

Hermann Seufert, Heinz Bernhardt, Reinhold Müller und Kai Klimek, Giessen, sowie Günther Weise, Groß-Umstadt

Fahreigenschaften unterschiedlicher Anhängerbereifung

Die Anhängerbereifung spielt eine erhebliche Rolle beim Zugkraftbedarf und Kraftstoffverbrauch der Zugmaschine. Deshalb wurden in Fahrversuchen mit einem Traktor die Werte für Hockdruck- und Niederdruckanhängerbereifungen bei typischen landwirtschaftlichen Transportaufgaben ermittelt. Es zeigt sich, dass die Niederdruckbereifung für spezielle Transportaufgaben Vorteile bietet.

Ausgehend von den in Halle [1] und Giessen [2] durchgeführten Versuchen zur tatsächlichen Fahrleistung von landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen ergab sich die Fragestellung, ob die Fahreigenschaften der Transportanhänger auf unbefestigtem Untergrund durch den Einsatz von Niederdruckbereifung zu verbessern sind. Bei der Traktorbereifung war bereits in den letzten Jahren eine sehr deutliche Entwicklung in diese Richtung festzustellen. Gleichzeitig stellte sich aber auch die Frage, ob die Niederdruckbereifung von Transportanhängern bei Straßenfahrten nicht so schlechte Eigenschaften aufweist, dass sie damit ihre möglichen Vorteile auf unbefestigtem Untergrund wieder verspielt.

Der Untersuchungsschwerpunkt wurde auf den benötigten Zugleistungsbedarf und den Kraftstoffverbrauch im Vergleich von Niederdruck- und Hochdruckreifen bei Straßentransport und Feldtransport gelegt. Zur Durchführung der Untersuchung wurde ein typischer landwirtschaftlicher Transportzug bestehend aus Traktor und Anhänger (Firma Krone) genutzt. Die fahrzeugtechnischen Daten sind in *Tabelle 1* angegeben. Als Hochdruckbereifung der Anhänger wird die Standardbereifung 385/65 R22.5 verwendet, als Niederdruckbereifung kommen 550/45-22.5 Reifen zum Einsatz, die technischen Daten dazu zeigt *Tabelle 2*.

Der Traktor ist mit einem Radarsensor für die Messung der realen Geschwindigkeit und des zurückgelegten Weges ausgerüstet. Um möglichen Reifenschlupf zu ermitteln, wird die theoretische Geschwindigkeit über einen Radsensor erfasst. Die Kraftstoffmessung erfolgt mit einem Durchflussmesser Mannesmann VDO Kienzle EDM 1404. Es werden auch die Motor- und Getriebedaten erfasst (Motordrehzahl zur Überprüfung des Lastbereiches und Fahrstufenstellung zur Ermittlung der Schaltvorgänge). Zur Zugkraftmessung sind an der Zuggabel des ersten Anhängers Dehnungsmessstreifen angebracht. Dieses Verfahren wurde gewählt, um eine Anhängung in der Anhängerkupplung des Traktors zu ermöglichen und somit keine Abweichung von den realen Verhältnissen zu erhalten. Die Kalibrierung der Zugkraft-einrichtung erfolgte mit einem Referenz-

kraftaufnehmer der Firma HBM Darmstadt (empirisch ermittelte Kalibrierfunktion – $R^2 = 0,996$). Der eingebaute Neigungswinkelsensor wird zur Bestimmung der Steigungen und Gefälle der Messstrecken genutzt, ein Außentemperaturfühler wird eingesetzt, um mögliche Auswirkungen auf die Fahreigenschaften der Reifen bestimmen zu können.

Die Messungen wurden auf zwei für landwirtschaftliche Transportaufgaben typischen Strecken in der Nähe von Giessen durchgeführt. Die Straßenfahrten fanden auf einer geraden Ortsstraße mit gutem Ausbaustand statt. Als Messstrecke für Fahrten auf unbefestigtem Untergrund wurde eine mit Gras bewachsene mehrjährige Brachfläche genutzt. Diese Fläche ist vergleichbar mit einem unbefestigten Wirtschaftsweg, bot aber die Gewähr, dass für jede Messfahrt wieder die gleichen Ausgangsbedingungen bestanden und sich nicht wie bei einem Wirtschaftsweg Fahrspuren im Laufe der Messungen bildeten. Der Bodentyp war ein schluffiger Lehm. Die Bodenfeuchte betrug durchschnittlich 39%. Auf beiden Messstrecken glichen sich die vorhandenen Steigungen und Gefälle über die gesamte Strecke wieder aus.

Für den Versuch wurden für jede Messoption die Messstrecken jeweils dreimal mit möglichst konstanter Geschwindigkeit befahren. Bei der Feldfahrt wurden alle Messwerte mit einer Geschwindigkeitsabwei-

Tab. 1: Fahrzeugdaten

Table 1: Data of the vehicles

Traktor	Fendt Xylon 524
Motornennleistung	103 kW
Gewicht mit Messtechnik	7,2 t
Lastschatbare Gänge	4
Manuell schaltbare synchronisierte Gruppen	6
Zul. Höchstgeschwindigkeit	50 km/h; 14 m/s
Anhänger	Krone DK 225-18
Zul. Gesamtgewicht	18 t
Zul. Höchstgeschwindigkeit	60 km/h
Leergewicht	4,4 t
Zuggewicht leer (T + 1A)	11,6 t
Zuggewicht beladen (T + 1A)	24,9 t
Zuggewicht leer (T + 2A)	15,9 t
Zuggewicht beladen (T + 2A)	41,6 t

Prof. Dr. Hermann Seufert ist Leiter und Dr. Heinz Bernhardt, Reinhold Müller und Kai Klimek sind Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der Justus Liebig Universität Giessen, Braugasse 7, 35390 Giessen; e-mail: Heinz.Bernhardt@agrar.uni-giessen.de

Dr.-Ing. Günther Weise ist Mitarbeiter des KWF, Spremberger Str. 1, 64820 Groß-Umstadt.

Die Autoren danken der Firma Bernard Krone GmbH, Spelle, für ihre freundliche Unterstützung.

Schlüsselwörter

Transport, Fahrleistung, Anhängerbereifung

Keywords

Transport, driving performance, trailer tyres

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 02610 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

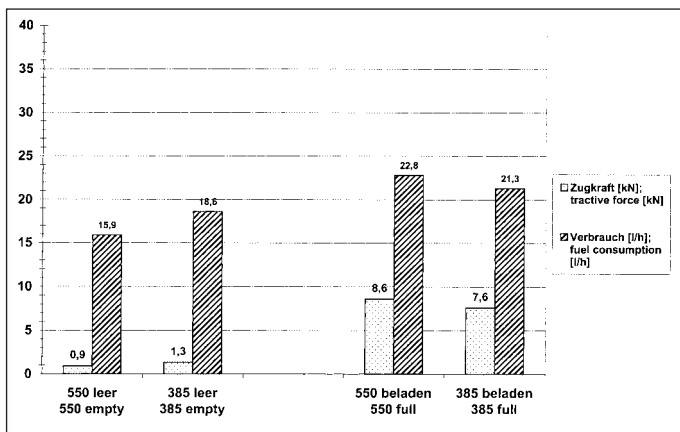


Bild 1: Zugkraftbedarf und Kraftstoffverbrauch der Straßenssstrecke

Fig. 1: Tractive power requirements and fuel consumption measured in the road section

chung > 0,2 km/h miteinbezogen. Bei der Straßensfahrt lag die Abweichungsgrenze bei 1 km/h. Die Straßensfahrten wurden mit beiden Anhängern im Zug durchgeführt, bei der Feldfahrt wurde nur ein Anhänger genutzt, um die übliche Verfahrensweise in der Landwirtschaft abzubilden.

Ergebnisse Straßensfahrt

Der Vergleich der benötigten Zugkräfte in Bild 1 von Niederdruck- und Hochdruckreifen bei Straßensfahrt zeigt, dass mit Niederdruckbereifung (550) durchschnittlich bei leerem Anhänger 0,9 kN und bei beladenem Anhänger 8,6 kN Zugkraft benötigt werden. Die Werte liegen bei der Hochdruckbereifung (385) mit leeren Anhängern bei durchschnittlich 1,3 kN und bei beladenen Anhängern bei 7,6 kN.

Die geringeren Zugkraftwerte der unbeladenen Anhänger mit Niederdruckbereifung gegenüber der Hochdruckbereifung sind zunächst auffällig. Besonders wenn man bedenkt, dass Radialreifen bei Straßensfahrten allgemein als leichtzügiger bekannt sind. Bei der genaueren Analyse der einzelnen Reifen und besonders der Stollenform zeigt sich aber, dass der Niederdruckreifen grobstolliger ist und dadurch trotz seiner größeren Reifenbreite eine geringere direkte Profilaufstandsfläche im unbelasteten Zustand aufweist. Dies dürfte zur geringeren Reibung gegenüber der Straße führen und somit zum geringeren Zugkraftbedarf.

Bei den beladenen Anhängern weisen die Hochdruckreifen einen geringeren Zugkraftbedarf als die Niederdruckreifen auf. Die Ursachen dafür sind längst bekannt und liegen am geringen Innendruck der Niederdruckreifen mit 3,8 bar gegenüber den Hochdruckreifen mit 9 bar.

Die technisch bedingte Durchschnittsgeschwindigkeit bei leeren Anhängern betrug 38 km/h, bei beladenen 26 km/h. Es zeigten sich hierbei nur unbedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen Bereifungstypen.

Der Kraftstoffverbrauchsvergleich in Bild 1 zeigt bei der Niederdruckbereifung durchschnittlich bei unbeladenen Anhängern 15,9

l/h und bei beladenen Anhängern 22,8 l/h. Die Hochdruckreifen liegen hierbei durchschnittlich bei 18,6 l/h für unbeladene Anhänger und bei 21,3 l/h für beladene Anhänger. Es zeigt sich, dass die Kraftstoffverbrauchswerte bei konstanter Motordrehzahl synchron mit den Zugkraftwerten verlaufen.

Ergebnisse Feldfahrt

Die Ergebnisse der Zugkraftvergleiche bei Feldfahrt sind in Bild 2 dargestellt. Die Anhänger benötigten durchschnittlich bei Hochdruckreifen leer 3,30 kN Zugkraft bei 9,2 km/h Vorfahrtsgeschwindigkeit. Mit beladenem Anhänger wurden bei diesem Reifentyp 39,17 kN Zugkraft bei 8,2 km/h Vorfahrtsgeschwindigkeit gemessen. Mit der Niederdruckbereifung beträgt der Zugkraftbedarf bei leerem Anhänger 3,08 kN bei 9,2 km/h und 39,17 kN bei 8,5 km/h mit beladenem Anhänger.

Der geringere Zugkraftbedarf der Niederdruckbereifung bei beladenem Anhänger erklärt sich aus der größeren Aufstandsfläche der Reifen, dem dadurch geringeren Einsinken in den Boden und dem somit geringeren Rollwiderstand. Die Eindringtiefe der beiden Bereifungen in den unbefahrenen Boden beträgt im beladenen Zustand bei der Niederdruckbereifung 2 bis 3 cm, bei der Hochdruckbereifung dagegen 8 bis 10 cm. Dadurch muss bei der Niederdruckbereifung im Vergleich zur Hochdruckbereifung ein geringerer Erdwall vor dem Reifen verdrängt werden.

Auch der leicht geringere Zugkraftbedarf der Niederdruckbereifung bei leerem An-

Tab. 2: Reifendaten

Table 2: Data of the tyres

Hochdruckreifen	385/65 R22.5
Luftdruck	9 bar
Aufstandsfläche (unbeladen)	442 cm ²
Niederdruckreifen	550/45-22.5 16PR
Luftdruck	3,8 bar
Aufstandsfläche (unbeladen)	251 cm ²

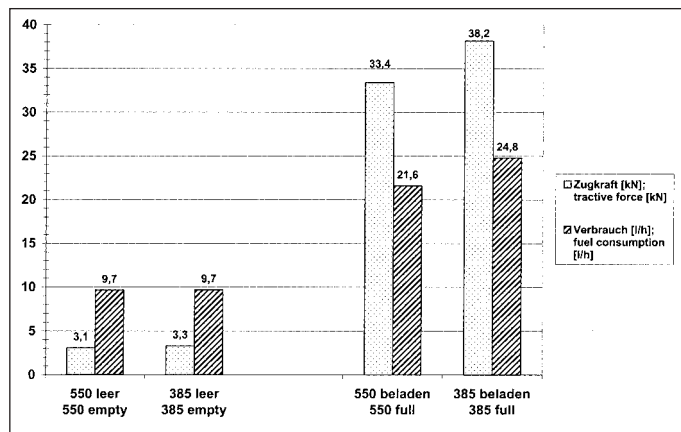


Bild 2: Zugkraftbedarf und Kraftstoffverbrauch der Feldmessstrecke

Fig. 2: Tractive power requirements and fuel consumption measured in the field section

hänger im Vergleich zur Hochdruckbereifung erklärt sich aus den unterschiedlichen Eindringtiefen der beiden Bereifungen. Die Hochdruckbereifung verursacht selbst bei leerem Anhänger eine Fahrspur Bildung, die deutlich zu einer Verschiebung der Zugkraftlinie führt, wo hingegen die Niederdruckbereifung bei leerem Anhänger nur schwach sichtbare Fahrspuren hinterlassen hat.

Bei der Messung der Feldfahrt hat sich gezeigt, dass bei Schaltvorgängen der Zugmaschine Zugkraftspitzen von bis zu 60 kN auftreten können.

Die Kraftstoffverbrauchsvergleiche, siehe Bild 2, ergaben durchschnittlich bei der Hochdruckbereifung einen Verbrauchswert von 9,69 l/h im unbeladenen Zustand und 24,8 l/h im beladenen Zustand, bei der Niederdruckbereifung wurden durchschnittlich unbeladen 9,65 l/h und beladen 21,1 l/h Kraftstoff verbraucht. Auch hier zeigte sich wieder, dass die Verbrauchswerte sich bei konstanter Motordrehzahl synchron zu den Zugkraftmessungen verhalten.

Schlussfolgerung

Erwartungsgemäß hat die Niederdruckbereifung gegenüber Hochdruckbereifung auf unbefestigtem Untergrund Vorteile in Bezug auf Zugkraftbedarf und Kraftstoffverbrauch. Letzterer liegt hier um 17,6% niedriger. Bei Straßensfahrten mit beladenen Anhängern drehen sich diese Ergebnisse um. Hier ist der universelle Hochdruckreifen der spezialisierten Niederdruckbereifung überlegen. Die Niederdruckbereifung weist hier einen um 6,6% höheren Kraftstoffverbrauch auf.

Der geringere Zugkraftbedarf der Niederdruckbereifung bei leeren Anhängern auf der Straße dürfte typbedingt auf die geringe Gesamtaufstandsfläche von 251 cm² zurückzuführen und ist damit nicht einfach auf andere Niederdruckreifen übertragbar sein.

Zur Entscheidung zwischen Niederdruck- und Hochdruckreifen ist der Anteil der Straßensfahrten der Anhänger entscheidend. Hierbei sind die Kosten der Bereifung sowie auch die Kraftstoffkosten mit einzubeziehen.