

Axel Schnauer und Heinz Dieter Kutzbach, Hohenheim

## Variierter Reifeninnendruck

### Einfluß auf die Seitenführungskraft von Traktorreifen

**Der bodenschonende Einsatz schwerer Traktoren und Selbstfahrer bedingt die Verwendung immer breiterer Reifen, die mit sehr niedrigem Reifeninnendruck gefahren werden können. Dies hat jedoch Auswirkungen auf die übertragbaren Trieb- und Seitenführungskräfte.**

**Nachfolgend werden Ergebnisse von Seitenkraftmessungen an verschiedenen, großen Traktorreifen in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter wie Reifeninnendruck, Schräglaufwinkel oder Bodenzustand dargestellt.**

**Aussagen zum Fahren am Seitenhang und zum Lenkverhalten der untersuchten Reifen sind damit möglich.**

Der Wunsch nach steigender Arbeitsproduktivität hat breitere Geräte mit höherem Zugkraftbedarf sowie leistungsstarke Traktoren und Selbstfahrer mit höheren Gesamtmassen zur Folge, wodurch die Vermeidung von Schadverdichtungen des Bodens und von Pflanzenschädigungen stark an Bedeutung gewinnt. Die Reifen werden deswegen breiter und die Flanken weicher, um große Reifenaufstandsflächen zu verwirklichen. Der Reifeninnendruck bei Breit- und Superbreitreifen läßt sich zusätzlich extrem absenken (bis 0,4 bar). Damit wird jedoch auch die Seitenkraftübertragung und dementsprechend das Lenk- und Fahrverhalten, also die Fahrsicherheit auf landwirtschaftlichen Flächen und bei Straßenfahrt beeinflusst.

Eine Beurteilung von Traktorreifen hinsichtlich ihres Einsatzverhaltens sollte neben Bodenschonung und Zugkraftübertragung auch die Seitenführung berücksichtigen.

Während abgesenkter Reifeninnendruck und damit höhere Auslastung zu größeren Triebkräften führt [1], muß insbesondere die Seitenführung breiter Niederdruckreifen noch eingehender untersucht werden.

*Dipl.-Ing. Axel Schnauer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. H.D. Kutzbach), Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.*

*Die Arbeit wird mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.*

#### Versuchseinrichtung und Meßprogramm

Am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim wurde eine Einzelradmeßeinrichtung (*Bild 1*) entwickelt, die eine Untersuchung der Kraftübertragung zwischen Traktorreifen und Boden ermöglicht [2, 3]. Ein Traktor zieht oder bremst die vierrädrige Einzelradmeßeinrichtung, in deren Mitte das zu untersuchende Rad angeordnet ist. Das Meßrad kann mit einer geregelten Radlast beaufschlagt, angetrieben, gebremst und gelenkt werden. Der Schlupf und der Schräglaufwinkel sind unabhängig voneinander einstellbar. Ein 6-Komponenten Radkraftdynamometer auf der Basis piezoelektrischer Aufnehmer mißt dabei alle am Rad angreifenden Kräfte und Momente.

Die Untersuchungen wurden an großen Reifen etwa gleichen Durchmessers (~1,85 m) und unterschiedlicher Breite durchgeführt. Im einzelnen handelte es sich um den Standardreifen 20.8 R 38 (Breite: 0,56 m), den Breitreifen 650/65 R 38 (Breite: 0,62 m) und den Superbreitreifen 800/65 R 32 (Breite: 0,815 m) desselben Herstellers.

In Abhängigkeit von der Radlast, vom Reifeninnendruck und vom Schräglaufwinkel wurden die an den verschiedenen Reifen auftretenden Seitenkräfte erfaßt. Während einer Meßfahrt blieb der Schräglaufwinkel bei stufenweiser Erhöhung der Radlast unverändert (stationäre Schräglaufwinkeländerung). Aus der stationären Seitenkraft/Schräglaufwinkel-Kennlinie läßt sich als fahrdyna-

misch sehr wichtige Kenngröße die Schräglaufsteifigkeit herleiten. Sie kennzeichnet den Anstieg der Seitenkraft mit dem Schräglaufwinkel im Koordinatensprung und gilt als Maß für die Ansprechempfindlichkeit des Reifens auf Lenkbewegungen. Verringerte Schräglaufsteifigkeit weist also auf ein schlechteres Ansprechverhalten des Reifens auf ein Lenkmanöver hin. Eine objektive Beurteilung des Reifens kann somit der subjektiven Bewertung des Fahrers gegenübergestellt werden.

Die dargestellten Resultate beziehen sich auf Meßfahrten mit schlupfflos rollendem Meßrad auf trockener Betonfahrbahn sowie auf gefrästem, sandigem Lehm. Die Fahrgeschwindigkeit betrug jeweils 2 km/h.

#### Seitenkräfte unkritisch

Das *Bild 2* zeigt beispielhaft den Verlauf der Seitenkraft über dem Schräglaufwinkel in Abhängigkeit des Reifeninnendruckes  $p$  und der Radlast  $F_z$  für den Breitreifen 650/65 R 38 auf Beton. Grundsätzlich ergibt sich der bekannte degressive Anstieg der Seitenkräfte über dem Schräglaufwinkel. Abgesenkter Reifeninnendruck wirkt sich erst bei höheren Radlasten und höheren Schräglaufwinkeln negativ auf die erreichbare Seitenkraft aus.

Dieses Ergebnis läßt sich auch auf den Standard- und den Superbreitreifen übertragen, wobei insbesondere bei letzterem abgesenkter Luftdruck bei geringem Schräglaufwinkel zu einem deutlich verbesserten Seitenkraftaufbau führt. An diesem Reifen zeigt sich keine Verringerung der Schräglaufsteifigkeit bei niedrigem Reifeninnendruck. Beim Standard- und Breitreifen bewirkt die Luftdruckabsenkung hingegen bei höheren Radlasten eine verminderte Schräglaufsteifigkeit. Der Breitreifen 650/65 R 38 bringt bei identischen Betriebszuständen (gleicher



Bild 1: Einzelradmeßeinrichtung

Fig. 1: Single wheel tester

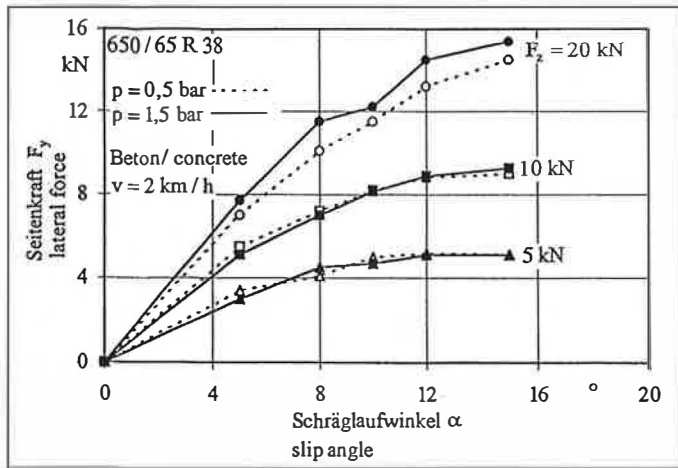


Bild 2: Seitenkraft in Abhängigkeit des Reifeninnendruckes auf Betonfahrbahn, Reifen 650/65 R 38

Fig. 2: Lateral force influenced by the inflation pressure on concrete road, tyre 650/65 R 38

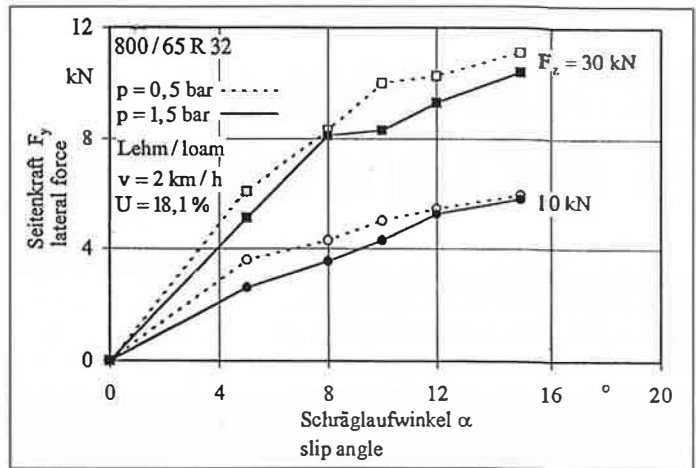


Bild 3: Seitenkraft in Abhängigkeit des Reifeninnendruckes auf gefrästem, sandigem Lehm, Reifen 800/65 R 32

Fig. 3: Lateral force influenced by the inflation on sandy loam, prepared by a rotary hoe, tyre 800/65 R 32

Reifeninnendruck und Schräglaufwinkel, gleiche Radlast) stets größere Seitenkräfte auf als der direkt vergleichbare Standardreifen 20.8 R 38 mit gleichem Felgendurchmesser, auch die Schräglaufsteifigkeit liegt durchweg höher. Der Superbreitreifen mit kleinerem Felgendurchmesser hat insbesondere bei sehr niedrigem Reifeninnendruck und kleinen Schräglaufwinkeln (- 8°) Vorteile im Sei-

werden aufgrund der schlechteren Kraftschlußverhältnisse in der Reifen-Fahrbahn-Kontaktfläche geringere Seitenkräfte erzielt als auf festem Untergrund.

#### Zusammenfassung und Ausblick

Mit der vorgestellten Einzelradmeßeinrichtung ist es möglich, alle am Traktorräder angreifenden Kräfte und Momente zu untersuchen.

Stuttgart, 1991, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Landtechnik Nr. 53

[2] Kutzbach, H. D.: Investigations on tractor tyres, test stands and results. Proceedings of the 6th European Conference of the ISTVS. Wien (1994), 1, S. 219-237

[3] Barreilmeyer, Th.: Untersuchung der Kräfte an gelenkten und angetriebenen Acker-schlepperrädern bei Gelände- und Straßenfahrt. Dissertation. Universität Stuttgart, 1996, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Landtechnik Nr. 79

Tab. 1: Seitenkräfte in kN für einen Schräglaufwinkel von 8 Grad auf Betonfahrbahn

Radlast in kN tyre load	5	10	15	20	25	
20.8 R 38	3,8	6,65	8,4	9	8,85	p=0,5 bar
650/65 R 38	3,2	6	8,15	10,1	11,3	p=1,5 bar
	4,1	7,2	8,6	10,1	10,3	p=0,5 bar
800/65 R 32	4,5	7	9,6	11,5	12,2	p=1,5 bar
	4	7,2	9,7	11	11,6	p=0,5 bar
	3,7	6,35	8	10,3	11,1	p=1,5 bar

Table 1: Lateral forces in kN for a 8 degree slip angle on concrete

tenkraftverhalten. Tabelle 1 zeigt beispielhaft die für die drei Versuchsreifen ermittelten Seitenkräfte bei einem Schräglaufwinkel von 8 Grad auf Betonfahrbahn in Abhängigkeit von Radlast und Reifeninnendruck.

Als Vergleich zu Bild 2 sind in Bild 3 entsprechende Meßergebnisse des Superbreitreifens für gefrästen, sandigen Lehm als Fahrbahn dargestellt. Es zeigt sich, daß abgesenkter Reifeninnendruck durchweg eine Erhöhung der Seitenkraft zur Folge hat. Dieses Verhalten kann prinzipiell auch bei den beiden anderen Versuchsreifen beobachtet werden. Der Seitenkraftabbau eines Niederdruckreifens, insbesondere auch bei hohen Radlasten und Schräglaufwinkeln, läßt sich also auf nachgiebiger Fahrbahn nicht erkennen. Standard- und Superbreitreifen zeigen ein Ansteigen der Schräglaufsteifigkeit mit fallendem Luftdruck, während der Breitreifen 650/65 R 38 bei niedrigem Luftdruck gewisse Schwächen im Ansprechverhalten offenbart. Grundsätzlich

Der Einfluß differierender Faktoren wie Reifeninnendruck, Reifenbreite, Radlast, Schräglaufwinkel und Fahrbahnzustand auf den Seitenkraftaufbau wurde durch die beschriebenen Messungen aufgezeigt. Nach den bisherigen Untersuchungen läßt sich folgendes festhalten:

Der Einsatz bodenschonender breiterer Reifen mit abgesenktem Luftdruck anstelle herkömmlicher, schmalerer Bereifung mit höherem Reifeninnendruck kann hinsichtlich der erreichbaren Seitenkraft weitgehend als unkritisch beurteilt werden.

Zusätzliche Messungen, beispielsweise an angetriebenen Reifen, an Fabrikaten anderer Hersteller oder auf unterschiedlichen Böden sind jedoch unbedingt erforderlich.

#### Literatur

Bücher sind mit • gekennzeichnet  
[1] • Armbruster, K.: Untersuchungen der Kräfte an schräglaufenden angetriebenen Acker-schlepperrädern. Dissertation. Universität

## Schlüsselwörter

Breitreifen, Seitenführungskraft, Schräglaufsteifigkeit

## Keywords

Low inflation tyres, lateral force, cornering stiffness

## NEUE BÜCHER

### Jahrbuch Agrartechnik 1998

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. H. J. Matthies und Dr. Fr. Meier. Vertrieb: Landwirtschaftsverlag GmbH, 48084 Münster; 1997, Band 10, 267 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, 86 DM, ISBN 3-7843-2915-2

Durch die tatkräftige Unterstützung der agrartechnischen Organisationen LAV, KTBL und VDI-MEG konnte das „Jahrbuch Agrartechnik – Yearbook Agricultural Engineering“ 1998 zum zehnten Male erscheinen. Es faßt die Forschungsergebnisse des letzten Jahres auf dem weiten Gebiet der Agrartechnik zusammen und gibt damit einen Überblick über die wissenschaftlichen Aktivitäten der Institute.

Ein umfangreiches Literaturverzeichnis, das die nationalen und internationalen Veröffentlichungen berücksichtigt, ergänzt diese Übersicht. Durch die seit dem Jahre 1991 praktizierte Zweisprachigkeit hat das Jahrbuch eine gute Verbreitung im englischsprachigen Raum gefunden. Seit einigen Jahren sind auch die Experten in Osteuropa Leser des Jahrbuches geworden.