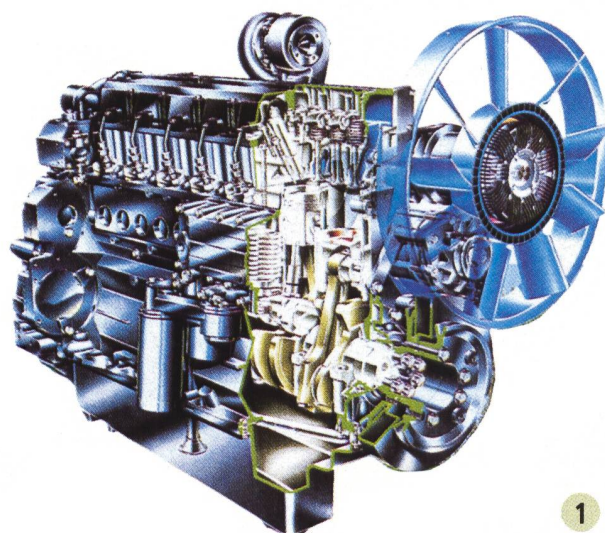
Terms of use

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>

Der Turbo verleiht dem Auto und dem Traktor mehr Schub und ist der Inbegriff für Spritzigkeit und Kraft. Technisch gesehen ist der Abgasturbolader ein hochwirksames Zusatzaggregat zur Optimierung von Benzin- und Dieselmotoren. Der Traktorspezialist Herbert Schulz erklärt die Zusammenhänge.



1

Traktormotor mit Abgasturbolader und Ladeluftkühlung. Lamborghini Viktory 230. 169 kW.

Die Effizienz von Abgasturboladern

Autor: Herbert Schulz, Berlin

Dieselmotoren auf Traktoren sind heute zum grössten Teil aufgeladen. Vereinfacht wird darunter die Luftfüllung der Zylinder unter Überdruck verstanden, mit dem Ziel, im Vergleich zu selbst ansaugenden Motoren, die Luft in die Zylinder zu pressen und damit den für die Verbrennung notwendigen Sauerstoffgehalt zu erhöhen. Das ist durch verschiedene Aufladeverfahren möglich. Bei den

Traktoren wie bei den meisten Fahrzeugen hat sich die so genannte Abgasturboaufladung durchgesetzt.

Je grösser die Leistung, je wichtiger der Abgasturbolader

- Ab 30 kW: in der Regel Dreizylindermotoren, Abgasturboaufladung begrenzt angewendet.
- Ab 50 kW: überwiegend Vierzylindermotoren mit Aufladung.

- Ab 75 kW: vorwiegend Sechszylindermotoren mit Abgasturbolader und weniger häufig zusätzlich mit Ladeluftkühlung.
- Ab 90 kW: keine Traktormotoren ohne Aufladung.
- Ab 130 kW: Abgasturbolader mit Ladeluftkühlung. Der Ladedruck ist in der Regel über 0,8 bar.

Bei Motoren gibt es verschiedene Möglichkeiten der Leistungssteigerung: Hubraumvergrösserung, Drehzahlerhöhung, Verbesserung

der Energieumwandlung und – die Aufladung. Für Nutzer und Anwender bietet die Turboaufladung grosse Vorteile. Im Gegensatz zum Saugmotor, wo die erforderliche Frischluft durch die Bewegung der Kolben angesaugt wird, erhält der aufgeladene Motor vorverdichtete Luft, damit eine grössere Dieseleinspritzmenge verbrannt werden kann, was dann die Leistung steigert. Voraussetzung ist allerdings, dass die Einspritzmenge entsprechend reguliert werden kann.

MOTOREN MIT ABGASTURBOAUFLADUNG IM VERGLEICH ZU SAUGMOTOREN

Vorteile

Leistungssteigerung bis etwa 50%

Starke Steigerung des Drehmomentanstiegs (hohe Elastizität)

Leistungsbezogen:

- Höheren Motorwirkungsgrad und damit vergleichsweise geringer Treibstoffverbrauch (g/kWh).
- Platzsparend (tiefgezogene Motorhaube an Traktoren) und geringeres Gewicht.
- Weniger schädliche Abgase (CO, HC und NO_x sowie Russpartikel (NO_x nur bei ATL und LLK).
- Kleinerer Motorkühler.
- Geringerer Preis pro Leistungseinheit (CHF pro kW).

Geräuschsenkung:

- Verbrennungsgeräusch
 - Ansaug- und Auspuffgeräusch
- Unempfindlicher bei Abnahme der Luftdichte.

Nachteile

Grössere wärmetechnische und mechanische Beanspruchung

- Etwas höhere Öltemperatur des Motors.
- Einzelne Bauteile (z.B. die Kolben) können besonders höheren Temperaturen ausgesetzt sein und müssen von der Festigkeit her besonders belastbar sein.
- Die Trägheit, bis die Masse des Laders in Bewegung gesetzt ist, bewirkt ein verzögertes Ansprechverhalten.
- Russbildung bei geringer Drehzahl und bei der Beschleunigung.
- Es sind gezielte Massnahmen erforderlich, um ein ungünstiges Beschleunigungs- und Drehmomentverhalten auszuschalten.

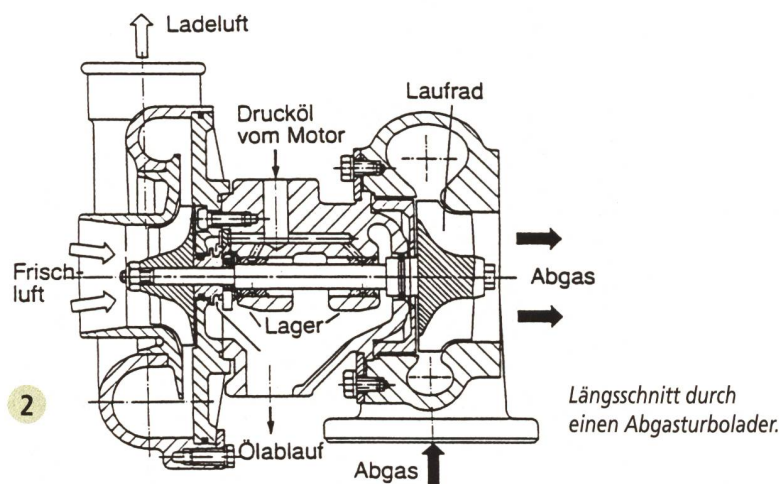
Teilweise Platzprobleme für Ladeaggregat, Ladeluftkühlung und Leitungen.



Nebst der Leistungssteigerung sind mit der Abgasturboaufladung, im Vergleich zum Saugmotor, noch weitere Vorteile erreichbar.

Funktionsweise

Während die Abgase bei Saugmotoren nutzlos ins Freie strömen, geben sie bei Motoren mit Abgasturboaufladung überwiegend ihre Energie an eine Abgasturbine ab. Diese treibt einen auf der gleichen Welle sitzenden Verdichter an (Bild 2). Die Baueinheit von Turbine und Lader wird als Abgasturbolader (ATL) bezeichnet. Durch den Lader wird die Luft angesaugt, verdichtet und in die Sammelleitung oder direkt in die Zylinder gedrückt. Der ATL hat mit dem Motor nur eine Verbindung über den Abgas- und Ladeluftstrom (Bild 3). Um bei möglichst kleinen Laderabmessungen die notwendigen Luftmengen für den Motor zu liefern, betragen die Laderdrehzahlen das Vielfache der Motordrehzahlen. Es müssen also hohe Anforderungen an die Lagertechnik, Schmierung und die Laufeigenschaften gestellt werden. Bei aufgeladenen Traktormotoren wird wegen der etwas höheren motorischen Belastung oft von Hochleistungsmotoren gesprochen. Das trifft nicht zu, weil die Basismotoren festigkeitsmässig und wärmetechnisch für eine Aufladung ausgelegt sein müssen. Die Aufladung bei Traktormotoren erfolgt üblicherweise als Niederdruckaufladung. Es wird mit Ladedrücken von etwa 0,5 bis 1,2 bar Überdruck gearbeitet, je nachdem was man bei einem Traktor oder innerhalb einer Traktorbaureihe erreichen will.



Zwei Motoren für zwei Baureihen

Tabelle 2 zeigt, wie mit zwei Grundmotoren durch die Turboaufladung das Leistungsspektrum von zwei Traktorbaureihen im Bereich von 63 bis 199 kW realisiert werden kann. Die parallel zur Leistungssteigerung zunehmende

Leistung pro Liter Hubraum kennzeichnet dabei eine hohe thermodynamische Güte des motorischen Betriebs und ist auch ein Mass für die Höhe der mechanischen und thermischen Belastung je Kolbenflächeneinheit. Im Vergleich zur

Tabelle liegen die Literleistungen bei Saugmotoren etwa im Bereich von 14 bis 16 kW pro Liter Hubraum, wodurch die Abmessungen und die Masse bei Leistungsgleichheit grösser ausfallen.

Baureihe	Typ	Leistung kW	Leistung kW pro Liter Hubraum	Motorenhersteller	Anzahl Zylinder/Liter Hubraum	Aufladung
Fendt-Farmer	409	63	16.6	Deutz	4 / 3,8	ATL
	410	74	19.5			ATL + LLK
	411	81	21.3			
Fendt-Favorit	711	85	14.9	Deutz	6 / 5,7	ATL
	712	92	16.1			ATL + LLK
	714	103	18.1			
	716	118	20.7			
	916	132	19.1			
	920	154	22.4	MAN	6 / 6,87	ATL + LLK
	924	176	25.6			
	926	199*	28.9			

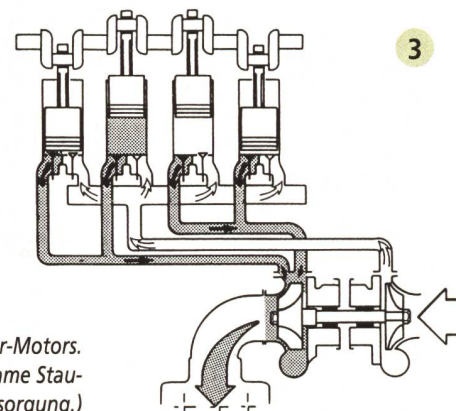
* Waste Gate ab 191 kW (ATL mit Ladedruckregelung)

Mit Hilfe des Regimes bei der Aufladung kann das Leistungsspektrum von zwei Traktorbaureihen im Bereich von 63 bis 199 kW realisiert werden (ATL = Abgasturbolader, LLK = Ladeluftkühlung).

Ladeluftkühlung

Bei Ladedrücken über 1,2 bar treten Temperaturen der Ladeluft von etwa 100 bis 120 °C auf, dadurch sinkt die Dichte der Luft.

Die Faustformel lautet: 10 °C Temperaturänderung bedeutet 3% Dichteänderung. Um den Motor mit einer ausreichenden Luftmasse zu versorgen, kommt deshalb die Ladeluftkühlung (LLK) zur Anwendung. Diese ist für den Motor, den Treibstoffverbrauch und die Ver-



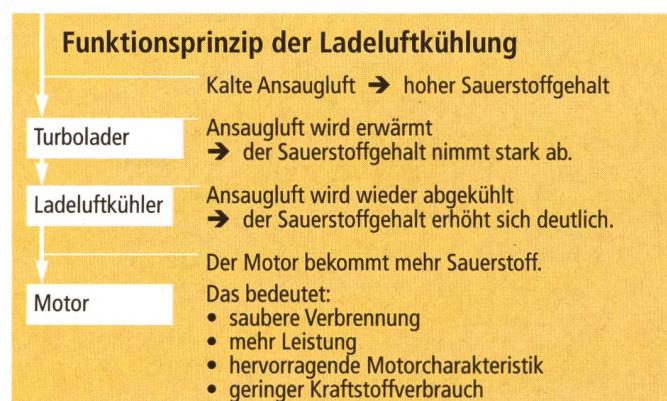
Prinzip der Aufladung eines Vierzylinder-Traktor-Motors.
(Für alle Zylinder eine gemeinsame Stau- oder Sammelleitung für die Frischluftversorgung.)

brennung vorteilhaft. Eingebaut sind die Ladeluftkühler zwischen Abgasturbolader und Motor. Es gibt Luft-Luft-Kühler oder Wasser-Luft-Kühler. Auf Traktoren trifft man vor allem letztere an. Der Ladeluftkühler wird dabei durch den Lüfter der Motorkühlung mit Luft versorgt. Die Rückkühlung erfolgt dabei etwa auf ein Drittel der Ausgangstemperatur.

Regelung

Mit der Niederdruckaufladung werden bei Traktoren Leistungssteigerungen bis etwa 50% realisiert. Bei über 50% Leistungssteigerung wird von Hochdruckaufladung gesprochen. Traktoren arbeiten bislang aber nur mit Niederdruckaufladung.

Motor und Turbolader müssen für einen hohen Motorwirkungsgrad und damit günstige Leistungs-, Verbrauchs- und Abgas-



daten genau aufeinander abgestimmt sein. Ohne besondere Massnahmen haben ATL-Motoren ein ungünstigeres Ansprechverhalten als Saugmotoren, da beim Beschleunigen zuerst eine grössere Treibstoffmenge eingespritzt wird, bevor die Abgasenergie (+ Russ) die gewünschte Turboladerdrehzahl bewirkt und den Motor mit genügend Sauerstoff versorgt. Das

kann zu einer Motorcharakteristik mit schwachem Drehmoment führen. Korrekturmöglichkeiten ergeben sich in Verbindung mit drehzahlabhängiger Einspritzdosierung und Ladedruckregelung.

Durch die Ladedruckregelung wird jene Abgasmenge reguliert, die die Turbine des Laders durchströmt. In der Praxis hat sich vorwiegend die auslassseitige Rege-

lung mit Abblaseventil (Waste Gate) bzw. Ladedruckregelklappe durchgesetzt.

Wie erwähnt, kann durch die Abgasturboladung nebst der Leistungssteigerung auch die Motorcharakteristik stark verbessert werden, sodass bei Traktoren ein günstiges Zugkraftverhalten erzielt wird.

Nebenbei bewirkt der Aufbau eines Abgasturboladers auf der Ansaug- und auf der Auspuffseite eine Geräuschreduktion von mindestens 50% und der Schadstoffausstoss lässt sich bedeutend senken.

Fazit

Die Abgasturboaufladung ist für die Motortechnik überwiegend vorteilhaft. Turbomotoren anerkanntermassen wirtschaftlicher und umweltfreundlicher als Saugmotoren und ebenso betriebssicher. ■

Korrigenda zum Artikel Scheibenbremsen S.39

Produkterschau



Grossballenpressen LBX Serie von Case-IH

Mit der Einführung der Grossballenpresse Serie LBX beweist Case-IH seine kontinuierliche Weiterentwicklung und Erweiterung seiner Erntekomplettsysteme.

Mit Hilfe der drei Modelle der LBX-Serie kann unterschiedliches Erntegut, Heu, trockenes Stroh oder Welkgut gepresst werden. Für jeden Einsatz und für jede Anforderung bietet die LBX-Presse das richtige Ballenformat: LBX331 im Format 80 x 90 cm, LBX421 für den Handel mit 120 x 70 cm und LBX431 für grösste Flächenleistung mit 120 x 90 cm. Die Ballenlänge ist bei allen Modellen maximal 2,5 Meter.

Die hohe Pick-up-Kapazität gewährleistet eine vollständige Aufnahme des Schwades. Das Erntegut gelangt über einen einzigartigen, elektronisch gesteuerten Verdichtungsvorgang in den Presskanal. Mit Hilfe eines dreistufigen Verdichtungssystems wird aus vielen kleinen Portionen ein kompletter Ballen geformt. Der integrierte Schneidrotor mit einer theoretischen Schnittlänge von 39 mm sorgt für dichte, kompakte Portionen, die die ideale Voraussetzung

für die Silage darstellen. Die Doppelknotenbindung garantiert höchste Sicherheit, und die serienmässige Ballenrollenrutsche ist hydraulisch aufklappbar.

Alle Grossballenpressen der LBX-Serie verfügen über einen elektronischen Leistungsmonitor, der dem Betreiber volle Kontrolle über alle Arbeitsabläufe bietet. So hat dieser alle wichtigen Einstellungen und Betriebsdaten direkt vor sich und kann Feineinstellungen während der Fahrt von der Kabine aus vornehmen. Die tägliche Arbeitsleistung kann für eine spätere Auswertung oder Abrechnung gegenüber dem Kunden gespeichert werden.

Rapid Schweiz AG
Verkauf Case-IH. Produkte
8953 Dietikon
www.rapid.ch

KÖB
Wärme aus Holz

Läuft immer perfekt: Schnitzel automatisch oder Stückholz von Hand



Mit patentierter, bewährter Doppel-Brennkammer für Automatik- und Handbetrieb. Perfekte Systemsteuerung durch KÖB-Ökotronic. Selbstverständlich mit Lambdasonde und Zündautomatik. VHe-typengeprüft.



Planung, Lieferung und Inbetriebnahme von Komplettanlagen. Eigener Kundendienst in Ihrer Nähe.

KÖB Wärmetechnik AG

Fährenstrasse 4, Postfach 365
CH-9430 St. Margrethen
Tel 0 848 / 87 08 10, Fax 87 08 11
office@koeb-schaefer.com
www.koeb-schaefer.com

An der agriMesse Thun
Halle 0, Stand 18

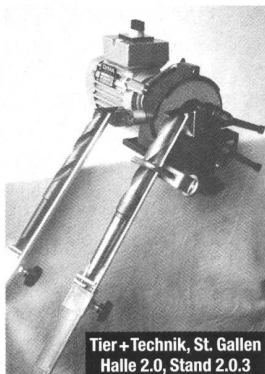
DIMA Bohrer-Schleifmaschine

- Schleifbereich 3 - 50 mm
- kurze Schleifzeiten
- integrierte Abziehvorrichtung mit Diamant für Schleifscheibe

Neu: mit Ausspitzvorrichtung
Schweizer Fabrikat

H. Isler

Technische Artikel
9526 Zuckenriet
Tel. 071 947 14 25
Fax 071 947 18 33 www.h-isler.ch

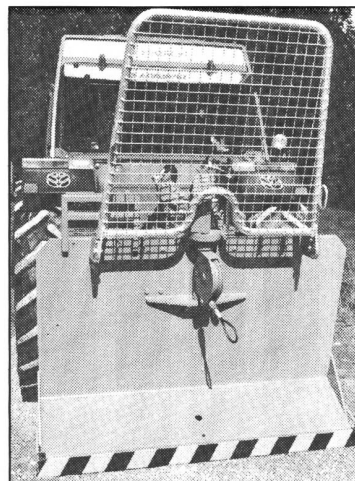


Tier + Technik, St. Gallen
Halle 2.0, Stand 2.0.3

Anbau-Seilwinden

Ein- und Doppeltrommel

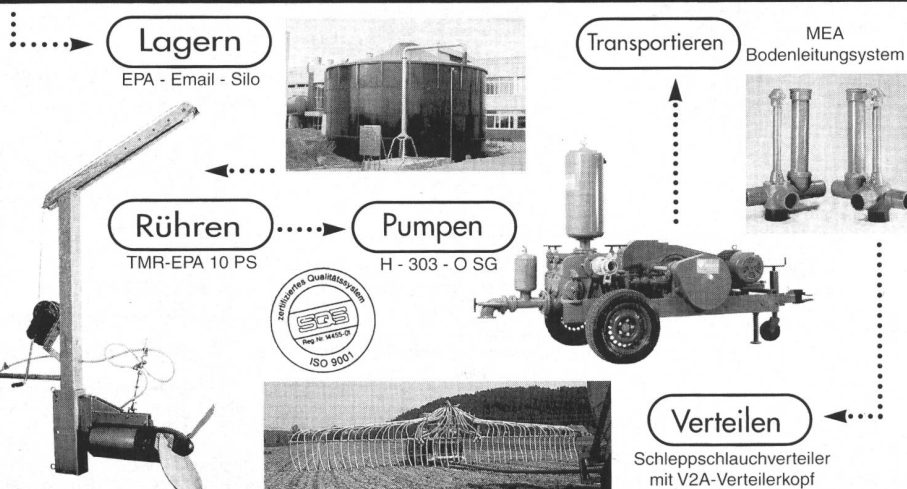
- kürzester Anbau
- grösste Seilkapazität
- vollaut. Seilführung mit hydr. Drahtseilausstoss
- eigene Ölversorgung
- Schildbreiten 1,4 bis 2,0 m
- Zugkräfte einstellbar von 2 bis 12 t
- Steuerung hydraulisch oder mit Funk



KYBURZ
MASCHINEN-
AUFBAU
AG
UZNACH

Kyburz
Maschinen-
bau AG
CH-8730 Uznach
Tel. 055 280 25 29
Fax 055 280 46 64

MEA - JAUCHETECHNIK TOTAL



MEIER

Hans Meier AG
6246 Altishofen

Internet: <http://www.meierag.ch>
E-Mail: hansmeierag@bluewin.ch
vorm. Aecherli AG
062-756 44 77