

Michael Weißbach

Wie lassen sich ≥ 200 KW effizient in Zugleistung umsetzen?

Da der Anspruch an die Zugkraftübertragung von Traktoren steigt, muss die Bereifung an den Zugkraftbedarf des Bodenbearbeitungsgerätes angepasst werden. Mit großvolumigen Reifen und der richtigen Ballastierung lassen sich hohe Zugkräfte bodenschonend und effizient auf den Boden übertragen. Wichtig ist, mit der Wahl einer großvolumigen Bereifung auch die Ballastierung des Traktors anzupassen, um eine Überbereifung der Maschine zu vermeiden. Ein hinsichtlich Bereifung und Ballastierung optimierter Traktor erhöht die Flächenleistung deutlich.

Schlüsselwörter

Schlepper, Zugkraftübertragung, Kosteneinsparung

Keywords

Tractor, Tractive power transmission, cost savings

Abstract

Weißbach, Michael

How can ≥ 200 KW efficiently be converted into tractive output?

Landtechnik 66 (2011), no. 4, pp. 294–296, 3 figures, 3 references

There is a steadily increasing demand with regard to the transmission of tractive power. The tyres have to be adapted to the tractive power requirements of the tillage implement. By means of big volume tyres and the correct ballasting a high tractive power may be efficiently transmitted to the soil. For any transport work, the additional weights should be dismantled to avoid an extra fuel consumption.

■ Wachsende Betriebsgrößen, Reduzierung der Arbeiterleidungskosten sowie ein hohes Transportaufkommen mit steigenden Entfernungen erfordern leistungsstarke Traktoren. An kaum ein anderes Fahrzeug werden solche vielfältigen Anforderungen gestellt. Auf dem Acker muss das Fahrzeug eine hohe Tragfähigkeit haben und gleichzeitig den Boden vor Verdichtung schützen. Passiv arbeitende Bodenbearbeitungsgeräte mit unterschiedlichen Werkzeugkombinationen für eine intensive Bearbeitung erfordern hohe Zugkräfte. Diese Zugkräfte muss der Traktor effizient mit wenig Schlupf übertragen.

Für den Straßentransport sind hohe Geschwindigkeiten gefordert. Die Fahrsicherheit muss gewährleistet sein, und die Bereifung sollte gute Federungs- und Dämpfungseigenschaften haben.

Reifen sind das Bindeglied zwischen Maschine und Fahrbahn bzw. Boden. Da die Anforderungen sehr vielfältig sind, muss die richtige Bereifung auf den jeweiligen Einsatz des Traktors abgestimmt werden.

Reifenentwicklung und Bodenschonung

In den zurückliegenden Jahren wurde der Fokus in der Reifenentwicklung auf großvolumige Reifen gelegt. So geht der Trend in der Reifenentwicklung zu größeren Außen- und kleineren Innendurchmessern mit dem Ziel, das Luftvolumen im Reifen und somit dessen Tragfähigkeit zu erhöhen. Damit verbunden sind höhere Seitenwände, die gerade bei niedrigerem Reifeninnendruck zu einer geringeren Fahrstabilität führen können. Das tragende Element im Reifen ist die Luft, wie folgendes Beispiel zeigt:

Die Reifen 650/65R42 und 650/85R38 haben die gleiche Breite. Jedoch ist der Reifen 650/85R38 im Außendurchmesser mit 2070 mm um ca. 140 mm größer und der Innendurchmesser um 4 Zoll kleiner. Das damit erzielte größere Luftvolumen erhöht die Tragfähigkeit um ca. 1100 kg bei einer Annahme der max. Geschwindigkeit von 40 km/h und einem Reifeninnendruck von 1 bar. In der Reifenbreite sind der Entwicklung aufgrund der gesetzlichen Vorgaben Grenzen gesetzt. Hier beträgt die max. Reifenbreite 900 mm, damit der Traktor in der geforderten 3-Meter-Grenze bleibt.

Den Boden vor Verdichtungen zu schützen heißt, dessen Eigenfestigkeit nicht zu überschreiten. Aufgrund der fehlenden Eigenfestigkeit des Reifens entspricht der Luftdruck im Reifen annähernd dem Bodendruck in 10 cm Tiefe, also nahe der Kontaktfläche. Zwischen beiden Größen – Reifeninnendruck und Kontaktflächendruck – besteht ein enger linearer Zusammenhang [1].

Zum Zeitpunkt der Bestellung, wenn der Boden nur eine geringe Tragfähigkeit hat, sollte der Bodendruck 1 bar und

zum Zeitpunkt der Ernte – der Boden ist im abgesetzten Zustand – 2 bar nicht überschreiten. Diese Werte sind Richtwerte und können je nach Bodenart und -feuchte schwanken [2].

Um Überlastungsschäden zu vermeiden, benötigt der Reifen bei steigender Geschwindigkeit einen höheren Luftdruck. Das bedeutet einen Luftdruckwechsel vom Feld zur Straßenfahrt. Der Wechsel kann manuell oder über eine Reifendruckregelanlage erfolgen. Eine Alternative ist, einen Reifen mit einer entsprechenden Tragfähigkeitsreserve zu wählen. Ein Luftdruckwechsel zwischen Straßen- und Feldfahrt wird dann überflüssig.

Zugkraftübertragung

Auf die Zugkraftübertragung nehmen der Reifen, die Radlast und der Boden Einfluss. Aus den Reifenparametern Breite, Durchmesser, Luftdruck und Bauart ergibt sich die Kontaktfläche. In Verbindung mit der Radlast steht der Kontaktflächendruck. Von Seiten des Bodens nehmen die Bodenart, -feuchte und der Bearbeitungszustand Einfluss auf die Scherfestigkeit des Bodens.

Im Kontaktbereich Reifen-Boden werden die Umfangskräfte durch Reibkräfte direkt unter dem Stollen und durch Scherkräfte im Zwischenstollenbereich übertragen [3].

Was bedeutet das für die Reifenwahl?

Generell kann ein Reifen mit höherem Stollenanteil in der Kontaktfläche höhere Zugkräfte übertragen. Durch eine Vielzahl von Kontaktpunkten zwischen Reifen und Boden steigt ebenfalls die Zugkraftübertragung, d.h. größere Aufstandsflächen können höhere Zugkräfte auf den Boden aufbringen. Jedoch kommt dieser Vorteil nur auf einem gelockerten Boden zum Tragen. Der Reifen überträgt dann auch Kräfte über den Zwischenstollenbereich (**Abbildung 1**).

Eine Vergrößerung der Aufstandsfläche über die entsprechende Reifenwahl, ohne dabei die Radlast (Kontaktflächendruck) anzupassen, kann zu einer „Überbereifung“ der Ma-

schine führen. Der Kraftschluss zwischen Stollen und Boden sowie der Formschluss im Zwischenstollenbereich reichen für die Kraftübertragung nicht mehr aus. Am Beispiel der Reifen 710/70R42 und 900/60R38 ist dieser Effekt zu erkennen (**Abbildung 2**). Über den gesamten gemessenen Schlupfbereich von 0–60 % überträgt der schmalere Reifen 710/70R42 höhere Zugkräfte.

Das Leistungsgewicht (kW/kg) der Traktoren ist in den zurückliegenden Jahren stetig gesunken. Ein 135-kW-Schlepper mit einem Gesamtgewicht von 7 500 kg hat ein Leistungsgewicht von 55 kg/kW. Wird diese Maschine auf 11 000 kg aufballastet, steigt das Leistungsgewicht auf 81 kg/kW.

Ein Traktor mit 225 kW und einem Gesamtgewicht von 8 000 kg weist nur noch ein Leistungsgewicht von 35 kg/kW auf. Mit einer Zusatzballastierung von 3 000 kg steigt das Leistungsgewicht auf 49 kg/kW. Soll dieser Schlepper das gleiche

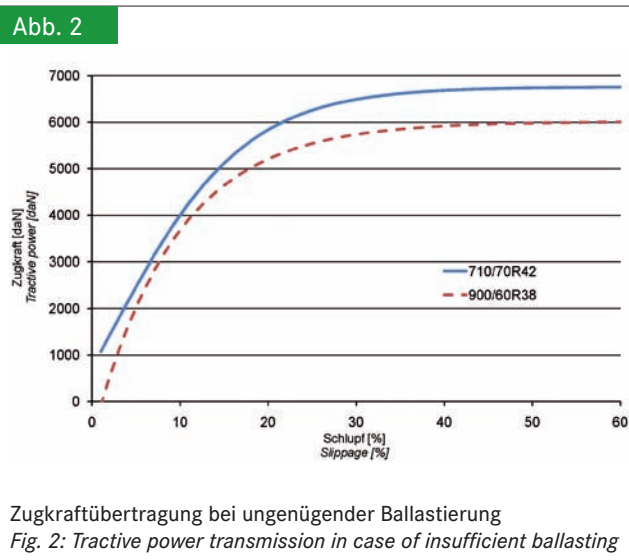
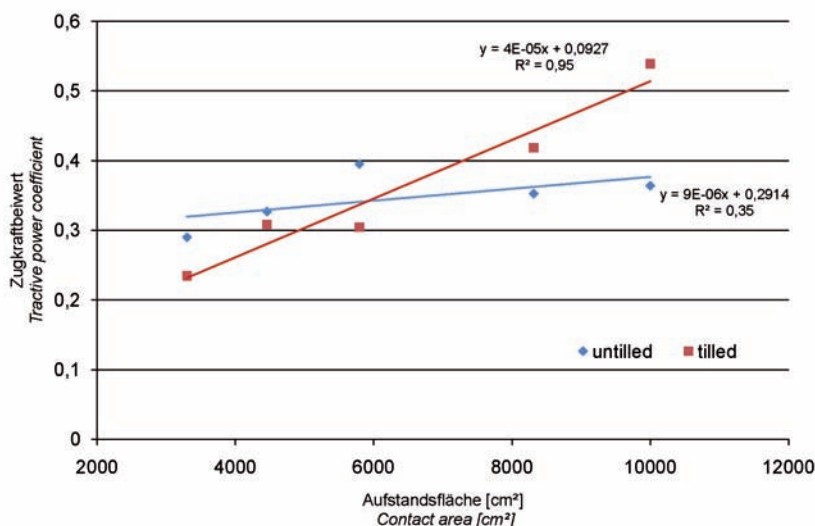
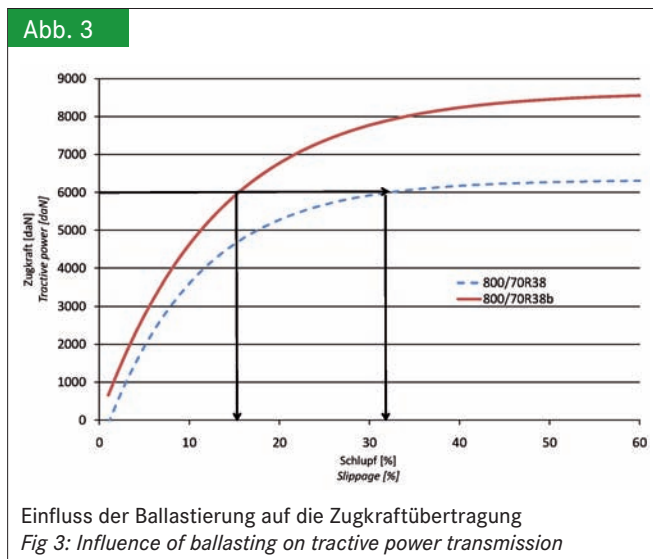


Abb. 1



Leistungsgewicht von 81 kg/KW erreichen, muss er auf ein Gesamtgewicht von ca. 18 t aufballastiert werden.

Nur mit der richtigen Ballastierung kann der Traktor die notwendigen Zugkräfte bei einem geringeren Schlupf auf den Boden aufbringen (**Abbildung 3**).



Im Beispiel wird eine Zugkraft von 6 000 dN gefordert. Der Traktor ist mit der Bereifung 800/70R38 ausgestattet. In beiden Varianten – ballastiert und nicht ballastiert – kann der Traktor die Zugkraft aufbringen. Richtig ballastiert erreicht er die Zugkraft bereits bei 15 % Schlupf, nicht ballastiert erst über 30 % Schlupf. Aus energetischer Sicht bedeutet steigender Schlupf einen Rückgang der Flächenleistung und damit verbunden einen Anstieg der Kosten. Auf den Boden übertragen wird dieser über eine längere Strecke verschoben. Unter dem Rad bildet sich ein Verdichtungshorizont, der den vertikalen Wasser- und Luftaustausch stört. Das ist insofern kritisch, wenn das nachfolgende Bearbeitungsgerät oder die Drillmaschine nur flach arbeitet und diesen Horizont nicht komplett lockert. Die auflaufenden Pflanzen reagieren dann in diesen Bereichen mit Wachstumsdepressionen.

Ein unter dem Gesichtspunkt Bereifung und Ballastierung optimierter Schlepper kann die Flächenleistung deutlich erhöhen. Das zeigt folgendes mit einer Schlepper-Grubber-Kombination (Arbeitsbreite: 5,8 m, Arbeitstiefe: 15 cm) ermittelte Beispiel: Eine vom Standard- zum Doppelrad optimierte Bereifung ohne zusätzliche Ballastierung steigert die Flächenleistung von 4 auf 5 ha/h. Die gleiche Reifenoptimierung in Verbindung mit der richtigen Ballastierung erhöht die Flächenleistung von 4,5 auf 6 ha/h.

Folgende Möglichkeiten der Ballastierung bestehen:

- Wasserfüllung in den Reifen
- Frontgewicht
- Radgewicht
- Gewichtsverlagerung über den Oberlenker auf die Maschine
- Heckgewicht

Wasserfüllungen sind immer weniger anzutreffen. Zwei Gründe sprechen dagegen:

1. Das Wasser beeinflusst stark das Fahrverhalten auf der Straße.
2. Der Zusatz von Salz als Frostschutzmittel führt zu starken Korrosionsschäden, was zu einer Beeinträchtigung der Tragfähigkeit des Rades führen kann.

Neben den genannten Vorteilen der Ballastierung treten auch Nachteile auf. Der Traktor bekommt zusätzliche Anbauteile, d.h. es müssen zusätzliche Massen beschleunigt und abgebremst werden. Durch Radgewichte können Unwuchten am Rad auftreten, die bei höheren Geschwindigkeiten das Fahrverhalten beeinflussen.

In gemeinsamen Untersuchungen mit der TU Braunschweig wurde der Einfluss der Ballastierung auf den Kraftstoffverbrauch während Transportarbeiten gemessen. In den Untersuchungen wurden 3 Varianten verglichen: Traktor ohne Gewicht, Traktor mit Gewicht in der Felge und ein Traktor mit einem Gewicht im Hubwerk. Die Traktormasse betrug 9 000 kg, die der Zusatzgewichte 2 000 kg. Der Referenzzyklus bezog Fahrten durch Ortschaften, über Land und Feldwege ein.

Erwartungsgemäß stieg der Verbrauch durch die Zusatzgewichte an. Erstaunlicherweise traten keine Unterschiede bezüglich der Zusatzgewichte in den Felgen und des Gewichts im Hubwerk auf. Folgende Hochrechnung zeigt, welcher Mehrverbrauch an Kraftstoff durch die Ballastierung auftreten kann:

Annahmen:

Arbeitsstunden des Traktors	1 000 h/a
Anteil Straßenfahrt	ca. 50 % = 500 h/a
Kosten Diesel	1,10 €/l

Der Mehrverbrauch beträgt ca. 980 l. Das bedeutet Zusatzkosten von ca. 1.000 €/a.

Schlussfolgerungen

Die Bereifung nimmt erheblichen Einfluss auf die Zugkraftübertragung. Gerade bei großvolumigen Reifen ist es wichtig, den Traktor ausreichend zu ballastieren. Es besteht sonst die Gefahr einer Überbereifung, d.h. die Zugkraftübertragung nimmt ab.

Empfehlenswert ist, die Traktor-Geräte-Kombination in einer arbeitsärmeren Zeit zu verwiegen, die Radlast-, Luftdruck- und Ballastierungswerte zu notieren und diese Werte im Traktor aufzubewahren.

Für Transportarbeiten sollten die Zusatzgewichte demontiert werden, um einen Mehrverbrauch an Kraftstoff zu vermeiden.

Literatur

- [1] Weißbach, M. (2003): Landtechnische Untersuchung zur Wirkung bodenschonender Fahrwerke an Schleppern und Arbeitsmaschinen mit verschiedenen Radlasten. Habilitationsschrift, Logos Verlag Berlin
- [2] VDI-Richtlinie Maschineneinsatz unter Berücksichtigung landwirtschaftlich genutzter Böden. VDI 6101, 2007
- [3] Weißbach, M. (1994): Wirkung von Fahrwerken auf den Boden, insbesondere im Grenzbereich Boden/Pflanze. Dissertation Kiel

Autor

Dr. habil. Michael Weißbach ist Geschäftsführer der Grasdorf Wennekamp GmbH, Ziegeleistr. 29, 31188 Holle, E-Mail: m.weissbach@grasdorf-rad.eu