

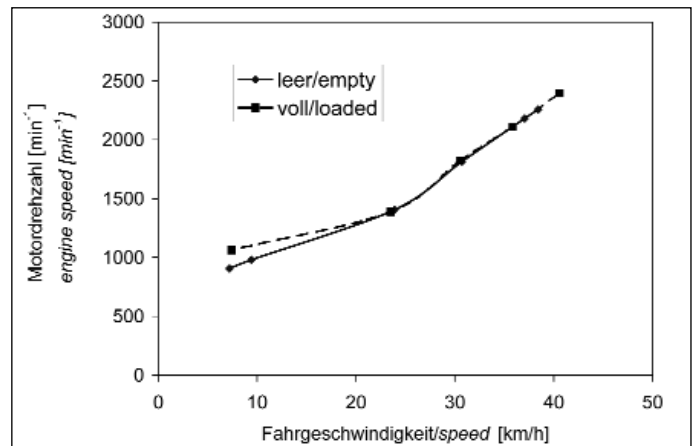
Kraftstoffverbrauch beim landwirtschaftlichen Transport

In einer Untersuchung wurde der Einfluss der Beladung und Fahrgeschwindigkeit auf den Kraftstoffverbrauch beim Transport von 16,5 t Raps mit einem Traktorzug (Allradtraktor mit Lastschaltgetriebe und zwei Zwei-Achs-Anhängern) untersucht. Der Kraftstoffverbrauch [l/h] steigt mit der Fahrgeschwindigkeit überproportional an.

Der Betrieb des Motors in einem optimalen Motorbetriebspunkt, der durch eine hohe Motorauslastung erreicht werden kann, führt zur Minimierung des Kraftstoffverbrauchs [gl/(t•km)].

Bild 1: Motordrehzahl in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit und Beladung

Fig. 1: Engine speed versus driving speed and load



Die Landwirtschaft ist ein Wirtschaftssektor mit einem hohen Transportaufkommen an Betriebsmitteln und Erntegütern. Zum überwiegenden Teil werden Traktoren als Zugfahrzeuge herangezogen. Daneben gewinnt der Transport mit Lastkraftwagen zunehmend an Bedeutung. Nach Bernhardt stellt der Lastzug ab einer Jahrestransportleistung von etwa 10 000 km die günstigere Alternative zum Traktorzug dar [1]. Die aufgrund der Kraftstoffpreise gestiegenen Transportkosten sind Gegenstand vieler Untersuchungen hinsichtlich der Optimierung von Logistikkonzepten [2]. Neben dem Kraftstoffverbrauch hat die Transportdauer, die durch die Fahrgeschwindigkeit beeinflusst wird, eine große ökonomische Relevanz. Nachfolgend werden Versuchsergeb-

nisse dargestellt, die den Einfluss der Fahrgeschwindigkeit und des Beladungszustandes auf den Kraftstoffverbrauch beim Traktorzug zeigen.

Material und Methode

Im Sommer 2007 wurde auf einer ebenen Straße beim Transport von 16,5 t Raps mit einem Traktorzug (Allradtraktor mit Lastschaltgetriebe und zwei Zwei-Achs-Anhängern) der Kraftstoffverbrauch gemessen (Tab. 1).

Zur volumenstrom-basierten Kraftstoffmessung wurde ein Durchflussmessgerät (PLU 116H) in die Kraftstoffanlage des Versuchstraktors Steyr 9125a (92 kW) integriert. Das Digitalsignal der Kraftstoffmessung (Messfehler von 1% auf den Messwert bezogen) sowie das Frequenzsignal des Radarsensors wurden mit einer Scanrate von einem Hertz auf einen Datalogger aufgezeichnet. Zusätzlich wurde das Frequenzsignal des Motordrehzahlsensors aufgezeichnet.

Der Datensatz für eine Versuchsfahrt (leer und beladen) wurde in vier (beladene Versuchsfahrten) und fünf (leere Versuchsfahrten) Datensätzen aufgeteilt und separat ausgewertet. Jeder einzelne Datensatz entspricht einem bestimmten Motorbetriebspunkt und ist daher durch eine konstante Fahrgeschwindigkeit, eine konstante Motordrehzahl und einen konstanten Kraftstoffverbrauch gekennzeichnet. Beschleunigungs- sowie Bremsphasen in der Fahrt wurden somit eliminiert. Der dargestellte

Tab. 1: Bewegte Massen für die Transportfahrten (leer und beladen)

Table 1: Masses moved for the transport drives (empty and loaded)

	Masse/ load [kg]
Allradtraktor (92 kW)/ Four wheel driven tractor	6.580
2-Achskipper 12 to/ 2-axle tipper 12 to	3.700
2-Achskipper 10 to/ 2-axle tipper 10 to	3.250
Gesamtmasse leer/ total weight - empty	13.530
Transportierte Nutzmasse/ transported payload	16.530
Gesamtmasse beladen/ total weight - loaded	30.060

Dr. Gerhard Moitzi und Univ. Prof. Dr. Herbert Weingartmann sind Mitarbeiter am Institut für Landtechnik (Leiter: Univ. Prof. Dr. Josef Boxberger) im Department für Nachhaltige Agrarsysteme der Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan Straße 82, A-1190 Wien; e-mail: gerhard.moitzi@boku.ac.at.
DI Karl Refenner ist an der Versuchswirtschaft in Groß Enzersdorf tätig.

Schlüsselwörter

Landwirtschaftlicher Transport, Kraftstoffverbrauch

Keywords

Agricultural transport, fuel consumption

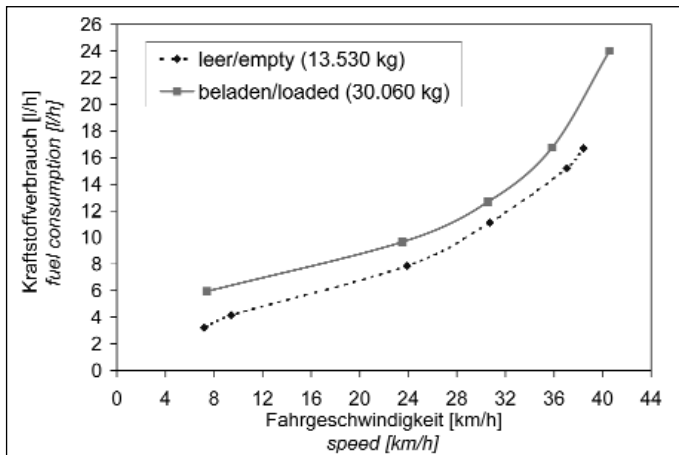


Bild 2: Kraftstoffverbrauch beim Transport mit zwei Zweiachskippern auf ebener Straße in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit und Beladung

Fig. 2: Fuel-consumption during transport of 16.530 kg rapeseed with two two-axle tipping trailers on a flat road, depending on speed and load

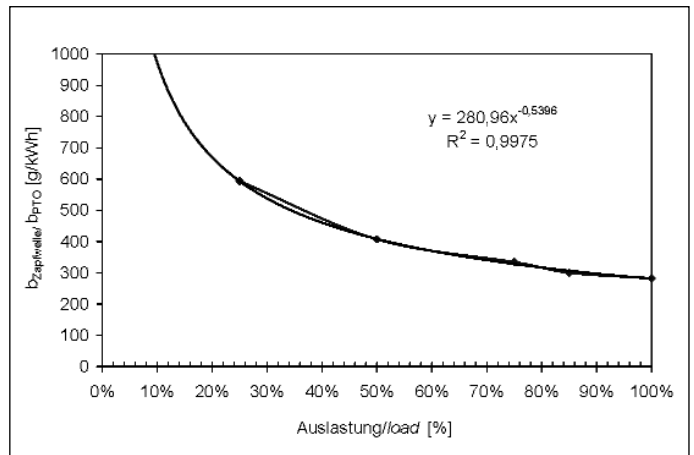


Bild 3: Spezifischer Kraftstoffverbrauch (b_{PT0}) des Motors bei unterschiedlicher Auslastung im Nenndrehzahlbereich (OECD-Test-Report [3])

Fig. 3: Specific fuel consumption of the engine (b_{PT0}) at different loads in the nominal rotation speed range (OECD-Test-Report [3])

Kraftstoffverbrauch in Bild 2, 3 und 4 ist der notwendige Energieaufwand für die Überwindung des Rollwiderstands und in sehr geringen Anteilen für die des Luftwiderstands.

Die Leerfahrt und Transportfahrt wurden für die jeweilige Fahrgeschwindigkeit im selben Drehzahlbereich durchgeführt (Bild 1), um den Einfluss der Motorauslastung auf den Kraftstoffverbrauch sichtbar zu machen.

Einfluss des Lastzustandes und der Fahrgeschwindigkeit

Der Kraftstoffverbrauch steigt im beladenen Zustand von etwa 6 l/h bei knapp 8 km/h auf rund 24 l/h bei 40 km/h an. Im leeren Zustand ist der Kraftstoffverbrauch zwischen 10 % (im Geschwindigkeitsbereich von 30 km/h) und 30 % (bei niedrigster und höchster Geschwindigkeit) geringer als im beladenen Zustand (Bild 2).

Der Kraftstoffverbrauch eines Traktors hängt unter sonst gleichen Umständen von der Auslastung seiner Motorleistung ab [4]. Mit sinkender Auslastung nimmt der spezifische Kraftstoffverbrauch zu (Bild 3). Laut Berechnungen von Rehrl ist der Transport kleiner Teillasten besonders unwirtschaftlich und lässt sich nicht durch hohe Fahrgeschwindigkeiten ausgleichen [4]. Dies ist auf einen ungünstigen Motorbetriebspunkt, bei dem der spezifische Kraftstoffverbrauch höher ist, zurückzuführen.

Kraftstoffverbrauchsintensität

Ein Parameter für die Beurteilung der Transport-Energieintensität ist der auf die Einheiten von Nutzlast und Fahrstrecke ($t \cdot km$) bezogene Kraftstoffverbrauch. Dieser ist umso geringer, je besser die zulässige Anhängerlast ausgenutzt wird [4]. In der vorliegenden

Untersuchung (Bild 4) hat dieser sein Minimum im Fahrgeschwindigkeitsbereich zwischen 25 und 30 km/h und beträgt 20,9 g/(t·km). Ab 30 km/h nimmt dieser Wert wieder zu, was auf eine suboptimale Auslastung des Motors hindeutet.

Fazit

Kraftstoffsparender Transport mit Traktorzug erfordert den Betrieb des Motors in einem optimalen Motorbetriebspunkt, welcher durch eine hohe Motorauslastung erreicht werden kann. Über das Traktorgetriebe kann die Fahrgeschwindigkeit und somit auch die Auslastung geregelt werden. Ein guter Indikator ist die Motordrehzahl, die bei einem Großteil der eingesetzten Motoren bei etwa 70 bis 80 % der Nenndrehzahl liegen soll.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] Bernhardt, H.: Schüttguttransport. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft. 2006, S. 393 – 410
 - [2] • Dirk, E.: Transportfahrzeuge im Agrarbereich – Lastkraftwagen – Mögliche Konzepte. Dissertation, Universität Gießen, 2002
 - [3] OECD-Test-Report: Akt Zl. 162/96. www.blm.bmlf.gv.at/pruefber/g1996162.pdf
 - [4] Rehrl, K.: Der Kraftstoffbedarf landwirtschaftlicher Transporte auf Straßen und Wegen. ÖKL - Landtechnische Schriftenreihe, Heft 37, 1977

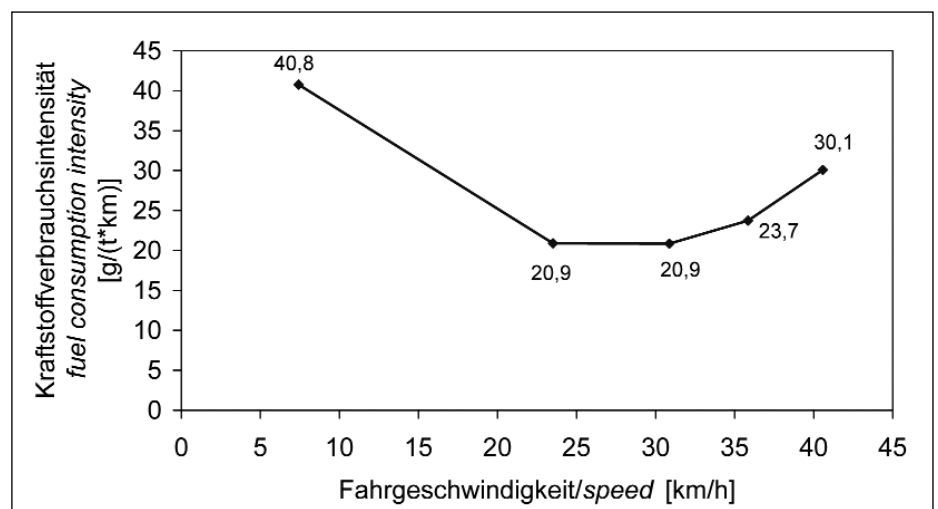


Bild 4: Kraftstoffverbrauchsintensität beim Transport von 16.530 kg Raps mit zwei Zweiachskippern auf einer ebenen Straße in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit

Fig. 4: Fuel consumption intensity during transport of 16,530 kg rapeseed with two two-axle tipping trailers on a flat road, depending on driving speed