

Ludwig Volk, Stephan Denker und Sandra Rose

Möglichkeiten zur Steigerung der Dieseleffizienz in der Landwirtschaft

Der Dieserverbrauch der Landwirtschaft ist in den letzten Jahren annähernd gleich geblieben; er beträgt ca. 5 % des gesamten Verbrauches in Deutschland. Aktuell liegt die Energieeffizienz von Traktorarbeiten bei einem Wirkungsgrad von nur ca. 15 %. Anders ausgedrückt: Der Traktor als Wärmekraftmaschine verwandelt die Dieselenergie zu 85 % in Verluste. Die Verluste setzen sich zusammen aus Abwärme, Reibung, Rollwiderstand im Acker und auf der Straße, Schlupf im Boden sowie Verformungsarbeit bei der Spurbildung im Acker. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen sollten Hersteller und Anwender gleichermaßen bestrebt sein, den Wirkungsgrad auf ca. 25 % zu steigern. Der folgende Beitrag untersucht diese Möglichkeiten.

Schlüsselwörter

Dieserverbrauch, Landwirtschaft, Deutschland, Traktoren, Wirkungsgrad, Energiewandlung, Dieseleffizienz

Keywords

Diesel consumption, agriculture, Germany, tractors, degree of efficiency, transformation of energy, diesel efficiency

Abstract

Volk, Ludwig; Denker, Stephan and Rose, Sandra

How to increase Diesel fuel efficiency in agriculture

Landtechnik 66 (2011), no. 2, pp. 140-143, 4 figures, 1 table, 2 references

Diesel consumption of agriculture stayed nearly constant over the last years with a 5 % share of total consumption in Germany. Actually the efficiency of traction work achieves only estimated 15 % of benefit. In other words: The tractor as a energy transforming machine transforms diesel energy nearly into 85 % of losses. The losses are composed of heat and friction losses, rolling resistance on the field and road, tire slip during field operations and bulldozing and compacting the soil. For reasons of economy and ecology farmers and contractors should aim the goal of 25 % efficiency increase. The following article examines these possibilities.

Landwirte und Lohnunternehmer wirtschaften unter Wettbewerbs- und Kostendruck. Eine wichtige und permanente Unternehmernaufgabe ist es, sich Klarheit über die Stückkosten im Betrieb zu verschaffen und Kostensenkungspotenziale zu erschließen. Erfolgreiche Betriebsleiter sind kosten- und gewinnorientiert und damit wettbewerbsfähig.

Generell arbeiten Landwirte in Deutschland mit relativ hohen Kosten der Arbeiterledigung, insbesondere bei den festen Maschinenkosten. Höhere Dieselpreise verursachen steigende variable Maschinenkosten. Komplexe Maschinen brauchen für ihre Bedienung qualifizierte Mitarbeiter mit viel Fachwissen und verursachen höhere Wartungs- und Instandhaltungskosten. Die Notwendigkeit für eine effizientere Dieselnutzung und/oder Dieseleinsparung liegt auf der Hand.

Auch gesetzliche Vorgaben zur Reduzierung des Ausstoßes klimarelevanter Gase machen eine effizientere Nutzung von Dieselmotoren in der Landwirtschaft erforderlich. Die bisher erreichte Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft je Produktionseinheit ging wesentlich auf die Ertragssteigerungen zurück. Die stetige Erhöhung der Dieselpreise in der jüngeren Vergangenheit und die zunehmenden Diskussionen über die Reduzierung des Ausstoßes klimarelevanter Gase führen zu der Erkenntnis, dass die Steigerung der Dieseleffizienz auch in der landwirtschaftlichen Produktion zukünftig stärker forciert werden muss. Diesel auf Rohölbasis wird trotz der zunehmenden Bedeutung von Biokraftstoffen auch in Zukunft die entscheidende Rolle für den Antrieb landwirtschaftlicher Maschinen spielen. Steigende Nachfrage, begrenzte Förder- und Raffinerieressourcen, die geostrategische Bedeutung des Rohöls insgesamt und die Preisempfindlichkeit gegenüber globalen Unglücksereignissen werden für einen anhaltenden Kostendruck auf dem Dieselmotorenmarkt sorgen, dem sich auch Landwirte und Lohnunternehmer stellen müssen.

Dieserverbrauch in der Landwirtschaft

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland insgesamt rund 37 Milliarden (Mrd.) Liter Diesel verkauft. Gekauft haben diesen die Akteure des Straßenverkehrs, der Landwirtschaft, der Schifffahrt und Fischerei, des Schienenverkehrs und der Bundeswehr. Auf die Landwirtschaft entfallen etwa 2 Mrd. Liter Diesel, rund 5 % des Gesamtverbrauches [1; 2]. Sie steht nach dem dominierenden Straßenverkehr auf Platz 2 der oben aufgeführten Sektoren. Während der Verbrauch an Diesel in der Landwirtschaft in den letzten Jahren relativ konstant geblieben ist und der Dieserverbrauch in der Schifffahrt/Fischerei, im Schienenverkehr und bei der Bundeswehr abnahm, hat der Verbrauch im Straßenverkehr stetig zugenommen. Derzeit liegt der Dieserverbrauch im Straßenverkehr bei etwa 91,5 %, d.h., 34,1 Mrd. Liter des Dieserverbrauchs fließen in PKW und LKW.

Möglichkeiten zur Steigerung der Deseffizienz

Die Verfahren zur möglichen Steigerung der Deseffizienz sind in **Tabelle 1** zusammengestellt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Diesel effizienter zu nutzen. Die wirksamste

besteht in besserem Wissen und Können der Fahrer. Landwirte in Familienbetrieben agieren als „selbstfahrende Unternehmer“. Sie können durch vorausschauendes Fahren mit „Rollen lassen“ auf der Straße und den richtigen Reifendruck auf Acker und Straße den Dieselbedarf senken. Die Verbrauchsanzeige im Traktor und der Dieselmenge beim Tanken helfen bei der Kontrolle.

Bei Traktorfahrern im Lohnunternehmen wirken sich die Dieseldkosten selten auf den Fahrerlohn aus und stehen damit weniger im Blickpunkt. Neue Anwendungen in der Dokumentation von Arbeitsaufträgen bieten aber bereits die Möglichkeit, ein elektronisches Tankbuch zu führen und diese Daten zur Auswertung auf den PC zu übertragen. Dieselspartraining und Anreize für besseres Fahren mit der Zuordnung des Verbrauchs auf Fahrer, Maschine und Auftrag helfen bei der Qualifizierung und sind häufig für den Unternehmer rentabel.

Neue Entwicklungen im Bereich der elektronischen Assistenzsysteme greifen in viele Bereiche der Maschinennutzung ein und ermöglichen für einzelne Arbeitsgänge,

Tab. 1

Strategien zur Steigerung der Deseffizienz und Einsparpotenziale

Table 1: Strategies for energy efficiency enhancement and resulting diesel savings

Effizienzstrategie/ Efficiency strategy	Ort der Effizienzsteigerung/ Location of efficiency enhancement	Arbeiten/ Field work operation	Geschätztes Einsparpotenzial [%]/ Estimated saving potential [%]	Einsparung p.a. [Mio. Liter Diesel]/ Quantity of diesel saved p. a. [million litres]
Fahrerkönnen/ Driver's ability	Fahrerplatz/ Worker's brain	Traktorbetrieb/ Worker's job	20	82
Eco-Zapfwelle/ Eco-torque	Zapfwelle/ Torque	Pflege- und Zapfwellenarbeiten ¹⁾ / Spraying, fertilizing and other	2	10
Motormanagement/ Engine management	Motor/ Engine	Zugarbeiten ²⁾ / Pull bar operations	15	52
Angepasster Reifendruck/ Adjusted tire pressure	Fahrwerk/ Chassis	Zugarbeiten ²⁾ / Pull bar operations	15	52
Ballastierung, Zugpunkt/ Ballasting, pull bar	Fahrwerk/ Chassis	Zugarbeiten ²⁾ / Pull bar operations	10	35
Autom. Kühlerregelung/ Autom. radiator control	Motor/ Engine	alle/ All	2	21
Angepasste Arbeitstiefe/ Adjusted tillage depth	Fahrwerk/ Chassis	Zugarbeiten ³⁾ / Pull bar operations	10	34
Autom. Lenksysteme/ Autom. steering systems	-	Ernte-, Zug- und Pflegearbeiten ⁴⁾ / Pull bar operations, spraying, fertilizing, harvesting	5	14
				Σ 300

¹⁾ Aussaat (konv.); Rüben drillen; Kartoffeln legen und roden; Gras mähen und schwaden; Gülle fahren (50 %); Pflanzenschutz; Mineraldüngung. Seeding in cv. tillage; beet seeding; potatoe planting and harvesting; grassland mowing; slurry application (50 %); spraying; fertilizing.

²⁾ Pflügen; konv. Bearbeitung; Gülle fahren(50 %); Stoppelbearbeitung. Plowing; cv. tillage; slurry application (50%); stubbling.

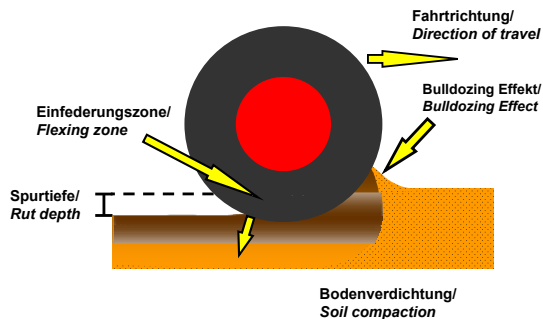
³⁾ Pflügen, Stoppelbearbeitung. Plowing, stubbling.

⁴⁾ Aussaat (konv.); konservierende Bearbeitung; Grünland mähen; Mineraldüngung (Grasland). Grass harvesting; cv. seeding; conservation tillage; grasslands mowing; fertilization (grasslands).

(Eigene Berechnungen nach KTBL über den Zeitraum von 2007-2010)

Abb. 1

Traktor im Acker mit Bulldozing-Effekt: Spuren kosten Diesel und Ertrag/
Tractor on field with Bulldozing-Effect: rut depth costs diesel and profit



Spurbildung ist ein energiezehrender Prozess: Reifenverformung und Bulldozing des Bodens erhöhen den Dieselverbrauch pro Zentimeter Spurtiefe um ca. 10%

Fig. 1: Rolling on soft ground is an energy consuming process: tire deformation and bulldozing cost an extra 10% of diesel fuel with every additional centimeter of rut depth

errechnet aus den einzelnen Bearbeitungsverfahren mit dem Traktor, Einsparpotenziale von bis zu 15 % Diesel. Exakte Spurführungssysteme stellen die Grundlage für viele dieser Anwendungen dar. Eine automatische und permanente Optimierung der Arbeitsprozesse an die tatsächlich vorhandenen Gegebenheiten, z. B. bei der Schnittlängen-Anpassung während des Häckselprozesses, tragen ebenso zur Energieeinsparung bei wie die automatische Ansteuerung von Maschinenfunktionen, z. B. der Teilbreitenschaltungen über den ISOBUS. Die Einbindung intelligenter „Apps“ auf einem zentralen Display und ihre Anwendung in einem energieeffizienten ganzjährigen Prozess bieten große Einsparpotenziale.

Es handelt sich hierbei zum größten Teil um Verfahren, die von der Landtechnikindustrie in modernen Traktoren ab Werk angeboten werden oder nach dem Stand der derzeitigen Technik angeboten werden könnten. Die konsequente Einführung von intelligentem Motor- und Fahrzeugmanagement und die dem Acker und der Straße angepasste Einstellung des Reifenfülldruckes bieten den größten Nutzen. Geringerer Rollwiderstand auf der Straße durch hohen Reifenfülldruck und geringerer Rollwiderstand im Acker durch weniger Spurtiefe (**Abbildung 1**), verminderten Schlupf, sowie flachere Bodenbearbeitung aufgrund vermiedener Spuren können sich im Dieselverbrauch auf über 25 % Energieeinsparpotenzial addieren.

Bei Traktorarbeiten besteht ein Verbesserungspotenzial bei der Bodenbearbeitung mit der Zugkraftabstützung über den Reibschluss vom Reifenstollen zum Boden (**Abbildung 2**). Radiale und in der Flanke flexible Reifen können sich mit dem für den Acker vom Reifenhersteller empfohlenen Reifenfülldruck von beispielsweise 0,8 bar „lang machen“, verzahnen mehr Stollen mit dem Boden, mindern

Abb. 2



Angepasster Reifendruck (hier 0,6 bar) bedeutet flachere Spuren, mehr Bodenschonung und höheren Fahrerkomfort. Fotos: Volk
Fig. 2: Adjusted tire inflation pressure (pictured: 0.6 bars) results in less soil deformation and more driver comfort

Spurtiefe und Schlupf und verbessern deutlich den Bodenschutz. Der Diesel wird durch kleinere Verluste beim Schlupf und bei der Zugleistung besser genutzt.

Aus diesem Grund stößt eine Reifendrucksteuerung oder Reifendruckregelung bei landwirtschaftlichen Praktikern auf stark wachsendes Interesse (**Abbildung 3 und 4**).

Kein Traktorhersteller bietet bisher die Reifendruckregelanlage serienmäßig an. Fendt will 2012 die Reifendruckregelanlage „VarioGrip“ in den Großtraktoren anbieten. Reifendruckregelanlagen als Nachrüstlösungen sind zwar

Abb. 4

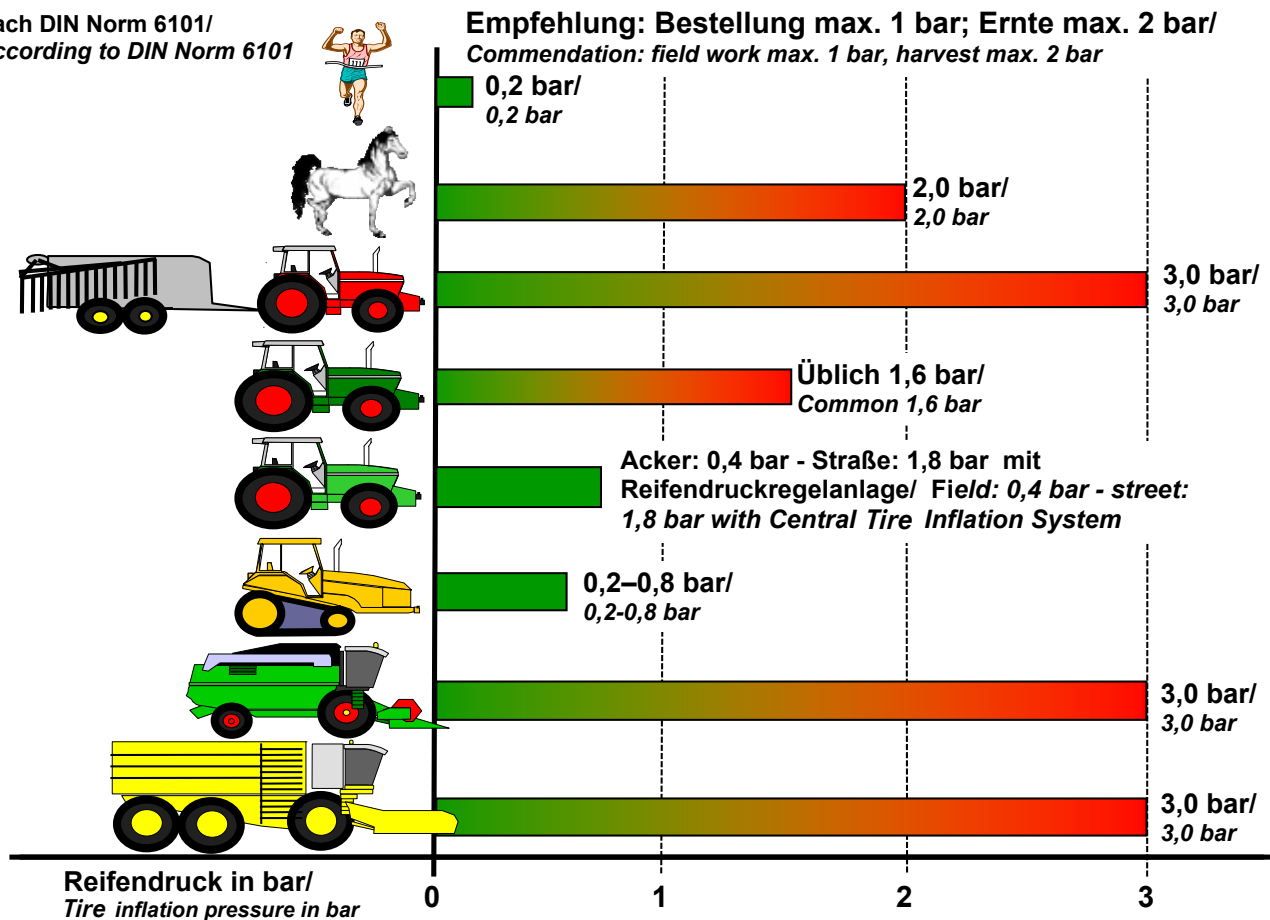


Nachgerüsteter Reifenregler der Fa. Strotmann für ca. 2.500 € mit Luftleitungen über die Kotflügel, Druckluft vom Bremsenkompressor und Einstellung des Reifendruckes in der Kabine mit dem StG Terminal als Bediengerät

Fig. 4: Backfitted „Strotmann“ Central Tire Inflation System (CTIS) (appr. 2.500 €) with air hoses above the fenders. System functions are centrally managed with the StG-Terminal

Abb. 3

Nach DIN Norm 6101/
According to DIN Norm 6101



1 bar in der Bestellung und 2 bar in der Ernte sollten die höchsten Reifendrücke auf dem Acker sein

Fig. 3: 1 bar for seeding and 2 bar tire inflation pressure for harvesting should be the maximum tire pressure

praxistauglich, werden aber nur von gut informierten und qualifizierten Betriebsleitern nachgefragt.

Bei militärischen Reifenfahrzeugen sind Reifendruckregelanlagen schon viele Jahrzehnte zur Selbstverständlichkeit geworden. Radpanzer und Transportfahrzeuge mit hoher Geländegängigkeit, wie der Unimog, sind zur sicheren und preiswerten Straßenfahrt und zum besseren Durchkommen im weichen Boden oder auf Schnee entsprechend ausgestattet. Unter anderem durch diese Ausrüstung haben Radfahrzeuge größere Anteile am weltweiten militärischen Fuhrpark erobert. In Deutschland hat zuerst die Firma Tigges (PTG), dann die Firma Krude und die Firma Strotmann (STG) die Entwicklung und Vermarktung vorangetrieben. Es sind in Deutschland ca. 2 500 landwirtschaftlicher Reifendruckregelanlagen im praktischen Einsatz.

Schlussfolgerungen

Hohe Dieselpreise und die Klimadebatte rücken eine Steigerung der Deseffizienz stärker in den Blickpunkt. Eine Steigerung der Deseffizienz ist durch den variablen Reifendruck für Acker und Straße mit der Reifendruckregelanlage

erzielbar. Daneben und unverzichtbar ist die Qualifizierung des Fahrers zu mehr vorausschauendem „Rollen lassen“ auf der Straße und besserer Behandlung des Bodens durch möglichst große Bodenkontaktflächen im richtigen Zeitpunkt. Einsparungen werden durch die Praktiker (Landwirte und Lohnunternehmer) realisiert, wobei das Wissen und Können ein zentrales Merkmal sind.

Literatur

- [1] Eigene Berechnung nach Angaben des Mineralölwirtschaftsverbandes e. V.: Jahresbericht 2009, S. 52, <http://www.mwv.de>, Zugriff am 03.01.2011.
- [2] Faustzahlen für die Landwirtschaft (2009), Hg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), 14. Aufl., Darmstadt, S. 997

Autoren

Prof. Dr. Ludwig Volk lehrt das Fach Agrartechnik an der Fachhochschule Südwestfalen in Soest, E-Mail: volk@fh-swf.de

M.Sc. Stephan Denker arbeitete als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fachhochschule Südwestfalen, Agrarwirtschaft in Soest.

Dipl.-Ing. (FH) Sandra Rose ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fachhochschule Südwestfalen, Agrarwirtschaft in Soest.